

## El Origen de las Redes de Datos: Como Telefónica Creó la Primera Red de Datos Comercial por Conmutación de Paquetes en el Mundo

Josep Suñol Capella

<http://hdl.handle.net/10803/690501>

Data de defensa: 01-03-2024

**ADVERTIMENT.** L'accés als continguts d'aquesta tesi doctoral i la seva utilització ha de respectar els drets de la persona autora. Pot ser utilitzada per a consulta o estudi personal, així com en activitats o materials d'investigació i docència en els termes establerts a l'art. 32 del Text Refós de la Llei de Propietat Intel·lectual (RDL 1/1996). Per altres utilitzacions es requereix l'autorització prèvia i expressa de la persona autora. En qualsevol cas, en la utilització dels seus continguts caldrà indicar de forma clara el nom i cognoms de la persona autora i el títol de la tesi doctoral. No s'autoritza la seva reproducció o altres formes d'explotació efectuades amb finalitats de lucre ni la seva comunicació pública des d'un lloc aliè al servei TDX. Tampoc s'autoritza la presentació del seu contingut en una finestra o marc aliè a TDX (framing). Aquesta reserva de drets afecta tant als continguts de la tesi com als seus resums i índexs.

**ADVERTENCIA.** El acceso a los contenidos de esta tesis doctoral y su utilización debe respetar los derechos de la persona autora. Puede ser utilizada para consulta o estudio personal, así como en actividades o materiales de investigación y docencia en los términos establecidos en el art. 32 del Texto Refundido de la Ley de Propiedad Intelectual (RDL 1/1996). Para otros usos se requiere la autorización previa y expresa de la persona autora. En cualquier caso, en la utilización de sus contenidos se deberá indicar de forma clara el nombre y apellidos de la persona autora y el título de la tesis doctoral. No se autoriza su reproducción u otras formas de explotación efectuadas con fines lucrativos ni su comunicación pública desde un sitio ajeno al servicio TDR. Tampoco se autoriza la presentación de su contenido en una ventana o marco ajeno a TDR (framing). Esta reserva de derechos afecta tanto al contenido de la tesis como a sus resúmenes e índices.

**WARNING.** The access to the contents of this doctoral thesis and its use must respect the rights of the author. It can be used for reference or private study, as well as research and learning activities or materials in the terms established by the 32nd article of the Spanish Consolidated Copyright Act (RDL 1/1996). Express and previous authorization of the author is required for any other uses. In any case, when using its content, full name of the author and title of the thesis must be clearly indicated. Reproduction or other forms of for profit use or public communication from outside TDX service is not allowed. Presentation of its content in a window or frame external to TDX (framing) is not authorized either. These rights affect both the content of the thesis and its abstracts and indexes.

## TESIS DOCTORAL

Título	El Origen de las Redes de Datos: Como Telefónica creó la primera Red de Datos Comercial por Conmutación de Paquetes en el Mundo
Realizada por	Josep Suñol Capella
en el Centro	Facultad Internacional de Comercio y Economía Digital La Salle
y en el Departamento	Empresa y Tecnología
Dirigida por	Dr. Francesc Miralles Dr. Andreu Veà Baró

# laSalle

UNIVERSIDAD RAMON LLULL

**Per l'Angelines i el David.**

## AGRADECIMIENTOS

Al profesor Dr. Andreu Veà Baró de La Salle perteneciente a la Universitat Ramon Llull, que junto con el Dr. Francesc Miralles, Comisionado de Planificación, Innovación y Desarrollo Estratégico de La Salle perteneciente a la Universitat Ramon Llull, que me inspiraron para realizar el estudio de las implicaciones que se produjeron en Telefónica, cuando se decidió crear la primera red comercial de datos por conmutación de paquetes en el mundo, creando la División de Informática para su gestión junto con un organigrama independiente de las Direcciones Centrales, y su posterior integración a las mismas.

A personal de Telefónica por darme documentación que tenían en diferentes archivos.

Al personal administrativo de La Salle perteneciente a la Universitat Ramon Llull, por su ayuda en la gestión administrativa de la tesis.

A los bibliotecarios de la biblioteca Rector Gabriel Ferraté de la Universitat Politècnica de Catalunya (UPC), por su paciencia en mis peticiones y ayudarme en la búsqueda de artículos y documentos que tenían en el almacén.

Al Dr. Daniele Cozzoli de la Universitat Pompeu Fabra de la UPF y al Dr. Josep Solé Pareta de la UPC.

A los entrevistados, Ignacio Vidaurrázaga, Antonio Golderos, Gabriel Alarcia, José María Guadalajara, Julio Linares, Luis Lavandera, Ramon Palacio, Santiago Herrera, y

Vicente Gil, que habían trabajado en Telefónica, junto con Antonio Alabau, que había trabajado en la UPC y Juan Riera que trabajaba en la UPM, por su paciencia en mis preguntas y por la información que me dejaron de su paso por el proceso.

También he de considerar a mi familia, por la paciencia que han tenido en aguantar mis ausencias durante todo el tiempo que he estado con la tesis.

## ABSTRACT

This thesis deals with the institutional transformation of the Telefónica company due to the technological evolution from the beginning of the transmission of data by switching packets in Spain to the arrival of the Internet.

An analysis of the perspective of institutional logics is carried out to understand the effects of technological change based on the elements that configure the institutional structure of the company. It is considered, when, who and how the decision was made to bet on the transmission of data by switching packets, becoming the world's first operator, commercially offering this service to its customers, without leaving the other circuit switching data transmission services as the rest of the operators were offering.

This network, which was called the “*Red Especial de Transmisión de Datos (RETD)*”, along with the *RSAN* protocol, was created and developed, starting from scratch, initially with general purpose equipment and later creating its own team, the *Tesys*, by Telefónica engineers after they made a trip to different universities in California (USA), to take an interest in the ArpaNet network being built academically.

The RETD network was not a copy of the ArpaNet network but an evolution to the needs that Telefónica had, being a global advance of all data communications, forcing the ITU and CCITT to create a standard protocol, which was called X.25.

The theoretical framework that has been considered is that proposed by Thornton and Ocasio, who value the three approaches of institutional logics, composed of structural, normative and symbolic elements. This theoretical framework has been used to describe, among other aspects, the institutional culture of the company and the individuals, the organization, the norms, the historical and cultural patterns, the social and geographical factors, the experience of the users, the structure of the different departments, and the relations with the power.

These aspects describe the process that led the president of Telefónica Antonio Barrera de Irimo, to create a new institutional methodology creating a "*División de Informática*" that was external to Telefónica's central organization chart and had its own institutional logics, so that this new data communications solution could work without being influenced by Telefónica's institutional logics with its own institutional inertia, this led to a heterogeneity of logics, and when I was president Luís Solana, this ended up triggering a situation, which was solved by adjusting to the parameters defined in the institutional isomorphism described by DiMaggio and Powell, producing a homogenization, that resulted in the integration of the different departments that made up "*División de Informática*" into the respective departments of Telefónica's Central Directions. Which led to the disappearance of Tesys equipment, and its replacement by equipment from other manufacturers.

In this thesis, the information has been sought in Telefónica's own technical manuals and yearbooks that were published during the entire period of time that the process lasts, at COIT (Official College of Telecommunications Engineers), in Fundesco, at the Telefónica Foundation, in specialized journals, in articles of congresses both national and international, etc., and they have also been carried out personally and in person, interviews in Barcelona, Madrid and Valencia, to people from both the academic and business fields, that made this communications system possible, people who have given us a vision and data that would have been impossible to obtain in the documents that have been found from the process.

## RESUM

Aquesta tesi tracta de la transformació institucional de la companyia Telefónica, deguda a l'evolució tecnològica des dels inicis de la transmissió de dades per commutació de paquets a España, fins l'arribada d'internet

Es realitza una anàlisi, sota la perspectiva de lògica institucional, per entendre els efectes del canvi tecnològic en base als elements que configuren l'estructura institucional de la companyia. Es té en compte el quan, el qui i el com es va prendre la decisió d'apostar per la transmissió de dades per commutació de paquets, convertint-se en el primer operador mundial, que oferia comercialment aquest servei als seus clients, sense deixar d'oferir l'altre servei de transmissió de dades per commutació de circuits tal com estaven oferint la resta d'operadors.

Aquesta xarxa s'anomenà "*Red Especial de Transmisión de Datos (RETD)*", juntament amb el protocol *RSAN*, varen ser creats i desenvolupats, partint de zero, inicialment amb equips de propòsit general i posteriorment creant un equip propi el *Tesys*, per enginyers de Telefónica, despès de fer un viatge a diferents universitats de Califòrnia (EE.UU), per interessar-se per la xarxa *ArpaNet* que s'estava construint a nivell acadèmic.

La xarxa *RETD*, no va ser un a còpia de la xarxa *ArpaNet*, però sí una evolució a les necessitats de Telefónica, sent un avançament a nivell global de totes les comunicacions de dades, obligant a la *UIT* i el *CCITT* a crear un protocol estàndard que s'anomenà *X.25*.



El marc teòric que s'ha considerat es el que proposen Thornton i Ocasio que valoren els tres enfocaments de la lògica institucional, composts pels elements estructurals, els normatius i els simbòlics. S'ha utilitzat aquest marc teòric per poder descriure, entre altres aspectes, la cultura institucional de l'empresa i del individu, l'organització, les normatives, els patrons històrics i culturals, els factors socials i geogràfics, l'experiència dels usuaris, l'estructura dels diferents departaments, i les relacions amb el poder,

Aquests aspectes descriuen el procés que va portar al president de Telefónica Antonio Barrera de Irímo, a crear una nova metodologia institucional, amb la creació de la "*División de Informática*", extern a l'organigrama central de Telefónica i que tenia la seva pròpia lògica institucional, considerant que aquesta nova solució de comunicacions de dades pogués funcionar sense estar influenciada per les lògiques institucionals de Telefónica amb la seva inèrcia institucional, això va provocar una heterogeneïtat de lògiques i quan era president Luís Solana, es va acabar desencadenant una situació, que es va solucionar ajustant-se als paràmetres definits al isomorfisme institucional descrit per DiMaggio i Powell, produint una homogeneïtat, amb el resultat de la integració dels diferents departaments de la "*División de Informática*" als respectius departaments de les Direccions Centrals de Telefónica, i amb el resultat de la desaparició dels equips Tesys, i la seva substitució per equips d'altres fabricants.

Per la realització d'aquesta tesi s'ha buscat informació a la pròpia Telefónica, en manuals tècnics interns, a anuaris i publicacions del període que va durar el procés, al COIT (Colegio Oficial de Ingenieros de Telecomunicación), a Fundesco, a la Fundación Telefónica, a revistes especialitzades, articles de congressos nacionals i internacionals, etc., i també s'han efectuat personalment i de forma presencial, entrevistes a Barcelona, Madrid i València, a persones que varen fer possible aquest sistema de comunicacions, persones que han donat una visió i unes dades que haguessin sigut impossible d'obtenir obtindríem als documents que s'han trobat del procés..

## RESUMEN

Esta tesis trata de la transformación institucional de la compañía Telefónica debido a la evolución tecnológica desde los inicios de la transmisión de datos por conmutación de paquetes en España hasta la llegada de Internet.

Se realiza un análisis sobre la perspectiva de la lógica institucional para entender los efectos del cambio tecnológico en base a los elementos que configuran la estructura institucional de la compañía. Se considera, el cuándo, el quien, y el cómo se tomó la decisión de apostar por la transmisión de datos por conmutación de paquetes, convirtiéndose en el primer operador mundial, que ofrecía comercialmente este servicio a sus clientes, sin dejar los otros servicios de transmisión de datos por conmutación de circuitos tal como estaban ofreciendo el resto de los operadores.

Esta red, que se llamó “*Red Especial de Transmisión de Datos (RETD)*”, junto con el protocolo *RSAN*, fue creada y desarrollada, partiendo de cero, inicialmente con equipos de propósito general y posteriormente creando un equipo propio, el Tesys, por ingenieros de Telefónica, después de que estos efectuaran un viaje a distintas universidades de California (EEUU), para interesarse por la red ArpaNet que se estaba construyendo a nivel académico.

La red RETD no fue una copia de la red ArpaNet, pero si una evolución a las necesidades que tenía Telefónica, siendo un adelanto a nivel global de todas las

comunicaciones de datos, obligando a la UIT y al CCITT a crear un protocolo estándar, que se llamó X.25.

El marco teórico que se ha considerado es el que proponen Thornton y Ocasio, que valoran los tres enfoques de la lógica institucional, compuestos por los elementos estructurales, los normativos y los simbólicos. Se ha utilizado este marco teórico para poder describir, entre otros aspectos, la cultura institucional de la empresa y los individuos, la organización, las normas, los patrones históricos y culturales, los factores sociales y geográficos, la experiencia de los usuarios, la estructura de los diferentes departamentos, y las relaciones con el poder.

Estos aspectos describen el proceso que llevó al presidente de Telefónica Antonio Barrera de Irímo, a crear una nueva metodología institucional creando la “*División de Informática*” que era externa al organigrama central de Telefónica y que tenía su propia lógica institucional, con el fin de que esta nueva solución de comunicaciones de datos pudiese funcionar sin estar influenciada por las lógicas institucionales de Telefónica con su propia inercia institucional, lo que provocó una heterogeneidad de lógicas, y cuando era presidente Luís Solana, esta acabó desencadenando una situación que se solucionó ajustándose a los parámetros definidos en el isomorfismo institucional descrito por DiMaggio y Powell, produciendo una homogeneización, cuyo resultado fue la integración de los distintos departamentos de la “*División de Informática*” en los respectivos departamentos de las Direcciones Centrales de Telefónica, que llevó a la desaparición de los equipos Tesys, y su sustitución por equipos de otros fabricantes.

Para la realización de esta tesis se ha buscado información en la propia Telefónica en manuales técnicos y los anuarios que se publicaron durante todo el periodo de tiempo que duró el proceso, en el COIT (Colegio Oficial de Ingenieros de Telecomunicación), en Fundesco, en la Fundación Telefónica, en revistas especializadas, en artículos de congresos tanto nacionales como internacionales, etc., y también se han efectuado personalmente y de forma presencial, entrevistas en Barcelona, Madrid y Valencia, a personas, tanto del ámbito académico como de la empresa, que hicieron posible este sistema de comunicaciones, personas que nos han dado una visión y unos datos que hubieran sido imposible de obtener en los documentos que se han encontrado del proceso.

## ÍNDICE GENERAL

<b>ABSTRACT</b>	<b>I</b>
<b>RESUM</b>	<b>III</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>V</b>
<b>ÍNDICE GENERAL</b>	<b>VII</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b>	<b>XII</b>
<b>NOMENCLATURAS</b>	<b>XVI</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>1.1 Apunte histórico a la evolución tecnológica del sector de las telecomunicaciones</b>	<b>1</b>
<b>1.2 Formulación del problema de investigación</b>	<b>4</b>
1.2.1 Impacto tecnológico de las TIC	5
1.2.2 Impacto de las tecnologías disruptivas en compañías establecidas	5
1.2.3 Descripción de la estructura de la tesis	8
1.2.4 La Transmisión de datos	9
<b>1.3 Evolución institucional</b>	<b>12</b>
<b>1.4 Obtención de datos</b>	<b>12</b>

1.5	Desarrollo de la tesis	14
1.6	Repositorio	15
2.	<b>MARCO TEÓRICO</b>	17
2.1	Lógicas institucionales	19
2.2	Empresario institucional	23
2.3	Niveles de trabajo de una organización	24
3.	<b>LÓGICA INSTITUCIONAL DE TELEFÓNICA</b>	25
4.	<b>MOMENTOS TRANSCENDENTES DE TELEFÓNICA</b>	29
4.1	Progresión de Telefónica	29
4.2	RETD	33
4.2.1	Inicios de la transmisión de datos	33
4.2.2	Origen de la red de datos RETD	34
4.2.3	Creación de la División de Informática y el Tesys	37
4.2.4	Fin de la División de Informática y el Tesys	38
5.	<b>METODOLOGÍA Y RESULTADOS</b>	40
5.1	Metodología	40
5.2	Resultados	45
5.3	Equipos	48
5.4	Aspectos éticos de la investigación	49
6.	<b>DISCUSIÓN</b>	51
6.1	Evolución de las lógicas institucionales en Telefónica	51
6.2	Transición de los presidentes de Telefónica	55
6.3	Centralidad vs Compatibilidad	57
6.4	Telefónica “Caso de éxito”	59
6.5	Contribución de la tesis	59
7.	<b>CONCLUSIÓN</b>	63
7.1	Sinopsis	63

7.2	Implicaciones del proceso	66
7.3	Limitaciones	69
7.4	Trabajo futuro	71
8.	<b>ANEXOS</b>	<b>73</b>
8.1	Evolución de Telefónica	73
8.2	Evolución de la transmisión de datos en Telefónica	80
8.3	Grupo industrial de Telefónica	113
8.4	CSIC	117
8.5	Red Española de Transmisión de Datos	119
8.5.1	Características de la RETD	121
8.5.2	Topología de la RETD	122
8.5.2.1	<i>Red de transporte</i>	122
8.5.2.2	<i>Red de acceso</i>	124
8.5.2.3	<i>Red de abonado</i>	126
8.5.2.4	<i>Terminales de usuarios</i>	127
8.5.2.5	<i>Centro de gestión</i>	129
8.5.2.6	<i>Funciones del Concentrador, los CCR y el CG</i>	129
8.5.2.7	<i>Generalidades de los CCR</i>	130
8.5.3	Estructura lógica de la RETD	132
8.5.4	Encaminamiento de la RETD	133
8.5.5	Control de Flujo de la RETD	135
8.5.5.1	<i>Control de flujo en el concentrador</i>	136
8.5.5.2	<i>Control de flujo de un CCR</i>	137
8.5.6	RSAN	138
8.6	Red Iberpac	139
8.6.1	Topología de la red Iberpac	139
8.6.2	Servicios de la red Iberpac	143
8.6.3	Encaminamiento de la red Iberpac	145
8.6.4	Control de Flujo de la red Iberpac	146
8.7	Equipos	149
8.7.1	El concentrador	149
8.7.2	Centro de Conmutación y Retransmisión	152
8.7.3	Centro de Gestión	158

<b>8.8</b>	<b>El sistema Tesys</b>	<b>161</b>
8.8.1	Software del sistema Tesys	162
8.8.1.1	<i>El núcleo del sistema operativo</i>	164
8.8.1.1.1	Estructura del núcleo	165
8.8.1.1.2	Lenguaje Hombre-Maquina	169
8.8.1.1.3	Gestión de archivos	170
8.8.1.1.4	Depurador de tareas	170
8.8.1.1.5	Spooler	170
8.8.1.1.6	Editor	171
8.8.1.1.7	Cargador	171
8.8.2	Programación del sistema Tesys	171
8.8.3	Flujo del tráfico	173
8.8.4	Tratamiento del tráfico	175
8.8.5	Requerimientos físicos	179
8.8.6	Modelos de tráfico	183
8.8.6.1	<i>Circuitos virtuales permanentes (CVP)</i>	184
8.8.6.2	<i>Circuitos virtuales conmutados (CVC)</i>	185
8.8.6.3	<i>Facilidad de selección rápida (FSR)</i>	186
8.8.6.4	<i>Tiempos de retardo en los circuitos virtuales</i>	187
<b>8.9</b>	<b>El Tesys-A</b>	<b>187</b>
8.9.1	Tesys-1	187
8.9.1.1	<i>Hardware del sistema Tesys-1</i>	190
8.9.1.1.1	La unidad de proceso	191
8.9.1.1.1.1	La tarjeta del procesador	191
8.9.1.1.1.2	La tarjeta de memoria local	193
8.9.1.1.1.3	La tarjeta de la unidad de supervisión	195
8.9.1.1.2	Vía Local	197
8.9.1.1.3	Unidades periféricas	197
8.9.1.1.3.1	Interfaz de Línea Síncrona	199
8.9.1.1.3.2	Interfaz de Línea Asíncrona	200
8.9.1.1.3.3	Interface de gestión	202
8.9.2	Tesys-5	206
8.9.2.1	<i>Arquitectura del Tesys-5</i>	208
<b>8.10</b>	<b>El Tesys-B</b>	<b>211</b>
8.10.1	Funciones básicas	216
8.10.1.1	<i>Conmutación de datos</i>	216
8.10.1.2	<i>Explotación del sistema</i>	217
8.10.2	Características del Tesys-B	217

8.10.3	Equipos del Tsys-B	219
8.11	Otras redes de conmutación de paquetes	222
8.12	Evolución de las comunicaciones	224
8.13	Entrevistas a personas relevantes	233
8.13.1	Entrevista al Sr. Ignacio Vidaurrázaga	233
8.13.2	Entrevista al Sr. Gabriel Alarcia	242
8.13.3	Entrevista al Sr. Santiago Herrera de la Rosa	254
8.13.4	Entrevista al Sr. Vicente Gil	268
8.13.5	Entrevista al Sr. Juan Riera	279
8.13.6	Entrevista al Sr. Antonio Golderos	292
8.13.7	Entrevista al Sr. Antonio Alabau	307
8.13.8	Entrevista al Sr. Julio Linares López	310
8.13.9	Entrevista al Sr. Luis Lavandera Sánchez	318
8.13.10	Entrevista al Sr. Ramón Palacio León	340
9.	<b>REPOSITORIO</b>	<b>348</b>
10.	<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>353</b>



## ÍNDICE DE FIGURAS

FIG. 1 TRANSMISIÓN DE DATOS POR CONMUTACIÓN DE CIRCUITOS.....	9
FIG. 2 TRANSMISIÓN DE DATOS POR CONMUTACIÓN DE PAQUETES.....	10
FIG. 3 RELACIONES DE CENTRALIDAD Y COMPATIBILIDAD .....	22
FIG. 5 LISTADO DE RESUMEN DE CARACTERÍSTICAS DE PERSONAS RELEVANTES .....	44
FIG. 6 EVOLUCIÓN DE LOS CIRCUITOS DE DATOS.....	45
FIG. 7 INGRESOS/INVERSIÓN POR REDES DE DATOS POR CONMUTACIÓN DE PAQUETES DURANTE EL PERIODO 1977-1995...	46
FIG. 8 TABLA DE INVERSIÓN E INGRESOS EN EL PERIODO 1970-1995 .....	47
FIG. 9 RETORNO DE LA INVERSIÓN EN DATOS POR CONMUTACIÓN DE PAQUETES DURANTE EL PERIODO 1977-1995 .....	47
FIG. 10 EVOLUCIÓN DE LOS EQUIPOS TESYS .....	49
FIG. 11 RELACIONES DE CENTRALIDAD Y COMPATIBILIDAD.....	58
FIG. 12 INICIO DE LAS COMUNICACIONES DE DATOS POR CONMUTACIÓN DE PAQUETES .....	61
FIG. 13 LA TRAMA DE RSAN .....	69
FIG. 14 PORCENTAJE DE AUTOMATIZACIÓN DE LAS COMUNICACIONES DE VOZ EN 1971 .....	72
FIG. 16 PRIMEROS EQUIPOS DE TRANSMISIÓN DE DATOS.....	82
FIG. 17 PRIMEROS EQUIPOS DE TRANSMISIÓN DE DATOS.....	83
FIG. 18 TERMINALES MINITEL Y VIDEOTEX .....	89
FIG. 19 EVOLUCIÓN DE LA RED IBERPAC EN 1984.....	93
FIG. 20 ESQUEMA DE SICE .....	94
FIG. 21 ESTRUCTURA FUNCIONAL DE LA RAI.....	95
FIG. 22 CONSOLA DEL SISTEMA TESYS-5 .....	99

FIG. 23 EVENTOS EN ESPAÑA DURANTE 1992 .....	103
FIG. 24 BASTIDOR DE LA RED IBERPAC .....	104
FIG. 25 NÚMERO DE PUERTAS A LA RED DE DATOS EN 1993 .....	106
FIG. 26 ORGANIZACIÓN DEL GRUPO TELEFÓNICA EN 1995 .....	109
FIG. 27 ALIANZA CON WORLDPARTNERS EN 1995 .....	110
FIG. 28 DESCRIPCIÓN DEL SERVICIO CINCO .....	112
FIG. 29 PARTICIPACIONES INDUSTRIALES DE TELEFÓNICA .....	117
FIG. 30 ESTRUCTURA DE LA RED RETD .....	121
FIG. 31 TOPOLOGÍA DE LA RED RETD .....	122
FIG. 32 CONFIGURACIÓN DE LOS CCR .....	123
FIG. 33 ACCESO DIRECTO DE LOS USUARIOS A LA RETD .....	124
FIG. 34 ACCESO MULTIPUNTO DE LOS USUARIOS A LA RETD .....	125
FIG. 35 ACCESO CONMUTADO DE LOS USUARIOS A LA RETD .....	125
FIG. 36 INTERFAZ RS-232 .....	128
FIG. 37 UNIVAC 1110 .....	129
FIG. 38 HONEYWELL BULL 716 .....	131
FIG. 39 ENCAMINAMIENTO DE LA RED RETD .....	134
FIG. 40 CONTROL DE FLUJO DEL CONCENTRADOR .....	136
FIG. 41 CONTROL DE FLUJO DEL CCR .....	137
FIG. 42 LA TRAMA DE RSAN .....	138
FIG. 43 TRAMA TCP/IP .....	138
FIG. 44 ESQUEMA DE LA RED IBERPAC-RSAN .....	140
FIG. 45 TOPOLOGÍA DE LA RED IBERPAC .....	140
FIG. 46 ESQUEMA DE LA RED IBERPAC-X.25 .....	141
FIG. 47 TABLA COMPARATIVA DE LA EVOLUCIÓN DE LOS ENLACES ENTRE RETD Y IBERPAC .....	142
FIG. 48 PAQUETE X.25 Y TRAMA LAPB .....	142
FIG. 49 TAMA HDLC .....	143
FIG. 50 TRAMA IBERPAC-X.25 .....	143
FIG. 51 ENCAMINAMIENTO DE LA RED IBERPAC .....	145
FIG. 52 PROTOCOLO DE TRANSMISIÓN CON ACK .....	147
FIG. 53 VENTANA DESLIZANTE EN EL EMISOR .....	147
FIG. 54 DESLIZAMIENTO DE LA VENTANA EN EL EMISOR .....	148
FIG. 55 VENTANA DE DESLIZANTE DEL RECEPTOR .....	148
FIG. 56 HONEYWELL LEVEL 6 .....	149
FIG. 57 DIAGRAMA DE BLOQUES DEL CONCENTRADOR .....	150
FIG. 58 TABLA DE LÍNEA .....	151
FIG. 59 ESQUEMA DE CCR .....	152

FIG. 60 ESTRUCTURA DEL CCR .....	153
FIG. 61 MÓDULOS DEL PROCESADOR CENTRAL.....	154
FIG. 62 DIAGRAMA DE SOFTWARE DEL PREPROCESADOR.....	155
FIG. 63 FORMATO DE LA TRAMA HDLC.....	156
FIG. 64 DIAGRAMA DE SOFTWARE DEL PROCESADOR CENTRAL .....	157
FIG. 65 UNIVAC 1110 .....	158
FIG. 66 ESTRUCTURA LÓGICA DEL CENTRO DE GESTIÓN .....	160
FIG. 67 PROGRAMAS DEL SISTEMA TESYS COMO CONMUTACIÓN DE PAQUETES .....	162
FIG. 68 DIAGRAMA DEL CENTRO DE CONMUTACIÓN DE PAQUETES DE DATOS .....	163
FIG. 69 DIAGRAMA DEL CENTRO DE GESTIÓN .....	163
FIG. 70 DIAGRAMA DEL CENTRO DE DESARROLLO DE PROGRAMAS .....	164
FIG. 71 ESTADOS DE UNA TAREA .....	165
FIG. 72 ESTRUCTURA DEL MENSAJE.....	166
FIG. 73 ENVÍO DE MENSAJES ENTRE TAREAS DE UN MISMO PROCESADOR .....	166
FIG. 74 ENVÍO DE MENSAJES ENTRE TAREAS DE DISTINTOS PROCESADORES .....	167
FIG. 75 NIVELES EN EL ENVÍO DE MENSAJES .....	168
FIG. 76 PROGRAMACIÓN DEL SISTEMA TESYS.....	172
FIG. 77 FLUJO DE TRÁFICO DEL TESYS-1.....	174
FIG. 78 FLUJO DE TRÁFICO DEL TESYS-5.....	175
FIG. 79 GESTIÓN Y TRATAMIENTO DE TAREAS EN UN CP. ....	176
FIG. 80 TRATAMIENTO DEL TRÁFICO PRO LOS PROGRAMAS TESYS-1 .....	178
FIG. 81 TRATAMIENTO DEL TRÁFICO POR LOS PROGRAMAS TESYS-5 .....	179
FIG. 82 TRANSITORIOS PERMITIDOS DE LA TENSIÓN DE ENTRADA .....	181
FIG. 83 PERTURBACIONES RADIOELÉCTRICAS PERMITIDAS.....	182
FIG. 84 CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA DE GASES .....	182
FIG. 85 CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA DE PARTÍCULAS.....	182
FIG. 86 CONDICIONES DE TEMPERATURA Y HUMEDAD EN EL SISTEMA TESYS.....	183
FIG. 87 CIRCUITOS VIRTUALES .....	184
FIG. 88 CAPACIDADES DE TRÁFICO CON CVP .....	185
FIG. 89 CAPACIDADES DE TRÁFICO CON CVC .....	185
FIG. 90 FACILIDAD DE SELECCIÓN RÁPIDA.....	186
FIG. 91 CAPACIDADES DE TRÁFICO CON FSR.....	186
FIG. 92 BASTIDOR TESYS-1 .....	188
FIG. 93 DIAGRAMA DE BLOQUES DEL TESYS-1 .....	189
FIG. 94 ARQUITECTURA COMPLETA TESYS-1 .....	190
FIG. 95 DIAGRAMA DE BLOQUES DEL PROCESADOR .....	192
FIG. 96 DIAGRAMA DE BLOQUES DE LA MEMORIA.....	194

FIG. 97 DIAGRAMA DE BLOQUES DE LA UNIDAD DE SUPERVISIÓN .....	195
FIG. 98 DIAGRAMA DE BLOQUES DE LAS TARJETAS INTERFAZ DE LÍNEA .....	199
FIG. 99 INTERFACES DE GESTIÓN .....	203
FIG. 100 DISCO DE 8" .....	203
FIG. 101 ISBC-220 .....	205
FIG. 102 CABLE DE IMPRESORA CON INTERFAZ PARALELO .....	205
FIG. 103 DIAGRAMA DE BLOQUES DEL TESYS-5 .....	206
FIG. 104 BASTIDOR TESYS-5 .....	207
FIG. 105 ARQUITECTURA DEL TESYS-5 .....	208
FIG. 106 DISTRIBUCIÓN DEL RELOJ EN EL SISTEMA TESYS.....	210
FIG. 107 ELEMENTOS DEL SISTEMA DE COMUNICACIÓN DE DATOS Y PROTOCOLOS DEL TESYS-B.....	215
FIG. 108 EQUIPOS TESYS-B .....	220
FIG. 109 LEY DE MOORE .....	225
FIG. 110 EVOLUCIÓN DE LOS CIRCUITOS INTEGRADOS.....	226
FIG. 111 QBIT .....	227
FIG. 112 COMPUTADOR CUÁNTICO DE GOOGLE.....	229
FIG. 113 MATRIZ Y CHIP DEL COMPUTADOR CUÁNTICO DE GOOGLE .....	230
FIG. 114 COMPUTADOR CUÁNTICO DE IBM.....	231
FIG. 115 DOCUMENTACIÓN DEL REPOSITORIO .....	352

## NOMENCLATURAS

### Lista de acrónimos

ASCII: (American Standard Code for Information Interchange).

ATM: El modo de transferencia asíncrona.

BSC: Binary Synchronous Communications.

CCA: Centros de Cálculo de Abonados.

CCITT: Comité Consultatif International de Telegraphique et Telephonique /  
International Telegraph and Telephone Consultative Committee

CEE: Comunidad Económica Europea.

CEPT: Conférence Européenne des administrations des Postes et des  
Télécommunications.

CONIE: Comisión Nacional para la Investigación en el Espacio.

COIT: Colegio Oficial de Ingenieros de Telecomunicación

CRC: Cyclic Redundancy Check

CSIC: Consejo Superior de Investigaciones Científicas.

CTNE: Compañía Telefónica Nacional de España.

DATAPAC: Red de datos canadiense de conmutación de paquetes y X.25.

DEP: Desensamblador/Ensamblador de Paquetes.

EIL: Elemento Interfaz de Línea.

ERC: Elemento de red de conexión.

FCC: Federal Communications Commission.

HDLC: High-Level Data Link Control.

INI: Instituto Nacional de Industria.

ICA: Intercomunicación entre Centros de Abonado.

ISO: Organización Internacional de Normalización.

ITU: International Telecommunication Union/UIT Unión Internacional de Telecomunicaciones.

IP: Internet Protocol.

LHM: Lenguaje Hombre Maquina.

LOT: Ley de la Ordenación de las Telecomunicaciones.

MEL: Memoria Local.

O/D: Origen /Destino.

OSC: Ontario Securities Commission.

OSI: Open System Interconnection.

PAD: Packet Assembler/Disassembler.

PLM: Programming Language for Microcomputers.

PTT: Post Telegraph and Telephone.

RDSI: Red Digital de Servicios Integrados (en inglés ISDN).

RETD: Red Especial de Transmisión de Datos.

RSAN: Red Secundaria de Alto Nivel.

SEC: Securities and Exchange Commission.

SECOINSA: Sociedad Española de Comunicaciones e informática.

SICA: Confederación de Cajas de Ahorro.

TDM: Multiplexación por división de tiempo.

TESYS es el acrónimo de TElefónica, Secoinsa Y Sitre.

TIDA: Servicio Públicos Internacionales de Transmisión de Datos.

TR: Servicio de Tiempo Real.

VIL: Vía de Interconexión Local.

UPS: Unidad de proceso.

WAN: Wide-area network

**“El comienzo de cada etapa está marcado por la aparición de un evento desencadenante.” Andrew J. Hoffman  
(Hoffman, February 2000)**



## **1. INTRODUCCIÓN**

### **1.1 Apunte histórico a la evolución tecnológica del sector de las telecomunicaciones**

El ser humano siempre ha tenido la necesidad de comunicarse. Inicialmente las comunicaciones eran en las aldeas, los pueblos, y las ciudades, pero pronto se vio que era necesario poder comunicarse con personas de otras ciudades, ahí empezó realmente la comunicación.

En la historia existen múltiples ejemplos que van desde la simple comunicación a través de señales de humo, como las de luz, o espejos entre otras, que permitían comunicaciones a largas distancias, pero la información que se enviaba era muy simple y había que acordarla anteriormente.

En vista de esta sencillez se vio la necesidad de enviar comunicaciones más complejas que iban escritas en un soporte, que podía ser de papel, piedra, papiro, tableta de barro, etc. y tenía que ir protegida de alguna manera, por lo que las sellaban con lacre u otro tipo de elemento, pero alguien las tenía que transportar y este al pasar por el terreno físico era posible de interceptar, para evitar esto se enviaban con una clave que solo el destino conocía, pero el que lo transportaba la desconocía. Con esta solución los mensajes que llegaban podían descifrarse y eran interpretados por las personas adecuadas, el problema era el tiempo que se tardaba en llegar desde el origen al

destino, si la distancia entre el origen y el destino era muy larga era necesario que hubiese diferentes mensajeros para que la recepción llegase lo antes posible.

En el siglo XVIII aparecieron comunicaciones como el Telégrafo óptico consistente en enviar señales ópticas por medio de semáforos, como los diseñados por Claude Chappe (Bahamonde , Martínez, & Otero, 2002)<sup>1</sup> para el ejército francés y por Friedrich Clemens Gerke para el ejército prusiano, en estos casos por medio de un catalejo se podía ver el mensaje que se enviaba desde distancias de entre 12 y 25 kilómetros.

Estos fueron los precursores del telégrafo, y se vio que con este tipo de comunicaciones era posible tomar mejores decisiones ya que se disponía de una mejor información de un acontecimiento.

También en este mismo siglo, se empezó a ver la posibilidad de utilizar la electricidad, apareciendo varios tipos de telégrafos eléctricos para transmitir señales y uno de los primeros que podíamos destacar es el de Francisco Salvá Campillo (Bahamonde , Martínez, & Otero, 2002)<sup>2</sup> y Samuel Thomas von Sömmerring (Varios Autores, www.ETHW.org, 2016) <sup>3</sup>, que inventaron el telégrafo electroquímico, consistente en utilizar una pila voltaica conectada a 35 conectores y cuando en el emisor se conectaba a uno de los conectores cerraba el circuito y en el del receptor, donde también estaban 35 conectores en agua, aparecían burbujas de hidrógeno en el conector correspondiente. También podemos encontrar el telégrafo creado por Johann Carl Friedrich Gauss y Wilhelm Eduard Weber, que utilizaba el sentido de la corriente para señalar un punto y mediante un alfabeto codificado transmitían mensajes.

El telégrafo fue evolucionando con diferentes técnicas y códigos hasta que Samuel Morse junto con Alfred Vail crearon el código que lleva su nombre<sup>4</sup> y el 6 de enero de 1838 probó con éxito su invento con su propio código en la industria siderúrgica Speedwell Ironworks en Morristown (Nueva Jersey), y posteriormente lo presentaron el 8 de febrero de 1838 ante un comité científico en el Institute de Filadelfia (Pensilvania), también con éxito. Pero las distancias continuaban siendo cortas, por lo que solicitó ayuda económica del estado para poder efectuar una prueba a larga distancia, para ello utilizó la línea de ferrocarril de la empresa B&O<sup>5</sup>.

---

<sup>1</sup> Las telecomunicaciones en España. Del telégrafo óptico a la sociedad de la información.

<sup>2</sup> Las telecomunicaciones en España. Del telégrafo óptico a la sociedad de la información.

<sup>3</sup> [https://ethw.org/Samuel\\_Thomas\\_von\\_Sömmerring](https://ethw.org/Samuel_Thomas_von_Sömmerring)

<sup>4</sup> El código morse está compuesto de puntos, rayas y espacios.

<sup>5</sup> La primera demostración pública de su telégrafo enviando un mensaje de la Cámara de la Corte Suprema en el Capitolio de EEUU en Washington, DC para el ferrocarril de B & O (ahora el B & O Railroad Museum) en Baltimore. La primera frase transmitida por esta instalación fue: "What

Continuaron apareciendo diferentes sistemas telegráficos entre los que se pueden destacar el de David Edward Hughes, que creó y patentó el primer sistema de impresión para telegrafía, el de Émile Baudot (Varios Autores, <https://eltelegrafo-informatica.blogspot.com/>, 2013)<sup>6</sup>, que unió los conocimientos que tenía del telégrafo de Hughes con los de una máquina de multiplexación creada en 1871 por Bernard Meyer y la codificación de 5 bits de Gauss y Weber (Varios Autores, <https://eltelegrafo-informatica.blogspot.com/>, 2013)<sup>7</sup>, para desarrollar su propio sistema telegráfico, siendo este juego de caracteres el predecesor del EBCDIC y del ASCII.

Finalmente se llegó al teletipo inventado por Frederick G. Creed, que perforaba los caracteres morse en una cinta de papel y esta podía reproducir los caracteres alfanuméricos en una impresora.

Pero continuaban existiendo problemas como la automatización y el enrutamiento de las señales que en 1935 se solucionó con la aparición del equipo Télex<sup>8</sup>, que podía efectuar una marcación por pulsos en la conmutación de circuitos para enviar posteriormente los datos a su destino.

A medianos del siglo XIX se inventa el teléfono (Varios Autores, <https://es.wikipedia.org/>, s.f.)<sup>9</sup>, para poder comunicar las personas a larga distancia, pero los datos continúan enviándose por el telégrafo.

Después del invento del teléfono los estados vieron la gran utilidad del mismo y se fueron creando operadores de red, mayoritariamente apoyados por los estados, que ofrecían el teléfono a los usuarios.

Inicialmente todas las comunicaciones eran manuales, por esta razón el único interés de los operadores era efectuar las comunicaciones automáticas.

Mientras tanto en los años 40 las comunicaciones de datos se efectuaban por medio del telégrafo, pero poco a poco, se vio que si se tenía una línea telefónica entre dos puntos podían transmitir datos sin la necesidad de utilizar las redes telegráficas, este sistema empezó a utilizarse por los años 60. Pero tenían un gran inconveniente que, como eran líneas dedicadas, su coste era muy alto, por ello aparecieron los concentradores, los

---

hath God wrought?" ("¿Qué nos ha traído Dios?"), cita que pertenece al capítulo 23 y versículo igual del Libro de los Números del Antiguo Testamento. (Wikipedia).

<sup>6</sup><https://eltelegrafo-informatica.blogspot.com/2013/05/el-ingeniero-telegrafico-frances-emile.html>.

<sup>7</sup> <https://eltelegrafo-informatica.blogspot.com/2013/05/el-telegrafo-de-gauss-weber-y-carl.html>.

<sup>8</sup>TELEgraph EXchange.

<sup>9</sup> El teléfono (Teletrófono) lo inventó Antonio Meucci en 1854, pero por problemas de patentes se le asignó la autoría a Alexander Graham Bell, cosa que rectificó el Congreso de los Estados Unidos el 11 de junio de 2002.

multiplexores, líneas multipunto, etc. En la medida que los ordenadores fueron evolucionando con más memoria, procesadores más rápidos, y más almacenamiento, así como una reducción del coste de los mismos, las transmisiones de datos se fueron efectuando por medio de la conmutación de circuitos, o sea en cada conexión se enviaba el mensaje completo desde el emisor al receptor, pero aun así el coste de los circuitos continuaba siendo excesivamente alto. Este era el único sistema de transmitir datos entre dos puntos en todas las PTT<sup>10</sup>.

Con el tiempo las comunicaciones de voz empezaron a ser importantes y la privacidad y confidencialidad era esencial para su desarrollo, por lo que la mayoría de las operadoras (PTT), estaban más interesadas en la automatización de las comunicaciones de voz, tanto urbanas como interurbanas e internacionales ya que en muchos puntos las conexiones eran manuales y estaban efectuadas por personal de la operadora, mientras que las comunicaciones de datos estaban solucionadas por medio de la conmutación de circuitos, por lo que no era tan urgente su desarrollo.

No fue hasta finales de los años 60, en que los ordenadores ya estaban más evolucionados que apareció la red ArpaNet que efectuaba transmisión de datos por conmutación de paquetes en la que se troceaba el mensaje y se enviaba a su destino troceado, y allí se recomponía y se entregaba al receptor.

En este punto es donde Telefónica creó la Red Especial de Transmisión de Datos (RETD), la primera red comercial en el mundo que permitía efectuar transmisiones de datos por medio de conmutación de paquetes. El cambio disruptivo que produjo esta tecnología en la operativa y en la estrategia de las empresas del sector de las telecomunicaciones es el que nos interesa analizar en esta investigación.

## 1.2 Formulación del problema de investigación

Este trabajo pretende contribuir al conocimiento del impacto tecnológico en las organizaciones. Es decir, la manera en que las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) afectan, en un sentido amplio, a las empresas e instituciones que las usan.

---

<sup>10</sup> PTT: Post Telegraph and Telephone.

### 1.2.1 Impacto tecnológico de las TIC

En algunos casos, las TIC son elementos exclusivamente infraestructurales (como la iluminación o el agua o el aire acondicionado) y no aportan ventaja competitiva alguna a las empresas que las usan. En otros casos, las TIC son necesarias para mantener los retos competitivos de una empresa, por ejemplo, usar el comercio electrónico o no, puede generar que una empresa de distribución siga, bajo algunas condiciones, siendo competitiva en algún sector económico, en alguna zona geográfica o entre algún segmento de clientes. En una tercera situación, las TIC han posibilitado la aparición de nuevas formas de negocio o de propuestas de valor que han generado cambios drásticos en algunos sectores económicos. Nos podemos referir a la industria de la música o a las plataformas como Airbnb o Uber, sólo por citar algunos ejemplos. Otras empresas han cambiado la estrategia del negocio como Microsoft, que pasó de tener un negocio centrado principalmente en la venta de productos, licencias y distintos dispositivos, a un servicio de negocios basado en la nube, y Amazon que pasó de vender libros en línea, videojuegos, electrónica de consumo y diferentes artículos de la casa, a ofrecer un servicio en la nube, el Amazon Web Services (AWS). Finalmente, las TIC han tenido efectos de transformación de la esencia de algunos negocios. La fotografía analógica (de larga trayectoria) se convirtió en fotografía digital y la esencia de este negocio cambió y obligó a las empresas del sector a adaptarse a la nueva tecnología. Algunos de estos casos de impacto surgen de la aparición de nuevas tecnologías o del uso renovado de otras, o algunos, de la aparición de tecnologías disruptivas (Christensen, *The Innovator's Dilemma: When New Technologies Cause Great Firms to Fail*, 1997). Todos estos aspectos son manifestaciones del impacto tecnológico de las TIC<sup>11</sup> en las organizaciones y sirven para ilustrar que el impacto tecnológico de las TIC puede tener efectos muy distintos en función de cada una de estas manifestaciones.

### 1.2.2 Impacto de las tecnologías disruptivas en compañías establecidas

En esta tesis se analiza, bajo la perspectiva de la Teoría Institucional, de qué manera Telefónica, una PTT de un país como España, gestionó con éxito la disrupción provocada por la tecnología de transmisión de datos por medio de la conmutación de paquetes, gestionando de manera favorable el impacto tecnológico, al anticiparse al

---

<sup>11</sup> A lo largo de este trabajo se usa el término Compañía Establecida como traducción del término habitual sajón de "*Incumbent firm*". Nos queremos referir a aquellas compañías que lleva años en el mercado y, en algunos casos, ostentan una posición de liderazgo en el mismo.

resto de las PPT en el mundo para ofrecer este novedoso sistema de comunicaciones de datos, convirtiéndose en un operador global de comunicaciones. El éxito de este proceso fue debido a que el presidente de Telefónica, como empresario institucional provocó un cambio organizativo en Telefónica que queda explicado por la Teoría Institucional, y posteriormente, con otro presidente de Telefónica, el isomorfismo institucional produjo un proceso de homogeneización en Telefónica. También se efectúa una descripción de la tecnología que utilizó para poder efectuar este nuevo sistema de comunicaciones de datos.

Este proceso de éxito, en una compañía de este tamaño, es muy significativo, si tenemos en cuenta que en la mayoría de las empresas de este tamaño los casos de éxito al gestionar el impacto de este tipo de disrupciones tecnológicas, no son habituales. A modo de referencia, se han considerado diferentes ejemplos entre los que se pueden destacar Kodak, donde los directivos no creyeron en la cámara digital, más bien la vieron como una amenaza a la película fotográfica de la que era la empresa dominante, mientras otros fabricantes como Sony, Canon, Nikon, etc., sí apostaron por ella. Con el resultado conocido, de que los beneficios de la venta de películas cayeron drásticamente, por lo que Kodak acabó acogándose en el 2012 a la ley de quiebras de EEUU (Varios Autores, Caso Kodak, Mayo 2022) y Nortel Telecom, que después de conseguir desarrollar los conmutadores digitales, SL-1, DMS-10, y DMS-100, llegó a ocupar una posición dominante en el mercado de conmutación WAN<sup>12</sup>, pero en el año 2000 cuando explotó la burbuja tecnológica tenía el 80% expuesto en el mercado de redes de operadores con lo que los pedidos se reducen y aparecen las primeras quiebras, provocando un desequilibrio en el balance, que los directivos maquillan, pero el SEC<sup>13</sup> y el OSC<sup>14</sup> lo detectan, por lo que aparecen unas enormes pérdidas, que con la crisis del 2008, acabó declarándose en quiebra en el 2009 (Varios Autores, Caso Nortel, Mayo 2021).

Como ilustran los casos de Kodak y Nortel, entre otros, muchas compañías han desaparecido o fracasado debido a cambios tecnológicos disruptivos. Otras se han creado y tenido gran éxito aprovechando muchas prestaciones de las TIC (desde Google hasta Uber). Son casos raros aquellas compañías establecidas de manera sólida en un mercado o sector (como Telefónica) (King & Baatartogtokh, September

---

<sup>12</sup> WAN: wide-area network (red de área extensa) es un grupo de LAN (redes de área local) que se comunican entre sí. Una WAN es esencialmente una red de redes, con Internet la WAN más grande del mundo.

<sup>13</sup> SEC: U.S. Securities and Exchange Commission

<sup>14</sup> OSC: Ontario Securities Commission

2015), que aprovechan de manera pionera y de liderazgo, un cambio tecnológico disruptivo para conseguir un liderazgo global de su sector, en nuestro caso las compañías de telecomunicaciones. Se diría que son casos excepcionales (Christensen, McDonald, Altman, & Palmer, November 2018). Lo que es habitual es que los cambios tecnológicos los realicen empresas pequeñas, ágiles, start-ups, etc. y no compañías establecidas. El estudio de los efectos en el impacto tecnológico de las tecnologías disruptivas ha generado un gran interés en el entorno científico y, también en el corporativo. Desde que se formuló la teoría de la disrupción tecnológica (Christensen, *The Innovator's Dilemma: When New Technologies Cause Great Firms to Fail*, 1997), hasta nuestros días sigue vigente la ambición por conocer mejor los fundamentos que radican en los efectos de la disrupción (King & Baatartogtokh, September 2015). Además, especial interés ha merecido la manera en que las tecnologías disruptivas afectan a las compañías establecidas (Kyeyune, Spring 2020). Por todo ello, tiene sentido estudiar el caso de Telefónica como un caso de éxito en la implantación de la tecnología de comunicación de datos por conmutación de paquetes. Caso de éxito, pues le permitió consolidar una posición de éxito global, por lo menos temporalmente, entre las operadoras de telecomunicación en el mundo. La singularidad de este hecho hace que sea interesante su estudio. Nos interesa conocer ¿cómo fue posible que esto sucediera? ¿qué aporta este éxito al conocimiento sobre impacto tecnológico? Sabemos que, (ver casos Kodak y Nortel) desde una visión de impacto, las tecnologías disruptivas han producido efectos adversos en muchas compañías establecidas. Para llegar a un conocimiento más profundo de cómo gestionar estas transiciones, nos tenemos que preguntar qué papel debe desempeñar el liderazgo de la institución, si este liderazgo es suficiente, si las estructuras organizativas deben adaptarse para hacer frente a los retos de la tecnología disruptiva, y hasta qué punto la cultura empresarial puede ser un obstáculo para hacer manejable el impacto que la tecnología disruptiva puede provocar. En definitiva, nos planteamos como pregunta de investigación ¿Hasta qué punto una compañía establecida puede asimilar una disrupción tecnológica? y si lo puede hacer, ¿hasta qué punto esta asimilación se puede convertir en una ventaja competitiva? y, en definitiva, ¿hasta qué punto esta ventaja competitiva puede proporcionar (o renovar) las posiciones de liderazgo competitivo en un mercado concreto?

En este análisis vamos a tener en cuenta la evolución de la tecnología para entender el alcance y el nivel de disrupción del impacto tecnológico. Ello es importante, pero no lo único importante. Para analizar los efectos del impacto tecnológico y la manera en que este impacto se gestionó, debemos entender los aspectos de gestión que los directivos que lideraron el impacto debieron o pudieron aplicar. Lo importante es entender cómo

una compañía como Telefónica, establecida de manera sólida en su sector, fue capaz de conseguir una posición de liderazgo global cuando se le planteó un cambio tecnológico disruptivo específico. Para analizar y entender los aspectos de gestión que acompañaron a este cambio organizativo se utiliza el Marco Conceptual de la Teoría Institucional (Lounsbury & Boxenbaum, July 2013).

### 1.2.3 Descripción de la estructura de la tesis

En lo que sigue en este capítulo de introducción se presenta la tecnología de la Transmisión de datos, como causante del impacto tecnológico, y la evolución que la compañía Telefónica realizó, desde una perspectiva institucional, para gestionar este impacto tecnológico. De esta manera, se establecen los dos pilares que constituyen el armazón del trabajo de investigación. El capítulo sigue con la descripción de la Metodología empleada, las vicisitudes que el Desarrollo de la tesis ha tenido, para acabar con una mención del Repositorio a que ha dado lugar el trabajo empírico de recolección de datos sobre el caso.

El resto del documento de la tesis doctoral se estructura en varias partes. La primera la constituye el cuerpo central del documento. La segunda, los Anexos que incluyen la información complementaria al cuerpo central del documento. Sigue una tercera parte con las entrevistas y, finalmente, el repositorio de documentación, que, sin formar parte del documento de la tesis, se ha depositado en la Universitat Ramon Llull (URL).

En lo que se refiere al cuerpo central del documento, al capítulo de Introducción le sigue un capítulo 2 de Marco Teórico que plantea los fundamentos, a través de la Teoría Institucional, para realizar el análisis del impacto desde la perspectiva de gestión. El capítulo 3 describe el caso de Telefónica, y lo hace desde la perspectiva de la Lógica Institucional para así poder plantear el análisis de este caso desde el marco conceptual planteado. El capítulo 4 describe la progresión de Telefónica para centrarnos, en la RETD desde los inicios de la transmisión de datos, pasando posteriormente por la creación de la red de datos RETD junto con las implicaciones que hubo con la creación de la División de Informática y el Tesys, y finalmente los motivos que llevaros a la integración de los departamentos de la División de Informática en los correspondientes departamentos de las Direcciones Centrales junto con la desaparición del Tesys. El capítulo 5 realiza una reflexión sobre la metodología para el desarrollo del trabajo empírico de recolección de datos y evidencias, ya sea de los archivos como de las entrevistas que se realizaron. El análisis del problema de investigación se realiza en el capítulo 6 de Discusión. En este capítulo se recogen los frutos del trabajo empírico y se



contrastan para poder realizar la contribución al problema planteado. La parte central del texto termina con un capítulo 7 de Conclusión, que incluye una sinopsis, las implicaciones de la contribución realizada, las limitaciones y las propuestas para avanzar en el trabajo llevado a cabo.

## 1.2.4 La Transmisión de datos

La transmisión de datos por conmutación de circuitos fue una evolución de las comunicaciones de voz, ya que utilizan un circuito previamente creado para transmitir los datos. Es decir, las redes construidas para transmitir voz, fueron adaptadas (reutilizadas) para transmitir datos. En primer lugar se utilizó el sistema telegráfico, pero este se substituyó por la facilidad del sistema de transmisión por conmutación de circuitos.

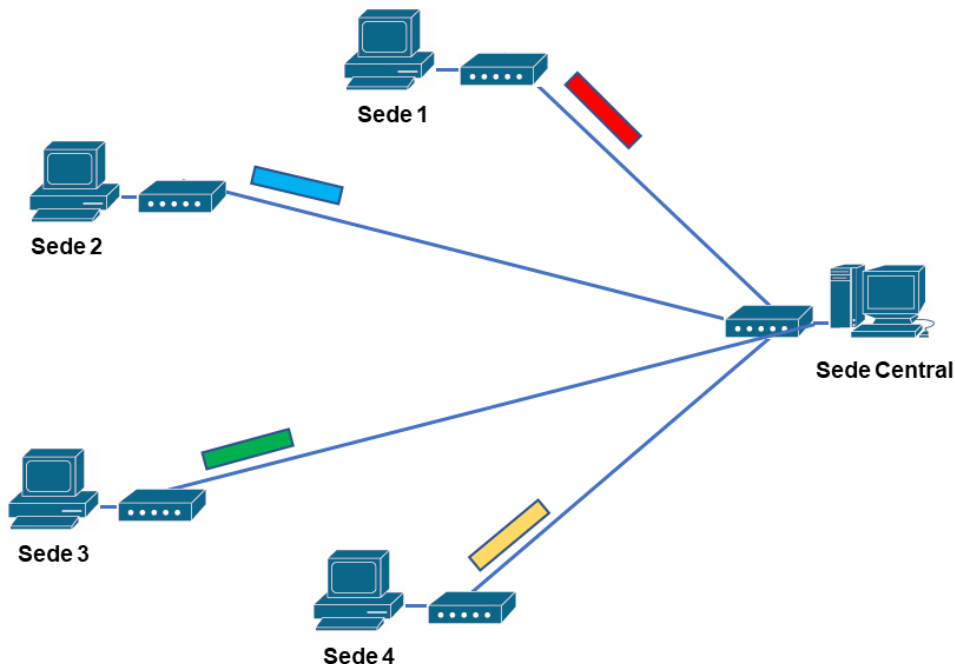


FIG. 1 TRANSMISIÓN DE DATOS POR CONMUTACIÓN DE CIRCUITOS

En la conmutación de circuitos, previamente se reservan unos recursos de la red para una sesión, para posteriormente enviar los datos desde un extremo a otro sin efectuar ningún encaminamiento, quedando estos recursos para el uso exclusivo de esta transmisión de los datos, pudiéndose utilizar la máxima velocidad que permite el circuito, enviando los datos en tiempo real.

Ahora bien, también tiene una serie de inconvenientes, ya que si hay un fallo de la línea en medio de una transmisión hay que volver a efectuar la conexión, incrementando el

tiempo de la misma. Tampoco se aprovechan los silencios que puede haber entre una transmisión y otra.

En el funcionamiento de cada una de estas comunicaciones, en primer lugar, hay que establecer el circuito, posteriormente enviar los datos y finalmente cerrar el circuito, todo este proceso conlleva a unos retrasos en la transmisión de la información.

Posteriormente apareció la transmisión de datos por conmutación de paquetes, con esta tecnología los datos se trocean en un número determinado de bits y se empaquetan en el emisor, y cuando se reciben en el receptor se desempaquetan y se recompone todo el mensaje, para ello hay dos posibilidades de transmitir los datos, por datagramas o por circuitos virtuales.

En los circuitos virtuales tenemos como ejemplo, los sistemas de X.25, Frame Relay, etc., sistemas que antes de transmitir los datos hay asignadas unas rutas previamente establecidas, pero a diferencia de la conmutación de circuitos, una misma línea puede tener varios orígenes con uno o varios destinos o varios destinos con uno o varios orígenes.

En los datagramas tenemos como ejemplo Internet, donde cada paquete toma decisiones de enrutamiento según sus necesidades, pudiéndose perder algún paquete y así llegar los mismos desordenados, teniendo el receptor, que solicitar el reenvío de los paquetes perdidos y posteriormente ordenarlos.

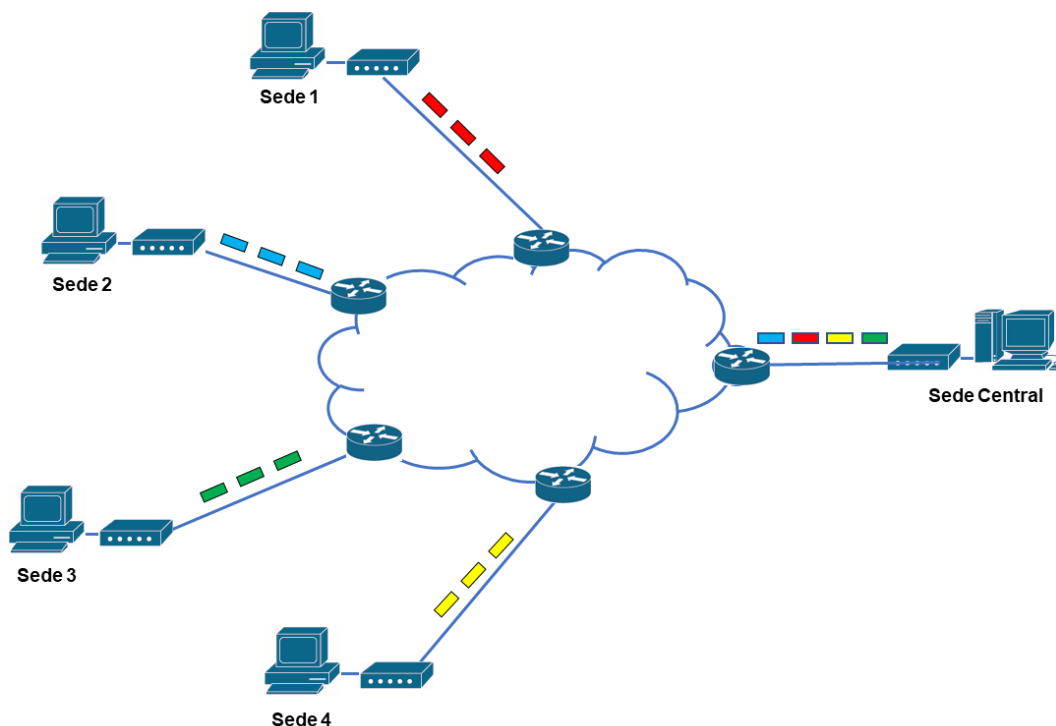


FIG. 2 TRANSMISIÓN DE DATOS POR CONMUTACIÓN DE PAQUETES

En Telefónica la transmisión de datos empezó por el sistema de conmutación de circuitos, como todos los operadores, pero posteriormente desarrolló la transmisión de datos por conmutación de paquetes y creó la Red Especial de Transmisión de Datos (RETD), por donde se transmitían los datos con esta nueva tecnología.

Esta evolución se originó después de que al presidente de Telefónica que había en este periodo de tiempo, se le hiciera una petición por parte de un Banco, Banesto, de que necesitaba una red de datos para sus oficinas que fuera más rápida, más ágil y más económica.

El presidente después de consultarlo con los directivos y los ingenieros de Telefónica, estos últimos le comunicaron que se estaba construyendo una red llamada ArpaNet, en EEUU, que podía solucionar el problema, por lo que se decidió enviar a personal de Telefónica a EEUU para interesarse por las características de la red ArpaNet.

Los ingenieros de Telefónica que fueron a EEUU, estuvieron debatiendo con los creadores de la red ArpaNet y llegaron a la conclusión de que era necesario crear una red propia en España con características similares, para solucionar los problemas que se les habían planteado.

Este fue el impulsor de la transmisión de datos tal como la conocemos actualmente, ya que Telefónica se convirtió en el primer operador que ofrecía el servicio de transmisión de datos por conmutación de paquetes comercialmente, en contraposición con la red ArpaNet que era una red de conmutación de paquetes creada inicialmente para tráfico entre universidades, que posteriormente la adoptó el Departamento de estado americano. Este fue el embrión de las comunicaciones modernas de transmisión de datos en España, que posteriormente se amplió con el acceso a Internet.

En la tesis inicialmente se ofrece una cronología de la compañía Telefónica, en forma breve, indicando sus inicios con las relaciones con el estado, con sus necesidades, con sus objetivos y sus procedimientos, para tener así una idea de su evolución, y poder centrarnos en las razones que llevaron a la elección de este nuevo sistema de comunicaciones, correspondiente a la transmisión de datos por conmutación de paquetes, del que en los anexos se efectúa una descripción, junto con los equipos Tesys y el protocolo RSAN que lo hicieron posible.

Para ello se parte de un marco teórico con la situación que había de las comunicaciones en la época que se ha efectuado este estudio, en el que se ha analizado la lógica institucional que tenían los operadores de comunicaciones y en particular en Telefónica.

### 1.3 Evolución institucional

Toda evolución institucional de una organización, como Telefónica, está soportada por la regulación, las normas, el personal, la organización, los servicios y el conocimiento, estando todos interconectados entre sí, por lo que podemos definir que una organización es un conjunto de partícipes que interactúan básicamente entre sí, para un mismo fin.

Se ha podido comprobar el detonante que inició el cambio institucional, considerando las razones que llevaron al entonces presidente de Telefónica, Antonio Barrera de Irimo, que hizo las funciones de empresario institucional (Thornton, Jones, & Kury, July 2005), para poder llevar a cabo la creación del servicio de transmisión de datos por conmutación de paquetes. Para ello decidió crear la División de Informática ajeno a las Direcciones Centrales con el fin de no estar influenciado con inercias institucionales que pudieran hacer fracasar o ralentizar el proyecto, escogiendo las opciones que consideró más apropiadas junto con los actores más convenientes para realizarlo, moldeando institucionalmente el entorno que le afectaba y canalizando las acciones necesarias hasta conseguir evolucionar conjuntamente las distintas partes de la organización<sup>15</sup>.

Este cambio institucional fue favorecido por este emprendimiento institucional que creó nuevos patrones institucionales que a la vez transformaron Telefónica con nuevas oportunidades, pero también aparecieron discontinuidades en el modelo cognitivo de la empresa, que acabaron provocando pequeñas diferencias organizativas. Esta decisión y su evolución posterior cumple todos los criterios para considerarse como un caso de estudio de las comunicaciones de datos. El sistema de transmisión de datos por conmutación de paquetes se demostró mucho más eficiente que el sistema de conmutación de datos por conmutación de circuitos, por lo que posteriormente el resto de operadores acabaron implantándolo en sus respectivos países.

### 1.4 Obtención de datos

En la realización de la tesis, uno de los problemas que se han encontrado es la falta de información relevante de los inicios, ya que no había muchos artículos publicados, puesto que Telefónica consideró este proyecto como crítico y la información era restringida, no habiendo publicaciones en el mundo académico, por ello se ha tenido que buscar la información en memorias anuales y manuales internos de Telefónica, en

---

<sup>15</sup> Memorias Anuales de Telefónica memoria 1974.

informes de COIT, en revistas especializadas de la época, en congresos donde Telefónica presentó su sistema de comunicaciones, y también ha sido necesario buscar personas que estuvieron desde los inicios en este proyecto tanto del ámbito empresarial como del académico, y poder entrevistarlas para poder tener una idea más personal del proyecto.

Para las entrevistas se buscaron, por todo el país, personas responsables que hicieron posible este sistema de comunicaciones de datos, para poder entrevistarlos y así poder dar una visión, tanto de los problemas que se encontraron como soluciones que se dieron, éstas han sido informaciones que no se podían encontrar en ninguna otra parte.

Las entrevistas se han realizado en Barcelona, Madrid y Valencia, efectuadas en un formato de video que después se han transcrito en Word y se han añadido en los anexos de la tesis. El formato de las preguntas ha sido básicamente el mismo con el fin de que la información que se obtuviera no dependiera de las preguntas que se efectuasen al entrevistado, aunque se ha dado total libertad para poder explayarse en una respuesta que considerase más interesante, así mismo dependiendo del entrevistado y su trayectoria profesional se efectuaban algunas preguntas más concretas a su experiencia.

Para romper el hielo, las entrevistas empezaban con preguntas muy genéricas, tales como donde nació, que estudió, cuál fue su primer contacto con ordenadores, cuál fue su primer contacto con las redes de datos, cuál fue su primer contacto con internet, la red ArpaNet, etc.

Posteriormente se efectuaban preguntas en las que se concretaban aspectos de la experiencia que había tenido cada uno en el desarrollo del sistema. Aquí se pudieron efectuar preguntas tales como cuándo entra Telefónica en el CCITT, cuándo se dejó de fabricar el Tesys-B y se pasó a contratar equipos a Nortel Telecom, qué inspiró a crear la RETD, quién fue el creador y cuando aparece el concepto de paquete, cuánto se tardó en crear el sistema, cuál era la relación con el personal académico, la relación de la universidad con Telefónica, entre otras.

Finalmente, se les preguntaba de qué estaban más orgullosos de la contribución que efectuaron en el desarrollo del sistema de datos, así como los hitos que consideraban más importantes, anécdotas que pudieran haber tenido a lo largo de su trayectoria profesional y cómo ven el futuro de internet.

Durante todas las entrevistas se les solicitaba, si nos podían indicar más personas que hubieran estado implicadas en el desarrollo de la red RETD y el sistema Tesys, para poder entrevistarlas y así poder tener una mayor información.

Toda la información que se ha recogido se ha integrado en la teoría institucional con el fin de poder reconstruir el relato que hizo posible comprender este cambio institucional en Telefónica. Se han obtenido unos testimonios y revelaciones únicas de cómo se planteó esta nueva tecnología y finalmente cómo contribuyeron con el CCITT en la creación del protocolo estándar X.25, ya que la UIT vio que era necesario crear un protocolo estándar para todos los operadores de datos, lo que obligó a los equipos Tesys a soportar los dos protocolos X.25 y RSAN, hasta la eliminación del protocolo propietario de Telefónica, el RSAN, así como diversos detalles y anécdotas imposibles de obtener sin su valiosa contribución.

## 1.5 Desarrollo de la tesis

Esta tesis describe el inicio en el año 1971, de todo el proceso de las comunicaciones de datos de Telefónica, correspondiente a la transmisión de datos por conmutación de paquetes. Desde que tuvimos la idea de la tesis se ha ido recopilando información, tanto escrita en artículos, libros, conferencias, etc., como oral a través de vídeos a personas que estuvieron en sus inicios. Este tema se consideró que era un proyecto muy interesante para una tesis, por el gran desconocimiento que había del mismo y por la aportación que realiza al problema del impacto tecnológico, debido a los efectos de nuevas tecnologías disruptivas en la estructura de compañías establecidas.

Se vio que este era un enfoque novedoso, muy interesante que describía un período de las comunicaciones de datos que permanecía oculto, y que daba nueva luz al impacto tecnológico en las organizaciones, donde Telefónica fue pionera en todo el mundo con respecto al servicio de transmisión de datos por conmutación de paquetes a nivel comercial, un tiempo en el que únicamente efectuaban este tipo de comunicaciones cuatro universidades de EEUU<sup>16</sup>, en los inicios en 1969, de la red ArpaNet.

---

<sup>16</sup> Stanford, UCLA, UCSB y Utah.

Así mismo se ha buscado, desde la perspectiva de la lógica institucional<sup>17</sup> (Genschel, May 1995), cómo se explica el resultado de la decisión que siguió el presidente de Telefónica para encarar este cambio.

Con toda la información recopilada se puede decir que el desarrollo de la tesis tiene dos vertientes, una parte técnica que hubo que desarrollar y una parte correspondiente a la organización que se hubo que crear utilizando un marco teórico de la teoría institucional (Leblebicii, Salancik, Copay, & King, September 1991). Las dos partes han de ir unidas ya que sin la organización que se realizó hubiese sido imposible efectuar el desarrollo del sistema y sin la parte técnica tampoco se hubiese podido efectuar.

Se describe el esfuerzo y el trabajo enorme, que se efectuó partiendo de unas condiciones extraordinarias, en las que primero hubo que crear una División externa a la organización de Telefónica, la “División de Informática”, estructurarla, contratar a personal para todos los departamentos, desde la administración hasta la comercialización, sin olvidar la sección de I+D que primero desarrolló el sistema de transmisión de datos por conmutación de paquetes creando la red RETD con el protocolo RSAN, utilizando equipos de propósito general en los que hubo que instalar un nuevo software específico que se desarrolló para la conmutación de paquetes, y finalmente creando equipos propios, el Tesys.

Finalmente debido a intereses diferentes de los que iniciaron el proceso, desapareció la División de Informática integrándose sus departamentos en los correspondientes departamentos de las Divisiones Centrales, lo que implicó dejar el desarrollo de los equipos Tesys y comprar equipos a multinacionales.

## 1.6 Repositorio

También se crea un repositorio<sup>18</sup> donde estarán todos los documentos escritos que se han utilizado para la realización de la tesis, así como los videos de las entrevistas a las personas que hicieron posible la creación del sistema Tesys.

Su composición está formada por una parte con documentos en formato acrobat que se subdivide en otras dos partes una parte con documentación institucional y otra con de documentación técnica, y una segunda parte compuesta por documentos en formato de

---

<sup>17</sup> Philipp Genschel “The dynamics of inertia: Institutional persistence and institutional change in telecommunications and health care”, en este artículo se muestra que existen formas de cambio institucional que son compatibles con la inercia.

<sup>18</sup> Ver apartado 9 de los anexos: “Repositorio”.

video, que se han realizado a las diferentes personas que estuvieron presentes durante todo el proceso.



## 2. MARCO TEÓRICO

El estudio que se ha efectuado de las telecomunicaciones, ha considerado un periodo que va desde finales de 1969, durante la presidencia de Antonio Barrera de Irimo, cuando se decide buscar una solución a un problema de comunicaciones de datos, con la creación de la División de Informática en 1974, pasando posteriormente a integrarse en las Direcciones Centrales durante la presidencia de Luis Solana en 1986, y posteriormente en 1995 que se decide no invertir más en el sistema Tesys.

En el año 1969 las telecomunicaciones estaban gestionadas y supervisadas por la PTT<sup>19</sup> de cada país, que tenían el monopolio de las redes y servicios, así como el control de los proveedores de los equipos, y tanto su organización como su producción estaban pensados mayoritariamente para las comunicaciones de voz en el ámbito nacional.

Con respecto a los datos, todas las comunicaciones estaban efectuadas por medio del sistema de conmutación de circuitos, así cuando un cliente escogía a un fabricante tenía que instalar únicamente equipos de este fabricante en todas sus sedes, puesto que los protocolos mayoritariamente eran propietarios de los mismos fabricantes, así como las propias conexiones, y cuando era necesario efectuar una conexión con otra empresa o departamento era necesario efectuar adaptaciones, ya que no existía una legislación que obligara a unos estándares internacionales.

---

<sup>19</sup> PTT: Post Telegraph and Telephone.

Las comunicaciones internacionales aún eran más complejas, ya que además de gestionar la parte física había que ajustarse a las normativas de los dos países a través de servicios internacionales, y las dos PTT tenían que reunirse para ajustar las normas administrativas, técnicas y legales. Aquí se vio que era necesario que se aplicaran unas reglas comunes para reducir tanto la burocracia como los costos de las comunicaciones pudiendo así mejorar el desarrollo de las telecomunicaciones.

Estos problemas se fueron resolviendo con reuniones en el CCITT<sup>20</sup> y el UIT<sup>21</sup>, en los que se ofrecían unas recomendaciones de aspectos técnicos, aspectos operativos y normativas arancelarias para las conexiones entre países, llegando a crear estándares, que aunque no eran de obligado cumplimiento, se cumplían con el fin de poder ofrecer comunicaciones entre países para sus clientes. Esto fue sucediendo desde los orígenes de las comunicaciones hasta que en 1970 la tecnología informática empezó a ser determinante, promoviendo una convergencia con las telecomunicaciones, que afectó a una industria de telecomunicaciones que hasta entonces había sido regulada por las PTT. Esta desregularización produjo la liberación de las propias telecomunicaciones y de los equipos, siendo una de las consecuencias, que las PTT perdieron el monopolio de las redes y servicios, perdiendo el estatus público, lo que las llevó a la privatización y a fusiones con otros operadores, ya sean nacionales o de otros países, perdiendo también el control sobre el suministro de los equipos, que llevó a la necesidad de acudir a las corporaciones multinacionales.

En el campo de las regularizaciones, las nacionales dejaron de ser restrictivas y se ajustaron a las normas y estándares proporcionados por la CCITT<sup>22</sup> y por las directivas de la UE, por lo que las particularidades nacionales de los distintos países se volvieron más parecidas, lo que produjo un gran crecimiento de las redes y su interrelación entre los distintos países.

---

<sup>20</sup> CCITT: Comité Consultatif International de Telegraphique et Telephonique (International Telegraph and Telephone Consultative Committee).

<sup>21</sup> UIT/ITU: Unión Internacional de Telecomunicaciones / International Telecommunication Union.

<sup>22</sup> La CCITT tenía que redactar los estándares y estos tenían que ser compatibles con la red instalada, que podía diferir de un país a otro.

## 2.1 Lógicas institucionales

Hay que considerar que las lógicas institucionales (Jackall, 1988)<sup>23</sup> (Friedland & Alford, 1991)<sup>24</sup> guían a las instituciones en sus acciones puesto que consideran múltiples aspectos (Friedland & Alford, 1991)<sup>25</sup>, moldeando las acciones de los individuos y de la propia organización. (Thornton & Ocasio, November 2008). Considerando la teoría de la lógica institucional encontramos distintos enfoques, por una parte tenemos a Friedland y Alford (Friedland & Alford, 1991) que la contemplan con una orientación estructural y simbólica y por otra parte tenemos a Jackall (Jackall, 1988)<sup>26</sup> que la contempla con una orientación estructural y normativa, así mismo los estados que se resaltan en la obra de Haveman y Rao (1997) y en Thornton y Ocasio (Thornton & Ocasio, November 2008) integran los tres elementos, el estructural, el normativo y el simbólico, que consideran las dimensiones necesarias y complementarias de las instituciones, y que se ajusta más a las circunstancias que se encuentran en una institución, puesto que hay que considerar aspectos como la organización, las necesidades y la sociedad, que moderan el comportamiento y gestionan los cambios.

Así mismo también hay que considerar a DiMaggio y Powell (DiMaggio & Powell, The Iron Cage Revisited: Institutional Isomorphism and Collective Rationality in Organizational Fields, January 1983)<sup>27</sup>, en su propuesta del isomorfismo institucional, como un proceso de homogeneización haciendo que las organizaciones sean más similares, e identifican tres mecanismos que producen este cambio de isomorfismo

---

<sup>23</sup> Jackall (1988), Friedland & Alford (1991) y Thornton & Ocasio (1999): definen las lógicas institucionales como: *“Los patrones socialmente contruidos e históricos de las prácticas materiales, suposiciones, valores, creencias, y reglas por las cuales los individuos producen y reproducen su subsistencia material, organizan el tiempo y el espacio, y proporcionan sentido a su realidad social”* (Thornton & Ocasio, November 2008), (p. 101).

<sup>24</sup> <sup>24</sup> Friedland & Alford (1991): también definen las instituciones como *“un conjunto de prácticas materiales y construcciones simbólicas que constituyen principios organizativos para instituciones o patrones supraorganizacionales de la actividad”* arraigados en las prácticas materiales y los sistemas simbólicos mediante los cuales las personas y las organizaciones producen y reproducen sus vidas materiales y hacen que sus experiencias sean significativas (Thornton & Ocasio, November 2008), (p.101).

<sup>25</sup> Friedland & Alford (1991) definieron seis sectores en la teoría de la lógica institucional: *“mercado, corporación, profesión, estado, familia, y religión”* (Thornton & Ocasio, November 2008), (p. 104).

<sup>26</sup> Jackall (1988): *“A medida que las identidades colectivas se vuelven institucionales, desarrollan su propia lógica institucional distinta, y estas lógicas prevalecen en el grupo social”* (Thornton & Ocasio, November 2008), (p. 111).

<sup>27</sup> Hannan y Freeman (1977) *“Si bien el cambio isomorfo a menudo está mediado por los deseos de los gerentes de aumentar la eficacia de sus organizaciones, nos preocupa más el menú de posibles operaciones que los gerentes consideran que sus motivos para elegir alternativas particulares”* (DiMaggio & Powell, The Iron Cage Revisited: Institutional Isomorphism and Collective Rationality in Organizational Fields, January 1983) (p. 149-150).

institucional: 1) isomorfismo coercitivo, que se deriva de la influencia política y del problema de la legitimidad, 2) isomorfismo mimético, resultante de las respuestas estándar a la incertidumbre; y 3) isomorfismo normativo, asociado a la profesionalización.

También hay que considerar que, en toda lógica institucional (Berg & Boch, Junary, 2015)<sup>28</sup>, los gobiernos defienden a las empresas que ofrecen un carácter distintivo, con actividades que son significativas en la influencia de la comunidad, del que tienen el correspondiente reconocimiento, pero siempre hay que considerarlas en un contexto histórico.

Cuando consideramos toda la lógica institucional en las empresas en general, y particularmente en las empresas de telecomunicaciones, como Telefónica, hemos de considerar que no hay una sola lógica, sino que, como en cualquier organización hay varias lógicas que se pueden manifestar de diferentes formas dependiendo del contexto en el que opera dicha lógica. Esto puede provocar resultados diferentes, pudiendo llegar a producir fricciones entre las lógicas, que puede dar lugar por un lado a una innovación, pero también pueden generar tensiones internas en la organización (Besharov & Smith, September 2014)<sup>29</sup>, o bien coexistir, y entonces podemos tener dos aspectos en coexistencia, la competencia o la cooperativa, si la coexistencia es en competencia el fortalecimiento de una es la debilidad de la otra y si es en cooperativa pueden influirse entre ellas compenetrándose para favorecer a su crecimiento y su supervivencia.

También hay que considerar que a medida que las lógicas influyen en una organización, diferentes actores pueden influir en la forma en que se ejecuta, ya sea conscientemente o inconscientemente debido tanto a factores diversos como culturales, sociales, históricos y geográficos (Besharov & Smith, September 2014)<sup>30</sup>, así como también hay que tener en cuenta las experiencias individuales de los usuarios, creadores y desarrolladores de los sistemas.

Una organización ha de poder compatibilizar y centrar las diferentes lógicas, y aunque haya una motivación mayoritaria por una, hay que poder adaptar una forma de gobierno

---

<sup>28</sup> Thornton & Ocasio (1999): *“Las lógicas institucionales dan forma al poder en las organizaciones”* (Berg & Boch, Junary, 2015), (p. 8).

<sup>29</sup> Meyer & Rowan (1977): *“Los entornos institucionales son a menudo pluralistas... Como resultado, las organizaciones en busca de apoyo externo y estabilidad incorporan todo tipo de elementos estructurales incompatibles”* (Besharov & Smith, September 2014), (p. 2).

<sup>30</sup> DiMaggio (1997); Thornton & Ocasio (2008) *“Las lógicas institucionales dan forma a un comportamiento racional, consciente y los actores individuales y organizativos tienen cierta mano en la conformación y el cambio de lógicas institucionales”* (Thornton & Ocasio, November 2008), (p. 100).

sobre la otra, esto implica unas consecuencias que hacen cambiar las lógicas que había en dicha organización, pero cuando se ha adaptado una lógica determinada, esta puede influir en la creación de diferentes direcciones con diferentes lógicas en una misma organización, donde estos nuevos usuarios particularizan la lógica, pudiendo llegar a efectuar cambios en la lógica institucional.

Un punto muy importante es la duración en el tiempo de una lógica institucional, que puede afectar a la relación entre las lógicas particulares que se han ido creando a lo largo del tiempo en el que ha actuado la lógica institucional, relacionándolas con los aspectos tales, como las dinámicas culturales y las identidades de los individuos dentro de la organización.

Describiendo la heterogeneidad de las diferentes lógicas en la organización, hay que considerar cómo se manifestaron, cómo se incorporaron, cómo se desarrollaron, tanto su compatibilidad como su centralidad, qué implicaciones tuvieron, qué limitaciones institucionales existieron, y cómo los empresarios institucionales pueden influir en las múltiples lógicas institucionales para que sean fundamentales para el funcionamiento de la propia organización. Todos estos factores están entrelazados e interrelacionados con la lógica institucional, la propia organización y los individuos que la componen.

En la figura 3 de Marya L. Besharov, Wendy K. Smith (Besharov & Smith, September 2014), podemos apreciar las relaciones que pueden aparecer cuando relacionamos la centralidad con la compatibilidad de las lógicas en los cuatro escenarios ideales de una organización, aunque generalmente la mayoría de los casos el resultado es una mezcla de dos supuestos.

En el primer caso donde tenemos una baja compatibilidad y una alta centralidad, es cuando existen grandes diferencias en las lógicas y los objetivos de cada una de las direcciones de una organización, existiendo múltiples conflictos y cada una de las direcciones tiene unas metas y objetivos independientes, que pueden llegar a dificultar toda la organización.

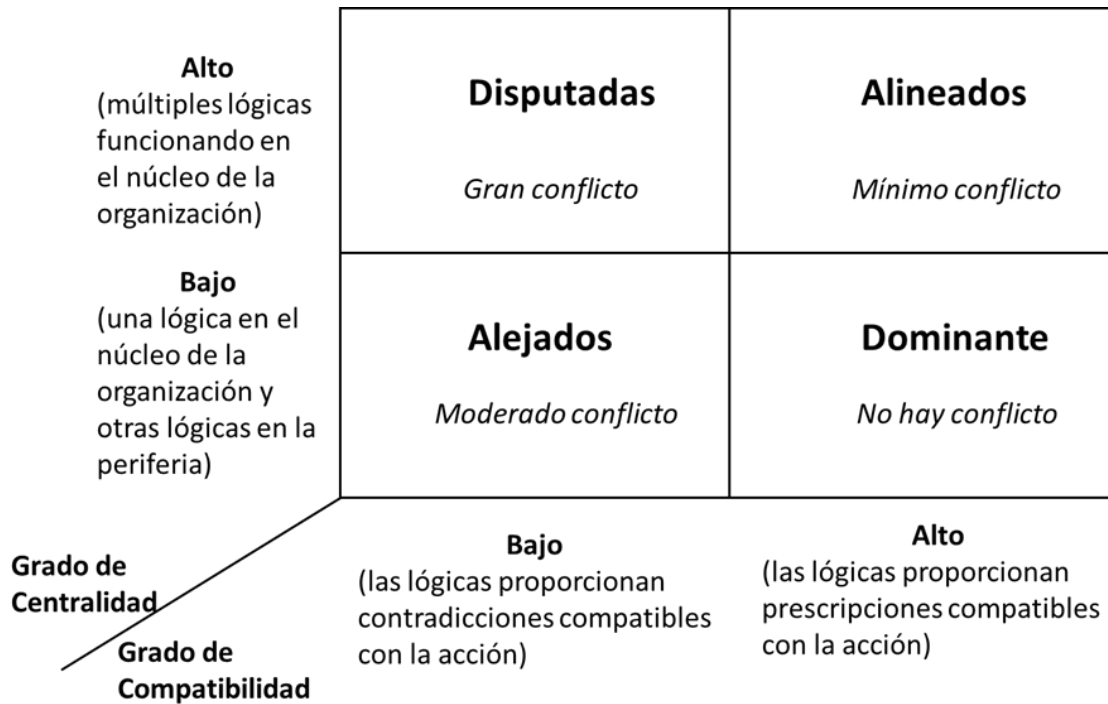


FIG. 3 RELACIONES DE CENTRALIDAD Y COMPATIBILIDAD <sup>31</sup>

El segundo caso a analizar sería cuando tenemos baja compatibilidad y baja centralidad, cuando las direcciones tienen lógicas y objetivos diferentes con baja influencia de unos sobre otros por lo que los conflictos que puedan aparecer siempre serán moderados y normalmente las diferencias se resolverán a favor de la lógica dominante.

El tercer caso es cuando tenemos una alta compatibilidad y una alta centralidad, entonces la compatibilidad hace aprovechar las lógicas para implicar a la organización y la centralidad influye en el funcionamiento de la misma, esto provoca que no hay una lógica clara que domine, aunque las decisiones en la organización no tienen opciones, y aunque pueden aparecer conflictos, estos serían mínimos.

El cuarto caso es cuando hay lógicas de alta compatibilidad y baja centralidad, por lo que se aprovechan las lógicas y tienen los objetivos relacionados con la organización y las lógicas de la baja centralidad son afines a la principal que es la dominante, por lo que no hay conflicto alguno.

<sup>31</sup> (Besharov & Smith, September 2014).

## 2.2 Empresario institucional

Hay que considerar que en toda organización siempre existe el empresario institucional (Thornton & Ocasio, November 2008), que ya sea por un problema institucional, una necesidad, una solución a un problema en la organización, o una discontinuidad cultural, que reconoce las discontinuidades en el esquema cognitivo de la organización, viendo las oportunidades que se le ofrecen, aprovecha los recursos para crear nuevos patrones institucionales y transformar la institución, generando un emprendimiento institucional para presentar nuevas soluciones a viejos problemas.

Estos empresarios institucionales (Besharov & Smith, September 2014)<sup>32</sup> tendrían que ser el motor del cambio institucional y organizativo de una organización, puesto que en su cargo perciben las posibles semejanzas y los potenciales obstáculos en las lógicas institucionales, pudiendo efectuar cambios necesarios (Besharov & Smith, September 2014)<sup>33</sup>, o mantener las mismas dentro de la organización.

Otro punto a tener en cuenta son los factores como el contexto geográfico, histórico y cultural (Besharov & Smith, September 2014)<sup>34</sup>, tanto del individuo ya sea tanto dentro de la propia organización, como externo a ella y también como la cultura de la propia organización, esta es una variable que influye en el entorno y también puede adaptarse a las lógicas de una organización para favorecer un cambio que inicialmente no se había considerado en su magnitud.

Y por último también hay que considerar la inercia institucional (Genschel, May 1995), que está presente en todas las instituciones, que mejoran la eficiencia estática y reducen la eficiencia dinámica. Hay que considerar que todo cambio provoca una ruptura con las viejas estructuras de una organización por nuevas impulsando un cambio institucional. Este es un problema que puede provocar que resulte más difícil adaptarse a nuevas

---

<sup>32</sup> Tracey (2011) *“Los cambios también pueden incitar a los líderes a crear nuevas organizaciones con nuevas misiones con el fin de aprovechar las oportunidades”* (Besharov & Smith, September 2014), (p. 13).

<sup>33</sup> Thornton (2005) *“Los cambios en el entorno institucional, como los cambios en la disponibilidad de recursos o la regulación, pueden llevar a las organizaciones a modificar sus misiones y a reducir la incertidumbre”* (Besharov & Smith, September 2014) (p. 13).

<sup>34</sup> Greenwood (2010) *“Suponemos que las lógicas institucionales a nivel social se manifiestan dentro de las organizaciones en una variedad de formas, como resultado de factores como el contexto geográfico, histórico y cultural en el que operan las organizaciones”* (Besharov & Smith, September 2014), (p. 4-5).

lógicas institucionales, aunque siempre existe un margen para posibles cambios y adaptaciones (Genschel, May 1995)<sup>35</sup>.

### 2.3 Niveles de trabajo de una organización

Toda organización veremos que trabaja a niveles internos con el fin de poder aplicar sus cambios a tres niveles de análisis referentes a los mercados, las jerarquías y las redes (Powell, January 1990)<sup>36</sup>, considerando siempre el aspecto económico por el que puede peligrar su supervivencia.

- En la jerarquía, en primer lugar, hay que considerar las relaciones de las organizaciones con el poder, que puede ser tanto el gobierno de un estado, según el ámbito en el que esté ubicada, ya que pueden haber leyes que le afecten y no le dejen desarrollar su proyecto, o bien le pongan unas condiciones que le hagan difícil su desarrollo, en segundo lugar hay que considerar las relaciones internas de la organización, ya que han de existir unas normas que eviten las diferencias organizativas y promuevan la coordinación, y que no impliquen retrasos debidos a motivos internos ajenos al proyecto, también ha de existir una libertad y una mínima independencia para diseñar y organizar la División que realizará el proyecto.
- Hay que considerar que el mercado es un ámbito muy competitivo, puesto que los individuos compiten y negocian tanto en los productos que ofrecen, como la propiedad intelectual de los mismos, así como con los desarrollos que se puedan efectuar.
- Con respecto a las redes hay que considerar que toda organización tiene una serie de organizaciones que directa o indirectamente dependen de ella, colaborando ya sea en fases concretas de un proyecto, ya sea efectuando una parte del desarrollo, así como aportando personal para tareas concretas.

---

<sup>35</sup> Thelen y Steinmo (1992). *'Las instituciones dan forma a la política' a 'La política da forma a las instituciones'* (Genschel, May 1995), (p. 6).

<sup>36</sup> Powell, (1990) "Los mercados, las jerarquías y las redes son piezas de un rompecabezas más grande que es la economía", (p. 300).



### 3. LÓGICA INSTITUCIONAL DE TELEFÓNICA

En este trabajo se ha analizado el caso de la compañía Telefónica, en los inicios de la transmisión de datos por conmutación de paquetes, describiendo las distintas lógicas que se utilizaron, junto con las diferencias organizativas que se produjeron, las soluciones que se tomaron, y los resultados que se obtuvieron. El análisis en detalle del caso de estudio se inicia en este capítulo y tiene continuidad en el capítulo siguiente de este documento, “*Capítulo 4 MOMENTOS TRASCENDENTES DE TELEFÓNICA*”, que ofrece la evolución histórica de los hechos relevantes para el estudio del caso.

<sup>37</sup>El caso de Telefónica<sup>38</sup> que es el que nos ocupa, tenemos claramente dos organizaciones, por una parte, las Direcciones Centrales y por otra la División de Informática<sup>39</sup>, cada una de ellas trabajando de forma independiente con su propio organigrama y ambas con una alta centralidad y una alta compatibilidad.

Cuando se creó la <sup>40</sup>División de Informática, esta funcionaba de forma independiente al resto de las Direcciones Centrales, estando únicamente ligado a la Dirección General de Telefónica y a su presidente, debido a esta separación se pudo desarrollar el proyecto de comunicaciones de datos por conmutación de paquetes, ya que en este

---

<sup>37</sup> Ver anexo 8.1 de la tesis “Evolución de Telefónica”.

<sup>38</sup> La Compañía Telefónica ha tenido otro nombre como Compañía Telefónica Nacional de España (CTNE), que podemos encontrar en la tesis.

<sup>39</sup> También llamado “*División de Informática*”

<sup>40</sup> Ver Anexo 8.13 de la tesis “Entrevistas a personas relevantes, Ignacio Vidaurrázaga”.

momento en las Direcciones Centrales de Telefónica existía la transmisión de datos utilizando la conmutación de circuitos, y este nuevo sistema de comunicaciones se consideraba novedoso y se creía que no tendría un gran futuro, por lo que inicialmente las Direcciones Centrales de Telefónica no le dieron importancia a la División de Informática ya que se consideró como un servicio residual.

Cuando la División de Informática fue creciendo, las Direcciones Centrales querían integrarlo en su organigrama ya que consideraban que Telefónica no podía ofrecer un servicio que no estuviera bajo el paraguas del core de la empresa, esto produjo pequeñas diferencias organizativas entre las dos organizaciones, hasta que finalmente los <sup>41</sup>Departamentos Centrales integraron la División de Informática en sus organigramas con lo que una única dirección podía ofrecer los dos tipos de tecnologías en transmisión de datos, el de conmutación de circuitos y el de conmutación de paquetes. Con esta integración se consiguió un núcleo de Telefónica más unido que reflejaba los objetivos, valores, identidades, y prácticas de todas las lógicas.

Siguiendo la figura 3 de Marya L. Besharov, Wendy K. Smith (Besharov & Smith, September 2014), podemos decir que teníamos dos tipos de organizaciones con sus propios servicios, por un lado, las Direcciones Centrales de Telefónica que tenían una alta compatibilidad y una alta centralidad y por otro lado la División de Informática que también tenía una alta compatibilidad y una alta centralidad, pero tanto el Departamento de Informática como las Direcciones Centrales tenían un punto en común y era su dependencia de una única Dirección General con el presidente de Telefónica. Aquí hubo una situación nueva debido a esta única dependencia del propio presidente, que había sido sustituido, y fue finalmente el nuevo presidente quien integró la División de Informática, en las Direcciones Centrales. Podríamos decir que fue una absorción ya que desapareció totalmente el organigrama y tanto el personal como los departamentos se fueron distribuyendo en las Direcciones Centrales, con excepción de la dirección de I+D, ya que estaba desarrollando el Tesys-B<sup>42</sup>, que así mismo se boicoteó el proyecto cambiando el procesador Intel por un Motorola cuando se efectuó la integración.

Telefónica consideró que, ya que en las Direcciones Centrales había diferentes equipos para un mismo servicio, era necesario abrirse a nuevos fabricantes de equipos para la transmisión de datos por conmutación de paquetes, para poder dar la posibilidad de

---

<sup>41</sup> Ver anexo 8.1 de la tesis "Evolución de Telefónica".

<sup>42</sup> Ver anexo 8.2 de la tesis "Evolución de la transmisión de datos en Telefónica".

ofrecer a los clientes la posibilidad de escoger el equipo, y dejando de invertir en el proyecto Tesys por lo que este acabó desapareciendo.

En este trabajo se ha analizado el caso de la compañía Telefónica, con respecto a la transmisión de datos, durante el periodo en el que se decidió apostar por la transmisión de datos por conmutación de paquetes, aunque se continuaban instalando circuitos con la tecnología de transmisión de datos por conmutación de circuitos. Se han considerado todos los aspectos desde cuando se toma la decisión por parte de la dirección de la compañía, de invertir en la nueva tecnología de transmisión de datos por conmutación de paquetes, pasando por los ingenieros que desarrollaron el sistema con una red nueva y crear un protocolo propietario, y finalmente crear unos equipos, los Tesys, hasta su desaparición.

En Telefónica los presidentes de la época que se ha estudiado, los nombraba el Gobierno que tenía la mayoría de las acciones de la compañía, por lo que podríamos decir que era un cargo más o menos político.

En el caso del estudio realizado nos encontramos con que el presidente actuó como empresario institucional siguiendo una lógica institucional, que le permitió efectuar un emprendimiento institucional que no se había efectuado en Telefónica en mucho tiempo, puesto que la prioridad era la automatización de la voz, al igual que todos los operadores de los diferentes países, y la transmisión de datos la tenían cubierta con la conmutación de circuitos, no teniendo una prioridad, puesto que los clientes que la solicitaban eran los bancos y las grandes empresas mayoritariamente.

Este emprendimiento institucional fue el que convirtió a Telefónica en el primer operador mundial en poder ofrecer a sus clientes la transmisión de datos por conmutación de paquetes a nivel comercial. Este empresario institucional, se arriesgó por un servicio, que en aquel tiempo únicamente funcionaba a nivel universitario en Estados Unidos, empezando por el sistema bancario que es el más complicado en lo que se refiere a las transmisiones de datos ya que todas las comunicaciones han de ser absolutamente fiables. Tomar esta decisión le obligó a crear una nueva División, la División de Informática, con una lógica institucional independiente con el fin de que fuera más ágil y ofreciera soluciones novedosas a los problemas de la transmisión de datos que se le habían planteado, y que las Direcciones Centrales no podían dar una solución.

También quiso evitar que la lógica institucional de las Direcciones Centrales influyera, con su cultura institucional interna tanto de la empresa como de los individuos, con su

inercia institucional, y con factores tales, como culturales, sociales, históricos, normativos, organizativos, etc.

Solo con la diferenciación de lógicas institucionales pudo crearse la Red Especial de Transmisión de Datos<sup>43</sup> (RETD), ya que la División de Informática tuvo la libertad de crear su propia lógica institucional sin considerar en ningún momento las Direcciones Centrales, que no creían en este nuevo sistema de comunicaciones de datos.

Los primeros clientes de esta red fueron el sistema bancario, ya que después de comprobar que para Banesto funcionaba se fueron incorporando el resto de los bancos, esto estimuló el mercado de las telecomunicaciones con el resultado de la progresiva incorporación de múltiples empresas.

Se creó una nueva metodología en las conexiones de datos donde ya no era necesario tener una línea de datos dedicada desde la sede central a cada una de las delegaciones, pues solo se necesitaba una conexión a la red cosa que comportó una reducción de costes ya que los terminales de las delegaciones no estaban reglados por la distancia sino a la cantidad de datos que se transmitían.

También se efectuaron cambios en lo que se refiere a las comunicaciones de los usuarios, con conexiones a la red telefónica conmutada por medio de módems a diferentes bases de datos, que hasta entonces era imposible de efectuar. Y finalmente se forzó a la UIT y a la CCITT a buscar un protocolo estándar, el X.25, con el fin de que no hubiese problemas en las conexiones de datos por conmutación de paquetes a nivel internacional, y así poder evitar los problemas de las normativas administrativas, técnicas y legales existentes hasta este momento cuando se efectuaba una conexión internacional.

---

<sup>43</sup> Ver anexo 8.5 de la tesis "Red Especial de Transmisión de datos".

## 4. MOMENTOS TRASCENDENTES DE TELEFÓNICA

En este capítulo se muestran, los momentos más trascendentes de la historia de Telefónica, los momentos que originaron cambios importantes en la compañía, desde su creación en 1924, hasta 1995 cuando Telefónica dejó de invertir en equipos Tesys, para pasar a centrarnos en la RETD considerando sus inicios, la posterior creación de la División de Informática y finalmente la integración de los departamentos de esta en los correspondientes departamentos de las Divisiones Centrales.

### 4.1 Progresión de Telefónica

<sup>44</sup>Telefónica se creó el 30 de noviembre de 1924, con el nombre de “Compañía Telefónica Nacional de España” (CTNE) cuyo accionariado estaba participado, por una parte con capital español compuesto por propiedades telefónicas del Estado, Concesiones y redes que explotaban diferentes compañías, como la Compañía Peninsular de Teléfonos, la Compañía Madrileña de Teléfonos, y la Sociedad General de Teléfonos, y por diversas concesiones urbanas de Zaragoza, Pamplona, Granada, Santander, Valencia, Córdoba, Málaga, Alcira, Mérida, y Manzanares, y también había

---

<sup>44</sup> Ver el anexo 8.1 de la tesis “Evolución de Telefónica”.

una parte con capital correspondiente a una participación de la ITT y el National City Bank.

Después de la constitución de la compañía CTNE, se traspasaron a ITT todos sus derechos convirtiéndose en la propietaria de facto con la suscripción de la totalidad de la ampliación de capital que se efectuó.

Inicialmente la organización de la Compañía Telefónica estaba compuesta por un consejo de administración formado por un presidente, varios vicepresidentes, un tesorero, un secretario, varios vocales y varios delegados del gobierno.



FIG. 4 PRIMER LOGO DE TELEFÓNICA<sup>45</sup>

En el año 1966 se crea una Dirección General, que posteriormente se integra en una Comisión Directiva en la que empiezan a aparecer las Direcciones Centrales (Varios Autores, Memorias Anuales de Telefónica, 1924-1995), que se corresponden con: Administración General, Comercial, Personal y Asuntos Sociales, Intervención General, Investigación y Estudios (PIE), Información y Relaciones Sociales, Asesoría Jurídica, Escuela Técnica, Tesorería General, Inspección General, Compras y Suministros, Tráfico, Conservación, Ingeniería, y Construcciones. Junto con las Direcciones Regionales.

Estas Direcciones se fueron ampliando en 1968 con Guías y Anuario, la Ingeniería se desdobló en Ingeniería de Planes y Normas e Ingeniería de Proyectos e Instalaciones, Inspección General, Internacional, Secretaría Técnica, y Tráfico

En el año 1971 ya aparece la Transmisión de Datos, en el que se consideraban la transmisión de datos por conmutación de circuitos

---

<sup>45</sup> (Varios Autores, Memorias Anuales de Telefónica, 1924-1995).

El 8 de mayo de 1945, el estado español compró todas las acciones de la CTNE a la ITT, quedándose esta última con una participación minoritaria, por lo que la CTNE quedó nacionalizada de facto.

Durante el periodo de 1945 a 1975 la CTNE estuvo supeditada al contrato con el estado que gestionaba los intereses empresariales a los designios del régimen franquista, aun así las comunicaciones telefónicas se fueron haciendo predominantes en las telecomunicaciones, pero entonces en Europa aparecieron los problemas de regulaciones y legislaciones de cada uno de los estados, ya que cada uno tenía su propia legislación y regulación, considerando la tradición de la sociedad y el régimen político de cada gobierno.

Entre los años 50 y 60 las comunicaciones transoceánicas por cables submarinos empezaron a ser importantes y España, debido a su situación estratégica en el Mediterráneo, las islas Canarias y sus conexiones con Sudamérica, la CTNE efectuó múltiples inversiones para sus conexiones internacionales, por una parte, a Sudamérica y EEUU, y por otra por el Mediterráneo, considerando tanto países europeos como africanos.

Las comunicaciones por satélite empezaron en los años 60, y España por su situación, quedó al margen de INTELSAT, que en los años 70 tenía satélites en los océanos Atlántico, Pacífico y Índico, pero entonces el gestor de comunicaciones por satélite de EEUU, COMSAT<sup>46</sup>, consideró que las islas Canarias era un punto excelente para las comunicaciones del proyecto Apolo de la NASA, por ello la CTNE vio que era una oportunidad de incorporarse al proyecto de las comunicaciones por satélite, con unas perspectivas futuras de mejores comunicaciones con Hispanoamérica.

El 30 de noviembre de 1962 se creó la empresa Entel<sup>47</sup>, integrando las empresas de radiotelegrafía, Transradio Española, la Compañía Internacional de Radio Española (CIRESA), sucesora de la privada Radiar S. A. y dependiente del INI, los Servicios de Telecomunicaciones en la Región Ecuatorial y determinados servicios de la empresa Torres Quevedo, en una única empresa estatal, integrando los servicios costeros y portuarios en Correos y Telégrafos. En 1967 Telefónica creó un servicio de comunicaciones marítimo con estaciones radioeléctricas en competencia con los servicios que proporcionaba Entel, hasta que el 21 de diciembre de 1970 el INI traspasó todas las acciones de Entel a Telefónica convirtiéndose de facto, en la PTT del país con el monopolio de las comunicaciones, tanto de los servicios públicos de voz como de

---

<sup>46</sup> COMSAT: Communications Satellite Corp.

<sup>47</sup> ENTEL: Empresa Nacional de Telecomunicaciones.

datos (Calvo A. , Telecomunicaciones y el nuevo mundo digital en España. La aportación de Standard Eléctrica, 2014) (Otero, 2007).

<sup>48</sup>En 1974 Telefónica crea la División de Informática, bajo la presidencia de Antonio Barrera de Irimo.

El 17 de diciembre de 1971 empieza a operar la Red Especial de Transmisión de Datos (RETD)<sup>49</sup> con el protocolo RSAN<sup>50</sup>, con nodos en Barcelona y Madrid y un concentrador en Bilbao. Inicialmente funciona con equipos Univac, IBM, y Honeywell, pero en 1982 Telefónica junto con las empresas Secoinsa y Sitre, crea sus propios equipos que se llamarían Tesys<sup>51</sup>.

En 1978 los usuarios de la RETD tienen acceso a las redes Tymnet, Telenet, y Datapac.

En 1982 se empezó a comercializar el sistema de Transmisión Móvil Automática (TMA), siendo el primer sistema celular de España.

En 1982 Luis Solana es nombrado presidente de Telefónica y con su equipo directivo se ejecuta una política estricta de saneamiento financiero que durará hasta 1986, con ellos las inversiones se efectuaban considerando la rentabilidad, por lo que no se invirtió lo suficiente en infraestructuras provocando un déficit estructural en la parte tecnológica.

En 1985 la red RETD, pasaría a llamarse red Iberpac<sup>52</sup> debido a la publicación de la norma X.25 por parte del CCITT, por lo que los equipos de Telefónica han de soportar el protocolo propietario RSAN junto con el X.25.

Fue el año 1990, en el que Telefónica tomo la decisión de dejar de desarrollar equipos Tesys, aunque estos continuaban utilizándose en la RETD y la red Iberpac, hasta su desaparición en 1995, para centrándose básicamente en el segmento de mercado en el que ha crecido hasta convertirse en una multinacional de servicios, redes y comunicaciones, dejando el desarrollo y la fabricación de equipos a multinacionales.

El servicio automático de voz a nivel nacional se consiguió en 1988 y a finales de 1989 las conexiones internacionales con Europa tenían un 99.7% de automatización y las que eran intercontinentales un 93.4% (Varios Autores, Memorias Anuales de Telefónica, 1924-1995).

---

<sup>48</sup> Ver anexo 8.2 de la tesis "Evolución de la transmisión de datos en Telefónica".

<sup>49</sup> Ver anexo 8.5 de la tesis "Red Especial de Transmisión de Datos".

<sup>50</sup> Ver anexo 8.5.6 de la tesis "RSAN".

<sup>51</sup> Ver anexo 8.8 de la tesis "El sistema Tesys".

<sup>52</sup> Ver anexo 8.6 de la tesis "Red Iberpac".



La CEE publicó el Libro Verde<sup>53</sup><sup>54</sup> que promovió la liberalización de las comunicaciones y en España se aprobó Ley de Ordenación de las Telecomunicaciones (LOT)<sup>55</sup> que se publicó en España en 1987, en ella la voz continuaba en régimen de monopolio, pero los datos y otros servicios de valor añadido entraban en competencia.

A partir de 1990 Telefónica, cumpliendo las recomendaciones de la CEE, se empieza a deshacer de las participaciones en el grupo industrial y centrarse en el negocio de operador de redes.

<sup>56</sup>InfoVía fue una red de acceso a Internet y a empresas, que se creó en 1995 y consistía en que desde cualquier lugar del país por medio de una llamada de la red telefónica conmutada al número "055", en el que el coste de llamada se tarificaba como una llamada metropolitana.

## 4.2 RETD

La RETD fue la primera red comercial de datos por conmutación de paquetes en el mundo.

### 4.2.1 Inicios de la transmisión de datos

El servicio de transmisión de datos creado en 1970, fue una evolución de la Sección de Impulsos y telegrafía de CTNE dirigida por Jesús Manjarrés, que había desarrollado las primeras especificaciones funcionales de la red. Esto dio lugar posteriormente al nacimiento de la División de Informática.

Pero continuaba existiendo el problema de la explotación en monopolio de la transmisión de los datos y cuando el Estado publicó el Decreto 3586/1970<sup>57</sup> de reordenación de los Servicios de telecomunicaciones había encomendado a la CTNE, la RETD empezó a ser una realidad.

En los inicios de la RETD hubo grandes expectativas con respecto a los ingresos, pero los resultados económicos de la transmisión de datos en 1973 no fueron los esperados

---

<sup>53</sup> Ver anexo 8.1 de la tesis "Evolución de Telefónica".

<sup>54</sup> Ver anexo 8.13 de la tesis "Entrevistas a personas relevantes".

<sup>55</sup> Ver anexo 8.2 de la tesis "Evolución de la transmisión de datos en Telefónica".

<sup>56</sup> Ver anexo 8.2 de la tesis "Evolución de la transmisión de datos en Telefónica".

<sup>57</sup> el Decreto 3586/1970 de reordenación de los Servicios de telecomunicaciones "el Desarrollo y Explotación del Servicio Público Transmisión de Datos, y los generales y especiales de Transmisión de Información, exceptuándose los de Mensajes Telegráficos incluido el Télex" (Arroyo, 100 años de informática de telecomunicaciones. España siglo XX, 2005),

y el Consejero Delegado, Santiago Foncillas, encargó un estudio a un consultor externo sobre las posibilidades de CTNE en la transmisión de datos y teleinformática (Arroyo, 100 años de informática de telecomunicaciones. España siglo XX, 2005).

El resultado del estudio afirmaba, con unas previsiones para el año 2000, que los ingresos que se obtuvieran por la transmisión de datos igualarían a los de voz, pero recomendaba que para poder conseguir estos resultados sería conveniente crear una sociedad nueva e independiente de las Direcciones actuales de CTNE, que se encargase de la gestión y prestación de estos nuevos servicios.

Esta sociedad tendría que tener inicialmente tres departamentos: Comercial, Técnica (I+D y explotación) y Administración, a los que posteriormente habría que añadir una organización zonal y las secciones de teleinformática en las Direcciones Regionales.

#### **4.2.2 Origen de la red de datos RETD**

Para el origen de la red de datos RETD tendríamos que irnos al año 1969 cuando la red Arpanet empezó a funcionar en EEUU con cuatro universidades, Stanford, UCLA, UCSB y Utah. Estas cuatro universidades crearon una red universitaria de datos por conmutación de paquetes que utilizaban básicamente para enviarse mensajes. Esta red fue posteriormente el embrión de internet.

Para situarnos en el tiempo hay que considerar que estábamos en la época de la guerra fría entre EEUU y URSS, y el departamento de estado americano al ver que esta red era inexpugnable acabó invirtiendo en la misma lo que produjo su gran expansión.

Centrándonos en España la compañía Telefónica (CTNE), igual que el resto de operadores en el mundo efectuaba la transmisión de datos por medio de la conmutación de circuitos. El problema que había con este tipo de redes es que si necesitabas una gran red el coste era muy elevado y los circuitos lentos, también se utilizaban los circuitos telefónicos de la red telefónica conmutada con un módem, pero estos tenían problemas de ruidos, lentitud y saturación de la red.

Aún con estos problemas la demanda de circuitos era efectuada principalmente por parte del sector financiero, así mismo fue creciendo por lo que se ejercía una gran presión a Telefónica para que diese una solución global.

Cuando una empresa contrataba un circuito de transmisión de datos tenía que contratar equipos a los diferentes fabricantes y estos instalaban sus equipos y utilizaban protocolos propietarios, teniendo que utilizar equipos de este fabricante para toda su red

ya que la interconexión entre diferentes empresas era complicada, tanto en lo referente a comunicaciones nacionales como internacionales ya que no existía ninguna normalización.

A finales de los sesenta, el presidente de Telefónica Antonio Barrera de Irimo tenía muy claro el papel que iban a desempeñar los ordenadores en la sociedad, así como la necesidad de disponer de los adecuados soportes de comunicaciones para que los datos pudieran ser vehiculados a cualquier lugar.

El único problema es que la CTNE solo tenía concedido el monopolio del servicio telefónico, pero no el de los datos. Con estas perspectivas la CTNE maniobró para conseguir esta concesión, lograda con el Decreto 3586/1970, que es cuando se inicia un camino con la RETD y culmina con Iberpac y los equipos Tesys.

Pero en 1969 sucedió un elemento que desencadenó el proceso, y fue que un banco, Banesto, que solicitó a Telefónica, la conectividad de todas sus oficinas por medio de la red de datos. El personal de Telefónica efectuó un diseño con la transmisión de datos por conmutación de circuitos, pero como era de esperar el coste era muy elevado. Fue entonces cuando el presidente de Banesto José María Aguirre y Gonzalo, solicitó al presidente de Telefónica Antonio Barrera de Irimo, una red de datos para todas sus oficinas. Una red global que fuera más eficiente y más económica.

El presidente de Telefónica se reúne con sus directores, para que le dieran una solución y después de efectuar consultas con los ingenieros, se llega a la conclusión de que en California (EE.UU) se está construyendo una red de datos, Arpanet, que puede solucionar el problema.

Se decide que un grupo de ingenieros de Telefónica, como Manjarrés, Herrera, Vázquez Quintana, Peña, López Portero, Angulo, entre otros, que vayan a EEUU para informarse de cómo era esta nueva red de datos.

En EEUU les muestran como es esta red Arpanet, con protocolo NCP (Network Control Protocol) para unir host con host, que implementan en los años 1971-72, justo al mismo tiempo que en Telefónica lo hacíamos con la RSAN. (Martín, Julio 2005)

Así mismo también comprobaron que existían aplicaciones de conmutación de mensajes que estaban soportados sobre ordenadores Univac 418-II, y Telefónica tenía un sistema de conmutación de mensajes de ITT para la gestión del tráfico aéreo para España, Portugal y Marruecos (red AFTN) (Martín, Julio 2005).

En EEUU, también recogieron toda la información que pudieron encontrar en libros, artículos, etc. y cuando vuelven a España dicen a la dirección de Telefónica que para

que esto funcione hay que crear una red parecida a la red Arpanet, que se ajuste a las necesidades de Telefónica.

Los ingenieros de Telefónica vieron que lo que necesitaban era fragmentar la información y ponerla en un “sobre” o “bloque”, ya que aún no existía la palabra “paquete”, que iría con una cabecera para que llegase a su destino y allí se recompondría el mensaje y si un bloque había llegado mal se retransmitiría, de aquí nació en 1969 el protocolo RSN para la RETD (Martín, Julio 2005).

Este fue el embrión de la creación de la red de datos por conmutación de paquetes, la Red Especial de Transmisión de Datos (RETD).

El 17 de diciembre de 1971 empezó a operar la Red Especial de Transmisión de Datos (RETD) con el protocolo RSN , con nodos en Barcelona y Madrid y un concentrador en Bilbao. Inicialmente funcionaba con equipos Univac, IBM, y Honeywell.

“En las primeras especificaciones de la RETD se contemplaron tres tipos de servicios: tiempo real, conmutación de mensajes y transmisiones masivas. Con el primero de ellos se atendía al colectivo de las aplicaciones transaccionales, el segundo era una miniversión anticipada del correo electrónico que se ofrecería luego con el nombre de SPCM (Servicio Público de Conmutación de Mensajes), y el último no llegaría a implantarse hasta mucho más tarde”. (Arroyo, 100 años de informática de telecomunicaciones. España siglo XX, 2005)

La dirección de Telefónica aprobó la creación de la RETD y los ingenieros empezaron a trabajar en el hardware y el software. Para ello se solicitaron ofertas a los fabricantes de equipos Univac, IBM, Bull, ITT, y Siemens, eligiendo los ordenadores Univac 418-III en los nodos de conmutación y ordenadores Univac 418-II en los concentradores, ya que se ajustaban más a las necesidades de conmutación de mensajes, no paquetes. (Martín, Julio 2005)

Posteriormente también se eligieron los fabricantes Bull-GE con el Datanet 500 y IBM con el 3968 que era un 360/40 modificado en el laboratorio La Guad.

El equipo Univac 418-III se instaló en Madrid (central de Velázquez), el IBM se instaló en Barcelona (central de Paralelo), y en Bilbao (central de Archanda) Bull propuso instalar el Honeywell Bull 316 en vez del Datanet 500.

Una vez se escogieron los equipos, personal de CTNE, IBM, y Univac trabajaron conjuntamente para poder elaborar unas especificaciones para poder implantar la RETD con el protocolo RSN. El tema es que la inteligencia tenía que estar en la red, en los

terminales no había inteligencia, justo al revés de lo que tenemos ahora que la inteligencia está en los terminales y no en la red.

“La red tenía que conectarse con los centros de teleproceso y tenía que conectarse con los terminales y soportar, en todo el sentido de la palabra, a los terminales”<sup>58</sup>.

### 4.2.3 Creación de la División de Informática y el Tesys

En 1969 después del viaje a EEUU por parte de personal de Telefónica (Martín, Julio 2005) para poder entender la red Arpanet, se empezaron a desarrollar las primeras especificaciones funcionales de la RETD. Inicialmente se utilizó el hardware y software que suministraban los proveedores de equipos, que posteriormente se modificó para que pudiese conmutar paquetes, para pasar finalmente a diseñar y fabricar los equipos propios de conmutación de paquetes, los Tesys, que empezaron a ser operativos en 1982.

Inicialmente la configuración inicial de la red era muy simple, pues tanto terminales como host se conectaban al único nodo que se ocupaba de todas las funciones, pero cuando entraron en funcionamiento los primeros 30 terminales de los 3000 comprometidos con Banesto<sup>59</sup>, pudo comprobarse que la carga del sistema era muy elevada, y que nunca podría alcanzarse el "throughput" que se había fijado en un principio. La solución a este problema se consiguió por una doble vía; de una parte se instalaron concentradores, los 716 de Honeywell, y por otra se sustituyeron las UCL (Unidad de Control de Línea) del 418 por controladores inteligentes. (Arroyo, 100 años de informática de telecomunicaciones. España siglo XX, 2005)

Con todo aún no existía ninguna División que gestionara la RETD y Vidaurrázaga propuso crear una nueva unidad de negocio, que podría ser una filial. Esto coincidía con el informe de la consultoría externa que se había presentado al Consejero Delegado, Santiago Foncillas.

Esta nueva unidad tenía que incluir actuaciones de marketing, de planificación, de sistemas, de control económico, de instalación, de conservación, de explotación, y a través de las Direcciones Regionales. O sea, una unidad de negocio dentro de Telefónica, se presentó como División de Teleinformática y por problemas administrativos se creó con el nombre de División de Informática en 1974.<sup>60</sup>

---

<sup>58</sup> Ver apartado 8.13.3 Entrevista al Sr. Santiago Herrera de la Rosa

<sup>59</sup> Ver apartado 8.13.1 Entrevista al Sr. Ignacio Vidaurrázaga

<sup>60</sup> Ver apartado 8.13.1 Entrevista al Sr. Ignacio Vidaurrázaga

Inicialmente empezó a funcionar con equipos de propósito general Univac 418-III, IBM 340 y Honeywell Bull 316.

Pero debido a los problemas surgidos con los fabricantes, básicamente por qué los equipos Honeywell 716 que se utilizaban para los nodos de red se dejaron de fabricar, sin que por parte de la empresa suministradora hubiera una política de sustitución.

Con este problema sólo quedaba que Telefónica desarrollara equipos propios, para ello el tándem Vidaurrázaga-Manjarrés pudo vencer los últimos obstáculos y, superadas las reticencias de la alta dirección, el proyecto se puso en marcha el 2 de mayo de 1978. (Arroyo, 100 años de informática de telecomunicaciones. España siglo XX, 2005)

Para ello se creó un grupo con las empresas Secoinsa y Sitre, que junto con Telefónica desarrollaron unos equipos de conmutación, multiplexación, y gestión de conmutación de paquetes. El resultado de esta ingeniería fue el proyecto Tesys (Telefónica, Secoinsa y Sitre), que era un sistema basado en una arquitectura de multiprocesador con funciones totalmente descentralizadas y para el desarrollo del hardware se eligió un micro estándar, el 8082 de Intel, que posteriormente se sustituyó por el procesador 8086 también de Intel.

#### 4.2.4 Fin de la División de Informática y el Tesys

“A la División de Informática se le llamaba la Telefónica 2, tuve que crear una categoría que no había en Telefónica, eran los expertos, esto creó dentro de Telefónica una aversión, era como una isleta asediada, y cuando Luis Solana fue presidente, la vieja guardia hizo que se deshiciera y se integrara en los distintos departamentos de las distintas Direcciones de Telefónica, pero sin ser un grupo independiente”.<sup>61</sup>

“Había enemigos en todas partes, Directores Regionales, explotación, mantenimiento, instalaciones, etc. Entonces se cargaron el Tesys (cambiando el procesador Intel por Motorola) y todo lo que implicaba. Esto es triste, pero es la pura realidad”.<sup>62</sup>

En 1982 Luis Solana es nombrado presidente de Telefónica y con su equipo directivo se ejecuta una política estricta de saneamiento financiero que durará hasta 1986, con ellos las inversiones se efectuaban considerando la rentabilidad, por lo que no se invirtió lo suficiente en infraestructuras provocando un déficit estructural, que reconoció el mismo Luis Solana, cuando presentó la dimisión al consejo de administración en enero

---

<sup>61</sup> Ver apartado 8.13.1 Entrevista al Sr. Ignacio Vidaurrázaga

<sup>62</sup> Ver apartado 8.13.1 Entrevista al Sr. Ignacio Vidaurrázaga

de 1989, con el siguiente comentario: “Mi gestión al frente de Telefónica podría resumirse en dos etapas: la primera, el saneamiento económico-financiero en la que la política aplicada por la compañía ha sido un éxito completo, lo que no se puede decir de la segunda etapa, que podríamos llamar tecnológica”. (Varios Autores, Memorias Anuales de Telefónica, 1924-1995)

En 1985 la red RETD, pasaría a llamarse red Iberpac debido a la publicación de la norma X.25 por parte del CCITT, por lo que los equipos de Telefónica han de soportar el protocolo propietario RSAN junto con el X.25.

Fue el año 1990, en el que Telefónica tomo la decisión de dejar de desarrollar equipos Tsys.

Para ello se dieron dos razones, por una parte la importancia y el volumen de los datos que tienen para Telefónica, y por otra parte que a los clientes les están ofreciendo equipos avanzados de diferentes multinacionales. Por estas razones la Dirección de Telefónica creyó necesario integrar todos los departamentos de la División de Informática en los correspondientes departamentos de las Direcciones Centrales a excepción del departamento de I+D que estaba terminando el desarrollo del Tsys-B.<sup>63</sup>

---

<sup>63</sup> Ver apartado 8.13.8 Entrevista al Sr. Julio Linares López

## 5. METODOLOGÍA Y RESULTADOS

### 5.1 Metodología

Este es un caso de estudio intrínseco<sup>64</sup> (Stake, 1995), que trata de una investigación multidisciplinaria en la creación de un sistema de transmisión de datos por conmutación de paquetes.

La estrategia en metodología que se ha empleado en la realización de la tesis, se ha ajustado a una de las condiciones que describe Robert Yin (Yin, 1994), la que se refiere al tipo de pregunta que se ha de efectuar en la investigación debido al poco control que se tiene de un proceso, preguntas que se han descrito en el apartado 1.2.2. cuando se ha efectuado la formulación del problema de investigación, refiriéndose al impacto de las tecnologías disruptivas en compañías establecidas. Es decir, la manera en que las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) afectan, en un sentido amplio, a las empresas e instituciones que las usan.

Lo importante es entender cómo una compañía como Telefónica, establecida de manera sólida en su sector, fue capaz de conseguir una posición de liderazgo global cuando se

---

<sup>64</sup> El estudio intrínseco está definido por Robert Stake: *“En los estudios intrínsecos de casos, la tarea principal es llegar a entender el caso. El hecho de descubrir relaciones, indagar en los temas y sumar datos categóricos nos ayudará, pero estos fines están subordinados a la comprensión del caso.”* (Stake, 1995), (p. 71).



le planteó un cambio tecnológico disruptivo específico. Para analizar y entender los aspectos de gestión que acompañaron a este cambio organizativo se utiliza el Marco Conceptual de la Teoría Institucional (Lounsbury & Boxenbaum, July 2013).

Este estudio se inicia cuando el presidente de Telefónica Antonio Barrera de Irímo, decide buscar una solución a un problema de comunicaciones de datos, con la creación en 1974 la División de Informática, hasta que este se integra en las Direcciones Centrales durante la presidencia de Luis Solana en 1986, finalizando el estudio en el año 1995 que es cuando se decide no invertir más en el sistema Tesys.

Para el periodo en el que se ha realizado el estudio se han considerado las siguientes variables: 1) En el año 1969 todas las telecomunicaciones estaban gestionadas y supervisadas por la PTT de cada país, que mayoritariamente tenían el monopolio de las redes y servicios, estando pensados mayoritariamente para las comunicaciones en el ámbito nacional. 2) Las comunicaciones de datos eran efectuadas únicamente por medio del sistema de conmutación de circuitos. 3) Los fabricantes de los equipos imponían sus protocolos, de los que eran propietarios, así como las propias conexiones. 4) No existía una legislación internacional que obligara a unos estándares internacionales. 5) Las comunicaciones internacionales se tenían que ajustar a normas administrativas, técnicas y legales de los respectivos países.

Para ello se han revisado minuciosamente todas las fuentes cualitativas de la investigación, recogiendo informaciones en documentos escritos encontrados en revistas de la época, en el COIT, en "*papers*" de congresos, en documentos internos de Telefónica, en las memorias anuales de Telefónica, etc., y también efectuando entrevistas a personas relevantes que trabajaron en el proceso desde su creación hasta su ocaso. Todas las fuentes se consideraron de forma independiente e individualmente con el fin de tener una luz reveladora sobre las partes más relevantes para el estudio con el fin de poder contribuir a obtener una argumentación en la que todos los aspectos se completaran.

De todas estas fuentes se han recogido datos para su posterior análisis y la obtención de resultados, que respaldan el desarrollo anterior de las proposiciones teóricas.

Con respecto a la aplicación de la metodología, en primer lugar se obtenían los datos de las revistas especializadas de la época, con los que se iban escribiendo los capítulos correspondientes, que se iban completando y corrigiendo con los *paper* de los congresos, nacionales e internacionales. Posteriormente se utilizaban los documentos

internos de Telefónica para continuar completando el documento añadiendo informaciones nuevas que no estaban descritas.

Con las memorias anuales de Telefónica se iban concretando los momentos y los hechos que se fueron produciendo a lo largo del periodo estudiado.

Por último con las transcripciones de las personas que hicieron posible este proceso se añadían aspectos que eran imposibles de obtener con la información que se había estado utilizando

Con toda la información se ha considerado la teoría de la lógica institucional para poder efectuar un relato fidedigno del proceso estableciendo una evidencia de que en este proceso de éxito, Telefónica efectuó un cambio desde la lógica institucional dentro de la compañía. Esta definición es una consecuencia de unos resultados que se han obtenido de los datos encontrados en los documentos analizados.

En la tabla adjunta se ha efectuado un resumen de las transcripciones de los videos que se han efectuado a las personas entrevistadas, indicando sus estudios, las actividades y responsabilidades que ejercieron durante el proceso que se ha estudiado en la tesis, así como lo que ellos han considerado más significativo que efectuaron.

Persona relevante	Estudios	Actividades	Hitos y Desarrollos
Ignacio Vidaurrázaga	Económicas, Derecho e Informática.	Director de la División de Informática desde 1974 hasta 1983/84.	Desarrollar un software de conmutación de paquetes para ordenadores convencionales en tiempo real, con un sistema operativo en tiempo real (RTOS), pero multipropósito, y con aplicaciones.
Vicente Gil	Ingeniero de Telecomunicación, Dirección de Empresas.	Trabajó en Sitre desde 1969 hasta 1984, en Fujitsu desde 1985 hasta 1990. en 1990 trabaja en Tandem hasta 1992 que pasa a Digital y finalmente termina en Nortel Telecom hasta 2001.	Podríamos nombrar tres grandes grupos o sustituciones tecnológicas, primero el Tesys original, después Nortel Telecom, y finalmente Cisco. La oportunidad perdida en España ya que tuvimos una oportunidad de ser ventajosos tecnológicamente, que luego no lo hemos sido, porque no nos hemos mantenido, ni hemos hecho nada y entonces ha venido todo el mundo, ha venido Alcatel, Ericsson, Cisco, etc.

Persona relevante	Estudios	Actividades	Hitos y Desarrollos
Antonio Alabau Muñoz	Doctor Ingeniero de Telecomunicación.	Profesor de la UPC desde 1972 hasta 1982, trabajo en el INI desde 1982 hasta 1989, en 1989 volvió de profesor a la UPC.	La rápida implantación que tuvo la red, ya que nadie la conocía, no se sabía que era, y nosotros lo contábamos y de repente todo el mundo la utilizaba.
Juan Riera	Doctor Ingeniero de Telecomunicación.	Catedrático UPM desde 1976.	La decisión estratégica de pasarnos a la ingeniería de software de redes y protocolos, ya que pensábamos que el futuro era de poder formar esta ingeniería.
Gabriel Alarcia	Ingeniero de Telecomunicación.	Trabaja en Telefónica en transmisión de datos desde 1970 y en 1971 entra en la División de Informática Representante de Telefónica en Eurodata desde 1973-1977/78.	Fundamentalmente en el año 71 se toma la decisión de crear una red de paquetes cien por cien comercial en España.
Luis Lavandera Sánchez	Perito Industrial, Ingeniero Industrial.	En 1974 entra a trabajar en Telefónica, en 1975 delegado español en el CCITT, del 1978 hasta 1990 vicepresidente del CCITT.	Difundir en España la interfaz X.25, para que la gente se animara a abandonar RSN y se adhiriese a un protocolo internacional, que a la larga era más completo del que nosotros habíamos diseñado. A nivel internacional, de la instalación de tecnología española en muchos países, y evidentemente la normalización de esas interfaces fue vital para la difusión pública desde el año 1978 al 1982, que fue cuando se efectuó la consolidación plena. Otro hito muy importante fue el desarrollo del sistema Tesis, pero este fue un desarrollo a nivel nacional.
Antonio Golderos Sánchez	Doctor Ingeniero de Telecomunicación.	Trabaja en el centro de investigación de estudios de Telefónica desde 1974, en el año 1978 pasó a Telefónica I+D, en 1992 como director comercial, en 1995 como director general de Telefónica I+D, director general adjunto de Telefónica Internacional, en el 2001 director de Telefónica Europa hasta 2007.	El tomar la decisión de hacer una red de conmutación de paquetes con la implementación de RSN, y el desarrollo de las primeras máquinas con Honeywell. Después estaría el desarrollo del Tesis-A con niveles propietarios de mayor capacidad, y posteriormente el Tesis-B de alta capacidad.

Persona relevante	Estudios	Actividades	Hitos y Desarrollos
Julio Linares López	Ingeniero de Telecomunicación.	Entro en el centro de investigación y estudios de Telefónica en 1970, en 1995 fue director general de Telefónica I+D, en 1997 pasó a actividades estratégicas, hasta 1999, y posteriormente a presidente Telefónica España del negocio fijo. En 2005 pasó a coordinar todos los negocios internacionales que tenía Telefónica, haciendo una labor de tipo corporativo, de coordinación, buscando sinergias entre todos los negocios hasta el año 2007, consejero delegado hasta 2012, vicepresidente hasta 2017, y finalmente consejero de Telefónica en Alemania, en Brasil, y administrador solidario en España.	El hito más importante fue el decidir tener una red pública de datos, teniendo en cuenta que el resto del mundo utilizaba redes privadas. El segundo hito fue cuando se decide que los equipos disponibles en el mercado no son los adecuados para responder a las necesidades de esta red pública de datos, por lo que tenemos que implicarnos en el desarrollo del equipamiento y es cuando tenemos que considerar inventar y desarrollar el protocolo RSN, ya que no existían estándares internacionales para conmutación de datos. El tercer hito es cuando tienes que pasar del desarrollo del Tesys-A, que era un equipo con sus limitaciones, a un equipo de envergadura como el Tesys-B, que tenía una dimensión muy notable, tenía un esfuerzo de desarrollo e investigación fundamental, y esto vino acompañado por tener una industria detrás de estos equipos, ya que Telefónica no tenía las capacidades para soportar la fabricación de un equipo de esta envergadura.
Ramón Palacio León	Ingeniero de Telecomunicación.	Entra a trabajar en Telefónica en 1979 en la División de Informática, efectuando especificaciones del terminal conmutado y las especificaciones del protocolo X.25 durante este tiempo apareció el protocolo X.25.	Desde el punto de vista tecnológico fue el primero en la conceptualización, que ocurrió por los años 1977 y 1978, en segundo lugar, se podía considerar la normalización y el tercero el cambio tecnológico interno a conmutadores internos (hardware propio, únicamente se compraron los procesadores de Intel).
Santiago Herrera de la Rosa	Doctor Ingeniero de Telecomunicación	Trabaja en Telefónica desde 1964, en 1970 entra en la División de Informática para las especificaciones de la RETD.	Haber pertenecido a la División de Informática y podido formar parte de un grupo muy avanzado, más que técnicamente, muy avanzado mentalmente, tanto en el aspecto técnico como en el aspecto comercial.

FIG. 5 LISTADO DE RESUMEN DE CARACTERÍSTICAS DE PERSONAS RELEVANTES

## 5.2 Resultados

Para poder obtener una evolución de la transmisión de datos durante el periodo que va desde el inicio de la RETD hasta su desaparición se han contabilizado todos los circuitos de datos, considerando en un principio los que utilizaban la transmisión de datos por conmutación de circuitos, que eran los únicos operativos, y cuando fueron operativos los circuitos de transmisión de datos por conmutación de paquetes, estos también empezaron a contabilizarse para poder efectuar una comparación entre ambas.

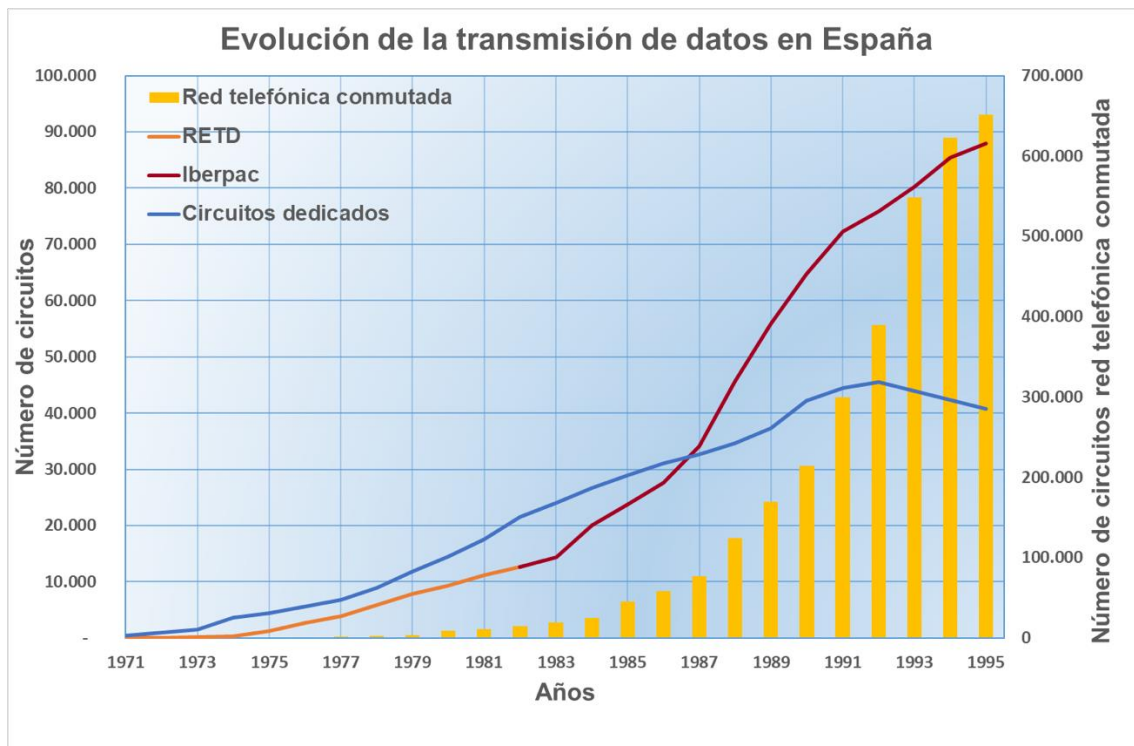


FIG. 6 EVOLUCIÓN DE LOS CIRCUITOS DE DATOS

En la figura 6, se puede observar que el aumento de los circuitos de RETD y los de la red Iberpac, considerando que su crecimiento empezó en 1983 con 120 circuitos mientras que en este mismo año había 3800 circuitos dedicados que utilizaban la transmisión de datos por conmutación de circuitos, el aumento de los circuitos por la RETD ha sido exponencial mientras que los circuitos dedicados para la transmisión por medio de conmutación de circuitos tiene una forma lineal.

Hay que considerar un punto divergente que es en el año 1983, y fue debido a que empezó a ser operativo el estándar X.25, que produjo unos momentos de incertidumbre, que como se puede apreciar, desapareció en el siguiente año con un aumento mayor.

También se han contabilizado los circuitos que utilizaban la red telefónica conmutada con conexiones por medio de módems, que empezando con 60 circuitos en el año 1973 se llegó a 700.000 circuitos en el año 1995, pudiéndose así apreciar su enorme crecimiento.

Así mismo hay que considerar que los circuitos dedicados tenían y tienen su mercado por lo que su aumento también es constante, pero sin el incremento de los circuitos conmutados.

Con estos resultados se puede deducir la gran aceptación que tuvo este nuevo servicio, que fue el despegue de las comunicaciones de datos con respecto al gran público y a las pequeñas y medianas empresas, siendo el inicio de la tecnología de la información.

Esta nueva tecnología introdujo en Telefónica una nueva lógica institucional que favoreció nuevas prácticas que, separándose de la regularización existente, Telefónica aprovechó esta nueva regularización para obtener por medio de la inversión, unos ingresos debidos a los nuevos servicios del proceso de datos, como se puede apreciar en la figura 7, que significaron mayores beneficios para Telefónica (Varios Autores, Memorias Anuales de Telefónica, 1924-1995), que no hubieran sido posibles si no se hubiese efectuado la implantación del nuevo sistema de transmisión de datos.

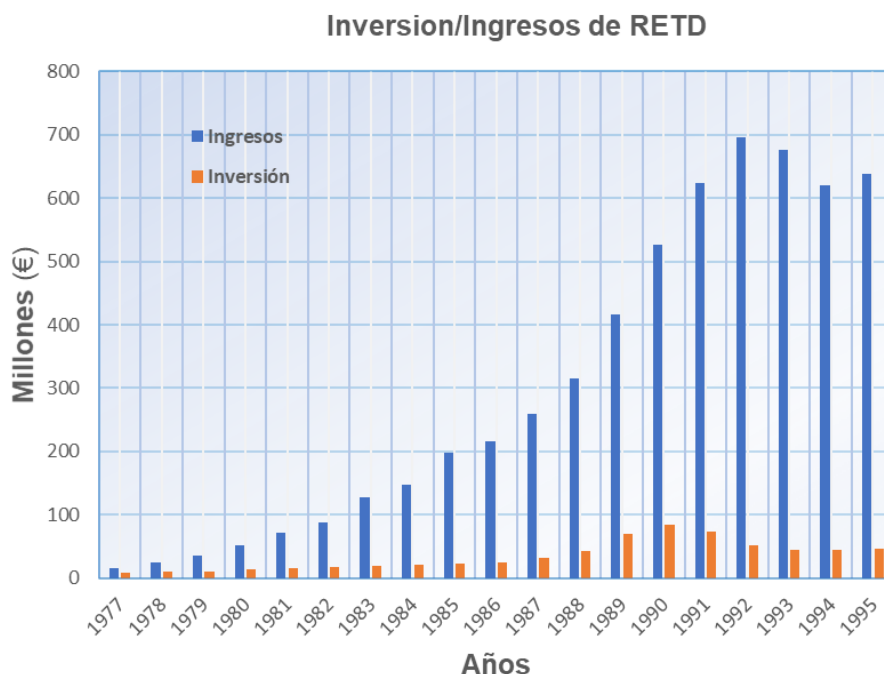


FIG. 7 INGRESOS/INVERSIÓN POR REDES DE DATOS POR CONMUTACIÓN DE PAQUETES DURANTE EL PERIODO 1977-1995<sup>65</sup>

<sup>65</sup> (Varios Autores, Memorias Anuales de Telefónica, 1924-1995).

Considerando la inversión y los ingresos durante todo el periodo, se pueden apreciar los valores económicos totales que obtuvo Telefónica con este nuevo servicio de transmisión de datos en la figura 8.

	Periodo de tiempo desde 1970 a 1995
Inversión	672.000.000 €
Ingresos	5.746.000.000 €

FIG. 8 TABLA DE INVERSIÓN E INGRESOS EN EL PERIODO 1970-1995<sup>66</sup>

Con respecto a la rentabilidad económica del proceso se ha podido verificar (Varios Autores, Memorias Anuales de Telefónica, 1924-1995), que ya desde los inicios de creación del sistema de transmisión de datos por conmutación de paquetes, el retorno de la inversión (ROI)<sup>67</sup> con respecto a los ingresos fue altamente positivo puesto que en los primeros años ya fue del 100%, llegando en los años 90, a valores del 1400% tal como se puede apreciar en la figura 9.

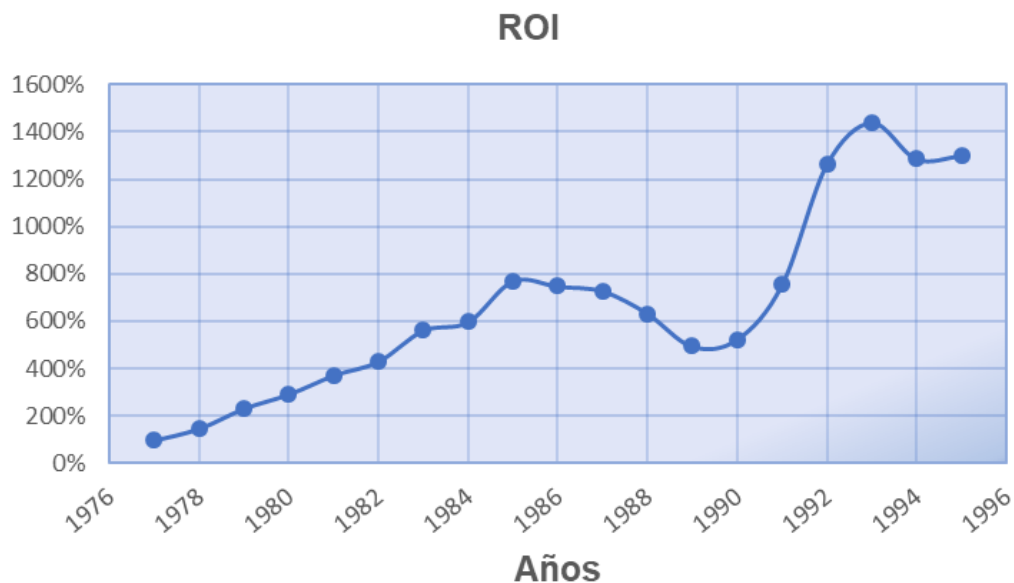


FIG. 9 RETORNO DE LA INVERSIÓN EN DATOS POR CONMUTACIÓN DE PAQUETES DURANTE EL PERIODO 1977-1995<sup>68</sup>

<sup>66</sup> (Varios Autores, Memorias Anuales de Telefónica, 1924-1995).

<sup>67</sup> ROI = (beneficio obtenido-inversión) / inversión.

<sup>68</sup> (Varios Autores, Memorias Anuales de Telefónica, 1924-1995).

En este periodo de tiempo, Telefónica pasó de ser un operador de voz y transmisión de datos por conmutación de circuitos como todos los operadores de los distintos países, para convertirse en un operador global de comunicaciones por medio del nuevo servicio de transmisión de datos por conmutación de paquetes, ya que era el único operador en el mundo que ofrecía estos servicios comercialmente.

### 5.3 Equipos

Respecto a los equipos hay que considerar que los equipos que se instalaron de propósito general para la transmisión de datos por conmutación de paquetes hasta el año 1982 que se instalaron los primeros Tesys fueron 7 nodos CCR<sup>69</sup> (Centros de Conmutación y Retransmisión) y 42 concentradores<sup>70</sup>.

En la figura 8 se muestra la evolución de los equipos Tesys<sup>71</sup> que creó y desarrolló personal de Telefónica, desde el año 1982 que se instalaron los primeros hasta su desaparición.

Únicamente se han contabilizados los Tesys-A, ya que el tesys-B<sup>72</sup>, aunque se llegó a fabricar e instalar no fue representativo pues Telefónica dejó de invertir en el proyecto y empezó a comprar equipos a diferentes multinacionales como Nortel Telecom y Cisco.

En la figura 8 podemos observar en el Tesys-1<sup>73</sup>, su rápido crecimiento, debido a la gran aceptación del servicio por las facilidades que había en las comunicaciones, con referencia al Tesys-5<sup>74</sup> su crecimiento fue más lineal, pero hay que considerar que tenía mucha más capacidad, casi diez veces más que el Tesys-1, dependiendo de la configuración que se utilizase.

---

<sup>69</sup> Ver Anexo 8.7.2 de la tesis “El Centro de Conmutación y Retransmisión”.

<sup>70</sup> Ver Anexo 8.7.1 de la tesis “El concentrador”.

<sup>71</sup> Tesys: acrónimo de Telefónica, Secoinsa y Sitre.

<sup>72</sup> Ver Anexo 8.10 de la Tesis “El Tesys-B”.

<sup>73</sup> Ver Anexo 8.9.1 de la Tesis “El Tesys-1”.

<sup>74</sup> Ver Anexo 8.9.2 de la Tesis “El Tesys-5”.





FIG. 10 EVOLUCIÓN DE LOS EQUIPOS TESYS

Esta evolución en la fabricación de estos equipos se vio truncada totalmente cuando Telefónica decidió incorporar otros fabricantes a su sistema de transmisión de datos y dejar de invertir y fabricar equipos propios, este fue el fin de los equipos Tesys.

#### 5.4 Aspectos éticos de la investigación

Esta tesis ha sido elaborada para poner en conocimiento unos hechos que sucedieron durante los años 70 y 80 con la Compañía Telefónica con respecto a la transmisión de datos, en los que se llegó a convertir en el primer operador global de comunicaciones en el mundo, un hecho que permanece olvidado y merece su total reconocimiento tanto en la opinión pública como en las universidades.

Para ello se ha investigado el proceso que se llevó a cabo para conseguir este fin por medio de documentos de la época, memorias anuales de Telefónica, documentación de lógica institucional, junto con entrevistas a personas que lo hicieron posible. Toda la información que se ha recogido se ha ido contrastando entre ella con el fin de elaborar un documento íntegro y honesto con la realidad considerando la lógica institucional, dando así una visión de lo que sucedió con el fin de ser justos con el esfuerzo que se efectuó para poder conseguir su objetivo.

Se ha mostrado la evolución del sistema de transmisión de datos por conmutación de paquetes, donde se ha podido comprobar su éxito, tanto en el área de servicios como en el área económica, tal como están representados en la figura 6 y la figura 9 respectivamente. Este sistema se llegó a exportar a países<sup>75</sup> considerados técnicamente más avanzados, que considerando la época en la que se diseñó y el país en que estábamos, fue una hazaña que hay que reconocer y hacer pública.

Este nuevo sistema de transmisión de datos fue un gran avance para la sociedad, ya que por una parte cambió los procedimientos de trabajo de los usuarios de las empresas, aumentando su bienestar, puesto que la información la podían enviar y recibir cuando quisieran y no cuando podían, mejorando así las comunicaciones de las empresas, cosa que repercutió en la posibilidad de tomar decisiones más rápidamente, y por otra parte dando a los usuarios particulares, por medio de un módem, un acceso a diferentes bases de datos que ya existían, una información que anteriormente les estaba prácticamente negada, ya que con el sistema de comunicaciones que había, era complicado y económicamente con unos costes muy elevados, poder conectarse.

---

<sup>75</sup> Países como Canadá, Noruega, Suecia, EEUU, Italia, Grecia, Túnez, Argentina, Chile, México, Ecuador, Paraguay, Brasil, Perú, Colombia, Japón, Kuwait, y Tailandia.

## 6. DISCUSIÓN

En esta tesis se aporta un nuevo conocimiento, con una perspectiva de la lógica institucional, al estudio del impacto tecnológico en la compañía Telefónica cuando se decidió implantar una nueva tecnología disruptiva que ofrecía nuevas posibilidades de resolver los problemas que había con las comunicaciones de datos. Esta tecnología consistía en un sistema de transmisión de datos por conmutación de paquetes, diferenciándose del que se estaba utilizando en aquella época en todo el mundo, que era la transmisión de datos por conmutación de circuitos, para ello creó la División de Informática, con una nueva lógica institucional, que funcionara totalmente independiente de las Direcciones Centrales que había en Telefónica, con sus propias lógicas institucionales.

### 6.1 Evolución de las lógicas institucionales en Telefónica

La relación de la lógica institucional de las Direcciones Centrales con las órdenes institucionales de la nueva lógica, se inició con una cierta indiferencia por su parte, no provocando problema alguno, pero con el paso del tiempo y en vista del protagonismo que estaba teniendo la nueva División de Informática se llegaron a producir pequeñas diferencias organizativas entre ambas lógicas. Hay que considerar, que toda lógica institucional, está siempre relacionada con distintos niveles de órdenes institucionales de la sociedad (Berg & Boch, January, 2015), y debido a esto, pueden existir

interpretaciones diversas, por lo que el estudio se ha centrado en la lógica institucional con respecto a la organización, que principalmente es donde se consideran las decisiones de la dirección, de la innovación, del personal y de las mejoras en los sistemas de la compañía (Leblebicii, Salancik, Copay, & King, September 1991).

En cualquier organización, existen múltiples lógicas que pueden pasar por distintos periodos, en los que puede que inicialmente no son incompatibles o incluso complementarias, para pasar a lo largo del tiempo a incompatibles, o bien pasar así mismo de incompatibles a complementarias, con lo que surgen diversos problemas que pueden llegar a la eliminación de una lógica, la integración de una lógica en otra, o bien complementarse (Isam, Barret, & Eivor, September 2020). Esto es debido a que en las organizaciones hay una multiplicidad lógica que está influenciada por diferentes aspectos de la organización, enlazados con valores institucionales de la misma que tiene diferentes implicaciones tanto en las lógicas como en los individuos, constituyendo un campo institucional integrador, tal como se pudo apreciar en la figura 3, con respecto a la evolución en los cuatro ideales de la multiplicidad lógica, referentes a la centralidad y compatibilidad (Besharov & Smith, September 2014).

En una organización existen varias lógicas para su funcionamiento y un punto muy importante a considerar es el de la centralidad, que existe en las propias organizaciones. En el caso que nos ocupa de Telefónica, hubo varias centralidades, por una parte, las que existían en las Direcciones Centrales que tenían cada uno su propia lógica institucional en la que a grandes rasgos incluía las comunicaciones de voz y las transmisiones de datos por conmutación de circuitos, así mismo también existía la División de Informática con su propia centralidad, que tenía su propia lógica institucional con respecto a la transmisión de datos por conmutación de paquetes.

Las Direcciones Centrales partían de la ventaja de la inercia institucional ya que llevaban años coordinados con una centralidad común con las lógicas institucionales de las diferentes Direcciones. Por el contrario, la División de Informática nació con una única lógica institucional que, junto a su propia centralidad, favoreció que no tuviera los vicios ocultos de las grandes corporaciones pudiendo efectuar un crecimiento mayor con un menor tiempo. Respecto a la centralidad, se pudo comprobar que en las Direcciones Centrales, debido a su inercia institucional, esta era mayor que en la División de Informática, que sin las normativas de los organigramas era mucho más fácil su crecimiento, pero debido a este mismo crecimiento la División de Informática fue evolucionando orgánicamente a un tipo parecido a la propia centralidad de las Direcciones Centrales.

Telefónica creó la nueva lógica, con el nuevo sistema de transmisión de datos por conmutación de paquetes, creando una nueva organización compuesta por un equipo de personas totalmente independiente, sin descartar la lógica que estaba funcionando en la organización con los otros sistemas de transmisión de datos, manteniendo una eficiencia operativa que pudiese garantizar ambos sistemas a lo largo del tiempo.

En el caso de estudio de la transmisión de datos por conmutación de paquetes en Telefónica, cuando se creó la División de Informática, se produjo una heterogeneidad de lógicas, que posteriormente se vio que la compañía Telefónica, no estaba preparada, puesto que internamente en las Direcciones Centrales existía una gran homogeneidad de lógicas con una determinada inercia en toda la organización, que era diferente a la que existía en la División de Informática.

Hay que considerar que este nuevo servicio de transmisión de datos por conmutación de paquetes, que estaba ofreciendo la División de Informática tenía la particularidad de ser un servicio de datos totalmente nuevo tanto a nivel técnico como conceptual, con respecto al servicio de transmisión de datos por conmutación de circuitos, que, desde sus inicios, estaban ofreciendo las Direcciones Centrales, esta peculiaridad fue lo que favoreció la posterior integración la División de Informática en las Direcciones Centrales.

También hay que considerar que las lógicas institucionales pueden modificar la estrategia de una organización, llegando a abandonar una lógica institucional que había sido valorada (Durand, Berangere, Jourdan, & Thornton, January 2013). Este aspecto, tal como indican Meyer & Rowan (Besharov & Smith, September 2014), en Telefónica aparecieron dos elementos estructurales, el de las Direcciones Centrales y la División de Informática que tenían organigramas similares, aunque este último con menor volumen, y esta multiplicidad lógica, aunque en sus inicios no hubo ningún problema, con el tiempo empezaron a haber pequeñas diferencias organizativas.

Finalmente el éxito de este nuevo servicio llevó a que la simbología de una única compañía se viera modificada, lo que implicó, aunque no inicialmente, que las relaciones con el poder se vieran alteradas, así como lo referente a las normativas internas de la compañía, ya que al haber una División de Informática y unas Direcciones Centrales con lógicas independientes provocó una divergencia en las normativas, reglas y valores, y otro presidente de Telefónica, Luis Solana (Solana, Noviembre 1986), que tenía como prioridad de efectuar un saneamiento económico de la compañía, y para evitar esta situación, que estaban apareciendo debido a la heterogeneidad de las lógicas, que se han definido con parámetros de isomorfismo institucional descritos por DiMaggio y

Powell (DiMaggio & Powell, *The Iron Cage Revisited: Institutional Isomorphism and Collective Rationality in Organizational Fields*, January 1983), consideró que esta situación podía llegar a ser perjudicial para Telefónica, por lo que decidió integrar los departamentos de la División de Informática en los respectivos departamentos de las Direcciones Centrales<sup>76</sup>, aprovechando la inercia institucional y cambiando la lógica institucional que tenían estos últimos adaptándola a la que tenía la División de Informática, provocando la homogeneización en Telefónica con el fin de que fuera más ágil, Borum y Westenholz (1995) (Christiansen & Lounsbury, January 2013), integrando los elementos de nuevas lógicas institucionales en su práctica organizativa sin descartar completamente las antiguas, lo que le permitió mantener su eficiencia operativa y, al mismo tiempo, garantizar la legitimidad a lo largo del tiempo y con diferentes componentes. Una consecuencia de esta homogeneización fue el dejar de invertir en el sistema Tesys pasando a comprar equipos de conmutación de paquetes a fabricantes multinacionales externos, con lo que Telefónica pasó a ser una empresa multinacional de servicios, redes y comunicaciones, dedicando todos los esfuerzos a la atención de los clientes y a crear nuevos servicios, dando soluciones a los problemas de comunicaciones de los clientes<sup>77</sup>, dejando la investigación y fabricación a empresas multinacionales, a las que se les compraban los equipos (Besharov & Smith, September 2014).

Este ejemplo es el que han seguido todas las PTT, sin excepción, ya que han dejado a empresas multinacionales como Cisco, Huawei, 3Com, etc., que dedicaran sus esfuerzos a la investigación de equipos de conmutación de paquetes, y así las PTT poder dedicar sus esfuerzos a la adquisición de otras operadoras, para poder tener una base mayor de clientes que utilicen sus redes. Esto se puede comprobar en el caso de Telefónica por la adquisición de diferentes empresas de comunicaciones<sup>7879</sup>, en Europa con O2 en Alemania, Inglaterra, Irlanda, Eslovaquia, Republica Checa, y Telefónica Global Solutions France en Francia. En Centroamérica implantándose en México, en Guatemala, en el Salvador, en Nicaragua, en Costa Rica, y en Panamá. En Sudamérica implantándose en Argentina, en Brasil, en Chile, en Colombia, en Ecuador, en Perú, en Uruguay, y en Venezuela. Y en Chila posee el 10% de China Unicom, siendo el otro 90% perteneciente al Gobierno de China.

---

<sup>76</sup> Ver apartado 8.13.8 Entrevista al Sr. Julio Linares López

<sup>77</sup> Ver apartado 8.13.8 Entrevista al Sr. Julio Linares López

<sup>78</sup> Memorias Anuales de Telefónica.

<sup>79</sup> Wikipedia.

En el estudio que se ha efectuado en Telefónica, se ha podido confirmar que las características institucionales de la organización y los propios individuos influyeron, tanto en la compatibilidad como la centralidad de la organización pudiendo cambiar y combinar las lógicas, produciendo una inercia institucional que hizo que se preservaran el conjunto de las lógicas institucionales de las Direcciones Centrales establecidas, complementándolas y ampliándolas con los nuevos servicios que se habían creado con la nueva lógica institucional de la División de Informática, pero conservando unas reglas de juego y una forma de relaciones dentro de Telefónica que estaban relacionadas con el poder y el estatus.

## 6.2 Transición de los presidentes de Telefónica

Un punto no menos importante es el tiempo en que estaba en el cargo el presidente de Telefónica, este es un cargo, podríamos decir político puesto que en el tiempo en que se ha efectuado el estudio el accionista mayoritario era el Estado español, ya que la total privatización de la compañía se efectuó en los Gobiernos de 1996 y 1999, mediante dos ofertas públicas de acciones. En el periodo de tiempo que va desde los inicios de la División de Informática hasta su integración en las Direcciones Centrales, Telefónica tuvo a los siguientes presidentes (Varios Autores, Memorias Anuales de Telefónica, 1924-1995): Sr. Antonio Barrera de Irimo (1965-1973), Sr. José Antonio González Bueno (1973-1976), Sr. Tomás Allende y García-Baxter (1976-1980), Sr. Salvador Sánchez-Terán y Hernández (1980-1982), Sr. Luis Solana Madariaga, (1982-1988), y Sr. Cándido Velázquez-Gaztelu Ruiz (1988-1996). Durante este periodo de 25 años Telefónica tuvo seis presidentes, de los que cada uno de ellos efectuó una política diferente del anterior. Si Antonio Barrera de Irimo vio la necesidad de crear la División de Informática dándole total libertad referente a la lógica institucional ya su organización, otros como por ejemplo Luis Solana Madariaga se dedicó principalmente a mejorar la economía de Telefónica y no vio la necesidad de mantener la División de Informática ajeno a la lógica institucional y organización de Telefónica, y Cándido Velázquez-Gaztelu Ruiz propició el despegue de Telefónica en Sudamérica. (Memorias Anuales de Telefónica, 1924-1995)

En referencia a los presidentes que más influyeron en el proceso, tendremos que remitirnos a Antonio Barrera de Irimo y a Luis Solana. Si el primero, fue el impulsor de desarrollar la transmisión de datos por conmutación de paquetes con la creación de la

División de Informática ajeno a las Direcciones Centrales, el segundo fue el integrador de la División de Informática en las Direcciones Centrales.

En el estudio realizado en esta tesis se ha podido comprobar que el presidente de Telefónica después de analizar el problema que se planteó con la petición que le efectuó el presidente de un banco, Banesto, José María Aguirre y Gonzalo, al presidente de Telefónica Antonio Barrera de Irimo, de solicitar una red de datos para todas sus oficinas, una red global que fuera más eficiente y más económica, actuó como empresario institucional y tuvo la visión de crear la División de Informática. (Rico, C., Enero-Febrero 2000)

La División de Informática se constituyó ajeno a las lógicas institucionales que había en Telefónica, con una lógica institucional propia, ya que consideró que las lógicas de las Direcciones Centrales podían influir negativamente en el proyecto, no dejando que evolucionara correctamente según las expectativas creadas<sup>80</sup>. Con estas características la División de Informática, partiendo de cero, tuvo que contratar a personal para todas las secciones, desde la administración hasta la comercialización sin olvidar la sección de I+D.

Esta sección de I+D fue la que desarrolló el sistema de transmisión de datos por conmutación de paquetes, creando la red RETD y el protocolo RSAN, con equipos de propósito general en los que hubo que instalar un nuevo software, que desarrollaron para la conmutación de paquetes, y finalmente creando equipos propios, el Tesys.

Finalmente se vio que ambos departamentos tenían una gran centralidad junto con una alta compatibilidad, ya que no tenían ningún servicio que fuera en competencia, pero si había una relación entre ambos puesto que los dos departamentos ofrecían transmisión de datos, aunque con diferente tecnología. Esta heterogeneidad fue el punto en el que no estaba preparada la compañía Telefónica por lo que empezaron a aparecer pequeñas diferencias organizativas en este proceso, que se ajustan a los parámetros descritos en el isomorfismo institucional definidos por DiMaggio y Powell (DiMaggio & Powell, *The Iron Cage Revisited: Institutional Isomorphism and Collective Rationality in Organizational Fields*, January 1983), produciendo una homogeneización.

En primer lugar, tenemos el isomorfismo coercitivo, que es el que provocó que el presidente de Telefónica, Javier Solana<sup>81</sup>, que uno de sus cometidos era el de efectuar una política estricta de saneamiento financiero, hiciese caso a las presiones de las

---

<sup>80</sup> Ver apartado 8.13.1 Entrevista al Sr. Ignacio Vidaurrázaga

<sup>81</sup> Ver apartado 8.13.8 Entrevista al Sr. Julio Linares López



Direcciones Centrales sobre la División de Informática ya que entre otras cosas los primeros, estaban perdiendo poder político y de legitimidad, puesto que los clientes que deseaban comunicaciones de datos se reunían únicamente con la División de Informática, quedando ellos un poco al margen.

En segundo lugar, tenemos el isomorfismo mimético, puesto que las Direcciones Centrales, a la vista del importante crecimiento, tanto en circuitos como en ingresos, de la División de Informática, con un servicio por el que no habían apostado y no habían creído en él, del que desconocían su funcionamiento en general, y tenían alguna que otra incertidumbre, quisieran copiar alguno de sus procesos y lógicas institucionales con el fin de aumentar su peso dentro de la compañía.

Y en tercer lugar tenemos el isomorfismo normativo, que al estar asociado a la profesionalización, nos encontramos en que la División de Informática tenía unos profesionales muy buenos en su campo, puesto que eran los que habían creado la RETD con su protocolo RSAN, los equipos Tesys, y eran los que se reunían con el CCITT y la UIT para discutir los nuevos protocolos y sistemas de comunicaciones de datos, estos profesionales eran muy apetecidos por las Direcciones Centrales ya que podían mejorar las Direcciones donde fueran y a su vez las expectativas de sus nuevos jefes.

### **6.3 Centralidad vs Compatibilidad**

Reflexionando sobre la relación entre la centralidad y la compatibilidad en el caso de estudio en Telefónica, nos encontramos en que las dos lógicas eran altamente centralizadas y compatibles lo que se alinearon con alguna diferencia organizativas.

Considerando el problema de la compatibilidad en las lógicas de la organización, se ha considerado que existen dos aspectos con la coherencia en una lógica, uno respecto a los objetivos de una acción de la organización y otro los medios por los que se pueden alcanzar estos objetivos. El primero es el más importante ya que se valora la parte fundamental del proyecto con una lógica de idoneidad impidiendo modificaciones. Con respecto al segundo, los medios empleados para conseguir el objetivo, estos pueden ser más manejables.

Esto fue lo que ocurrió en Telefónica con respecto al proyecto correspondiente a la transmisión de datos por conmutación de paquetes, aunque inicialmente el organigrama

de Telefónica se opuso a esta tecnología, acabó aceptándola y forzando su integración en su organigrama cuando vio los ingresos producidos, representados en la figura 9.

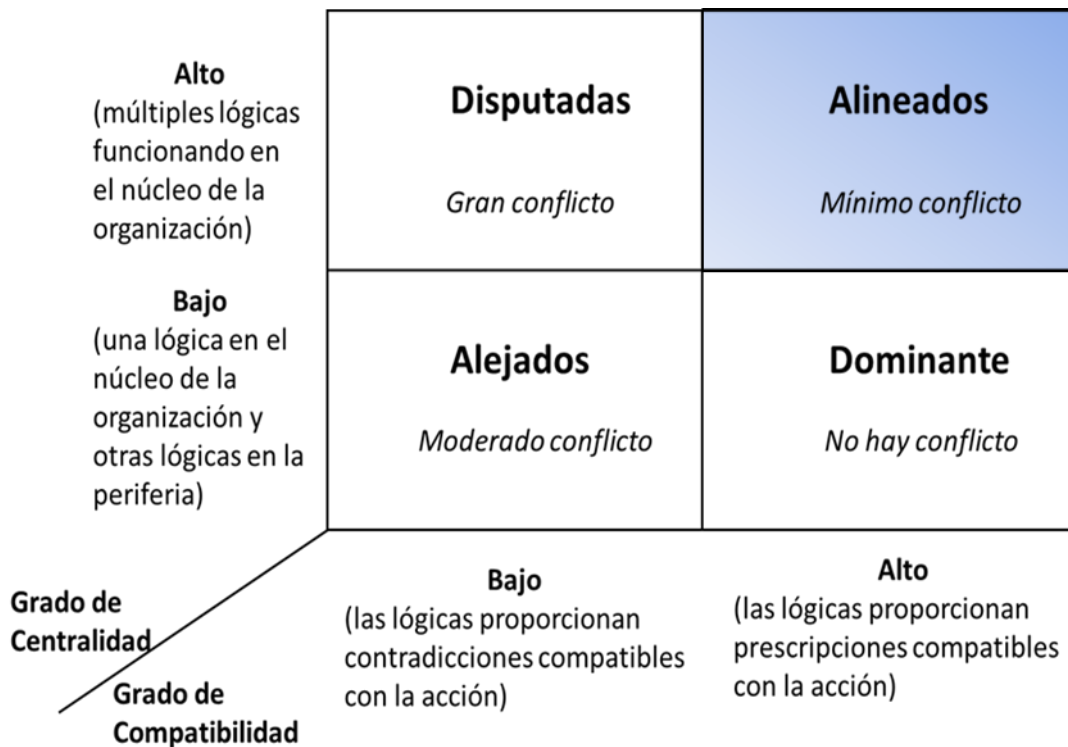


FIG. 11 RELACIONES DE CENTRALIDAD Y COMPATIBILIDAD<sup>82</sup>

Finalmente en Telefónica las lógicas correspondientes a la centralidad y a la compatibilidad junto con el isomorfismo institucional, produjo la integración y/o absorción, por parte de las Direcciones Centrales de la División de Informática integrando los distintos departamentos en que estaba compuesta, en las que se correspondían en las Direcciones Centrales con la excepción del departamento de I+D que continuaba evolucionando el sistema Tesys-B, pero al depender de otro departamento se forzaron cambios que hicieron inviable el proyecto con la consecuente desaparición del sistema Tesys. Después de esta absorción la compañía Telefónica empezó a comprar equipos a diferentes fabricantes de multinacionales, inicialmente a Nortel Telecom y posteriormente a Cisco Systems.

<sup>82</sup> (Besharov & Smith, September 2014).

#### 6.4 Telefónica “Caso de éxito”

En Telefónica, este nuevo sistema de comunicaciones de datos fue posible por la modificación de la lógica institucional de la compañía, ya que como cualquier PTT era una compañía centralizada y burocratizada, y desde los Departamentos Centrales no se apostaba por este nuevo sistema. Esta apuesta convirtió a Telefónica, en un caso de éxito por los siguientes motivos: 1) inicialmente un éxito económico, ya que si esta parte no hubiese tenido éxito seguramente no se hubiese desarrollado en su totalidad, 2) un éxito efectuado en la gestión en la propia Telefónica, creando un departamento independiente para que pudiera desarrollar la RETD con el protocolo RSAN, que favoreció el desarrollo de las redes de datos, 3) un éxito en exportar la tecnología a diferentes países, 4) un éxito en la gestión dentro del CCITT, junto con PTT de otros países, para la creación de un protocolo estándar, el X.25, 5) un éxito en facilitar el acceso de los usuarios finales a las redes de datos que vieron las ventajas que les proporcionaba, 6) un éxito al facilitar el acceso a bases de datos a todos los usuarios que lo necesitasen, únicamente por medio de un módem, que con la anterior tecnología habría sido imposible acceder.

En este periodo de tiempo, Telefónica pasó de ser un operador de voz y transmisión de datos por conmutación de circuitos como todos los operadores de los distintos países, para convertirse en un operador global de comunicaciones por medio del nuevo servicio de transmisión de datos por conmutación de paquetes, ya que era el único operador que ofrecía estos servicios comercialmente.

#### 6.5 Contribución de la tesis

El estudio del caso en que se basa esta tesis, pone en evidencia que Telefónica tomó ciertas decisiones de gestión que permitieron tener éxito en la implantación de la transmisión de datos con la tecnología de conmutación por paquetes. En el trabajo de investigación se ha usado la lógica institucional para poder analizar las decisiones que se tomaron en Telefónica. Todo ello, para estudiar el impacto tecnológico de la nueva tecnología en esta organización.

Como respuesta a las preguntas de investigación que se formulan en este trabajo (ver sección 1.2.2., *“Impacto de las tecnologías disruptivas en compañías establecidas”*).

- ¿Hasta qué punto una compañía establecida puede asimilar una disrupción tecnológica?
- ¿Hasta qué punto esta asimilación se puede convertir en una ventaja competitiva?
- ¿Hasta qué punto esta ventaja competitiva puede proporcionar (o renovar) las posiciones de liderazgo competitivo en un mercado concreto?

El estudio del caso de Telefónica, nos ha permitido, por medio de la teoría de la lógica institucional, describir como Telefónica pudo ofrecer un nuevo servicio de transmisión de datos por conmutación de paquetes a sus clientes modificando diferentes partes de la compañía. En primer lugar modificar la parte estructural de la compañía con la creación de la División de Informática, con una lógica institucional independiente de las Direcciones Centrales de la compañía, esta decisión se demostró que fue absolutamente necesaria para el desarrollo del nuevo servicio, puesto que creció con un modelo propio, que produjo un desarrollo que hubiese sido imposible con los modelos existentes en Telefónica.

En la investigación que se ha efectuado se demuestra que Telefónica efectuó un gran avance en la transmisión de datos, en primer lugar a nivel conceptual adelantándose a todas las PTT del mundo, durante el periodo que va desde 1969 a 1992, al ofrecer comercialmente el servicio de transmisión de datos por conmutación de paquetes, para ello desarrolló el software necesario para que equipos de propósito general efectuaran la conmutación de paquetes, y finalmente efectuando la fabricación de equipos propios, el Tesys, y en segundo lugar propició, que las comunicaciones de datos no solo las utilizaran las grandes empresas, sino que el gran público viera su utilidad y comenzara a utilizarlas, permitiendo conexiones a bases de datos por medio de la red telefónica conmutada a través de módems, lo que se tradujo en un gran crecimiento de conexiones a la red de datos tal como se aprecia en la figura 6.

Esto se puede estimar en la figura 12, elaborada por Louis Pouzin en 2009, donde se puede apreciar que considera a la CTNE (Telefónica) como el inicio de las comunicaciones de datos por conmutación de paquetes.

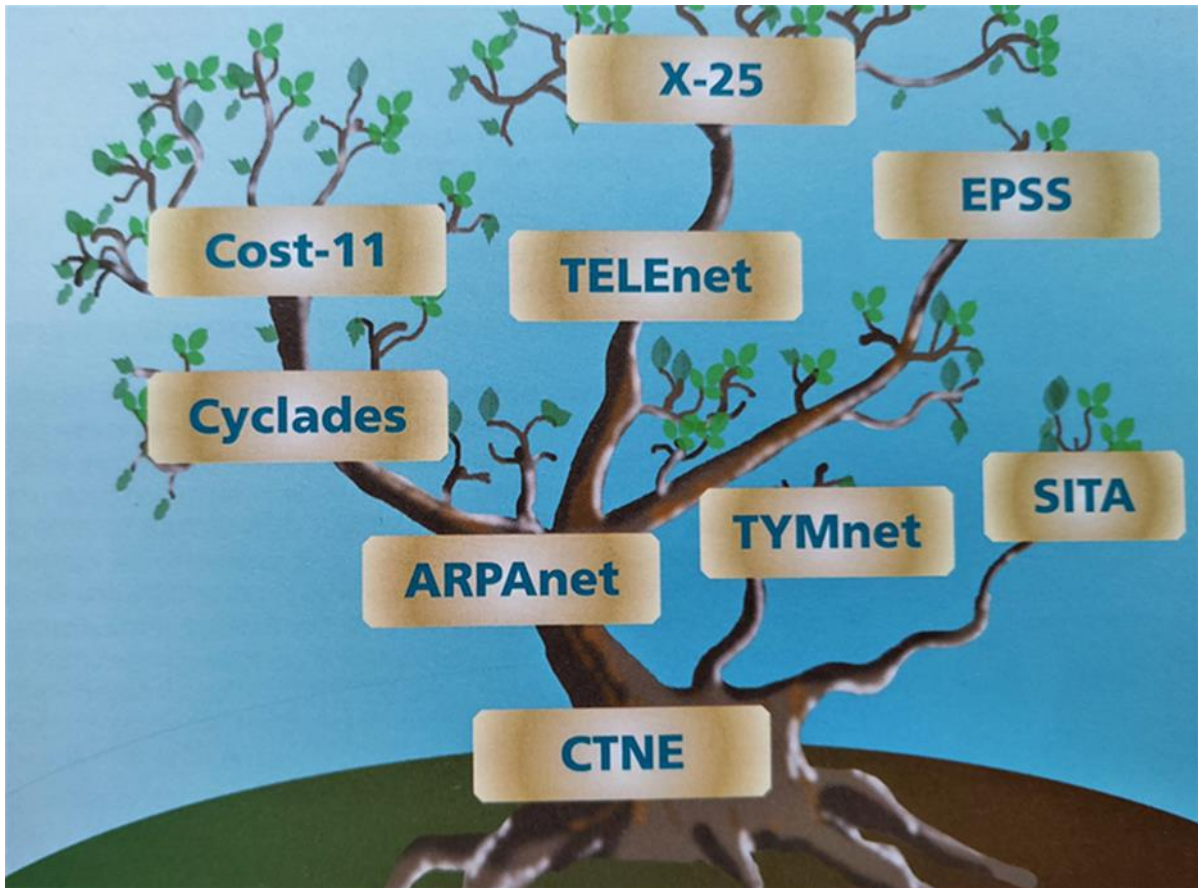


FIG. 12 INICIO DE LAS COMUNICACIONES DE DATOS POR CONMUTACIÓN DE PAQUETES <sup>83</sup>

Este es un tema novedoso y muy interesante que describe un periodo de las comunicaciones de datos que permanecía oculto, donde Telefónica fue pionera en todo el mundo con respecto al servicio de transmisión de datos por conmutación de paquetes a nivel comercial, ya que era el único operador que ofrecía este servicio, puesto que se estaba utilizando la transmisión de datos por conmutación de paquetes únicamente a nivel universitario, con la recién creada, red ArpaNet<sup>84</sup>.

Telefónica contribuyó al desarrollo de un nuevo sistema de comunicaciones de datos con la creación de una nueva red de datos, RETD, utilizando una tecnología de conmutación de paquetes. Con este esfuerzo favoreció la evolución de las comunicaciones de datos, que inicialmente utilizaba una tecnología propia de

<sup>83</sup> Louis Pouzin 2009 (Veà, 2013).

<sup>84</sup> Stanford, UCLA, UCSB y Utah.

conmutación de paquetes, que exportó a varios países en el mundo<sup>85</sup>, cuando el único tipo de transmisión de datos utilizado, era por medio de conmutación de circuitos.

Este desarrollo se realizó durante un periodo de tiempo que va desde los inicios de las comunicaciones de datos por conmutación de paquetes, en 1971, hasta que el CCITT desarrolló la recomendación del protocolo X.25 en las comunicaciones de datos en 1985, aunque en 1982 Telefónica ya lo estaba utilizando (Varios Autores, Memorias Anuales de Telefónica, 1924-1995), lo adoptó y configuró sus equipos Tesys para que funcionaran junto con el protocolo RSAN.

Esta nueva red fue un reto que modificó toda la percepción de las comunicaciones de datos, y obligó a los organismos internacionales<sup>86</sup> UIT y CCITT a elaborar un protocolo estándar, el X.25, para evitar que cada PTT de cada país, creara su propio estándar, evitando así los problemas que entonces había en las comunicaciones internacionales, con respecto a las normativas administrativas, técnica y legales existentes en los diferentes países.

El personal de Telefónica, que ostentaba la vicepresidencia del CCITT, colaboró junto con representantes de Inglaterra, Francia, Japón, España, EEUU, Canadá, Suecia, Alemania, Italia hasta un total de 15 naciones<sup>87</sup>, en las reuniones de trabajo que se efectuaban mensualmente, para poder formalizar las contribuciones, que de forma conjunta que llevaron al desarrollo del protocolo X.25. Los resultados de las mismas, se llevaban a las reuniones generales y plenarias del CCITT, pero la coordinación que tenía este grupo de trabajo, hacía que aprobara todo lo que se presentaba, ya que el resto de países que asistían a estas reuniones desconocían el trabajo realizado.

---

<sup>85</sup> Países como Canadá, Noruega, Suecia, EEUU, Italia, Grecia, Túnez, Argentina, Chile, México, Ecuador, Paraguay, Brasil, Perú, Colombia, Japón, Kuwait, y Tailandia.

<sup>86</sup> Capítulo 3 de la tesis "Lógica institucional de Telefónica".

<sup>87</sup> Ver apartado 8.13.9 Entrevista al Sr. Luis Lavandera Sánchez

## 7. CONCLUSIÓN

### 7.1 Sinopsis

Esta tesis estudia y analiza como una compañía establecida pudo asimilar una tecnología disruptiva y de esta manera convertir su impacto en un factor competitivo que la llevó a posiciones de liderazgo competitivo global. Para ello, se expone la transformación institucional de la compañía Telefónica a través de la evolución tecnológica, en los inicios de la transmisión de datos por conmutación de paquetes en España, hasta la creación de un protocolo estándar, el X.25, por parte del CCITT, con la colaboración de personal de Telefónica, que ostentaba la vicepresidencia del CCITT, junto con personal de un reducido grupo de PTT, contribuyendo conjuntamente al desarrollo del protocolo X.25, que se expuso en la reunión plenaria de 1985 para su aprobación por parte de todos los miembros del CCITT. Este avance tecnológico obligó a Telefónica por una parte a habilitar sus equipos Tesys, para que pudieran soportar el protocolo propietario, RSAN, junto con el estándar, X.25, y por otra facilitó las conexiones de datos por conmutación de paquetes.

Esta transformación se produjo debido a las necesidades que tenía la compañía en ofrecer a sus clientes un servicio de transmisión de datos más ágil. Para ello los ingenieros de Telefónica diseñaron una red análoga a ArpaNet, pero ajustada a las necesidades propias de la compañía Telefónica. Este adelanto en la transmisión de

datos, obligó al CCITT y la UIT a crear un protocolo estándar el, X.25, para evitar que cada PTT creara su propio protocolo de comunicaciones de datos.

Para la realización de la tesis se ha buscado información, en manuales técnicos y en las memorias anuales de Telefónica que se publicaron durante todo el periodo de tiempo que duró el proceso, en el COIT, en la Fundación Telefónica, en revistas especializadas, en artículos de congresos tanto nacionales como internacionales, etc. También se han efectuado personalmente y de forma presencial, entrevistas en formato de video, en Barcelona, Madrid y Valencia, a personas, tanto del ámbito académico como de la empresa, que hicieron posible este nuevo sistema de comunicaciones, personas que nos han dado una visión y unos datos que hubieran sido imposible de obtener en los documentos que se han encontrado del proceso, estas entrevistas se han transcrito en formato “.docx”, y están todas contenidas en el anexo 8.13 de la tesis.

En la tesis se ha realizado, por una parte, un análisis desde la perspectiva de la lógica institucional para poder comprender los efectos que provocaron los cambios tecnológicos en la estructura institucional de la compañía y, por otra parte, un análisis de los propios cambios tecnológicos que se produjeron, y su impacto tecnológico.

Desde la perspectiva de la lógica institucional se ha considerado el marco teórico propuesto por Thornton y Ocasio (Thornton & Ocasio, November 2008), evaluando elementos estructurales, normativos y simbólicos, con los que se han podido describir aspectos de Telefónica, como la cultura institucional, su organización, las relaciones con el poder, etc. A través de ellos se ha descrito el proceso que llevó al presidente de Telefónica, Antonio Barrera de Irimo, haciendo las funciones de empresario institucional (Thornton, Jones, & Kury, July 2005), llevar a cabo un cambio institucional para poder desarrollar la transmisión de datos por conmutación de paquetes, para ello vio necesario la creación de la División de Informática que trabajaba de forma totalmente independiente en todos los aspectos, cómo la organización, el personal, el comercial, el marketing, la ingeniería, I+D, etc. de las Direcciones Centrales.

Visto desde la lógica institucional la decisión de tener lógicas diferentes fue lo que proporcionó el éxito del proceso, ya que el nuevo departamento, la División de Informática, pudo integrar los tres elementos necesarios y complementarios para poder funcionar, como son el estructural, el normativo, y el simbólico, tal como lo describe Thornton y Ocasio (Thornton & Ocasio, November 2008). Este hecho produjo un gran impacto tecnológico en la sociedad ya que se vio la utilidad de la transmisión de datos para poder comunicarse y obtener informaciones de una manera sencilla y económica,



puesto que se necesitaba únicamente un módem conectado a la línea telefónica, que no era una línea de datos dedicada para el usuario, y a través de ella se conectaba a la RETD, y esta era la encargada de enviar el mensaje a su destino. Posteriormente se pudo comprobar que Telefónica no estaba preparada para esta heterogeneidad de lógicas por lo que apareció una situación organizativa diferente en el proceso, que se ajusta a los parámetros descritos en el isomorfismo institucional definidos por DiMaggio y Powell (DiMaggio & Powell, *The Iron Cage Revisited: Institutional Isomorphism and Collective Rationality in Organizational Fields*, January 1983), que acabaron produciendo una homogeneización.

En la perspectiva tecnológica se describe como se creó la red RETD y el protocolo RSAN para funcionar en primer lugar, con equipos de propósito general y posteriormente con equipos creados explícitamente para la conmutación de paquetes, el Tesys. También se analiza el proceso que le llevó a convertirse en el primer operador mundial en ofrecer comercialmente el servicio de transmisión de datos por conmutación de paquetes a sus clientes, en contraposición a lo que hacían todas las PTT. Hay que considerar que todo este proceso de creación de la RETD y el protocolo RSAN, lo efectuaron únicamente ingenieros de Telefónica ya que Telefónica consideró este proyecto como crítico para la compañía.

Los resultados, que se han obtenido del estudio, han demostrado que fueron mejor de lo esperado en todos los aspectos, en el económico que se puede apreciar en la figura 9, en la evolución de las comunicaciones de datos representado en la figura 6, así como en el de presencia y reconocimiento a nivel internacional con influencia en la toma de decisiones del CCITT y la UIT donde personal de Telefónica llegó a ser vicepresidente del CCITT<sup>8889</sup>

Todo ello, puede ser explicado a través de la teoría de la lógica institucional. En este escenario en el que había una heterogeneidad de lógicas institucionales en Telefónica, aunque inicialmente no hubo problemas, con el tiempo acabó apareciendo una situación incómoda y bajo la presidencia de Luís Solana, que su prioridad era el saneamiento financiero (Solana, Noviembre 1986), solucionó esta situación con parámetros de isomorfismo institucional descritos por DiMaggio y Powell (DiMaggio & Powell, *The Iron Cage Revisited: Institutional Isomorphism and Collective Rationality in Organizational Fields*, January 1983), provocando una homogeneización en Telefónica con la integración de los departamentos de la “División de Informática” en los departamentos

---

<sup>88</sup> Luis Lavandera Sánchez fue vicepresidente del CCITT desde 1978-1990.

<sup>89</sup> Ver 8.13.9 Entrevista al Sr. Luis Lavandera Sánchez

de las “Direcciones Centrales”, dejando de invertir en el sistema Tesys, ocasionando así su desaparición y sustituyéndolo por equipos de otros fabricantes. En definitiva, la teoría de la lógica institucional nos permite vislumbrar que, en el inicio, la asimilación de la tecnología disruptiva pasó por la creación de nuevas lógicas institucionales, la División de Informática, a través de la figura del empresario institucional que desempeñó el presidente Antonio Barrera de Irmo. Pero, al final, la asimilación del impacto tecnológico no se hubiera podido completar si no hubiera existido el proceso de la homogeneización de las lógicas institucionales que, desde una perspectiva heterogénea, se habían instalado en Telefónica.

Con la RETD y el protocolo RSAN, las comunicaciones de datos cambiaron, de manera que, si internet fue el cambio definitivo de las comunicaciones de datos para cualquier usuario, Telefónica inició el camino del cambio para las comunicaciones de datos de las empresas y los usuarios, que vieron la utilidad de esta nueva tecnología. Todo este proceso de Telefónica, referente a la creación de la red RETD con el protocolo RSAN podríamos decir, que fue el inicio de la tecnología de la información.

## 7.2 Implicaciones del proceso

Este proceso tuvo implicaciones en todos los ámbitos, por una parte, estaba la parte teórica que se consideró al diseñar los procesos que se siguieron para llegar a la creación del nuevo sistema de comunicaciones de datos, por otra parte, como se puso en práctica este proceso, y finalmente también está la parte tecnológica del proceso.

Con respecto a la parte teórica se consideraron aspectos, cómo se podía crear una nueva lógica institucional que no afectara a la organización de la empresa tanto a nivel de resultados como de personal, con el fin de que no hubiese una competición para obtener mejores resultados, para ello se creó la División de Informática totalmente ajeno a la lógica institucional de Telefónica<sup>90</sup> (Durand, Berangere, Jourdan, & Thornton, Jaunary 2013).

---

<sup>90</sup> Durand, Berangere, Jourdan, & Thornton (2013). “En la sociedad, a medida que las organizaciones instancian las lógicas disponibles. Según este punto de vista, la camisa de fuerza de las lógicas institucionales y el isomorfismo se afloja un poco, permitiendo simultáneamente la inscripción de lógicas dentro de un contexto cultural de orden superior, y los determinantes estratégicos ganan importancia en la explicación del cambio institucional. En particular, la visión de que la lógica del mercado domina los diversos sectores institucionales del Estado, la familia o las profesiones está modulada por la posibilidad de que algunas organizaciones utilicen una lógica de mercado en combinación con su lógica institucional original, en lugar de sustituirla.” (Durand, Berangere, Jourdan, & Thornton, Jaunary 2013), (p. 30).

En la parte práctica hay que considerar que se partía del punto, en el que en Telefónica había una lógica institucional con una alta centralidad, puesto que la estructura de la empresa era piramidal, había un presidente, Antonio barrera de Irimo, un director general, y directores generales adjuntos, y después de ellos estaban las Direcciones de los diferentes departamentos de la compañía, todos las Direcciones tenían funciones diferentes y compatibles entre ellos, estando interrelacionados y entrelazados con una lógica institucional propia.

Por otra parte, la creación de la División de Informática que funcionaba de forma totalmente independiente, también tenía una lógica institucional con una alta centralidad ya que había un director, Ignacio Vidaurrázaga, con sus departamentos, que estaban también interrelacionados y entrelazados con una lógica institucional propia.

El único elemento que les diferenciaba era que los servicios que ofrecían no estaban en competencia directa con los servicios que ofrecían las Direcciones Centrales, por lo que tenían una alta compatibilidad.

Con este contexto hay que considerar que el presidente de Telefónica que estaba en este periodo, Antonio Barrera de Irimo, actuó como un empresario institucional considerando un proyecto a largo plazo, puesto que vio el futuro de las comunicaciones de datos, y se arriesgó, creando la División de Informática, en contra de las opiniones de sus directivos, ya que estos como el resto de las PTT, no creían en este tipo de transmisión de datos, la consideraban que era únicamente para comunicaciones de las universidades y/o investigación.

Este emprendimiento institucional le dio la razón convirtiendo la compañía Telefónica en un referente mundial en las comunicaciones de datos, y a la vez en una ventaja para poder ofrecer este sistema a diferentes PTT de diferentes países.

Este presidente, Antonio Barrera de Irimo, se implicó personalmente en el proyecto, dando todas las facilidades para que pudiese ser operativo, entre ellas el hecho de no depender del resto de Departamentos Centrales.

Este punto es muy importante ya que en primer lugar situó a Telefónica en el mundo, en segundo lugar, pudo influir en la CCITT y la UIT en la creación de un nuevo protocolo, el X.25, consiguiendo que personal de Telefónica estuviera en los centros de decisión internacionales, y en tercer lugar exportar este sistema a un gran número de países, como Canadá, Noruega, Suecia, EEUU, Italia, Grecia, Túnez, Argentina, Chile, México, Ecuador, Paraguay, Brasil, Perú, Colombia, Japón, Kuwait, y Tailandia.

Con estas circunstancias, Telefónica empezó con esta nueva transmisión de datos, con una gran ventaja competitiva, donde los demás operadores tuvieron que seguir su estela, puesto que además de desarrollar el sistema creó equipos propios de conmutación de paquetes.

Esta ventaja competitiva hizo que el negocio de transmisión de datos que inicialmente únicamente lo utilizaban los bancos y las grandes corporaciones, lo acabara utilizando cualquier empresa y el gran público por medio de un simple módem, esto le produjo unos ingresos que no se hubiesen podido producir sin la creación de este nuevo sistema de transmisión de datos, tal como se puede apreciar, en la figura 9, la rápida evolución de las conexiones de datos en este periodo.

La exportación de tecnología a otros países con este sistema de transmisión de datos, junto con el aumento de las conexiones internas, aumentó el negocio y los ingresos de Telefónica.

Así mismo podemos apreciar que la visión que tuvo Antonio Barrera de Irimo le ha dado la razón ya que actualmente el tráfico de datos es más importante que el tráfico de voz.

Posteriormente con otro presidente, Javier Solana, Telefónica se encontró con una heterogeneidad de lógicas institucionales tenían unas mínimas diferencias organizativas entre ambos Departamentos de la compañía. Esta situación hacía posible efectuar un isomorfismo institucional<sup>91</sup> (DiMaggio & Powell, The Iron Cage Revisited: Institutional Isomorphism and Collective Rationality in Organizational Fields, January 1983), cuyo resultado fue la integración de los departamentos de la División de Informática en las Direcciones Centrales consumando una homogeneización de la compañía.

Con respecto a la parte tecnológica hay que considerar los inicios de la RETD, desde su concepción hasta su desarrollo. Para ello ha habido que buscar aspectos que llevaron a decidir por esta tecnología de transmisión de datos por conmutación de paquetes, una tecnología que era una evolución orientada a las características de Telefónica, de una tecnología de transmisión de datos que se estaba desarrollando en las cuatro universidades de EEUU<sup>92</sup>, para poder transmitir datos entre ellas, que finalmente fue internet.

---

<sup>91</sup> Isomorfismo Institucional descrito por DiMaggio y Powell (DiMaggio & Powell, The Iron Cage Revisited: Institutional Isomorphism and Collective Rationality in Organizational Fields, January 1983).

<sup>92</sup> Stanford, UCLA, UCSB y Utah.



Telefónica consideró este proceso como crítico para la compañía por lo que existen muy pocos documentos publicados durante la creación del sistema de transmisión de datos por conmutación de paquetes.

Se han encontrado “*papers*” de congresos, nacionales e internacionales, que describen la RETD con el protocolo RSAN, que presentaron los ingenieros de Telefónica que la crearon y desarrollaron, así como artículos de revistas especializadas de la época, nos dan una descripción del sistema de transmisión de datos por conmutación de paquetes de la RETD.

El personal de las universidades quería colaborar, pero Telefónica no permitió que conocieran las investigaciones más que los ingenieros de Telefónica implicados, por lo que no existen publicaciones en las universidades.

Las entrevistas que se han efectuado a personas que estuvieron en los inicios y su posterior desarrollo, han dado su versión de los hechos, y han ayudado a centrar temas.

Asimismo, se ha buscado información en todas las memorias que publica anualmente Telefónica en las que ha habido que ir desgranando la información publicada que correspondía a la RETD que se publicaba desde los inicios del proceso hasta su final.

Para confeccionar las lógicas institucionales que utilizó, se ha buscado en primer lugar, información en memorias anuales publicadas en Telefónica, y posteriormente en los libros “La Historia de Telefónica” de Ángel Calvo (Calvo A. , Historia de Telefónica 1, 2010) (Calvo A. , 2016), y en los libros “Crónicas y testimonios de las telecomunicaciones españolas” de Cesar Rico (Rico & y otros, 2006), entre otros, ya que no existe un documento que describa la lógica institucional que se utilizó. A través de ellos se ha podido construir un marco teórico, que está descrito en el capítulo 2 de esta tesis, a través del cual se han podido definir las lógicas institucionales que se utilizaron, así como poder describir las maniobras que efectuó el presidente de telefónica como empresario institucional, para que las ideas que tenía, junto con los consejos que le dieron sus asesores, se pudiera llevar a la práctica el novedoso sistema de transmisión de datos por conmutación de paquetes.

Con respecto a la metodología que se ha empleado se han encontrado diferentes limitaciones, por un lado la información en la que al no haber publicaciones durante la creación del proceso, por considerarse este crítico para Telefónica, su existencia es muy escasa, incluso en el COIT, cuando se habló con ellos indicaron que la documentación de estos años la habían eliminado. Así mismo se han encontrado “*papers*” y artículos en revistas, en los que se describe el sistema, pero no durante su creación, con la

excepción de los documentos internos que he obtenido que describen algo de su proceso de creación. Otro aspecto en el que han existido limitaciones ha sido el de las entrevistas a personas relevantes en el proceso, ya que alguno ya había muerto, otro tenía alzhéimer, otro se murió después de la entrevista, y alguno otro que no se ha podido localizar.

## 7.4 Trabajo futuro

Para un trabajo futuro hay que considerar que todas las PTT del mundo estaban básicamente interesadas en la gestión de la automatización de las comunicaciones de voz, y la transmisión de datos se efectuaba totalmente por conmutación de circuitos, este es un dato que hay que tener en cuenta ya que todos los países tenían esta prioridad, pero la gestión se efectuaba de forma individualizada a sus intereses. En la figura 14, se puede apreciar en qué nivel de automatización estaban una serie de países (Varios Autores, Memorias Anuales de Telefónica, 1924-1995).

En diciembre de 1971, Telefónica empezó a proporcionar la transmisión de datos por conmutación de paquetes. Hay que considerar esta fecha, ya que es un momento en el que las operadoras, PTT, tenían una gestión y un negocio establecido con unas características particulares de cada país, y después de esta fecha, esta cambió en la gestión de Telefónica, con la creación de una División de Informática para la gestión de la transmisión de datos por conmutación de paquetes, con una gestión y una lógica institucional diferente de la que había en las Direcciones Centrales.

Este acontecimiento, sería conveniente estudiar ya que tuvo que efectuar un cambio organizativo en todas las PTT, puesto que vieron una oportunidad de negocio que antes no existía y tampoco les interesaba que una compañía como Telefónica acaparara el mercado.

Esto impulsó a todas las PTT a obligar al CCITT y la UIT que crearan un estándar que sirviera para todos, que fue el estándar X.25.

**PAISES CON MAS DE 1.000.000 DE TELEFONOS EN SERVICIO**  
DATOS REFERIDOS AL 1.º DE ENERO DE CADA AÑO (\*)

	Teléfonos en servicio (1-1-1971)	Teléfonos en servicio (1-1-1970)	Por 100 de crecimiento en el último año	Teléfonos por 100 habitantes	Por 100 de teléfonos automáticos
Estados Unidos	120.218.000	115.222.000	4,3	58,35	100,0
Japón (2)	26.233.360	23.131.688	13,4	25,14	91,8
Gran Bretaña (2)	14.966.748	13.947.000	7,3	26,68	98,8
Alemania, R. F.	13.834.827	12.456.268	11,1	22,43	100,0
U. R. S. S. (4)	11.000.000	—	—	4,51	86,4
Canadá	9.752.537	9.296.048	4,9	45,23	98,8
Italia	9.368.732	8.528.354	9,9	17,38	100,0
Francia	8.774.261	8.114.041	8,1	17,19	82,2
ESPAÑA (3)	4.604.368	4.126.363	11,6	13,56	82,0
Suecia	4.505.802	4.306.905	4,6	55,67	99,9
Australia (1)	3.913.167	3.598.692	8,7	31,18	91,1
Holanda	3.409.842	3.120.766	9,3	26,00	100,0
Suiza	3.025.779	2.846.535	6,3	48,26	100,0
Alemania, R. D.	2.089.216	1.986.190	5,2	12,11	100,0
Bélgica	2.018.827	1.936.814	4,2	20,83	100,0
Checoslovaquia	2.003.421	1.895.229	5,7	13,82	94,8
Brasil	2.000.726	1.787.000	12,0	2,17	91,2
Polonia	1.867.086	1.756.248	6,3	5,67	86,0
Argentina	1.746.015	1.668.426	4,7	7,17	94,3
Dinamarca	1.696.765	1.599.952	6,1	34,42	93,4
Sudáfrica (2)	1.553.825	1.482.299	4,8	7,06	79,2
Méjico	1.507.363	1.327.702	13,5	2,97	93,6
Austria	1.427.333	1.334.339	7,0	19,29	99,3
Nueva Zelanda (2)	1.262.427	1.202.590	5,0	44,14	88,1
India	1.245.352	1.159.519	7,4	0,23	80,5
Finlandia	1.180.785	1.089.700	8,4	25,21	91,2
Noruega	1.144.795	1.090.662	5,0	29,41	84,2
Grecia	1.004.777	881.003	14,0	11,96	97,7

(1) Datos referidos a junio del año anterior.  
 (2) Datos referidos a 31 de marzo de cada año.  
 (3) En 1.º de enero de 1972, los datos para España son: teléfonos en servicio, 5.129.501; crecimiento en 1971, 12,3 por 100; teléfonos por 100 habitantes, 15,02; tanto por ciento de teléfonos automáticos, 82,3.  
 (4) Sin datos en 1971.  
 (\*) Datos del «World's Telephones», año 1971.

FIG. 14 PORCENTAJE DE AUTOMATIZACIÓN DE LAS COMUNICACIONES DE VOZ EN 1971 <sup>93</sup>

Habría que ir describiendo los procesos que efectuaron los respectivos países por medio de la lógica institucional, cuando verificaron la viabilidad de este nuevo sistema de comunicaciones de datos, como variaron sus procedimientos, así como influyeron en la CCITT para que desarrollara un protocolo estándar.

Este estudio sería un complemento, en el que se podría apreciar una evolución global de las comunicaciones de datos antes de la aparición del protocolo TCP/IP utilizado finalmente por Internet.

<sup>93</sup> (Varios Autores, Memorias Anuales de Telefónica, 1924-1995).



## 8. ANEXOS

### 8.1 Evolución de Telefónica

El teléfono inicia sus pasos en el siglo XIX en EEUU donde A.G Bell logra patentar el invento, aunque el inventor del mismo fue Antonio Meucci, que inicialmente ya se le intuyó una gran explotación comercial. En Europa inicialmente se dependía de las Direcciones Estatales de Telégrafos sin mucho interés, por lo que dejaron que compañías privadas lo explotaran.

Con posterioridad los estados les compraron las redes y lo convirtieron en monopolio o bien mantenían un control estatal conservando una gran parte de sus acciones, en este grupo es donde estaba Telefónica. Aun así, continuaba bajo el control del cuerpo de correos y telégrafos, con lo que su despegue continuó siendo lento por la burocracia gubernamental que limitaba la inversión para poder implantar el teléfono al gran público.

Barcelona fue el epicentro de las principales iniciativas de telefonía con la Sociedad Española de Electricidad (SEE), que posteriormente se refundó en la Sociedad General de Teléfonos (SGT).

Con aportaciones de capital inglés se fundó en 1894 la Compañía Peninsular de Teléfonos (CPT) con lo que extendían la red con líneas interurbanas, CPT compró la red urbana de Madrid creando una nueva empresa, la Compañía Madrileña de Teléfonos (CMT), pero el problema que existía era el de la interconexión interurbana por

lo que el Gobierno impulsó estas redes por medio de la iniciativa privada, a pesar de la oposición del Cuerpo de Telégrafos.

Debido a la iniciativa privada el teléfono prosperó básicamente en las grandes ciudades y en las zonas industriales.

Así mismo debido a la poca inversión que efectuaban los propietarios de la red de telefonía ya que se dedicaban mayoritariamente a los beneficios, la red se fue degradando por lo que el gobierno presentó un plan de reforma y ampliación del servicio telefónico en España el 19 de abril de 1924 que tenía que decidirse el 11 de mayo de 1924, a ello se presentaron tres ofertas, la sueca Ericsson, la alemana Siemens&Halske y la New Antwerp Telephone and Electrical Works perteneciente a un Grupo Belga.

El Gobierno de España de Primo de Rivera con la Real Orden del 11 de mayo de 1924 decidió crear la concesión a *“una sociedad española dirigida por españoles”* adjudicando el servicio de teléfonos a la empresa privada en régimen de monopolio, por lo que quedaban excluidas todas las ofertas presentadas, pero este plan había sido diseñado por la International Telegraph and Telephone Co. (ITT)<sup>94</sup> para tener el control de la red de telefonía de España, ya que había negociado anteriormente ITT con el gobierno un plan de reordenamiento del servicio telefónico.

En este punto quedó que CTNE era una empresa semipública abastecida por una empresa privada.

ITT intentó efectuar el mismo esquema de España en el resto de Europa, pero las PTT de los diferentes países lo descartaron por diferentes motivos con alguna pequeña excepción.

Durante la guerra civil en España como consecuencia del golpe de estado de del general Franco, CTNE apoyó por su supervivencia, a ambos bandos en los que estaba la guerra, pero al concluir la misma los vencedores no estaban de acuerdo en que hubiesen ayudado al bando republicano y se empezaron discusiones con el contrato de ITT con CTNE, queriendo el gobierno expulsar a todo el personal americano de la compañía.

El gobierno indicaba que en 1944 los servicios eran peores que en 1939, y después de múltiples discusiones entre partidarios y contrarios dentro de la CTNE, el gobierno a través de una delegación oficial requirió a CTNE el cumplimiento del reglamento de 21

---

<sup>94</sup> ITT: cuyo fundador S. Behn gestiono durante los dos años anteriores una negociación con el gobierno para adjudicarse la telefonía española.

de noviembre de 1929 que indicaba que la mayoría de las acciones deberían pertenecer a españoles.

Con esta premisa, el 8 de mayo de 1945, ITT vendía al Estado español la mayoría de las acciones que tenía de CTNE, quedándose una participación minoritaria y un compromiso de asistencia técnica, con lo que la CTNE pasaba a ser una empresa nacionalizada.

En este momento la CTNE tenía las siguientes características:

- Era un monopolio con la mayoría de capital privado.
- Era una empresa independiente del grupo de telégrafos y correos.
- Relacionaba el servicio con participaciones en empresas industriales.

Debido a la dependencia del estado, había una relación difícil ya que se enfrentaban dos visiones, por una parte, seguir las recomendaciones del estado y por otra las del mercado, y con las presiones del momento se optó por seguir las recomendaciones que hacía el delegado del estado respecto a las revisiones de las tarifas, que eran inferiores a los otros países del entorno, por lo que la CTNE perdió unos años de expansión que implicaron posteriormente problemas de financiación.

Durante el periodo de 1945 a 1975 la CTNE estuvo supeditada al contrato con el estado que gestionaba los intereses empresariales a los designios del régimen franquista, supeditando los intereses de la compañía a los intereses del estado y obstaculizando cualquier propuesta de la CTNE. Con estas decisiones, y aunque la CTNE aumentó el dimensionado de la red sin tener en consideración la demanda de los usuarios y centrándolo en áreas industriales, la red quedó totalmente desequilibrada, por lo que las solicitudes de servicio telefónico de los usuarios eran desatendidas frente a las necesidades de la ciudadanía.

Aunque en 1975 se aprobó un incremento de las tarifas que el gobierno no censuró, con las intervenciones que el gobierno había efectuado anteriormente, los recursos financieros de la CTNE continuaban siendo insuficientes debido a las tarifas reducidas que había estado soportando y a los costes de fabricación que se habían incrementado.

También había que tener en cuenta la densidad de teléfonos entre los países que era totalmente dispar e iba desde los 35 a 9.5 teléfonos por 100 habitantes según el país.

Entre los años 50 y 60 las comunicaciones transoceánicas por cables submarinos empezaron a ser importantes, efectuando a finales de 1953 una conexión desde Europa

a EEUU, que era la potencia mundial en aquel momento, y los países occidentales llegaron a acuerdos para afrontar los costos que las comunicaciones necesitaban.

En referencia a España, debido a su situación estratégica, a través de las islas Canarias efectuó conexiones con Sudamérica y EEUU, y a través del Mediterráneo, conexiones con países europeos y africanos.

En los años 60 empezaron las comunicaciones por medio de satélites creándose el Consorcio Internacional de Telecomunicaciones por Satélite (INTELSAT), pero España quedó al margen hasta que el gestor de comunicaciones por satélite de EEUU, COMSAT<sup>95</sup>, consideró que las islas Canarias era un punto excelente para las comunicaciones del proyecto Apolo de la NASA, por ello la CTNE aprovechó la oportunidad para incorporarse al proyecto de las comunicaciones por satélite con unas perspectivas futuras de mejores comunicaciones con Hispanoamérica con una reducción de las tarifas internacionales.

Durante este tiempo empezaron a aparecer los semiconductores y se pasó de las válvulas a los semiconductores por lo que se podían transmitir más comunicaciones en el mismo ancho de banda, lo que favoreció la transmisión de señales tanto de voz como de datos.

En los años sesenta Telefónica empezó a recibir peticiones de circuitos para la transmisión de datos, con circuitos permanentes, pero tenían el problema que eran lentos y muy caros, también se utilizaban los circuitos telefónicos de la red telefónica conmutada con un módem, pero estos tenían problemas de ruidos, lentitud y saturación de la red.

Aún con estos problemas la demanda de circuitos, principalmente por parte del sector financiero, fue creciendo por lo que se ejercía una gran presión a Telefónica para que diese una solución global.

También hay que considerar que las empresas contrataban circuitos e instalaban equipos de fabricantes con protocolos propietarios por lo que la interconexión entre diferentes empresas era imposible, tanto en comunicaciones nacionales como internacionales ya que no existía ninguna normalización.

Telefónica presagió que la transmisión de datos sería cada vez más importante y vio la oportunidad de crear una red de transmisión de datos con una configuración independiente de los fabricantes, que normalizase todo el servicio de transmisión de

---

<sup>95</sup> COMSAT: Communications Satellite Corp.

datos, este fue el embrión de la Red Especial de Transmisión de Datos (RETD) en 1969, que se completó en 1971.

Con estas premisas, Telefónica buscó una solución que satisficiera estas necesidades en diferentes operadores y se encontró que en Estados Unidos se estaba creando la red ArpaNet inicialmente por medio de diferentes universidades, y posteriormente se añadió el Departamento de Defensa. Esta red fue el embrión de lo que conocemos como Internet.

Este servicio tendría que tener básicamente, las siguientes características:

- Detección y corrección de errores.
- Bajos costes.
- Control de calidad.
- Flexibilidad.
- Retransmisión múltiple.
- Servicios especiales a abonados.
- Control de tiempo de transmisión de datos.
- Control de la cantidad de información transmitida.
- Facilitar datos estadísticos.

Para la realización de la RETD se instaló el equipo Univac 418-III en Madrid (central de Velázquez), el IBM se instaló en Barcelona (central de Paralelo), y en Bilbao (central de Archanda) Bull propuso instalar el Honeywell Bull 316 en vez del Datamet 500.

Esto era en los años 70, y fue el inicio de las redes telemáticas en España que se llamó, la RETD, siendo las entidades bancarias las que la utilizaron mayoritariamente siendo estas de las más adelantadas del mundo, en aquellos tiempos.

Esta decisión produjo cambios en el sector de las telecomunicaciones en España, apareciendo nuevas tecnologías como las comunicaciones por fibra óptica, la transmisión de datos por conmutación de paquetes, las transmisiones por satélite, y las tecnologías digitales, etc., pero los mercados no compensaron los costes de I+D, por lo que las compañías se endeudaron en exceso, lo que provocó que en Telefónica tuviese que efectuar ajustes entre los años 1986 y 1988, desinvirtiendo y vendiendo empresas de su grupo industrial y cambiando de estrategia inversora.

Las conexiones a Internet no llegaron hasta los años 80 que fue a través de la fundación de Telefónica, Fundesco, y el servidor Goya.

Las conexiones de las universidades y centros de investigación, posteriormente se trasladaron a la RedIris. También empezaron a aparecer distintas empresas de servicios de conexión a Internet como Servicom, Sarenet, entre otras.

Hay que tener en cuenta que, en los años 80, España era un país más preocupado por la transición que por la modernización, lo que hizo incentivar capital extranjero en perjuicio de la industria nacional con problemas de financiación.

En 1982 Luis Solana es nombrado presidente de Telefónica y con su equipo directivo se ejecuta una política estricta de saneamiento financiero que durará hasta 1986, para mejorar las expectativas de la demanda, aumentando la gestión, repercutiendo en una mejora de la tasa de autofinanciación que paso del 50% en 1982 a cerca del 70% en 1985 y con una reducción del nivel de endeudamiento total del 43% y al 37% entre esos años. Esto logró un incremento del margen de explotación, que junto al menor crecimiento de los gastos financieros, debidos a unas políticas de incremento de productividad y recomposición de la estructura financiera y patrimonial Telefónica pudo mantener la tasa de autofinanciación, por encima del 70% a lo largo del período, manteniendo unos resultados netos después de efectuar las necesarias amortizaciones de las instalaciones, disminuyendo la vida útil de la planta, forzada por la introducción de las nuevas tecnologías y la renovación de los equipos de tecnología superada. (Solana, Noviembre 1986)

En 1984 se crea el primer Plan Electrónico Nacional, y en consecuencia se crea el Centro Nacional de Microelectrónica y la planta de ATT en Madrid, auspiciado por multinacionales extranjeras como Cisco, Northern Telecom y ATT Network Systems.

La asamblea plenaria del CCITT en 1984 aprobó la normativa para las redes de paquetes lo que de facto reconoce que la conmutación de paquetes es el futuro de las comunicaciones de datos, lo que hace que los fabricantes desarrollen el protocolo X.25.

En España la red RETD evoluciona a la red Iberpac, que es totalmente X.25, pero ha de poder soportar el protocolo RSAN.

Pero fue en 1987, cuando la CEE publicó el Libro Verde, en el que se describen las propuestas fundamentales de las redes de telecomunicaciones en la CEE, entre ellas aparece la liberización de los servicios de valor añadido entre los que se encuentran las transmisiones de datos, con unas estrictas normas de las estructuras de las redes y servicios básicos para la interconectividad en Europa, la liberización de terminales dentro y entre los estados miembros, evitando subvenciones de los estados a las compañías nacionales y evitando el abuso de las posiciones dominantes de las

compañías que habían estado en un sistema de monopolio, para ello la CEE creó un programa comunitario RACE<sup>96</sup> para fomentar la competitividad en el sector de las tecnologías de telecomunicaciones, incluyendo la industria, los operadores y los proveedores de servicios.

En España se publicó la Ley de Ordenación de las Telecomunicaciones (LOT<sup>97</sup>) el 18 de diciembre de 1987 en la que, siguiendo las directrices de la CEE<sup>98</sup>, se separa los servicios finales y portadores que continuarán en un sistema de monopolio con Telefónica y los servicios de valor añadido que serán ofrecidos en régimen de competencia, de entre los que hay que considerar la transmisión de datos, que no empezó hasta el 1 de enero de 1993, siendo totalmente efectiva el 31 de diciembre de 1996.

En 1989 Cándido Velázquez sustituye a Luis Solana, y cambia la estrategia de la compañía para prepararse para competir con diferentes operadores, coincidiendo con la liberización de las telecomunicaciones, en concreto con los servicios de valor añadido entre los que se encontraba la transmisión de datos, coincidió también con las recomendaciones de la CEE con respecto al grupo industrial que le obligaron a reestructurarlo.

Para protegerse la compañía inicio un importante proceso de internacionalización, básicamente en Latinoamérica, buscando nuevas fuentes de ingresos que compensaran la liberalización de los servicios.

A partir de 1990 Telefónica, cumpliendo las recomendaciones de la CEE, se empieza a deshacer de las participaciones en el grupo industrial.

A partir de este momento, Telefónica se convirtió exclusivamente en una empresa operadora de redes y servicios. Para ello, en la parte industrial, se siguieron dos estrategias complementarias, por un lado, comprando equipos a multinacionales extranjeras y por otra continuó apoyando a empresas nacionales para que sus I+D crearan equipos para ella en segmentos determinados de comunicaciones y así poder favorecer a la industria nacional comprando los equipos.

---

<sup>96</sup> RACE: R+D in Advanced Communications-technologies in Europe.

<sup>97</sup> La LOT: produjo una ruptura entre lo que se venía efectuando con el contrato que había entre la CTNE y el Estado, con respecto a las regulaciones que efectuaba el Estado, que era el mayor accionista, y las responsabilidades de CTNE, que era la proveedora de los servicios.

<sup>98</sup> Tanto la LOT como el Libro Verde de la CEE, no fue una revolución de las telecomunicaciones sino más bien una modernización de las terminologías y una ordenación de los servicios en cuatro grupos: servicios finales, servicios portadores, servicios de valor añadido y servicios de difusión.

## 8.2 Evolución de la transmisión de datos en Telefónica

El 21 de diciembre de 1970 el Gobierno de España encarga a Telefónica el desarrollo de un servicio público de transmisión de datos, inaugurándose este el 17 de noviembre de 1971. Este es el inicio de la Red Especial de Transmisión de Datos.

El primero que se instaló fue en el centro de conmutación y retransmisión de Madrid Velázquez. Así mismo se instala en Barcelona un centro de iguales características y tres concentradores duplicados en Bilbao, con esto se inicia la transmisión de datos gestionada en España por Telefónica.

Telefónica, para gestionar este nuevo servicio, creó Proceso de Datos compuesto por centros de cálculo en Madrid y Barcelona, junto con diferentes terminales repartidos por España.

Para la conectividad se utilizaban líneas punto a punto dedicadas por canales de impulsos con 109 circuitos y la red conmutada de Telefónica.

En 1972, Telefónica bajo la presidencia de Antonio Barrera de Irimo la prioridad de Telefónica continúa siendo la automatización de las llamadas telefónicas de voz, pero aun así empieza a desarrollarse el servicio de transmisión de datos únicamente a través de la dirección de transmisión de proceso de datos creado para tal fin, pudiendo ofrecer a los clientes el alquiler de circuitos en régimen permanente, utilizando de la red conmutada de Telefónica y la Red Especial de Transmisión de Datos (RETD).

En este año se podría decir que se empieza a considerar las comunicaciones de datos como un nuevo servicio prioritario.





FIG. 15 PRIMEROS EQUIPOS DE TRANSMISIÓN DE DATOS<sup>99</sup>

Las velocidades estaban comprendidas entre los 100 y los 4800 bits/segundo, así mismo se constató un aumento de 264 circuitos, correspondiente a un 82% respecto a las que había en aquel momento.

También se empiezan a contratar circuitos de transmisión de datos a nivel internacional con la colaboración de la compañía Telefónica con 16 países europeos, que dio origen a un mercado de transmisión de datos conocido como EURODATA.

---

<sup>99</sup> (Varios Autores, Memorias Anuales de Telefónica, 1924-1995).



FIG. 16 PRIMEROS EQUIPOS DE TRANSMISIÓN DE DATOS<sup>100</sup>

En 1973 hay un cambio de presidente en el consejo de administración de Telefónica pasando la misma a José Antonio González Bueno, que continúa con la prioridad de automatización de las comunicaciones de voz, llegando a efectuar las primeras comunicaciones automatizadas de voz entre Madrid y Barcelona, y también con la implantación de circuitos de datos aumentando hasta 828 circuitos de alquiler con ancho de banda telefónica para la conexión de terminales, lo que implica un gran aumento de la comercialización de los equipos intermedios o de conversión de señales, con el fin de poder efectuar tareas de telegestión.

---

<sup>100</sup> (Varios Autores, Memorias Anuales de Telefónica, 1924-1995).



FIG. 17 PRIMEROS EQUIPOS DE TRANSMISIÓN DE DATOS<sup>101</sup>

Se inaugura el centro de conmutación de Barcelona y se añade un nuevo equipo concentrador en San Sebastián para ampliar el que había en Bilbao.

Telefónica considera que este servicio es crítico y propone potenciarlo al máximo, considerando su potencial futuro en los servicios de telecomunicaciones.

En 1974 para Telefónica continúa siendo una prioridad las comunicaciones de voz completando la automatización interurbana de las comunicaciones de voz entre todas las capitales de provincia, y la red de transmisión de datos ya es utilizada por distintos sectores de la sociedad como el bancario e instituciones financieras, el de transportes, el manufacturero, la siderurgia, organismos del estado, empresas de servicios e

---

<sup>101</sup> (Varios Autores, Memorias Anuales de Telefónica, 1924-1995).

industriales, experimentando un aumento del 21.3% respecto al año anterior con el alquiler de circuitos llegando hasta 1020 sistemas de impulsos instalados y doblándose la utilización de la red conmutada hasta 191 conexiones.

Se consolida la RETD<sup>102</sup>, con lo que Telefónica se convierte en la primera empresa europea y la segunda a nivel mundial<sup>103</sup>, que puede ofrecer, a nivel comercial, una red pública de transmisión de datos por conmutación de paquetes para clientes en el mundo, duplicándose el tráfico diario de datos cursado.

En 1975 la automatización de las comunicaciones de voz continúa siendo el aspecto más importante llegando a un 92.2%. Respecto a las comunicaciones de datos continúa el crecimiento de los circuitos alquilados para la transmisión de datos contabilizándose un crecimiento del 63%, así como un aumento de la velocidad de los circuitos.

Así mismo se crea un nuevo servicio en la transmisión de datos, el denominado multipunto que permite la conexión de varios terminales con un ordenador central de forma simultánea y a través de un único camino de acceso a este último.

Telefónica participa en Telecom-75 donde presenta una amplia descripción del desarrollo de los servicios, en especial de los de datos, ya que eran una novedad en Europa.

Se crea la empresa SECOINSA<sup>104</sup> para la producción y comercialización de equipos teleinformáticos.

A nivel internacional se empieza a desarrollar un sistema para poder interconectar la RETD con las redes de datos de Francia y Italia, efectuándose la conexión en abril de 1976.

En 1976 vuelve a ver un cambio de presidente del consejo de administración de Telefónica, siendo el actual Tomás Allende y García-Baxter, que sigue manteniendo la prioridad en la automatización de las comunicaciones de voz, llegando a un 94% de las mismas.

Telefónica participa en el proyecto Viking<sup>105</sup> de la NASA utilizando circuitos de datos a través del sistema INTELSAT.

---

<sup>102</sup> RETD: Red Especial de Transmisión de Datos.

<sup>103</sup> En EEUU existía la empresa TYMNET, que ofrecía también este servicio, pero con menos volumen y equipos de menor capacidad.

<sup>104</sup> SECOINSA: Sociedad Española de Comunicaciones e Informática.

<sup>105</sup> Proyecto Viking: El Viking I se lanzó el 20 de agosto de 1975 y el Viking II el 9 de septiembre del mismo año por la NASA, eran misiones no tripuladas para efectuar el primer estudio biológico del planeta Marte.

La red RETD continúa creciendo y efectuando diferentes proyectos de interconexión como el proyecto SICA<sup>106</sup>, así como participaciones en el proyecto EURONET de la CEE<sup>107</sup>, donde Telefónica aporta el servicio público de banco de datos que utiliza la RETD, en este proyecto también colabora el Consejo Superior de Investigaciones Científicas<sup>108</sup> con la participación del CONIE<sup>109</sup>, este organismo representa a España en la Agencia Europea del Espacio, lo que permite conectar la RETD a la red europea de telecomunicaciones.

Telefónica continúa la descentralización con respecto a los procesos de datos potenciando el centro de datos de Bilbao para equilibrar el trabajo de los centros de Barcelona y Madrid, mejorando las condiciones de seguridad, elevando la productividad y la calidad de gestión del conjunto.

Internacionalmente Telefónica participa activamente en distintos organismos como la UIT, y la CCITT, consiguiendo de esta última la presidencia para el plan para el desarrollo de las telecomunicaciones de Europa y la Cuenca Mediterránea.

También en este mismo año SECOINSA, el INI<sup>110</sup>, y FUJITSU, junto con Telefónica promueven y desarrollan la industria de teleinformática con el fin de poder ofrecer equipos informáticos a los clientes.

En 1977 la automatización de las comunicaciones de voz continúa siendo el aspecto más importante de Telefónica llegando a un 95.6%.

Respecto a las comunicaciones de datos, continúa el incremento del número de conexiones y clientes tanto a través de la RETD como por la red conmutada y los circuitos alquilados punto a punto dedicados a la telegrafía y transmisión de datos. Las velocidades de transmisión de datos aumentan hasta los 64000 bits/segundo debido a la instalación de nuevos multiplexores.

Se continúan aumentando las conexiones de datos internacionales efectuando en este año conexiones de datos con Estados Unidos.

Personal técnico y comercial visita países como Irak, Méjico y la URSS con el fin de poder vender e instalar el sistema de comunicaciones de datos por conmutación de paquetes, así como los equipos Tesys.

---

<sup>106</sup> SICA: Confederación de Cajas de Ahorro.

<sup>107</sup> CEE: Comunidad Económica Europea.

<sup>108</sup> CSIC: Consejo Superior de Investigaciones Científicas.

<sup>109</sup> CONIE: Comisión Nacional para la Investigación en el Espacio.

<sup>110</sup> INI: Instituto Nacional de Industria.

Así mismo Telefónica empieza a recibir peticiones de diferentes países solicitando información de los sistemas de transmisión de datos, cursos de formación, visitas a distintos centros, y también acuerdos de colaboración y ayuda tecnológica con el fin de poder implantar esta tecnología en sus respectivos países.

Continúa la descentralización de la transmisión de datos instalando un centro de toma de datos en Santiago de Compostela y efectuando los estudios para instalar otro en Sevilla.

Telefónica continúa integrándose en distintas organizaciones internacionales, entrando este año en el núcleo permanente del GTD/CSTD<sup>111</sup>.

Durante el año 1978, se llegan a la instalación de 10 millones de teléfonos con una automatización del 96.8%.

Las conexiones de datos de los usuarios a la RETD continúan aumentando con valores próximos al 50% con respecto al año anterior, tanto en las conexiones fijas como en los accesos a través de la red conmutada.

La RETD continúa siendo la única red pública comercial de transmisión de datos por medio de la tecnología de conmutación de paquetes, aunque el resto de países europeos empiezan a desarrollar, de forma experimental, redes de datos utilizando la misma tecnología de conmutación de paquetes.

Telefónica empieza a desarrollar una infraestructura para ofrecer servicios a través de la red de datos RETD instalando un servicio público de bases de datos, donde los usuarios, por medio de terminales, puedan acceder a consultar informaciones de diferentes campos como ingeniería, medicina, jurisprudencia, entre otros. Este servicio se conoce como Videotex.

Se empiezan a efectuar estudios para poder incorporar el servicio de Télex y Facsímil a la RETD, estos estudios fueron encargados a Telefónica por el Gobierno de España el 26 de octubre de 1978 mediante una orden ministerial del Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

Internacionalmente se establecen, por medio del servicio DBA<sup>112</sup>, servicios públicos de comunicaciones de datos con distintos países, principalmente con Estados Unidos, Canadá, Italia y Francia, proporcionando acceso a usuarios españoles a las redes

---

<sup>111</sup> GTD/CSTD: Grupo de Transmisión de Datos/Comite Especial de Transmisión de Datos de la CEPT (Conférence Européenne des administrations des Postes et des Télécommunications). Este organismo (CEPT) agrupaba a la PTT actuales y a través de ella generaban las normas que estandarizaban los aspectos comerciales, operativos, regulatorios y técnicos de su actividad.

<sup>112</sup> DBA: Data Base Administrator.

públicas de datos americanas TYMNET y TELENET, y a la DATAPAC<sup>113</sup> canadiense, estas comunicaciones estaban centralizadas en Madrid.

En España se van integrando, a través de FUNDESCO, distintas bases de datos de centros públicos como el Instituto Nacional de Estadística, el Instituto Geográfico y Catastral, y centros privados como el Consejo Superior de Investigaciones Científicas, el Consorcio de Información y Documentación de Catalunya, el Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial, el Instituto Químico de Sarria, la Red INCA<sup>114</sup>, y la futura creación de un Centro de Documentación e Informática Jurídica (CENDIJ).

Telefónica inicia los trámites para participar como miembro en la Red de Transmisión de Datos europea, (EURONET).

En 1979 Telefónica tuvo dificultades de financiación que podrían afectar a la expansión y al mantenimiento de la calidad del servicio, lo que repercutió en utilizar la autofinanciación que implicó reducir algunas de las inversiones que se tenían programadas.

El Gobierno crea la Junta Nacional de Telecomunicaciones, adscrita al Ministerio de Transporte y Comunicaciones que coordina las entidades públicas y privadas que operan en el sector para potenciar una política global de comunicaciones, presentando al Gobierno un plan cuatrienal en el que se especifican las posibles necesidades de las comunicaciones respecto a la extensión, la inversión y la financiación.

Telefónica empieza a ver un interés en las comunicaciones de datos debido a la progresión al alza de las mismas tanto a través de la red conmutada como en la red de datos RETD.

Se están efectuando pruebas para integrar la red Télex en la red de datos RETD con el fin de que los usuarios de la red Télex puedan interconectarse con usuarios de la RETD.

Las conexiones a los servicios públicos que se empezaron a efectuar en 1978 también detectan un gran aumento de usuarios que se conectan y también un aumento de las informaciones que se ofrecen y se cursan.

Se consolidan los accesos a las redes públicas norteamericanas y canadienses, sumándose la red francesa TRANSPAC<sup>115</sup>, con las informaciones de sus bases de

---

<sup>113</sup> DATAPAC: Red de datos canadiense de conmutación de paquetes y X.25.

<sup>114</sup> Red INCA: Centros de Servicio de Teledocumentación e Información Científica Automatizada.

<sup>115</sup> TRANSPAC: empresa creada en 1978 por France Telecom para la comercialización de la red de datos por conmutación de paquetes en Francia.



datos. También se están alcanzando acuerdos con el reino Unido, Japón, Suecia, y Suiza.

Se encuentra en avanzado grado de desarrollo el programa de I+D lo que permitirá la implantación del Tesys-5 en las comunicaciones de datos por RETD. Con este equipo Telefónica pretende obtener una gran independencia tecnológica.

Telefónica recibe una invitación del Ministerio de Ciencia y Tecnología de la URSS para exponer las experiencias en transmisión de datos en un simposio, que dio lugar a un documento de intenciones para futuras colaboraciones técnicas.

En Argentina la compañía ENTEL se firmó un contrato de asesoramiento y consulta con el fin de instalar una red de datos de conmutación de paquetes como la que tenía Telefónica.

La dirección General de Correos y Telecomunicación habilita los medios técnicos para interconectar la red Télex en la RETD.

En 1980 vuelve a haber un cambio de presidente del consejo de administración de Telefónica, siendo el actual Salvador Sánchez-Terán y Hernández, y en este año se dedican esfuerzos para conseguir un equilibrio entre continuar con los objetivos respecto al mantenimiento y el incremento de nuevos servicios por un lado y por otro con los problemas de financiación que implican aumento en los costes.

Las comunicaciones de voz consiguen una automatización del 98.2% y en las comunicaciones de datos se continúa con la integración con una red mundial en la que se encuentran Gran Bretaña, recientemente incorporada, junto con Estados Unidos, Canadá y Francia, con lo que se amplía el nodo internacional duplicando su capacidad.

También continúa en la red de datos, el aumento de comunicaciones y usuarios a la red RETD con un crecimiento mayor del 25%, así como se completa la integración de la red Télex, junto con el Servicio Público de Conmutación de Mensajes.

Los servicios públicos internacionales de transmisión de datos<sup>116</sup> experimentan una gran evolución tanto en conexiones de los usuarios como en la información que se cursa.

Se crea el servicio Videotex, con el fin de acercar la informática a los hogares españoles, para acceder a bases de datos y aplicaciones interactivas, tal como se efectuaba en Francia con el Minitel.

---

<sup>116</sup> TIDA: Servicio Públicos Internacionales de Transmisión de Datos.



FIG. 18 TERMINALES MINITEL Y VIDEOTEX<sup>117</sup>

En 1981, Telefónica continúa con problemas de financiación aumentando los gastos financieros en un 40%, correspondientes al aumento de los tipos de interés y a la depreciación de la peseta lo que implica una política rigurosa respecto a los recursos financieros de Telefónica primando la autofinanciación.

Se empieza a observar un proceso de cambio profundo en las telecomunicaciones tanto a nivel económico como tecnológico que afecta cuantitativamente y cualitativamente a toda la compañía afectándola en todos los niveles tanto en la demanda de servicios, la estructura, la cuenta de resultados, la inversión y el empleo, lo que implica a efectuar una planificación a largo plazo condicionada básicamente por las alternativas tecnológicas y un plan cuatrienal en el que se determinan los medios técnicos, financieros y comerciales para conseguir la realización de objetivos anuales, consiguiendo una automatización de las comunicaciones de voz del 98.4%, a pesar de la caída de la demanda de nuevas líneas.

Respecto a la transmisión de datos a nivel nacional continúan aumentando tanto las conexiones a través de la red RETD, en un porcentaje del 30%, como en la red conmutada. También hay que considerar que se están elaborando los servicios de Videotex, Datafax y Teletex, entre otros.

A nivel internacional el servicio de transmisión de datos TIDA tiene un aumento del 80% consolidándose las conexiones con Estados Unidos, Francia, Reino Unido y Canadá, incorporándose la República Federal Alemana, Italia, Suiza, y provisionalmente Chile. También se efectúan conexiones con América Latina, en especial con Argentina y Chile

---

<sup>117</sup> Imagen obtenida de Todocolección.com.

donde se instalan equipos de transmisión de datos con tecnología propia de la red RETD.

En el sistema Tesys-1 se concluye una evolución, referente tanto a los concentradores como a los conmutadores, y con respecto al software y al hardware, procediéndose a instalar los nuevos equipos durante 1982.

Se inicia el desarrollo del Datáfono para las transferencias de fondos bancarios, elaborando sus especificaciones.

En 1982 Telefónica empieza con el presidente Salvador Sánchez-Terán y Hernández al que sustituye en diciembre Luis Solana Madariaga, considerándose un año de transición a nuevas tecnologías, así como la estabilidad financiera de Telefónica.

El Plan Electrónico Nacional propone a Telefónica que asuma la coordinación de la política tecnológica y que a través de sus compras e inversiones proporcione el impulso y desarrollo del sector electrónico de España, convirtiéndose en el motor de desarrollo de los servicios, la industria y las tecnologías punta.

Telefónica continúa participando en organizaciones internacionales como la UIT<sup>118</sup>, CCIR<sup>119</sup>, INTELSAT<sup>120</sup>, INMARSAT<sup>121</sup>, entre otras. También continúa implicándose en la investigación de tecnología propia con el fin de disminuir la dependencia tecnológica impulsando el desarrollo tecnológico de las telecomunicaciones.

Las comunicaciones de voz consiguen una automatización del 98.9%, y el servicio público de transmisión de datos continúa con una creciente importancia debido al

---

<sup>118</sup> ITU: International Telecommunication Union UIT Unión Internacional de Telecomunicaciones.

<sup>119</sup> CCI: Comité Consultivo Internacional de Radiocomunicaciones. El Sector de Radiocomunicaciones de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT-R), o Radiocommunication Sector of the International Telecommunication Union (ITU-R), es la parte del organismo internacional UIT referente a las radiocomunicaciones encargado de: realizar estudios técnicos, dar respuesta a las cuestiones prácticas, y ofrecer recomendaciones técnicas.

<sup>120</sup> INTELSAT: es una red de satélites de comunicaciones que cubre todo el mundo. Los satélites INTELSAT están situados en orbitas geoestacionarias en los océanos Atlántico, Pacífico y Índico. Originalmente se formó como la Organización Internacional de Satélites de Telecomunicaciones (en inglés: International Telecommunications Satellite Organization, INTELSAT). Desde 1964 hasta el 2001 fue una organización intergubernamental que prestaba servicios de retransmisión internacional.

<sup>121</sup> INMARSAT: es una compañía con sede en Reino Unido que provee soluciones de Servicios Satelitales Móviles (SSM). Originalmente fue fundada como una Organización Intergubernamental. Inmarsat, cuenta con una constelación de 12 satélites Geoestacionarios con lo cual tiene una cobertura de casi todo el planeta, exceptuando los polos Norte y Sur. Las soluciones de Inmarsat están orientadas a áreas fuera de cobertura de sistemas de comunicación tradicional y entre sus usuarios principalmente se destacan agencias gubernamentales, organismos internacionales, empresas de Petróleo y Gas, Minería, transporte marítimo, entre otros. Inmarsat no atiende clientes directos sino a través de su red mundial de distribuidores.

aumento del tráfico y las conexiones de datos a través de la RETD, hay que añadir un cambio en la denominación de la red RETD que pasa a llamarse red Iberpac.

Las comunicaciones de datos, a través de la red Iberpac, incorporan los procedimientos normalizados por el CCITT<sup>122</sup> de conexión de terminales de datos, con lo que posibilita la interconexión con redes públicas de datos similares de otros países, cursándose a través de esta red tanto el tráfico nacional como el internacional

El servicio TIDA continúa aumentando el tráfico de datos lo que hace que aumente la cobertura internacional de España que la sitúa en segundo lugar después de Estados Unidos con respecto a las comunicaciones de datos.

La lista de países conectados a la red de datos internacional aumenta con la incorporación de Japón, Bélgica, Holanda y Suecia a la lista que había anteriormente de Estados Unidos, Francia, Reino Unido, Italia Alemania, y Suiza.

Debido a los acuerdos con otros países se puede extender en el ámbito internacional de transmisión de datos los servicios Videotex y Teletex utilizando la infraestructura del servicio TIDA.

El año 1983 año se puede definir como el año del inicio de la recuperación y el cambio, consolidando la industria tecnológica y la investigación junto con una consolidación financiera, con el fin de salir de la crisis, mejorando así las expectativas de Telefónica.

Respecto a la transmisión de datos se desarrollan nuevos módems y se incorporan nuevos elementos, programas y facilidades a los equipos del sistema Tesys. Se amplía la estructura de la red Iberpac con 148 nuevos equipos del sistema Tesys debido a la creciente utilización de la red Iberpac, con el fin de poder triplicar su capacidad en un corto espacio de tiempo se propone un amplio plan de inversiones en instalaciones de datos.

Se implantan los servicios Teletex, Ibertex (Videotex orientado al sector profesional y negocios) y Datáfono.

Respecto a las comunicaciones de datos a nivel internacional la red de datos se amplía con los países Australia, Dinamarca, Luxemburgo, Noruega y Singapur.

Se desarrollan nuevos módems y se incorporan diversos elementos, programas y facilidades, a los equipos Tesys.

---

<sup>122</sup> CCITT - Comité Consultatif International Telegraphique et Telephonique.

En 1984 se cumple el 60 aniversario de Telefónica y ya es un referente a nivel industrial como de servicios, reforzando su presencia tanto en la sociedad española como en los foros internacionales.

Telefónica elabora un plan de inversiones para los años 1985-1988 donde la inversión en infraestructuras durante este periodo, tiene una responsabilidad directa o indirecta sobre la tecnología española, así como en la creación de empresas en los sectores de electrónica, comunicaciones e informática, también decide no convertirse en un holding industrial, pero si colaborar con distintas participaciones en diferentes empresas de electrónica, comunicaciones e informática, ya sean nacionales o internacionales, para dar los mejores servicios a sus clientes, debido a su gran capacidad de comprar equipos.

Las comunicaciones de voz consiguen una automatización del 99.2%, y se continúan potenciando las comunicaciones de datos a las empresas ampliando la red Iberpac con 422 equipos Tesys-1 y 4 equipos Tesys-5.

Se amplían las comunicaciones internacionales de datos TIDA, con un nuevo nodo Tesys en Madrid sustituyendo a los existentes de inferiores prestaciones.

Se amplía la red Iberpac con conexiones X.25, utilizando las normas internacionales de transmisión de datos, triplicando la capacidad de la red Iberpac, con el fin de que pueda gestionar las demandas de servicios que soliciten las empresas, instituciones y particulares.

Se empiezan a instalar, en los centros de la red Iberpac, los equipos del nuevo sistema Tesys-5 con capacidad de 12 conmutadores de paquetes.

Los Tesys-1 no se eliminan, sino que se instalan en centros donde el número de usuarios es menor o asociados al Tesys-5 como centros locales.

El sistema Tesys evoluciona aumentando la velocidad de proceso de datos y ampliando el sistema de gestión añadiendo diversas facilidades como tarificación, estadísticas, etc.

Se empiezan a efectuar estudios para evolucionar el sistema Tesys, y así tener una nueva generación de equipos con mayores prestaciones como una mayor velocidad de conmutación, más facilidades y una mayor gestión de los equipos, para cumplimentar los compromisos internacionales adquiridos y las propias necesidades de Telefónica.

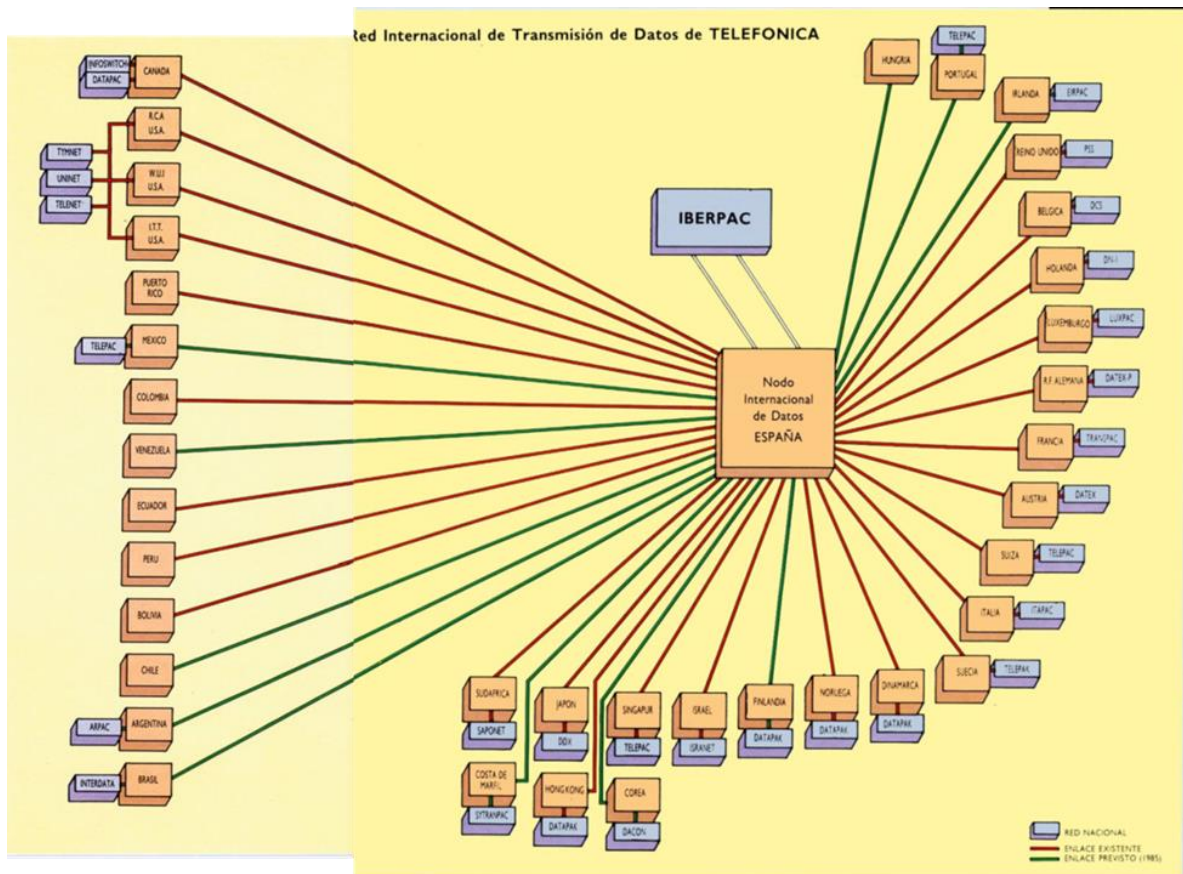


FIG. 19 EVOLUCIÓN DE LA RED IBERPAC EN 1984<sup>123</sup>

Telefónica continúa la integración del protocolo X.25 con la red Iberpac, instalando únicamente el protocolo X.25 en los equipos Tesys.

Las conexiones internacionales de datos continúan aumentando en este año con la ampliación de 8 países con lo que se alcanzan un total de 24 países en todo el mundo, en la figura 19 se puede apreciar la red internacional de comunicaciones de datos.

La transmisión de datos se considera un proyecto de futuro y se ve la necesidad de disponer de un segundo proveedor de equipos Tesys.

Se crea el servicio SICE, que contempla la digitalización de las oficinas de los clientes integrando todas las comunicaciones con la red de datos, pudiendo constituir redes urbanas o interurbanas privadas para los clientes.

<sup>123</sup> (Varios Autores, Memorias Anuales de Telefónica, 1924-1995).

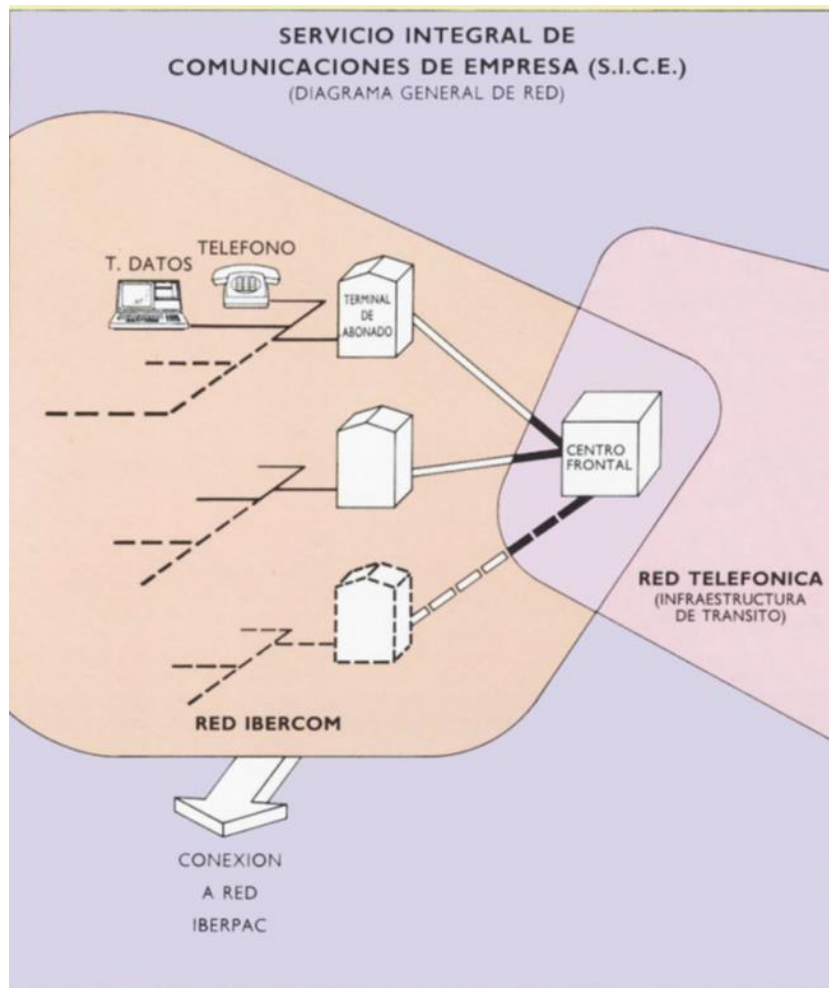


FIG. 20 ESQUEMA DE SICE<sup>124</sup>

Con el fin de facilitar a las empresas unas comunicaciones integradas de voz y datos se desarrolla el servicio IBERCOM que puede proporcionar servicios de transmisión de datos tanto por conmutación de circuitos como por conmutación de paquetes.

Se realizan trabajos con la RACE, aunque España no se integró en la CEE hasta el 1 de enero de 1986.

Telefónica colabora con el IBI<sup>125</sup>, centro dependiente de la UNESCO<sup>126</sup> en el campo de la informática y la Telemática, y se selecciona la tecnología Tesys para redes de transmisión de datos por conmutación de paquetes.

<sup>124</sup> Memorias Anuales de Telefónica de 1984.

<sup>125</sup> IBI: Intergovernmental Bureau for Informatics (I.B.I.) surge como una transformación del Centro Internacional de Cálculo (ICC: International Computation Centre).

<sup>126</sup> UNESCO: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization.

También se realizan experiencias con el fin de poder interactuar la RDSI<sup>127</sup> con la red Iberpac.

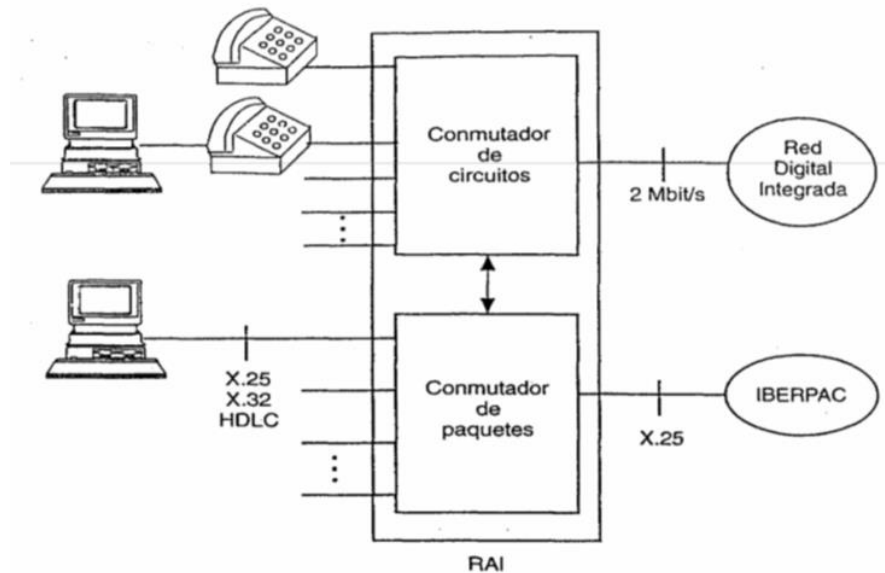


FIG. 21 ESTRUCTURA FUNCIONAL DE LA RAI<sup>128</sup>

Por conmutación de circuitos mediante interfaz V.24 y V.28, se proporcionan comunicaciones transparentes a las siguientes velocidades:

- asíncrona: de 110 a 9.600 bit/s.
- síncrona: de 600 a 9.600 bit/s.

Mediante interfaces V.11 o V.35 se proporcionan comunicaciones de datos síncronas desde 600 bit/s a 64 Kbit/s.

Por conmutación de paquetes, se dispone de la posibilidad de conectar terminales X.25, X.28 y HDLC/MNR.

Durante el año 1985 las comunicaciones de voz consiguen un 99.5% de automatización y los servicios telemáticos como Telefax, Teletex, Datáfono, etc. continúan con

<sup>127</sup> RDSI: Red Digital de Servicios Integrados (en inglés ISDN), definida por el Sector de Normalización de las Telecomunicaciones de la UIT (UIT-T) de la (Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT), como: "Red que procede por evolución de la Red Digital Integrada (RDI) y que facilita conexiones digitales extremo a extremo para proporcionar una amplia gama de servicios, tanto de voz como de otros tipos, y a la que los usuarios acceden a través de un conjunto de interfaces normalizados".

<sup>128</sup> Memorias Anuales de Telefónica de 1984.

aumentos espectaculares tanto en líneas dedicadas como en comunicaciones a través de la red conmutada.

Respecto a la red pública de transmisión de datos Iberpac y X.25 continúa su gran aumento con un incremento del 43.7% respecto al año 1984.

Telefónica ofrece parte del accionariado que tiene en las empresas que formaban el holding a los accionistas de Telefónica. Entre estas podemos destacar empresas en el diseño de chips Custom de 1.75 micras junto con AT&T<sup>129</sup>, con la compañía Corning Glass para la fabricación de fibra óptica, con Fujitsu para la fabricación de ordenadores, con SysScan para la cartografía digital, y con Philips para la telefonía móvil. También participa en el proyecto europeo European Silicon Structures (ES2), para el diseño de circuitos integrados Custom en series cortas.

Así mismo Telefónica, después de definir su política industrial, promociona la participación de empresas externas en la creación de equipos para servicios, para así poder gestionar una mayor diversificación en la capacidad de compra de distintos equipos.

En este año se efectúa un gran esfuerzo para el saneamiento económico-financiero principalmente con una contención de costes con ampliaciones de capital y diversificación de la deuda, una adecuación de las amortizaciones a la vida de la planta de Telefónica, y un fuerte crecimiento de la autofinanciación sobre la inversión.

La autofinanciación se efectúa por medio de ampliaciones de capital, y para transformar la deuda en capital riesgo se realizan salidas a las bolsas extranjeras de Londres, Tokio, Frankfurt y París.

Hay que considerar que España firma el ingreso en la CEE<sup>130</sup>, que actualmente se denomina la Unión Europea, el 12 de junio de 1985 en Madrid, para entrar en vigor el 1 de enero de 1986, debido a estos procesos políticos, Telefónica efectúa una planificación considerando las posibles variaciones de los marcos legales, de las tecnologías y de las futuras demandas de servicios nacionales e internacionales, con el fin de adecuar la compañía Telefónica y poder convertirla en una empresa que pueda afrontar el futuro de los retos del mercado.

Telefónica quiere disponer de una tecnología propia y competitiva tanto en el mercado interior como en otros mercados, para ofrecer tecnologías avanzadas, modernizando las infraestructuras existentes para nuevos servicios, y para ello utiliza la política

---

<sup>129</sup> AT&T: American Telephone and Telegraph Company.

<sup>130</sup> CEE: Comunidad Económica Europea.



industrial que se creó en su momento para impulsar el avance de la tecnología supliendo la deficiente inversión privada que había en estos momentos en España.

A nivel exterior se pone en marcha el servicio de la red de datos contratada por CNCP<sup>131</sup> de Canadá y la red ARPAC<sup>132</sup> de Argentina.

Referente a la transmisión de datos por conmutación de paquetes se especifica la futura generación del sistema Tesys.

Por ello se instalan 255 equipos de Tesys-1 y 14 equipos de Tesys-5 para el protocolo RSAN y 132 equipos Tesys-1 y 6 equipos Tesys-5 para el protocolo X.25. Hay que considerar que todos estos equipos eran de tecnología propia de Telefónica.

Telefónica crea su centro de I+D<sup>133</sup> para concentrar todas las actividades de investigación referentes a los terminales de abonado, equipos para la ayuda a la explotación y al sistema Tesys, prueba de ello son las pruebas con terminales con el protocolo X.25 y la conexión de 30 modelos diferentes de terminales de datos a la red Iberpac.

La red Iberpac continúa su desarrollo estructural junto con la definición de servicios asociados incrementando la capacidad y la flexibilidad para atender la creciente demanda de los mismos, así como las conexiones a la red X.25.

Respecto a la red Iberpac se instalan 10.525 puertas nuevas para terminales instalándose tanto en equipos con protocolo RSAN como en protocolo X.25.

En la gestión de la red, se aplican criterios de teletráfico con el fin de obtener datos de utilización y disponibilidad de los usuarios.

También fue necesario conseguir del ministerio de Industria y Energía la acreditación de los Laboratorios de Planificación Tecnológica para que, tras la incorporación de España a la CEE, pueda situar a Telefónica en una posición privilegiada en materia de normalización y calificación.

A nivel internacional se realizan ventas de equipos Tesys, equipo que fue seleccionado por el IBI, para redes de datos de conmutación de paquetes en Argentina, Canadá, EEUU, Reino Unido, Colombia, y Túnez, aumentando los contactos en URSS, China, Kuwait, y Portugal entre otros países.

---

<sup>131</sup> CNCP: Canadian National-Canadian Pacific Telecommunications.

<sup>132</sup> ARPAC: Red Argentina de Teleconmutación de Paquetes.

<sup>133</sup> La realización se adjudicó a la empresa Pacific Telesis Internacional.

Durante el año 1986 se produce la integración de España en la CEE por lo que Telefónica efectúa una gran descentralización en toda su organización creando Direcciones Provinciales como secciones básicas de gestión, aumentando su capacidad de decisión en la empresa con personal ejecutivo, que asume competencias de planificación por objetivos y su propio presupuesto de ingresos y gastos.

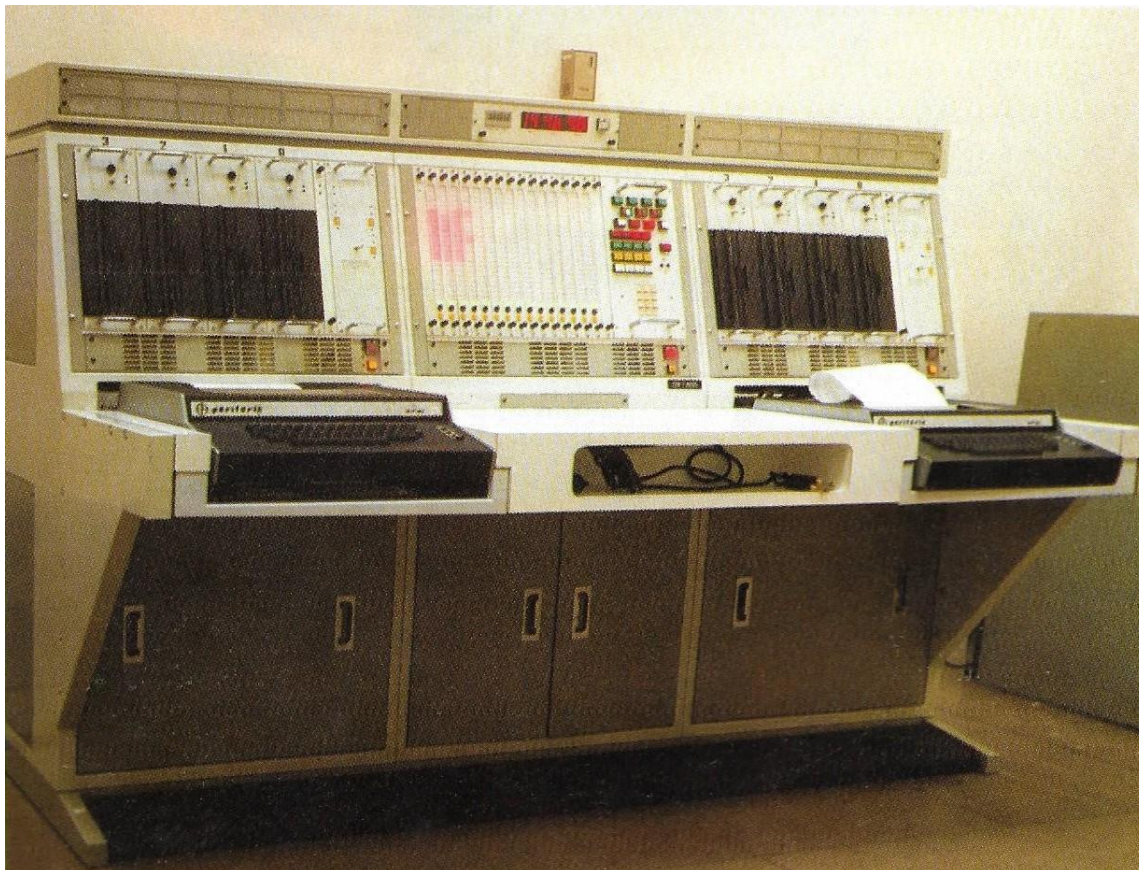
Esta nueva organización se diseña para prepararse para la LOT<sup>134</sup> prevista por parte del Estado para 1987, de donde se describe la liberalización total de las transmisiones.

La red Iberpac se convierte en el producto estrella de las comunicaciones de datos alcanzando las 32000 conexiones, lo que convierte a España en el segundo país europeo en conexiones públicas de transmisión de datos, esta red está utilizando equipos Tesys.

Se afianza el protocolo X.25 con la red Iberpac, lográndose multiplicar por ocho la capacidad de conmutación de los nodos de red.

---

<sup>134</sup> LOT: Ley de la Ordenación de las Telecomunicaciones El Gobierno socialista presentó la LOT como un cambio revolucionario en la ordenación de los servicios de telefonía. Pero en realidad esa ley aportó pocos avances significativos, pero si se modernizó la terminología de la regulación de las telecomunicaciones, en línea con la que se introdujo en el Libro Verde de la Comisión Europea. También redefinió los servicios de telecomunicaciones y los separó en cuatro grupos: servicios finales (telefonía básica, télex, telégrafo), servicios portadores (alquiler de circuitos, servicios portadores de televisión, satélite), servicios de valor añadido (conmutación de datos por paquetes y circuitos, telefonía móvil, radiobúsqueda, grupo cerrado de usuarios) y servicios de difusión (difusión de televisión). Esta delimitación permitió liberalizar posteriormente los servicios de valor añadido que hasta entonces ofrecía en exclusiva la CTNE. Sin embargo, la compañía mantuvo la concesión en exclusiva del servicio final y portador de telefonía básica, que obviamente era el más importante.

FIG. 22 CONSOLA DEL SISTEMA TESYS-5<sup>135</sup>

Aparece el servicio Ibertex<sup>136</sup> que permite el acceso a un gran número de bases de datos ubicadas en los centros servidores, y consultar información sobre temas diversos, como operaciones bancarias, compras, reservas, educación, información meteorológica, espectáculos, bolsa, etc.

La conexión a la red Iberpac se puede efectuar a través de la red pública de telefónica básica mediante una simple llamada telefónica, pudiendo conectar un ordenador o terminal a la línea telefónica de igual forma a como se conecta el teléfono convencional, ofreciendo así una cobertura nacional con las más avanzadas prestaciones en transmisión de datos, utilizando una tarificación independiente de la distancia a través de las líneas básicas de telefonía.

Telefónica refuerza la estrategia de actividades propia en I+D desarrollando los sistemas de transmisión de datos por conmutación de paquetes con los equipos Tesys.

---

<sup>135</sup> (Varios Autores, TESYS Centro Electrónico de Conmutación de Paquetes CTNE).

<sup>136</sup> Ibertex: es el nombre comercial del servicio telemático Videotex, al que se puede acceder a través de una línea telefónica mediante un terminal específico o un ordenador personal con el módem adecuado.

Se aborda una evolución del desarrollo del conmutador de paquetes que se denominara Tesys-B, cuya implantación se prevé para 1990.

Se considera el programa RACE de la CEE para el desarrollo de futuras generaciones de equipos Tesys para conmutación de paquetes

Telefónica consolida la participación en el consorcio europeo para CTS-WAN<sup>137</sup> que define y desarrolla las herramientas para la certificación de protocolos con el fin de armonizar futuros centros europeos de certificación.

En lo referente a la parte empresarial Telefónica establece acuerdos y “joint venture” con:

- ATT Microelectrónica España, para producir circuitos integrados.
- Maptel, para cartografía.
- European Silicon Structures (ES2), para series cortas de circuitos integrados.
- Fujitsu España, para el diseño, desarrollo, producción y comercialización de equipos informáticos y su software.

El año 1987 es el año de la aplicación de la LOT en la que se tendrá el marco legal para la liberación de la venta de los equipos terminales, así mismo se puede considerar como una preparación para el año 1992, año en el que habrá la liberación de las comunicaciones.

Durante este año la red Iberpac se afianza, especialmente con el protocolo X.25, conectándose la red de datos de conmutación de paquetes con 36 países.

Continúa el desarrollo del Tesys-B previsto para 1990 para sustituir a los equipos Tesys-A.

Electronic Data Systems<sup>138</sup> y Telefónica crean una empresa conjunta TDS<sup>139</sup> para comercializar a nivel mundial las redes de transmisión de datos con el sistema de conmutación de paquetes del sistema Tesys.

El sistema Tesys está implantado en España, Canadá, Argentina, Grecia, Túnez y Tailandia.

Telefónica aborda un plan de reordenación de su grupo empresarial con el concepto de “*holding circulante*” con el fin de agrupar por una parte, decisiones en sociedades muy relacionadas con el fin de optimizar recursos, tecnología, mercados y canales de

---

<sup>137</sup> CTS-WAN: Conformance Testing Service-Wide Area Network.

<sup>138</sup> ETD: Electronic Data Systems.

<sup>139</sup> TDS: Telefónica Data Systems.

distribución, para liberar recursos financieros efectuando una venta de empresas para poder afrontar nuevas áreas de negocio y por último diseñar un nuevo plan estratégico de actividades para reforzar la posición competitiva y el liderazgo de Telefónica.

En 1988 vuelve a haber un cambio de presidente del consejo de administración de Telefónica, siendo el actual Cándido Velázquez-Gaztelu Ruiz, que sustituye en diciembre a Luis Solana Madariaga.

La LOT incluye la formalización de un contrato con el Estado, lo que va a influir en las inversiones por parte de Telefónica y la concreción del Plan Nacional de Telecomunicaciones. Con este propósito los planes de Telefónica se encuadran en el proceso de integración de España en la CEE.

En este año se culmina el proceso de automatización del servicio telefónico nacional.

La red pública de transmisión de datos por conmutación de paquetes, Iberpac, continúa su expansión con un 70% más de solicitudes que en 1987, existiendo a finales de 1988, 56800 terminales de acceso con un total de 45626 conexiones de red.

También se amplía la conexión internacional hasta 47 redes públicas conectadas a la red de datos.

A través de la red de datos Iberpac, se potencian nuevos servicios de comunicaciones como Ibertex, X.28 y datáfono<sup>140</sup>, este último sufrió un aumento espectacular superando todas las expectativas, llegando hasta 60000 terminales en diciembre de este año.

En lo referente a la Telefónica I+D se continúa desarrollando entre otros, el sistema de conmutación de paquetes Tesys-B, efectuándose las primeras pruebas en los circuitos integrados creados específicamente para el mismo.

El año 1989, Telefónica lo considera un año de inversiones, para potenciar las infraestructuras, soportar los nuevos servicios y su expansión internacional adquiriendo el 10% de la compañía ENTEL de Chile y una "joint venture" con Cable & Wireless y Motorola en el Reino Unido. Para ello se efectúa una reorganización de las estructuras directivas delimitando responsabilidades de las redes y servicios.

Se prepara un plan estratégico 1990-1994 en el que habrá dos ejes principales, por una parte, la modernización tecnológica para ofrecer nuevos servicios y, por otra parte, la internacionalización de las actividades. Esto fue debido a las directrices de la CEE respecto a las telecomunicaciones.

---

<sup>140</sup> Datáfono: Transferencia Electrónica de Fondos, que a finales de 1988 contabiliza 60000 terminales conectados.

La red de conmutación de paquetes Iberpac continúa su expansión con la puesta en marcha de 50 nuevos centros lo que implica un incremento de la oferta del 41% respecto al año anterior, con lo que a finales de año se llega a tener más de 55000 conexiones a la red Iberpac, lo que supone un 22,5% más que el año anterior.

Hay que considerar que a partir de este año todas las ampliaciones se efectúan con el protocolo X.25<sup>141</sup>.

Se amplían las conexiones internacionales hasta 108 redes públicas en 61 países.

Así mismo la red Iberpac continúa sirviendo de apoyo a los servicios X.28<sup>142</sup>, X.32<sup>143</sup>, Datáfono e Ibertex.

Se efectúan colaboraciones con otras redes públicas, como es el caso de TELEVERKET<sup>144</sup> de Suecia y la PTT TELECOM<sup>145</sup> de Holanda, y un acuerdo de colaboración con la operadora norteamericana US WEST<sup>146</sup>.

Telefónica I+D finaliza el desarrollo de hardware y el software correspondiente para la primera entrega del sistema de conmutación de paquetes Tesys-B, estando prevista las primera instalaciones en 1990.

Durante 1990, Telefónica continúa con el esfuerzo inversor con el fin de ir modernizando la red y adquiriendo participaciones en empresas operadoras de telecomunicaciones de otros países, pero ahora con financiación externa.

La red Iberpac continúa su evolución incrementando 34 nuevos centros, todas las ampliaciones ya se efectúan únicamente con el protocolo X.25, que es el que esta normalizado internacionalmente, implicando un crecimiento del 15,9%.

Continúan incrementándose las conexiones internacionales llegando a 124 redes públicas con 67 países.

Continúa el apoyo de la red Iberpac con otros servicios de comunicaciones de datos tales como X.28, X.32, Datáfono, e Ibertex.

---

<sup>141</sup> El protocolo X.25 es el que se normalizo internacionalmente en 1985.

<sup>142</sup> X.28: Es el Servicio que define el acceso por RTC a la red Iberpac, de terminales asíncronos o de caracteres (TTY compatibles), a 300 baud (módem V21).

<sup>143</sup> X.32: Es el servicio que define el acceso por RTC a la red Iberpac, de terminales síncronos o de paquetes, con protocolo X.25, con una velocidad máxima es de 2400 baud (módem V22bis).

<sup>144</sup> Televerket: era la responsable de las telecomunicaciones en Suecia desde 1853 hasta 1993.

<sup>145</sup> KPN o PTT Nederland es la compañía de comunicaciones de Holanda teniendo el gobierno holandés la propiedad absoluta pero no su administración.

<sup>146</sup> US West fue una de las siete compañías, conocidas como Baby Bells, creadas debido a la ley antimonopolio de EEUU contra ATT, que proporciono servicios de comunicaciones a distintos estados de EEUU



Se construyen varios prototipos del sistema de conmutación de paquetes del Tesys-B, así mismo se desarrolla el sistema Iberpac para que se permita su explotación y su integración con los sistemas Tesys-A y Tesys-B.

Se definen los requisitos técnicos para el desarrollo necesario para un nuevo servicio, Iberpac-UNO, para poder efectuar redes privadas virtuales para comunicaciones de datos de clientes.

En 1991, Telefónica firma el contrato con el Estado Español, en sustitución del que tenía Telefónica desde el año 1946, con el fin de tener un marco de referencia para la regulación de las telecomunicaciones en España. En este contrato, se otorga a Telefónica la exclusividad de las comunicaciones de los servicios básicos de voz entre otros, que se irán reduciendo tal como vaya determinando el Plan Nacional de Telecomunicaciones y las directrices de la CEE, incorporándose progresivamente a través de la reforma de la Ley de Ordenación de las Telecomunicaciones.

La red Iberpac continúa con un alto crecimiento incrementando el número de centros en 55, pero todos solo con el protocolo X.25, y continúa apoyando a los servicios X.28, X.32, la transferencia electrónica de fondos e Ibertex.

Con respecto a las conexiones internacionales se amplía hasta 140 redes públicas en 74 países.

El servicio Iberpac-UNO, es operativo para redes privadas de algunos clientes.



FIG. 23 EVENTOS EN ESPAÑA DURANTE 1992<sup>147</sup>

En 1992 la actividad de Telefónica destaca con la participación de diversos acontecimientos que ha habido en España a lo largo del año como la Exposición Universal de Sevilla, los XXV Juegos Olímpicos en Barcelona, y la Capitalidad Europea de la Cultura en Madrid.

<sup>147</sup> (Varios Autores, Memorias Anuales de Telefónica, 1924-1995).

Internacionalmente, Telefónica consolida su presencia en Hispano-América llegando a ser el segundo operador en líneas gestionadas.

Telefónica I+D junto con Telefónica Sistemas continúan llevando a cabo la I+D, con el fin de tener una autonomía en diferentes áreas estratégicas y no depender tanto de los suministradores, por ello en conmutación de paquetes se ha creado una nueva estructura de explotación de la red Iberpac en el Tesys-B.

El servicio de transmisión de datos por conmutación de paquetes de la red Iberpac ya ha adquirido un importante grado de implantación, con los equipos propios diseñados por personal de Telefónica en laboratorios propios de investigación y construidos en empresas participadas por Telefónica, pudiendo de atender la liberalización del mercado de transmisión de datos que se producirá el 1 de enero de 1993.



FIG. 24 BASTIDOR DE LA RED IBERPAC<sup>148</sup>

<sup>148</sup> Memorias Anuales de Telefónica 1992. (Varios Autores, Memorias Anuales de Telefónica, 1924-1995)



Respecto al crecimiento de la red Iberpac, esta se incrementa en 47 nuevos centros lo que implica un aumento del 8.6% en la capacidad de oferta para los clientes, dando apoyo a diferentes servicios como X.28, X.32, Ibertex y Transferencia Electrónica de Fondos.

Internacionalmente se amplía el acceso hasta 157 redes públicas de 78 países.

Se implanta la extensión del sistema Tesys-B versión 1, a toda la planta para aplicaciones de tránsito. Con este nuevo equipo las comunicaciones de datos mejoran con respecto al Tesys-A, aumentando la capacidad de conmutación de paquetes hasta 60000 paquetes/segundo e incorporando protocolos estándar que están definidos por el CCITT.

También se implanta una versión reducida del Tesys-B (TB-500) únicamente para ambientes ofimáticos.

Continúa el despliegue del servicio Iberpac-UNO para las redes privadas virtuales de los clientes.

Telefónica I+D y Telefónica Sistemas continúan desarrollando la evolución del sistema de conmutación de paquetes con el Tesys-B para la explotación de la red Iberpac, y así mismo contribuir a la normalización internacional.

El día uno de enero de 1993 empieza la liberalización de los servicios de transmisión de datos y Telefónica lo considera como un año de transición hacia el mundo multimedia consolidando estos servicios, así mismo empieza a ver nítidamente el futuro en el marco de la competencia.

La demanda de nuevos servicios como la transmisión de datos por conmutación de paquetes Iberpac, por parte de la sociedad española, continúa aumentando adquiriendo un grado de implantación muy elevado con una gran aceptación, siempre basándose en la tecnología Tesys, que continúa instalando los nuevos desarrollos de equipos de altas prestaciones como el Tesys-5, todos ellos creados por personal de los centros I+D de Telefónica.

Se produce una aceleración en la convergencia entre informática, telecomunicaciones y el sector audiovisual, produciéndose alianzas tanto con Estados Unidos como en Europa.

Telefónica entra a formar parte del consorcio UNISOURCE, formado por los operadores de Holanda, Suecia y Suiza para poder facilitar a los clientes servicios de voz y datos a escala global.

Las conexiones internacionales de datos se incrementan hasta 182 redes públicas incorporando 8 países.

La red Iberpac de transmisión de datos por conmutación de paquetes incrementa con 60 nuevos centros, continuando de apoyo a los servicios de comunicaciones de datos como X.28, X.32, transferencia de fondos e Ibertex.

Telefónica se adhiere al proyecto piloto ATM<sup>149</sup>, junto con otros operadores públicos en el ámbito europeo para su implementación, con equipos de Nortel Telecom<sup>150</sup>.

En 1993 continúa el despliegue del servicio Iberpac-UNO para cubrir las necesidades de red privada virtual de comunicaciones de datos de clientes, llegando a 17414 conexiones distribuidas en 28 clientes.

La red Iberpac es la segunda red europea en número de conexiones y la primera en cuanto a la penetración en el país.

RSAN.....	2.142
X-25 .....	56.732
Red UNO .....	17.414

FIG. 25 NÚMERO DE PUERTAS A LA RED DE DATOS EN 1993<sup>151</sup>

<sup>149</sup> ATM: El modo de transferencia asíncrona (*asynchronous transfer mode*, ATM) es una tecnología de telecomunicación desarrollada para poder aumentar la capacidad de transmisión para servicios y aplicaciones. "ATM es una tecnología de red que permite la transferencia simultánea de datos y voz a través de la misma línea. El ATM fue desarrollado con CNET. Al contrario de las redes sincrónicas (como las redes telefónicas, por ejemplo), en donde los datos se transmiten de manera sincrónica, es decir, el ancho de banda se comparte (multiplexado) entre los usuarios según una desagregación temporaria, una red ATM transfiere datos de manera asíncrona, lo que significa que transmitirá los datos cuando pueda. Mientras que las redes sincrónicas no transmiten nada si el usuario no tiene nada para transmitir, la red ATM usará estos vacíos para transmitir otros datos, lo que garantiza un ancho de banda óptimo. Además, las redes ATM sólo transmiten paquetes en forma de celdas con una longitud de 53 bytes (5 bytes de encabezado y 48 bytes de datos) e incluyen identificadores que permiten dar a conocer la calidad del servicio (QoS), entre otras cosas. La calidad de servicio representa un indicador de prioridad para paquetes que dependen de la velocidad de red actual. Por lo tanto, ATM posibilita la transferencia de datos a velocidades que van desde 25 Mbps a más de 622 Mbps (incluso se espera que las velocidades alcancen más de 2 Gbps a través de la fibra óptica). Debido a que el hardware necesario para redes ATM es costoso, los operadores de telecomunicaciones las utilizan básicamente para líneas de larga distancia."

<sup>150</sup> Nortel Networks Corporation: fue una empresa multinacional que producía hardware, software y servicios para las telecomunicaciones con sede en Toronto (Canadá). En junio de 2009 quebró y anunció que cesaba todas las operaciones y vendería todas sus unidades de negocio.

<sup>151</sup> (Varios Autores, Memorias Anuales de Telefónica, 1924-1995).

Telefónica participa en los trabajos encaminados a la implantación de una red europea de banda ancha basada en la técnica de conmutación ATM, en esta prueba piloto participan 18 operadores de 15 países. Telefónica piensa implantar esta tecnología tanto en los nodos internacionales como en los nacionales.

En el año 1994, Telefónica se configura como Grupo Telefónica constituido por Telefónica de España y un grupo de empresas a las que se les transfieren la prestación de los servicios, con ello se pretende descentralizar los negocios.

La gestión de Telefónica queda integrada en una Comisión Directiva y varios Departamentos Generales, que es donde se define la estrategia, el control, y la coordinación de todo el Grupo.

En la reorganización se pueden distinguir los siguientes servicios:

- Servicio Telefónico Básico.
- Servicio de Transmisión de Datos.
- Servicio de Móviles.
- Servicio de Telecomunicaciones de Uso Público.
- Servicio de Publicidad y Multimedia.
- Servicio de Comunicaciones Internacionales.

De ellos los servicios de transmisión de datos y los de comunicaciones internacionales están integrados a nivel europeo debido a su globalización.

En este año se completa la digitalización de toda la infraestructura de la red de Telefónica.

La red Iberpac continúa su expansión incorporando 51 nuevos centros elevando la oferta en un 11.1% la capacidad de la oferta.

Se crea el servicio Iberpac-PLUS que permite comunicaciones con tarifa plana y posibilidades de tener una ruta de backup.

Los servicios Datex 28 (X.28) y Datex 32 (X.32), que están soportados sobre la red Iberpac incrementan sus velocidades, y el servicio Ibertex continúa consolidándose.

Telefónica participa en organismos internacionales como ETNO<sup>152</sup> y ETSI<sup>153</sup>, para relacionarse con organismos e instituciones de la CEE, especialmente en lo que se refiere a la normativa de la UE, y para revalidar los procesos de normalización.

Con respecto a las conexiones internacionales se llega hasta 204 redes de 95 países.

Se completa la integración en UNISOURCE<sup>154</sup> con una participación del 25% del capital. Con esta integración Telefónica de España proporciona los servicios de transmisión de datos por conmutación de paquetes.

En 1995 Telefónica, prosiguiendo su plan de descentralización, desarrolla la creación de distintas filiales partiendo del núcleo corporativo, en las que tiene una participación mayoritaria y de coordinación, transfiriendo los activos, los sistemas de gestión, y todo lo necesario para que funcionen de forma autónoma, apareciendo, por primera vez, una filial independiente de Transmisión de Datos.

Esta reorganización se efectúa para poder dar respuestas más ágiles y eficientes a los clientes respecto a nuevos servicios y así Telefónica pueda afrontar los retos de la liberalización de servicios, que culminará en 1998 con la liberalización total de los servicios de voz e infraestructuras.

Estas filiales actúan de forma autónoma, constituyéndose como empresas independientes con el traspaso de activos y recursos humanos, aunque en determinadas decisiones Telefónica tiene una visión de conjunto.

La filial de transmisión de datos TTD<sup>155</sup> absorbe las redes y los servicios de transmisión de datos como Iberpac, Iberpac-Plus, y Red UNO, así como la creación de unos servicios nuevos como el servicio Frame Relay, el servicio 2000, el servicio de acceso a Internet, y el servicio InfoVía.

---

<sup>152</sup> ETNO: European Telecommunications Network Operators' Association.

<sup>153</sup> ETSI: European Telecommunications Standards Institute o Instituto Europeo de Normas de Telecomunicaciones es una organización de estandarización independiente, sin fines de lucro de la industria de las telecomunicaciones (fabricantes de equipos y operadores de redes) de Europa, con proyección mundial. Fue creado por la CEPT en 1988 y es reconocido oficialmente por la Comisión Europea y la Secretaría de la Asociación Europea de Libre Comercio (AELC). Con sede en el parque científico de Sophia Antípolis de Francia. Es la responsable de la normalización de las Tecnologías de la información y la comunicación (TIC) dentro de Europa, incluyendo todas las tecnologías de las telecomunicaciones. Está compuesta por miembros de diferentes países de todo el mundo incluyendo fabricantes, operadores, proveedores de servicios, administradores de servicios, organismos de investigación y organizaciones de usuarios.

<sup>154</sup> UNISOURCE: formada por PPT Telecom Holanda, SWISS Telecom PPT de Suiza, Telia de Suecia y Telefónica de España. Es el primer suministrador europeo de Servicios de telecomunicaciones, particularmente de transmisión de datos, Servicios avanzados y comunicaciones por satélite.

<sup>155</sup> TTD: Telefónica Transmisión de Datos.

**NEGOCIOS DEL GRUPO TELEFÓNICA**

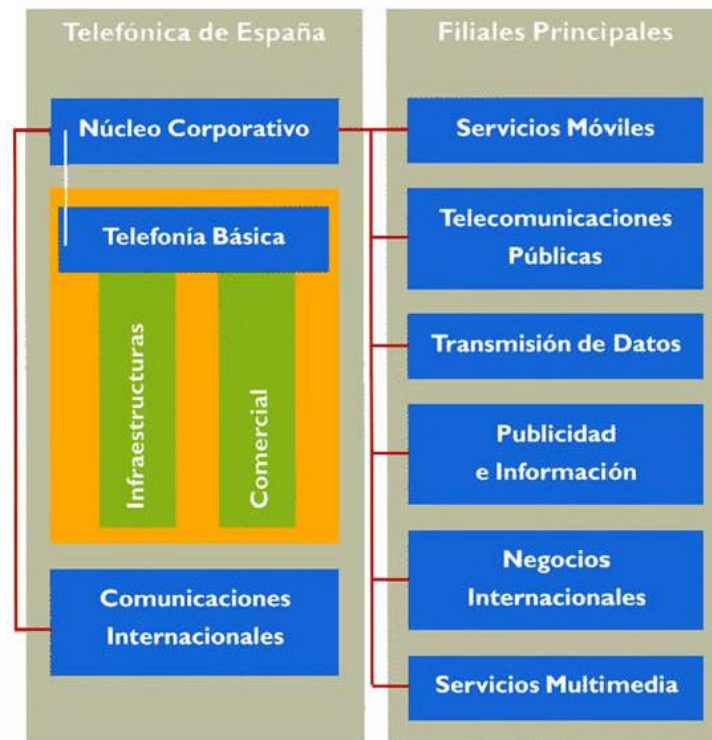


FIG. 26 ORGANIZACIÓN DEL GRUPO TELEFÓNICA EN 1995<sup>156</sup>

Se amplía la infraestructura y la capacidad de red nacional con potentes nodos de conmutación con enlaces de 34 Mbps.

Con la red UNO Telefónica introduce la tecnología ATM en la Transmisión de datos. Así mismo desarrolla la fase principal del piloto ATM Paneuropeo.

Se inicia un plan para adecuar la infraestructura de la red internacional a las nuevas tecnologías con proyectos y planes conjuntos con distintos operadores europeos y panamericanos.

A nivel internacional Telefónica interconecta la Red UNO con la red UNIDATA de UNISOURCE, activando así el plan técnico del desarrollo de la red panamericana de transmisión de datos.

<sup>156</sup> Memorias Anuales de Telefónica de 1995.

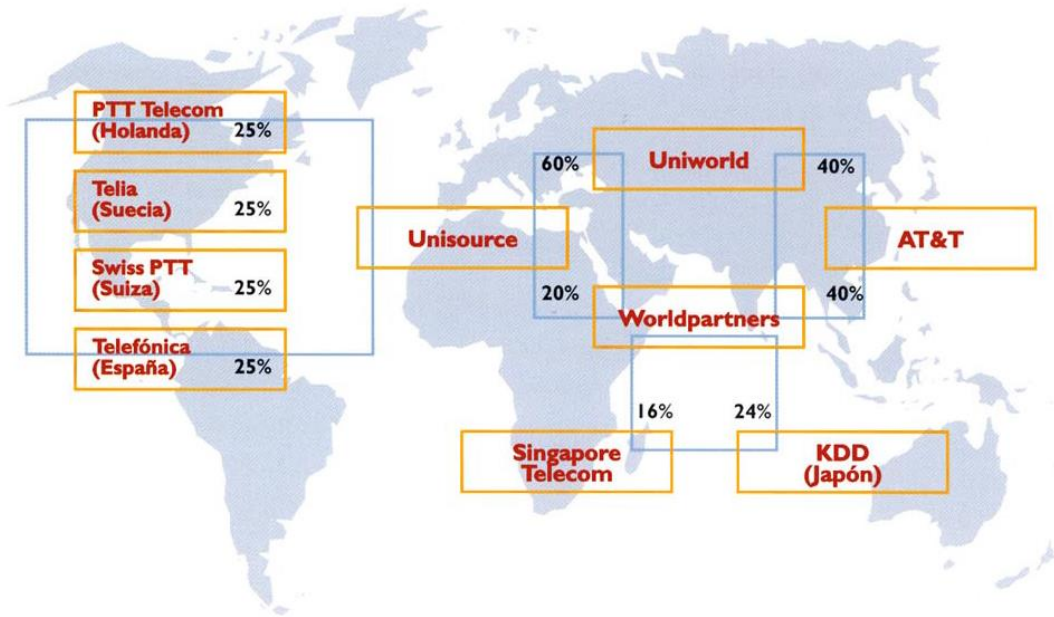


FIG. 27 ALIANZA CON WORLDPARTNERS EN 1995<sup>157</sup>

Telefónica está ya integrada en la alianza UNISOURCE, pero para poder dar servicios con la internalización y la globalización es necesaria la integración en consorcios internacionales como WORLDPARTNERS.

Telefónica apuesta por el acceso a Internet, reconociendo las múltiples oportunidades que ofrece Internet, para ello crea el servicio InfoVía, por medio del cual, mediante una llamada metropolitana tienes acceso a Internet.

Inicialmente el servicio InfoVía daba acceso a diferentes proveedores de información. La conexión se efectuaba por medio de un módem y no era necesario disponer de una suscripción previa.

A nivel nacional se observa un retroceso en las comunicaciones de datos por conmutación de paquetes, pero así mismo se detecta un gran incremento de las velocidades de los circuitos de datos por parte de los clientes.

Telefónica continúa desvinculándose de empresas fabricantes de equipos de telecomunicaciones, como Indelec, que vende a Ericsson, debido a uno de los principios de la UE, que es la desvinculación de las operadoras de servicios de telecomunicación de empresas fabricantes de equipos.

<sup>157</sup> Memoria Anual de Telefónica de 1995.

El año 1996 empieza con el presidente Cándido Velázquez-Gaztelu Ruiz que en el mes de junio es sustituido por Juan Villalonga Navarro.

Telefónica continúa con la política de desprenderse de participaciones en empresas no estratégicas para el Grupo Telefónica.

En este año experimenta un crecimiento espectacular las comunicaciones móviles, tanto las analógicas como las digitales.

Respecto a las comunicaciones de datos hay que destacar que el servicio de InfoVía continúa su crecimiento integrando más proveedores de servicio, llegando a 843 proveedores de servicio e informaciones de Internet tanto internos como externos, convirtiéndose en un servicio universal de acceso a las autopistas de la información. Así mismo aumentan las líneas conectadas al servicio, tanto en España como en Iberoamérica.

El servicio de InfoVía viene a ser una intranet en todo el estado español y tener asimismo acceso a proveedores fuera de España, popularizando el acceso a servicios y empresas únicamente a través de una línea telefónica y un módem, siendo el principal artífice de la expansión de Internet en España.

InfoVía, mediante un acuerdo entre Telefónica y Microsoft, se integra en el sistema operativo de Microsoft Windows 95, en la versión en español para ordenadores de España y Latinoamérica de 1997.

Se fortalecen los servicios de comunicaciones de datos que se prestan por medio de las redes Iberpac, Iberpac-plus y Red UNO detectándose un aumento del número de conexiones, también se consolida el servicio de Frame Relay para la transmisión de datos.

La Asociación de Usuarios de Internet y SEDISI<sup>158</sup> logran que los proveedores de conexión a Internet creen un nodo Neutro para las comunicaciones nacionales con el fin de evitar tráfico de Internet entre extremos nacionales, y así poder disminuir el tráfico, logrando comunicaciones más rápidas.

La entrada en UNISOURCE se materializa con la aportación por parte del Grupo Telefónica de las empresas Telefónica Transmisión de Datos y Telefónica VSAT, con lo que Telefónica se convierte en socio permanente con un 25% del consorcio.

---

<sup>158</sup> SEDISI: Asociación Española de Empresas de Tecnologías de la Información.

Las comunicaciones internacionales de datos continúan con la alianza con UNISOURCE que junto con AT&T fusionan las operaciones en Europa para comunicaciones de datos y servicios multimedia.

Telefónica I+D continúa ofertando soluciones tecnológicas y colabora en programas de investigación en la Unión Europea, y respecto al marco internacional colabora en el comité de I+D de la alianza UNISOURCE.

En 1997 el Estado Español efectúa una oferta pública de venta de sus acciones de la Compañía Telefónica por lo que Telefónica pasa a ser una empresa totalmente privada, siendo la primera operadora global de telecomunicaciones de España.

Esta nueva etapa sirve para estar más preparada para la total liberalización de las telecomunicaciones en el mercado español, hecho que se produce el uno de diciembre de 1998.

Con la implantación internacional y la provisión de servicios, Telefónica tiene el carácter de operador global agrupando los servicios en tres grandes áreas, negocios tradicionales de telecomunicaciones, las comunicaciones interactivas y los negocios audiovisuales.

En lo que respecta al servicio de comunicaciones de datos se consolidan el servicio CINCO<sup>159</sup>, en el que se integran la voz, los datos y las imágenes en una misma línea y se facilita la migración del servicio de Ibertex a InfoVía.

El servicio CINCO está fundamentado en la tecnología ATM, transfiriendo los datos de manera asíncrona, en celdas de longitud fija de 53 bytes.

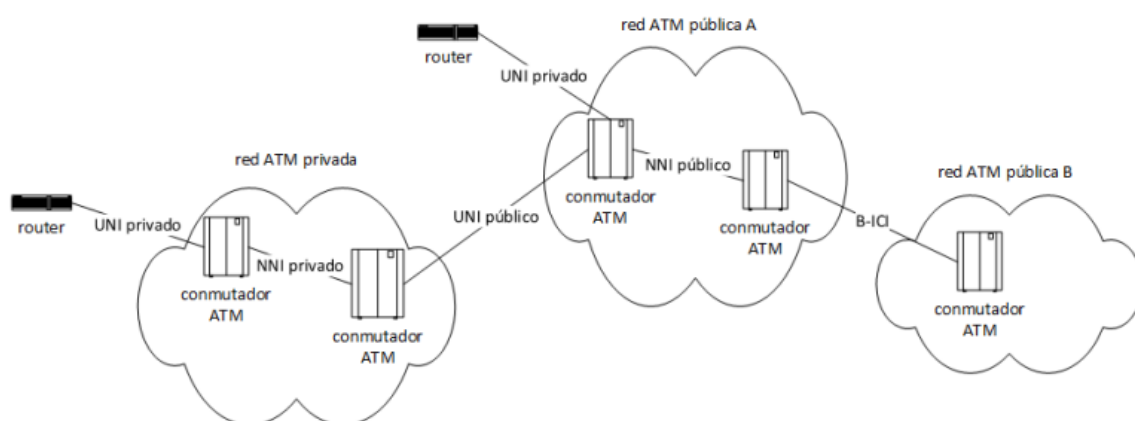


FIG. 28 DESCRIPCIÓN DEL SERVICIO CINCO<sup>160</sup>

<sup>159</sup> CINCO – Servicio de Comunicaciones Integrales Corporativas, es un servicio multimedia de transmisión de voz, datos e imágenes.

<sup>160</sup> Manuales internos de Telefónica.



La filial de Telefónica, Telefónica Transmisión de Tatos deja el consorcio Unisource para integrarse plenamente en el Grupo Telefónica, y su estrategia comercial estará integrada con la de Telefónica Servicios Avanzados de Información<sup>161</sup> y la de Telefónica VSAT.

Respecto a I+D Telefónica continúa evolucionando servicios como una nueva versión de InfoVía y creando nuevos servicios. Así como desarrollando sistemas para que las comunicaciones sean más robustas y seguras para dar respuesta a los servicios de Internet y los servicios “on-line”.

Los servicios interactivos tienen un crecimiento exponencial debido a las aplicaciones “on-line”, con lo que el servicio InfoVía tiene un crecimiento del 61.1% en usuarios registrados y un crecimiento del 99.2% de centros proveedores de información respecto al año 1996, y evoluciona a InfoVía Plus.

Telefónica inicia la implantación de una nueva red de datos, la Red IP<sup>162</sup>, esta red se prevé operativa en 1998. Con esta red se mejorará la competitividad de InfoVía y se aprovecharán mejor las potencialidades de Internet.

A nivel internacional se firma una alianza estratégica con British Telecom<sup>163</sup> y MCI WorldCom<sup>164</sup>.

En 1998 Telefónica implanta la red IP migrando todos los servicios de datos a esta nueva red.

### 8.3 Grupo industrial de Telefónica

En 1985 Telefónica terminó una etapa respecto a una política industrial (Varios Autores, Memorias Anuales de Telefónica, 1924-1995), que consistía en ir agrupando empresas de las que tenía una parte del accionariado para constituir una configuración homogénea, con el fin de tener una solvencia y una solidez tecnológica independiente de compras a empresas externas. Con ello se consiguió tener una estructura de actividades más diversificada.

---

<sup>161</sup> TSAI: Telefónica Servicios Avanzados de Información.

<sup>162</sup> IP: Internet Protocol.

<sup>163</sup> BT: British Telecom es una compañía multinacional de telecomunicaciones británica con sede en Londres, Reino Unido.

<sup>164</sup> MCI: era una corporación de telecomunicaciones estadounidense, actualmente una filial de Verizon Communications, la corporación se formó originalmente como resultado de la fusión de las corporaciones WorldCom y MCI Communications, y utilizó el nombre MCI WorldCom.

Esta política de consolidación de empresas favoreció a Telefónica, ya que creó una mayor competitividad entre los suministradores y desarrolladores de suministros, lo que benefició al conjunto del sector y también a las compras efectuadas por Telefónica.

Telefónica diversificó su estructura creando una serie de empresas para dedicarlas a sectores concretos, pero que podían complementarse y utilizar sinergias existentes de manera coordinada.

Las empresas que se crearon son las siguientes:

- **Telefónica Internacional S.A.:** Empresa orientada a la promoción exterior con el fin de poder completar acciones de empresas de España que tenían necesidades en distintos países.
- **Telefónica de Sistemas S.A.:** Empresa de ingeniería de redes y sistemas, centrada mayoritariamente en grandes proyectos complejos y multidisciplinarios, así como una coordinación corporativa, su actuación es mayoritariamente en el mercado nacional pero también puede actuar como consulting en Telefónica Internacional.
- **Centro de Investigación y Desarrollo:** Empresa dedicada a la investigación aplicada a desarrollos prospectivos, con el fin de conseguir el máximo de productos de propiedad industrial nacional, con los requerimientos del mercado para evitar condicionamientos futuros en las instalaciones.
- **Cosesa-Telyco:** Empresa del segmento de redes comerciales para la distribución de productos en un contexto de libre competencia, con el fin de que en el futuro contexto internacional de la liberación de terminales Telefónica tenga una política comercial adecuada.

Telefónica efectuó acuerdos con una serie de empresas con el fin de obtener una transferencia de tecnología sin limitaciones, así como actualizaciones permanentes, una presencia en mercados exteriores, y una especialización hacia esquemas de polos productivos.

Todo con el fin de garantizar interdependencias mutuas con compromisos para que los proyectos tengan una viabilidad tanto técnica como económica.

Así mismo también se crearon acuerdos con las siguientes empresas:

- **ATT Microelectrónica España S.A.:** Los primeros contactos con esta compañía se efectuaron en octubre de 1983, ya que inicialmente se planteó, por parte de ATT, como una plataforma de lanzamiento de ATT con España y Europa.

De estos primeros contactos se llegó a un acuerdo global en diciembre de 1985. Este acuerdo propició la creación de una empresa dedicada a la fabricación de circuitos integrados con chips de elevadas prestaciones con diseño local.

La empresa se creó con un capital social de 65 millones de dólares, con una participación del 20% por parte de Telefónica y un 80% por parte de ATT.

- **Fujitsu España-Secoinsa:** La empresa Secoinsa estaba participada por el INI<sup>165</sup>, Fujitsu<sup>166</sup> y Telefónica. El proyecto común que tenían desde 1974 era el desarrollo del sistema Tesys. Este proyecto causó unas pérdidas económicas tales que a finales de 1983, fue necesario efectuar una potenciación tecnológica. Telefónica adquirió la participación del INI y las negociaciones para aumentar el compromiso de Fujitsu y los proyectos en España fueron para incorporar actividades en grandes ordenadores de Fujitsu, transferencia de tecnología, tanto en fabricación como en ingeniería de sistemas, “know-how”, formación de personal, exportaciones y equipos informáticos, ofimáticos y telemáticos.

La empresa se creó con un capital social de 6000 millones de pesetas, con una participación del 40% por parte de Telefónica y un 60% por parte de Fujitsu.

- **Telcor S.A.:** Es una empresa fabricante de cables de fibra óptica. Telefónica, pensando que este será el medio de transmisión futuro, en 1985 realiza la instalación de los primeros cables de fibra óptica previéndose una implantación masiva de los mismos debido a la potencia, a la calidad de transmisión y al precio.

En 1984 Telefónica busca un socio tecnológico y en diciembre de 1985 se alcanza un acuerdo con Corning Glass respecto a la transferencia de tecnología de primer nivel OVD con actualizaciones y la creación en España de la capacidad I+D junto con un compromiso de exportación del 35%.

La inversión fue de 25 millones de dólares con una participación del 35% por parte de Telefónica y un 65% por parte de Corning Glass.

- **European Silicon Structures (ES2):** ES2 es un proyecto europeo del tipo “joint venture” de British Aerospace, Olivetti, Brown Boveri, Philips, Saab-Scania, Telfin y Telefónica, cuyo objeto es el diseño de circuitos integrados a demanda (custom) con plazos de diseño y fabricación de prototipos breves y series cortas.

---

<sup>165</sup> INI: Instituto Nacional de Industria.

<sup>166</sup> FUJITSU: Empresa con servicios de Industria y Tecnología. Fabricante de grandes ordenadores a nivel mundial, con tecnología líder en semiconductores y telecomunicaciones.

La participación es netamente europea y su objeto es facilitar a pequeñas empresas acceso a circuitos a la medida con un alto nivel tecnológico y fomentar así una mayor competitividad, alineándose con las últimas tendencias europeas por lo que se refiere a los nuevos diseños tecnológicos.

Telefónica junto con un grupo bancario español participó con 3 millones de dólares, equivalente a un 5%.

- **Centro de Investigación y desarrollo:** se colabora con la empresa Pacific Telesis<sup>167</sup> con el fin de aumentar la capacidad de I+D de Telefónica. Con la creación de este nuevo centro se pretende conseguir una oferta con productos de tecnología propia, desarrollo de equipos para la explotación de sistemas en el futuro, y la colaboración con otros centros para la creación de nuevas tecnologías.
- **Empresa de Cartografía Digitalizada,** Maptel, S.A.: Junto con la compañía SysScan se crea una compañía de cartografía digital, ingeniería y consultoría de sistemas gráficos. SysScan participa como socio tecnológico con un 30% y Entel y otros usuarios con el 70%.

---

<sup>167</sup> Pacific Telesis: fue una de las compañías que se creó en 1983, después de la sentencia antimonopolio contra ATT, era una de las llamadas Baby Bells.

	AMPER	ATT Micro-electrónica	CCSA	ELASA	ENTE	FUJITSU ESPAÑA/TECOINSA	HRM	INDELEC	INTELSA	SESA	SINTEL	TELEFONICA HISPANO-AMERICANA	TELEFONICA SISTEMAS*	TELETRA ESPAÑOLA	TEMASA	THM	T y D
Centros de computación						☺			☺	☺							☺
Centrales y multiplexores	☺								☺	☺							
Centros de datos						☺			☺	☺				☺			☺
Equipos de transmisión								☺	☺	☺				☺			
Modems	☺					☺				☺				☺			☺
Equipos de telecomunicaciones	☺			☺						☺		☺					
Equipos de telecomunicaciones móviles	☺							☺		☺				☺			
Cables			☺							☺							
Componentes	☺	☺							☺	☺							
Redes de Área Local						☺				☺							
Sistemas de ayuda a la explotación	☺			☺					☺	☺				☺			
Equipos informáticos						☺				☺							
Equipos periféricos						☺				☺							
Aplicaciones informáticas y telemáticas					☺												
Telefonía móvil								☺	☺					☺			
Telefonía rural														☺			
Sistemas de ayuda a la navegación							☺										
Seguridad electrónica																☺	
Sistemas de alimentación									☺	☺				☺			
Instalaciones y obra civil			☺				☺		☺	☺	☺			☺	☺		
Ingeniería de sistemas					☺		☺	☺	☺	☺	☺			☺		☺	

FIG. 29 PARTICIPACIONES INDUSTRIALES DE TELEFÓNICA<sup>168</sup>

### 8.4 CSIC

En el periodo de la Transición democrática en España el CSIC<sup>169</sup> estaba inmerso en una reforma debido a la aplicación de un nuevo reglamento. En este tiempo, en 1976, estaba la creación de la Dirección General de Política Científica dentro del Ministerio de Educación y Ciencia, la creación del Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial<sup>170</sup>, así como las sucesivas reformas de la CAICYT<sup>171</sup> y la posterior creación del Ministerio de Universidades e Investigación que se efectuó en 1979. (Romero & Santesmases, 1996).

<sup>168</sup> Informe anual de Telefónica de 1985.

<sup>169</sup> CSIC: Consejo Superior de Investigaciones Científicas.

<sup>170</sup> CDTI: Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial.

<sup>171</sup> CAICYT: Comisión Asesora de Investigación Científica y Técnica (CAICYT) de España fue un organismo público del gobierno español creado en 1958 con la función de planificar la política científica y tecnológica. La CAICYT se extinguió en 1987 y su lugar fue ocupado por la Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología (CICYT).

El IV Plan de Desarrollo tenía la financiación mayoritariamente de CAICYT y de los acuerdos de cooperación internacional con países europeos y Estados Unidos, mediante becas de investigación junto con aportaciones ministeriales, pero España no tenía una infraestructura de investigación.

La División de Ciencias del CSIC presentó un programa de investigación al IV Plan de Desarrollo, que junto con la convocatoria de Proyectos de Investigación dentro del Convenio hispano-norteamericano de Cooperación Científica y Tecnológica (1975-1979), incluyeron temas de microelectrónica, oceanografía, y estudio de aguas continentales.

En este periodo de transición los gobiernos se centraban más en los temas políticos que en los de I+D, por lo que estos quedaron relegados. Aun con esto se crearon diferentes departamentos para que la investigación avanzara, como, la Dirección General de Política Científica dentro del Ministerio de Educación y Ciencia en abril de 1976, la aprobación del nuevo reglamento del CSIC en diciembre 1977, la creación del Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial<sup>172</sup> en abril de 1977, así como sucesivas reformas del CAICYT, llegando a la creación de un Ministerio de Universidades e Investigación en abril de 1979.

También hubo otros proyectos para la financiación de la investigación que quedaron en solo proyectos, no llegando a presentarse para la aprobación en los gobiernos de esta época.

El primer director de la Dirección General de Política Científica, creada el 2 de abril de 1976, fue Gabriel Ferraté, pero debido al bajo presupuesto asignado no se pudo contribuir a financiación de la investigación científica y al desarrollo tecnológico deseado, únicamente contaba con las asignaciones del CAICYT dependiente de la presidencia del Gobierno.

Lo que, si efectuó la Dirección General de Política Científica, fue la reforma del CSIC, evitando su desmembración ya que había grupos que querían apropiarse de alguno de sus institutos.

En junio de 1976 se inició un proceso en la organización que concluyó en enero de 1977 con la integración de todo el CSIC en un solo Organismo Autónomo.

Una vez reorganizado el CSIC era necesario un reglamento por medio del cual fuera operativo, para ello se perseguía, por una parte simplificar las estructuras y

---

<sup>172</sup> CDTI: Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial.

procedimientos administrativos con el fin de facilitar la actividad investigadora de los institutos y equipos de investigación, y por otra parte tener una participación del personal tanto en los órganos de gobierno y de gestión como en las unidades básicas de investigación, reconociendo la prioridad de los criterios y la responsabilidad de los investigadores en la organización, orientación y funcionamiento del mismo. Este se aprobó en el consejo de ministros de diciembre de 1977.

Este reglamento fue clave para el desarrollo de la investigación en España durante el periodo de 1982 a 1990, y a partir de 1986 para la participación de los investigadores españoles en los planes europeos.

Inicialmente las empresas que participaban eran SECOINSA (Sociedad Española de Comunicaciones e Informática), INI (Instituto Nacional de Industria) y Fujitsu.

En 1971 se empiezan a hacer estudios para desarrollar un sistema propio de conmutación de paquetes y al 1978 Telefónica crea el Tesys-1 con tecnología de hardware y software propia, tecnología que se amplía con el Tesys-5 y se consigue exportar a diferentes países.

Posteriormente en 1988 se inician los estudios para crear el Tesys-B, que era una evolución mejorada de la anterior, pero en este punto Telefónica dejó este proyecto.

## 8.5 Red Española de Transmisión de Datos

En 1969 el gobierno de España, en vista de la proliferación de distintas redes privadas de datos, encargó a CTNE<sup>173</sup> la creación de una red pública de transmisión de datos para satisfacer las necesidades de las diferentes administraciones y para algunas empresas. Considerando aspectos como el de satisfacer la demanda de servicio de datos que empezaba a generalizarse, para que fuera de un coste razonable y que llegase al gran público.

Telefónica desarrolló la red especial de transmisión de datos (RETD) y para ello consideró los siguientes aspectos:

- En el aspecto técnico se consideraron únicamente aspectos de teleinformación y teleproceso, normalizando protocolos para que cualquier terminal pudiese conectarse sin necesidad de desarrollos adicionales.
- Debía poder llegar a todo el público.

---

<sup>173</sup> CTNE: Compañía Telefónica Nacional de España.

- Debía tener conexiones internacionales.
- No debía haber limitaciones con respecto al tiempo y a la duración de las conexiones.
- El sistema debía poder tener una evolución.
- El coste no debía de ser excesivo y depender mínimamente de la distancia y si con la utilización del mismo.

Con estas premisas Telefónica inauguró en 1971 la RETD. Esta red era una red de transmisión de datos de conmutación de paquetes, pionera en Europa y de las primeras en el mundo con esta tecnología.

Utilizaba como a nodos de conmutación ordenadores Univac 418 III, con el protocolo RSAN<sup>174</sup> que fue diseñado por ingenieros de Telefónica siendo una evolución de los protocolos de ArpaNet.

En el año 1982 la red RETD fue bautizada con el nombre de red Iberpac. Así mismo en este tiempo el CCITT estaba elaborando un protocolo para redes de datos de conmutación de paquetes llamado, norma X.25, que posteriormente se implantaría mayoritariamente en Europa.

El comité de expertos del CCITT en el que participaba Telefónica trabajaba en este nuevo protocolo X.25, del que el CCITT emitió un primer borrador en 1974 que fue modificando y ampliándolo en 1976, en 1978, en 1980 y en 1984, para publicar el texto definitivo en 1985.

Debido a esta circunstancia Telefónica consideró que la red de datos tenía que poder soportar este nuevo protocolo, por lo que en España coexistieron, durante un tiempo dos redes de datos, la red Iberpac-RSAN para conectarse con equipos con el protocolo RSAN y la red Iberpac-X.25 para conectarse con equipos con protocolo X.25, X.28 entre otros, y el protocolo X.75 para conexiones a otras redes de datos.

---

<sup>174</sup> RSAN: Red Secundaria de Alto Nivel.



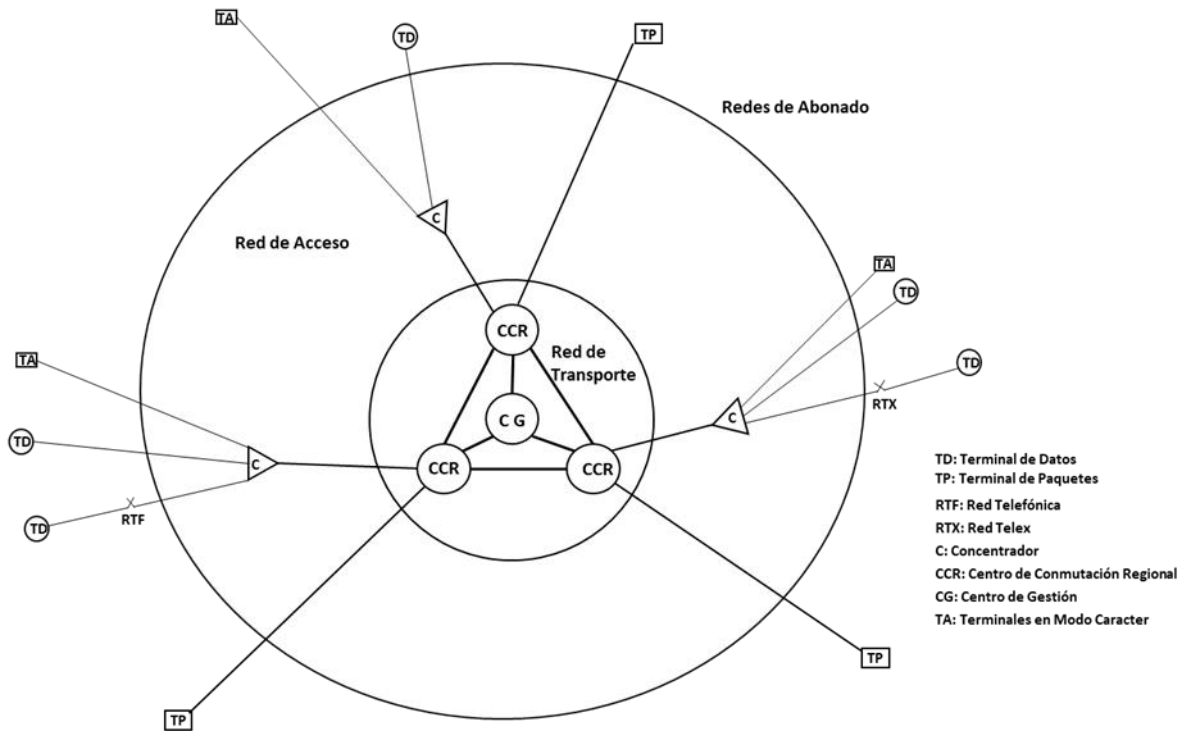


FIG. 30 ESTRUCTURA DE LA RED RETD<sup>175</sup>

### 8.5.1 Características de la RETD

La Red Especial de Transmisión de Datos (RETD) que se inauguró en 1971 tenía las siguientes características:

- Era una red de conmutación de paquetes.
- La red de transporte tenía una topología de malla.
- La red de acceso tenía una topología de árbol.
- La red de transporte tenía los siguientes servicios:
  - Propios:
    - Servicio en tiempo real (STR).
    - Intercomunicación entre centros de abonado (ICA).
  - Servicio añadido:
    - Servicio público de conmutación de mensajes (SPCM).
- El encaminamiento y el control de flujo estaban distribuidos en varios niveles de la red.

<sup>175</sup> (Varios Autores, Estructura y funcionamiento de la red Iberpac vol.1, 2, 3).

- Las funciones de gestión estaban centralizadas en un centro de gestión.
- Las altas y bajas tenían que seguir unos procedimientos en centros de diferentes niveles.
- Era posible acceder a la RETD por medio de la red automática conmutada, tanto para terminales permanentes como conmutados.
- La red Télex también tenía que estar interconectada a la RETD, por lo que los terminales Télex podían acceder al servicio público de mensajes de la RETD.

### 8.5.2 Topología de la RETD

En la RETD se consideraban aspectos como la conexión entre nodos y líneas, niveles jerárquicos, gestión de la red, seguridad ante fallos, conectividad, jerarquías, retardos, tráfico, etc.

En la topología de la RETD existían tres grandes áreas, la red de transporte, la red de acceso y las redes de abonado.

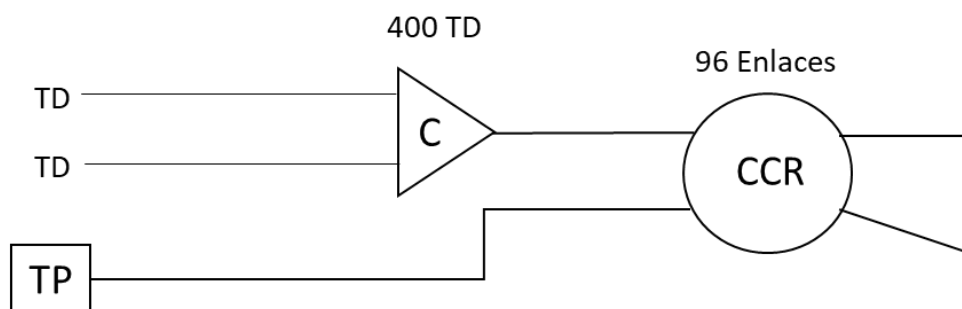


FIG. 31 TOPOLOGÍA DE LA RED RETD<sup>176</sup>

#### 8.5.2.1 Red de transporte

La red de transporte operaba en modo conmutación de paquetes, y tenía que considerar dos niveles, la estructura central y las redes de acceso.

La estructura central comprendía los nodos de conmutación, donde el nivel de conmutación estaba constituido por centros de conmutación y retransmisión<sup>177</sup> (CCR) de los enlaces de su zona de influencia, y con enlaces con otros CCR que los

<sup>176</sup> (Medina, Red pública de datos española (Iberpac), 1984).

<sup>177</sup> CCR: Centros de Conmutación y Retransmisión.

interconectaban para enviar los mensajes correspondientes. Aquí es donde se encaminaban los paquetes a su destinación.

Se facilitaban acceso directo a los centros de cálculo de los abonados (CCA), y a los llamados terminales de paquete (TP), con circuitos con velocidades de 4800/9600 bps, ya que estos suministraban los mensajes empaquetados.

Las conexiones entre los CCR estaban sobredimensionadas para cursar tráfico en un 20% de la capacidad de los enlaces en la hora cargada.

Los enlaces entre CCR y concentradores se efectuaban por medio de rutas diversificadas y redundantes con el fin de tener una mayor fiabilidad en las comunicaciones, existiendo también un control de flujo del tráfico con el fin de evitar congestiones en las mismas.

Los CCR estaban constituidos por cinco microordenadores de los que tres eran para procesar la información que llegaba a través de las líneas a 200 kbps y los otros dos eran propiamente los conmutadores de paquetes en los que siempre había uno activo y otro en reserva con el fin de asegurar su funcionamiento si hubiera algún problema en la conmutación de paquetes.

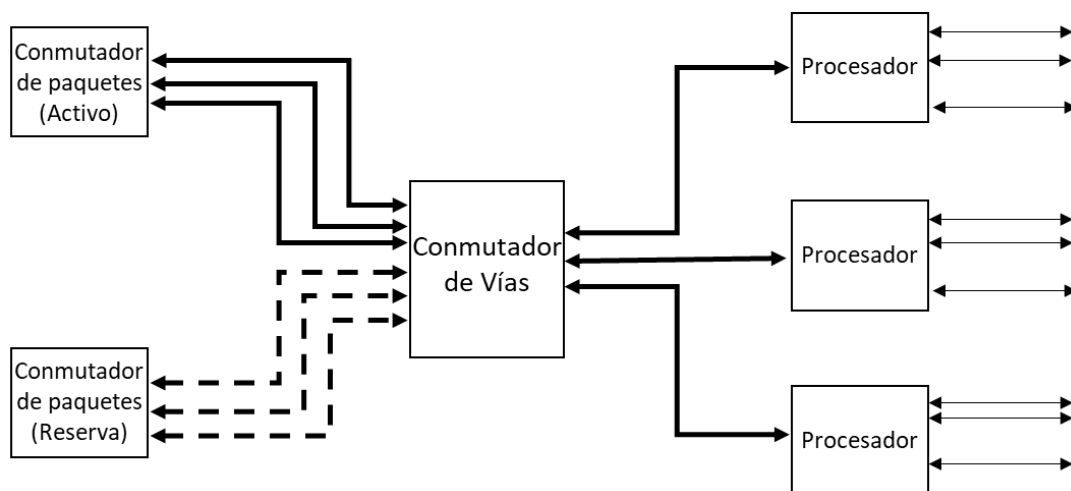


FIG. 32 CONFIGURACIÓN DE LOS CCR<sup>178</sup>

La estructura de la red de transporte estaba dividida en dos niveles, por un lado, había la red primaria de alto nivel (RPAM) donde había los centros de conmutación regionales

<sup>178</sup> (Varios Autores, Estructura y funcionamiento de la red Iberpac vol.1, 2, 3).

interconectados y por otra parte había la red de nivel medio (RNM) que incluía los concentradores y sus conexiones con los CCR.

### 8.5.2.2 Red de acceso

La red de acceso estaba estructurada en dos niveles según el modo de conexión de los equipos de los abonados, por una parte, existía la red secundaria de alto nivel (RSAN) que incluía los centros de cálculo de los abonados (CCA) y los CCR, y por otro lado había la red de bajo nivel que conectaba los terminales de abonado (TA) y los concentradores(C).

El área de acceso era donde se conectaban los terminales de los abonados donde había tres tipos de accesos:

- Directos, mediante un circuito dedicado, pudiendo ser exclusivo como podían ser los enlaces punto a punto.
- Compartido como los accesos multipunto.
- Conmutados a través de redes públicas como la red Telefónica y la red Télex.

Los terminales directos eran utilizados mayoritariamente por los terminales de paquetes que se conectaban directamente a los CCR.

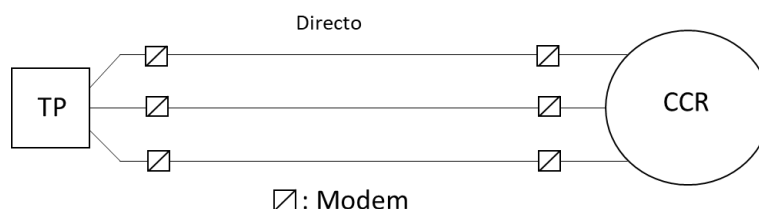


FIG. 33 ACCESO DIRECTO DE LOS USUARIOS A LA REDD<sup>179</sup>

Los terminales multipunto conectaban varios terminales de datos a un concentrador y desde allí iban a los CCR, para ello se utilizaban las siguientes técnicas:

- Multisistema de abonado, cuando los terminales y periféricos estaban gestionados por una unidad común de control que se conecta al concentrador.

<sup>179</sup> (Guadalajara, 1983).

- Multiplicador de interfaz, cuando el multipunto se efectuaba en el domicilio del abonado a nivel digital. Aquí se podían conectar hasta 6 terminales por cada circuito.
- Amplificador concentrador/difusor, estaban ubicados en los centros de Telefónica, la multiplexación se efectuaba a nivel analógico y podía soportar hasta 8 terminales.
- Las redes conmutadas permitían conexiones físicas a un concentrador con un proceso de señalización telefónico quedando después como una conexión directa.

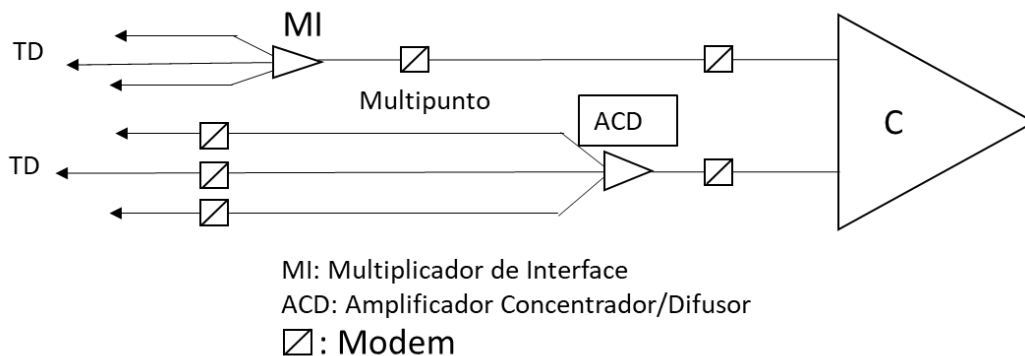


FIG. 34 ACCESO MULTIPUNTO DE LOS USUARIOS A LA RED<sup>180</sup>

Los concentradores estaban contruidos por dos miniordenadores que también funcionaban en modo activo y reserva, conteniendo cada uno de ellos los programas necesarios para el manejo de los terminales con los interfaces necesarios, así como los programas para comunicarse con el CCR al que estaba conectado.



FIG. 35 ACCESO CONMUTADO DE LOS USUARIOS A LA RED<sup>181</sup>

<sup>180</sup> (Guadalajara, 1983).

<sup>181</sup> (Medina, Red pública española (nueve años de servicio), 1980).

### 8.5.2.3 Red de abonado

Las redes de abonado eran donde se encontraban los terminales de abonado con distintos tipos de terminales conectados, por lo que la red suportaba todo tipos de terminales, síncronos, asíncronos, y teleimpresoras de diferentes fabricantes y con protocolos heterogéneos.

Con esta perspectiva, Telefónica forzó que los fabricantes homologaran los interfaces de conexión con la red.

Con la incorporación de concentradores, conmutadores y la gestión, esta red tenía una serie de ventajas respecto a la que había anteriormente:

- Reducción del número de circuitos y equipos de multiplexación y conexión con equipos del usuario.
- Menor coste, ya que se optimizaban los recursos.
- Simplificación de las comunicaciones.
- Aumento del tráfico.

También se diseñó y dimensionó esta nueva red para poder mejorar las comunicaciones entre los usuarios, ofreciéndoles unas características que no existían en aquellos momentos:

- Diversificación de los CCR.
- El transporte de la información no se modificaba en todo el recorrido.
- Mejora del tiempo de respuesta.
- Seguridad en las comunicaciones con la protección de cada uno de los paquetes que se enviaban durante todo el proceso.
- Fiabilidad de las comunicaciones, con la duplicidad de los CCR.
- Detección de errores, ya que todos los paquetes llevaban internamente un control por detectar los posibles errores que pudiera haber.

Había dos tipos de terminales posibles, los terminales de red y los terminales de carácter.

- Terminales de red, eran los que podían enviar y recibir la información en forma de paquete con el protocolo RSAN. Normalmente eran centros de cálculo de abonados<sup>182</sup>, que realizaban una conexión directa al CCR por medio de líneas dedicadas. Las velocidades a las que podían transmitir eran de 2400/4800/9600 bits/s.

---

<sup>182</sup> CCA: centros de cálculo de abonados.

- Terminales de carácter, eran los que no podían trabajar en modo paquete, necesitando los concentradores para empaquetar y desempaquetar los datos.

Los terminales de abonado que operaban en modo carácter (TA) o terminales de datos (TD) tenían que acceder a través de puertas de acceso a la red donde tenían que empaquetar y desempaquetar los datos para enviarlos a los CCR correspondientes, pero también podían acceder a un centro de cálculo de abonado o un terminal de paquetes, o a varios CCA mediante circuitos virtuales conmutados, especificando en cada conexión a que CCA querían conectarse.

Estos CCA podían intercambiar información entre ellos por medio de un protocolo de intercomunicación entre centros de abonado<sup>183</sup>, pero con respecto a los terminales podían conectarse únicamente entre los que dependía de cada CCA independientemente del lugar geográfico que estaba.

La topología de la red tenía dos diseños fundamentales:

- Caminos únicos entre nodos, donde había topología de árbol y de estrella, utilizada normalmente en las redes de abonado.
- Caminos múltiples que se utilizaban en las redes de transporte.

Una característica de los usuarios era la formación de grupos cerrados de usuarios donde solo había terminales de usuarios que pertenecieran a dicho grupo, imposibilitando el acceso de cualquier otro que no perteneciera al mismo.

#### **8.5.2.4 Terminales de usuarios**

Había dos tipos de terminales de los usuarios para conectarse, los terminales de paquetes y los terminales de datos.

Los terminales de paquetes utilizaban un protocolo orientado a carácter del tipo BSC<sup>184</sup>, desarrollado por Telefónica, por medio del cual se podían conectar a la RETD, ordenadores de diferentes marcas y modelos.

---

<sup>183</sup> ICA: Intercomunicación entre Centros de Abonado.

<sup>184</sup> BSC: Binary Synchronous Communications, protocolo orientado a carácter creado por IBM en 1960.



FIG. 36 INTERFAZ RS-232<sup>185</sup>

El interfaz que se utilizaba a nivel físico eran las recomendaciones V.24/V.28<sup>186</sup> de CCITT, y a nivel lógico se utilizaba un interfaz multienlace funcionando como BSC en modo semidúplex con los correspondientes paquetes de establecimiento y liberación de las comunicaciones.

Los terminales de datos permitían la conexión, aunque las comunicaciones no fueran en modo paquete, para ello utilizaban los concentradores que adaptaban los datos a paquetes.

Entre estos terminales podíamos distinguir entre los terminales asíncronos que, que eran la mayoría, tenían memoria y transmitían la información cuando recibían la interrogación, pudiéndose conectar en modo directo o multipunto, los terminales síncronos que no tenían memoria y transmitían constantemente, las teleimpresoras que operaban con el interfaz X.28<sup>187</sup>, y los terminales síncronos que operaban en modo trama.

---

<sup>185</sup> Wikipedia.

<sup>186</sup> V.24/V.28: son recomendaciones de la UIT para el interfaz RS-232 (*Recommended Standard 232*), también conocido como EIA/TIA RS-232C, es una interfaz que designa una norma para el intercambio de datos binarios serie entre un DTE (*Data Terminal Equipment*), como puede ser un ordenador, y un DCE (*Data Communication Equipment*), como puede ser un módem. La recomendación V.24 especifica los aspectos funcionales y operacionales, es decir, se define que circuitos o señales tienen que implementarse en la interfaz y la función de cada uno de ellos. Y la V.28 especifica los aspectos eléctricos de la interfaz.

<sup>187</sup> X.28: Esta recomendación presenta la interfaz DTE/DCE para facilitar el acceso a la red pública de datos desde la red telefónica pública, redes públicas de datos con conmutación de circuitos y circuitos arrendados.



### 8.5.2.5 Centro de gestión

La RETD consideraba el centro de gestión (CG) como un CCR más, pero disponiendo de su área propia de responsabilidad. El equipo utilizado era un UNIVAC 1110.



FIG. 37 UNIVAC 1110<sup>188</sup>

Sus aplicaciones se podían considerar más bien como un CCA virtual, por lo que tenía un identificador virtual que se utilizaba para el intercambio de información entre concentradores, CCR y CCA, siendo la gestión de los identificativos virtuales el área de responsabilidad del centro de gestión.

### 8.5.2.6 Funciones del Concentrador, los CCR y el CG

La función de los concentradores era la de concentrar el tráfico de los centros de los abonados a la red, así como difundir el tráfico de la red a los terminales de los abonados. Tenían almacenados los programas específicos para gestionar los diferentes terminales que se los conectaban, y los programas necesarios para efectuar las comunicaciones entre el concentrador y el CCR.

Entre las funciones que realizaba el concentrador se podían encontrar las siguientes:

---

<sup>188</sup> <https://www.computerhistory.org>.

- Empaquetar/dempaquetar los mensajes provenientes de los terminales.
- Serialización/deserialización de caracteres cuando el terminal era de carácter.
- Control de flujo.
- Enviar al centro de gestión el tráfico de los datos para su tarificación y la elaboración de estadísticas.
- Gestionar las cargas remotas del centro de gestión.

En los centros de conmutación y retransmisión (CCR), accedían los CCA y los concentradores, ambos enviaban la información empaquetada según el protocolo de la RETD. Los CCR tenían los programas necesarios para el diálogo entre ellos y los CCA y concentradores.

Entre las funciones que realizaban los CCR se encontraban las siguientes:

- Los módulos para la conmutación de paquetes.
- La gestión de los interfaces de los CCA.
- Encaminamiento de los paquetes, y Control de flujo.
- Multiplexación de comunicaciones virtuales en una misma línea.
- Enviar al centro de gestión el tráfico de los datos para su tarificación y la elaboración de estadísticas.
- Enviar datos provenientes de los concentradores y los CCR al monitor del CG.
- Gestionar las cargas remotas del centro de gestión.

El centro de gestión realizaba las siguientes funciones:

- Tarificación a través de los concentradores y los CCR con los datos del tráfico cursado para el posterior cobro del mismo.
- Monitorización del sistema y su observación.
- Estadística del funcionamiento de la RETD y Volcado y cargas remotas.

### **8.5.2.7 Generalidades de los CCR**

Los centros de conmutación y retransmisión (CCR) estaban en la red de transporte de la RETD, a ellos se conectaban los concentradores y los centros de cálculo de los abonados asociados a ellos, así mismo también se conectaban a otros CCR y el centro de gestión (CG). Su función era básicamente la conmutación de los paquetes.

Físicamente estaba compuesto por varios miniordenadores Honeywell Bull 716 que realizaban las funciones de procesador como host y de procesador como front-end. Su configuración era duplicada con dos procesadores centrales, uno activo y otro pasivo.



FIG. 38 HONEYWELL BULL 716<sup>189</sup>

Los procesadores centrales se conectan a tres procesadores front-end con una velocidad de 240000 bps por medio década una de las dos líneas SSLC<sup>190</sup>.

Los front-end se podían conectar por medio de líneas UMLC<sup>191</sup> de dos formas diferentes:

- 16 concentradores o CCR o CCA a 9600 bps.
- 32 C o CCR o CCA a 4800 bps.

---

<sup>189</sup> <https://t-lcarchive.org>.

<sup>190</sup> SSLC: Safety Systems and Logic Control.

<sup>191</sup> UMLC: Unidad de línea que utiliza el protocolo BSC (Binary Synchronous Communications) que es un protocolo de control de enlace orientado al carácter, diseñado e introducido por IBM en la década de los 60. Es el protocolo de enlace usado por los terminales 3770 y 3270 de IBM, compatibles y emuladores. Es un protocolo Half Dúplex, es decir, sólo puede transmitirse información de forma alternativa, aun cuando el enlace sea Full Dúplex y permita un diálogo simultáneo en ambos.

### 8.5.3 Estructura lógica de la RETD

La RETD estaba compuesta por el centro de gestión, los centros de servicios añadidos, los centros de cálculo de los abonados, los centros de conmutación y retransmisión, el concentrador, el multiplexor, y los terminales de abonado.

- El centro de gestión (CG), centralizaba toda la red y estaba conectado a todos los CCR.
- El centro de servicios añadidos (CSA), proporcionaba los servicios adicionales al transporte, estaban conectados a los CCR. El único servicio era el servicio público de conmutación de mensajes (SPCM).
- El centro de cálculo de abonados (CCA), eran los terminales de paquetes, que cursaban un mayor tráfico, estaban conectados a los CCR, podían recibir informes del estado de la red.
- Centro de conmutación y retransmisión (CCR), eran los equipos que efectuaban la conmutación de paquetes de la red.
- Concentrador, tenía un control por software que le permitía la asignación dinámica de subcanales, necesitando caracteres de identificación, así como efectuaba las funciones de empaquetado y desempaquetado e los mensajes de los terminales de abonado.
- Multiplexor (Mx), eran del tipo TDM<sup>192</sup>, en este caso la asignación de subcanales es fija, sin necesitar caracteres de identificación.
- Terminal de abonado (TA), eran los equipos que conectaban los abonados excepto los CCA, estos se conectaban a los concentradores directamente o a través de los multiplexores.

Jerárquicamente existían tres niveles, la red de alto nivel, la red de nivel medio y la red de bajo nivel.

- Red de alto nivel, estaba compuesta por la red primaria de alto nivel (RPAN) que integraba los CCR y los enlaces entre ellos y la red secundaria de alto nivel (RSAN) que estaba compuesta por los CCA y los enlaces con los CCR. La transmisión era síncrona a cuatro hilos que en las rutas primarias era full-dúplex y en las rutas secundarias era semidúplex.

---

<sup>192</sup> TDM: Multiplexación por división de tiempo (MD o TDM, del inglés Time Division Multiplexing), es el tipo de multiplexación en el que el ancho de banda total del medio de transmisión es asignado a cada canal durante una fracción del tiempo total.

- Red de nivel medio, que estaba formada por los concentradores y los enlaces entre ellos y los CCR. La transmisión era síncrona a cuatro hilos full-dúplex.
- Red de bajo nivel, estaba compuesta por la red primaria de bajo nivel que estaba formada por los terminales síncronos de abonado y los equipos que se conectan a los concentradores, por la red secundaria de bajo nivel formada por los terminales asíncronos y los equipos que se conectaban a los concentradores a través de los multiplexores, y por último por la red terciaria de bajo nivel formada por los terminales de abonado síncronos o asíncronos que se conectaban directamente, o por líneas multipunto por medio de amplificadores a los concentradores, junto con las líneas asociadas. La transmisión era semidúplex a dos hilos, síncrona o asíncrona, dependiendo del terminal.

#### 8.5.4 Encaminamiento de la RETD

La comunicación entre dos abonados se efectuaba siempre por la misma ruta utilizando un encaminamiento fijo y preestablecido, conmutando en los mismos centros según las tablas de encaminamiento establecidas, pudiéndose cambiar solamente de forma manual.

Los enlaces entre dos nodos podían tomar decisiones de encaminamiento con el procedimiento multilínea, cuyo funcionamiento se podía considerar como un encaminamiento entre servidores múltiples y colas múltiples.

El que no se considerasen los encaminamientos únicamente por servidores múltiples fue debido a que los paquetes de una misma comunicación debían enviarse en un orden correlativo.

Existían tres tipos de encaminamiento en la RETD:

- Fijo: Cuando las comunicaciones entre abonados iban siempre por la misma ruta, utilizando los mismos centros de conmutación, pudiendo utilizar diferentes circuitos físicos.
- Distribuido: Cuando cada centro tenía la información necesaria para determinar la línea de salida donde encaminar el tráfico.
- Quasi-Markoviano: Únicamente válido a nivel de ruta, pero no a nivel de línea.

Los encaminamientos a nivel de ruta eran los que determinaban hacia qué centro o abonado debía progresar el tráfico. En ellas había los concentradores, los CCA y los CCR.

El concentrador básicamente creaba el paquete donde existían los indicativos de origen y destino y lo almacenaba en la memoria de empaquetamiento para enviarlo posteriormente a la línea según el proceso de multilínea. Estos paquetes llegaban al CCR almacenándolos en la memoria de empaquetamiento.

Los CCR tenían tablas de rutas físicas con otros CCR, CCA o Concentradores. Por cada una de las tablas de rutas físicas de un CCR con un CCA o un concentrador había una tabla de ruta lógica y tantas Origen-Destino como centros puedan comunicarse con dicho CCA o Concentrador estén en el mismo CCR u en otro.

Por cada una de las tablas de rutas físicas entre varios CCR había tantas tablas de rutas lógicas como CCA's y Concentradores que se conectaban entre sí, y en cada tabla de rutas lógicas habrá tantos Origen-Destino como centros CCA o Concentradores del CCR, que podían conectarse con los CCA o Concentrador de otro CCR al que corresponde la tabla de ruta lógica.

Se podía considerar que las tablas de ruta lógica no fueran necesarias ya que los paquetes ya tenían la información de la tabla Origen-Destino, pero el hecho de que se utilizaran era para facilitar la búsqueda en las tablas.

Los encaminamientos a nivel de línea utilizaban el procedimiento de multilínea ya que por cada ruta entre dos centros había varias líneas físicas. Con este encaminamiento se determinaba la línea por la que se cursaría el tráfico considerando siempre que los paquetes iban ordenados por una única ruta.

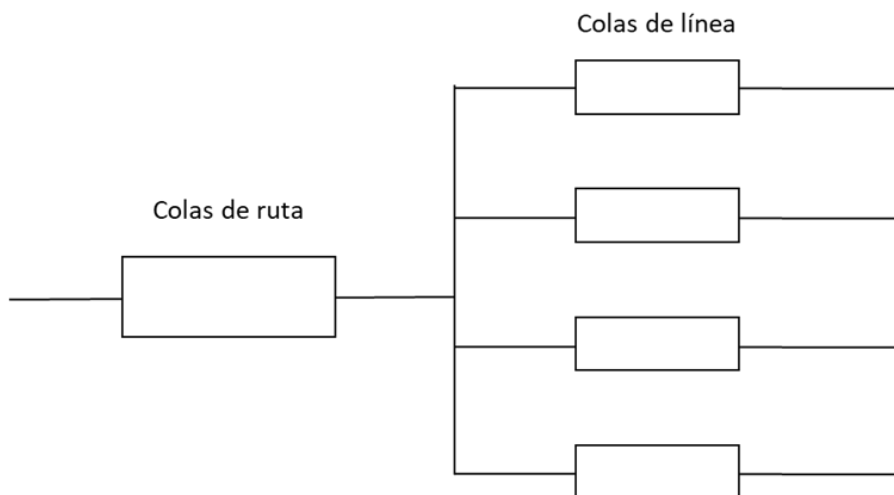


FIG. 39 ENCAMINAMIENTO DE LA RED RETD<sup>193</sup>

<sup>193</sup> (Varios Autores, Estructura y funcionamiento de la red Iberpac vol.1, 2, 3).

Cuando se constituya un paquete en el concentrador y se enviaba al CCR, este escogía la línea menos cargada, con ello hacía que el resto de paquetes de la misma comunicación pasaran todos por la misma línea. En el CCR se formaba una familia de paquetes que formaban la comunicación encaminándose por la primera línea que tuviese libre toda la familia del mensaje.

En la ruta se formaban dos tipos de colas, la cola de línea y la cola de ruta. La cola de línea se formaba por cada una de las líneas donde solo había paquetes de una misma familia y cuando todas las líneas estaban ocupadas se formaba la cola de ruta. Si llegaba a la cola de ruta un paquete perteneciente a una de las familias que estaban en la cola de línea este pasaba, pero si pertenecía a una familia nueva y no había ninguna cola de línea libre se quedaba en la cola de ruta hasta que hubiese una cola de línea vacía.

### 8.5.5 Control de Flujo de la RETD

El control de flujo era el proceso de gestionar la tasa de transmisión de datos entre dos nodos, con el fin de conseguir que la distribución del tráfico entre dos abonados sea lo más uniforme posible, evitando que posibles picos de tráfico saturen al receptor.

Hay que distinguirlo del control de congestión, que se utiliza cuando el receptor detecta la congestión ya que en este caso se pueden producir pérdidas de información por la pérdida de paquetes, esto se consigue enviando el receptor la confirmación, mediante un ACK<sup>194</sup>, de que los datos recibidos se han recibido correctamente.

En la RETD había dos tipos de control de flujo, por una parte, existía un control de flujo a nivel de enlace o línea, que afecta a todas las comunicaciones virtuales de un enlace, y por otra parte existía un control de flujo a nivel de comunicación virtual que provocaba congestión en los centros de la RETD.

Cuando había congestión en un enlace de la RETD, se enviaba una secuencia de control denominada WAK<sup>195</sup>, esta señal se transmitía por todos los enlaces de una ruta cuando había problemas en las colas de espera, afectando a todos los enlaces virtuales

---

<sup>194</sup> ACK: (del inglés acknowledgement), en español acuse de recibo, en comunicaciones entre computadores, es un mensaje que el destino de la comunicación envía al origen de esta para confirmar la recepción de un mensaje, en el caso de que la trama no llegue correctamente o no llegue se envía un mensaje denominado NACK, indicando que ha de enviar la trama que ha llegado errónea o no ha llegado.

<sup>195</sup> WAK: Es la secuencia de control que indica que el centro emisor de la misma no está en disponibilidad de recibir tráfico a través del enlace/circuito por el que se emitió la señal WAK. Esta señal se podía transmitir por uno o varios enlaces de la ruta cuando estos enlaces eran los que provocaban las colas de espera debido a su longitud excesiva o bien por todos los enlaces de una ruta cuando las colas de espera se debían a esta misma ruta.

que tenían asociados. Si la congestión afectase únicamente a una comunicación virtual de la RETD, se enviaban mensajes de control de red correspondientes a MCR15<sup>196</sup> y MCR6 que indican la no disponibilidad del centro que emite el tráfico y el re arranque del centro que emite el mensaje correspondientemente, indicando los centros que se han visto afectados y los identificativos de los terminales de abonado.

**8.5.5.1 Control de flujo en el concentrador**

El concentrador activa el control de flujo según iba ocupando distintos umbrales de memoria, donde cada uno de los umbrales tenía un control de flujo determinado.

Para asignar los recursos el concentrador, en primer lugar, se consideraban los terminales de abonado que tenía un CCA y en segundo lugar el tipo de los terminales de abonado que tenía un CCA.

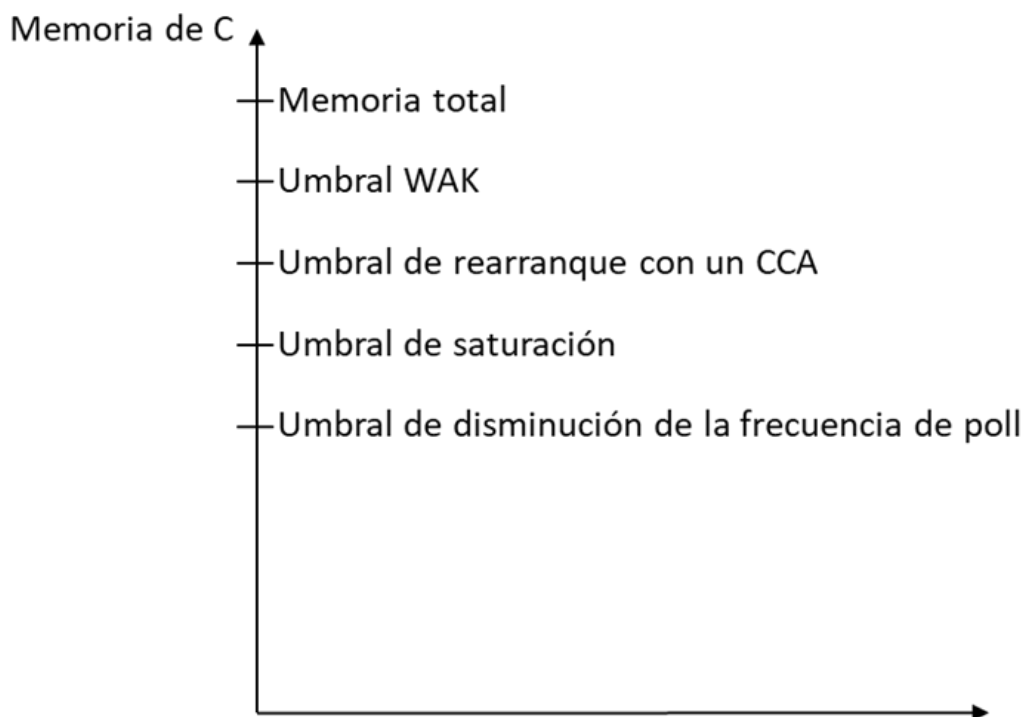


FIG. 40 CONTROL DE FLUJO DEL CONCENTRADOR<sup>197</sup>

El primer umbral y era el de disminución de frecuencia de poll, que existía cuando la ocupación llegaba de forma indiscriminada, este umbral inicialmente estaba inhibido. El siguiente era el umbral de saturación y cuando se alcanzaba, se cortaba el poll de todos

<sup>196</sup> (Varios Autores, Estructura y funcionamiento de la red Iberpac vol.1, 2, 3)

<sup>197</sup> (Varios Autores, Estructura y funcionamiento de la red Iberpac vol.1, 2, 3).



los terminales de abonado soportados por el concentrador, con esta acción se anulaba todo el tráfico de los terminales de abonado a los concentradores reiniciándose cuando se dejaba de superar este umbral.

El umbral de re arranque con un CCA se activaba si la ocupación de la memoria del concentrador fuera aumentando, entonces el concentrador enviaba un MCR6 provocando la liberación de la memoria del concentrador por parte del CCA correspondiente, este mecanismo inicialmente, estaba inhibido.

Si seguía aumentando la ocupación de la memoria del concentrador llegando al umbral WAK, entonces el concentrador transmitía una señal WAK por todos los enlaces de la ruta del CCA hasta que el nivel de memoria disminuyera del umbral WAK.

**8.5.5.2 Control de flujo de un CCR**

En el CCR el control de flujo se realizaba en los centros O/D, contando los paquetes a nivel de O/D y con el umbral MCR15 y el umbral WAK. Estos umbrales están en función de la memoria del sistema y podía ser variable.

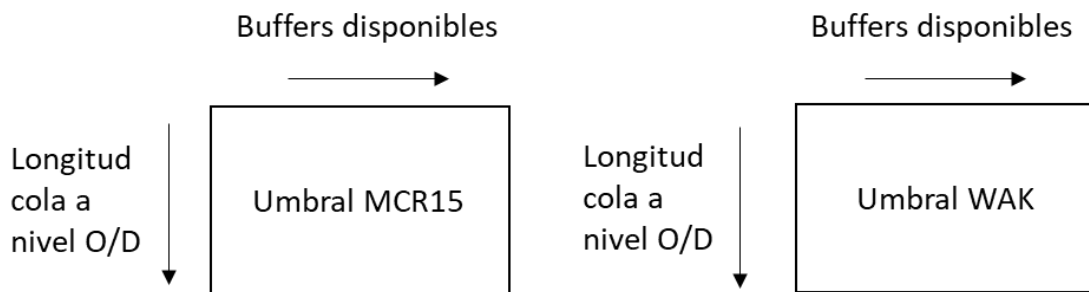


FIG. 41 CONTROL DE FLUJO DEL CCR<sup>198</sup>

Cuando la longitud de la cola de salida que corresponde a un mismo O/D llega al umbral MCR15, el CCR enviaba un MCR15 al causante frenándolo a nivel de comunicación O/D.

Cuando se superaba el umbral MCR15 y se llegaba al umbral WAK el CCR envía una señal WAK y frena al O/D responsable junto con todos los circuitos virtuales que estaban utilizando la misma ruta, y cuando la longitud de la cola descendía del umbral WAK, el CCR dejaba de enviar el WAK.

<sup>198</sup> (Varios Autores, Estructura y funcionamiento de la red Iberpac vol.1, 2, 3).

### 8.5.6 RSAN

Partiendo de la premisa que la red RETD es una evolución de la red ArpaNet, los protocolos de ambas redes son similares, por una parte, tenemos el protocolo RSAN y por otra el TCP/IP, la similitud viene dada puesto que RSAN se creó a instancias de TCP/IP después que personal de Telefónica estuviese con personal de la red ArpaNet.

Entre las similitudes que se pueden encontrar están las siguientes:

- Los dos protocolos tienen un tamaño de trama fijo y si los mensajes son de mayor tamaño, estos se envían fragmentados y se recomponen en el destino.
- Los dos envían las tramas por diferentes gateway's o CCR's que puede haber en la red y en el destino agrupan las tramas hasta que dan el mensaje al receptor correspondiente.
- Los dos tienen control de flujo y tienen buffers para poder ir almacenando las tramas hasta conseguir el mensaje completo.
- Los dos tienen control de errores.
- Los dos solicitan una retransmisión si un paquete llega incorrectamente.

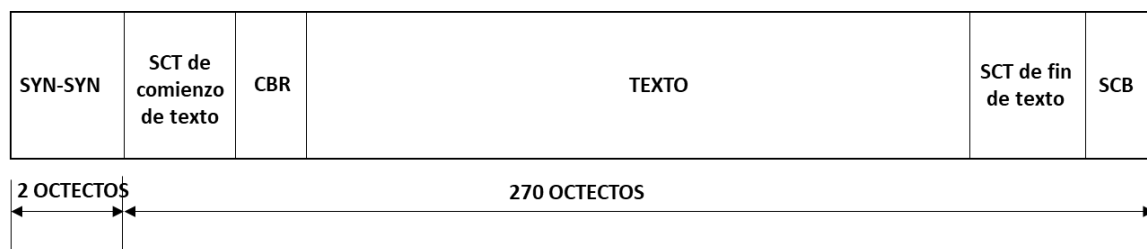
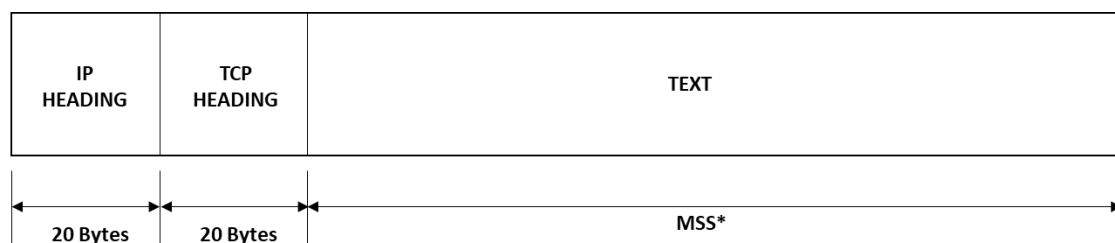


FIG. 42 LA TRAMA DE RSAN<sup>199</sup>

La trama de TCP/IP es la siguiente.



\* Un MSS típico podría ser de 576 ó 1500 bytes

FIG. 43 TRAMA TCP/IP

<sup>199</sup> (Lavandera, Architecture, protocols and performance of RETD, June 1980).

En RSAN existían los siguientes tipos de bloques/tramas:

- Bloques de datos, con la información del usuario.
- Bloques de servicio, con información relativa al control de un terminal.
- MCR, que eran los mensajes unibloques con información relativa a los centros de red (C, CCR, CCA), o circuitos de ruta, que no llevaban información de abonado.
- Bloques ICA, de comunicaciones entre CCA's, que se transmitían en modo transparente debido a la diversidad de códigos que se transmitían.

Los bloques y los mensajes se numeraban desde el BS1 al BS11<sup>200</sup> y desde el MCRO hasta el MCR16<sup>201</sup>

## 8.6 Red Iberpac

En 1982 se instaló el primer equipo Tesys a la red RETD con el protocolo RSAN, pero en 1985 CCITT implementó el protocolo X.25 como un estándar internacional, entonces la red RSAN se denominar Iberpac y durante un tiempo convivieron los dos protocolos RSAN y X.25 hasta al 1996 que Telefónica dejó de utilizar el protocolo RSAN.

### 8.6.1 Topología de la red Iberpac

La red de datos de Telefónica, estuvo durante un tiempo funcionando con las dos redes, tenía dos esquemas diferentes, por una parte, la red Iberpac-RSAN y por otra parte la red Iberpac-X.25.

Los protocolos utilizados en estos sistemas eran diferentes, por un lado, el protocolo utilizado en la red Iberpac-RSAN era un protocolo orientado a carácter, y, por otro lado, el protocolo utilizado en la red Iberpac-X.25 era un protocolo orientado a bit.

En la red Iberpac-RSAN se podía apreciar la inclusión de los centros de servicios adicionales (CSA).

Los equipos que se integraban en los CSA proporcionaban servicios especiales de datos, siempre gestionados por Telefónica o empresas privadas, en la red de transporte mediante la conmutación de paquetes.

---

<sup>200</sup> (Varios Autores, Estructura y funcionamiento de la red Iberpac vol.1, 2, 3).

<sup>201</sup> (Varios Autores, Estructura y funcionamiento de la red Iberpac vol.1, 2, 3).

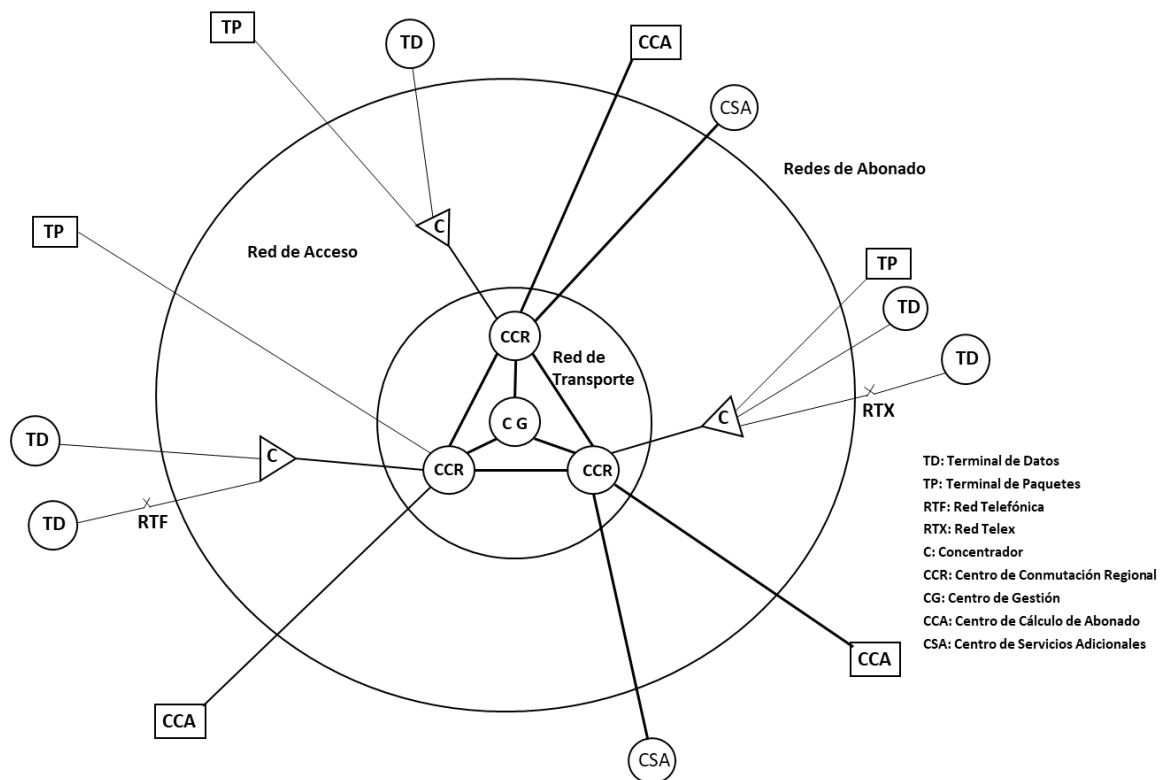


FIG. 44 ESQUEMA DE LA RED IBERPAC-RSAN<sup>202</sup>

Los usuarios que contrataban servicios a los CSA ya sea a Telefónica o a distintas empresas que ofrecían servicios de datos, estos se podían conectar por medio de la red pública de datos de Telefónica.

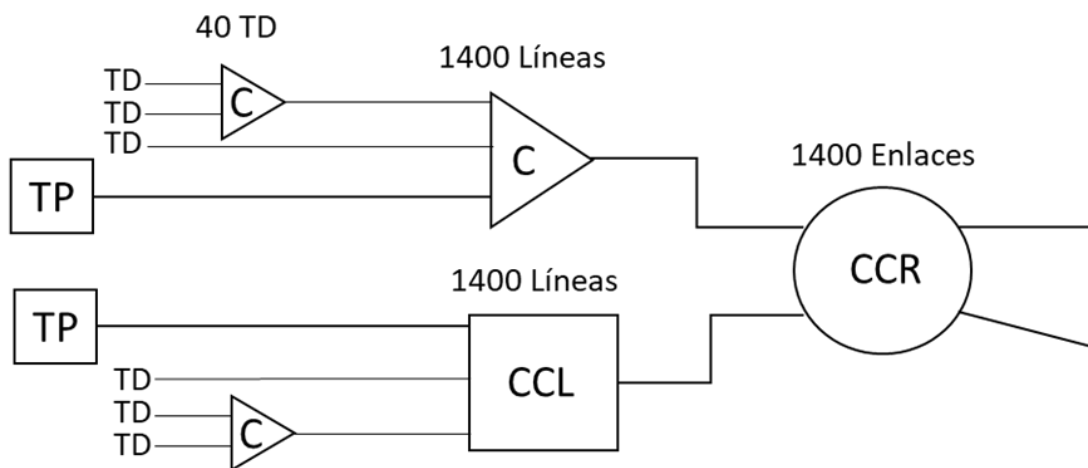


FIG. 45 TOPOLOGÍA DE LA RED IBERPAC<sup>203</sup>

<sup>202</sup> (Varios Autores, Estructura y funcionamiento de la red Iberpac vol.1, 2, 3).

<sup>203</sup> (Medina, Red pública de datos española (Iberpac), 1984).

Se crearon nuevos concentradores más pequeños con capacidad de hasta 40 terminales de datos que funcionaban en modo autónomo, controlados por medio de un centro de nivel superior, como podían ser los concentradores y los centros de conmutación local.

La estructura de la red Iberpac tenía tres niveles de tratamiento del tráfico, el nivel de concentración C, el nivel de conmutación regional (CCR) y el nivel conmutación local (CCL).

El nivel de conmutación local era un nivel propio de la red Iberpac, en el mismo se podían conectar concentradores, terminales de datos con distintos protocolos y terminales de paquetes, estos con el estándar X.25.

Respecto a la red Iberpac-X.25 existían los nodos secundarios donde se conectaban los equipos con el protocolo X.25, y los nodos con DEP que hacían, como los concentradores de la red Iberpac-RSAN, la conversión de protocolos con funciones de empaquetado y desempaquetado, así las funciones de concentración y difusión, el control de flujo, y por último la captura de datos para la gestión, estando conectados con los nodos primarios.

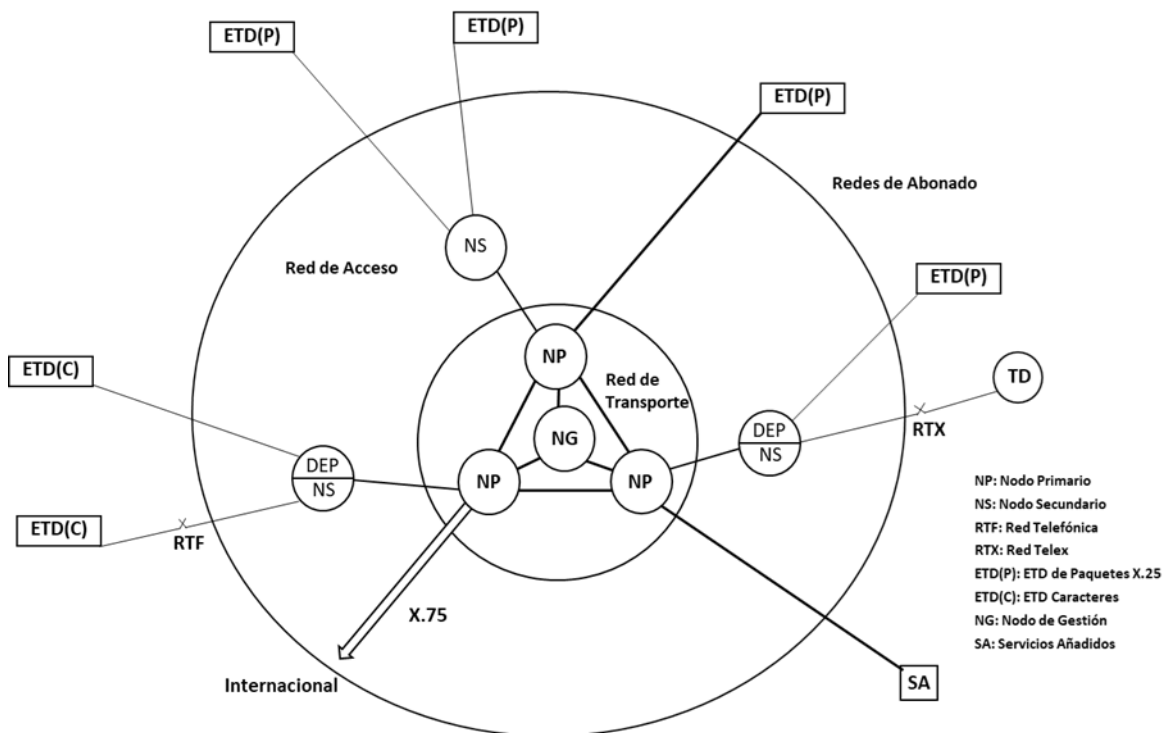


FIG. 46 ESQUEMA DE LA RED IBERPAC-X.25<sup>204</sup>

<sup>204</sup> (Varios Autores, Estructura y funcionamiento de la red Iberpac vol.1, 2, 3).

Un punto que diferencia entre la red Iberpac-RSAN y la red Iberpac-X.25 era que esta última tenía conexión internacional a través del protocolo X.75.

Los conmutadores regionales y locales, en el proceso de adoptar los dos protocolos, se equiparon para soportar la tecnología X.25 conjuntamente con la de RSAN.

	4800 bps	9600 bps	64 kbps
<b>RETD</b>	192	96	-
<b>Iberpac</b>	-	1400	320

FIG. 47 TABLA COMPARATIVA DE LA EVOLUCIÓN DE LOS ENLACES ENTRE RETD Y IBERPAC<sup>205</sup>

Los datos de los usuarios estaban integrados en un paquete de X.25 con una cabecera de nivel 3, y este paquete a su vez se integra, a nivel de enlace, en una trama LAPB<sup>206</sup>, para pasar finalmente a la norma X.21 en el nivel físico.

La trama LAPB es un subconjunto del protocolo HDLC cuyo formato es el de la figura 48.

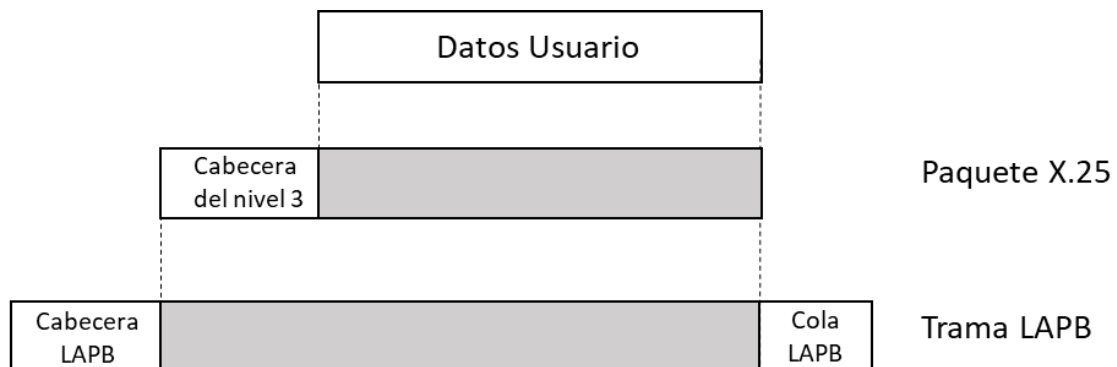


FIG. 48 PAQUETE X.25 Y TRAMA LAPB

<sup>205</sup> (Varios Autores, Memorias Anuales de Telefónica, 1924-1995).

<sup>206</sup> LAPB: Link Access Protocol Balanced, es un protocolo de nivel de enlace de datos dentro del conjunto de protocolos de la norma X.25. LAPB está orientado al bit y deriva de HDLC.

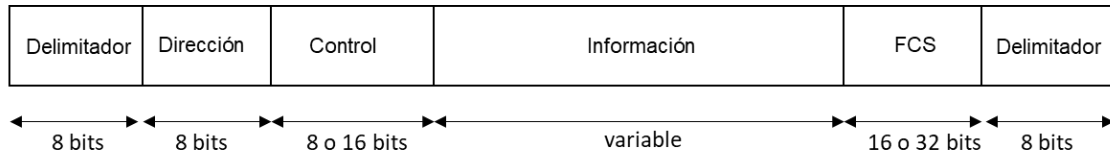
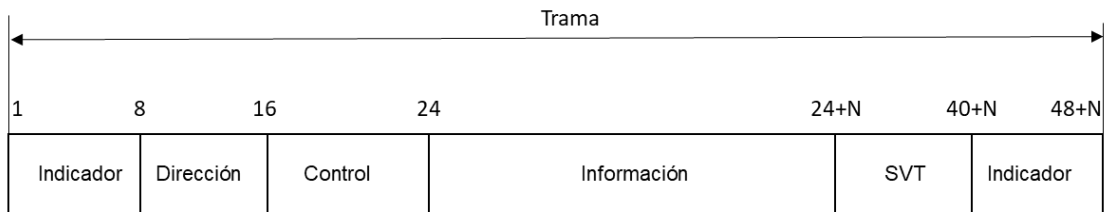


FIG. 49 TAMA HDLC

La trama de red Iberpac-X.25 está representada en la figura 50.



\*Valor máximo N=128+3

FIG. 50 TRAMA IBERPAC-X.25

En la trama Iberpac-X.25 se distinguen las siguientes partes:

- Indicador: estaba formado por la siguiente serie de bits “01111110” y es emitido por la unidad de línea, teniendo la función de sincronizar la trama.
- Dirección: contiene la dirección a nivel de enlace, designando tanto la estación receptora con los comandos y las respuestas a la estación emisora.
- Control: determina el tipo de trama y contiene los números de secuencia.
- Información: en este punto la única restricción esta impuesta por niveles superiores.
- SVT (Secuencia de Verificación de Trama): detecta los posibles errores en la transmisión.

### 8.6.2 Servicios de la red Iberpac

Con estas tramas se proporcionaba un mayor rendimiento en X.25 al incorporar validaciones a los paquetes emitidos por los terminales en los paquetes de datos enviados a la red Iberpac, frente a los equipos BSC semidúplex que había en la red RSAN, que necesitaban una validación específica con bloques ACK.

Los interfaces de la red Iberpac no tenían la limitación de la red X.25 respecto al número de conexiones simultáneas.

En las comunicaciones de datos a través de la red Iberpac los terminales de paquetes podían mantener varias comunicaciones simultáneas, enviando la secuencia de paquetes en cada comunicación con la red que controlaba el flujo de las comunicaciones.

La red Iberpac ofrecía dos tipos de servicios de transporte, los circuitos virtuales permanentes y los circuitos virtuales conmutados.

- Los circuitos virtuales permanentes, estaban permanentemente conectados a la red, por lo que no necesitaban establecer ninguna comunicación. Estas comunicaciones tenían dos tipos de servicios, por una parte, el denominado servicio en tiempo real (STR) formando circuitos permanentes entre los terminales de paquetes y los terminales de datos, utilizándose cuando los tiempos de respuesta de las comunicaciones fueran críticos, y por otra parte el servicio de interconexión de centros de abonado (ICA), por medio del cual se formaban grupos cerrados de centros de transmisión de paquetes.
- Los circuitos virtuales conmutados permitían seleccionar los terminales en las comunicaciones de los terminales de datos y los terminales de paquetes en un grupo cerrado de usuarios.

La red Iberpac también daba servicio a la red Télex, el Videotex, el Datáfono, el Datafax, y el Satec<sup>207</sup>.

Los equipos que se utilizaban para las comunicaciones seguían las siguientes recomendaciones del CCITT, V.21<sup>208</sup>, V.23<sup>209</sup>, V.26<sup>210</sup>, V.26 bis<sup>211</sup>, V.27<sup>212</sup>, V.27 bis<sup>213</sup>, y V.29<sup>214</sup>.

---

<sup>207</sup> Satec: Servicio de alarmas y telecontrol.

<sup>208</sup> V.21: Módem para comunicaciones establecidas por conmutación de la red telefónica para transmisión de datos asíncrona dúplex a una velocidad de hasta 300 bit/s.

<sup>209</sup> V.23: Módem para comunicaciones establecidas por conmutación de la red telefónica para transmisión de datos síncrona o asíncrona dúplex o semidúplex a una velocidad de hasta 600/1200 bit/s.

<sup>210</sup> V.26: Módem para comunicaciones establecidas por conmutación de la red telefónica para transmisión de datos síncrona dúplex o semidúplex a una velocidad de hasta 2400 bit/s.

<sup>211</sup> V.26 bis: Módem para comunicaciones establecidas por conmutación de la red telefónica para transmisión de datos síncrona dúplex o semidúplex a una velocidad de hasta 1200/2400 bit/s.

<sup>212</sup> V.27: Módem para comunicaciones establecidas por conmutación de la red telefónica para transmisión de datos síncrona dúplex o semidúplex a una velocidad de hasta 4800 bit/s.

<sup>213</sup> V.27 bis: Módem para comunicaciones establecidas por conmutación de la red telefónica para transmisión de datos síncrona dúplex o semidúplex a una velocidad de hasta 2400/4800 bit/s.

<sup>214</sup> V.29: Módem para comunicaciones establecidas por conmutación de la red telefónica para transmisión de datos síncrona dúplex o semidúplex a una velocidad con velocidades de hasta 2400/4800/7200/9800 bit/s.



### 8.6.3 Encaminamiento de la red Iberpac

El encaminamiento de la red Iberpac se basaba en una estructura jerárquica con cuatro niveles, pero también podían existir rutas directas.

Los nodos del nivel 2 tenían conexiones con al menos dos nodos del nivel 1, y en los nodos inferiores la conexión entre nodos no era necesaria y solo se conectaban a dos nodos superiores si fuese necesario.

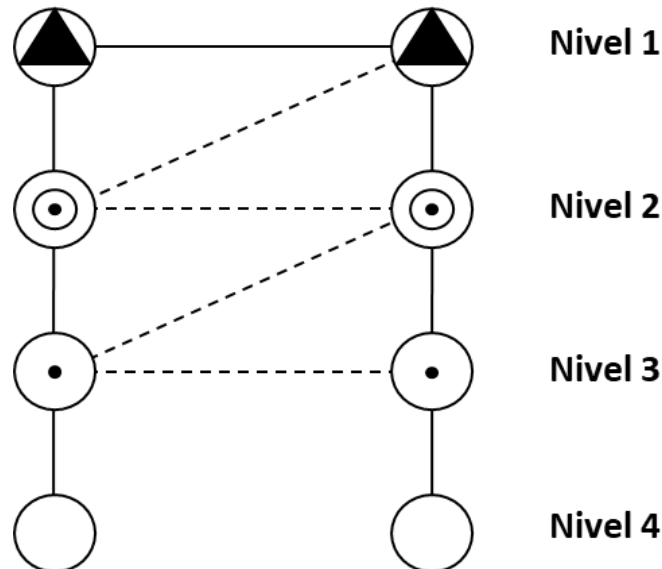


FIG. 51 ENCAMINAMIENTO DE LA RED IBERPAC<sup>215</sup>

Cada nodo de red encaminaba el tráfico al siguiente nodo, aunque no tuviese la información de cómo lo encaminaría el siguiente nodo.

La norma de encaminamiento que utilizaba la red Iberpac se efectuaba de la siguiente manera, en primer lugar, se encaminaba por una ruta directa entre el nodo origen y el nodo destino, si no existiese esta ruta directa, se buscaba una ruta entre el nodo origen y el nodo más próximo al nodo destino, si esta ruta tampoco existiera se encaminaría por la ruta final correspondiente.

En el procedimiento que utilizaban los paquetes cuando la red recibía una llamada con destino a otro centro de red, inicialmente se comprobaba si los servicios internos nacionales de la red y el servicio identificador del nodo de red fuera su propio identificador, y la llamada era liberada con la especificación “congestión de red” y con

<sup>215</sup> (Varios Autores, Estructura y funcionamiento de la red Iberpac vol.1, 2, 3).

el código de diagnóstico “dificultad en el establecimiento o liberación de la llamada”, con el fin de evitar los posibles bucles que se podían crear.

Si se aceptaba la llamada y esta pasaba por un máximo de  $N^{216}$  nodos, esta volvía a ser liberada con la especificación: “congestión de red” y con el código de diagnóstico: “dificultad en el establecimiento o liberación de la llamada”.

En el caso de que la llamada progresara, el nodo de red introducía su identificativo en el campo de los servicios internos nacionales añadiéndose a la secuencia de los identificativos insertados por todos los nodos precedentes, junto con el código de servicio solicitado.

Esta llamada, en primer lugar, buscaba un canal lógico vacante en primera prioridad, si no podía progresar iba a la segunda prioridad y así sucesivamente hasta la mínima prioridad o camino final, que si tampoco podía progresar se liberaba con la causa: “congestión de red” y con el código de diagnóstico: “dificultad en el establecimiento o liberación de la llamada”.

En el caso particular de multienlace se seleccionaba la línea que tenía un menor número de caracteres en espera para la validación.

#### **8.6.4 Control de Flujo de la red Iberpac**

En la red Iberpac el control de flujo utilizaba el mecanismo de ventana deslizante que hace que la transmisión de flujo sea eficiente, utilizando el ancho de banda de la mejor forma posible, permitiendo que el emisor envíe varios paquetes sin haber recibido el ACK de confirmación correspondiente. La ventana era de tamaño fijo y transmitía los paquetes que estaban dentro de la ventana.

Todos los paquetes que se enviaban tenían que ser confirmados mediante el ACK correspondiente que enviaba el receptor.

Respecto a la detección de la pérdida de un paquete, el emisor lo detectaba cuando no recibía el ACK correspondiente al paquete enviado, en este caso procedía a reenviarlo.

---

<sup>216</sup> En el caso de la red Iberpac  $N=8$ .

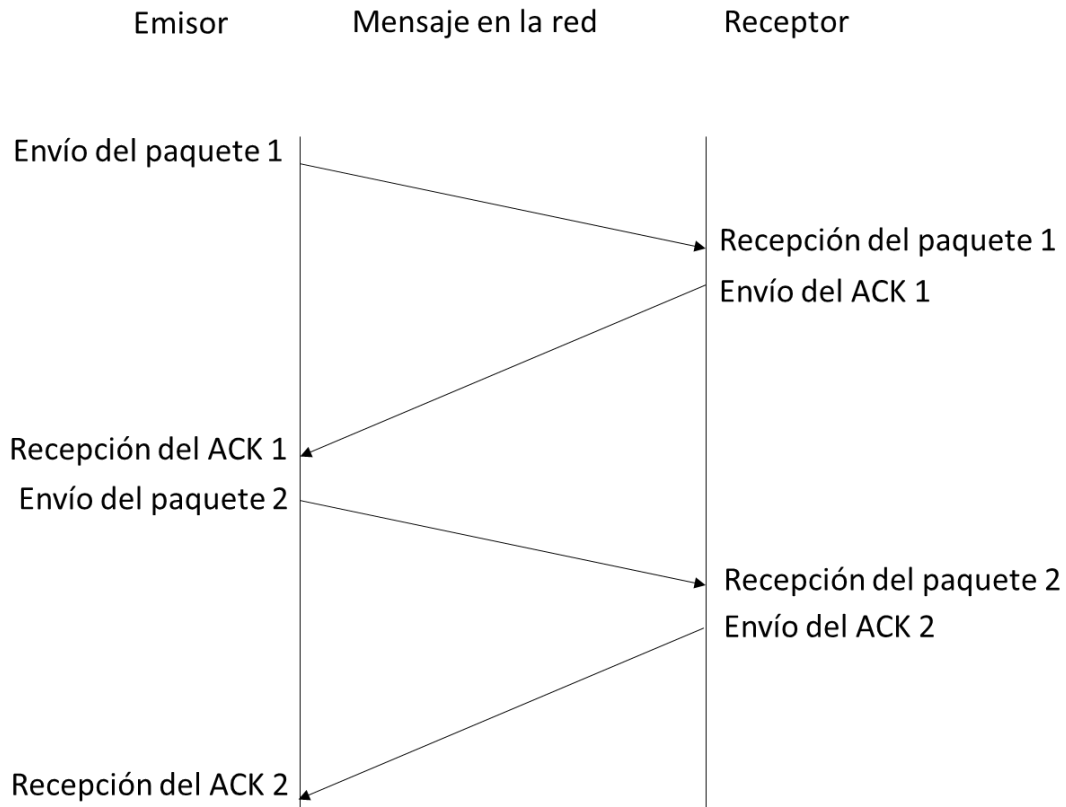


FIG. 52 PROTOCOLO DE TRANSMISIÓN CON ACK.

En el control de flujo existían dos ventanas deslizantes, la del emisor y la del receptor.

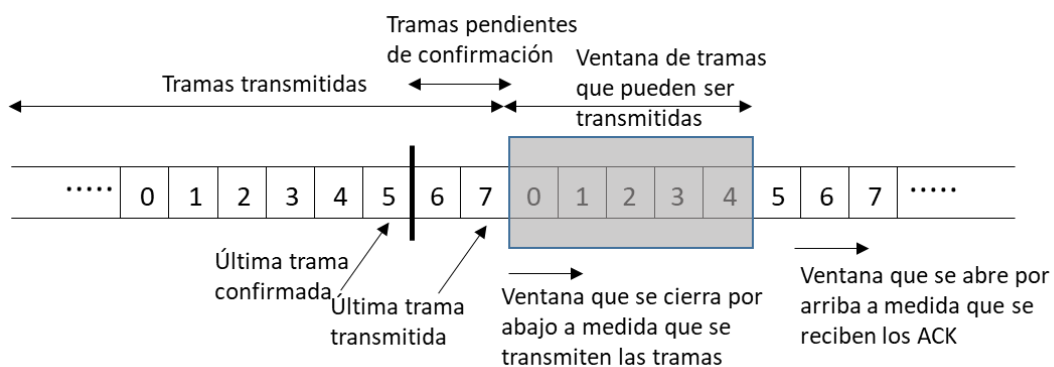


FIG. 53 VENTANA DESLIZANTE EN EL EMISOR

En el emisor teníamos los paquetes que se han enviado y los ha recibido el receptor correctamente ya que se ha recibido el ACK correspondiente, así mismo tenemos otros

paquetes que el receptor los ha recibido, pero no los ha confirmado, y por último están los paquetes que están en la ventana y que se pueden transmitir.

La ventana se va deslizando conforme los paquetes están confirmados por el receptor por medio de la recepción del correspondiente ACK, después de la confirmación la ventana se desliza con el fin de que haya otros paquetes que pueda transmitir.

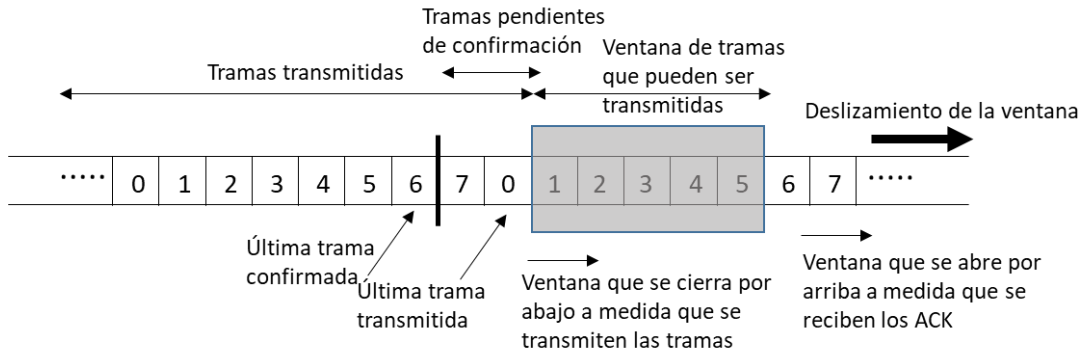


FIG. 54 DESLIZAMIENTO DE LA VENTANA EN EL EMISOR

En recepción también existe una ventana deslizante, donde se pueden apreciar las tramas recibidas y aceptadas junto con las que se aceptan pero que aún no ha enviado la confirmación por medio del ACK.

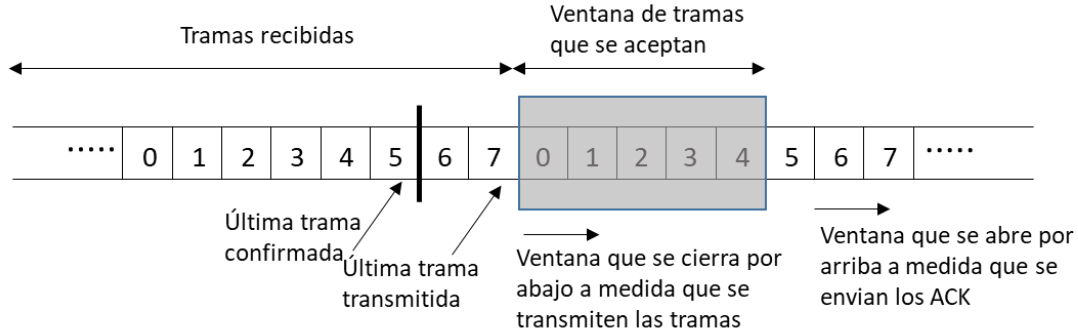


FIG. 55 VENTANA DE DESLIZANTE DEL RECEPTOR

## 8.7 Equipos

La RETD y la red Iberpac tenían los equipos que formaban la red con unas características similares. Estos equipos eran el concentrador y el centro de conmutación y retransmisión. Utilizaban equipos Honeywell Bull HB-716



FIG. 56 HONEYWELL LEVEL 6<sup>217</sup>

### 8.7.1 El concentrador

El concentrador era el que concentraba todos los equipos de la red de abonado que no efectuaban la transmisión por medio de paquetes, empaquetando y desempaquetando los datos que recibe y absorbiendo las diferencias de las características técnicas proporcionando un interfaz para cada tipo de terminal. Así mismo también podía actuar como multiplexor asíncrono de terminales de abonado.

Los concentradores HB-716 disponían en la entrada, de dos controladores LSMLC de baja velocidad con capacidad para 128 líneas y un controlador UMLC de velocidad baja/media con 32 líneas, ampliable a 64 líneas, siendo todas las líneas con el tipo de transmisión half-duplex.

<sup>217</sup> Honeywell DPS 6 (Wikipedia).

A la salida se conectaban con los CCR por medio de 4 líneas full-dúplex, de las que había tres operativas y una de reserva, todas con una velocidad de 9600bits/s.

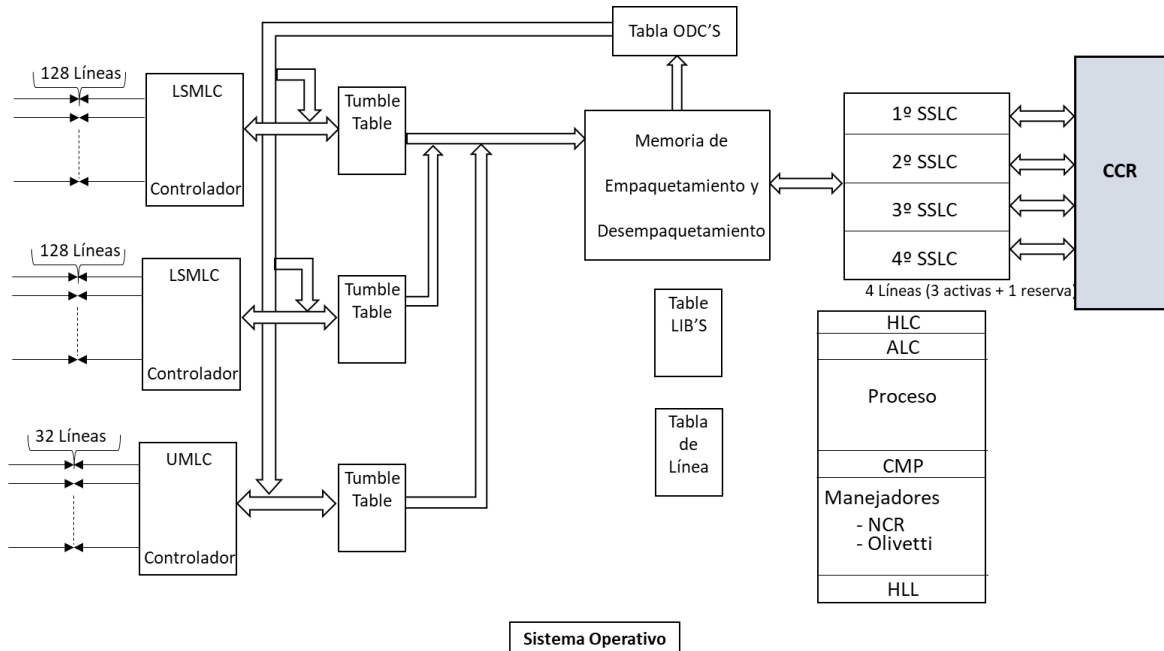


FIG. 57 DIAGRAMA DE BLOQUES DEL CONCENTRADOR<sup>218</sup>

Cada terminal tenía dos tumble table<sup>219</sup> asociados, estos formaban parte de la memoria con 128 octetos en LSMLC y 265 octetos en UMLC, y era donde se almacenaba carácter a carácter la información procedente de los terminales.

La tumble table estaba formada por dos octetos, uno utilizado por el carácter que se recibe del terminal y otro por el número de la línea por donde llega la información.

La información llegaba aleatoriamente a la tumble table, y cuando estaba llena, el time-out<sup>220</sup> producía una interrupción para que se empezara a tratar la información almacenada.

La información después pasaba a la memoria de empaquetamiento, siempre ordenadamente, formando los paquetes que se enviaran al CCR hasta que se recibía la confirmación por parte del CCR, en el proceso contrario el procedimiento era el mismo

<sup>218</sup> (Varios Autores, Estructura y funcionamiento de la red Iberpac vol.1, 2, 3).

<sup>219</sup> Tumble table: tabla donde se almacena cada uno de los caracteres que se reciben de los terminales en la concentración con su correspondiente número de línea.

<sup>220</sup> El time-out para el concentrador era de 8.2 milisegundos.

respecto a la recepción de los paquetes que llegaban desde el CCR, para enviarlos a su destino.

La tabla ODC<sup>221</sup> era la que gestionaba la correspondencia biunívoca entre el orden que ocupaba la posición de memoria asignada y el número de la línea del controlador de la que colgaba el terminal.

Los datos se situaban con toda la información con destino a los terminales, carácter a carácter, desde la zona de memoria de la E/D.

Las posiciones de memoria donde quedaba asociado un terminal se asociaban a un número de línea, y la tabla de línea gestionaba este número de línea con la dirección de la tabla LIB<sup>222</sup>, que tenía una tabla por cada una de las líneas de entrada al Concentrador.

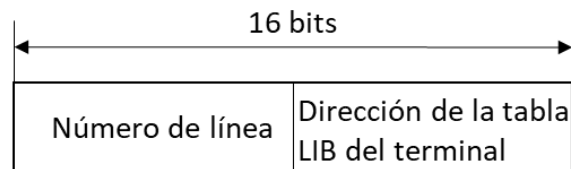


FIG. 58 TABLA DE LÍNEA<sup>223</sup>

Existía una tabla LIB para cada uno de los terminales donde se reflejaban sus situaciones estáticas y dinámicas, tenía una extensión de 22 palabras y dependía del tipo de terminal conectado, ya fuera NCR, Olivetti, IBM, etc., existiendo una correspondencia biunívoca entre el orden de la tabla y el número del terminal.

La memoria de aplicación era donde estaban los programas para el trabajo en tiempo real, siendo estos los siguientes:

- Módulo HLL, era el encargado de encontrar el manejador que correspondía al terminal con el fin de poder gestionar los datos a la entrada del concentrador.
- Módulo manejador, este módulo gestionaba los programas que necesitan los terminales, si detectaba que un bloque llegaba incorrecto lo tiraba, detectaba el fin de texto, ponía la cabecera y los caracteres de control. También conocía la posición de la tabla ODC donde se situaban los caracteres que iban al terminal.

<sup>221</sup> Tabla ODC: tabla donde se almacena cada uno de los caracteres que se reciben para su difusión a la línea que corresponda al terminal destino.

<sup>222</sup> Tabla LIB: en ella se encuentra la información correspondiente al tipo de terminal, a su estado, a su identificativo y al CCA que pertenece, y al número de línea que ocupa en el concentrador.

<sup>223</sup> (Varios Autores, Estructura y funcionamiento de la red Iberpac vol.1, 2, 3).

- Módulo de proceso, ponía la cabecera y calculaba la verificación por medio del CRC.
- Módulo HLR, estaba asociado a las líneas rápidas enviando la información al CCR por medio del módulo ALR.
- Módulo CMP, se encargaba de determinar si el terminal hacía donde iba la comunicación estaba asociado a una línea multipunto, para poder enviar correctamente la información que venía de un CCA.
- Módulo ALR, era para los mensajes que venían desde un terminal, se ponía en la tabla LIB el número de serie del mensaje, el número de serie del bloque y el número de serie del circuito. Y respecto a los mensajes que venían desde un CCR se comprobaba el CRC, generando los respectivos mensajes de ACK y NACK.

### 8.7.2 Centro de Conmutación y Retransmisión

Los centros de conmutación y retransmisión eran los nodos de la RETD.

Un CCR se conectaba a los concentradores y los CCA asociados, a otros CCR y el centro de gestión.

La función de un CCR era la de conmutar los paquetes que le llegaban que tenían un identificativo de origen y un identificativo de destino, y en toda la conmutación mantenía el orden de los paquetes en un mismo mensaje.

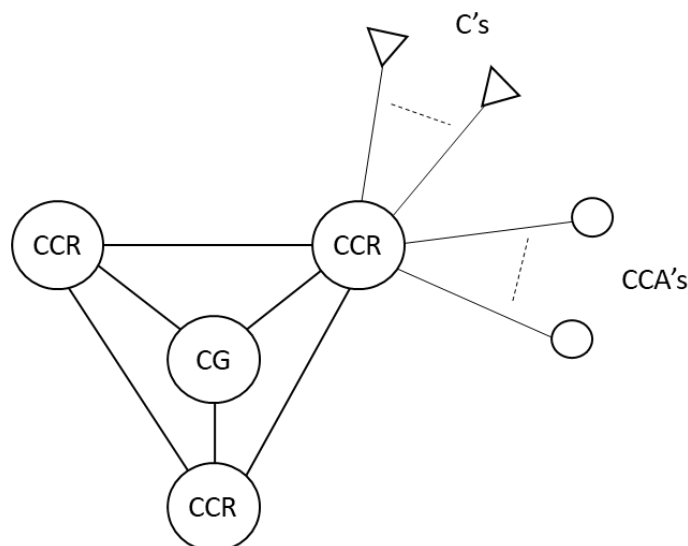


FIG. 59 ESQUEMA DE CCR<sup>224</sup>

<sup>224</sup> (Varios Autores, Estructura y funcionamiento de la red Iberpac vol.1, 2, 3).



Los CCR estaban compuestos por dos procesadores de los que había uno activo y otro en modo reserva, por si el primero tuviese algún problema, la conmutación de los mismo se efectuaba manualmente.

Los paquetes entraban por medio de las unidades de línea UMLC y de allí salían por medio de las unidades SSLC yendo a un conmutador de línea hasta la entrada del preprocesador, después de gestionar los paquetes, los enviaban a la correspondiente unidad de salida para su correspondiente destino.

Las unidades UMLC estaban compuesta de 32 líneas de 4800 bps o 16 líneas de 9600 bps.

Cada procesador estaba compuesto por hasta seis unidades de línea SSLC que iban a un conmutador de línea en modo balanceado para encaminar los paquetes hacía la salida con una velocidad de 240000 bps.

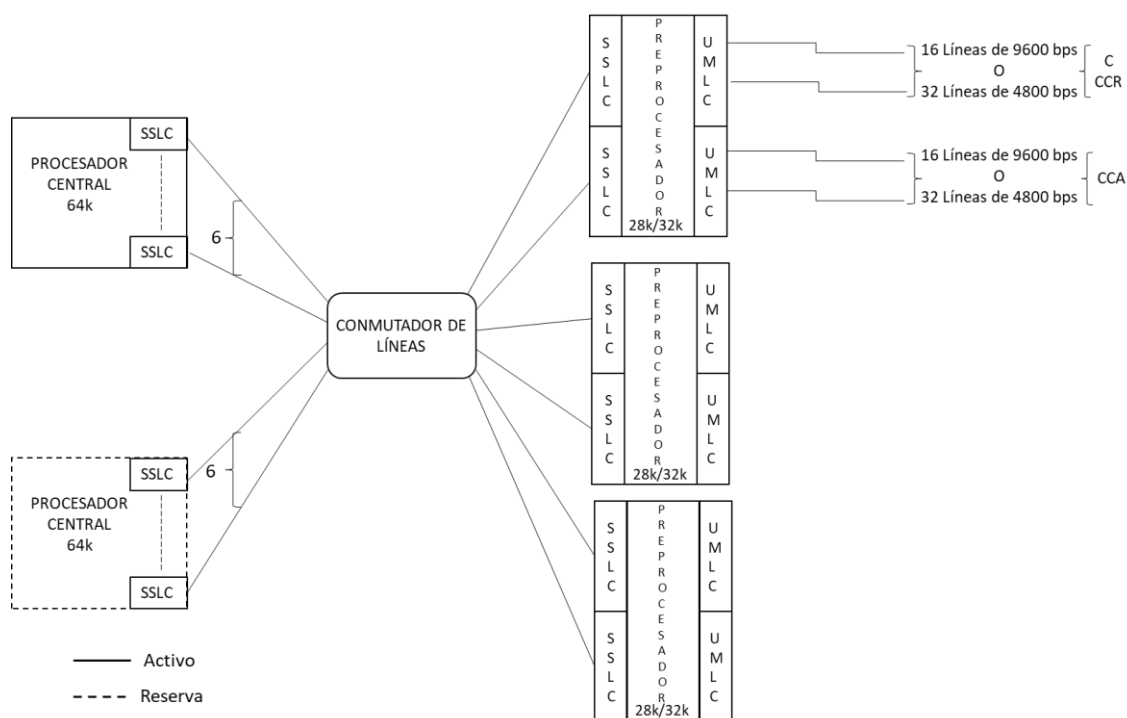


FIG. 60 ESTRUCTURA DEL CCR<sup>225</sup>

<sup>225</sup> (Varios Autores, Estructura y funcionamiento de la red Iberpac vol.1, 2, 3).

El preprocesador realizaba las funciones de Front-end entregando al procesador central los paquetes sin errores de línea y así mismo recibir del procesador los paquetes procesados.

El procesador estaba gestionado por un software dispuesto por capas donde cada una de ellas tenía un módulo asignado con una función determinada, por lo que los paquetes pasaban por una especie de filtro al pasar de una capa a otra.

El primero de ellos era el control a nivel de ruta que dejaba pasar únicamente los paquetes relativos al nivel de servicio y al nivel de O/D, analizando todos los paquetes a nivel total que afectaban a un conjunto de O/D como terminales o CCA's, aquí se podía encontrar entre otras, las caídas de la red o caídas del abonado, rearranques, etc.... Así mismo se generaban tanto funciones hacía el nivel de servicio y nivel O/D, como paquetes de respuesta hacía el emisor.

El control a nivel de servicio era el siguiente módulo y su función era la de separar los paquetes de servicio en tiempo real de los de intercomunicación entre centros de abonado. En este módulo también se enviaban respuestas al emisor y funciones hacía el control a nivel de O/D.

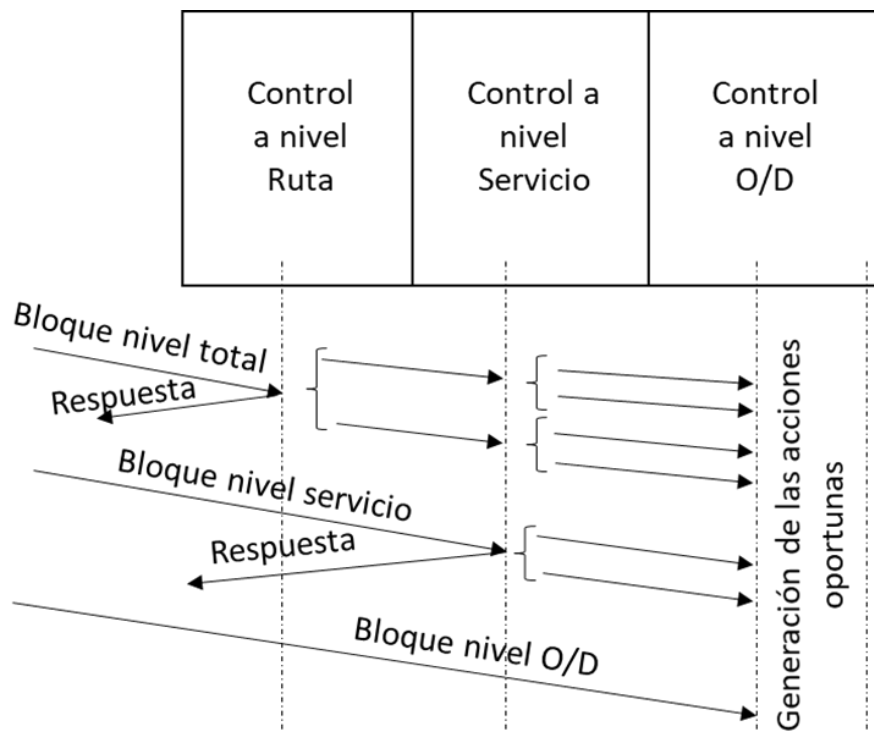


FIG. 61 MÓDULOS DEL PROCESADOR CENTRA<sup>226</sup>L

<sup>226</sup> (Varios Autores, Estructura y funcionamiento de la red Iberpac vol.1, 2, 3).

El control a nivel de O/D es realmente el que efectuaba la conmutación encaminando los paquetes a su destino. Para la conmutación se utilizaban tres tablas, la tabla física que estaba ligada a la ruta física, la tabla lógica que tenía las rutas lógicas ligadas a las rutas físicas que estaban asociados los concentradores y los CCA con los CCR y estos con otros CCR conectados por medio de rutas físicas, y por último existía la tabla de O/D que se utilizaba cuando el origen y el destino están dentro la misma ruta física.

Cada preprocesador tenía dos unidades UMLC para conectarse con otros centros y dos unidades SSLC para conectarse con el procesador central.

Las conexiones de línea del UMLC se distribuían uniformemente obligando al procesador central a un control de multilínea, así mismo los centros de red, los concentradores y los CCR se conectaban a una unidad y los CCA a la otra.

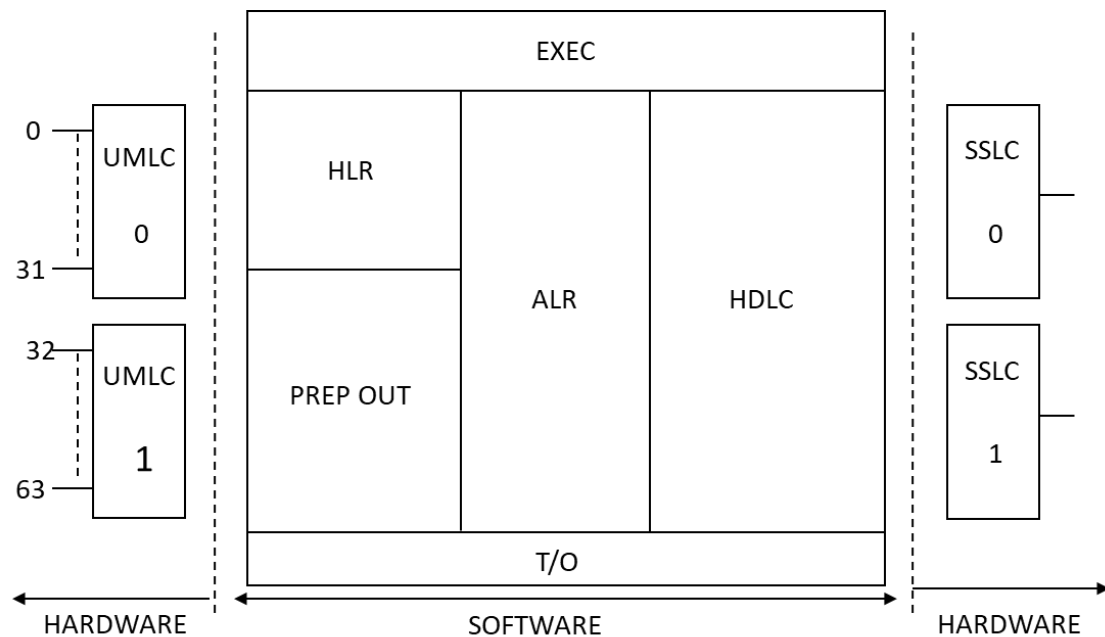


FIG. 62 DIAGRAMA DE SOFTWARE DEL PREPROCESADOR<sup>227</sup>

Los paquetes que llegaban a las unidades UMLC se almacenaban en un buffer y cuando estaba lleno, el preprocesador activaba una interrupción para que el manejador de línea tratase la información, también existía un time-out para cuando había poco tráfico o un retardo excesivo.

<sup>227</sup> (Varios Autores, Estructura y funcionamiento de la red Iberpac vol.1, 2, 3).

El manejador HLR efectuaba la recomposición del bloque con los caracteres que iban llegando por la misma línea, también iba comprobando el control de errores de la línea por medio del CRC.

El módulo ALR era el gestor del preprocesador controlando las relaciones de entrada y salida, así como las prioridades de los paquetes.

El módulo Prep-Out, descompactaba las palabras en caracteres llevando el control lógico de la UMLC en la salida, era simétrico al HLR.

La comunicación entre el preprocesador y el procesador estaba basada en el protocolo HLDC con la incorporación de elementos del BSC.

Sincronismos	Cabecera	Dirección	Control	Información			Fin	Verificación
SYN ----- SYN	DEL STX	A	C	Nº Línea media	Función	Cabecera Red-Texto	DLE EXT	CRC
N Octetos	2 Octetos	1 Octeto	1 Octeto	1 Octeto	1 Octeto	N Octetos	2 Octetos	2 Octetos

FIG. 63 FORMATO DE LA TRAMA HDLC<sup>228</sup>

En la trama se podía apreciar que había una señal de sincronismo, una cabecera y un final, un CRC, que utilizaba el siguiente polinomio  $x^{16}+x^{12}+x^5+1$  para el control de errores.

Las tramas podían ser de tres tipos, tramas de información, tramas de supervisión, y tramas de control, para distinguir una de otras se utilizaba el campo de control.

El procesador central estaba compuesto por seis unidades SSLC que se unían a los tres preprocesadores, con una estructura de software que tenía dos partes diferenciadas, una primera parte correspondiente a un complemento del preprocesador o front-end y una segunda parte correspondiente a la conmutación y control general, y también tenía una tercera parte compuesta por programas auxiliares.

El front-end estaba compuesto por el manejador HLDC para la comunicación con los preprocesadores, el manejador de línea HDLR que actuaba como complemento de los preprocesadores efectuando las funciones que no realiza el procesador, también tenía un manejador HLR<sup>229</sup> para el diálogo con los centros que se conectaban con el CCR, y

<sup>228</sup> (Varios Autores, Estructura y funcionamiento de la red Iberpac vol.1, 2, 3).

<sup>229</sup> HLR: Reconponía bloques con los caracteres que habían ido por la misma línea, generando una validación positiva (ACK), o una negativa (NACK) de error lógico.

un control de multilínea, que gestionaba las líneas que llegaban al procesador de los distintos preprocesadores.

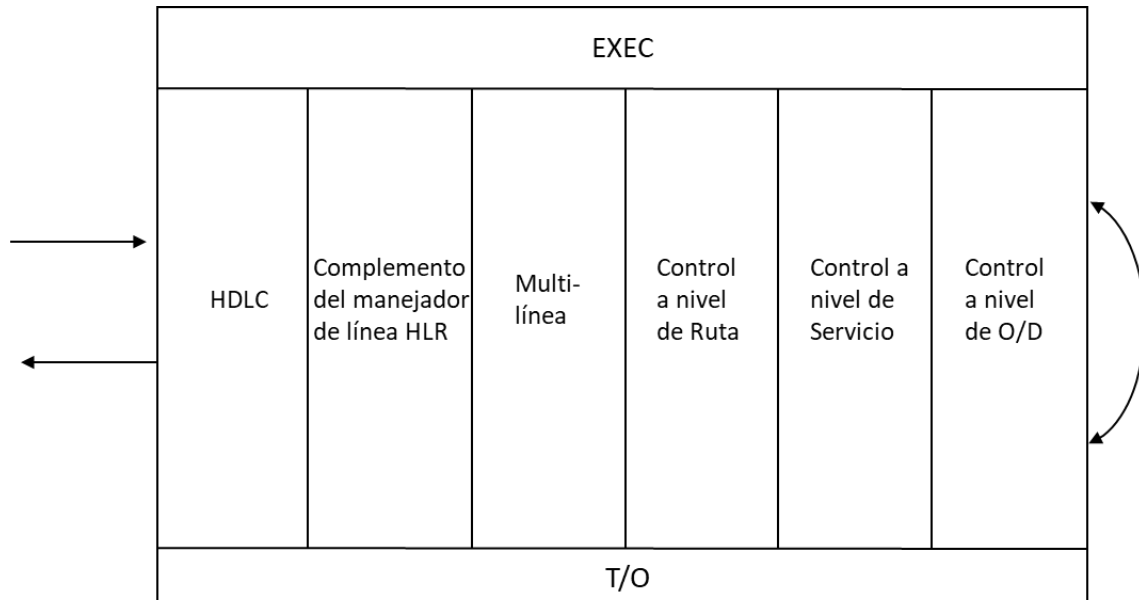


FIG. 64 DIAGRAMA DE SOFTWARE DEL PROCESADOR CENTRAL<sup>230</sup>

Para la conmutación y el control general, el núcleo del procesador estaba constituido por tres módulos, que los paquetes debían atravesar secuencialmente, en primer lugar, habían de pasar por un control a nivel de ruta donde se analizaban los bloques a nivel total, efectuando diferentes informes y generando funciones a los demás niveles, en segundo lugar, por un control a nivel de servicio analizando los bloques y separando los que iban a TR<sup>231</sup> de los ICA<sup>232</sup>, y por último por un control a nivel de O/D<sup>233</sup>, que realizaba el encaminamiento de un bloque a su destino.

El CCR tenía dos programas auxiliares, los programas de control y gestión de red que gestionaba la facturación de las comunicaciones que no pasaban por un concentrador, la monitorización de las comunicaciones y la elaboración de estadísticas con el centro de control, y los programas de control y gestión del propio CCR que son los que creaban las tablas, las alarmas y los comandos para poder controlar la consola y los periféricos auxiliares.

<sup>230</sup> (Varios Autores, Estructura y funcionamiento de la red Iberpac vol.1, 2, 3).

<sup>231</sup> TR: Servicio de Tiempo Real.

<sup>232</sup> ICA: Intercomunicación entre Centros de Abonado.

<sup>233</sup> O/D: Origen /Destino.

### 8.7.3 Centro de Gestión

El equipo utilizado para el centro de gestión de la RETD era un Univac 1110<sup>234</sup>, con las funciones de recogida y elaboración de datos para la facturación de los servicios, el archivo de datos y control del monitor, la recogida de datos para estadísticas, y las cargas y volcados remotos.

El centro de gestión (CG) era un CCR que estaba conectado físicamente con todos los CCR, pero tenía un CCA virtual que efectuaba las funciones de gestión del CG.

Los CCR, también tenían un CCA virtual que efectuaba las funciones de tarificación y monitorización de los CCR, estando todos igualmente conectados en el área de responsabilidad de los CCR.

Los Concentradores se comportaban como CCR virtuales que dependiendo de los datos que le llegaban del CCR, estos los encaminaba al CCA virtual para la gestión.

Los CCA virtuales de los CCR y los concentradores dialogaban únicamente con el CCA virtual del CG.



FIG. 65 UNIVAC 1110

---

<sup>234</sup> El UNIVAC 1110 tenía soporte de multiprocesamiento mejorado: el acceso a la memoria de dieciséis vías permitía hasta seis CAU (unidad de aritmética de comandos, el nuevo nombre para la CPU y así se llamaba porque la CAU ya no tenía capacidad de E/S) y cuatro IOAU (acceso de entrada de entrada Unidades, el nombre de las unidades separadas que realizaron los programas de canal de E/S).

Para la tarificación, el CG interrogaba cada cierto tiempo a los centros de red para que estos enviaran según sea el tipo de terminal:

- El tráfico cursado que han recogido desde la última lectura, mediante una llamada al concentrador para que enviara los caracteres y mensajes acumulados del Terminal Asociado correspondiente, junto con su indicativo.
- El tráfico cursado correspondiente al número de mensajes y caracteres con el indicativo del CCA origen asociado al CCR y el indicativo de cada uno de los CCA destino.

El monitor del sistema se utilizaba para observar el tráfico procesado en un centro de red. Los monitores estaban tanto en los CCR como en el CG.

Cuando desde un CCR se quería observar el tráfico de una ruta o de un CCA o CCR, se solicitaba una conexión con el CG y este, después de comprobar la ruta, envía la información a la consola del CCR. El control de la red lo tenía el CG pudiendo desactivar tanto los monitores de un CCR como todos los monitores de la red, o bien un único monitor.

Las estadísticas de la RETD las realizaba el centro de gestión y fueron introducidas en el Tesys-5.

Las estadísticas se realizaban de los datos obtenidos referentes a fallos, averías de red o de terminales, paquetes en cola de salida, ocupación de memoria, tiempos de respuesta, estado de ocupación de los procesadores, entre otros. De estos datos se realizaban estadísticas referentes a ocupación de memorias, cargas de procesos, longitud de colas, tiempo medio entre averías, tiempo de transferencia, distribución del tráfico, cargas de los enlaces, etc.

El Tesys-1 ya tenía la función de cargas y volcados remotos, pudiéndose efectuar en primer lugar desde los centros remotos o bien con conexiones extremo-extremo desde el CG.

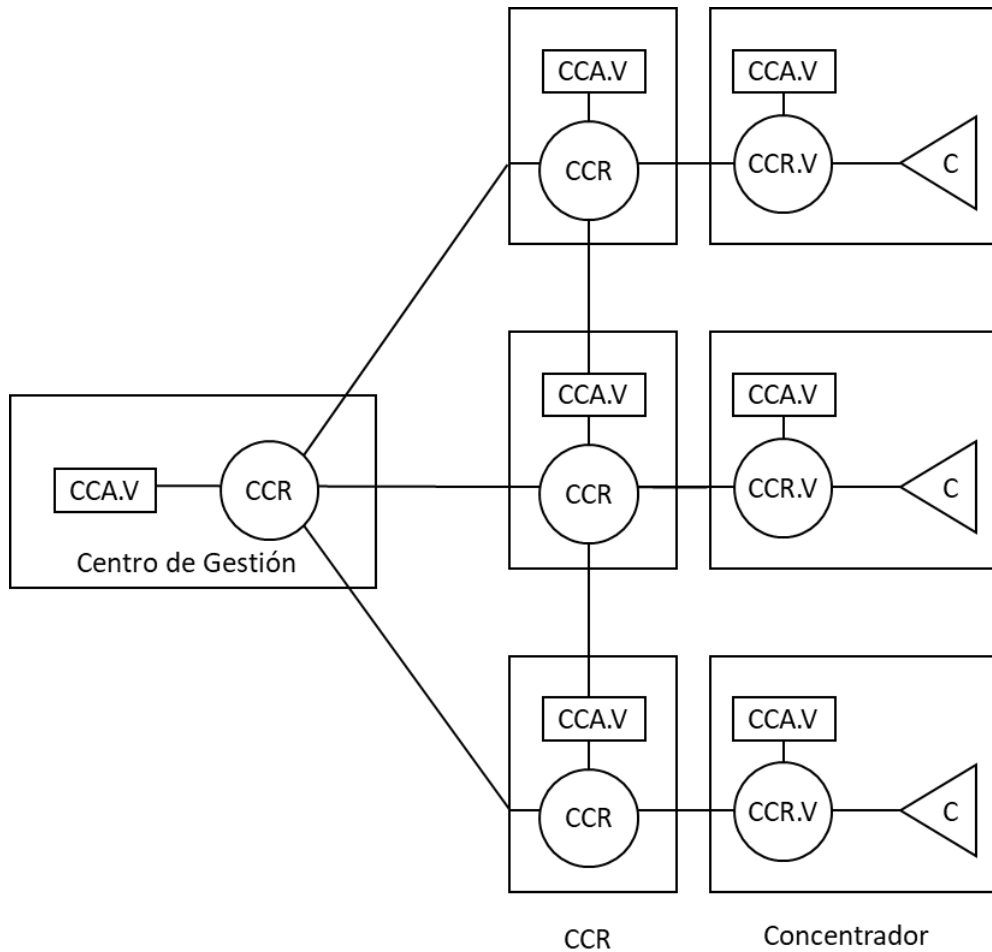


FIG. 66 ESTRUCTURA LÓGICA DEL CENTRO DE GESTIÓN<sup>235</sup>

El control tanto del volcado de datos como de las cargas remotas los gestionaba el CG a través de los Centros Remotos y directamente cuando estos no tuviesen la posibilidad de carga local, o bien fueran centros no atendidos.

Había tres tipos de actuaciones para las cargas y volcados remotos:

- A propuesta del centro remoto.
- Debido a una recuperación provocada por un fallo de comunicaciones detectado por un CCR o un centro remoto.
- Cuando se instala un sistema.

<sup>235</sup> (Varios Autores, Estructura y funcionamiento de la red Iberpac vol.1, 2, 3).



## 8.8 El sistema Tesys

En 1971 Telefónica (CTNE) optó por la conmutación de paquetes, inicialmente se utilizaron equipos de fabricantes externos, pero al 1978, Telefónica decidió crear sus propios equipos debido a problemas surgidos con los fabricantes, básicamente por que los equipos Honeywell 716 que se utilizaban para los nodos de red se dejaron de fabricar, sin que por parte de la empresa suministradora hubiera una política de sustitución.

Para ello se creó un grupo con las empresas Secoinsa y Sitre, que junto con Telefónica desarrollaron unos equipos de conmutación, multiplexación, y gestión de conmutación de paquetes.

El resultado de esta ingeniería fue el proyecto Tesys (Telefónica, Secoinsa y Sitre).

Haciendo un resumen del equipo podríamos decir que el Tesys es un sistema basado en una arquitectura de multiprocesador con funciones totalmente descentralizadas.

Junto con esto se desarrolló un sistema operativo distribuido para la estructura multiprocesador del sistema.

Tesys era un equipo especializado en la conmutación de paquetes y la gestión de una red de transmisión de datos.

Se desarrollaron dos sistemas Tesys: el Tesys-A y el Tesys-B

Respecto al Tesys-A se desarrollaron dos equipos el Tesys-1 en 1978 y su evolución el Tesys-5, que en 1979 se disponía de un prototipo que fue operativo en 1980.

El diseño era modular en ambos sistemas, de tal manera que si había un fallo en un módulo este quedaba fuera de servicio, pero el sistema continuaba funcionando.

En la década de los 90, debido a la impresionante expansión de los servicios telemáticos, Telefónica, a través del Departamento de I+D inicia el proyecto de Tesys-B. El proyecto estaba liderado por Telefónica I+D con la participación de Fujitsu España, Amper-Datos, Telefónica Sistemas y Sitre.

La razón de su desarrollo es ajustarse, y si es posible mejorar las limitaciones del CCITT, respecto a los tiempos de transito de los paquetes de datos, debido a las limitaciones de la capacidad de proceso de los sistemas, la disponibilidad de las líneas, y la fiabilidad de los componentes.

También se consideró para su diseño la reducción de costes de las líneas y el tráfico de los paquetes.

La principal función del sistema Tesys era la de funcionar como un sistema conmutación de paquetes, por ello el sistema Tesys tenía una serie de programas que lo hacían funcionar como tal, en la figura 67 se pueden apreciar estos programas.

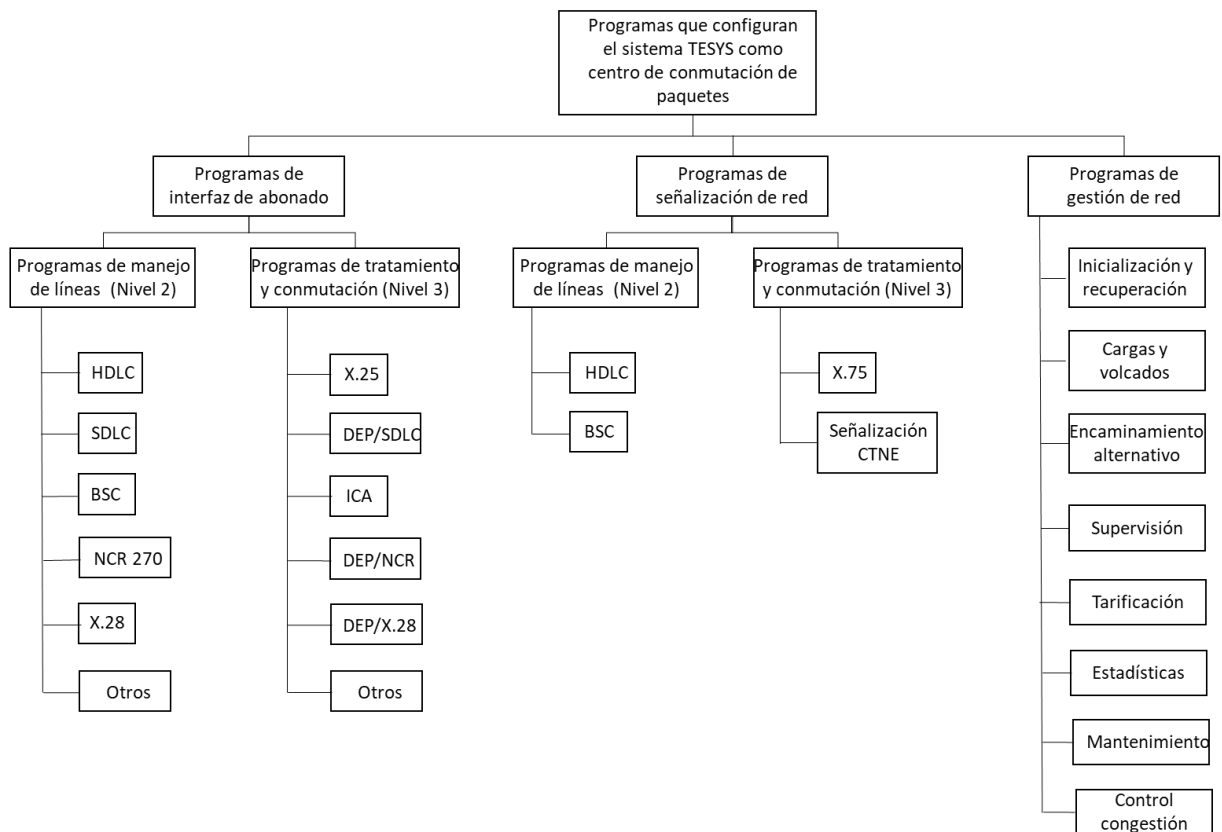


FIG. 67 PROGRAMAS DEL SISTEMA TESYS COMO CONMUTACIÓN DE PAQUETES<sup>236</sup>

### 8.8.1 Software del sistema Tesys

El sistema Tesys empleaba el lenguaje PLM-86<sup>237</sup> basado en técnicas de programación estructurada, que fue diseñado íntegramente por Telefónica.

En el desarrollo del software se consideraron distintos elementos que se integraban en cada una de las áreas según las necesidades de cada una de ellas, entre ellas existía

<sup>236</sup> (Medina, Red Pública Española, nueve años de servicio, Marzo 1983).

<sup>237</sup> PLM: Programming Language for Microcomputers, fue un lenguaje de programación desarrollado por Gary Kildall en 1972 para microprocesadores de Intel.

una parte común que era el núcleo del sistema operativo que gestionaba el resto, junto con el lenguaje hombre-máquina. Estos eran los elementos comunes a cada una de las áreas.

También existían diferentes elementos particulares de cada área como la edición, el programa de gestión de archivos, el spooler, el depurador de tareas, etc.

El software se diseñó para poder operar en tres grandes áreas:

- Conmutación de paquetes de datos.

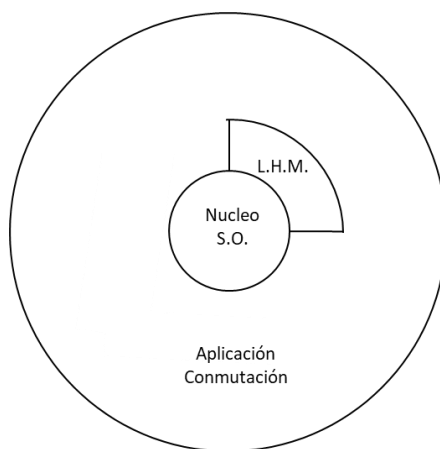


FIG. 68 DIAGRAMA DEL CENTRO DE CONMUTACIÓN DE PAQUETES DE DATOS<sup>238</sup>

- Gestión de red.

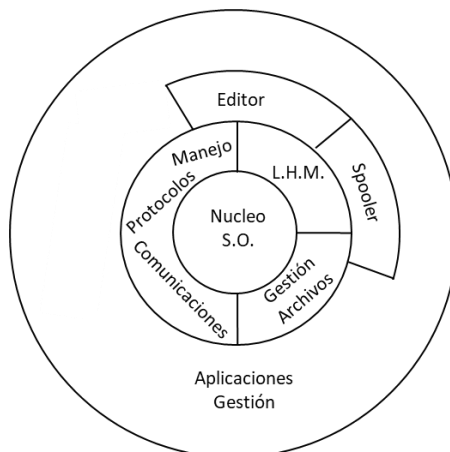


FIG. 69 DIAGRAMA DEL CENTRO DE GESTIÓN<sup>239</sup>

<sup>238</sup> (Varios Autores, Estructura y funcionamiento de la red Iberpac vol.1, 2, 3).

<sup>239</sup> (Varios Autores, Estructura y funcionamiento de la red Iberpac vol.1, 2, 3).

- Centro de desarrollo de programas.

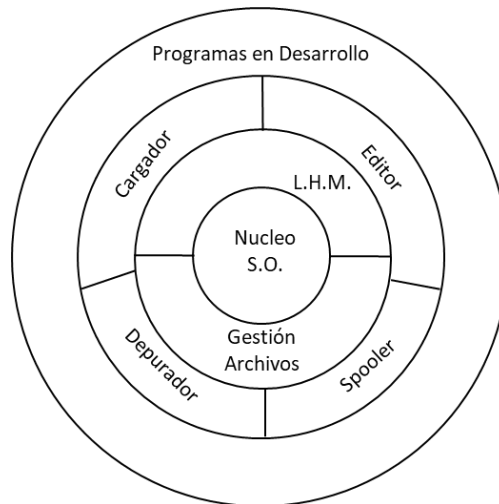


FIG. 70 DIAGRAMA DEL CENTRO DE DESARROLLO DE PROGRAMAS<sup>240</sup>

### 8.8.1.1 El núcleo del sistema operativo

El sistema operativo y toda la programación se desarrolló con el lenguaje PLM, donde el núcleo era el que gestionaba el nivel de transporte entre los procesadores.

El diseño del sistema operativo del sistema Tesys se efectuó con la premisa de poder funcionar tanto en los equipos Tesys-1 como Tesys-5, por lo que en el diseño se consideró que tenía que dar soporte en tiempo real a un sistema multitarea en un entorno de multiprocesador, transfiriendo funciones propias a procesadores de control de los periféricos, y consiguiendo una optimización de los tiempos de respuesta del sistema.

El núcleo tenía básicamente las siguientes funciones:

- Gestión de tareas basada en prioridades.
- Conmutación y sincronización entre tareas residentes en la misma o en diferentes unidades de proceso.
- Gestión de memoria.
- Gestión de temporizaciones.
- Tratamiento de interrupciones.

En el diseño se consideró que el núcleo se ubicaba en la MEL de cada unidad de proceso, con ello se conseguía que, en un instante de tiempo determinado, podrían

<sup>240</sup> (Varios Autores, Estructura y funcionamiento de la red Iberpac vol.1, 2, 3).

ejecutarse simultáneamente diferentes tareas en cada una de las diferentes unidades de proceso, ya que el sistema operativo permitía una programación concurrente de las tareas residentes en la misma unidad de proceso.

#### 8.8.1.1.1 Estructura del núcleo

El núcleo estaba estructurado en tres módulos, El gestor de tareas era el responsable de la creación, arbitraje de ejecución, comunicación y sincronización de las tareas. Con estas premisas había tres posibles estados en una tarea:

- Ejecución, cuando la tarea la tiene el procesador y se están ejecutando las instrucciones.
- Preparado, cuando una tarea se puede ejecutar en el procesador, pero este está ocupado ejecutando otra tarea.
- Espera, cuando no se puede ejecutar debido a que está esperando un resultado de un evento externo a ella.

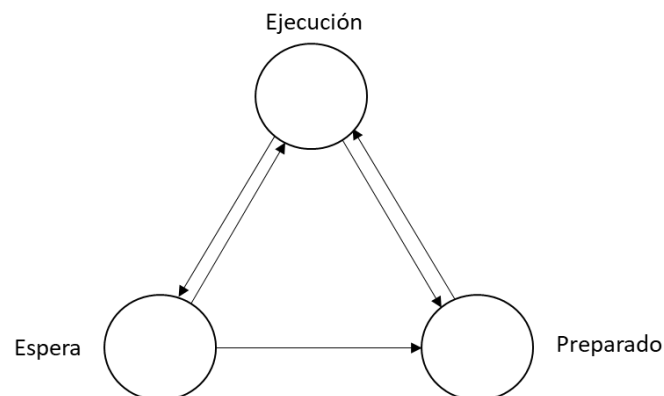


FIG. 71 ESTADOS DE UNA TAREA<sup>241</sup>

Los mensajes que se enviaban tenían que tener un formato que el gestor de tareas pudiese interpretarlo y poder ejecutarlo correctamente, para ello el mensaje debía indicar la identificación del origen y el destino, la prioridad, la longitud de stack, los elementos llegados, el tipo de retorno, etc....

<sup>241</sup> (Galindo, Belinchón, & Sánchez, Software de base del sistema TESYS, 1982).

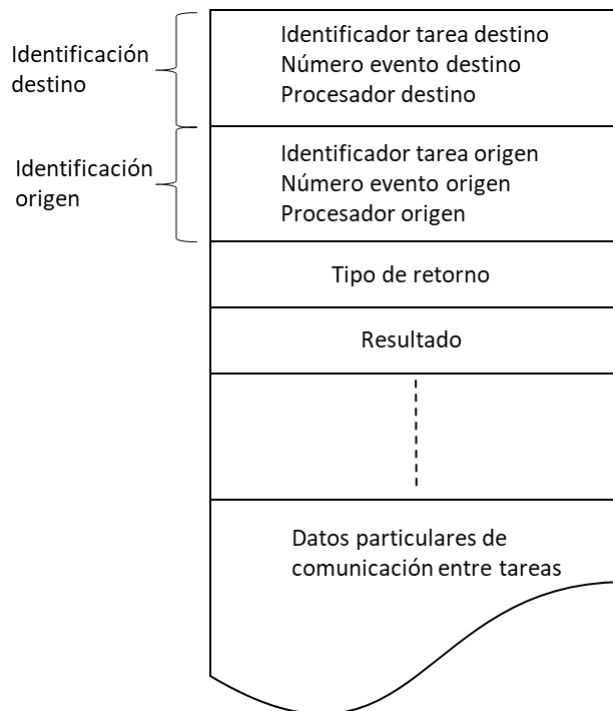


FIG. 72 ESTRUCTURA DEL MENSAJE<sup>242</sup>

Cada tarea podía gestionar 16 eventos agrupados en dos grupos, los que tenían cola asociada de mensajes que comunicaban los mensajes de una tarea a otra, y los que no tenían cola asociada y servían para señalización, como las interrupciones y la sincronización.

Debido al diseño del sistema Tesys, existían dos tipos de comunicaciones, la que enviaba un mensaje entre tareas de un mismo procesador y el que se enviaban mensajes entre tareas de distintos procesadores.

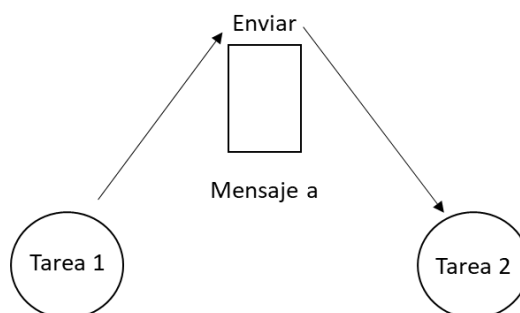


FIG. 73 ENVÍO DE MENSAJES ENTRE TAREAS DE UN MISMO PROCESADOR<sup>243</sup>

<sup>242</sup> (Galindo, Sistema Tesys. arquitectura, hardware y software, 1984)

<sup>243</sup> (Galindo, Belinchón, & Sánchez, Software de base del sistema TESYS, 1982).

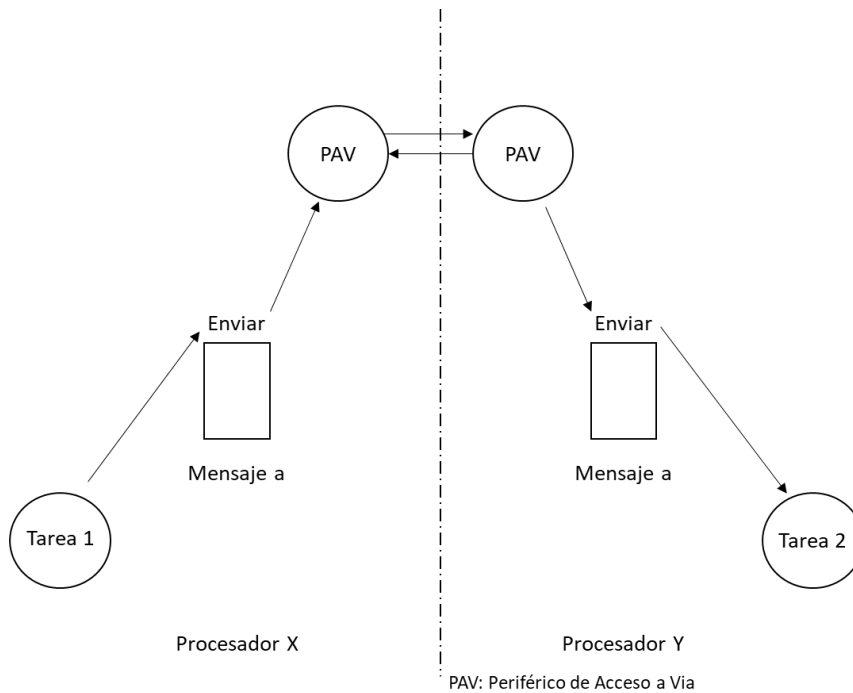


FIG. 74 ENVÍO DE MENSAJES ENTRE TAREAS DE DISTINTOS PROCESADORES<sup>244</sup>

Respecto a las comunicaciones entre distintos procesadores, los mensajes tenían que pasar por los distintos niveles de los diferentes procesadores, como eran el nivel físico, el de enlace y el de ruta donde estaban integrados en los periféricos de acceso a la vía, para pasar después al nivel de transporte que estaba soportado por el gestor de tareas.

Con este diseño se conseguía que el usuario fuese transparente en cualquiera de las dos comunicaciones, ya sea a través de un solo procesador, como si eran necesarios dos procesadores, siendo el gestor de tareas el que gestionaba todas las comunicaciones entre los distintos procesadores.

<sup>244</sup> (Galindo, Belinchón, & Sánchez, Software de base del sistema TESYS, 1982).

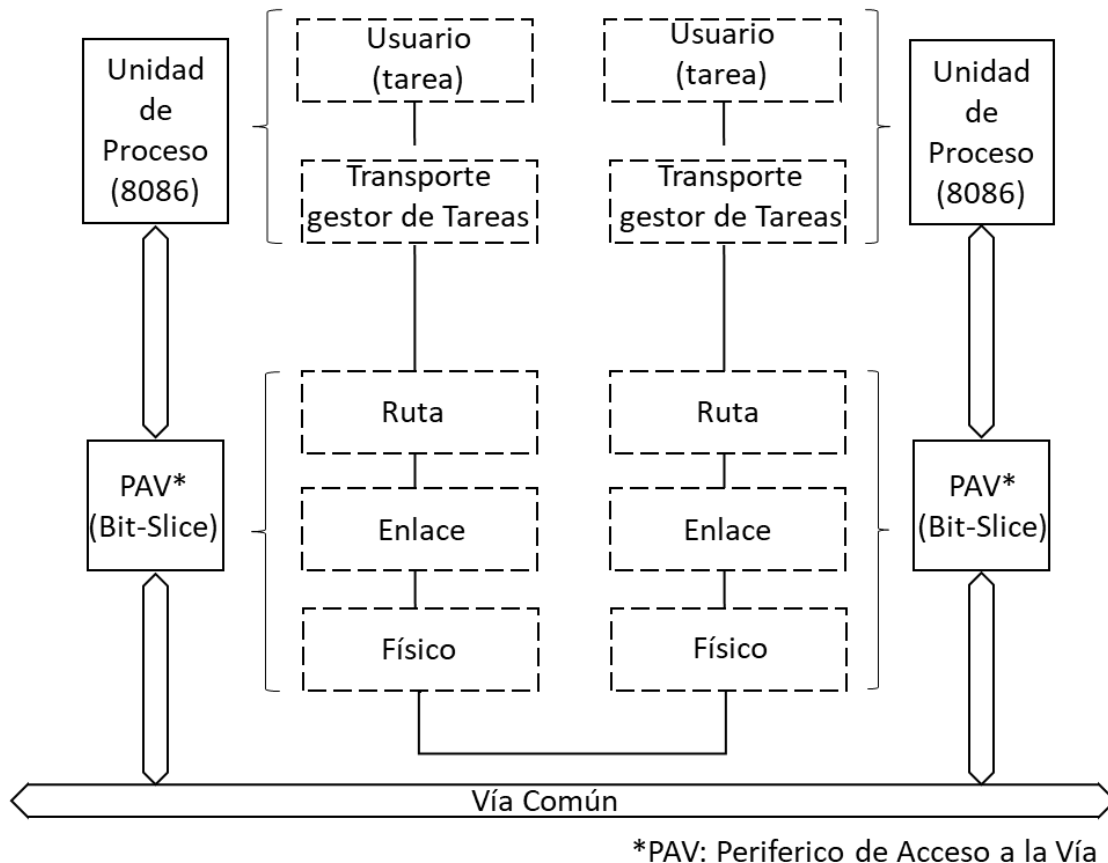


FIG. 75 NIVELES EN EL ENVÍO DE MENSAJES<sup>245</sup>

El gestor de tiempos es otro de los módulos del núcleo cuyas funciones estaban encaminadas al control de la temporización de una tarea pudiendo activar o desactivar una o más temporizaciones según las necesidades de una tarea, ya sea de forma inmediata o programada en el tiempo.

Por último, otro de los módulos del núcleo era el de gestión de la memoria, en la que había la gestión de paneles donde el almacenamiento era como una cola de elementos encadenados de igual tamaño.

Otra gestión era de memoria libre, donde se asignaban trozos de tamaño variable en zonas contiguas a petición de cada usuario.

<sup>245</sup> (Galindo, Belinchón, & Sánchez, Software de base del sistema TESYS, 1982).



### 8.8.1.1.2 Lenguaje Hombre-Maquina

Para confeccionar el diálogo hombre-máquina el sistema Tesys utilizó las recomendaciones del CCITT, Z.311<sup>246</sup>, y Z.313 a Z.318<sup>247</sup> y Z341<sup>248</sup>.

El LHM<sup>249</sup> incluye tanto operaciones iniciadas por el hombre como las que pueda iniciar una máquina, comprendiendo entradas, salidas, acciones de control de instrucciones y procedimientos para el funcionamiento del sistema.

Para ello el LHM debía ser sencillo de aprender y utilizar para introducir instrucciones e interpretar los resultados o salidas, se tenía que adaptar tanto a distintos tipos de personal como a diferentes idiomas y necesidades.

La entrada de parámetros tenía que poder efectuarse con instrucciones directas o bien menús interactivos, evitando siempre que el sistema no se detuviera por cualquier error que pudiera aparecer, tanto en las instrucciones como en los procedimientos de control, y por último que no se alterase su configuración por medio de accesos no autorizados.

---

<sup>246</sup> Z.311: La sección 2 trata de la sintaxis y los procedimientos de diálogo para terminales que no aprovechan ni pueden aprovechar las facilidades mejoradas de entrada y salida usualmente disponibles en los terminales de visualización (TDV). Este LHM básico es, pues, compatible con TDV utilizados como teleimpresores, impresoras, etc., en el interfaz hombre-máquina.

<sup>247</sup> Las Recomendaciones Z.311 a Z.317 definen la sintaxis completa y los aspectos operacionales del LHM; puede considerarse que, juntas, constituyen una Recomendación completa. La Recomendación Z.312 trata de los formatos que se definen con vistas al uso. La Recomendación Z.313 describe el metalenguaje que define los diagramas sintácticos utilizados en las Recomendaciones Z.314, Z.315, Z.316 y Z.317. La Recomendación Z.314 describe el conjunto de caracteres del LHM del CCITT e identifica el uso de algunos caracteres especiales. También define los elementos básicos utilizados en la sintaxis. Las tres Recomendaciones Z.315, Z.316, Z.317, juntas, definen la sintaxis y los procedimientos de diálogo, utilizándose en ambos casos tanto texto como diagramas sintácticos. Para un elemento cualquiera, el texto con el correspondiente diagrama sintáctico constituye la definición completa de ese elemento. La Recomendación Z.315 describe todos los elementos sintácticos básicos utilizados para las entradas y muestra también los aspectos combinatorios de la entrada, o sea el agrupamiento de elementos sintácticos requeridos para iniciar funciones vía el LHM. En estas Recomendaciones y las siguientes se presenta una diversidad de opciones sintácticas. Debe señalarse que al elegir las opciones en un sistema debe procederse de una manera consecuente. La Recomendación Z.316 describe la salida fuera del diálogo en base de los elementos específicos y las combinaciones admisibles. En los diagramas sintácticos en que se utiliza un elemento que es el mismo definido en la Recomendación Z.315, en lugar de repetirse la definición se hace referencia a la mencionada Recomendación. La Recomendación Z.317 describe una diversidad de procedimientos de diálogo en que las secuencias operativas especiales se definen sobre la base de los elementos de entrada y de salida descritos en las Recomendaciones Z.315 y Z.316, así como también de elementos especiales para controlar los procedimientos de diálogo. En la Recomendación Z.318 figura una lista de estas funciones.

<sup>248</sup> Z.341: es el glosario de los términos.

<sup>249</sup> L.H.M.: Lenguaje Hombre Maquina.

Con estas premisas se confeccionó el lenguaje hombre-máquina del sistema Tesys, por ello las entradas al sistema, que se correspondían con las órdenes, tenían los siguientes aspectos:

- Un identificador de la entrada.
- Un bloque de parámetros, con tres formas de introducción de los datos:
  - Por posición.
  - Por nombre.
  - Interactivo.

#### 8.8.1.1.3 Gestión de archivos

El sistema Tesys utilizaba para gestión de archivos un sistema compatible tanto para discos duros como flexibles, como es el sistema UNIX, que permite que la gestión de los mismos pueda estar en más de una de las unidades del proceso, pudiendo ser utilizada independientemente desde cualquiera de las unidades del mismo.

#### 8.8.1.1.4 Depurador de tareas

Como en todos los sistemas, fue necesario utilizar algún tipo de depuración de los programas que se incorporaban al sistema, con el fin de mejorarlos, corregir errores, y optimizarlos entre otros procesos, y el sistema Tesys tenía un depurador de tareas para este fin.

Una de las funciones principales era la de poner puntos de ruptura de una o varias tareas en un mismo procesador, o en diferentes procesadores tanto de manera simultánea como de forma independiente.

También controlaba el funcionamiento de los programas en diferentes puntos de su trazado, cuando se ejecutaba una instrucción, la alteración de la memoria y por último las facilidades de los volcados, tanto de un programa en general como de una parte del mismo en un punto determinado.

#### 8.8.1.1.5 Spooler

El spooler era un programa que controlaba los trabajos que iban a una impresora utilizando colas de impresión.

El sistema Tesys utilizaba un spooler para optimizar los trabajos que iban a las impresoras que estaban conectadas a las unidades de proceso.

Con el spooler se podía cambiar el orden de los trabajos efectuando así prioridades de los mismos, según las necesidades del sistema.

#### 8.8.1.1.6 Editor

Con el fin de editar los programas, el sistema Tesys disponía de un editor de ficheros que podía simultanear varias pantallas a la vez, en cada una de las unidades de proceso.

Con el editor se podían construir macros, tanto de edición, como de proceso de texto, pudiendo mover el cursor en la pantalla con el fin de editar las instrucciones y/o modificaciones en el lugar necesario.

El editor utilizaba el juego de caracteres ASCII<sup>250</sup> tanto para la generación de programas como para la edición de textos.

#### 8.8.1.1.7 Cargador

Para la carga de programas y datos, el sistema Tesys lo efectuaba tanto de forma local como de forma remota.

Cuando lo efectuaba de forma local, era de forma masiva desde una memoria conectada a una unidad de proceso, siempre bajo el control de del programa que estaba instalado en la memoria ROM, que a la vez cargaba en la memoria RAM un programa más complejo.

Con respecto a la carga remota este se efectuaba a través de la línea de datos que estaba conectada a la RETD, mediante un programa que estaba instalado en la ROM y gestionaba la línea de datos del equipo.

### 8.8.2 Programación del sistema Tesys

El sistema Tesys utilizaba el lenguaje PLM con técnicas de programación estructurada, que desarrolló enteramente personal de Telefónica a excepción del sistema operativo que lo desarrolló Secoinsa.

---

<sup>250</sup> ASCII: (*American Standard Code for Information Interchange*) es un código estándar americano para el intercambio de información. Es un juego de caracteres que asigna valores numéricos (del 0 al 127, 7 bits de longitud) a las letras, cifras y signos de puntuación. Existen códigos ASCII extensos de 256 caracteres (del 0 al 255, un byte), que permiten representar caracteres no ingleses como, los acentos o la ç.

Toda la programación podía agruparse en dos grandes bloques: los programas básicos y los programas específicos.

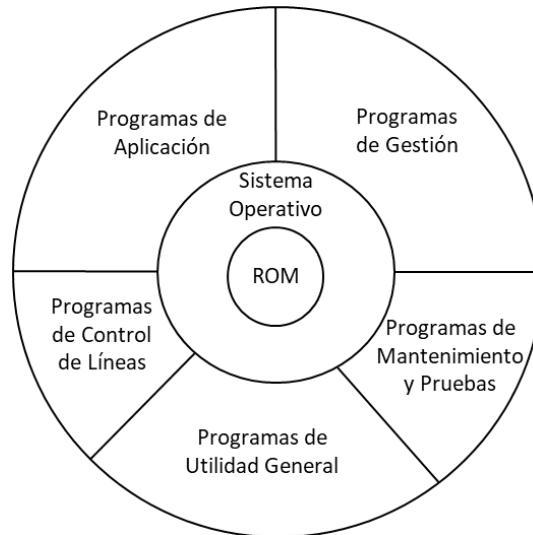


FIG. 76 PROGRAMACIÓN DEL SISTEMA TESYS<sup>251</sup>

Por programas básicos se consideraba cualquier programa que hubiese en los centros de red, independientemente del tipo de aplicación desarrollada en dicho centro, entre estos había los programas residentes en memoria ROM y los programas del sistema operativo:

- Los programas residentes en memoria ROM, eran los que inicializaban el sistema y/o diferentes programas supervisados por un programa básico de control.
- Los programas del sistema operativo, eran los que se utilizaban para aplicaciones en tiempo real ejecutando funciones específicas.

El sistema operativo tenía los programas considerados básicos que formaban el núcleo del sistema, y se podían encontrar módulos tales, como el gestor de tareas, el gestor de interrupciones, el gestor de memoria, y manejadores de Interfaces de Línea (IL), y los programas de gestión de recursos, donde se encontraban, el control de líneas de comunicación, los programas de ayuda y utilidad, y los programas de mantenimiento.

---

<sup>251</sup> (Varios Autores, TESYS Centro Electrónico de Conmutación de Paquetes CTNE).

Los programas específicos son los que determinaban si el equipo tenía que funcionar como un centro de conmutación o concentrador en la gestión de la red de datos. Estos se dividían a su vez en programas de aplicación y de gestión:

- Por programas de aplicación se consideraban, los correspondientes a la operativa del funcionamiento de la red, caracterizando al centro donde se implantaban, realizando las funciones de establecimiento y liberación de comunicaciones, empaquetando y desempaquetando datos, tratamiento y generación de los paquetes de datos, encaminamiento, y control de flujo. Entre estos había el centro de conmutación regional y el centro de conmutación local.
- Los programas de gestión proporcionaban el soporte lógico a los centros de red con las funciones de tarificación, supervisión de red, operación y mantenimiento.

### 8.8.3 Flujo del tráfico

En el flujo del tráfico del sistema Tesys se consideraban los procesos que influían en cada una de las unidades físicas del sistema, y su gestión de los datos de los paquetes recibidos con el fin de poder encaminar un paquete desde la entrada al sistema hasta su salida correspondiente.

El funcionamiento del sistema Tesys como Conmutador de Paquetes, empezaba con la entrada de datos desde los módulos de entrada/salida del sistema.

El paquete después de entrar el equipo conmutador, iba a la MEL<sup>252</sup> que lo procesaba considerando el protocolo de la línea de entrada, y después de gestionarlo mediante los programas que tenía residentes, remitía el paquete a los programas que manejaban la línea de salida enviando por ella el paquete.

El procesador que controlaba todo el proceso era un 8086, que gestionaba todos los paquetes que iban llegando, procurando que el tiempo de tratamiento de los mismos fuera el mínimo.

---

<sup>252</sup> MEL: Memoria Local.

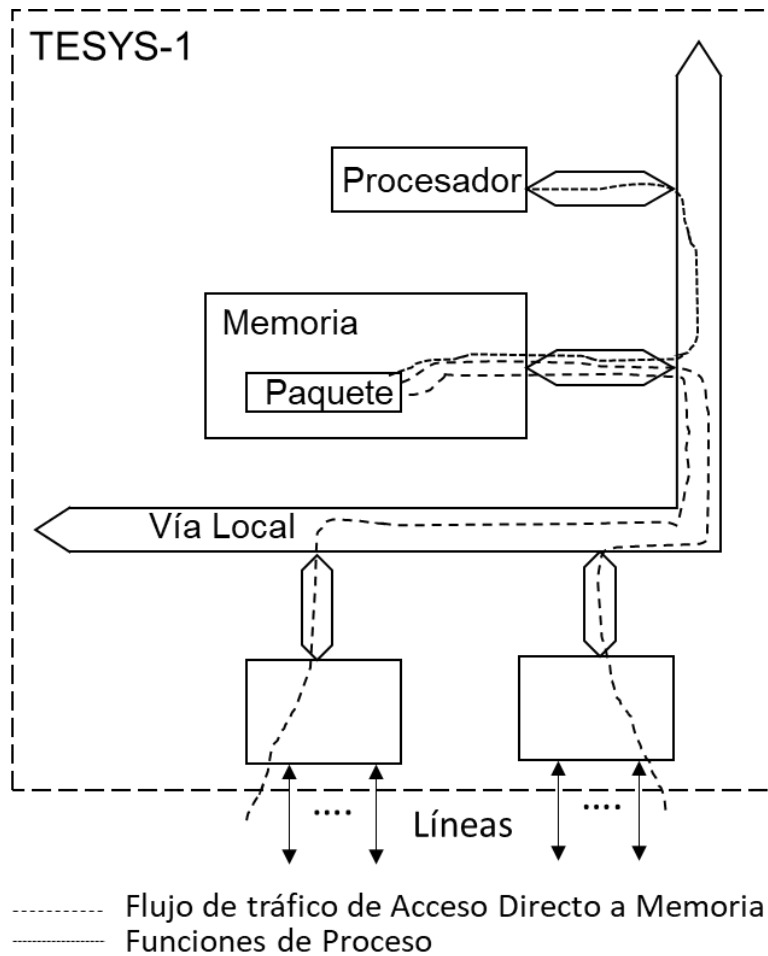


FIG. 77 FLUJO DE TRÁFICO DEL TESSYS-1<sup>253</sup>

Todos los paquetes competían entre sí para tener la menor demora, por ello el diseño del sistema Tesys consideraba que cada paquete utilizaba tratamientos parciales en distintos programas de la memoria local, produciéndose a la vez un sistema de colas, ya que en los paquetes existían prioridades, lo que obligaban a gestionar las de mayor prioridad en detenimiento de las que no la tenían.

Cuando el paquete con prioridad se gestionaba el sistema volvía a la cola y ejecutaba la que tenía mayor prioridad en aquel momento.

Otra interrupción que se generaba periódicamente era la del reloj en tiempo real, que era de máxima prioridad, y servía para actualizar el reloj del sistema, para que el gestor de tareas pudiese efectuar una tarea programada. En el Tesys-1 la gestión de los procesos se efectúa en la MEL del CP<sup>254</sup>.

<sup>253</sup> (Varios Autores, Estructura y funcionamiento de la red Iberpac vol.1, 2, 3).

<sup>254</sup> CP: Conmutador de Paquetes.

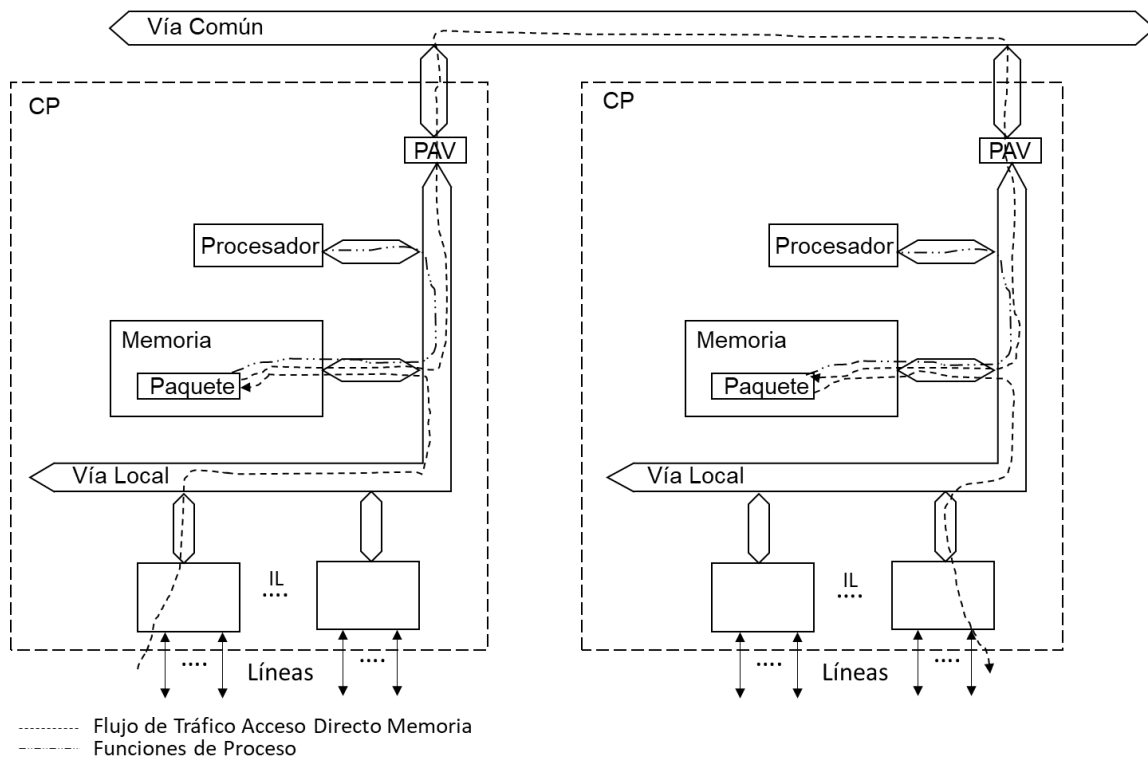


FIG. 78 FLUJO DE TRÁFICO DEL TESIS-5<sup>255</sup>

En el Tesis-5 como existían varios CP los paquetes utilizaban la Vía Común para las comunicaciones y transferencia de los paquetes desde la MEL de un CP a la MEL de otro CP entrando por la línea de entrada de un CP y saliendo por la línea de salida de otro CP.

#### 8.8.4 Tratamiento del tráfico

En el sistema Tesis a cada uno de los paquetes que se recibían por la línea de entrada se le analizaban las tramas, para procesarlas por los programas correspondientes, hasta su envío por la línea de salida.

Cada trama de cada paquete requería la gestión del manejador correspondiente al protocolo de entrada, que correspondía a la entrada de las tramas para, posteriormente, después de su correspondiente gestión, pasar al manejador del protocolo de salida, enviando los paquetes a la línea de salida.

<sup>255</sup> (Varios Autores, Estructura y funcionamiento de la red Iberpac vol.1, 2, 3).

En todo el proceso estaba el gestor de tareas, que era el que efectuaba el control de todo el proceso, este programa estaba integrado en el sistema operativo que estaba instalado en el procesador.

El gestor de tareas era el que gestionaba las tareas en la cola de tareas, indicando al procesador la tarea que tenía que ejecutar en cada momento, considerando, las tareas nuevas, las que están parcialmente tratadas o suspendidas, y priorizando las que tenían más prioridad.

Cuando había una tarea de máxima prioridad, el gestor indicaba al procesador que se ejecutase en el tiempo que tenía que ejecutarse, dejando la que en aquel momento se ejecutaba suspendida hasta que se hubiese ejecutado la tarea prioritaria, para posteriormente seguir con ella.

Las interrupciones de los procesos, debido a las tareas con prioridad, estaban provocadas por interrupciones de diferentes elementos, como el interfaz de línea (IL), los periféricos de acceso a la vía (PAV), y el reloj en tiempo real (RTR), o por necesidades de las tareas que necesitaban acceder a otra tarea o bien esperar el resultado de otra tarea.

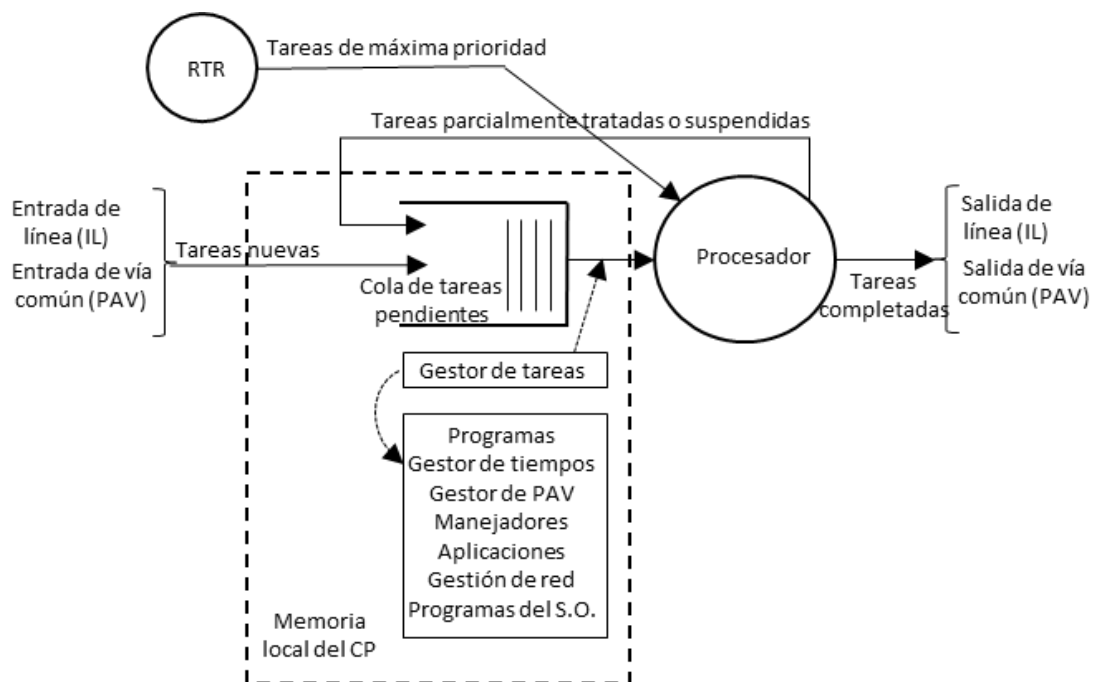


FIG. 79 GESTIÓN Y TRATAMIENTO DE TAREAS EN UN CP<sup>256</sup>.

<sup>256</sup> (Varios Autores, Estructura y funcionamiento de la red Iberpac vol.1, 2, 3).



Además del gestor de tareas, en el conmutador de paquetes (CP), había una serie de tareas con más o menos prioridad, que eran necesarias para el tratamiento del tráfico, como la gestión de tiempos, la gestión de PAV, el manejo de líneas, las aplicaciones, las tareas auxiliares y la tarea de reposo:

- El gestor de tiempos es la que tenía la máxima prioridad, y estaba provocada por el reloj de tiempo real (RTR), cogiendo el control del sistema cuando estaba activado.
- El gestor de PAV existía sola mente en el Tesys-5, puesto que era el sistema que tenía la vía común. Su función consistía en indicar al procesador de un CP que se enviaba o recibía una tarea de una aplicación a otro CP.
- En el manejo de líneas había tantos programas de manejo, como protocolos de nivel 2 empleaban las líneas conectadas, por lo que era necesario establecer prioridades para las tareas según las necesidades y prioridades de las líneas.
- Las aplicaciones tenían el control hasta su finalización, si no se lanzaba una interrupción. Tenían el control del nivel 3, controlando la ruta y la conmutación de paquetes. Existían tantas tareas como posibles tipos de comunicaciones.
- Las tareas auxiliares eran las que eran activadas, ya sea por los manejadores de línea o las aplicaciones, para obtener algún recurso del sistema, o comunicarse con otras tareas. Devolvían la gestión a la tarea original cuando había terminado su gestión. También efectuaban funciones de gestión de red, pero en este caso no devolvían la gestión a la tarea original.
- La tarea de reposo es la que tenía la mínima prioridad y era la que gestionaba el trabajo del procesador cuando este estaba en reposo.

En el Tesys-1, como existía un solo procesador, es el mismo el que tenía que ejecutar los programas correspondientes en todas las fases del proceso de conmutación de paquetes, desde la entrada del paquete de datos por la línea de entrada hasta la salida por la línea de salida.

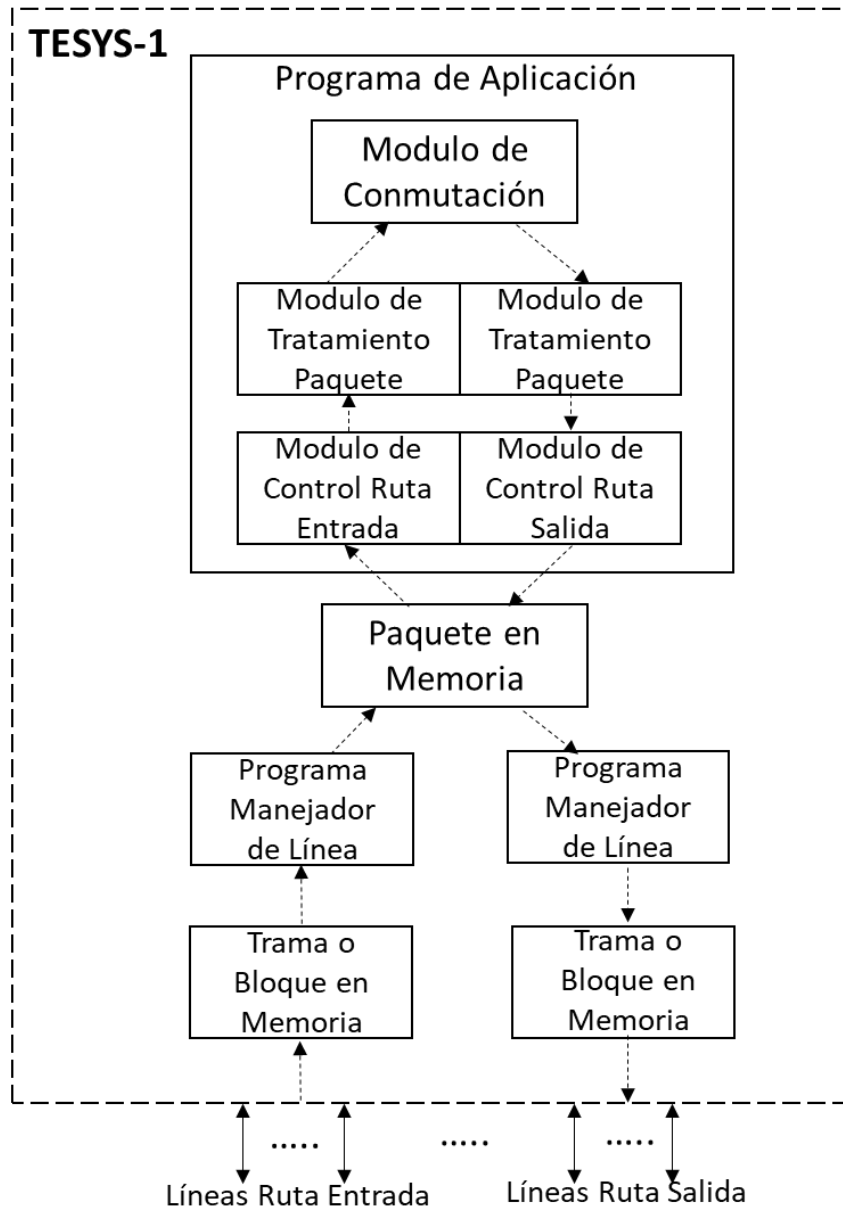


FIG. 80 TRATAMIENTO DEL TRÁFICO PRO LOS PROGRAMAS TESSYS-1<sup>257</sup>

En el Tesys-5, como tenía varios procesadores, memoria, líneas de entrada/salida en diferentes conmutadores de paquetes, se podían dar múltiples combinaciones, ya que

<sup>257</sup> (Varios Autores, Estructura y funcionamiento de la red Iberpac vol.1, 2, 3).

diferentes programas residentes en diferentes conmutadores de paquetes pueden tratar un mismo paquete desde que entra por una línea de entrada hasta que sale por una línea de salida.

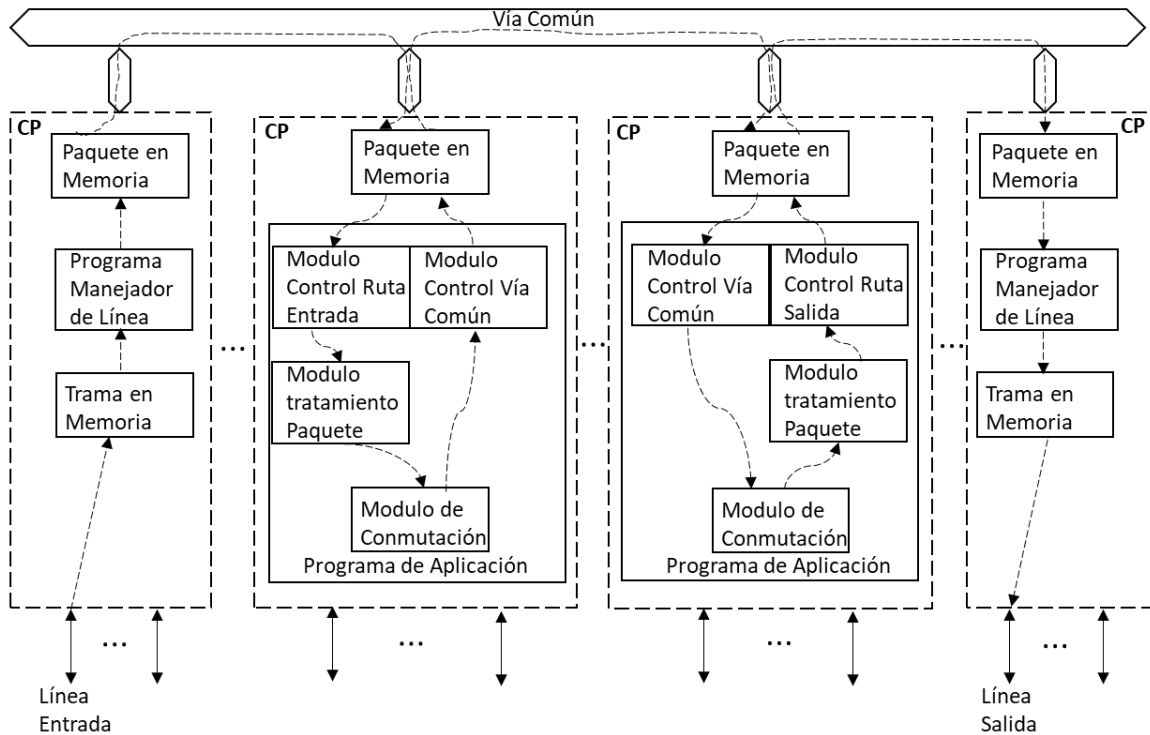


FIG. 81 TRATAMIENTO DEL TRÁFICO POR LOS PROGRAMAS TESYS-5<sup>258</sup>

### 8.8.5 Requerimientos físicos<sup>259</sup>

Los requerimientos del sistema Tesys los podemos clasificar en tres grandes grupos, requerimientos locales, de alimentación y medioambientales.

Por requerimientos locales se consideran los elementos del edificio y la sala donde se instalarán los equipos, en ellos había que considerar los siguientes aspectos:

- Sobrecarga del suelo base: 700 Kg/m.
- Carga puntual máxima: 1.65 Kg/cm.
- Altura del suelo a jácenas: 3.6 metros como mínimo.

<sup>258</sup> (Varios Autores, Estructura y funcionamiento de la red Iberpac vol.1, 2, 3).

<sup>259</sup> Los requerimientos físicos del sistema Tesys se han obtenido del proyecto fin de carrera "El sistema Tesys-1 de la RETD de la CTNE" de Francisco Javier Albert.

- Falso suelo:
  - Soporte sobrecarga uniforme de 700 Kg/m.
  - Carga puntual de 450 Kg. Sin que la flecha sea mayor de 2.5 mm.
  - Baldosas de 45x45 cm. y 90x90 cm.
  - Altura del falso suelo mayor de 35 cm.
  - Nivelado en toda la superficie con una diferencia menor de 3 mm. y a una distancia de 3 metros con una diferencia de 1.5 mm.
  - Soportes metálicos ajustables de 5 cm. sobre la altura prefijada.
  - Recubrimiento con baldosas con una resistencia que permita la eliminación de cargas electrostáticas.
  - Incendios.

Para la alimentación se tenían que considerar los siguientes aspectos:

- La tensión nominal fuese de -48 voltios de corriente continua con un margen de funcionamiento de -44 a -56 voltios. Aun así, el sistema no sufría hasta -75 voltios.
- El ruido eléctrico procedente de la batería central debía tener un rizado inferior a:
  - 600 mVpp. de 10 Hz a 1 KHz.
  - 100 mVef. de 10 KHz a 150 KHz.
  - 30 mVef. de 150 KHz a 30 Mhz.
- Los transitorios con una amplitud de voltaje y duración según la figura 82.
- La acometida de alimentación entre la batería central y el bastidor de distribución debía asegurar baja impedancia, y el número de interconexiones debe ser el mínimo posible.
- La sección de la acometida permitirá una tensión de entrada al bastidor superior a -44 voltios.
- La corriente máxima requerida será de 50 amperios a -48 voltios para cada bastidor equipado con 5 armazones Tesys.
- Por dispersión los componentes permiten variaciones del 10%.

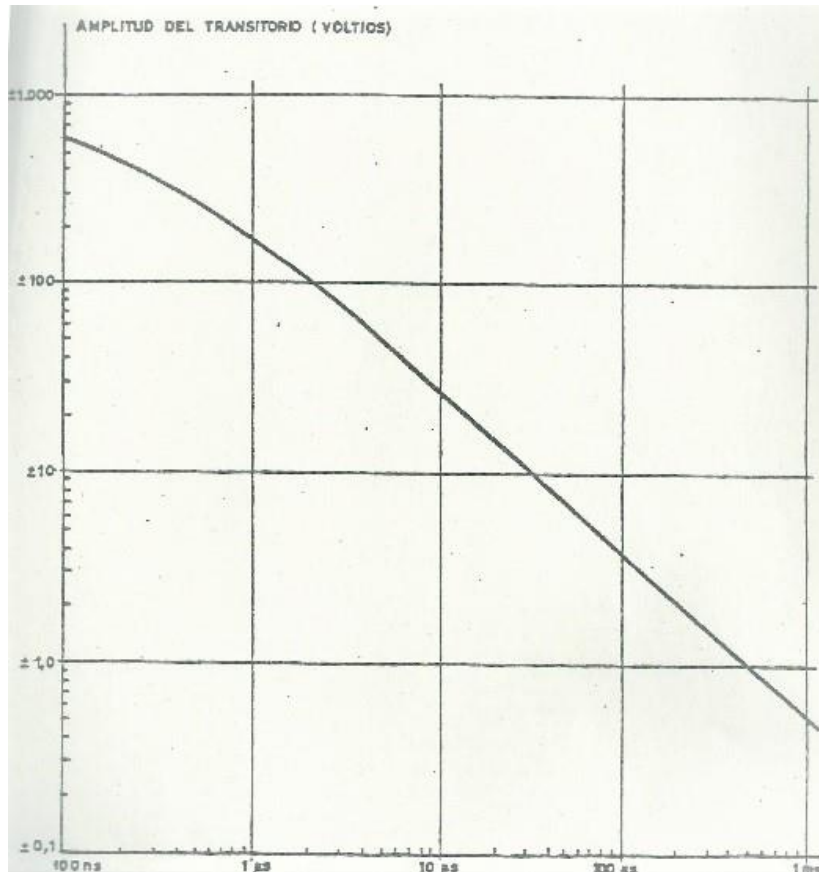


FIG. 82 TRANSITORIOS PERMITIDOS DE LA TENSIÓN DE ENTRADA<sup>260</sup>

Los requerimientos ambientales que se debían considerar era una relación entre la temperatura y la humedad, y viene reflejado con las siguientes restricciones climáticas:

- Margen de variación de temperatura de 1 grado centígrado por minuto.
- No se permitían condensaciones.
- La presión atmosférica ha de tener los siguientes márgenes:
  - Entre 533 y 1200 milibares por tiempo limitado.
  - Entre 1200 y 1400 milibares en funcionamiento durante 5 horas consecutivas.
- Disipación de calor:
  - Con sistemas de evacuación del calor disipado por los equipos (un bastidor equipado con 5 armazones produce entre 1000 y 2000 Kcal/hora).
- Las perturbaciones radioeléctricas vienen reflejadas en la figura 83, donde se indica el valor máximo por debajo del cual el sistema funciona con normalidad.

<sup>260</sup> (Albert, 1985).

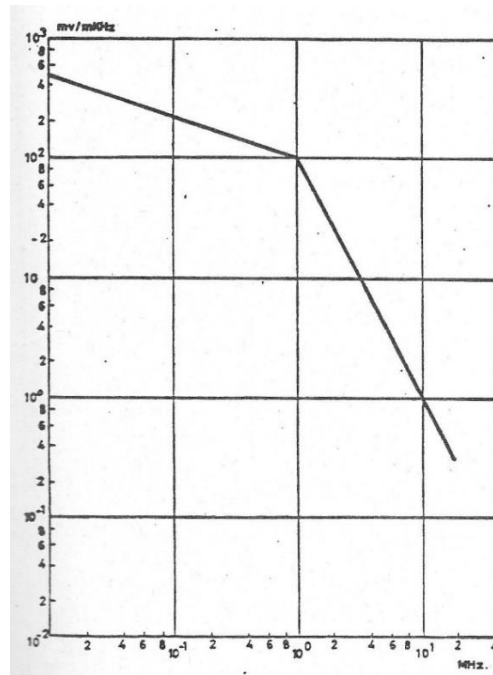


FIG. 83 PERTURBACIONES RADIOELÉCTRICAS PERMITIDAS<sup>261</sup>

- La contaminación atmosférica producida por los gases típicos del aire contaminado está indicada en la siguiente tabla:

Contaminante	Medio	Máximo *
Dióxido de Azufre	70	500
Ácido sulfhídrico	4	20
Dióxido de Nitrógeno	22	70
Amoniaco	63	200
Clorina	3	100
Ácido Clorhídrico	3	100

\*partes por 10<sup>9</sup> en volumen

FIG. 84 CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA DE GASES<sup>262</sup>

- La concentración máxima y tamaños de las partículas sólidas viene representada en la tabla adjunta (La concentración presenta una distribución logarítmica normal a lo largo de todos los días en servicio)

Diámetro máximo (µml.)	0.5	1	3
Partículas/m <sup>3</sup>	10x10 <sup>6</sup>	7x10 <sup>5</sup>	24x10 <sup>4</sup>

FIG. 85 CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA DE PARTÍCULAS<sup>263</sup>

<sup>261</sup> (Albert, 1985).

<sup>262</sup> (Albert, 1985).

<sup>263</sup> (Albert, 1985).

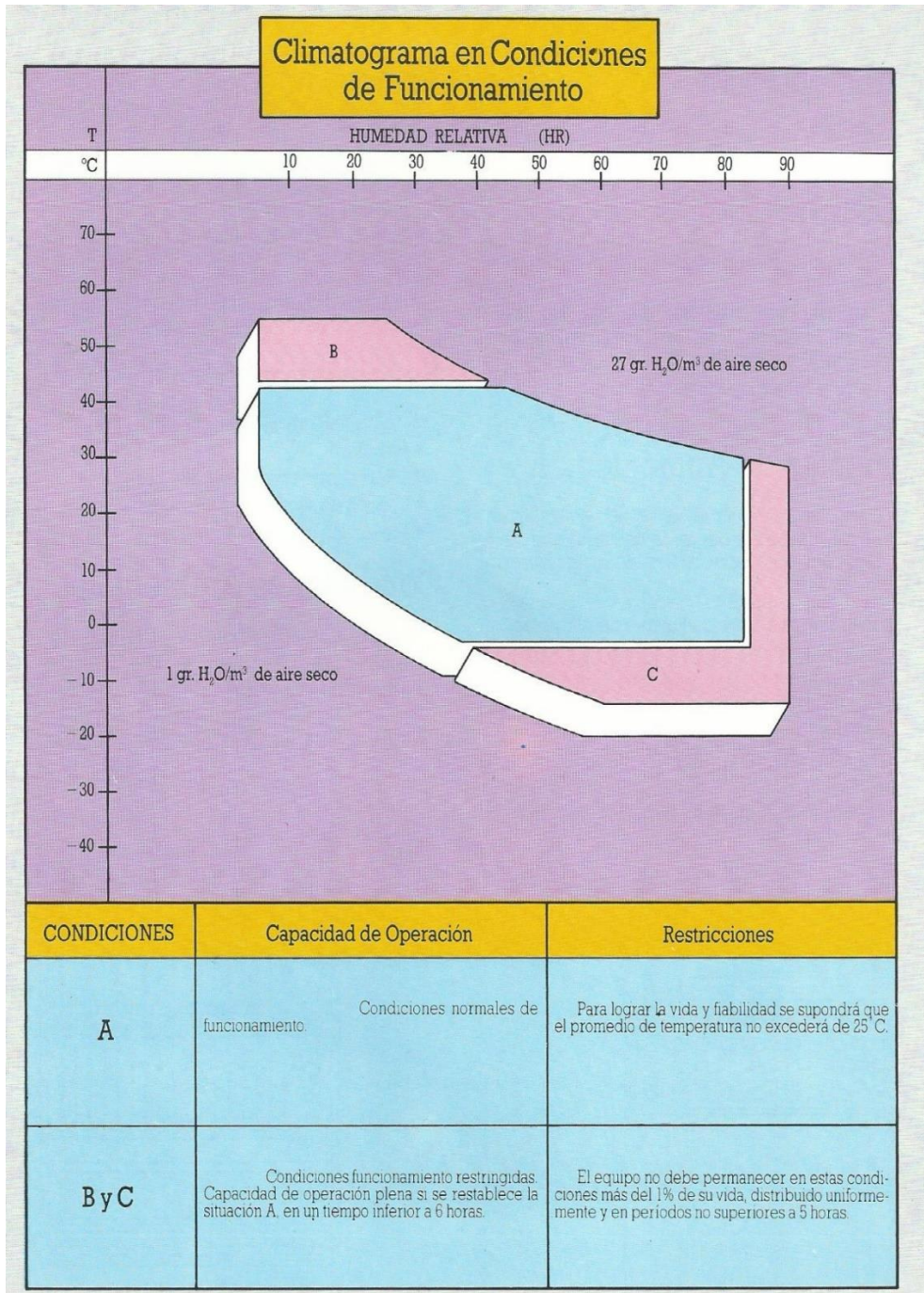


FIG. 86 CONDICIONES DE TEMPERATURA Y HUMEDAD EN EL SISTEMA Tesys<sup>264</sup>

### 8.8.6 Modelos de tráfico

En el sistema Tesys se utilizaba la técnica de los circuitos virtuales para la transmisión de paquetes. Esta técnica de transmisión de datos se diferencia del datagrama en que,

<sup>264</sup> (Varios Autores, TESYS Centro Electrónico de Conmutación de Paquetes CTNE).





- A2: Cuando se validaba un paquete cada cuatro.

Tesy 1	40	Paquetes de datos	Modelo A1
	57	Paquetes de datos	Modelo A2
Tesy 5	992	Paquetes de datos	Modelo A1
	1216	Paquetes de datos	Modelo A2

FIG. 88 CAPACIDADES DE TRÁFICO CON CVP<sup>265</sup>

### 8.8.6.2 Circuitos virtuales conmutados (CVC)

Estos circuitos se crean cada vez que es necesario transmitir datos, el emisor solicita el establecimiento del circuito al receptor y una vez establecida la conexión se transmiten los paquetes de datos, y cuando se terminan de transmitir los datos se cierra el circuito.

Este tipo de circuitos son más económicos que los CVP, y se pueden crear cuando son necesarios, optimizando el ancho de banda de la línea de comunicaciones, también hay que considerar que tienen más latencia.

En el sistema Tesys existían dos modelos de validación:

- B1: cuando la conexión virtual consta de 4 paquetes de control (solicitud, aceptación, liberación y confirmación), 8 paquetes de datos, 8 paquetes de validación.
- B2: cuando la conexión virtual consta de 4 paquetes de control (solicitud, aceptación, liberación y confirmación), 8 paquetes de datos, 2 paquetes de validación.

Tesy 1	4	Llamadas virtuales	Modelo B1
	32	Paquetes de datos	Modelo B1
	5	Llamadas virtuales	Modelo B2
	40	Paquetes de datos	Modelo B2
Tesy 5	86	Llamadas virtuales	Modelo B1
	688	Paquetes de datos	Modelo B1
	100	Llamadas virtuales	Modelo B2
	800	Paquetes de datos	Modelo B2

FIG. 89 CAPACIDADES DE TRÁFICO CON CVC<sup>266</sup>

<sup>265</sup> (Medina, Tesys como centro de conmutación de paquetes, 1984).

<sup>266</sup> (Medina, Tesys como centro de conmutación de paquetes, 1984).

**8.8.6.3 Facilidad de selección rápida (FSR)**

El uso del campo de facilidad del paquete se utilizaba opcionalmente, para efectuar alguna indicación con el fin de obtener el máximo de la capacidad de los sistemas.

La facilidad de selección rápida asociaba el proceso de selección con el de transferencia, no efectuando la validación mediante paquetes de control de flujo.

Identificación general de formato	Número del grupo del canal lógico
Número de canal lógico	
Identificador de tipo de paquete	
Longitud de la dirección del ETD que llama	Longitud de la dirección del ETD que llamado
Dirección de los ETD's	
	Longitud de las facilidades
Facilidades	
Datos del usuario de llamada	

FIG. 90 FACILIDAD DE SELECCIÓN RÁPIDA<sup>267</sup>

En este tipo de transmisiones se utilizaba el modelo de enviar un paquete de selección, más los datos y un paquete de liberación más los datos.

Tesy 1	30	Llamadas virtuales rápidas	Modelo C
	60	Paquetes de datos	Modelo C
Tesy 5	576	Llamadas virtuales rápidas	Modelo C
	1152	Paquetes de datos	Modelo C

FIG. 91 CAPACIDADES DE TRÁFICO CON FSR<sup>268</sup>

<sup>267</sup> (Varios Autores, Estructura y funcionamiento de la red Iberpac vol.1, 2, 3).

<sup>268</sup> (Medina, Tesys como centro de conmutación de paquetes, 1984).

#### **8.8.6.4 Tiempos de retardo en los circuitos virtuales**

En el Tesys-1 el tiempo de retardo medio por paquete era de 70 ms y el retardo para el 95% de los paquetes era inferior a 195 ms.

En el Tsesys-5 el tiempo de retardo medio por paquete era de 80 ms y el retardo para el 95% de los paquetes era inferior a 225 ms.

### **8.9 El Tesys-A**

El sistema Tesys fue desarrollado por tres empresas, Telefónica, Secoinsa y Sitre.

El diseño de los equipos Tesys-A se efectuó con requerimientos de que fuera de forma modular, con una estructura de multiprocesador y totalmente descentralizado.

En el Tesys-A se desarrollaron dos modelos de equipos el Tesys-1 y el Tesys-5.

#### **8.9.1 Tesys-1**

El equipo Tesys-1 estaba formado por un ordenador convencional con un bus de 16 bits de datos al que se conecta el procesador, la memoria, la supervisión del sistema y los periféricos.

Todo el sistema estaba controlado por un procesador central (8086) de 16 bis que controlaba todos los procesadores del sistema formando un sistema multiprocesador

El equipo Tesys-1 estaba compuesto por dos unidades, por una parte, con una unidad de proceso formada por el procesador, la memoria y la unidad de supervisión, y por otra parte con unidades de control y/o interfaz de periféricos, estando ambas unidades interconectados con un bus de 16 bits.

La unidad de proceso estaba compuesta por un procesador<sup>269</sup> que controlaba el funcionamiento de la unidad de proceso, la memoria local (MEL) formada por un total de 1 a 4 placas con una capacidad de 64 a 256 Kbytes por placa y una unidad de supervisión para supervisar el bus (Vía Local), dentro de la unidad de proceso.

---

<sup>269</sup> PR: Procesador.

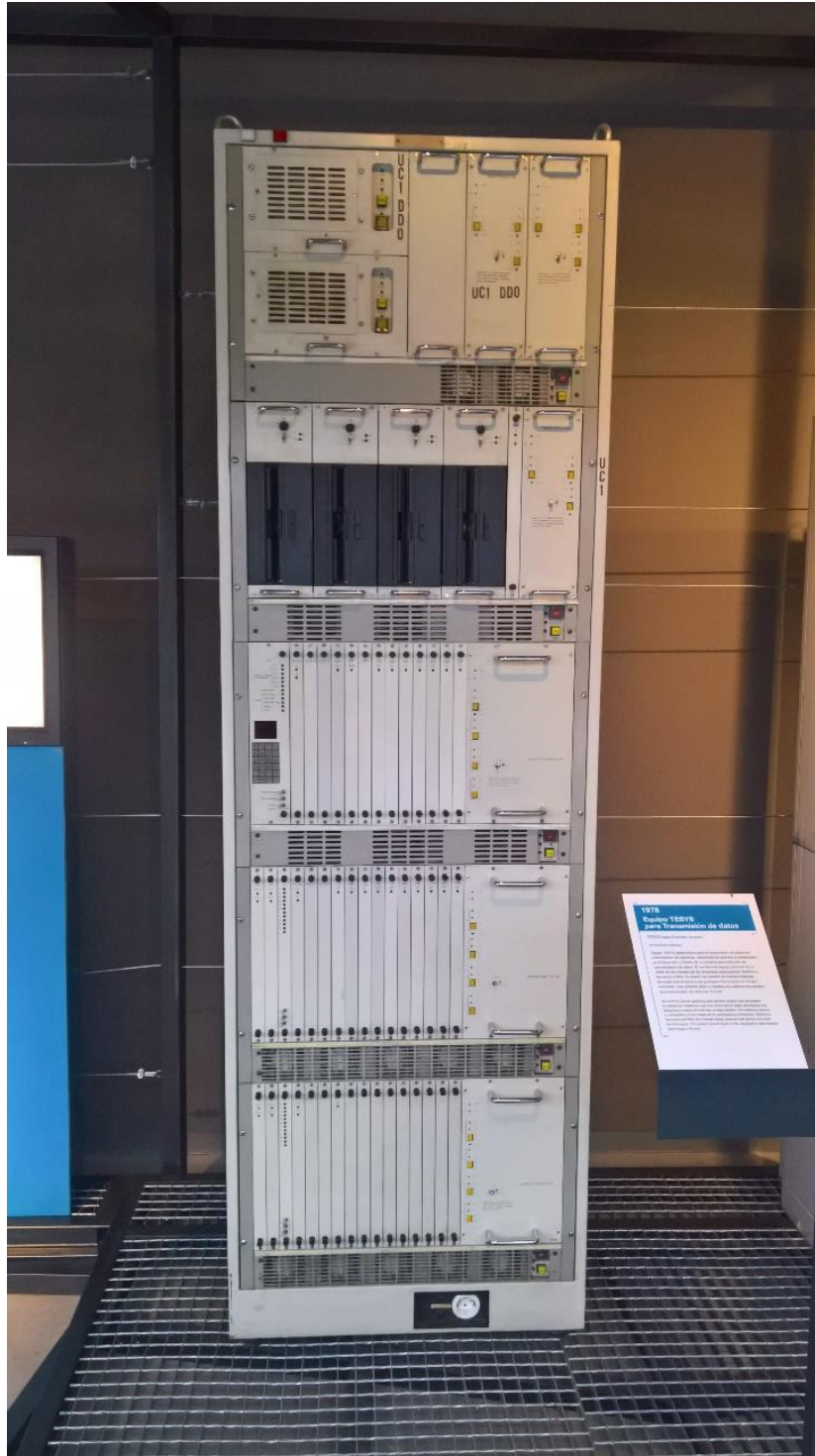


FIG. 92 BASTIDOR TESYS-1270

<sup>270</sup> Fotografía del museo de Telefónica (Madrid).

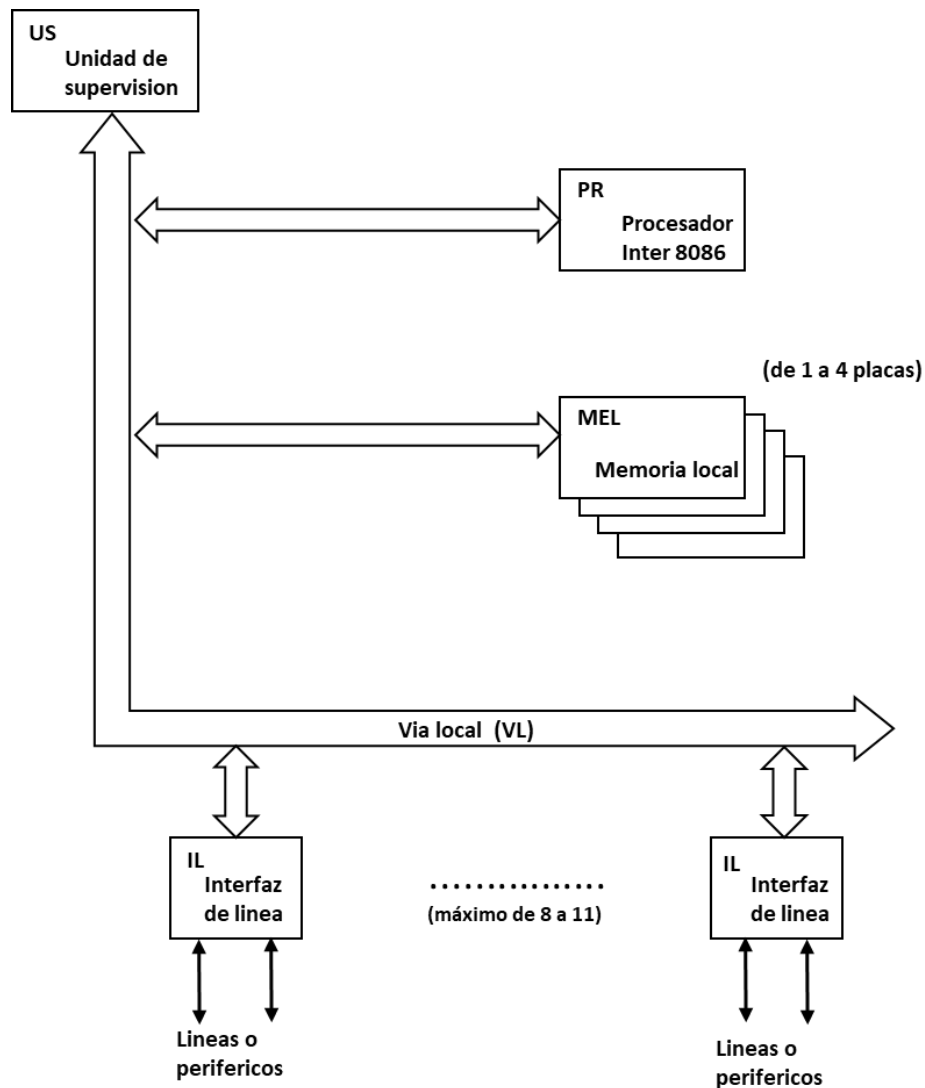


FIG. 93 DIAGRAMA DE BLOQUES DEL TESYS-1<sup>271</sup>

La unidad de control y/o interfaz de periféricos tenía una capacidad para controlar hasta 11 posibles placas de Interfaz de Línea<sup>272</sup>.

Todos estos elementos estaban interconectados por medio de la Vía Local.

El sistema Tesys-1 también se podía configurar como un concentrador, o bien un centro nodal de la red Iberpac.

<sup>271</sup> (Varios Autores, Iberpac Red Pública Española de Transmisión de Datos).

<sup>272</sup> IL: Interfaz de línea.

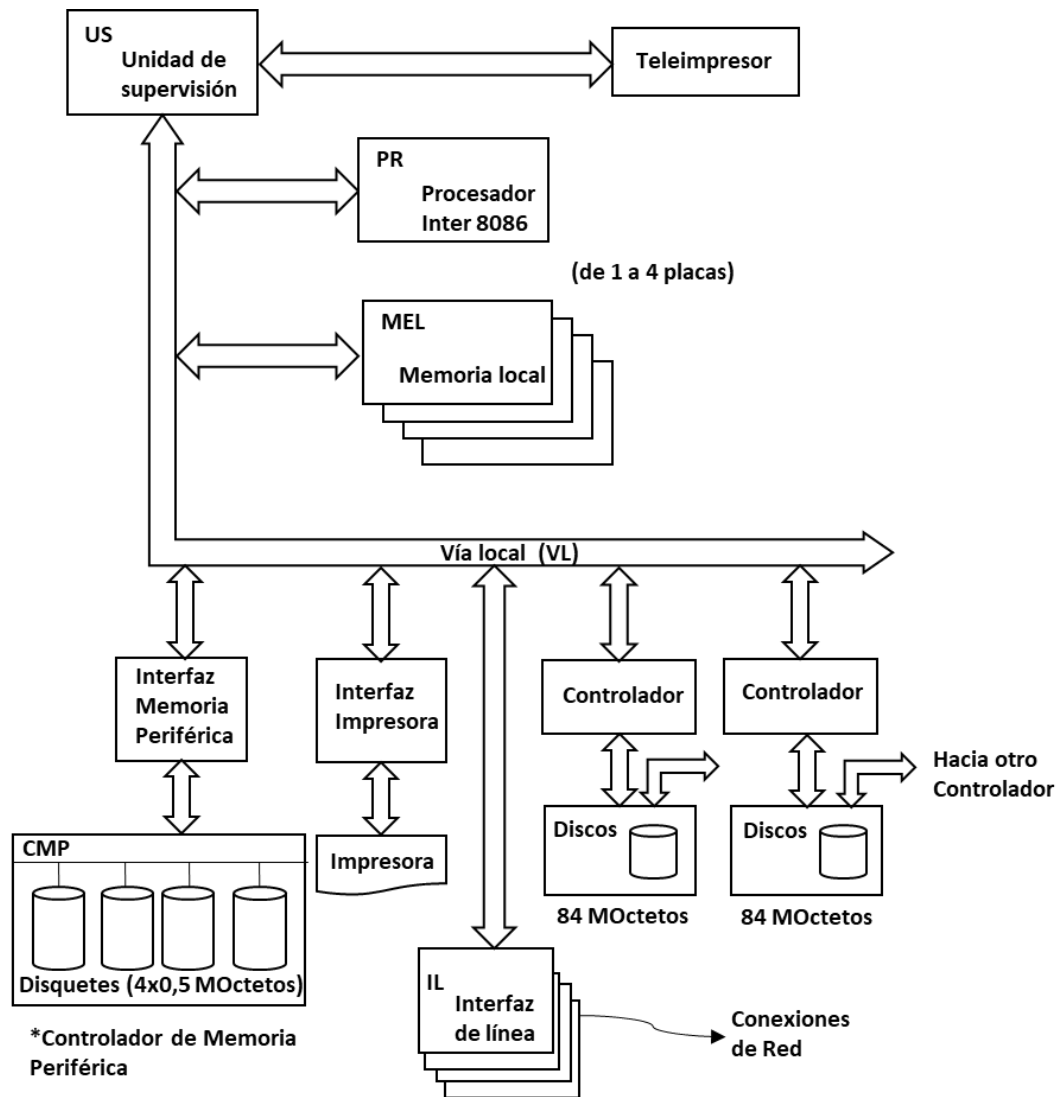


FIG. 94 ARQUITECTURA COMPLETA TESYS-1<sup>273</sup>

### 8.9.1.1 Hardware del sistema Tesys-1

El equipo Tesys-1, básicamente era un ordenador especializado en funciones de conmutación de paquetes, y como tal también podía utilizarse como equipo de desarrollo de programas, aplicaciones y/o centro de gestión.

Físicamente estaba compuesto por una serie de tarjetas conectadas entre sí por medio de un bus o vía local de 16 bits de datos y 20 direcciones, que estaba instalado en un bastidor capaz de almacenar 16 tarjetas y una fuente de alimentación.

El equipo Tesys-1 estaba compuesto por dos partes diferenciadas:

<sup>273</sup> (Romera, Martínez, & Entrambasaguas, Arquitectura del Sistema Tesys, 1982).

- La unidad de proceso, donde estaba el procesador, la memoria local y la unidad de supervisión.
- Las unidades de los periféricos, donde estaban las tarjetas de los interfaces de línea síncronos, asíncronos, SDLC/HDLC, la impresora, el disco flexible, y el disco duro.
- Memoria periférica, donde se encontraban el controlador de disco flexible, el controlador de disco duro y la interfaz de la impresora.

#### 8.9.1.1.1 La unidad de proceso

Era la unidad central del sistema y estaba formada por la tarjeta del procesador, la tarjeta de memoria y la unidad de supervisión.

Todas las tarjetas estaban conectadas entre sí a través de del bus o vía local, y la unidad de supervisión que estaba controlándolas continuamente.

Todos los paquetes de información iban con un bit de paridad que era supervisado continuamente por cada una de las tarjetas, informando a la unidad de supervisión de cualquier error.

##### 8.9.1.1.1.1 La tarjeta del procesador

Su función era la de controlar la unidad de proceso atendiendo las interrupciones de los elementos conectados a la vía local, y ejecutar los programas almacenados en la memoria local.

El procesador, estaba basado con un procesador de 16 bits 8086 de Intel con un reloj de 5 Mhz.

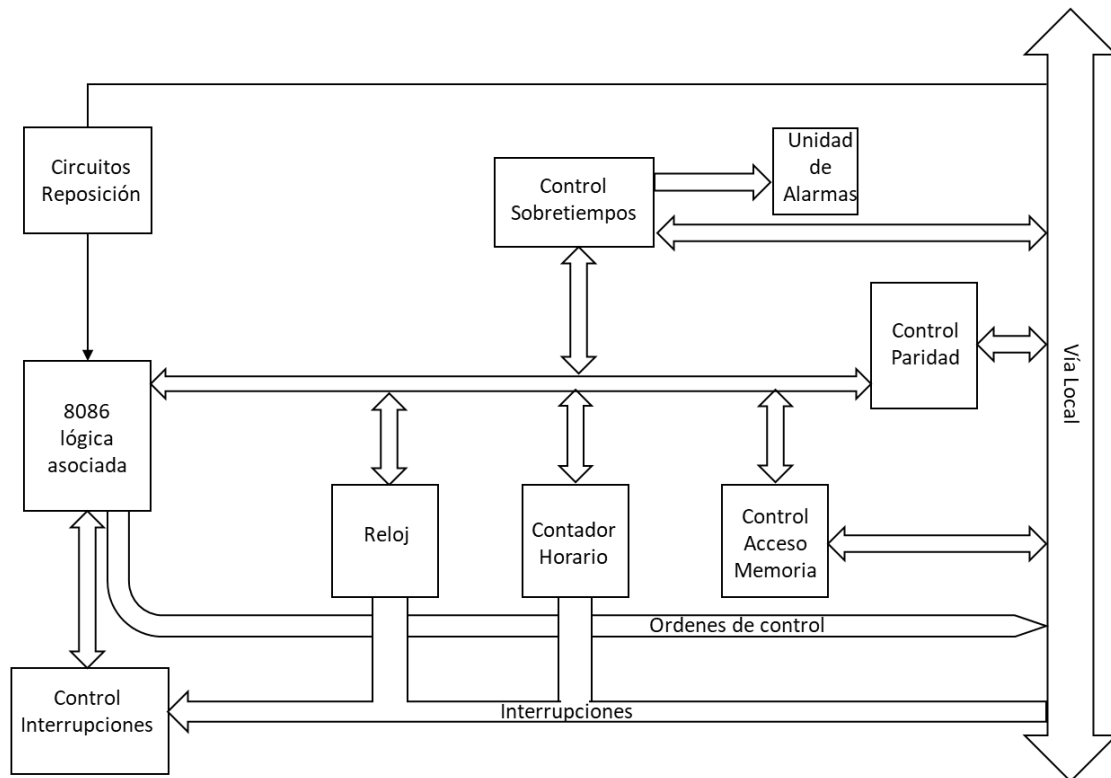


FIG. 95 DIAGRAMA DE BLOQUES DEL PROCESADOR<sup>274</sup>

En la unidad principal del proceso, entre las funciones que tenía, destacaban las de ejecutar los programas de la memoria, controlar las interrupciones de las placas conectadas al bus, gestionar las operaciones de acceso a memoria con dos canales priorizados, la gestión de un circuito de sobretiempos con el fin de evitar que cualquier periférico pueda usar un tiempo excesivo en la Vía Local, supervisar las operaciones de entrada y salida, y finalmente el control de fallos de ejecución de los programas.

Las funciones de los circuitos que componen esta tarjeta eran las siguientes:

- Circuito de reposición: era el que inicializaba diferentes bloques del sistema después del encendido.
- Control de interrupciones: gestionaba el acceso al procesador a las interrupciones.
- Reloj: activaba periódicamente el sistema operativo.
- Contador horario: para tarificación y control.

<sup>274</sup> (Romera, Martínez, & Entrambasaguas, Arquitectura del Sistema Tesys, 1982).



- Control de acceso a memoria: gestionaba la utilización de la Vía Local por otras unidades y resolver conflictos.
- Control de paridad: comprobar si hay errores en la entrada y salida de los datos y direcciones de la Vía Local, pudiendo generar una señal de error en caso necesario.
- Control de sobretiempos: controlando los tiempos de ejecución del programa, generando señales de error cuando los tiempos no son los adecuados, lo que provocaba la aparición de una alarma.

#### 8.9.1.1.1.2 La tarjeta de memoria local

La memoria local era la memoria principal del conjunto de la unidad de proceso, almacenaba las instrucciones y los datos, siendo accesible tanto por el procesador como por las tarjetas de los periféricos. Su acceso era independiente de la dirección, pudiéndose realizarse el acceso tanto con palabras de un octeto como de dos octetos.

Se podían configurar desde una hasta cuatro placas de memoria, que considerando que la capacidad de cada placa era de 256 koctetos, se podía alcanzar hasta 1 Mcocteto de capacidad máxima de direccionamiento del procesador.

La información estaba protegida por el código redundante de Hamming<sup>275</sup> de cinco bits por octeto, siendo capaz de detectar y corregir el fallo de un bit y detectar el fallo de dos bits.

También realizaba una supervisión de errores de paridad en los buses de direcciones y datos con un contador especial de supervisión durante los ciclos de acceso a memoria, para impedir el posible bloqueo de refresco de la memoria dinámica.

Los principales bloques que componían la tarjeta de memoria local eran los siguientes:

- Interface con la Vía Local: donde se recibían direcciones, datos y señales de control de la Vía Local y le entregaban datos y señales de error.
- Generador de Ciclos: sincronizar, temporizar y generar señales internas de control de ciclo.
- Registros de entrada/salida: estaban asociados a la memoria local utilizándose para leer errores y desactivar errores.

---

<sup>275</sup> El código de Hamming es código detector y corrector de errores que añade un número de bits de paridad según el número de bits que se transmiten. Este código es solo válido cuando hay un solo bit que llega erróneo, si llegasen más de un bit erróneo no podría detectar el error y habría que utilizar el código de Hamming extendido.

- Registros identificadores: analizaba de cuantas tarjetas está compuesta la memoria local.
- Supervisor de errores: supervisaba los fallos que la tarjeta pueda detectar, como errores de paridad de la Vía Local, errores de sobretiempo, y errores de Hamming.
- Bloque de memoria: pudiendo direccionar hasta 1 Mbyte debido a que el procesador 8086 tiene un bus de 20 direcciones.

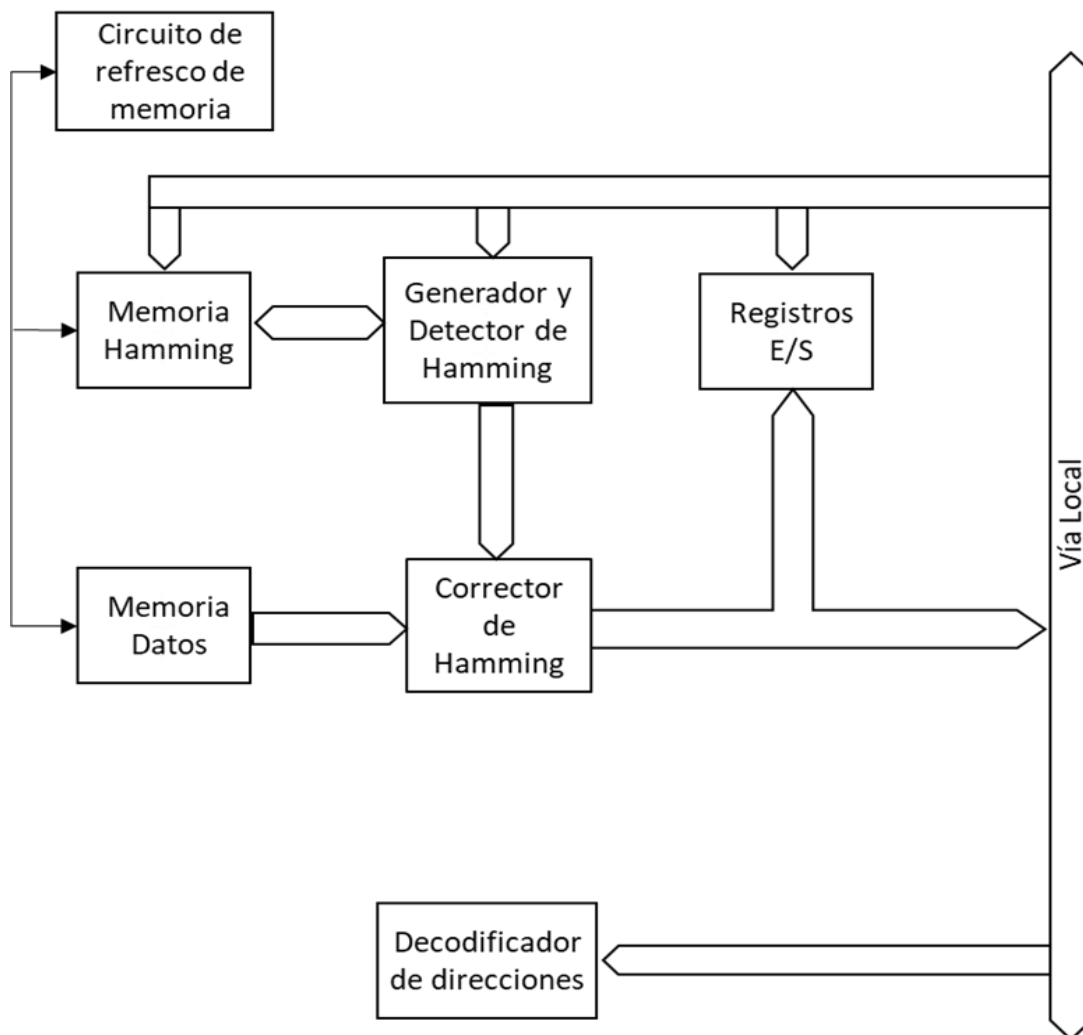


FIG. 96 DIAGRAMA DE BLOQUES DE LA MEMORIA<sup>276</sup>

<sup>276</sup> (Romera, Martínez, & Entrambasaguas, Arquitectura del Sistema Tesys, 1982).

8.9.1.1.3 La tarjeta de la unidad de supervisión

La unidad de supervisión, realizaba la monitorización y el control de la Vía Local.

Tenía una memoria EPROM de 64 bits donde almacenaba los programas de configuración, autotest, cargas, un programa de depuración, y diversas utilidades de gestión, necesarias para el funcionamiento como centro autónomo del equipo Tesys-1.

Esta era la unidad que permitía la conexión con diferentes dispositivos auxiliares como un teleimpresor, una pantalla, o un sistema de desarrollo para permitir el mantenimiento y desarrollo de programas.

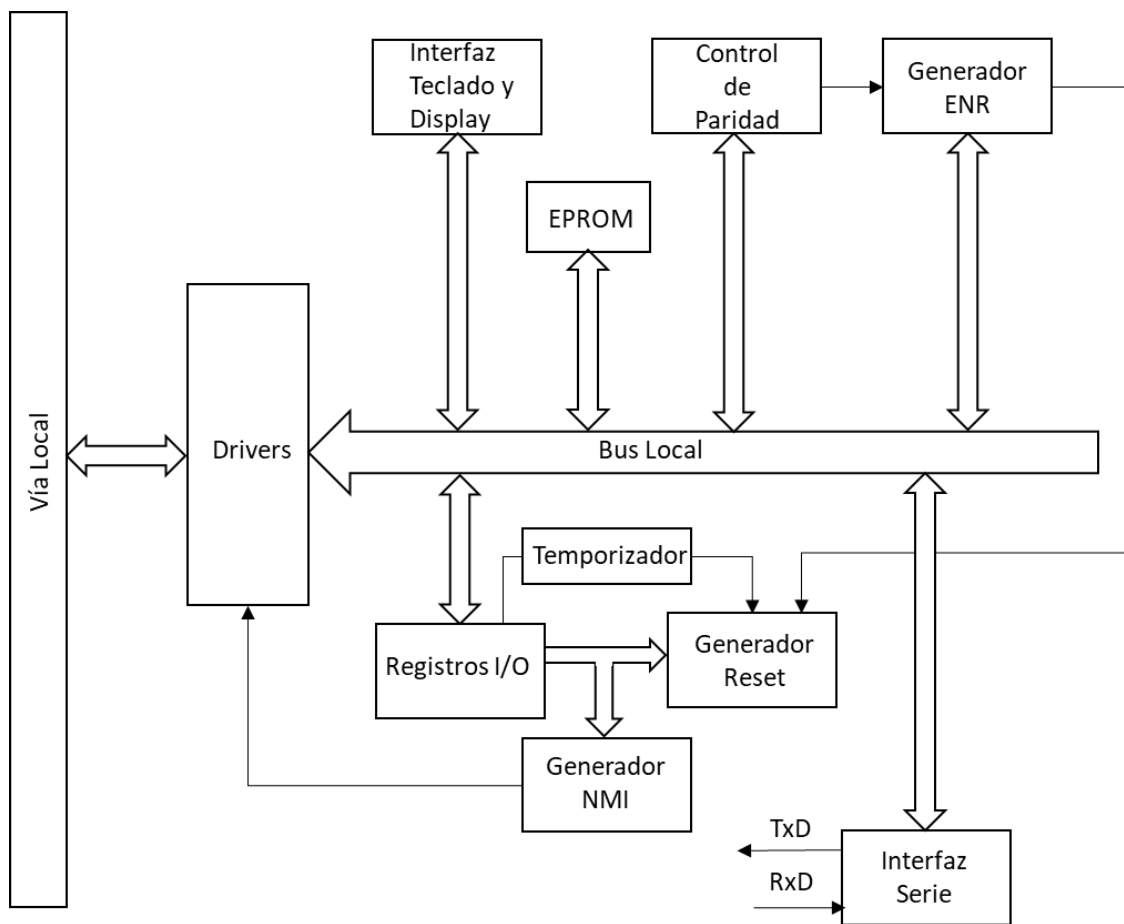


FIG. 97 DIAGRAMA DE BLOQUES DE LA UNIDAD DE SUPERVISIÓN<sup>277</sup>

<sup>277</sup> (Romera, Martínez, & Entrambasaguas, Arquitectura del Sistema Tesys, 1982).

La unidad de supervisión estaba compuesta por los siguientes elementos:

- Drivers: eran los programas que interaccionaban entre el sistema operativo y los periféricos.
- Control de paridad: su función era comprobar si la información que se recibía por la vía local era correcta, esto lo efectuaba por medio de un bit de paridad, generando un error a la unidad de supervisión. El error que provocaba era de paridad irre recuperable, mediante la comparación de esta paridad con la del procesador y la memoria local.
- Generador de error no recuperable: podía ser provocada por un error de paridad o tiempos de exceso en las entradas y salidas a tarjetas de memoria o la vía local.
- Registros I/O: eran registros que estaban en la unidad de supervisión entre los que se encontraban los siguientes:
  - Registro de carga que indicaba el estado de carga de los programas.
  - Registro de paridad que se encargaba de dar las paridades a los interfaces de línea.
  - Registro de interface teclado/display que gestionaba el teclado y el display.
  - Registro de inhibición donde estaba la información de la detección de errores de paridad de los interfaces de línea.
- Interface teclado/display: que estaba compuesto de un teclado hexadecimal y una pantalla para poder acceder al equipo.

Los errores que llegaban a la unidad de supervisión podían clasificarse en dos grupos:

- Errores no recuperables en los que era necesario reiniciar el equipo, encontrándose entre ellos los siguientes:
  - Error de paridad del procesador.
  - Error de paridad de la unidad de supervisión.
  - Error de paridad de la memoria local.
  - Exceso de tiempo de los paquetes para acceder a la memoria.
  - Exceso de tiempo de los paquetes en la entrada/salida.
  - Exceso de tiempo de los paquetes en el acceso directo a la memoria.
- Errores recuperables entre los que se encontraban, los errores de paridad entre las líneas y los periféricos, que se podían tratar por medio de software en la unidad de supervisión, pudiéndose enmascarar los mismos.

#### 8.9.1.1.2 Vía Local

Por la Vía Local es por donde existían las comunicaciones entre el procesador y los periféricos, los paquetes de información iban protegidos de los errores por medio de los controles de paridad.

#### 8.9.1.1.3 Unidades periféricas

Las unidades de control y/o periféricas eran tarjetas que tenían una función específica, y estaban conectadas a la Vía Local. Eran las interfaces de línea y eran las que caracterizaban el sistema Tesys tanto de centro de conmutación como centro de concentración de datos.

Su función era la de procesar los datos que les llegaban por las líneas de transmisión y transferirlos a la memoria local para ser tratados por el programa correspondiente, para posteriormente recuperarlos. El procesador no trataba los datos en modo carácter, sino en su conjunto cuando fuese necesario, aumentando así su capacidad de tratamiento de los datos.

El Tesys-1, según las necesidades, podía configurarse como un conmutador de paquetes o como un equipo de gestión, para ello utilizaba tarjetas de interfaz de línea o tarjetas de periféricos de gestión.

Las interfaces de línea eran las que caracterizaban el sistema Tesys como centro de conmutación y/o concentración de datos. Estaban basadas con el procesador 8085 de Intel, diferenciándose por el contenido de los programas de la memoria ROM interna de las tarjetas y los circuitos de conexión a las líneas. Su cometido era procesar los datos que se reciben en las líneas de transmisión y enviarlos a la memoria para su posterior desarrollo.

Los interfaces de línea, en el modelo OSI<sup>278</sup>, soportaban el nivel físico respecto a la conexión y así mismo también realizaban parte del protocolo del nivel de enlace, realizando las siguientes operaciones:

- Conversión serie/paralelo de los datos.
- Detección y generación de las secuencias de sincronización de los datos a nivel de carácter y tramas.
- Control de transparencia.
- Control y generación de los mecanismos de detección de errores a nivel de carácter y trama.
- Detección de secuencias de control de transmisión.
- Control físico de los circuitos de interconexión con los equipos de transmisión de datos.
- Supervisión de la Vía Local por medio de los bits de paridad en los buses de direcciones y datos.
- Protección de sobretiempo del programa.

---

278 OSI: Open System Interconnection (en inglés) es el modelo de interconexión de sistemas abiertos (ISO/IEC 7498-1), es un modelo de referencia para los protocolos de la red de arquitectura en capas, creado en el año 1980 por la Organización Internacional de Normalización (ISO). Se ha publicado desde 1983 por la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) y, desde 1984, la Organización Internacional de Normalización (ISO) también lo publicó con estándar. Su desarrollo comenzó en 1977. El modelo OSI está formado por siete capas que definen las diferentes fases por las que deben pasar los datos para viajar de un dispositivo a otro sobre una red de comunicaciones, estas se dividen en dos grupos las de la parte baja (1 a 4) se denominan de transporte y las capas altas (5 a 7) se denominan de aplicación. La **Capa Física**, es la primera y define las especificaciones eléctricas, mecánicas, de procedimiento y funcionales para activar mantener y desactivar el enlace entre sistemas junto con la tipología de la red. La **Capa de Enlace**, es la segunda y se ocupa del direccionamiento físico (con la dirección MAC), el acceso a la red, la notificación de errores, entrega ordenada de tramas y control de flujo, aquí encontramos protocolos como PPP, ethernet, ATM, etc. La **Capa de Red**, es la tercera y es la responsable del tráfico de los datos, convirtiendo la dirección física MAC con una lógica como IP, IPX, ARP, etc., dependiendo del protocolo. La **Capa de Transporte**, es la cuarta y su función es garantizar la calidad en la entrega y la recepción de los datos, aquí podemos encontrar los protocolos TCP, UDP, etc. La **Capa de Sesión** es la quinta, y su función principal es la sincronización entre el emisor y el receptor para mantener y controlar la conexión, añadiendo marcas a la comunicación para que en caso de alguna interrupción pueda continuar la transmisión en este punto. La **Capa de Presentación**, es la sexta, y su función es la de presentar los datos entendibles a los equipos, aunque tengan diferente formato. La **Capa de Aplicación** es la séptima, y tenemos las interfaces de los usuarios, donde los datos son enviados y recibidos por los propios usuarios, como por ejemplo el correo electrónico, FTP, SNMP, etc.

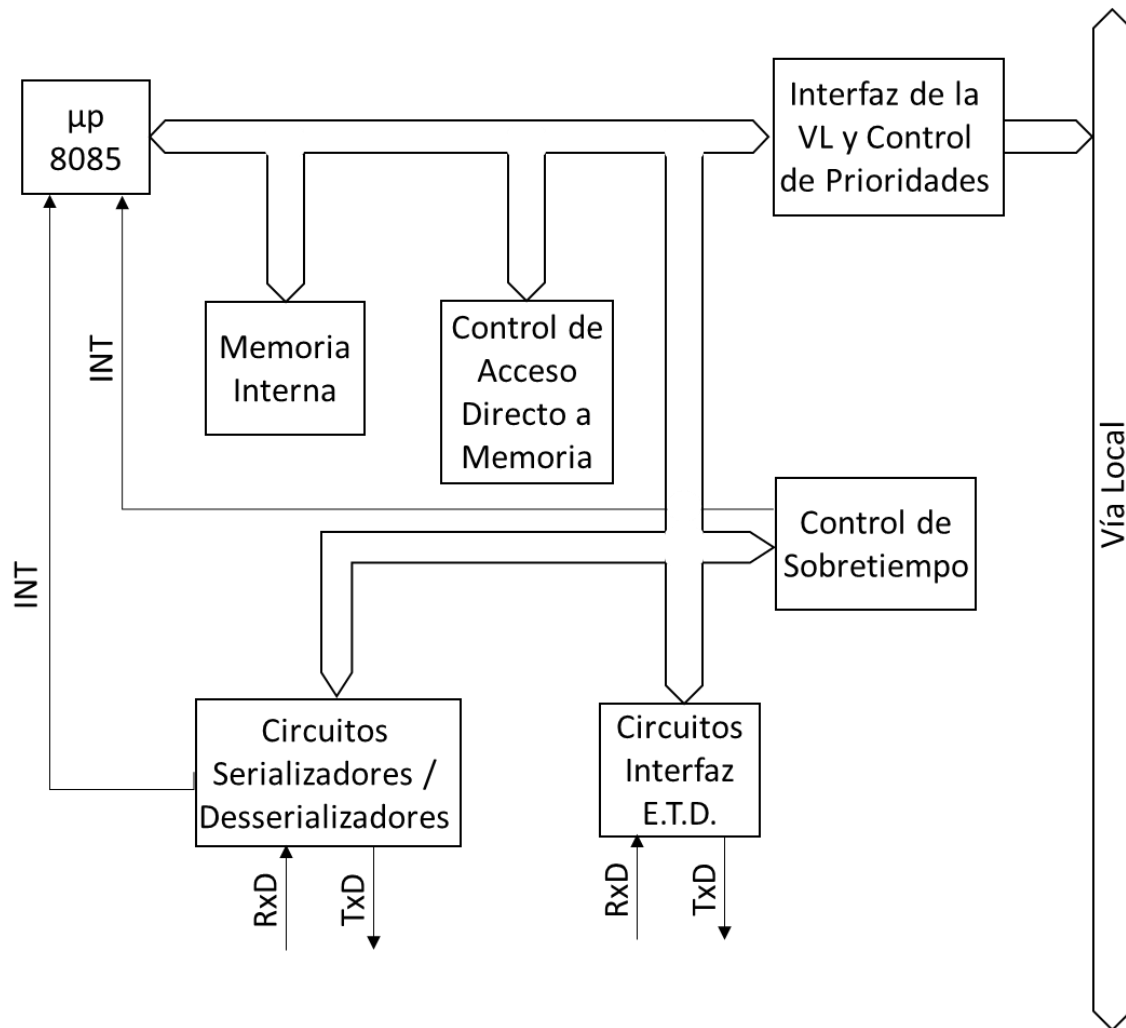


FIG. 98 DIAGRAMA DE BLOQUES DE LAS TARJETAS INTERFAZ DE LÍNEA<sup>279</sup>

Interfaz de línea Las tarjetas de interfaz de línea eran las siguientes:

- ILS: Interfaz de Línea Síncrona.
- ILA: Interfaz de Línea Asíncrona.
- ILH: Interfaz de Línea SDLC/HDLC.

#### 8.9.1.1.3.1 Interfaz de Línea Síncrona

La tarjeta de línea síncrona (ILS), estaba basada con el circuito 8251 de Intel, controlado por el procesador 8085 de Intel, trabajando por medio de las interrupciones producidas por cada uno de los caracteres que se transmiten o se reciben.

<sup>279</sup> (Romera, Martínez, & Entrambasaguas, Arquitectura del Sistema Tesys, 1982).

Podía gestionar como máximo, dos líneas de datos trabajando en modo síncrono, entre las velocidades de 600 y 19200 bps, ajustándose a las recomendaciones V.24<sup>280</sup>/V.28<sup>281</sup> del CCITT.

Se podían efectuar las siguientes configuraciones:

- Una línea dúplex a 19200 bps.
- Dos líneas semidúplex de 19200 bps.
- Una línea dúplex a 9600 bps y una línea semidúplex a 19200 bps.
- Dos líneas dúplex a 9600 bps.

El control de errores lo realizaba por un medio cíclico configurando un polinomio, para detectar los errores o bien por medio de la paridad cruzada<sup>282</sup>, paridad par/impar, pudiendo incluir en el cálculo del CRL, el elemento de paridad de los caracteres.

El interfaz de línea síncrono realizaba las siguientes funciones:

- Inicialización de línea.
- Transmitir la información a la MEL.
- Permitir recepción de información.
- Poner y reponer un bucle interno.
- Inhibir salida de datos.
- Desconexión de línea.

#### 8.9.1.1.3.2 Interfaz de Línea Asíncrona

La tarjeta de línea asíncrona (ILA), estaba basada con el circuito 8251 de Intel, controlado por el procesador 8085 de Intel, trabajando por medio de las interrupciones producidas por cada uno de los caracteres que se transmiten o se reciben.

Podía gestionar como máximo cuatro líneas de datos trabajando en modo asíncrono entre las velocidades de 50 y 1200 bps, pudiendo seleccionar, mediante programación las siguientes velocidades 50, 75, 100, 110, 134.5, 150, 200, 300, 600, y 1200 bps. Con

---

<sup>280</sup> V.24: Es una norma UIT-T para el intercambio de datos binarios en serie entre dos dispositivos como la conexión una computadora y un módem telefónico (es básicamente el estándar RS-232). <https://www.itu.int/rec/T-REC-V.24-2400-I/es>.

<sup>281</sup> V.28 define las características eléctricas de los circuitos de enlace asimétrico para transmisión por corriente doble" define las características eléctricas de la interface (transmisión y recepción) entre módem y terminal. <https://www.itu.int/rec/T-REC-V.28-199303-I/es>.

<sup>282</sup> La paridad horizontal y vertical es utilizada en algunos códigos de bloque para una combinación del chequeo de (LRC / VRC) para detectar errores. El LRC: Longitudinal Redundancy Checking ("Chequeo de Redundancia Horizontal") y el VRC: Vertical Redundancy Checking ("Chequeo de Redundancia Vertical").



esta variabilidad de velocidades el sistema podía seleccionar una longitud del carácter entre cinco y ocho elementos, dependiendo de los equipos que se utilizaran, ajustándose siempre a las recomendaciones V.24/V.28 del CCITT.

El control de errores lo realizaba por medio de la paridad cruzada, junto con un control de paridad por carácter programable en la inicialización. También realizaba un reconocimiento de secuencias de control de transmisión de hasta 16 caracteres.

El interfaz de línea asíncrona realizaba las siguientes funciones:

- Inicialización de línea.
- Transmitir la información contenida en la MEL.
- Forzar la polaridad de arranque.
- Permitir recepción de información.
- Inhibir la salida de datos.
- Desconexión de línea.
- Poner bucle interno; reponer el bucle.

Este interfaz podía tener variaciones como IL-Datáfono, IL- X.28, y IL-Videotex.

#### 8.9.1.1.3.2.1 Interfaz de línea SDLC/HDLC

La tarjeta de línea SDLC/HDLC<sup>283</sup> (ILHA), estaba basada con el circuito 8273 de Intel, consistente en un controlador programable SDLC/HDLC que permite la transferencia de datos a memoria interna por ADM de forma simultánea a la transmisión y la recepción de tramas, generando una interrupción al procesador 8085 de Intel al finalizar la transmisión y recepción de una trama, ya que el 8273 realiza todo el control a nivel de carácter.

Con esta configuración las tarjetas ILH<sup>284</sup> permiten efectuar parte del control del nivel 2 del protocolo de la recomendación X.25.

---

<sup>283</sup> HDLC: High-Level Data Link Control, es un protocolo de comunicaciones de propósito general punto a punto, que opera a nivel de enlace de datos. Surge como una evolución del anterior SDLC.

<sup>284</sup> ILH: Aplicación que realizaba la transmisión con formato de trama SDLC y codificación NRZI.

Cada tarjeta ILH podía gestionar como máximo cuatro líneas HDLC/SDLC trabajando con un margen de velocidades entre 1200 y 64000 bps, ajustándose siempre a las recomendaciones V.10<sup>285</sup>/V.11<sup>286</sup> del CCITT, siendo también compatibles con la V.24<sup>287</sup>.

Se podían efectuar las siguientes configuraciones:

- Una línea dúplex de 64000 bps.
- Dos líneas dúplex de 19200 bps.
- Cuatro líneas semidúplex de 19200 bps.
- Cuatro líneas dúplex de 9600 bps.

Las tarjetas ILH efectuaban transferencia de información con la MEL mediante ADM de bloque con una longitud máxima de una trama.

El interfaz de línea HDLC/SDLC realizaba las siguientes funciones:

- Inicialización de línea.
- Desconectar la línea.
- Poner bucle interno, reponer el bucle.
- Transmitir la trama.
- Permitir la recepción de la trama.
- Abortar la transmisión de la trama.

#### 8.9.1.1.3.3 Interface de gestión

En los interfaces de gestión se encontraban los siguientes:

- Controlador de disco flexible.
- Controlador de disco duro.
- Interfaz de impresora.

---

<sup>285</sup> V.10: Características eléctricas de los circuitos de enlace asimétricos de doble corriente que funcionan con velocidades binarias nominales hasta 100 kbit/s.

<sup>286</sup> V.11: Características eléctricas de los circuitos de enlace simétricos de doble corriente que funcionan con velocidades binarias de hasta 10 Mbit/s.

<sup>287</sup> V.24: Lista de definiciones para los circuitos de enlace entre el equipo terminal de datos y el equipo terminación del circuito de datos.

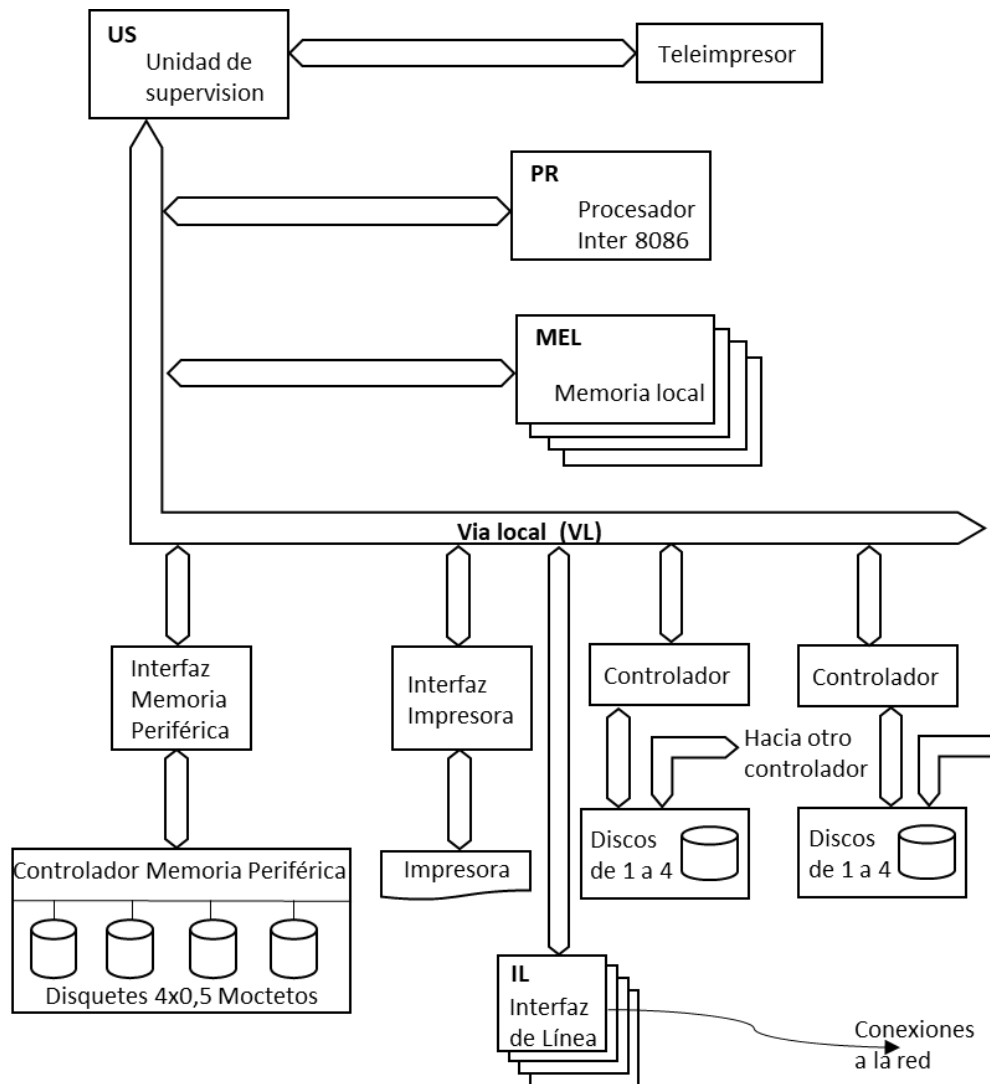


FIG. 99 INTERFACES DE GESTIÓN<sup>288</sup>

8.9.1.1.3.3.1 Controlador de disco flexible

El controlador de disco flexible (CDF) estaba basado en el procesador 8085 de Intel, con un reloj con una frecuencia de 2.5 Mhz, utilizando un programa fijo residente, con una capacidad de 4 kbytes de memoria PROM y con 256 bytes de memoria RAM.



FIG. 100 DISCO DE 8"

<sup>288</sup> (Varios Autores, TESYS Centro Electrónico de Conmutación de Paquetes CTNE).

El sistema podía gestionar hasta cuatro discos flexibles de 8" del tipo IBM 43FD/ Shugart 850 DD de simple densidad y doble cara, con capacidad de hasta 512 kbytes, teniendo una capacidad total de 2 Mbytes de memoria.

La transferencia de datos se efectuaba mediante el acceso directo a la memoria en palabras de 16 bits, en bloques de 64 palabras, utilizando así un sector del disco.

La transferencia de información se realizaba a través de un canal serie y por medio de la gestión del driver se conseguía una velocidad de 250 kbits/s.

Las funciones que solicitaba el procesador se efectuaban por medio de órdenes E/S, finalizando con una interrupción después de cada una de las órdenes, enviando las palabras a una tabla de la MEL por medio de un ADM.

Las funciones que se podían realizar eran las siguientes:

- Formatear.
- Grabar.
- Leer.
- Verificar.
- Grabar "delete data mark", para invalidar un sector.
- Bloquear/desbloquear puertas.
- Recalibrar.

#### 8.9.1.1.3.3.2 Controlador de disco duro

La implantación del disco duro fue necesaria ya que proporcionaba mayor fiabilidad, rapidez de acceso, y capacidad de almacenamiento.

El primer disco duro que se utilizó fue el M2312 de 84 Mbytes de Fujitsu, ya que era una de las empresas implicadas en el diseño, pero posteriormente se permitió la instalación de cualquier disco que cumpliera las especificaciones del interfaz SMD<sup>289</sup>.

Posteriormente se utilizó un controlador de disco duro basado en la tarjeta de Intel iSBC-220, que podía conectar cualquier estándar con el interfaz SMD hasta un máximo de cuatro unidades. La capacidad iba desde 12 Mbytes hasta 2.4Gbytes.

En el sistema Tesys la capacidad iba de 12 Mbytes a 600 Mbytes.

---

<sup>289</sup> SMD: Storage Module Drive es una familia de dispositivos de almacenaje (discos duros) que fue utilizado por primera vez por Control Data Corporation en diciembre de 1973 como unidad de disco de almacenaje todas sin formato.

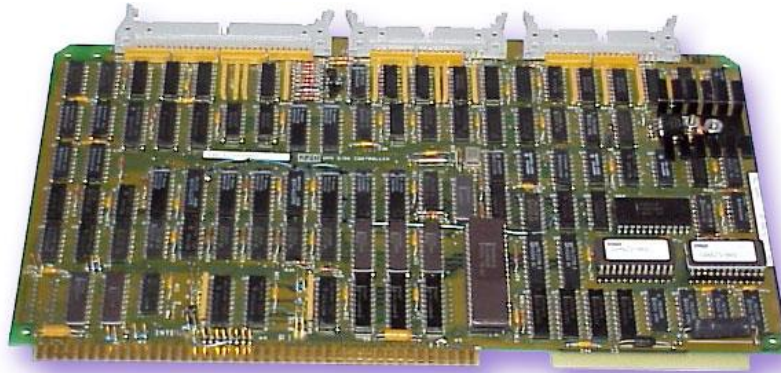


FIG. 101 iSBC-220<sup>290</sup>

La tarjeta iSBC-220 estaba basada en el procesador 8089 de Intel permitiendo una comunicación directa a memoria como el resto de periféricos del sistema Tesys.

#### 8.9.1.1.3.3 Interfaz de impresora

El sistema Tesys estaba provisto de una tarjeta IIMP<sup>291</sup> con un interfaz paralelo “Centronix” que permitía la conexión con cualquier impresora compatible con la norma IEEE 1284<sup>292</sup>, permitiendo la transferencia de información desde cualquier posición de memoria hacía la impresora, por acceso directo a memoria.



FIG. 102 CABLE DE IMPRESORA CON INTERFAZ PARALELO

<sup>290</sup> <https://www.intel-vintage.info>.

<sup>291</sup> IIMP: Interfaz de Impresora.

<sup>292</sup> La norma IEEE 1284 permite un rendimiento y flujo de datos bidireccional. El rendimiento máximo teórico es de 4 Mbytes/s, pero el real es de 2 Mbytes/s, siempre dependiendo del equipo. En las impresoras permitía una impresión rápida y el estado y gestión del canal de retorno.

Las órdenes de impresión las daba siempre el procesador, pero la tarjeta de IIMP efectuaba el control de la transferencia de información hacia la impresora.

Las funciones que se podían efectuar eran las siguientes:

- Imprimir el contenido de una zona de memoria en ASCII.
- Abortar una impresión anulando una orden.
- Permitir interrupciones, generando interrupciones hacia el procesador cada vez que se finalizaba una orden.

### 8.9.2 Tesys-5

El sistema Tesys-5 tenía una máxima capacidad de interconexión de 36 unidades de proceso del Tesys-1. Esta interconexión utilizaba cuatro vías serie (bus) funcionando de forma independiente a una velocidad de 10 Mbps, con una estructura de red local.

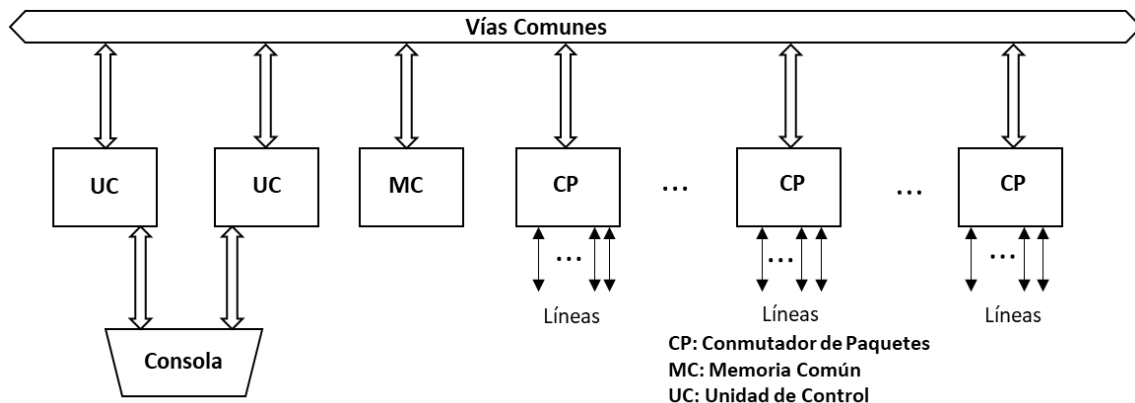


FIG. 103 DIAGRAMA DE BLOQUES DEL TESYS-5<sup>293</sup>

<sup>293</sup> (Lavandera, Architecture, protocols and performance of RETD, June 1980).

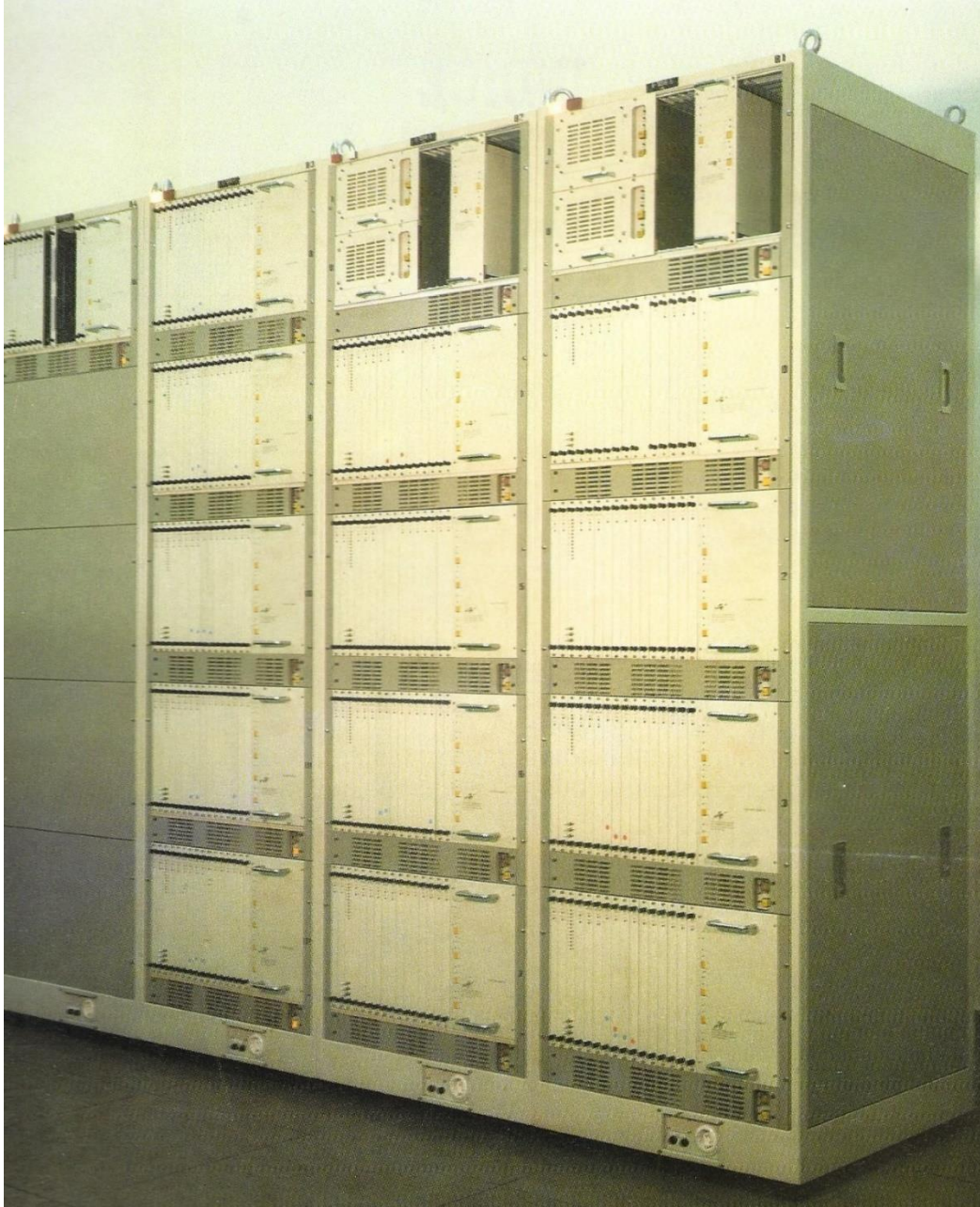


FIG. 104 BASTIDOR TEsYS-5<sup>294</sup>

El TEsYS-5 estaba compuesto por equipos TEsYS-1 y en función de las necesidades se instalaban diferentes programas y diferentes unidades periféricas con lo que se tenían las siguientes configuraciones:

- Tipo Conmutador de Paquetes (CP), en esta configuración los TEsYS-1 se equipaban con tarjetas de línea realizando las funciones de conmutación, pudiendo configurar el TEsYS-5 con 32 TEsYS-1 de este tipo.

---

<sup>294</sup> (Varios Autores, TEsYS Centro Electrónico de Conmutación de Paquetes CTNE).



- Tipo Unidad de Control (UC), en esta configuración los Tesys-1 se equipaban con unidades de memoria periférica, impresora, y control de teletipos, realizando las funciones de control y supervisión de la central, pudiéndose configurar el Tesys-5 con dos Tesys-1 de este tipo.
- Tipo Memoria Común (MC), en esta configuración los Tesys-1 se equipaban con tarjetas de unidades periféricas como memoria de acceso rápido funcionando en modo paquete, pudiendo configurar el Tesys-5 con dos Tesys-1 de este tipo.

El equipo Tesys-5 llevaba dos unidades de control activas que podían gestionar hasta 32 conmutadores de paquetes.

### 8.9.2.1 Arquitectura del Tesys-5

La arquitectura del Tesys-5 estaba formada por equipos Tesys-1, conectados por cuatro vías independientes con una velocidad máxima de 10 Mbits/s, cada una constituyendo una estructura de una red local con una tipología del tipo bus de 40 Mbits/s, constituida por cables trenzados apantallados con una impedancia de 100 Ω con una longitud máxima de 25 metros por cada una de las vías.

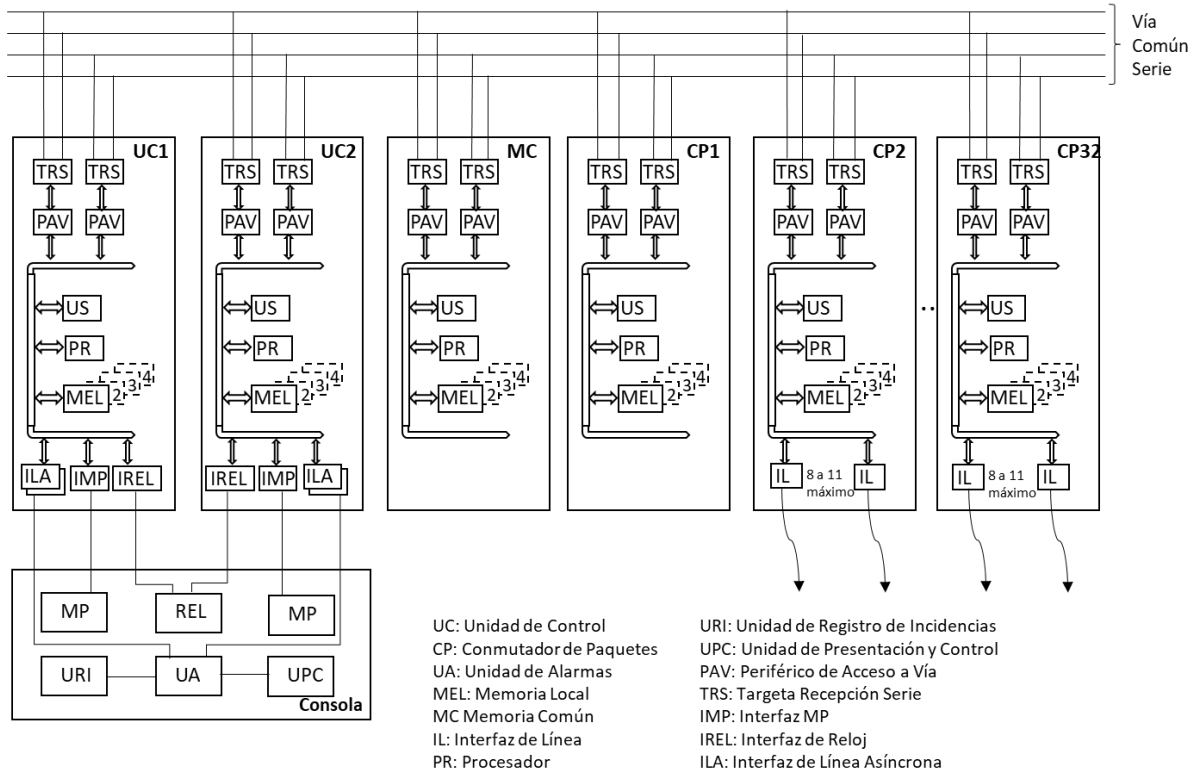


FIG. 105 ARQUITECTURA DEL TESYS-5<sup>295</sup>

<sup>295</sup> (Varios Autores, TESYS Centro Electrónico de Conmutación de Paquetes CTNE).



Para acceder a cada una de las vías se utilizaba el método Token-Passing<sup>296</sup> evitando las colisiones que se producen en una red ethernet, ya que solo envían un paquete cuando tienen el acceso a la vía cediendo el testigo a otro Tesys-1 con un orden preestablecido.

Con el fin de evitar fallos del sistema se configuraba un Tesys-1 para supervisar la vía, pudiendo llegar a reinicializar las operaciones de control de la misma.

Todos los paquetes tenían un control de errores CRC<sup>297</sup> de 16 bits con el fin de poder detectar cualquier cambio en la transmisión y la recepción de los paquetes de datos.

Para el acceso a las 4 vías se utilizaban dos conjuntos de tarjetas PAV-TRS que ocupaban una única posición el bastidor, donde la PAV era la tarjeta del periférico para el acceso a vía y TRS era la tarjeta de transmisión y recepción serie.

Cada una de las tarjetas de periférico para acceso a la vía (PAV), tenía las funciones de gestionar, establecer y controlar las comunicaciones por dos de las vías comunes que interconectaban las unidades de Tesys-1, que configuraban el Tesys-5.

Los datos de las memorias de los procesadores que se transmitían entre dos unidades de proceso utilizaban la PAV, que tomaba el control de la vía y asimismo también realizaba el control de errores, efectuando los reintentos necesarios hasta la recepción correcta de los datos.

Cada PAV además de la gestión de las vías de comunicación, tenía un procesador 8086, que por medio de software, se podía programar para poder realizar las operaciones con mayor rapidez.

Las funciones que podía realizar esta tarjeta eran tales, como inicializar la PAV, inicializar la vía, enviar un paquete por una vía, autotest, conectar y desconectar una vía, enviar un reset a un Tesys-1, funciones del sistema operativo, gestión de colas, y gestión de memoria.

Por la tarjeta de recepción serie (TRS) se transmitían dos tipos de señales, de datos y de control, ambas en modo asíncrono con palabras de 16 bits a 10Mbits/s, generando el CRC, efectuando las funciones de interfaz, convirtiendo la información en formato

---

<sup>296</sup> Token-Passing: también conocido como paso de testigo consiste en que una estación puede transmitir cuando tiene el *token* pasando los mensajes de una estación a otra hasta llegar a su destino, el *token* está circulando por todo el anillo de la red. El *token* va circulando por la red hasta que una estación necesita enviar un mensaje que lo coge y envía el mensaje indicando que el bus que está ocupado. Cuando la estación recibe el paquete envía un acuse de recibo indicando la recepción del mensaje liberando el *token* para que lo pueda coger otra estación.

<sup>297</sup> CRC: Cyclic Redundancy Check (Código de Redundancia Cíclica).

serie para la transmisión por la vía común, así como el proceso inverso en la recepción de la información que se recibe, siempre con el control de la PAV. También proporciona soporte de las señales de reloj en el Tesys-5.

En el Tesys-5 se hizo imprescindible la existencia de un reloj en cada una de las unidades Tesys-1, ya que debido al transvase de información de una unidad a otra era necesario mantener una igualdad horaria, que en el sistema Tesys el ajuste horario se efectuaba hasta milisegundos.

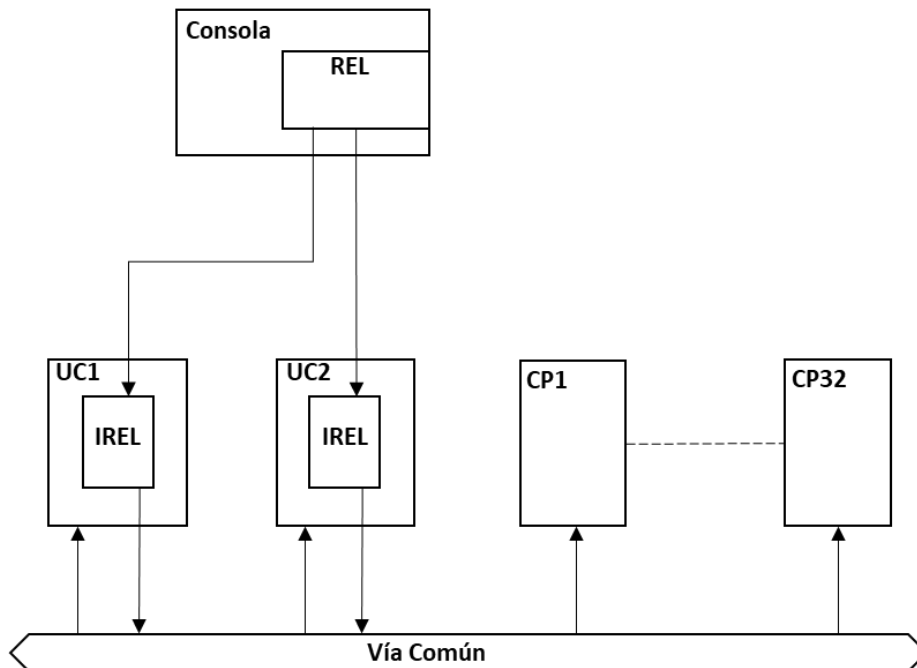


FIG. 106 DISTRIBUCIÓN DEL RELOJ EN EL SISTEMA TESYS<sup>298</sup>

El reloj del sistema estaba instalado en una tarjeta instalada en la consola, y estaba compuesto de un oscilador de 10 Mhz con una estabilidad de 0.08 ppm, actuando como reloj principal del sistema.

Las señales se enviaban a través de una línea serie de 250 Kbits/s a las tarjetas de interfaz de reloj de (IREL) que estaban instaladas en las unidades de control.

Con el fin de tener una señal de reloj correcta cada una de las unidades de control que recibían la señal de reloj utilizaban la media de tres señales recibidas en un espacio de tiempo de un milisegundo.

Para sincronizar todo el sistema el reloj de la consola enviaba las señales de sincronismo que directamente las recibían los interfaces de reloj de las unidades de

<sup>298</sup> (Romera, Martínez, & Entrambasaguas, Arquitectura del Sistema Tesys, 1982).

control, y allí se encaminaban a la unidad de proceso, y esta enviaba impulsos a la vía común que ponían a cero los contadores de todas las unidades, sincronizando así todos los relojes del Tesys-5.

También existía una unidad de alarmas que gestionaba las anomalías del sistema, entre las que se podían encontrar dos tipos:

- Externas, que eran activadas por el sensor correspondiente, entre las que se encontraban, problemas de alimentación, ventilación, temperatura de bastidores temperatura y humedad del ambiente y cualquier anomalía de la unidad de proceso.
- De programa, que estaban producidas por fallos de los programas.

## 8.10 El Tesys-B

En 1983 Telefónica ve la necesidad de tener un nodo de red con una mayor capacidad de conmutación y entonces se encarga al Centro de Investigación y Estudios (CIE), este proyecto.

En 1988 Telefónica contracta a SECOINSA, para que junto con Telefónica I+D se desarrolle un nuevo conmutador, que es denominará Tesys-B (Siles & y otros, 1992).

El proyecto tiene que considerar el desarrollo de un nodo de altas prestaciones de conmutación y ha de incorporar los nuevos protocolos de banda ancha que estaban surgiendo.

En 1991 ya estaba disponible para su utilización un sistema básico, que se instala 1992 sobre la red Iberpac, pero Telefónica crea una red paralela Red UNO, que utiliza equipos Nortel Networks, por lo que los equipos Tesys se instalan a la red Iberpac.

Telefónica, con el Tesys-B, aportó una gran cantidad de recursos tanto económicos, de personal, de medios, etc. lo que significó un gran impulso tanto a Telefónica I+D como al resto del país, por la aportación de soluciones innovadoras y la realización de grandes proyectos con distintas tecnologías, implicando a las distintas empresas colaboradoras la adaptación de una metodología de diseño y fabricación de esta tecnología.

La metodología empleada se fue introduciendo según las necesidades surgidas en el desarrollo del proyecto, tanto en el aspecto de hardware como de software, a Telefónica I+D y a las empresas colaboradoras del proyecto.

Se consideró que el diseño tendría que ser modular, tanto de hardware como de software, utilizando un estricto control de cambios en las actualizaciones de los módulos, así como un riguroso control de las actualizaciones mediante auditorías de los distintos módulos.

Cuando había una nueva integración al proyecto se efectuaba un exhaustivo control en las pruebas del sistema para validarlo e integrarlo en el control de cambios.

También se efectuaba un seguimiento de todas las fases de desarrollo del proyecto, midiendo todos los parámetros y comprobando que se ajustaban a los parámetros que constituían las características del sistema, con el fin de evaluar la calidad de los módulos y el avance del proyecto.

Todas las fases del proyecto se documentaban integrándolas en el control de cambios.

En el diseño del sistema se consideraron tres aspectos básicos, la arquitectura distribuida, el hardware distribuido junto con la estructura de explotación y las pruebas del sistema.

- Para la arquitectura distribuida se consideró, como premisa de diseño, que en cualquier comunicación hubiese el mínimo de objetos comunes, así si fallaba una línea podía ser de los EIL<sup>299</sup> que había en el origen y el destino de la misma, o bien los ESC de las UCP en origen y destino, dejando únicamente en común el UCS, pero este estaba duplicado.
- Respecto al hardware cada una de las tarjetas disponía de su propio procesador Motorola 68020<sup>300</sup>.

Para la unión de las distintas partes del sistema se eligió un bus serie VIL<sup>301</sup> y la red de conexión se diseñó de forma distribuida en las UPS<sup>302</sup>, por lo que cualquier fallo en las ERC<sup>303</sup> no afectaba al funcionamiento del resto de la red de conexión. Con este diseño las funciones de explotación pueden distribuirse de tal forma que el sistema y la red no se vean afectados ante cualquier fallo de la central de control.

- En el sistema de pruebas se efectuaban tanto pruebas de regresión como pruebas de progresión.

---

<sup>299</sup> EIL: Elemento Interfaz de Línea.

<sup>300</sup> El Motorola 68020 es un microprocesador de 32 bits, lanzado en 1984. Tiene buses internos y externos de datos y direcciones de 32 bits.

<sup>301</sup> VIL: Vía de Interconexión Local.

<sup>302</sup> UPS: Unidad de proceso.

<sup>303</sup> ERC: Elemento de red de conexión.

Para el diseño del hardware utilizaron sistema CAE<sup>304</sup>, con lo que se tenía la posibilidad de simular el comportamiento de las tarjetas antes de fabricarlas.

Un problema que surgió en el diseño fue la necesidad de disponer de circuitos integrados muy especializados lo que llevo a tener que diseñarlos<sup>305</sup>.

También se integraron en el Tesys-B una amplia gama de módems<sup>306</sup>.

Para el diseño del software utilizaron el sistema CASE<sup>307</sup>, que disponía de distintas herramientas como compiladores de alto nivel, herramientas de depuración, herramientas de construcción automática del código, y herramientas de control de cambios.

Con ello se concibió el sistema como una máquina virtual y su integración en la estructura de las comunicaciones, que permitía que todas las aplicaciones se efectuasen de forma coordinada haciendo una abstracción del procesador en el que se realizan.

Así mismo se diseñó su estructura de comunicaciones para poder adecuarla a tanto a protocolos actuales como a futuros.

Físicamente era necesario que las tarjetas que se utilizaran tenían que tener un montaje superficial, por lo que fue necesario fabricar las primeras en Japón y así adquirir su tecnología, con el fin de que distintas empresas españolas pudieran fabricarlas.

También se obligó a diseñar un sistema de disipación de calor, debido al alto calor generado.

El Tesys-B era un conmutador de paquetes de tercera generación con una arquitectura definida como un sistema multiproceso-multiprocesador, con una estructura de

---

<sup>304</sup> CAE: *Computer Aided Engineering*, es la disciplina que se encarga del conjunto de programas informáticos que permiten analizar y simular los diseños de ingeniería realizados con el ordenador, o creados de otro modo e introducidos en el ordenador, para valorar sus características, propiedades, viabilidad, y rentabilidad. Su finalidad es optimizar su desarrollo y consecuentes costos de fabricación, y reducir al máximo las pruebas para la obtención del producto deseado. (Wikipedia).

<sup>305</sup> Los circuitos que se diseñaron fueron ISAV (Interfaz Serie de Alta Velocidad), CAM (Control de Acceso a Memoria), CI64 (Control de Interfaz de 64 kb/s), y MB2A (Módem Banda Base Analógica).

<sup>306</sup> Se integraron los módems, V.21, V.22, V.22 bis, V.23, V.32, y el Módem Banda Base.

<sup>307</sup> CASE: Las herramientas CASE (*Computer Aided Software Engineering*) son diversas aplicaciones informáticas o programas informáticos destinadas a aumentar la productividad en el desarrollo de software reduciendo el costo de las mismas en términos de tiempo y de dinero.(Wikipedia).

hardware y software totalmente distribuida, lo que la hacía tolerante contra posibles fallos que pudieran tener.

El Tesys-B disponía de características compatibles tanto con la red Iberpac y el protocolo X.25, como con el sistema Tesys-A, lo que hacía posible su evolución, pudiéndose gestionarse ambos sistemas.

El sistema Tesys-B incluía la integración de los módems en las tarjetas, lo que implicaba una reducción de costes respecto a las soluciones anteriores con módem externo, incorporando velocidades hasta 2 Mbps para los usuarios ya sean internos o externos.

El Tesys-B estaba formado por cuatro partes fundamentales:

- **La central de red**, era el equipo utilizado para la construcción de los nodos de conmutación de redes de datos de conmutación de paquetes.
- **La central de control**, que realizaba las funciones de explotación de la red de datos, tales como las de operación, mantenimiento, y administración de la red, mediante la conexión de los nodos de red utilizando el protocolo X.25, todo gestionado por medio de un ordenador con sistema operativo UNIX.
- **Los terminales de explotación**, que eran las estaciones de trabajo de propósito general que estaban conectadas a la central de control mediante el protocolo X.25, y situadas en cualquier lugar de la red, proporcionando la interacción entre el operador y la red de datos.
- **El terminal local de mantenimiento e instalación**, con funciones de instalación, y cuando la central de red no está conectada a una central de control poder efectuar actividades de mantenimiento local.

El Tesys-B ofrecía una amplia gama de interfaces como el interfaz V.24 (RS-232), el interfaz a 2 hilos, el módem Banda Base, interfaces para sistemas de transmisión digital como G.703 a 64 Kbps, y 2 Mbps, interfaz con RDSI (ISDN) a 2 Mbps.

Respecto a los protocolos, el Tesys-B soportaba el X.25, protocolos Iberpac, el X.75 para conexiones con redes internacionales, el X.32 para accesos a través de RTC, los desensambladores/ensambladores de paquetes (DEP's), el X.28, HDLC-MNR, Ibertex, Datáfono, Télex y Frame Relay.

Se diseñó una estructura de explotación de la red Iberpac que podía proporcionar las siguientes funciones:

- Gestión de alarmas.
- Observación constante del funcionamiento.

- Pruebas.
- Localización de fallos.
- Control de estados.
- Tarifación.
- Recuperación por recarga.
- Gestión de datos de abonados.
- Gestión de encaminamiento.
- Reconfiguración lógica.

Así mismo permitía la evolución hacia redes privadas virtuales, redes privadas y la interconexión con redes RDSI (ISDN)<sup>308</sup>, FDDI<sup>309</sup>, 802.3<sup>310</sup>, 802.6<sup>311</sup>, etc.

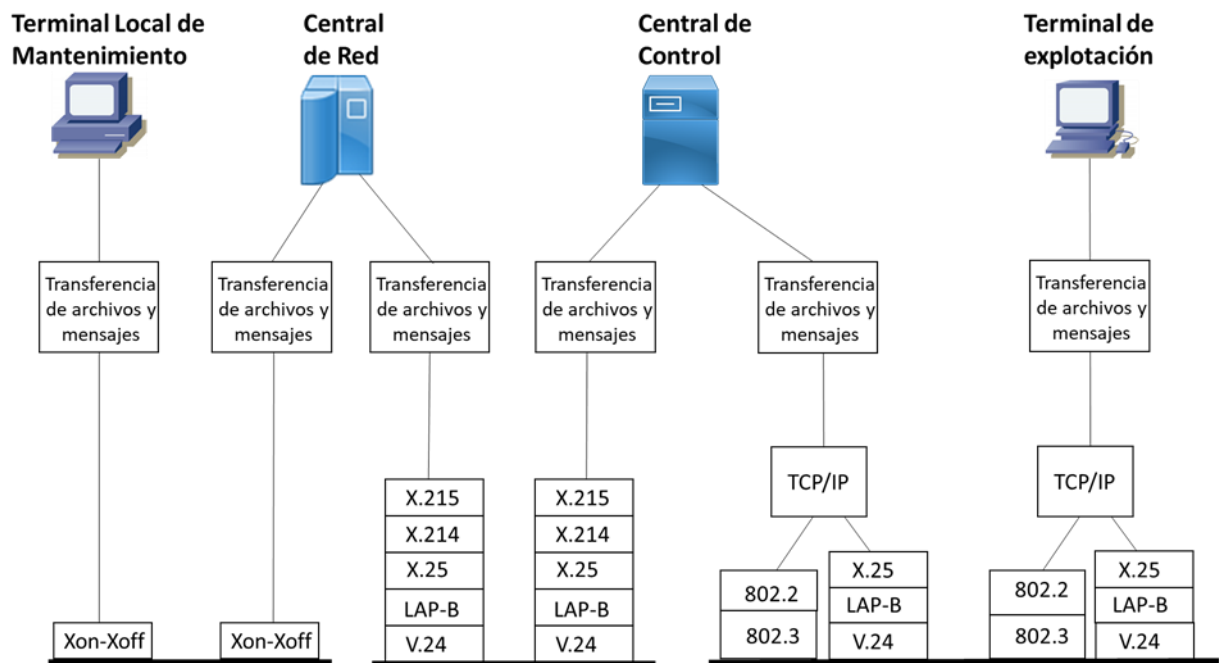


FIG. 107 ELEMENTOS DEL SISTEMA DE COMUNICACIÓN DE DATOS Y PROTOCOLOS DEL TESYS-B<sup>312</sup>

<sup>308</sup> RDSI: Red Digital de Servicios Integrados (ISDN en inglés), es una evolución de la Red Digital Integrada que integra la voz y los datos en la misma línea. Es una línea de velocidades de 64 Kbps en la que los usuarios accede con una seguridad e integridad de la información a través de un conjunto de interfaces normalizados.

<sup>309</sup> FDDI: Interfaz de Datos Distribuida pro Fibra (Fiber Distributed Data Interface), corresponde a la transmisión de datos por medio de fibra óptica en redes WAN o LAN utilizando estándares ISO y ANSI, consiguiendo velocidades de hasta 100 Mbps a distancias de 100 a 200 Km.

<sup>310</sup> IEEE 802.3: lo definió IEEE para estandarizar redes basadas en ethernet, incluyendo las especificaciones del medio físico utilizado, inicialmente se definió para un cable coaxial grueso de 50 ohm, que permitía transportar una señal de 10 Mbps a 500 m. Más tarde se añadió la posibilidad de utilizar otros tipos de cables como el coaxial delgado; pares de cables trenzados, y fibra óptica.

<sup>311</sup> IEEE 802.6: Inicialmente lo definió IEEE para redes MAN (Metropolitan Area Network) y utilizaba el Synchronous Optical Network (SONET) y ATM, pero actualmente ha ido siendo desplazado por el protocolo MPLS (Multiprotocol Label Switching).

<sup>312</sup> (Siles & y otros, 1992).

El proceso para la interconexión de las aplicaciones de los clientes correspondientes a las transacciones de archivos y mensajes, que estaban montadas en el nivel 7, empezaba con una conexión XON-XOFF a través de la interfaz física RS-232 entre el terminal local de mantenimiento e instalación y la central de red, una vez el mensaje estaba en la central de red se utilizaba el protocolo X.25, con la recomendación X.200 para la interconexión de sistemas abiertos, para conectarse con la central de control, y la conexión entre la central de control y el terminal de explotación se efectuaba sobre el protocolo TCP/IP pudiendo utilizar como transporte tanto el protocolo X.25 como el protocolo 802.3.

### **8.10.1 Funciones básicas**

El Tesys-B tenía básicamente dos funciones, la conmutación de datos y la explotación del sistema.

#### **8.10.1.1 Conmutación de datos**

La conmutación de datos que se considera es la conmutación de paquetes.

El Tesys-B disponía de varios protocolos de comunicación y de interfaces, debido a la variedad de equipos situados en sus extremos.

Su función en el Tesys-B era la del establecimiento, el mantenimiento, y la liberación de circuitos virtuales entre dos equipos de transmisión de datos a través de la red de conmutación de datos.

Cuando dos equipos se querían conectar se establecía un circuito virtual entre los interfaces de los dos equipos, y por medio de él había la transferencia de los datos. Cuando la comunicación terminaba el circuito virtual se liberaba.

Así mismo también existía, por necesidades de los usuarios, circuitos virtuales permanentes que nunca se liberaban.

Los protocolos de conmutación entre terminales de paquetes se basaban en las recomendaciones X.25 y X.32 del CCITT, pero también era capaz de gestionar protocolos no orientados a la conmutación de paquetes, mediante equipos de Desensambladores/Ensambladores de Paquetes<sup>313</sup>, con los que se soportan los protocolos HDLC-MNR<sup>314</sup>, X.28, Datáfono, Ibertex, y Télex.

---

<sup>313</sup> DEP: Desensamblador/Ensamblador de Paquetes.

<sup>314</sup> HDLC-MNR: es un procedimiento SDLC utilizado por IBM.



### 8.10.1.2 Explotación del sistema

La explotación del sistema comprende la operación, la administración, y el mantenimiento de equipos y las redes de comunicación.

Entre las funciones que se incluían se pueden destacar las siguientes:

- **La gestión de fallos**, donde se encontraba la supervisión, la detección y la recuperación de fallos, incluyendo las funciones de tratamiento de alarmas, observación de funcionamiento, pruebas de localización de fallos, pruebas rutinarias, reparación y pruebas de soporte lógico.
- **La gestión de configuración**, tenía las funciones que permitían el manejo de los datos de los abonados, las rutas, y las bases de carga, entre otras. En esta gestión estaban integradas las funciones de control de datos, la recuperación por recarga, la gestión de datos de abonado, las gestiones de encaminamiento, la reconfiguración lógica de las centrales de la red, la supervisión gráfica de la red, y la incorporación de actualizaciones.
- **El seguimiento de prestaciones**, incluía las funciones que suministraban el grado de servicio, la calidad de servicio, y el tráfico que se cursaban, considerando así las medidas de tráfico, y las medidas de calidad de servicio.
- **La facturación**, donde se almacenaban los datos necesarios para la facturación y así poder tarificar los servicios utilizados.
- **El control de seguridad**, garantizaba la seguridad del sistema mediante el control y registro de los usuarios, por medio de la gestión y el registro de los usuarios.

### 8.10.2 Características del Tesys-B

Las características más importantes del sistema Tesys-B que se pueden considerar eran la capacidad, la calidad del servicio, y las características físicas de los equipos.

- **La capacidad** era la característica que mejor definía un conmutador de paquetes. En el Tesys-B se diseñó para poder conmutar 40000 paq. /s, sin embargo, la capacidad final era de 140000 paq. /s, con paquetes de datos de 128 octetos. Pudiendo existir más de un millón de comunicaciones simultáneas. Las placas de los elementos interfaz de línea del sistema eran capaces de conmutar 280 paquetes de 128 octetos por segundo con una carga de  $0.8 E^{315}$ ,

---

<sup>315</sup> Erlang: Es una unidad una unidad de medida estadística, con el símbolo E, utilizada en telefonía para medir el volumen de tráfico en las telecomunicaciones. Se utiliza para medir el

conmutando entre líneas de distintos EIL, y con una carga de 0.95 E, conmutando entre líneas pertenecientes al mismo EIL pudiendo conmutar 368 paquetes por segundo.

Cada una de las placas de los EIL podían estar equipadas con las siguientes configuraciones:

- 1 línea X.25 G.703 a 2048 Kb/s.
- De 1 a 4 líneas X.25 G.703 a 64 Kb/s.
- De 1 a 4 líneas X.25 V.24/V.28 a 9600 b/s.
- De 1 a 8 líneas X.25 con módem V.22 bis integrado.
- De 1 a 16 líneas con módem externo (DEPs).

La capacidad de conexión de estas líneas estaba limitada por el número de paquetes transportados por dichas líneas o bien por el número de placas que podían conectarse en cada unidad de proceso.

- **La calidad del servicio (QoS)**, proporcionaba el control de los recursos de las redes de conmutación de paquetes y en el Tesys-B, estos estaban relacionados con el tiempo de tránsito, el tiempo de carga y la fiabilidad.

El tiempo de tránsito que transcurría un paquete de datos o una solicitud de llamada por un nodo, era uno de los parámetros que definían la calidad de una red de datos.

En el sistema Tesys-B el valor del tiempo de tránsito era función de unas variables intrínsecas del diseño del sistema, como el tiempo de proceso que requería un paquete, el tiempo de tránsito por las vías de interconexión, la disciplina de colas, y la variable referida a la carga que tenían los diversos elementos del conmutador que dependía del caudal del tráfico y del dimensionado que ofrecía el propio sistema.

En el Tesys-B, aun siendo un sistema totalmente distribuido, donde los tiempos de carga eran largos, se consiguió que estos tiempos de carga fueran muy rápidos debido a que los elementos que tenían los mismos programas se cargaban simultáneamente.

---

grado de servicio y la calidad del servicio. El grado de servicio es la probabilidad de que una llamada en un conjunto de circuitos sea bloqueada o demorada en el tiempo, y la calidad de servicio (QoS), es el mecanismo que proporciona el control de los recursos de las redes de conmutación de paquetes. Su nombre se debe al ingeniero danés A. K. Erlang creador de la ingeniería del tráfico y la teoría de colas.

Respecto a la calidad de un sistema de comunicaciones también se ha de considerar la disponibilidad de los elementos que la componen, y esto se medía con respecto al porcentaje de tiempo en que el mismo está operativo en función de su fiabilidad<sup>316</sup> y el tiempo de reparación de los mismos.

- **Las características físicas de los equipamientos**, estaban referidas tanto a la ocupación física como a la disipación de los equipos, y eran unos valores a considerar en el diseño ya que de las características de los mismos dependía el diseño de las centrales que tendrían instalados estos equipos.

### 8.10.3 Equipos del Tesys-B

El sistema Tesys-B se diseñó de forma modular con el fin de poder adaptarse a las necesidades de los posibles clientes, por ello se consideraron tres tipos de equipos que utilizaban los mismos tipos de placas y software para poder ser todos compatibles entre sí, pero dependiendo de su capacidad, con prestaciones diferentes.

Todos los equipos se podían reconvertir de un tipo a otro, así como poder reconfigurarlos según las necesidades.

Los equipos Tesys-B estaban compuestos por los elementos, que eran las tarjetas de hardware, el armazón que era la estructura donde se conectaban las tarjetas, y el bastidor que era el soporte mecánico donde se conectaban los armazones.

La estructura de hardware y software eran totalmente distribuidas lo que la hacía tolerante contra posibles fallos que pudieran tener.

Este sistema ya disponía de características compatibles tanto con la red Iberpac con el protocolo X.25, como con el sistema Tesys-A, lo que hacía posible su evolución, pudiéndose así gestionarse ambos sistemas de la misma forma.

El sistema Tesys-B incluía también la integración de los módems en las tarjetas lo que implicaba una reducción de costes respecto a las soluciones anteriores con módem externo, así como la incorporación de velocidades hasta 2 Mbps para los usuarios ya sean internos o externos.

---

<sup>316</sup> La fiabilidad se mide en FIT's que indica el número de fallos en 109 horas.

FIG. 108 EQUIPOS TESYS-B<sup>317</sup>

Los equipos del sistema Tesys-B son los siguientes:

- **TB-1000:** era la familia de equipos conmutadores de paquetes de gran capacidad. Estos equipos estaban formados por dos bastidores, un bastidor de conmutación con capacidad para cuatro armazones, pudiendo equiparse con un máximo de 24 tarjetas cada uno de ellos, y otro bastidor de alimentación para proporcionar alimentación hasta un máximo de 16 bastidores de conmutación. La configuración máxima del equipo TB-1000 era de 64 bastidores de conmutación y 4 bastidores de alimentación con lo que se conseguía una capacidad de conmutación por bastidor de 32000 paquetes/s, junto con una capacidad de llamadas también por bastidor de 1728000 llamadas/hora.
- **TB-500:** era la familia de equipos de conmutadores de paquetes de media capacidad, también llamado Tesys-B ofimático. Estos equipos estaban formados por un único bastidor de conmutación con dos armazones pudiendo equiparse

---

<sup>317</sup> (Infante, Noviembre 2002)

con un máximo de 24 tarjetas cada uno de ellos, y la alimentación se efectuaba conectando los equipos directamente a la red eléctrica. La capacidad de estos equipos podía aumentarse aumentando el número de bastidores hasta un máximo de 64 bastidores pudiéndose aumentar hasta 128 bastidores con una expansión de la VIL<sup>318</sup>, consiguiendo una capacidad de conmutación por batidor de 16000 paquetes/s, junto con una capacidad de llamadas también por bastidor de 864000 llamadas/hora.

- **TB-100:** era la familia de equipos de conmutadores de paquetes de baja capacidad utilizado básicamente en oficinas. Estaba compuesto de un soporte mecánico que hacía las funciones de armazón pudiendo equiparse con un máximo de 5 tarjetas.

Estos equipos eran de sobremesa pudiéndose añadir hasta cuatro unidades secundarias.

Cada uno de estos equipos tenía una capacidad de conmutación de 2000 paquetes/s, y una capacidad de llamadas de 108000 llamadas/hora.

---

<sup>318</sup> VIL: Vía de Interconexión Local.

## 8.11 Otras redes de conmutación de paquetes

En los años 70 Telefónica tenía la tecnología y los medios de una red de transmisión de datos muy avanzada, la RETD, comparable a la red ArpaNet, de la que había evolucionado, pero a diferencia de ArpaNet que se utilizaba para el uso académico y militar, Telefónica la proporcionaba a nivel comercial.

Telefónica tenía la red con el protocolo de conmutación de paquetes propio que se denominaba RSAN, y también tenía los equipos que había diseñado y fabricado con personal propio, el sistema Tesys.

El resto de los países apostaron por una red de conmutación de circuitos.

La red RETD era la primera red de conmutación de paquetes comercial de Europa, y la segunda del mundo, aunque la primera no tenía ni el volumen ni la penetración en la sociedad, como lo tenía la RETD de Telefónica.

Así mismo también existían en el mundo otras redes de conmutación de paquetes de las que efectuaré una pequeña descripción.

- Red **ARPANET**: Esta red es una evolución de la red DARPA<sup>319</sup> fue creada en EEUU el 2 de septiembre de 1969. Inicialmente estaba compuesta por dos ordenadores de la universidad de UCLA, después se conectó un nodo en la universidad de Stanford de San José junto con el NIC<sup>320</sup> y por último se conectó la universidad de Santa Bárbara en Los Ángeles con cuatro nodos esta red fue la primera red de conmutación del mundo y fue el inicio de la red ArpaNet que a su vez es el origen de Internet.
- Red **TYMNET**: Era una red internacional de comunicaciones de datos con sede en Cupertino (California), que comenzó a operar en 1971 con tecnología de

---

<sup>319</sup>DARPA: La Agencia de Proyectos de Investigación Avanzados de Defensa, más conocida por su acrónimo DARPA, proveniente de su nombre original en inglés Defense Advanced Research Projects Agency, es una agencia del Departamento de Defensa de Estados Unidos responsable del desarrollo de nuevas tecnologías para uso militar. Fue creada en 1958 como consecuencia tecnológica de la llamada Guerra Fría y de la que surgieron los fundamentos de ArpaNet, red que dio origen a Internet. La agencia, denominada en su origen simplemente como ARPA, cambió su denominación en 1972, conociéndose en lo sucesivo como DARPA, por sus siglas en inglés. DARPA fue responsable de dar fondos para desarrollar muchas tecnologías que han tenido un gran impacto en el mundo: satélites, robots, redes de ordenadores (empezando con ArpaNet, que después se desarrolló como Internet), así como NLS, el cual fue tanto un sistema de hipertexto como un precursor de la interfaz gráfica de usuario contemporánea.

<sup>320</sup> NIC: Network Information Center, o centro de información de la red que mantenía las tablas que relacionaban los ordenadores con sus direcciones.

conmutación de paquetes de llamadas virtuales y ofrecía conexiones a tiempo compartido con nodos en todo el mundo, utilizaba el algoritmo de Floyd<sup>321</sup> para en caminar los paquetes. El algoritmo busca el camino más corto entre dos nodos, con lo que se reducen los costes de la transmisión de datos. Los usuarios se conectaban mediante conexiones telefónicas o conexiones asíncronas dedicadas. Esta red daba soporte a usuarios con marcaje telefónico lo que permitía por una parte crear redes privadas a las grandes empresas y a instituciones gubernamentales y por otra parte poder conectar usuarios a ellas mediante una pasarela a través de la red pública.

- Red **TRANSPAC**: Era la red pública francesa que empezó a funcionar en 1978 con diez nodos y tecnología distribuida, utilizando el protocolo X.25. su encaminamiento era centralizado con algoritmo mixto donde la gestión del encaminamiento era en los nodos locales, unida a una enviada por el centro central de gestión.
- Red **DATAPAC**: Era la red pública canadiense que empezó a funcionar en 1977 que estaba basada en nodos de red SL-10, cuya estructura recordaban a los Tsys. Era una red de conmutación de paquetes basada en datagramas, utilizando circuitos virtuales. Los datagramas se encaminan por medio de tablas que están en los nodos, que a la vez se intercambian la información llegando a tener un conocimiento global de la red.
- Red **TRAME** (TRANsmisión de MENsajes): Era una red de conmutación de paquetes utilizada por la empresa ENHER<sup>322</sup>, cuyo desarrollo empezó en 1974 implantándose en 1978 hasta 2016. Con esta red la empresa minimizaba el número de enlaces y maximizaba la seguridad del sistema simplificándolo. También permitía la ampliación de la misma de forma muy flexible ya que la información de los terminales no estaba centralizada a un punto central.
- Red **CYCLADES**, era una red de ordenadores, una red de investigación francesa creada en los primeros años de los 70s. Fue una de las redes pioneras que experimentó con el concepto de conmutación de paquetes y fue desarrollada para explorar alternativas al diseño ArpaNet. Sostenía la red local de investigación general.

---

<sup>321</sup>El algoritmo de Floyd-Warshall, descrito en 1959 por Bernard Roy, es un algoritmo de análisis sobre grafos para encontrar el camino mínimo en grafos dirigidos ponderados. El algoritmo encuentra el camino entre todos los pares de vértices en una única ejecución. El algoritmo de Floyd-Warshall es un ejemplo de programación dinámica.

<sup>322</sup> ENHER: Empresa Nacional Hidroeléctrica del Ribagorzana, empresa distribuidora de energía eléctrica.

## 8.12 Evolución de las comunicaciones

La sociedad de la información se basa en obtener la mayor información de un tema y en el menor tiempo posible, esto se está consiguiendo con las denominadas autopistas de la información, donde circula cada vez más información y más rápida, pero siempre a través de las líneas de comunicaciones de datos, estas son las que transportan realmente, la información pudiendo llegar informaciones desde un punto más informatizado hasta el último rincón del planeta y dentro de estas autopistas de la información, existe por un lado la información y por otro el transporte, y dentro del transporte, los equipos que lo hacen posible que son los conmutadores de paquetes.

Dependiendo de la velocidad a la que envíen la información el sistema será más o menos viable, y estos equipos de conmutación de paquetes son los que realmente hacen posible que toda la información llegue desde un origen a un destino de una forma rápida y correcta.

En un mundo global en el que nos encontramos actualmente, tenemos un desarrollo tecnológico que tiende a la convergencia en diferentes sectores, difuminando la separación entre ellos, que con la internacionalización se eliminan las posibles barreras.

Los usuarios siempre necesitamos más, más información con mayor rapidez, y esto nos lleva a un punto en el que necesitamos una mayor velocidad de gestión, con equipos de conmutación y de abonado más rápidos.

Con la tecnología actual, la tecnología electrónica de los semiconductores, en la que la empresa Intel<sup>323</sup> fue la pionera, esta tecnología está basada en el transistor, en la integración cada vez más exhaustiva del mismo, con lo que se está llegando al límite, en el que se está llegando al átomo con lo que las características que se utilizaban en la electrónica de semiconductores no son aplicables, ya que estamos en la física cuántica.

---

<sup>323</sup> INTEL: **I**ntegrated **E**lectronics, empresa creada por Gordon E. Moore y Robert Noyce en 1968.





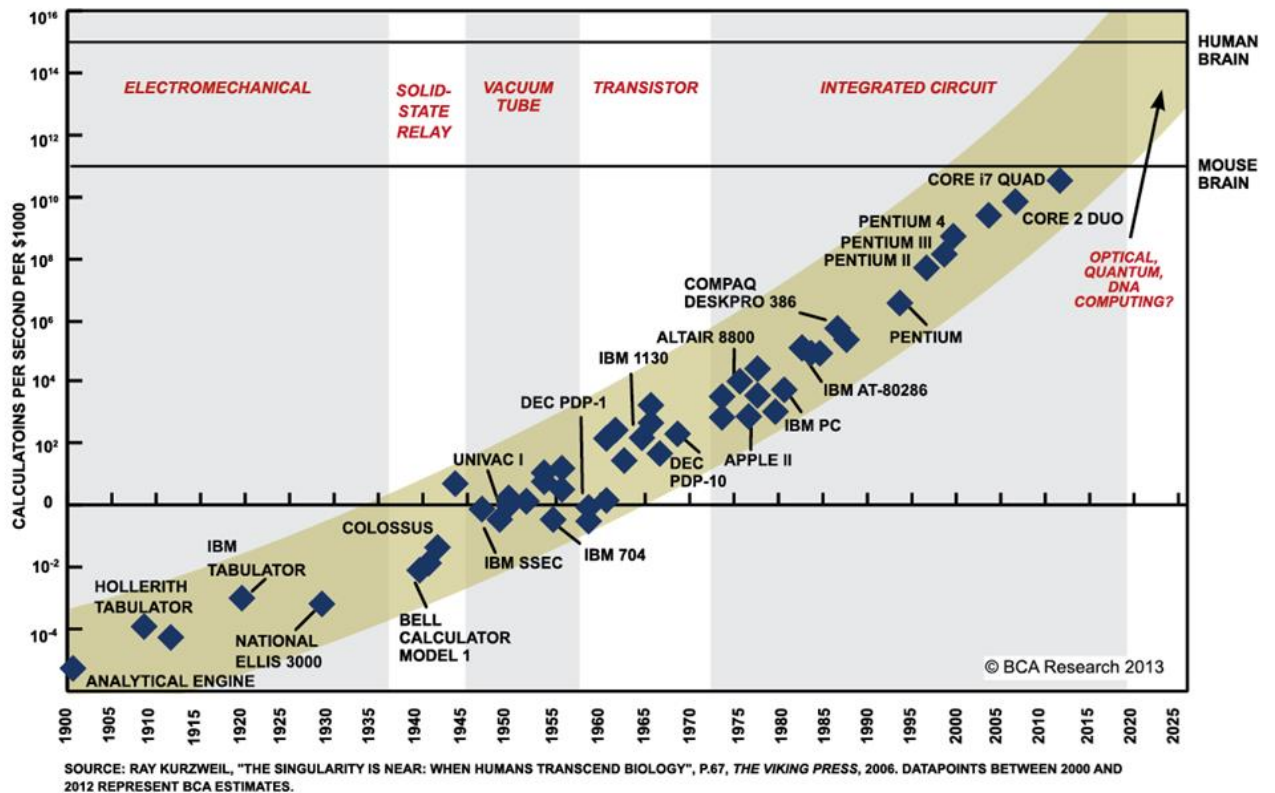


FIG. 110 EVOLUCIÓN DE LOS CIRCUITOS INTEGRADOS<sup>326</sup>

En estas dos gráficas se puede apreciar que distintos fabricantes de circuitos integrados están llegando a los límites de la integración, de entre los que se puede destacar por una parte al límite físico de la tecnología, y por otra al calor que se genera en los circuitos integrados con estas integraciones, que puede llegar a dañar los propios circuitos. Por estas razones se percibe un ligero aplanamiento de la misma curva, dando la razón a un cambio de tecnología y esta será la de los equipos cuánticos.

Viendo las previsiones de la ley de Moore y las proyecciones de Ray Kurzweil, el futuro que nos espera en la conmutación, es la conmutación cuántica de la que ya hay diferentes empresas creando computadores cuánticos para poder efectuar cálculos más rápidos y con mayor cantidad con una simultaneidad solo posible con la mecánica cuántica.

<sup>326</sup> Ray Kurzweil, Inventor, futurista, director de Ingeniería de Google, cofundador de la *Singularity University* junto con Peter Diamandis, entre muchos otros aspectos.

Citando al físico Stephen Hawking, hace unos años dijo: *“que los límites dependían precisamente de los límites de la microelectrónica, la velocidad de la luz y la naturaleza atómica de la materia”*.

Con esta consideración, llegamos a la conclusión que las comunicaciones de datos e Internet, en particular, se efectuarán por medio de fotones que viajan a través de cables de fibra óptica, pero los equipos de conmutación actuales no están diseñados para poder gestionarlos, ya que por un lado tenemos los equipos microelectrónicos donde la conmutación de fotones entrelazados es lenta y los ópticos que añaden ruidos, por lo que los fotones entrelazados son difíciles de detectar perdiendo la información que llevan.

Lo que nos lleva, a considerar que, si queremos equipos más rápidos, con una mayor capacidad de conmutación y una mayor seguridad, tenemos que cambiar la tecnología, y pasarnos a la computación cuántica puesto que a este nivel las partículas que se transmiten tienen unas propiedades especiales, que están consideradas en la mecánica cuántica.

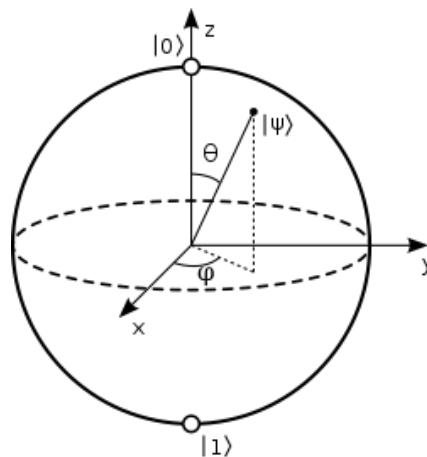


FIG. 111 QBIT

Si con la tecnología actual lo que contamos son los bits, el 0,1 que se transmiten desde un terminal a otro, en la mecánica cuántica lo que se transmite son qubits, o bits cuánticos, que también tiene dos estados igual que un bit, pero con la particularidad que puede transmitir 0,1 o bien 0 y 1 a la vez, esto nos lleva que con dos bits la tecnología actual puede transmitir una de las cuatro combinaciones posibles, pero en computación cuántica se pueden transmitir los cuatro valores debido a la superposición cuántica, lo que implica que el número de operaciones posibles que se pueden efectuar con qubits,

respecto a los bits es exponencial, ya que el número de qubits es el número de superposiciones que se pueden efectuar.

Uno de los problemas de la fabricación y uso de qubits es la utilización de circuitos superconductores a temperaturas próximas al cero absoluto, ya que cualquier variación de temperatura puede provocar vibraciones, que el qubit entienda como ruido lo que le haría perder su estado cuántico provocando errores.

En la conmutación cuántica Prem Kumar<sup>327</sup>, ha desarrollado un conmutador de enrutamiento cuántico que puede enviar fotones entrelazados por varios caminos manteniendo intacta la información cuántica. Esta es una particularidad que hace que las comunicaciones cuánticas sean muy seguras debido a que al estar los fotones entrelazados si se intentara interceptar el mensaje, esto perturba su estado cuántico, lo que implica la no posible interceptación del mensaje.

Las pruebas que se han efectuado actualmente en conmutadores cuánticos utilizando únicamente componentes ópticos han sido para distancias cortas, en concreto para una distancia de 100 metros de fibra óptica<sup>328</sup>.

Con los datos que nos proporciona la ley de Moore y las proyecciones de Ray Kurzweil se podría afirmar que estamos en un punto de inflexión, en el que se aprecia que la conmutación electro-óptica tal como la vemos actualmente está en vías de saturación, debido a que se está llegando a los límites de la integración de los transistores en los circuitos integrados.

Las empresas como D-Wave Systems, IBM, Google, NASA, Microsoft, Rigetti, IonQ, Zapata Computing, Quantum Circuits, así como organismos gubernamentales de países como EEUU China, Rusia, Europa están invirtiendo en investigación y creando computadores cuánticos, pero aún son más lentos que los actuales debido a problemas asociados a las particularidades de la mecánica cuántica, puesto que el mínimo ruido provoca cambios en los fotones lo que hace que el mensaje no llegue correctamente.

Google ha conseguido crear un computador cuántico de 53 qubits<sup>329</sup>, llamado Sycamore<sup>330</sup>, aunque los resultados fueron increíbles, Google eligió una tarea muy

---

<sup>327</sup> Prem Kumar - Profesor de ingeniería eléctrica e ingeniería informática de la Universidad Northwestern.

<sup>328</sup> Descrito en un artículo de la revista Physical Review Letters de 2011.

<sup>329</sup> Realmente el procesador era de 54 qubits, pero uno no funcionó por lo que el experimento se efectuó con 53 qubits corresponde a un espacio de estado computacional de dimensión  $2^{53}$ .

<sup>330</sup> Se efectuó un experimento que requirió una gran cantidad de esfuerzo computacional. El equipo de Google utilizó un procesador cuántico llamado *Sycamore* para demostrar que las cifras producidas por un generador de números aleatorios eran realmente aleatorias. Luego calcularon cuánto tiempo necesitaría *Summit*, el superordenador más potente del mundo, para realizar la

concreta, por lo que los ordenadores cuánticos tienen un largo camino por recorrer antes de superar los ordenadores convencionales en la mayoría de tareas.

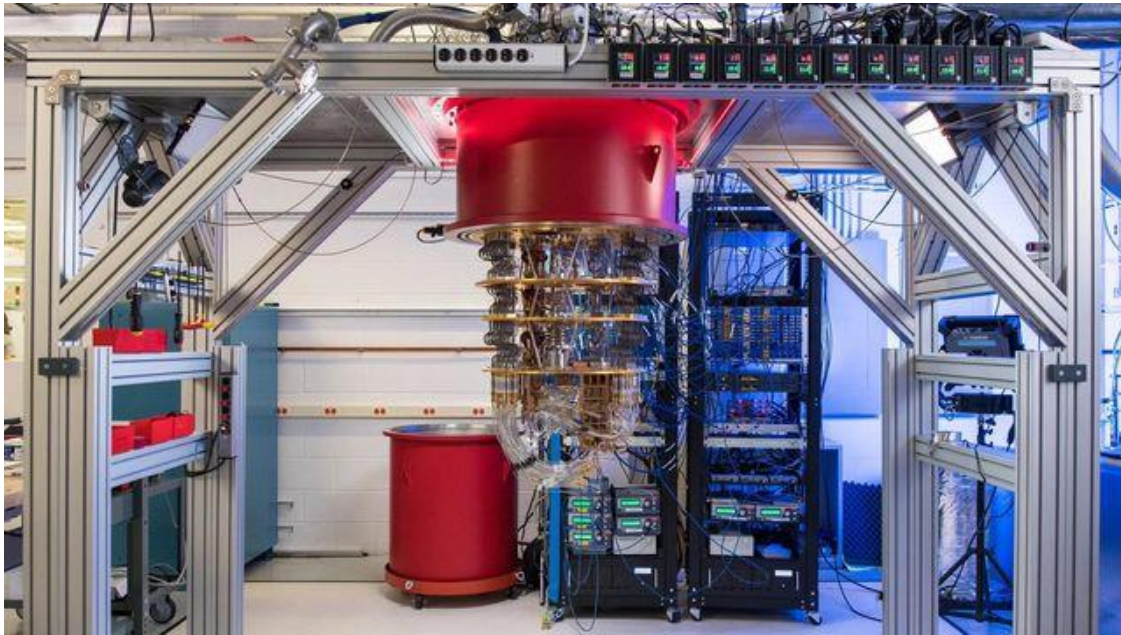


FIG. 112 COMPUTADOR CUÁNTICO DE GOOGLE<sup>331</sup>

En la figura 112 podemos ver a) el diseño del procesador que muestra una matriz rectangular de 54 qubits (gris), cada uno conectado a sus cuatro vecinos más cercanos con acopladores (azul). Se esboza el qubit inoperable, y b) una fotografía del chip Sycamore.

---

misma tarea. La diferencia fue sorprendente: mientras que la máquina cuántica tardó 200 segundos, los investigadores estimaron que el ordenador convencional necesitaría 10000 años, aunque IBM lo rectificó diciendo que se tardaría 2.5 días. Un problema a considerar en el procesador cuántico es que el chip está encerrado en cámaras de vacío a 273.5 grados.

<sup>331</sup> Google.



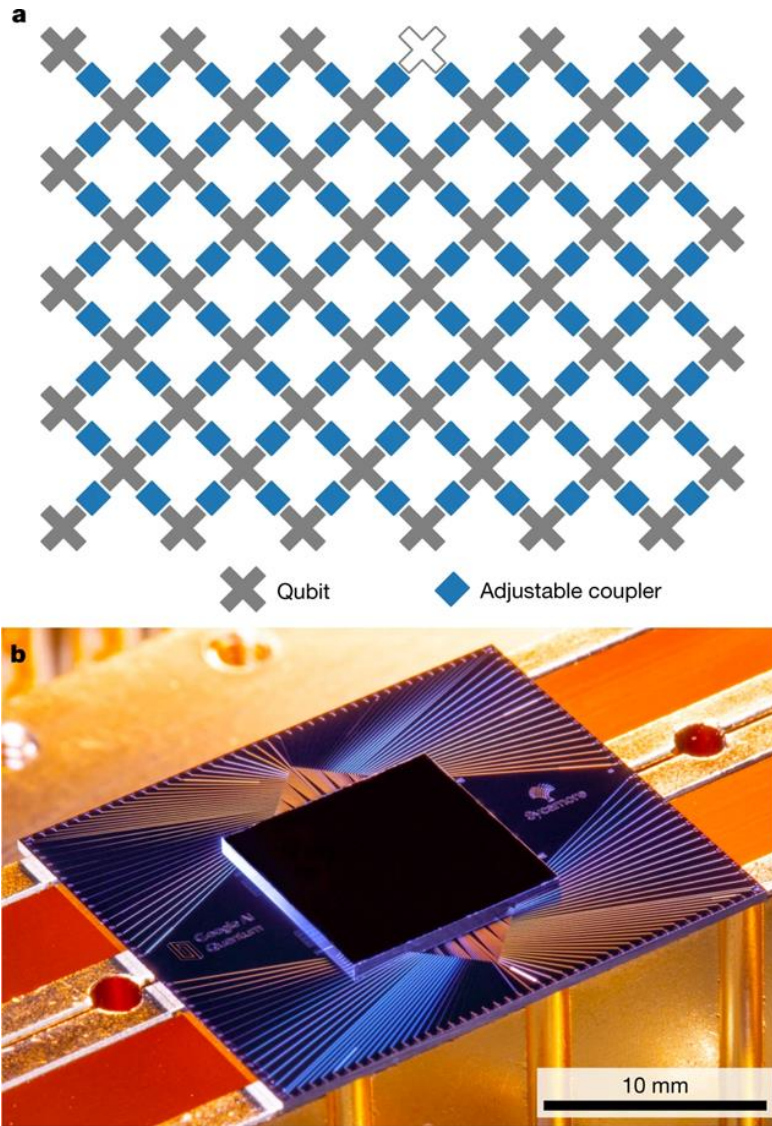


FIG. 113 MATRIZ Y CHIP DEL COMPUTADOR CUÁNTICO DE GOOGLE<sup>332</sup>

El chip de computación cuántica más nuevo es el de IBM, es el Eagle con el que ha conseguido 127 qubits, lo que lo convierte en el primer dispositivo de este tipo en alcanzar los 3 dígitos, superando al anterior de 65 qubits, el Hummingbird, también espera crear en 2022 un chip de 433 qubits y en 2023 uno de 1121 qubits que llamará Condor.

<sup>332</sup> (Gibney, October 2019).

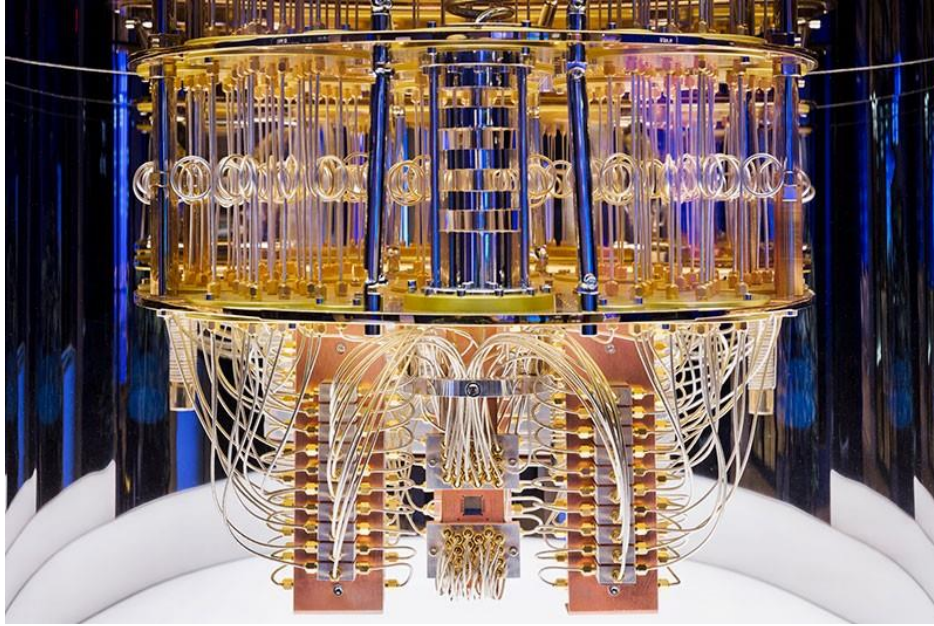


FIG. 114 COMPUTADOR CUÁNTICO DE IBM<sup>333</sup>

Esto me hace pensar, en los años 60 cuando Telefónica estuvo en una situación similar, ya que decidió efectuar la conmutación de datos por medio de paquetes que era un cambio drástico con respecto las comunicaciones de datos por conmutación de circuitos, que ofrecían en aquellos tiempos todos los operadores nacionales.

Ahora tenemos a empresas buscando un computador cuántico que permita la conmutación cuántica, pero en los años 60 en EEUU, estaban inicialmente las universidades y el Departamento de Estado que se añadió posteriormente, investigando e invirtiendo en las comunicaciones de datos por conmutación de paquetes, que finalmente fue el inicio de Internet.

Telefónica tuvo que crear uno a partir de los elementos que tenía, en su caso los ordenadores Univac, que era un ordenador de propósito general, al que se le efectuaron modificaciones para que pudiera efectuar la conmutación de paquetes, así mismo también tuvo que crear un protocolo, el RSAN, para que las comunicaciones de datos por conmutación de paquetes fueran posibles en la RETD.

La tecnología del conmutador cuántico también es totalmente innovadora, pero si en su momento Telefónica se aprovechó de las líneas de comunicaciones existentes para transmitir datos con otro sistema. En conmutación cuántica se pretende efectuar la

---

<sup>333</sup> (Ball, November 2021).

misma solución, o sea, utilizar las líneas de fibra óptica monomodo existentes para transportar los fotones de las comunicaciones cuánticas.

Otro problema que habrá que considerar con tecnología cuántica es la seguridad ya que actualmente la seguridad de las comunicaciones se basa en algoritmos de factorización de números primos grandes, pero si ahora es muy complicado poder descifrar los mensajes ya que se basan en la cantidad de operaciones que hay que realizar, con la computación cuántica las comunicaciones se vuelven inseguras puesto que se podrían obtener los factores de las claves que se utilizan en las comunicaciones pudiendo descifrar con mayor facilidad los mensajes que transmitimos.

Cuando sean operativos los computadores cuánticos habrá que diseñar técnicas criptográficas sustentadas en la mecánica cuántica como la del algoritmo de factorización de Shor<sup>334</sup> que vuelve obsoletas las técnicas criptográficas actuales.

---

<sup>334</sup> El Algoritmo de Shor es un algoritmo cuántico, que utiliza un procedimiento que permite encontrar factores de un número compuesto de factores primos de una manera eficiente. Estos números están compuestos de productos de factores primos que se utilizan en la criptografía de clave pública RSA. Con este algoritmo estas claves podrían descomponerse y así perder la seguridad por la que se crearon.



## 8.13 Entrevistas a personas relevantes

### 8.13.1 Entrevista al Sr. Ignacio Vidaurrázaga

Estamos en Madrid a 19 de noviembre de 2013 y hoy hablamos con Ignacio Vidaurrázaga. (Vidaurrázaga, 1/4, 2013) (Vidaurrázaga, 2/4, 2013) (Vidaurrázaga, 3/4, 2013) (Vidaurrázaga, 4/4, 2013).

Ignacio Vidaurrázaga nació en Bilbao, el 24 de noviembre de 1935.

#### ¿Qué estudiaste?

En la universidad de Deusto Económicas y Derecho en 1958, esto era para tener un título oficial de cada una de ellas, después estude informática en 1972, y lo tengo firmado por el rey Juan Carlos, que en aquel entonces era príncipe. En aquella época los que teníamos un título superior y sabíamos algo de informática nos hicieron un paripé y nos dieron el título haciendo un examen en el Ministerio de Educación y Ciencia en la calle Vitrubio, por lo que teníamos los tres títulos al mismo nivel.

Después de licenciarme en económicas empecé a trabajar en los altos hornos de Vizcaya, en aquella época te enviaban a trabajar sin poder escoger. En altos horno me hice cargo del centro de informática donde había un equipo con tarjetas perforadas, un IBM, y entonces caí en las redes informáticas, en el sector informático, encargándome del proceso de datos de Altos Hornos de Vizcaya, esto fue desde 1958 a 1961, después estuve un año en la consultoría Tiacebos y posteriormente 1962/63 me pasé a Wurth, cuando la compañía de máquinas Wurth vino a España, la compañía Maxime Wurth, después cuando General Electric cogió Wurth, aquí me ficharon Wurth General Electric para ser el director comercial de Europa de los Marker Key Systems, los grandes operadores, que se llevaba todo desde Paris.

Realmente volví a España cuando vino Univac, ya que antes era Meyer quien llevaba la representación, y estuve 5 años de director de comercial y de sistemas, esto era en 1969, y estuve hasta 1974.

En 1974 entre en Telefónica hasta 1983, que inicialmente se llamaba Compañía Telefónica Nacional de España (CTNE), que Villalonga lo cambio a Telefónica.



En 1983/84 me fui de Telefónica y montamos un holding de empresas que al final se quedó con Logitel, y llegué a un acuerdo con Spring International para hacer una Joint Venture, que se llamaba Loginet, dedicada a las redes privadas y de conmutación de paquetes, que precisamente competía con Telefónica que ofrecía la red pública.

Nosotros ofrecíamos las redes privadas con circuitos alquilados a Telefónica, pero la red de conmutadores y equipos lo daba Loginet, esto era en 1984.

En 1988 me pase a Alcatel, que compro la División de Spring, que llevaba el tema de datos en Estados Unidos a nivel mundial, Spring había comprado Telenet, que era una red, TELEnet y TYMnet, en aquellos tiempos, eran redes de conmutación de paquetes. Como yo tenía una Joint Ventura aquí en España les vendí mi participación y así fue como pasé a director general de Alcatel Redes corporativas.

Esto fue hasta que hubo la liberalización de las comunicaciones que entonces me fui a un consorcio, que se llamaba consorcio Opera, que se creó con France Telecom, donde había empresas como Endesa, BCH, y otras, pero France Telecom era el socio tecnológico para la privatización de la División. Este consorcio perdió frente al otro consorcio, que estaba con Telecom Italia, el Banco Santander y otros, Retevisión era la segunda licencia que había, pero luego salió una tercera licencia. En el primer consorcio también estaba Deutsche Telecom, aunque luego se separó.

En 1998 nos dieron la tercera licencia y se creó la marca UNI2, y yo pase de asesorar al BCH, y como BCH se retiró me quede con los de France Telecom, como asesor adjunto al consejero delegado hasta que compraron AL-PI (Catalana de Telecomunicaciones).

Hubo un concurso, que como era asesor al consejero delegado llevé la oferta de UNI2 que ganamos el concurso, un 75% nosotros y un 25% la Generalitat, a mí me mandaron de consejero delegado y estuve hasta finales del 2000, también vinieron, que contraté yo, Vilamitjana, Gonçal Bonhome y Mónica Salas que venía de Catalana de Comunicaciones y fue mi directora técnica.

Después he estado colaborando en proyectos de consultoría como profesional liberal, siempre a través de Logitel con diferentes partners de comunicaciones como Telefónica, Euskaltel, etc.

## **¿Cuándo tuvo contacto con el ordenador?**

Cuando entré en Altos Hornos Vizcaya teníamos máquinas IBM de registro unitario, de tarjetas perforadas, también teníamos un calculador electrónico que se programaba

cableándolo, después llegó una tabuladora y me hice cargo de esto desde 1958 hasta 1961.

Los programas que había eran cableados a través de unos paneles, y la maquina IBM era la 604 que tenía cuarenta pasos de programa.

Lo que hice yo cuando llegué allí, fue mecanizar la nómina de Altos Hornos de Vizcaya, se perforaban los datos, se clasificaban, se calculaba lo que había que calcular y salía por la impresora.

Lo curioso es que cuando terminamos de preparar las nóminas, cerca de las tres de la madrugada, y sacamos el listado, al día siguiente cuando fuimos al trabajo encontramos una gran fila de obreros que reclamaban que se les había pagado de menos, y personal los enviaba a nosotros, los que habían cobrado de más evidentemente no venían.

También tuve un problema con el director general que era Enrique García Dramal, que me llamó para aclarar que habíamos hecho con las nóminas, el hecho es que se aclaró. Este fue mi primer contacto con la informática, con la tarjeta de 80 columnas.

Después pasé a ser consultor y me dedicaba a dar cursos de lo que había aprendido, y como consecuencia tuve ofertas de todas las casas de informática, NCR, IBM, Sperry Corporation, y Bull, que fue por la que me decidí ya que me pagaban más como ingeniero comercial, posteriormente pasé de director de la delegación del norte a jefe de ventas nacional. Después pase a Univac.

## **¿Cuál fue su primer contacto con las redes?**

Yo era director comercial de Univac en 1969 que se fusiono con Burroughs Corporation y dio lugar a Unisys, habíamos intentado vender a Telefónica, yo tenía relaciones con el director general financiero José Luis Urquijo, que había sido profesor mío, pero no pudimos porque estaba IBM.

Entonces atacamos al proceso de datos, y yo que estaba en Univac, quería vender algo a Telefónica, entonces el 31 de diciembre de 1970 salió un decreto que daba a la compañía Telefónica la concesión de explotar el servicio de transmisión de datos, puesto que el contrato que tenía entonces Telefónica era de 1943 y no contemplaba la transmisión de datos.

Antonio Barrera de Irimo, consiguió que en un decreto le autorizaran, no en exclusiva ya que esta se la guardaba el ministerio, la subdirección general de telecomunicaciones, a cambio de que Entel se hiciera cargo de ello.

Telefónica tenía que hacer alguna cosa y coincidió en que Banesto tenía un proyecto en el que había contratado dos ordenadores, uno a IBM y otro a Univac, para crear una red de transmisión de datos para 3000 terminales (todas sus sucursales), y solicitó a Telefónica una oferta. Se le hizo una oferta de 3000 terminales punto a punto con un precio astronómico.

Telefónica nos solicitó que le montásemos una red de transmisión de datos, pero Banesto sería un usuario que compartiría esta red.

Univac se puso manos a la obra para montar esta red con ordenadores Univac418-III, que eran ordenadores en tiempo real, con un software que no era un software de conmutar paquetes.

A IBM le contratan también un 968 para Barcelona. Había que poner concentradores, pero, ¿qué concentradores?, estos se contrataron con BULL, los Honeywell 716.

Se instala el primero en Madrid el Univac 418-III en Velázquez el 30 de junio del 1971. La idea era que después de este, que era el primero, instalar seis o siete, en las Direcciones Regionales.

Los equipos se instalaban en las centrales telefónicas, estos equipos que inicialmente eran para Banesto, pero con la condición que se podían utilizar para otros usuarios.

El éxito de esta red hizo que se hicieran gestiones con el resto de los Bancos.

Tuvimos que desarrollar los protocolos de los equipos y de los terminales, además de los interfaces entre ellos, también hay que considerar que entre ellos había terminales IBM asíncronos. Esto era la Red Secundaria de Alto Nivel.

Para su desarrollo pusimos a trabajar 8 o 10 personas de Univac para este proyecto, junto con personal de Telefónica, nos basamos en el protocolo ARPA, que estaba basado en NCP, que funcionaba antes de pasar a IP. Para ello fuimos gente de Univac y de Telefónica a ARPA en Estados Unidos a informarnos sobre cómo crear esta red.

Como anécdota he de destacar que me llama José Luis de Urquijo para comunicarme, que de lo que se había vendido a Telefónica solo había conectados 30 de los 3000 terminales. En aquel momento para Telefónica, esto no representaba nada, ya que solamente se consideraba la ganancia del teléfono.

Me encargaron un plan de transmisión de datos, que presenté en enero de 1974, allí indicaba que antes del año 2000 serían más importantes los datos que la voz, en él indicaba estrategias, planes de implantación, etc., después de hablar con todas las Direcciones implicadas.

### **¿Cuánto tiempo estuvo para hacer esto?**

Tuve 3 meses y lo presenté en 1974. Para ello me fui a Canadá a ver qué organización tenían, con el fin de crear un profi-center, una unidad de negocio.

Les comenté que tenían que crear una nueva unidad de negocio, que puede ser una filial, cosa que se hizo creando un área comercial. Después evolucionó como Telefónica Data.

Esta nueva unidad tenía que incluir actuaciones de marketing, de planificación, de sistemas, de control económico, de instalación, de conservación, de explotación, y a través de las Direcciones Regionales. O sea, una unidad de negocio dentro de Telefónica, se presentó como División de Teleinformática y crearon la División de Informática en 1974.

Telefónica se decantó hacia la tecnología de conmutación de paquetes en lugar de la conmutación de circuitos, a pesar de que los ingenieros se decantaban por la conmutación de circuitos.

Entre en Telefónica en abril de 1974, después de estar cinco años en Univac.

Ocurrió que, los Honeywell que eran los concentradores de Bull, se dejaron de fabricar, entonces se decidió desarrollar nuestro propio conmutador de paquetes, ya que no había conmutador de paquetes, pues existían ordenadores, pero había que desarrollar un software de conmutación de paquetes. El rendimiento de los equipos era bajísimo, ya que el software no era específico para la conmutación de paquetes, de aquí se empezó a desarrollar el Tesys.

Otro acontecimiento importante fue la aparición de un protocolo normalizado por CCITT, que se llamaba X.25, en el que Telefónica participó activamente mandando gente, ya que éramos de los que sabíamos más del mismo, nuestro representante era Luis Lavandera, en el desarrollo de especificaciones del protocolo X.25.

Cuando salió el X.25, nos encontramos que teníamos una red con un protocolo que no se le parecía y aunque tratamos de influir no lo conseguimos, por lo que tuvimos que hacer una red X.25 en paralelo con la red RSAN, pero los clientes como les funcionaba la RSAN no querían pasar a X.25.

En estos momentos todo el hardware se desarrollaba pensando en ese software.

A principio de 1980 se creó un consorcio con INI, Telefónica y Fujitsu que se llamó Secoinsa, para fabricar hardware.

A Secoinsa, aparte de fabricar terminales se le contrató el desarrollo del hardware y Telefónica hacía el software conjuntamente, porque la propiedad era de Telefónica.

Se hizo un conmutador hardware y software a la medida de conmutación de paquetes (el procesador era un Intel 8082), por lo que el rendimiento ya era óptimo. Esto eran los Tesys (Telefónica Secoinsa y Sitre), el Tesys-1 que reemplazaba a los Honeywell-316 y el Tesys-5 reemplazaba al Univac-418-III.

La central, Ríos Rosas, donde estaba el primer Tesys-1 hubo un atentado. Una vez lo tuvimos funcionando empezamos a venderlo fuera, a Argentina (ARPAC-Argentina Paquetes), Canadá, Noruega, y se intentó en la Unión Soviética pero no fructificó.

En la Unión Soviética, que en aquel entonces estaba Samarach de embajador, nos presentamos para dar una conferencia organizada por el ministerio de ciencia y tecnología, estaban Manjarrés, Puig, Salvador, etc., y nos pusieron en una sala de más de cien personas, representantes de las distintas repúblicas socialistas. Nos llamó el ministro para firmar un acuerdo de una red de transmisión de datos para toda la URSS, pero cuando llegamos a España nos comentaron que teníamos que ir al ministerio de asuntos exteriores (Barroso), ya que esto estaba en el CoCom, que era un comité que vigilaba las exportaciones a países comunistas y como el procesador era Intel no fue posible efectuar esta operación.

Esto siguió hasta 1983 con la entrada como presidente de Luis Solana que desapareció la División de Informática y se fue integrando en las Direcciones Centrales de Telefónica, el departamento comercial con el comercial, el desarrollo con el desarrollo, etc. pero el desarrollo lo continuábamos efectuando nosotros. El problema es que estábamos mal vistos ya que éramos como una organización paralela.

El departamento de desarrollo tenía que continuar el desarrollo del Tesys, para crear el Tesys-B, pero el departamento de desarrollo cambió el procesador Intel por el Motorola, lo que ocasionó que todo el desarrollo que había del Tesys-B, la segunda generación de Tesys, se tuvo que desestimar y empezar de nuevo, como consecuencia murió el Tesys, se abandonó y se cogió Nortel.

Dejé Telefónica y me fui a un grupo de consultoría, al Grupo Cresten con Luis Arroyo y después con Logitel se montó Loginet, y empiezo a vender redes de uso privado con circuitos alquilados X.25 compitiendo con la red pública que estaba basada en el Tesys, que ofrecían a los clientes una red privada basada en el Tesys-A, pero como no era competitivo y no había el Tesys-B, ofrecían la conexión con los equipos Nortel que eran conmutadores de paquetes X.25.

La red instalada RSAN se mantuvo, ya que la inercia de la gente es que si funciona no quería cambiar, por lo que hubo un tiempo que existían las dos redes, la nueva con X.25 y la vieja con RSAN.

### **¿Cuál es el hito más importante en el desarrollo de esta red?**

Desarrollar un software de conmutación de paquetes para ordenadores convencionales en tiempo real, con un sistema operativo en tiempo real (RTOS)<sup>335</sup>, pero multipropósito, y con aplicaciones. Para luego desarrollar un equipo ad-doc, hardware y software totalmente propiedad de Telefónica, un equipo conmutador con los dos niveles concentración y conmutación desplazando los Univac y los Honeywell-Bull.

Otro hito es el espectacular crecimiento de la transmisión de datos (en 1973 los ingresos de Telefónica por transmisión de datos incluyendo los Télex eran de 620 Mptas de los que 200 Mptas eran de servicio nacional y 420 Mptas de servicio internacional, y yo hice una proyección que en 1980 tendríamos 6000Mptas, que representaba un crecimiento anual del 40%).

También quisimos sustituir el Télex por un servicio de conmutación de mensajes, pero como no podíamos poner la palabra mensajes por la PTT, le llamamos Servicio Auxiliar de Datos (SAD).

Otro servicio fue el Datáfono, que por cierto cuando fui a La Caixa a venderlo el presidente Vilarasau dijo que no quería unos terminales de punto de venta y me enseñó un catálogo, diciéndome que si lo hacíamos los distribuirían por todas las tiendas, nosotros dijimos que sí lo haríamos y había un acuerdo con Telettra para que hiciéramos un datáfono español, pero allí había un tema importante, y era que se habían de poner de acuerdo los bancos ya que no habría datáfonos para cada uno de los bancos en las tiendas.

Felicio Martínez Picar del Banco Central, con el que tuve muchas reuniones para conseguir un protocolo normalizado para que, con un solo equipo de datáfono, pasaras cualquier tarjeta que se encaminara al ordenador del banco correspondiente, esto fue importante para la utilización de la red, el poner de acuerdo a todos los bancos.

El éxito de la Red Especial de Transmisión de Datos y su comercialización fue que todos los bancos apostaron por ella.

---

<sup>335</sup> RTOS: (Real-Time Operating System) es la ejecución de aplicaciones en Tiempo Real es un Sistema Operativo de Tiempo Real, es un Sistema Operativo especialmente diseñado para ejecutar aplicaciones con tiempos muy precisos y alto grado de confiabilidad, y ha de tener un tiempo, máximo conocido para cada una de las operaciones críticas que se realizan.

Un ejemplo que no funcionó fue el Videotext de Francia, que fue desapareciendo.

## **¿Cómo crees que se ha contribuido al desarrollo de Internet?**

Yo he tenido la pena que Telefónica no haya apostado desde el principio por el protocolo TCP/IP. Después del protocolo X.25, salió el protocolo Frame Relay, pero el que venció fue el TCP/IP. Fue una pena que Telefónica no apostara por su red de transmisión de datos TCP/IP.

Telefónica tenía que haber apostado por la red IP, aunque conviviera con la RSAN y la X.25, pues cuando IP fue la que venció ya tendría un camino andado desde el principio.

RSAN estaba inspirada en ARPA, pero el ARPA que vimos nosotros en su día no se parece al TCP/IP.

Aquí había dos líneas, la conmutación de paquetes y la conmutación de circuitos, esta es a la que apostaron los nórdicos de Europa con X.21, y yo tuve una batalla con los telefónicos tradicionales (Montero del Pino) que estaban inspirados en el mundo de la conmutación de circuitos. El pensamiento de Telefónica era que si hay que dar datos hay que poner una red de conmutación de circuitos X.21.

## **¿De que estas más orgulloso de haber contribuido a la creación de la red de conmutación de paquetes?**

La red de España fue la primera red comercial del mundo de conmutación de paquetes, vendiéndola, instalándola, dando mantenimiento, contratando, etc. Realmente salió de churro, de las ganas de venderle a Telefónica.

Cuando se creó esta red en 1971, vino mucha gente de informática, de diferentes empresas como Bull, Univac, entre otras. Yo contraté a un montón de gente ya que el usuario de transmisión de datos es distinto a un usuario de voz, por lo que se tenía que hablar su lenguaje, el lenguaje del usuario que usa ordenadores.

Internacionalmente estaba reconocida como una red tecnológicamente muy avanzada ya que fue la primera red comercial de paquetes del mundo.

## **¿A qué se debe el cambio de la red?**

A la División de Informática se le llamaba la Telefónica 2, tuve que crear una categoría que no había en Telefónica, eran los expertos, esto creó dentro de Telefónica una aversión, era como una isleta asediada, y cuando Luis Solana fue presidente, la vieja guardia hizo que se deshiciera y se integrara en los departamentos de las distintas Direcciones de Telefónica, pero sin ser un grupo independiente.



Había enemigos en todas partes, directores regionales, explotación, mantenimiento, instalaciones, etc. Entonces se cargaron el Tesys (cambiando el procesador Intel por Motorola) y todo lo que implicaba. Esto es triste, pero es la pura realidad.

Uno que defendió esta red en el consejo de dirección de Telefónica, fue Rebollo, que era un técnico, que inicialmente era un enemigo acérrimo, pero fue el que defendió que esta red debía de seguir operativa, ya que le convencí que este era un negocio nuevo, distinto, que nadie hacía caso e implicaba poco.

### **¿Algunas personas que fueran clave en el desarrollo de esta red?**

El grupo de desarrollo del antiguo servicio de transmisión de datos que heredé yo, estaba Jesús Manjarrés, en el desarrollo del Tesys estaba Paco Puig, Luis Lavandera, José Pagan, Julio Lasheras, respecto a la parte comercial teníamos Gezuraga, Soto, y Tei, estos fueron impulsores comerciales, en marketing tenía a Arriola.

Con este grupo conseguimos una gran expansión del número de clientes en la Red Especial de Transmisión de Datos (RETD) pasando de unos ingresos de 650 Mptas en 1973 a 10000 Mptas en 1980.

### 8.13.2 Entrevista al Sr. Gabriel Alarcia

Nací el 25 de mayo del año 1941 en Madrid, aunque la familia es de Burgos de un pueblo al lado de Alarcia, de ahí es mi apellido en el pantano de Arlanzón. (Alarcia, 1/2, 2013) (Alarcia, 2/2, 2013).

#### ¿Qué estudiaste?

Estudí ingeniería de telecomunicaciones en Madrid, ya que era la única escuela que había, acabé en el año 66 en Madrid.



Estuve cinco años en la antigua escuela en la calle conde Peñalver donde estaba correos, y en quinto era el último año de carrera lo hice ya en la universitaria, inauguramos la deseada escuela superior de telecomunicación, era una escuela que no dependía de una universidad, estaba integrada en la Complutense, estaba integrada, pero con su propia personalidad.

En el 66 y el último año yo entré como becario en Entel, que era la empresa de telecomunicaciones encargada de las comunicaciones telegráficas entre España y el resto del mundo (los telegramas), era la unión que se hizo de todas las empresas de telecomunicación especializadas en telegramas en España, se creó en los años 50-60. En este periodo se creó la radio marítima Torres Quevedo que llevaba las comunicaciones del Protectorado de Marruecos y demás, dando origen a una compañía para abastecer los telegramas internacionales. Correos en su día llevó a los telegramas nacionales.

#### ¿Cuál fue el primer contacto con las redes?

Entre como becario en el año 66 y seguí trabajando hasta el año 1970 cuando se produjo la integración, la creación de la red de datos se asignó a Telefónica y el personal de Entel pasó a Telefónica, y yo pasé a lo que se llamaba servicio de transmisión de datos. Era un departamento el que llevaba fundamentalmente los circuitos de la NASA (el ejecutor de la NASA), los 56 kbps del single channel per carrier, que era con roblelo la estación de seguimiento, era la única que existía en España, y los circuitos de datos fundamentalmente, de los bancos que eran los grandes usuarios de los datos en España en aquella época, con redes punto a punto de conexión terminal-ordenador.

En 1970 entré en Telefónica en la transmisión de datos y en 1971 se crea lo que se llamó la División de Informática, con la idea de crear una red de la que no se sabía ni

tecnología ni nada parecido, una red que permitiera, fundamentalmente, la independencia de los usuarios de los suministradores, este era el principal objetivo, independizar lo que se podía independizar y que no hubiera protocolos esclavos de un determinado suministrador, que hiciera que si se compraba un ordenador de una marca determinada, hiciera que todos los terminales tuviera que ser de la misma marca.

Esto contó con un apoyo grande de los que no eran incumbentes es decir fundamental de tres empresas Univac, Honeywell y NCR.

Con el apoyo total del presidente de Telefónica, Antonio Barrera de Irímo, y el conocimiento de que en Estados Unidos se estaba experimentando con una red nueva, la red ARPA, se hizo un viaje masivo con varias personas a Estados Unidos donde se trató de extraer todo el conocimiento de la red ARPA.

Estuvimos en California fundamentalmente, junto con otras ciudades, pero donde se centraron las reuniones de trabajo y el conocimiento fue en California, de forma abierta.

Siempre se había pensado en ARPA como una red de gran secreto, de grandes decisiones, pero era justamente lo contrario, tenían ganas de explicar que estaban haciendo, querían decir como lo hacían y que lo copiásemos, fue absolutamente abierto y sin ningún tipo de problemas en absoluto, todo lo contrario.

Fue una delegación y después se trataba de crear en España algo parecido, porque había algunos usuarios muy interesados en que esto prosperase, ya que los costes de las redes tal como estaban planteados habían subido de una forma muy grande, y el coste de los terminales en algunos casos hacía prohibitivo el desarrollo masivo de los datos.

Se volvió a España y se hizo un plan de negocios. Fue Banesto el gran impulsor, posteriormente entró La Caixa, y también entraron otros bancos, pero el promotor fundamentalmente fue Banesto, fueron conversaciones entre el presidente de Telefónica y el de Banesto.

Se hizo un experimento con el compromiso de Banesto de pasar toda su red a la nueva red una vez que se desarrollara, había un compromiso establecido.

He trabajado en Telefónica en un 90% de los años, y un 10% en distintos sitios como escuelas de negocios, clases en la escuela y diferentes sitios, y después de prejubilarme, entre en el grupo Radiotrónica donde estuve algunos años trabajando, primero en Méjico y después en España.

## ¿Cuál fue tu primer contacto con el ordenador?

El primer contacto con un ordenador fue evidentemente, con la intención de transmitir datos a principios de los años 70. Entré con otro banco, curiosamente el con el banco Santander que tenían un problema con un ordenador, que era gigantesco y se introducía todo con cintas y tarjetas perforadas, esto era a principios de los años 70.

Se creó en Telefónica la Red Especial de Transmisión de Datos con nodos Univac, y con concentradores Honeywell de transmisión de datos.

Los concentradores era donde los terminales se conectaban y se concentraban a una línea de mayor velocidad, y aquí era donde se intercambiaba la información con los nodos de conmutación, como un multiplexor, con el apoyo de fundamentalmente, de terminales bancarios de NCR, que eran los que no eran incumbentes y tenían muchas ganas de entrar en el negocio.

La primera experiencia fue en el año 1971-1972, que se creó la primera red que se anunciaba, y queríamos que fuera la primera red comercial de conmutación de paquetes del mundo, ya que la red ARPA era una red académica y por lo tanto no era comercial no tenía clientes en sentido estricto, o sea que la red de Telefónica, sí la podías contratar.

La idea estaba clara de cuál era el objetivo, la tecnología, lo que había que decidir, y después del viaje y en vista de las ventajas se decidió que la conmutación de paquetes era la solución técnica más apropiada.

En los años 69-70 Telefónica contrata los cerebros más importantes de Univac Honeywell y NCR y algún otro, de IBM no entró nadie porque no le interesaba para nada. Ahí están Pedro Rázaga, José Miguel Arriola, Montero del Pino, Jesús Manjarrés, Santiago Herrera (dos únicos de Telefónica), Ignacio Uría y un financiero Pérez. Se creó la filosofía de la empresa española de la conmutación de paquetes, se creó la red y se empezó a trabajar.

Primero en plan piloto y posteriormente en plan de trabajo, primero con Banesto después llegaron Santander y La Caixa, estos fueron los primeros que junto con los técnicos eran la parte pensante, donde había responsables de los módems, de la conservación, suministro de modelos, etc., pero luego el resto de bancos y cajas fueron viendo las ventajas y fueron conectándose.

En primer lugar, empezó en Madrid, pero rápidamente tuvo cobertura nacional.

La ingeniería estaba formada por 10/12 personas.

El diseño de la red fue de los conocimientos que se habían transferido de la red ARPA.

Se creó una ArpaNet cien por cien española, con características españolas, puesto que había algunas diferencias, fundamentalmente porque entre una red universitaria y una red para un banco, hay unas diferencias de concepto técnico muy importantes y hubo que manejarlo y trabajarlo. Allí había gente como Paco Puig, Carlos Martínez Cruz que funcionaban de una forma muy creativa en todo lo que era la creación de estos temas.

La red era más cerrada desde el punto de vista de seguridad, pero desde este punto la idea era que el servicio tenía vocación de abrirse a todos los clientes de España.

El protocolo era un protocolo Honeywell y había que normalizarlo, había entonces un grupo de pensantes como Carlos Martínez Cruz, Paco Puig, Montero del Pino, etcétera, que desarrollaron unos protocolos que se conoció como red secundaria de alto nivel (RSAN), los protocolos de conexión de ordenadores a la red especial. Estos protocolos eran exclusivamente para ordenadores, los terminales se conectaban con los protocolos Honeywell a los concentradores Honeywell y estos dialogaban directamente con la red.

El concentrador era exclusivamente de terminales.

El desarrollo del concepto piloto de la RETD fue corto con el new House de Honeywell y Univac, que eran los mayores participantes, y en un año o año y medio empezó a trabajar el piloto. Tuvo un apoyo grande de hecho muchas de esas personas procedían de Honeywell.

No fue rápido, pero si fue costoso ya que se cambiaba una filosofía. El usuario bancario en los años 70 tenía dos conceptos que no eran claros, por una parte, que la red especial pudiera resolver el tema de la seguridad y confidencialidad de sus datos, ya que con líneas punto a punto siempre tienes claro que lo que sale de un extremo y llega a tu ordenador sin pasar por ningún otro lado, pero al pasar por una red era algo que no les gustaba, y hubo que demostrarlo, y la otra que derivó para hacer una labor comercial muy importante para tratar de llevar a cabo esto.

Ahí por ejemplo José miguel Arreola y Jesús Martín estuvieron delante, Juan Barreiro, Velarde, Soto, etc., tuvieron labor comercial importante y se fueron incorporando poco a poco diferentes empresas de bancos y cajas de ahorro en un principio. Esto duró tres o cuatro años.

La red tenía algunas especificaciones, yo no me atrevería a decir que era más segura, lo que sí es cierto es que cumplía mejor los requerimientos de los usuarios de los bancos y cajas españoles, los requerimientos que necesitaban eran diseñados específicamente

para ellos con esta idea. Se empieza a trabajar y en mayo se conectan más bancos a la red.

Las redes empezaban a tener su importancia, empezaban a tener un costo importante y se les convencía que los problemas de la seguridad no iban a existir.

La participación de nuevos clientes fue bastante grande, y hubo algunos concursos tanto de terminales y líneas que se conectaron, por ejemplo, la Caja Postal en su momento, así como otros clientes para empezar a trabajar en ello.

De la experiencia que se hizo con Fujitsu, propició la creación de Secoinsa y la experiencia del sistema Tesys.

En estos años aparece en Francia la red de datos y había discusiones en los organismos internacionales encargados de normalizar los protocolos de comunicaciones, el CEPT<sup>336</sup> y el CCITT<sup>337</sup>, hubo discusiones para ver cuál era el protocolo a utilizar, esto fue en los años 75-76, los players eran España y Francia, casi exclusivamente aunque en el año 1973, para los temas de transmisión de datos se creó una organización en la cual participaron los 17 países de Europa Occidental, junto con la participación de las empresas de telecomunicaciones, que se conoció como Eurodata.

Eurodata era una especie de foro dónde las empresas de telecomunicación, que eran monopolios exclusivamente en todos los países, y como digo de los 17 países de Europa occidental en aquel entonces, crearon un foro con sede física en Londres y sede administrativa en La Haya, aquello era una fundación y las fundaciones holandesas tenían grandes ventajas económicas y de funcionamiento, por lo que la sede legal estaba en La Haya y la sede física estaba en Londres ahí estaban Steve Valian, que era el encargado del tema.

Se creó, y en los países se hablaba sobre el tema, la fundación Teledata, para ver cómo iba a ir el desarrollo de los datos en Europa como conjunto. El objetivo era que los 17 monopolios de telecomunicación tuvieran un desarrollo similar y pudieran intercambiar opiniones.

Se hizo un estudio importante, donde se habla por técnicas de dependencias, de volúmenes económicos que podía manejar etcétera, para tratar de desarrollar aquello.

En aquellos momentos existían solamente España y Francia (Francia fue entre un año y medio y dos años después de España), en estos momentos los protocolos no eran

---

<sup>336</sup> CEPT: Conférence Européenne des administrations des Postes et des Télécommunications.

<sup>337</sup> CCITT: Comité Consultatif International Télégraphique et Téléphonique.

demasiado normalizados, España decidió crear su propio nodo de comunicaciones, lo que se conoció como el sistema Tesys, que era un modo de conmutación de paquetes pero con dos ventajas fundamentales, con una mentalidad muy telefónica, ya que las redes punto a punto y la red conmutada terminaban en las centrales telefónicas y allí se podían conectar fácilmente:

- La primera ventaja era que su alimentación era de (-48 V) menos 48 voltios, que es la alimentación de las centrales telefónicas, por lo que cualquier central telefónica podía alojar los nodos sin ningún tipo de problemas, y en este tiempo los enlaces entre nodos eran por red telefónica conmutada, por lo que las interconexiones se simplificaban mucho.
- La segunda ventaja era que se diseñó de forma que las tarjetas eran autoconfigurables, y un mecánico, que era un técnico que en datos no tenía demasiados conocimientos o ninguno, pero si del conocimiento de las redes telefónicas, colocaba la tarjeta en cualquier ranura y no tenía que conocer ni el nodo, ni nada y conectaba una red, cambiaba una, la ponía por otra y si se equivocaba el nodo se autoconfiguraba automáticamente y podía funcionar sin ningún tipo de problemas.

Esto hizo que algunos países se interesaran, y se vendieron los nodos Tesys y redes de paquetes en Canadá, en Noruega, y en algún otro país (en Canadá han estado funcionando hasta cerca del año 2000).

Hubo unos años de discusión de los protocolos, pero al final se decidió por el X.25 balanceado<sup>338</sup> (X.25 simétrico), que es lo que se utiliza hasta hoy con todos los cambios que haya podido haber. Que el camino de ida y el de vuelta en principio sean absolutamente iguales, que tengan la misma capacidad, la misma velocidad, la misma prioridad, etc.

Al principio funcionaba solamente en Francia y España ya que éramos los únicos que teníamos redes y a partir de aquí se acordó en todos los países.

En un principio la red tenía una mentalidad académica, era una red ARPA en el sentido clásico de la palabra.

Pero en el año 77 el protocolo X.25 se integró en el sistema Tesys y se creó la Red Iberpac que está funcionando actualmente.

---

<sup>338</sup> Hay que considerar que el primer desarrollo que se presentó era asimétrico.

Esta red podría tener la primera gran ventaja y esta era que, como teníamos centrales telefónicas en todo el territorio nacional, se podía poner un nodo en cualquier sitio y con el diseño que había de autoconfiguración de las tarjetas, si había una demanda suficientemente importante se montaba un nodo, e inmediatamente empezaba a funcionar, con la ventaja añadida que no había ningún problema de personal, que otros nodos podían tenerlos porque si necesitabas configurar o necesitabas establecer la conexión o necesitabas cualquier cosa similar tenías que tener personal allí. El personal telefónico que no tenía formación de datos era el que se ocupa de estos nodos y esta era una gran ventaja.

Los equipos Tesys eran un armario con su alimentación. Había el Tesys-1 y el Tesys-5, el Tesys-1 era el similar al concentrador Honeywell y el Tesys-5 era el conmutador que sustituya a los Univac, el conmutador principal, esto era en los años 75 al 80.

No salieron demasiado distantes uno de otro. Un Tesys-5 era Tesys-1 con más cosas.

### **¿Cuáles considera los hitos más importantes?**

Fundamentalmente en el año 71 se toma la decisión de crear una red de paquetes cien por ciento comercial en España.

Yo entiendo que es la creación de RSAN y los Tesys como creación de la RETD, ya que tenía capacidad de expansión, y su venta a países como Canadá y a Noruega, y demás, es decir una red que podía competir con cualquier otra red.

Evidentemente era la opción del X.25 y por lo tanto su universalidad, que al final se aceptó todo sin ningún tipo de problemas, porque era mayor la ventaja, ya que España tampoco era una potencia, ni científica ni comercial suficientemente grande para poder entender esto.

La relación con ARPA era muy estrecha, y con la adopción de X.25, y posteriormente la aparición del desarrollo del HTML o del TCP/IP, que estaban más sistematizado y más desarrollado que con el X.25, podemos decir que no fue una derrota fue prácticamente decir es mejor coger el carro ganador y a dejarnos de batallas, que después fue el ganador.

También aparecieron el Videotex, el Teletex, que nunca los desarrollamos ya que eran muertos, pero que de alguna forma se comercializaron por el Minitel, aunque por ejemplo el Minitel francés era un ejemplo a no seguir, pero tuvo una gran influencia comercial en los desarrollos de las empresas de telecomunicaciones, quizás en mi opinión ahí hay un enfrentamiento en el que, el ganador es absolutamente lógico, y es



el desarrollo entre la normativa burocrática de las telecomunicaciones de Europa occidental en los años 70, y los monopolios establecidos.

Cuando aparece el TCP/IP, el HTML, etcétera, o sea, cuando aparece Internet de alguna forma, el desarrollo se pierde por parte de las telecomunicaciones y son los propios usuarios los que desarrollan la red, los que desarrollan hacia dónde va la red.

El hito fundamental es la aparición en las empresas de telecomunicación que se diluyen, y no son más que camiones que transportan los paquetes de un lado a otro y lo que hay dentro, cómo funciona, cómo se desarrolla, como se incrementa o se decremента, es un tema del que tienen poco que decir y muy poco donde actuar.

Con esto ha habido un cambio absoluto y es la pérdida del control de las empresas de comunicación en este sentido, y luego la liberalización de las telecomunicaciones, la aparición de nuevos competidores y nuevos servicios, es quizás hacia donde Internet lógicamente irá en el futuro, es decir las empresas de telecomunicaciones serán puros transportistas y lo que se desarrolle y como se desarrolle, etcétera tendrán muy poco que decir en ellos, serán los propios usuarios los que desarrollarán las aplicaciones de las que algunas tendrán éxito y otras morirán.

### **¿Tuviste varios papeles curiosos?**

Tuve varios papeles quizás curiosamente pienso, que el que más era de Eurodata.

Yo era el representante de Eurodata que firmé la creación, y fue la primera vez, en mi opinión que las empresas monopolísticas de telecomunicación de Europa Occidental, empezaron a tener una visión no monopolística, y empezaron adaptarse a las necesidades del mercado, y a crear necesidades del mercado de alguna manera, quiere decir que si no hubiera existido Eurodata yo estoy seguro que Internet hubiera tardado mucho más, porque ahí se crearon las bases para que las empresas de telecomunicaciones pudieran aceptar cosas que eran rigurosamente enmarcadas, selladas, etcétera.

### **¿De qué te sientes más orgulloso?**

En lo que denotaba en la CNT<sup>339</sup>, esto era la parte más importante y el posible conocimiento de la red para el resto de Europa y del mundo, que pudimos tener en ellos, quizás de lo que me siento más más orgulloso, es decir yo tengo la propia red y que pueden ustedes venir a ver cómo funciona y cuenten ustedes que pueden ver como los

---

<sup>339</sup> CNT: Comisión Nacional de Telecomunicaciones.

paquetes van de un lado para otro y cómo se conectan y como se agrupan y se dejan de reagrupar.

### **¿Hubo relación con personal académico?**

Creo que hubo relación y luego a personas que tuvieron relación, pero no recuerdo cuanto por ciento, una visita más o menos institucional o formal yo no recuerdo si hubo algo, pero no lo sé la verdad.

En aquellos años mi actividad era fundamentalmente internacional porque mi función era hacer conocer esto, al resto del mundo. Hubo años en los cuales yo hacía 70 viajes internacionales al año, lo cual significa si quitas vacaciones navidades y demás significa dos o tres viajes a la semana, esto era en 1973 cuando se creó Eurodata y cuando empezamos en 1973 hasta 1977-78 después también, pero con otro ritmo.

Hicimos un viaje a Estados Unidos con gente de Standard, fundamentalmente de Standard Eléctrica, entonces no recuerdo el año, pero estábamos Julio Lasheras, Ricardo Salvador, que este año que venía de trabajar en Estados Unidos, que era un entusiasta yo creo que era el mayor visionario, si alguien pudo ver Internet en los principios antes de que existiera Internet, este era Ricardo.

Hicimos un viaje a Seattle donde había un piloto de terminales punto de venta con teléfono y yo metí un par de datáfonos en mi maleta, terminales de punto de venta para probarlo. Entraron en España en mi maleta, no recuerdo el año.

En el mismo viaje fuimos a ver un nodo Datafax en Nuark. Se compró y montó el servicio Datafax en Ríos Rosas y explotó, pero como no había tenido ningún éxito en ya no se volvió a montar a través de la red de datos.

### **¿Quiénes fueron las personas clave en el desarrollo de Internet y de esta red pionera?**

Yo creo que la primera persona fue Ignacio Vido Rosal, que fue la persona que aglutinó a todas las personas tanto de dentro como de fuera de Telefónica, creó la estructura necesaria para la creación de las redes de paquetes.

Dentro de Telefónica Jesús Manjarrés el director del servicio de transmisión de datos en el año 1971, y Manuel Montero del Pino, digamos que este último era de alguna forma el técnico pensante y técnico práctico era Manjarrés.

Luego en el gran empuje comercial y de visión, estaba José Miguel Arriola, Juan Barreiro, Jesús Martín Tardío, yo creo que este es el núcleo fundamental, después están

Carlos Martínez Cruz y Francisco Puig, pero yo creo que estas personas efectúan el desarrollo.

Desde el punto de vista practicó con Barreiro y en alguna que se crearon con estos Emilio Manso, José Miguel Jiménez, yo creo que estas son las personas clave en el desarrollo de la red.

### **¿Acciones anecdóticas que pudieran ocurrir?**

La situación más anecdótica más crítica creo que fue a principios de los 80 (se puede localizar en Internet), porque fue la explosión de una bomba de ETA en la central telefónica de Ríos Rosas donde existía el único nodo de paquetes en España, solo había un cliente que era Banesto.

Era un nodo único con muchos concentradores, conectados formando una estrella, había una sola CPU en el nodo central pero muchos terminales.

La conmutación tanto de los terminales con el nodo, como de los terminales con otros terminales, iban del terminal a un concentrador y del concentrador al centro de conmutación, ahí se conmutaba y se enviaba donde tendrían que ir, a la propia CPU o a otros conmutadores.

Era el único nodo, porque era muy al principio, pudo ser antes de los años 80 y ETA puso una bomba y el nodo se partió completamente aparte de otros servicios, como un PDP de servicio de protección de vuelos entre otros.

Nos pilló yendo a Paris a dar una charla sobre la red y tuvimos que improvisar como resolverlo, pero se resolvió muy rápido, al final hubo un modo que pudo venir inmediatamente y en pocas semanas estuvo en funcionamiento, mientras tanto como había pocos usuarios, se dio el servicio por comunicación punto a punto.

La presentación la cambiamos en el hotel, estuvimos dibujando teniendo en cuenta que no todo el mundo entendía el concepto de los paquetes, entonces los paquetes los representamos como los burros españoles llevando alforjas y cada alforja era un paquete y entonces cuando llegaba al destino se reconocía la cabecera, si había llegado bien y si había llegado mal se tenía que pedir repetición del paquete, y se representó una bomba, pero que la comunicación continuaba.

Por cierto, tuvimos un gran éxito, ya que los franceses sí que lo entendían, pero fue la primera vez que, después de la conferencia al personal de PTT's nos hicieron preguntas inteligentes y decían lo que tenían que decir.

La anécdota más curiosa es que explicábamos una red que no sabíamos si iba o no a continuar en este momento, que no existía y no sabíamos lo que iba a pasar.

El concepto de paquetes era un concepto revolucionario, si se piensa en el sentido de propiedad de las empresas de comunicaciones que existían en este momento, tuve el proyecto paquetes en un contexto en el cual una determinada información se troceaba, se le ponía no sé qué, y llegaba a su destino, era un concepto difícil de entender para todos.

Era un concepto totalmente distinto respecto al concepto de la línea punto a punto que llegaba de un extremo a otro y enviaba toda la información como tenía que llegar, una cosa detrás de otra toda ordenada y toda bien preparada.

Este era el concepto y era muy difícil de entender y quizás más que para los clientes que tuvieron problemas, entre otras las propias PTT's. Hubo muchos problemas para entenderlo.

Internet ha creado la red donde los propietarios de la red cada vez tienen menos propiedad sobre lo que se transmite sobre ella y son los propios usuarios, los propios desarrolladores de las aplicaciones, los que van a hacer el camino, lo único que las comunicaciones van a indicar, es que una cosa va a llegar de un punto a otro de forma segura, pero lo que llegue y figure por ahí cada vez dependerá menos de la transmisión, que del tipo de información que lleva, dependerá mucho más de los propios usuarios y desarrolladores de aplicaciones, que quizás hasta ahora.

Últimamente se han dormido en los laureles y tampoco han tenido un desarrollo espectacular, es decir, si pensamos cualquier aplicación de las que llevan 6 u 8 años la mayoría siguen prácticamente igual, no ha habido grandes aplicaciones.

El nivel 7 de la ISO es quizás el que queda de la ISO para que despegue, este será el gran salto que no sé muy bien cuándo ni cómo, no lo sé, pero siempre hay restricciones y ciertos países que intentan poner trabas.

Ahí hay una lucha, que a mí me recuerda mucho a la lucha de los 70, cuando la aparición de los paquetes, y la situación actual en de ciertos aspectos me lo recuerda bastante, es decir intentar controlar lo que de alguna forma es incontrolable.

Primero era una guerra económica, es decir que un circuito punto a punto era más caro que la conexión de un terminal a través de Internet, es decir el que las PTT'S de los diferentes países cobraba mucho más con los circuitos punto a punto, que con una conexión a la entrada de la red de turno.

Quizás tanto ARPA como Telefónica, sin duda ninguna, tuvieron la visión de que preferíamos un poquito de un universo mucho mayor, que tratar de asegurar.

Si no lo hubiera hecho Telefónica la red de paquetes se hubiera desarrollado como redes privadas propietarias y la hubieran podido desarrollar ellos mismos en principio con su propio protocolo.

Telefónica pudiendo haber sido la apertura en la época política cerrada que había en aquellos tiempos, se volvió al X.25 y otra vez a la vida de monopolio con el libro blanco, el libro verde, etcétera cerrando así la posible apertura.

### **¿Ve alguna tendencia tecnológica?**

Quizás el desarrollo de los protocolos y una mayor libertad. No creo que ninguna entidad, sinceramente las de las empresas propietarias de las redes de paquetes tengan en este momento en mente un desarrollo filosófico de algo diferente o algo más profundo, no tengo constancia, ni creo que existan indicios.

### 8.13.3 Entrevista al Sr. Santiago Herrera de la Rosa

Estamos en Pozuelo de Alarcón Madrid 24 de noviembre del año 2000

Santiago Herrera de la Rosa nació el 15 de octubre de 1936 en Melilla (España). (Herrera, 1/4, 2015) (Herrera, 2/4, 2015) (Herrera, 3/4, 2015) (Herrera, 4/4, 2015).



#### ¿Qué estudiaste?

Yo estudié, en una escuela y un colegio y en el año 1956 ya me trasladé a Madrid para estudiar, pero como tenía una beca me dediqué a presentarme a casi todas las ingenierías para foguearme y finalmente elegí la ingeniería de telecomunicación.

Terminé telecos, pero ya en quinto año de la carrera entre en Telefónica como becario e hice el doctorado, que por aquel entonces no eran dos años, era un proyecto, es como una tesis que precisamente fue sobre la red, no de la red de datos de Telefónica, sino de otras.

También hice otros cursos, uno de acústica y electroacústica en detecciones científicas, otro de telecomunicaciones espaciales y uno de electrónica que no terminé porque ya tuve que entrar ya a trabajar, no ya como becario sino como empleado en Telefónica en setiembre de 1964, en el año 1963 estuve el año entero de becario y terminé la carrera en el 1964, entre en Telefónica como ingeniero en Madrid.

#### ¿Cuál fue tu primer contacto con el ordenador?

El primer contacto fue un curso de tres meses que hice en Londres para instalación, operación y mantenimiento de unos ordenadores los PDP<sup>340</sup> que estaban programados entonces, por Standard Electric, esto era para llevarlos a España para formar parte de una red, que es la red de AFTN<sup>341</sup>.

Una red de ASYT<sup>342</sup>, que no puede morir, y sigue existiendo como conmutación de mensajes entre organismos de aviación civil (comunicación por ejemplo de mensajes del estado del aeropuerto, no de los pasajes sino de la parte más interna institucional) y

---

<sup>340</sup> PDP: Termino perteneciente a una serie de computadoras fabricadas por la empresa Digital Equipment Corp. en las décadas de 1970 a 1980.

<sup>341</sup> AFTN: Aeronautical Fixed Telecommunications Network, es una red internacional de telecomunicaciones que se utiliza para intercambiar mensajes e información relacionada con el tráfico aéreo.

<sup>342</sup> ASYT: Aeronautical System Telecommunication.

este centro de red, del que formaba parte España, estaba conectado con Marruecos, Francia, Italia, y parte de la red mundial, sustituía a una red de cinta que existía (cinta cortada/cinta perforada (cinta cortada viene de que se corta de un teletipo y se pone en otro).

Esto era en 1966 de octubre a diciembre. Eran los primeros ordenadores con circuito integrado con 64K de memoria. Eran dos ordenadores duplicados totalmente con un sistema de bus de switch-dock que tenía su memoria de tambor, memoria de cinta, pero su entrada real era por cinta perforada de papel.

Esto estuvo funcionando durante años y lo sustituí yo por un Philips DS714<sup>343</sup> y todavía seguirá funcionando, ya que forma parte de un taxport que es el que envía las justificaciones (norma OAC<sup>344</sup>).

Todo esto, las especificaciones y como se hacían las cabeceras, me ha servido todo para después, en la parte de la red de datos.

### **¿Cuál ha sido el contacto con las redes de ordenadores relacionadas con Internet, la red ArpaNet, etc.?**

En 1970 me llamaron para trabajar dentro de la misma sección donde estaba, bajo la dirección, en principio, de José Luis de Urquijo de la Fuente, que era el secretario general de Telefónica.

Esto era, porqué los Bancos, nuestros grandes clientes, estaban empezando con su teleproceso, algunos lo tenían más desarrollado, pero siempre normalmente con circuitos punto a punto, y uno de ellos, podíamos decir, el más pionero, era el Banco Español de Crédito (BANESTO), que pidió a José Luis de Urquijo que le solucionara el problema económico que representaba el alquilar los circuitos, y entonces fue cuando se pensó en qué solución podría haber (el coste era del orden de 5 a 6 millones de pesetas mensuales).

Eran líneas punto a punto, pero lo curioso es que los terminales de aquel entonces eran terminales de baja velocidad, y además no muy inteligentes (NCR270<sup>345</sup> tenía 200 baudios y IBM 2740<sup>346</sup> tenía 134.5 baudios).

---

<sup>343</sup> Philips DS714: Fue una computadora de conmutación de mensajes.

<sup>344</sup> OAC: Organización de la Aviación Civil.

<sup>345</sup> NCR 270: Fue el primer terminal financiero por medio del que se conectaban los bancos y las cajas de ahorro de España, en línea, con su centro de datos del ordenador central a través de líneas telefónicas.

<sup>346</sup> IBM 2740/41: Eran terminales de máquina de escribir Selectric que se conectaban de manera remota con líneas alquiladas o conmutadas con un ordenador central.

El problema era que los terminales bancarios que estaban en las sucursales se conectaban con el centro de proceso de datos, la topología en principio era una estrella, pero era muy cara, los Bancos no habían pensado en su momento en desarrollar algún sistema intermedio ni nada, la petición a los superiores fue que solucionáramos el problema económico y entonces se hablaba de una red, pero entonces no se podía solucionar el problema económico, llegando a la premisa que consistía, *“o lo quitas o bajas el precio”*.

Los circuitos punto a punto no eran circuitos telefónicos, porque el circuito telefónico es muy caro y nosotros, como eran de bajas velocidades lo establecimos fundamentalmente con circuitos telegráficos, para lo cual tuvimos que hacer un pequeño invento, el adaptador de interfaz telegráfica, que lo que hacía era que, como todos estos terminales su interfaz, era el V.24, pero que para la telegrafía no funcionaba nada porque es  $\pm 60$  voltios, lo que hicimos fue un interfaz, que se adaptó a los terminales para punto a punto con el fin de conectar a la red.

Este sistema de utilizar los circuitos telegráficos fue utilizado durante mucho tiempo, la razón es que por un canal telefónico van 12 canales telegráficos, los telegráficos eran múltiples. Así Telefónica ganaba más y el cliente pagaba menos y así se solucionaban ambas cosas en su conjunto.

Esté interfaz se utilizó primero para NCR 270, y como no creían que funcionase la tuvimos que llevar a Bruselas para que lo homologara NCR. La primera vez que fue al revés que Telefónica no obliga a homologar los equipos y son los suministradores los que obligan a homologar el terminal. Este lo diseñó Francisco Puig con alguien que estaba conmigo junto con la empresa Sintel.

El director general te encarga hacer algo para reducir costes, esto me lo encargaron a mí, que me encargaban las cosas raras, esto debía ser porque tenía algún conocimiento de inglés y por eso me llevaron a Londres.

Entonces se decidió hacer algo, pero con prisa, nada de una red piloto y estudiarla. Lo que encargaron era la realización de una red nueva en octubre y en marzo-abril tenía que estar funcionando, luego se retrasó un poco, pero no tanto, y lo primero que hubo que ver, es cómo y con qué equipos se hace esto.

En realidad, lo primero que debería haber sido, es hacer las especificaciones de la red, pero como los equipos tardaban tiempo, lo primero fueron los equipos así que formamos parte de un grupo de 5 o 6 personas para elegir los ordenadores y concentradores.



Los ordenadores que se eligieron fueron los Univac 418-II en su momento, y luego el Univac 418-III, y como concentradores los Honeywell-316 y luego fue el Honeywell-716. Al mismo tiempo hubo que hacer las especificaciones de los paquetes que en aquel entonces los llamé “bloques”, en vez de paquetes de información, la palabra paquetes no se me ocurrió.

Entonces me quitaron de todo tipo de trabajo y me sentaron en una habitación de la calle Muñoz Torrero, habitación en un piso con una persona de Univac y una persona de IBM que se llevaban bien, pero como las dos compañías eran de una competencia brutal cada uno pretendía llevar las cosas a su empresa.

IBM era el mayor suministrador de ordenadores de los Bancos y de terminales compatibles, por lo que había que soportarlo, sino hubiera sido inviable la red. Estos terminales eran los que había y otros terminales como vinieron después eran del mismo tipo.

El tema es que la inteligencia tenía que estar en la red, en los terminales no había inteligencia, justo al revés de lo que tenemos ahora que la inteligencia está en los terminales y no en la red.

La red tenía que conectarse con los centros de teleproceso y tenía que conectarse con los terminales y soportar, en todo el sentido de la palabra, a los terminales.

Es más, recuerdo que, para uno de los terminales, el IBM 2740, la red tenía que entender mediante un bit que tenía que pasar de minúsculas a mayúsculas, eso requería mucho software en los extremos, en los concentradores eso afortunadamente ya no es, ya que la memoria se ha trasladado a la periferia.

A partir de ahí pues ya empezamos los tres a elucubrar, y esa era mi duda yo había creado la red de acuerdo con este esquema:

- Los terminales iban a los concentradores, los concentradores iban a los nodos, y a los centros de conmutación.
- Eran cuatro niveles:
  - El primer nivel era la red de bajo nivel, que era todo telegráfica para los terminales.
  - El segundo nivel que también llamamos nivel medio la de los concentradores que estaban en los centros de Telefónica.
  - El tercer nivel el de los nodos que también estaban situados en centros de Telefónica (el primero en la central de Velázquez).

- El cuarto nivel el de los centros de cálculo de los abonados/Bancos estaban los centros de teleproceso que son los que tenían que conectarse con los terminales a través de la red.

Banesto tenía dos centros de teleproceso uno en Madrid que era Univac y otro en Santander que era IBM, también tenía uno de repuesto en Medina del Campo, que era Univac, que también teníamos que conectarlo a través de circuitos punto a punto y que era de reserva, es muy curioso porque estaba en el medio.

En todo esto hay que considerar que el abonado es el cliente. Se llamaba abonado porque era el sufridor, el que paga, etc. ya que se tardaba unos años a poner el teléfono.

En los circuitos no había contrato era la cesión de un circuito. Esto era en los años 70.

### **¿Cómo se empieza?**

Se formó un grupo de programación con personas que acababan de entrar en proceso de datos de Telefónica, pero se formó un grupo de 8 o 10 personas dirigido por Tomás de Castro, que ha sido uno de los pioneros de esto.

Hay que tener en cuenta que la programación era muy difícil, porque como había que adaptar unos ordenadores de propósito general a una red de conmutación de bloques con otras especificaciones y la programación se hacía casi a lenguaje máquina.

### **¿El concepto de conmutación de bloques como aparece?**

Tomé la idea de la red AFTN, que era red de almacenamiento y retransmisión de mensajes telegráficos de teletipos, pero con unas normas Stone and Pull con unas normas OAC la organización interna la ICAO·OAC<sup>347</sup>, ya que esta red existía desde que se hicieron los aeropuertos.

El primer nombre de la red es Red de Conmutación de Bloques, el nombre RETD (Red Española de Transmisión de Datos), pero en realidad era de transmisión de bloques, no de bloques de datos, la palabra conmutación salió después y la palabra paquete también.

El jefe de sección era Jesús Manjarrés Hurtado, y la sección se llamaba impulsos, porque es un nombre muy útil porque lo mismo llevaba telegrafía, que eran impulsos, lo mismo llevaba transmisión de datos que también eran impulsos, y lo mismo la

---

<sup>347</sup> ICAO·OAC: International Civil Aviation Organization/Organización de la Aviación Civil.

señalización de las centrales telefónicas, la señalización por canal aparte, no la señalización por canal propio, que fue una cuestión posterior.

La sección llevaba todo lo que eran impulsos y el jefe fue el que me metió en este lío.

A mí me hubiera gustado haber contactado con ARPA. Intenté contactar con el National Physical laboratory de Londres, porque yo estaba suscrito a revistas científicas desde muchos años, todo el tiempo en la escuela y por allí con esta idea me salió algo.

Es evidente que me ayudaron, a pesar de la tensión entre ellos el personal de Univac y el de IBM, me ayudaron. Éramos tres personas más Davis, con él directamente no pude contactar y mi jefe me dijo que le mandara una carta y yo le mandé una carta y muy inglés me contestaron diciendo que era una red con un cierto tipo de control de destino, aunque creo que tampoco querrían revelar nada.

Lo que escribí yo era referente a si faltaba algún bit en la cabecera, pero estábamos preocupados por el control de la red, y supongo que en ARPA lo más importante era el control de la red. Pero con ARPA no pudimos contactar.

Hay que tener en cuenta que a mi jefe viajar no le gustaba ni en vacaciones, aun así, tuvimos que viajar y hemos dado la vuelta al mundo en una reunión que tuvimos en Australia, con el Australian Post Office, que tenía una red de conmutación de mensaje empezando, cuando estábamos nosotros funcionando, luego esa red desapareció. Esa red no llegó a existir porque ellos si hacían almacenamiento y retransmisión. Nosotros hacíamos algo de almacenamiento y retransmisión, pero no controlando todo el mensaje, puesto que esto gastaba mucho.

Tenían una red con cinco Univac 418-II lo mismo que el nuestro y allí tenían unos problemas más serios que nosotros entre IBM y Univac (según comentaron en la reunión que tuvimos, en las reuniones técnicas anteriores iban con un abogado).

Se empieza sin ayuda de nadie, pero había la exigencia de que tenía que estar, tenían prisa porque, además había un Banco que era el Central, que ya tenía bastante red de punto a punto, y aunque este en principio, no parecía estar interesado, luego entró como todos.

Posteriormente en el desarrollo entró el grupo de especificaciones con Julio Lasheras, Francisco Puig, Luis Lavandera y otros. De aquí surgieron las primeras especificaciones que el grupo de programación lo puso en marcha y se inauguró el 30 de julio de 1971.

## ¿Si en la carrera no te explicaron nada, como decides que la comunicación ha de ser en bloques?

Yo veía en otras redes que había cabeceras y mensajes, que tenían que ir de un sitio a otro, algo había visto en las revistas científicas, no había una red de PDP<sup>348</sup>, eran las especificaciones del PDP las que se programaban, y en esta red había cabeceras, formatos, y de ahí se sacó lo que pudimos. También había grupos formados por Univac y IBM que conocían las otras tecnologías. Telefónica no tuvo una relación directa ni con ARPA, ni con los ingleses, pero IBM y Univac, fundamentalmente Univac sí que conocía el aprovechamiento de la red.

A partir de aquí se logran hacer las especificaciones y hay un equipo de programación que empieza a implementarlas, esto fue desde el principio, es más en la habitación del piso, también estaba Tomas Castro.

Esto fue a finales del 1969 y hasta medianos del año 1970, o sea un año y medio, y los ordenadores tardaron seis meses, y aunque teníamos previsto ponerlo en marzo del año siguiente, llegó hasta un año más por allá del 1971, que únicamente se terminó el de Banesto.

El tema está en que la diferencia con la tensión que había entre IBM y Univac era precisamente también porque Univac era partidaria del futuro full dúplex y IBM con su 2740 era partidaria del semidúplex. El sistema tuvo que soportar los dos, con lo que la red era muy robusta ya que lo soportaba todo.

Teóricamente tenían que soportar todos los terminales, menos mal que esto no proliferó tanto, pues era más difícil soportar, que conmutar y comunicar.

Entonces ya tenemos software y los ordenadores, y se diseña la primera versión solo para el terminal NCR 270 y el IBM 2740 aunque también la soportaba, al principio no se implementa.

El 17 de noviembre del 1971 se inaugura con el ministro Garicano Goñi<sup>349</sup>, en este día también se le presentó al ministro el sistema de tarificación internacional de telefonía y se le presentaron unos circuitos punto a punto, producto que iban a la Luna a través de NASA enseñándole el terminal, y explicando historias para que quedara bien aquello, cosas que no servían para nada.

---

<sup>348</sup> PDP: Packet Data Protocol.

<sup>349</sup> En la inauguración el ministro pronunció la siguiente frase que se ha hecho famosa: *“Yo no sé muy bien para que sirve esto, pero si es para el bien de los españoles, queda inaugurado”*.

El hecho es que quedó inaugurado, pero lo que le impactó mucho fue la tarificación internacional porque entre los clientes que lo usaban apareció su hijo hablando por teléfono, aunque no tenga nada que ver con la red.

En este momento la organización Telefónica cambia, los equipos Univac siguen como nodos de la red y se crea la División de Informática dirigido por Marta Guillem, esto era un cambio absoluto de la mentalidad. La sección de impulsos dirigido por Jesús Manjarrés se integra creando el modo de la División de Informática y se crean una serie de Direcciones diferentes una de las cuales es dirigida por Jesús Manjarrés y con el subdirector Santiago Herrera, se crea para todo aquello que es transmisión de datos, circuitos punto a punto (la red de circuitos de impulsos), la red de paquetes y la creación de nuevos servicios.

La creación de esta red fue la gran revolución con la diferencia fundamental con el modo tradicional de trabajar en Telefónica, era un Product Center, era un centro de beneficio propio para crear todo lo que fuera de transmisión de datos.

Esta dirección tenía una ventaja, que era gente nueva dedicada, no ya antiguos como nosotros, pero con un departamento comercial, un departamento administrativo, pero con sueldos propios, con el nivel de Telefónica, es decir que no era una red con personal propio o contratado ni separado, era un centro propio pero integrado en Telefónica, eso era bueno por un lado, por la posibilidad de hacer un desarrollo más agresivo, más mirando al futuro en el que Telefónica normaliza, y un gran problema precisamente por la diferencia y la tensión, porque introducía personal, y sobre todo cuando se introdujeron delegados regionales o directores regionales que llevaban una región, pero tenían incluso más sueldo que los propios directores provinciales que llevaban toda la telefonía, es decir ahí había una tensión que luego pasó factura.

Había en el centro, sur y canarias, Domingo Soto, en Bilbao, Valverde, en Barcelona, Teira, y Velardez. Hubo una serie de reformas y toda la Telefónica quedaba dividida territorialmente en tres áreas, con una organización superpuesta con la propia organización de Telefónica creando problemas, dando la posibilidad de trabajar de una forma mucho más agresiva previa al mercado.

Para mantener la red y para operar, porque había nodos y estaban previsto más nodos y concentradores en diferentes puntos de España, se creó un tipo de operador, le llamamos operador informático, y que se diferenciaba del operador normal de transmisión que era el operador técnico y ahí hubo sus más y menos, puesto que estos estaban situados dentro de la central de Telefónica como en otra empresa, pero que nunca lo ha sido.

El operador informático era asimilado como el operador de transmisión, que eran técnicos, sus jefes eran los encargados de la central y existía una gratificación para los jefes de los concentradores y jefes de centros de conmutación.

Todo el personal era de Telefónica a efectos administrativos y de allí venían todas las tensiones, y esto fue lo que pasó factura a la División. Yo como había estado en transmisión y era el más antiguo, era el encargado para relacionarme con la Telefónica profunda, para ver cómo solucionar los problemas que iban surgiendo. Manjarrés se dedicaba a la unión entre los diferentes directores de la División.

### **¿Cuándo aparece el nombre de Iberpac?**

Lo cambio Arriola que era director de marketing, aquí también aparece otra persona, Juan Jesús Martín Carricero, entre ellos tengo una anécdota de cuando estaba en Londres, que luego comentamos.

El *récord* viene que Manjarrés me encargo un nombre para la RETD y se me ocurrió RECORD (Red Española de Conmutación y Retransmisión de Datos) y Manjarrés, como era muy expresivo me echó un chorro gordo porque no quería una red que tuviera un nombre que significan algo, pero yo creía que era muy bonito de significan algo, *récord* *batir*, un *récord*, y cuando nos reunimos los tres países pues preguntaron por un nombre y se me ocurrió dar este RECORD (Red Europea de Conmutación y Retransmisión de Datos), cambie la "e", española por europea que también tenía otra ventaja, que en francés, en español y en italiano son las mismas siglas, y en inglés no leen por lo que no prosperó, pero la red estuvo a punto de ser utilizada por la red interbancaria que todavía existe, la red de compensación, es la red que compensan cheques, pero era una red que teníamos en un ordenador, un concentrador de la red en Telefónica que estaba cerrado con llave y no se podía abrir, tenían que venir ya que era la red de compensación bancaria.

### **¿De que estas más orgulloso?**

Yo con lo que estoy más orgulloso es que con una ayuda, pude desarrollar unas especificaciones partiendo de casi nada.

Yo creo que este es el logro del que estoy más orgulloso, como persona, el haber podido formar parte de un grupo muy avanzado, más que técnicamente, muy avanzado mentalmente, tanto en el aspecto técnico como en el aspecto comercial, y al haber pertenecido a la División de Informática, para mí, ha sido un punto clave, aunque finalmente la División se integró en Telefónica y desapareció.

Tomás Castro creó un grupo del que fue su director con Manjarrés, el grupo de programación, pero tenía yo una sección que era la de Eduardo Martínez Córdoba que tenía personas como María Dolores Burgos y Aranda, que hicieron una cosa muy importante, desarrollaron un tema muy interesante como los módems en tarjeta.

El desarrollo de los módem de tarjeta lo desarrollaron estas personas de mi sección, desarrollaron unas especificaciones para módem en tarjeta de forma que pudiéramos intercambiar la tarjeta de los módem de distintos fabricantes con una alimentación independiente, hasta le informamos el color, tanto que vinieron de ITT a verlo y además lo quiso comprar el British Posted, fue Manjarrés y Arriola a Londres y fue cuando no se pusieron de acuerdo con el precio por una diferencia muy pequeña entre otras cosas, pues en la División se pretendía ganar dinero con ello pero lo que deberíamos de haber pretendido nosotros es no ganar dinero sino que lo ganaran los fabricantes, bueno pues aquello fracasó por eso, pero eso se ha extendido mucho en Telefónica.

La anécdota viene porque allí teníamos una persona gruesa, (un obelix), que al principio iba con pistola ya que había sido amenazado por ETA, pues era de la anti ETA y estaba con la más buena persona del mundo, Eduardo Martínez, se lo vendimos que era una buena persona, pero ojo venía aquí todo descamisado y al principio con pistola después ya no le dejaron.

Otra contribución fue desarrollar las especificaciones de los módems con tarjetas.

Yo he tenido mucha inquietud en intentar mejorar las cosas que se estaban haciéndolo por la rutina establecida, por ejemplo para los circuitos de transmisión de datos desarrollamos un equipo, que era el PDCD, que se ha instalado mucho y que facilitaba las pruebas en el probador a distancia de circuitos de datos, además tenía la ventaja, que estuve totalmente de acuerdo con Julio Linares, que fue un equipo que se desarrolló con las especificaciones nuestras junto con Telettra y este ha estado funcionando mucho. Se pudo exportar a varios países entre ellos a Brasil.

## **¿Qué personas claves consideras que han influido en el desarrollo de la red dentro de Telefónica?**

Es muy difícil decir personas, en Telefónica son las que he comentado, considerando un repaso rápido podemos considerar en el grupo de especificaciones a Paco Puig (que estaba no solo en el grupo de especificaciones, sino también en el de desarrollo), Julio Lasheras, el jefe del grupo de especificaciones, Luis Lavandera, el grupo de programación de Tomás Castro que se dedicaba a estudiar desde el punto de vista de software, se dedicaba exclusivamente a estudiar los problemas con los ordenadores de

la red. Carlos Martínez Pérez que hizo fabricar, en vez de los Univac 418 armados con Honeywell, los Univac 418 con tres front-end y dos nodos de conmutación.

Desde el punto de vista comercial y desde el punto de vista técnico, fuera de Telefónica había distintas personas y las Universidades con los que la relación, aunque fuera amistosa no existía.

Con las Universidad ni nosotros ni ellos nos pudimos aprovechar ya que íbamos de forma independiente, actualmente hay mucha más relación.

En el desarrollo de la red de datos de Telefónica no existía ningún punto subcontratado, ni hablado, ni desarrollado, ni consensuado con nadie de las Universidades, eran mundos totalmente distintos, no existía ninguna relación cosa que no deja de ser extraña.

En reuniones con organismos internacionales, fundamentalmente de la documentación de la X.25 estaba hecha en ámbitos universitarios, pero en España jamás hubo una relación con la universidad ni siquiera pensamos en ella.

### **¿Qué anécdotas?**

Referentes a mi vida, no a la red, hay algunas curiosas. Una de ellas es que primero contratamos los ordenadores y luego a hacer las especificaciones.

Otra es la primera visita a Moscú (Rusia) que luego fueron otros, fue que Ignacio Vidaurrázaga, que era muy lanzado y se quería expandir y conquistó al presidente de Telefónica Sr. Allende y García-Baxter para ir a Rusia a vender, pero en aquel entonces no se podía ir a la Unión Soviética desde España por el régimen político que había, pero también porque había solo dos empresas que tenían línea comercial, los Garrigues Walker y otras, y teníamos que ir a través de ellos. Fuimos en esta visita el presidente Allende, por orden de jerarquía, Ignacio Vidaurrázaga, Arriola, Yo, y tomas Castro. Fuimos juntos con otros que vendían vino y zapatos allí en Moscú, íbamos a través de ellos, ahora me suena difícilísimo pensándolo en la importancia que tenía Telefónica a nivel internacional. Fuimos a vender la red con ordenadores Honeywell sin haber comentado antes por el CoCom, supongo que, si lo hubiéramos discutido con los Estados Unidos, con el gobierno americano, no creo que te dejara el gobierno americano, visto esto por suerte no se vendió. El hecho es que se efectuó otro viaje en el que fueron Manjarrés, Castro y otros.

De la primera visita tengo otras anécdotas, por ejemplo, en el avión de Madrid a Moscú, nos hicieron esperar varias horas y nos enteramos de que habían introducido un empleado de la embajada, que lo habían cogido intentando hacer fotos de la base



americana de Torrejón. Cuando llegamos nos recibió un organismo, que no me acuerdo exactamente del nombre, pero era de coordinación a nivel político, el presidente de ese organismo se llamaba Mercader, si tú recuerdas, era el hermano de Ramón Mercader, que asesinó a León Trotsky y era el que nos recibía y el que nos introducía en los diferentes ministerios. Franco no lo permitió, pero como había dos líneas que permitían vender en alguna la ellas, una era la de los Garrigues Walker y la otra que no me acuerdo, eran dos conjuntos de empresas.

No vendimos nada ya que querían eran centralitas privadas para los hoteles, cosa que no habíamos ido a vender. Íbamos preparados para hacer presentaciones de la red, Tomás Castro, Yo, y Arriola, este llevaba un proyector de transparencias en la maleta por si acaso. Esto paso en 1975 (este fue un año muy curioso), fue cuando me nombraron capitán.

Este equipo nos recibió y después de las diversas reuniones tuvimos que informar. Al cabo de unos años Mercader, vino a dar unas charlas en el Colegio de Ingenieros, y yo estuve en la charla y le comenté que lo conocía ya que nos había recibido y había estado en el servicio (del que no me acuerdo el nombre), el me comentó: “a ese servicio no he estado yo y no ha existido en la Unión Soviética”.

Ha habido tres atentados, pero no los llamamos atentados, sino explosiones, y han sido dos a la red y una a la División.

- La primera en 1971 fue prácticamente después de haberlo inaugurado, teníamos muy pocos terminales en la central de Velázquez y fue un escape de agua que rompió una tubería del gas, y por las alcantarillas llegó a la galería de cables de la central de Telefónica, y los Univac que necesitaban este acceso para el acondicionamiento ya que requerían un aire acondicionado. El hecho es que fue una explosión seca sin llama, que me acuerdo que los Univac quedaron destrozados, pero al hacer poco que estaba inaugurado hubo muy poca afectación a los clientes.

Además, separado por una pared estaban los PDP de la red AFTN y estos no se destrozaron del todo porque tenían ruedas, y la onda expansiva los lanzó dejando de funcionar, además, estaba cerrado porque la operación era del ministerio y tenían una entrada aparte para el personal del ministerio, pero la operación técnica era de Telefónica.

Estos dejaron de funcionar, y hubo que volver inmediatamente a la red de cinta cortada, ya que aquello no podía dejar de funcionar, se tardó una noche, se habían estropeado los teletipos y el ministerio nos dejó 400 teletipos que

formaban parte de la reserva estratégica del ministerio de defensa, que todavía han existido hasta hace poco, y en entonces el personal compañero de Gabriel Alarcia que pertenecían a Entel y que sabía mucho de telegrafía y de cinta cortada fueron los que se dedicaron a hacer a mano, lo que lo que antes se hacía a mano pero con un volumen mucho mayor, con esto se estuvo varias semanas, más de un mes por lo menos.

Gabriel Alarcia estaba en Londres y le llamo Manjarrés para que consiguiera un ordenador similar al que había, aunque sea de segunda mano. Conseguimos uno en Belfast (Irlanda del Norte), que era de una empresa cinematográfica, empresas de fotografía y entonces mandamos a dos en un coche para traerse las unidades de tambor porque era lo que se había destrozado. Se ordenó traer y siguió funcionando.

- La segunda explosión fue en Ríos Rosas que fue en 1973 debido a un atentado de ETA, pero afortunadamente no llegó a destrozar los ordenadores, sino la interconexión de los cables de salida, que eso también nos costó trabajo, pero ya no fue lo mismo, un servicio que si quedo afectado fue el Datafax que era un ordenador que se compró en Estados Unidos y vendría a ser ahora como el Bureaux Fax, este desapareció, pero casi no había entrado en servicio y ya no se volvió a montar.
- La tercera explosión es la de la División de Informática que paso en 1983, ya se acabó la División de Informática, que entonces ya se llamaba Iberpac. El nodo era un Univac 418-III.

En todos los casos no se tuvo que volver a empezar la programación porque la programación sí que existía y lo único que había que hacer es comprar otro ordenador e instalar los programas que estaban en cinta magnética en Ríos Rosas, que se guardaban en una cámara especial para resistir fuego y explosiones.

Se habla con Fujitsu para crear una empresa mixta y se crearon diferentes terminales que se vendió a la caja postal de ahorros. También se barajó la posibilidad de fabricar ordenadores Fujitsu en España, la serie M y la serie S, estos ordenadores podían ser competitivos ya que eran copias de IBM, pero lo que realmente se creó, fueron los ordenadores con Secoinsa que se vendió a la caja postal de ahorros.

### **¿Cómo se ve el futuro de Internet?**

Yo creo que hay dos planteamientos de principio muy distintos. Internet era una red que en principio se creó para universidades y experimental, y en España no dio tiempo de ser experimental, en principio era una red para los bancos, que no quiere decir que

después no entrara todo. Pero, ¿qué hubiera ocurrido? no lo sé, pero ocurrió, que teniendo un sistema tan importante como era el Tesys-A y el Tesys-B, que no se llegó a implantar, y no se llegó a implantar por un problema teóricamente económico, es decir, porque se había empleado mucho dinero en desarrollarlo. Yo creo, que fue una mala visión económico-comercial que no fue comercial sino de alta dirección.

El Tesys-B ya fue desarrollado por la Telefónica profunda, que lo estaba desarrollando el CIES, la razón principal, pues yo estuve en la reunión, es que no se iba a recuperar el dinero invertido, pero bueno eso es una forma de hablar, puesto que ya se había invertido. Los equipos sí eran rentables y se podían exportar mucho. Esto dio lugar a que entonces entró Nortel a sustituir los Tesys.

A mi modo de ver, yo creo que fue una mala decisión, sobre todo, porque ya estábamos dentro de él y estamos introducidos.

Hay una curiosidad, que no es anécdota, y es que la primera vez que fuimos a Estados Unidos a hablar de la red que tengo, fue con Intel en el IntelCon mundial que se celebró en Atlanta en el año 1977, del cual por cierto es muy curioso, porque a mí me hicieron Chairman de un grupo que estaban los franceses, estaban empresas, para mí fue terrible porque mi inglés no era tan maravilloso como para poder presentar los oradores, siendo yo uno de ellos.

### 8.13.4 Entrevista al Sr. Vicente Gil

Hoy estamos en Madrid a 28 de junio de 2018 en España y vamos entrevistar a Vicente Gil. (Gil, 2018).



#### ¿Cuándo Naciste?

En Madrid en junio de 1944, o sea soy de la posguerra.

#### ¿Puedes hacernos con tres líneas un breve currículum?

Yo estudié el bachillerato en el colegio de los hermanos maristas en Madrid, y cuando terminé, yo tuve un momento en que me gustaba mucho hablar delante de la familia, que pensaban que este chico sería abogado y al final acabé haciendo ingeniero de telecomunicación por una razón, que lo digo con toda la humildad, que tiene mucho futuro esto de las telecomunicaciones, va a ser una cosa que va a haber trabajo, y así fue.

Me dirigí a estudiar ingeniero de telecomunicación por esos motivos, en aquel momento nosotros terminamos la carrera del año 1969, no había ningún problema de trabajo, tampoco había mucha oferta que era Telefónica, Standard Eléctrica, Ericsson, que llegó a España en 1970. Había el mercado para los ingenieros de telecomunicación, se estaba empezando.

Yo me presenté, con otros tres compañeros a Sitre, y su director general y dueño Francisco de la Vega, un hombre adelantado totalmente de su época, y que tuvo algo que ver, y yo diría que bastante, en su incorporación al proyecto Tesys, nos reunió en su despacho de la calle Antonio González Porras en Carabanchel, y nos dijo: *“Bueno yo no necesito que me expliquéis nada, solamente que sepáis que si os venís conmigo os voy a pagar mil pesetas más de lo que os pagaría Telefónica, hemos terminado la reunión, marcháis, os lo pensáis y me lo decís”*.

Salimos los tres absolutamente compungidos, éramos de la misma promoción, ¿qué hacemos? y ¿qué decimos?, pues yo le voy a decir que sí, pues yo también, pues yo también, total que al día siguiente llamamos por teléfono, cada uno por su lado, al señor de la Vega, que, de acuerdo con su propuesta, pues el día 1 de septiembre a trabajar. Esto era en agosto del 69, habíamos acabado la carrera en junio y así empezó.

Entonces Sitre quedará en los anales de la telecomunicación como una empresa española cien por cien, y una de las compañías que promovieron el desarrollo de la parte, digamos de la tecnología de nuestro sector, estableció un acuerdo con Telettra.

Telettra llega a España en el año 1969, fuimos los instaladores de los equipos que Telettra le vendía a Telefónica. Telettra fue el primer suministrador de equipo radio, radioenlaces y Sitre era el que instalaba estos equipos, también se estableció un acuerdo con Telenorma que era una compañía alemana para la venta de centralitas privadas digitales.

Entonces empezamos ahí, esto fue lo primero, después en el año 1971-1972, me mandaron a una filial de Sitre para dirigirla en el diseño y la fabricación de sistemas de alimentación ininterrumpida para la alimentación de ordenadores.

De Sitre me marché en el año 1984, y para mí se había caído el mundo, ya que desde el año 1969 al 1984, durante 15 años, y aquello no era como hoy de cambiarse de empresa, me marché después de una discusión con el presidente de la compañía.

A los dos meses estaba trabajando en Secoinsa y me mandaron a EEUU, para hacerme cargo de una pequeña compañía que Secoinsa, a través del instituto nacional de industria querían comprar, para tener una tecnología en Secoinsa, pero ya estaba en marcha todo el proceso de compra con Fujitsu.

En marzo de 1985 ya éramos Fujitsu España, y toda la aventura que yo había desarrollado en EEUU, Fujitsu dijo que no le interesaba, con lo cual otra historia que acabó en el Tribunal de la Haya, porque los americanos se cabrearon y denunciaron el tema.

Recuerdo una historia: Trabajamos con Baker Mckinsey y un despacho de abogados consultores, y un día me llama mi confidente, que estaba en San Francisco y yo en San José, dice: “¿qué vas a hacer hoy?”, le conteste como todos los días ir a Digital Power, que era la compañía donde trabajaba, y me dice: “no salgas de casa y vete preparándote para volver a España lo antes posible”.

Yo no salía de mi asombro, cogí el coche que me habían dado, tengo que hablar contigo, digo me voy a San Francisco, y le digo ¿me quieres explicar lo que me acabas de decir por teléfono?, y me dice que los americanos de la empresa, al cortar las relaciones estaban muy cabreados, dice que van a presentar denuncias, y tú eres el único representante aquí en EEUU, y no queremos que te pase nada. A las doce de la noche ese día por la diferencia horaria estaba hablando con el director general de Fujitsu España aquí, y le estaba contando lo que había pasado, quince días después estaba de regreso y ya no volví, y la denuncia se fue al Tribunal de la Haya.

Volví haciéndome cargo del sistema Tesys, ya desde Fujitsu, que éramos los fabricantes, y ahí estuve hasta el año 1990, que pasé dos años a Tandem Computers,

una empresa pequeña que luego fue comprada por Digital, y en el año 1992, en plena efervescencia de la nueva tecnología de datos que va a sustituir al Tesys, desarrollando toda una actividad con la Nortel Telecom que culmina en el año 2001, que es cuando me marché, esta ha sido mi trayectoria empresarial.

### **¿Recuerdas cuando tuviste un primer contacto con un ordenador?**

Lo estaba pensando, y si quieres que te sea sincero, desde luego no muy pronto, yo creo que fue ni tan siquiera en Fujitsu yo creo que fue en Digital, en Tandem Computers desde el año 1990, pero esto no quiere decir que no lo estuviera utilizando antes ni muchísimo menos.

### **¿Te acuerdas qué máquina era?**

Seguramente sería un Toshiba, pero no estoy muy seguro. El ordenador es una herramienta que no podemos poner ahora mismo en tela de juicio, pero a mí hay una cosa que me preocupa mucho que es el uso con las ventajas y los inconvenientes, y luego por otro lado hay otro tema que también me preocupa hoy en día, que es la aproximación que se haga de las tecnologías a la sociedad.

Ahora mismo estoy dando una mano a una abogada que está poniendo en marcha el instituto de innovación legal, que es el acercar la tecnología al mundo del derecho, ahora mismo hay palabras que nos llenan la boca a todos, como la digitalización, “*la cloud*”, no hablemos del Internet de las cosas, de la inteligencia artificial y yo siempre por poner un poco de crítica.

Nos salimos a la calle y preguntamos a la gente y les pongo siempre el ejemplo de *la cloud* pues: ¿sabe lo que es *la cloud* señor Arroyo?, ¿si está despejado hoy?

Yo creo que hay que hacer un esfuerzo muy importante en la tecnología, que no la voy a poner en tela de juicio en absoluto, pero ¿cómo contribuye a la riqueza y al bienestar del ser humano?, y creo que ahí hay mucho por hacer, estamos viendo ahora mismo la fiebre que nos ha entrado con la seguridad de los datos, lo que está ocurriendo con Facebook<sup>350</sup>, la famosa historia que hemos tenido hace poco, entonces no sé, a lo mejor eso también nos dice que es consecuencia de los años que tengo y si aquí hubiera una persona de 35 años sentada pues a lo mejor me lo rebatía directamente todo.

Vuelvo al origen, el uso de los ordenadores, pero debidamente enseñados y usados y por supuesto debidamente evolucionados tecnológicamente.

---

<sup>350</sup> En referencia al hacker que tuvieron de millones de cuentas de usuarios.

Nosotros, la generación mía, somos una generación que hemos llegado al ordenador digamos, en una etapa distinta en la que llegan hoy las personas, a mí me maravillan mis nietos con nueve años, y es que están todo el día conectados, ya he advertido a sus padres, pero están todo el día con la tableta viendo dibujos, o lo que sea, así como el peligro que tenemos ahora mismo con el famoso tema de las fotos y pasándolas, pero incluso dentro de la misma familia.

### **¿Te acuerdas cuando fue tu primer contacto con Internet, ArpaNet o una red de datos?**

El primer contacto con la red de datos nace a raíz del sistema Tesys, precisamente, pues no te sé decir ahora mismo la fecha, pero desde luego yo creo que fue en la década de los 70, me gustaría ahora ser capaz de decirte cuando se pusieron los primeros equipos, pero creo que debía ser a principio de los 80, entonces ahí fue mi primer contacto.

Entonces estaba en Sitre y volvemos al acrónimo Telefónica, Secoinsa y Sitre, entonces en Secoinsa hay un hecho fundamental y es que es adquirida por Fujitsu y se constituye Fujitsu España, se abre la fábrica de Fujitsu España en Málaga, en el parque tecnológico de Andalucía y entonces tenemos dos suministradores, Sitre y Fujitsu, como consecuencia de haber heredado, digamos esta tecnología de Secoinsa, entonces Sitre principalmente, atiende a mecánica, bastidores, sub-bastidores etcétera para los Tesys y equipo de alimentación, en tanto en cuanto que Fujitsu fabrica en Málaga todo el equipamiento propio de transmisión.

Todo eso se configura en la solución que se va instalando en Telefónica y eso dura poco desgraciadamente, porque en el año 1992 es cuando ya entra Nortel Telecom, y se empieza a sustituir lo que se llamaba red Iberpac, por la Red Uno con la nueva tecnología de Nortel Telecom, ahí un periodo en el que se vendía fuera de España por parte de la dirección comercial de Fujitsu, más que por Sitre, que se quedó en un simple fabricante modesto ya que tenía la dimensión una empresa pequeña, y toma relevancia Fujitsu España.

Tanto desde el punto de vista comercial como desde el punto de vista de fabricación y en el momento que aparece Nortel Telecom, se termina el proyecto Tesys, y la fabricación va tendiendo a desaparecer y para un compromiso que queda de última hora esta Sitre, que por supuesto se queda fuera y ya es Nortel Telecom el único suministrador.

La gracia es que ahora recordando con vosotros todo esto del tema del Tesys, es para para reflexionar y tener todas las coordenadas, pero sí sería una cosa muy interesante, porque fue una gran oportunidad para el país que no supimos aprovechar, y no me vale decir que no pudimos, no supimos ya que desde el punto de vista de tecnología era la única en transmisión de datos que había en ese momento, y fue España, y se instaló en estos países que hemos comentado en Japón, en Canadá, en Suecia y algún otro país.

### **¿Cuándo tú entras en Sitre cómo te lo encuentras?**

Yo creo que no estaba empezado, pero no tardaríamos mucho, yo entré en el año 1969 y allí había un grupo de ingenieros y pilotados por una persona clave, que era uno de ellos, Fausto Benito, también había un equipo de desarrollo conjunto con Telefónica y esa colaboración de ingenieros de Telefónica con ingenieros de Sitre, y con ingenieros de Secoinsa fue lo que dio origen a esta nueva tecnología del Tesys.

### **¿Tú sabes dónde se inspiró esta conmutación de paquetes, ya que en esa época todo el mundo usaba la conmutación de circuitos?, ibais a contracorriente.**

Esto no te lo sé contestar ahora mismo, es una buena pregunta, en el grupo hay una persona totalmente clave en mi opinión, que es Julio Linares, pero él es el que estoy seguro que nos daba una lección magistral, porque él vivió de una manera personal y directa todo este proceso.

El proceso de la transmisión de datos frente a la transmisión de la voz, yo creo que se debieron de vivir a finales de los 60 a principios de los 70 más o menos, y yo creo que estaba también Antonio Golderos.

### **¿Quién consideras de lo que estamos hablando son personas importantes para este desarrollo?**

Para nosotros es decir en España básicamente, está el grupo de lo que hoy todavía conocemos como Telefónica Investigación y Desarrollo y su antecedente que fue este Centro de Investigación de Desarrollo que estaba en la calle Lérida porque pasábamos allí buena parte de nuestra vida y eran ingenieros de Telefónica, con ingenieros de Sitre y con ingenieros de Secoinsa, posteriormente Fujitsu que constituyen un equipo y desarrollaron el proyecto Tesys que agrupaba personas de cada una de las empresas que yo recuerde otro nombre.

### **¿A nivel de personas a quien crees que podrías nombrar?**

Por parte de Sitre, la persona clave era Fausto Benito, yo acababa de llegar y era el ingeniero que pilotaba el sistema, luego estaba el director técnico que era un catalán,



Joan Ribera, y luego los ingenieros que desarrollaban, y en la parte de Telefónica estoy seguro que a nivel más general, hablar con Julio Linares me parece clave, esta es la persona con más conocimiento y autoridad para hablar sobre este tema, porque además él luchó todo lo que pudo para que el Tesys siguiera y sobreviviera, y no lo consiguió.

Has visitado el museo que tiene Telefónica en Gran Vía, sí bueno pues ahí hay un equipo Tesys, la directora de patrimonio de Telefónica, Reyes Esparcio, yo le hablé de esto y le dije si lo quería, se lo doné encantado, me envió tres veces a casa una furgoneta de Telefónica para darles toda esta información y está en estos momentos allí, en Gran Vía, a lo mejor convendría echarle un vistazo también.

### **¿Y alguna persona más que tú recuerdas todo nivel de dirección?**

El equipo de informática con Vidaurrázaga, Manjarrés, José María Vázquez Quintana, entre otros, por qué aparece en un momento en el que lo analógico y lo digital tienen sus problemas, y hubo batalla ya que por primera vez entraban en Telefónica informáticos en puestos relevantes, y nosotros los que no éramos Telefónica, los proveedores, o sea el área puramente técnica de Telefónica era la División de Informática y íbamos allí.

La División de Informática Secoinsa se forma a raíz de la División de Informática de Telefónica, los primeros directores de Secoinsa procedía de Telefónica, nosotros entrábamos por ahí y en un momento dado Telefónica, decide venderla y Fujitsu quiere venir a España, y lo hace a través de la compra de Secoinsa y entonces en ese momento la División de Informática Secoinsa se fusiona con Fujitsu, y por otro lado Telefónica tomó la decisión de constituir una nueva empresa que se llama Telefónica Sistemas y esta es de alguna manera, la puerta de entrada para las nuevas tecnologías, entre otras la tecnología de datos y el Tesys.

De hecho, el primer pedido que nosotros recibimos como Nortel Telecom a mí me lo firma una persona que seguramente tú te acordarás, Julián Galindo<sup>351</sup>, que a la sazón era el director de Telefónica Sistemas, es el que me manda a mí la carta de intención que os vamos a comprar esto, que luego se dio origen a un pedido.

La entrada de Nortel Telecom fue una auténtica revolución, porque se ponía en tela de juicio nuestra propia tecnología, nuestro espíritu de país y que éramos líderes con una tecnología en transmisión de datos.

---

<sup>351</sup> Julián Galindo que fue el director de Telefónica Sistemas y era pues una de esas personas que me dijo: *“qué cara tienes qué nos has vendido el Tesys y ahora me vendes lo que va a sustituir a la Tesys”*

Nortel Telecom que entró en España comprando la compañía Radiotrónica, que era una empresa pequeña española, que trabajaba en el tema de cables de comunicaciones.

Esto es como una cosa que está ocurriendo hoy, y es muy interesante, es el famoso crecimiento que las compañías dicen orgánico, crecer por tu propio desarrollo o crecer comprando.

Nortel Telecom decide entrar en el mercado español, quizás también por la experiencia en un buen Canadá del nodo de comunicaciones que se puso, porque como os decía antes, las malas lenguas decían que Nortel Telecom había tomado buena nota de las instalaciones del Tesys en Canadá y sirvieron al Nortel Telecom para su propia tecnología, ya que se inspiró en lo mejor y un poco más.

El hecho es que vendieron Tesys mejorado, más pequeño, porque los Tesys eran con unos armarios grandes que necesitaban una alimentación muy importante con unos bastidores y los de Nortel Telecom eran bastante más pequeños.

Hubo un intento, que en un momento dado se quiso comprar Teldat, eso lo viví yo en primera línea se avanzó muchísimo hasta que Antonio García cuando habíamos llegado a un nivel de madurez en las conversaciones se echó para atrás.

### **¿Cuáles consideras los hitos más importantes en el desarrollo del Tesys?**

Lo más importante, desde el punto de vista del Tesys, era la red Iberpac, teníamos una red de paquetes y una capacidad de ofrecer servicios, pero lógicamente desde el punto de vista tecnológico tienes que seguir metiendo dinero para actualizar los desarrollos, y entonces eso es lo que no ocurrió, y sí se pudo hacer con la tecnología de Nortel Telecom.

El primer pedido lo tuvimos en el año 1992, y la primera etapa de la Red UNO estaba en funcionamiento el 31 de diciembre de 1992, porque el primer pedido que recibimos de Telefónica, un pedido de 27 millones de dólares, implicaba condición *sine qua non* que el 31 de diciembre desde aquel año 1992 tenía que haber diez mil puertas, o sea circuitos instalados en toda España, corrimos mucho porque el estado de la tecnología ya estaba y no la había que desarrollar sino que era acoplar instalar y salir funcionando.

El pedido lo recibimos el 6 de junio de 1992 y en medio año instalar diez mil puestos pues realmente fue rápido, la instalación la hicimos nosotros con gente de Nortel Telecom, aquello fue una etapa durísima porque lo instalamos con ingleses, no teníamos gente y empezamos a contratar gente, pero había que empezar a trabajar y se desplazaron dos técnicos ingleses de Nortel Telecom que nos ayudaron a poner en marcha aquello.

## ¿Hay un hito más que recuerdes del Tesys?

Hay un hito, pero es al final, concretamente el 16 de octubre de 1996 se cayó la red, la Red UNO, se produjeron situaciones en toda España bastante delicadas porque la gente iba a los cajeros de los bancos y no podía sacar dinero ni hacer operaciones en los bancos que se sustentaban en la Red UNO del área de datos, y hubo incluso aquí en Madrid, en Usera, una situación bastante difícil con un banco que se llamó a la policía porque la gente se arremolinaba para ver qué pasaba.

Para hacer la historia corta, todo fue consecuencia de un problema que hubo en un desarrollo software por parte de los canadienses y el origen ese fallo fue el principio del final de Nortel Telecom en España y a partir de ese momento cogió el relevo Cisco y Nortel Telecom se fue viniendo abajo.

Podríamos decir tres grandes grupos o sustituciones tecnológicas, primero el Tesys original, después Nortel Telecom, y finalmente Cisco.

Cuando paso este fallo yo estaba en París con gente de Telefónica que habíamos ido allí a un seminario y estábamos siguiendo la cena con unas copas y de pronto, había uno que tenía un teléfono móvil, y vuelve como una cara así de larga, y dice: *“me acaban de decir que ha caído Red UNO, que no funciona”*, nos fuimos todos al día siguiente.

Estuvimos 48 horas sin salir de las oficinas de Telefónica Data, porque fue una caída en cascada, se controlaba desde Gran Vía, y nosotros no éramos capaces con los técnicos nuestros, dimos paso a Canadá y se pidió permiso a Telefónica para entrar en la red y ahí se empezaron a buscar soluciones. Todo como consecuencia de un problema que había habido en el desarrollo software de una determinada solución, se trabajó a tope, o sea que a lo mejor estamos hablando de varios días, y eso fue la sentencia de muerte para nosotros en Nortel Telecom.

El proveedor competidor estaba detrás de la puerta, exactamente viendo qué es lo que pasaba y ahí fue cuando entramos con la nueva tecnología ATM, que fue para Cisco.

### Situaciones anecdóticas

Una historia desde el punto de vista mío, apasionante, pero durísima esas 48 horas que estuvimos sin salir de un despacho, imaginaros un día de los dos a las tres de la madrugada, yo ya había dado información a los canadienses, los cuales estaban actuando, y un director de Telefónica Data, me coge de las solapas de la chaqueta, me acerca a su cara a milímetros dice: *“¿Vicente donde está Canadá?, dices que están trabajando allí pero yo no los veo, tú estás aquí”*, dada la tensión que teníamos todos, este la tomo conmigo, pero es que se caía todo, una persona que sería interesante sería

Julián Galindo, que entonces era el director general de Telefónica Data y vivió todo esto también en primera línea, estábamos muy asustados, preocupados, no estaba en nuestra mano la solución, era un tema de desarrollo que nos era ajeno como país, se hacía en Canadá y llevó su tiempo para resolverlo, pero fueron unos momentos difíciles de mucho cuidado.

Otra de las de anécdotas, fue el día que, entré en Nortel Telecom, que fue el 26 de abril de 1992, este fue el día que cause alta, según entré en la oficina me dijeron que acompañase a John Finucan, el director general, que era un inglés de Halle, que tiene una reunión para el tema del contrato éste.

Este hombre John Finucan, era un técnico con mucha experiencia, fue el que llevó toda la parte del contrato este de las diez mil puertas famosas, y estaba tan acojonado con Telefónica que llevaba dos maletines, el proyector de diapositivas de toda la vida, llevaba todo para no tener que pedir nada, o sea estaba asustado completamente, entonces cuando llegamos empieza a sacar las cosas, a mí me ponen a parir por porque estaba con uno y ahora estoy con otros.

Empezamos la reunión y en un momento dado, hay uno que pide una explicación, en inglés, de lo que John Finucan está explicando y no se entiende, y vuelvo otra vez, y no se entiende, y la tercera vez, veo que el personal de Telefónica va saliendo de la reunión y esta se me va de las manos. Hasta ese momento las preguntas que Telefónica estaba haciendo yo las traducía al inglés, pero llega a un punto de pregunta técnica, y entonces le digo a Jesús, pregúntale despacio en tu inglés a John y vamos a ver, yo estoy aquí entre los dos por si acaso, bueno pues a los cinco minutos se había reconvertido en la reunión, porque entre dos técnicos, el que estaba introduciendo un ruido era yo con la traducción, total que salgo corriendo al pasillo y los llamo para que se vuelva otra vez, y es que el tema del inglés en aquella época era un problema en esta casa.

En 1993 vamos a incorporar una nueva generación de los equipos que estamos vendiendo con Nortel Telecom para Telefónica, estábamos ya en las vísperas de IP y en todo esto me vienen tres vicepresidentes de Canadá para la reunión en Telefónica Data, la sala de la mañana con los cafés, los tres vicepresidentes yo con ellos, y entra Jesús y me dice: “¿en qué idioma va la reunión?”, y uno de Telefónica, que hoy es director general de esta casa que se llama José Luis Gago, en aquella época recién estrenado como ingeniero de entrada en Telefónica, manejaba bien el inglés y me dice mira Vicente yo me ocupo, y así pudimos efectuar la reunión.

## **¿Dime un poco como resumen, cómo contribuiste al desarrollo de todo esto?**

Yo soy ingeniero de telecomunicación, estudié también dirección de empresas, he tenido responsabilidades sobre compañías, pero lo que sí me considero es que soy comercial, entonces digamos que mi experiencia en estos momentos es cómo vender, cómo desarrollar el negocio y como ilustrar una anécdota reciente.

## **¿Cómo lo pondría hoy en un titular?**

La oportunidad perdida en España tuvimos una oportunidad de ser ventajosos tecnológicamente, que luego no lo hemos sido, porque no nos hemos mantenido, ni hemos hecho nada y entonces ha venido todo el mundo, ha venido Alcatel, ha venido a Ericsson, ha venido Cisco, etc.

## **¿Tú crees que es más un tema de falta de dinero de inversión?**

Yo creo que es una falta de cultura, una falta de hacerlo, porque si fuera de dinero, lo buscas, yo creo que fue un problema pura y simplemente de gestión o de visión.

La negativa a seguir con el Tesys trasciende lo tecnológico, lo comercial, es la falta de visión, cómo es posible que en este país no hubiera en ningún sitio la capacidad necesaria para liderar, para darse cuenta del enorme futuro que se abría al país, no a Telefónica, porque si esto se desarrolla alrededor de Telefónica nacen un montón de empresas de todo tipo para hacer esto.

Hay que considerar que a nivel mundial eran líderes, la salida a Japón a Suecia, a Canadá, tenía que haber sido portada de primera página de los periódicos, pero la prensa no se ocupa de la tecnología, no se ha ocupado nunca salvo la feria del móvil de Barcelona, pero en aquella época nada, nada de nada, la banca, los hombres de negocios, nada, nada, nada, nada, entonces Julio Linares, yo no sé qué es lo que tiene que decir, se sentiría solo completamente porque nadie acudió en su ayuda.

Esto me lleva al punto de vista de cuando las empresas, los presidentes, los consejeros delegados, se rodean de amigos más que de expertos. Entonces cuando tú eres el presidente de una compañía, eres el consejero delegado, eres muy listo, sabes mucho de finanzas, o lo que sea, pero si lo que estás vendiendo son equipos de comunicaciones tienes que tener gente a ese nivel que tenga la visión de negocio cosa que desgraciadamente esto no ocurre con frecuencia.

## **¿Qué piensas sobre el futuro de Internet?**

Por supuesto que es un elemento clave, punto primero las comunicaciones donde la tecnología va a seguir, y en lo referente a la transmisión de voz está ya muy conseguida, el reto que tenemos son los datos.

La herramienta básica está en la formación de las personas, en el desarrollo de las actividades, en el desarrollo de los negocios, en el bienestar de la sociedad, en esos nativos digitales que hemos mencionado muy rápidamente.

Aunque se puedan hacer muchas cosas con la tecnología, esta ha de estar al servicio de la sociedad y lo que tenemos que hacer es contribuir al desarrollo, a la mejora, a que la gente esté más cómoda, a que la gente pueda pagar con los móviles, a cualquier cosa que se nos ocurra, pero siempre que no haya ningún gap entre lo que es la sociedad, el ser humano y la tecnología, a mí en estos momentos es una de las cosas que me preocupan realmente, pero el futuro que estamos ahora viendo con las nuevas tecnologías que vienen, lo que es la movilidad, la quinta generación, lo que es el Machine Learning, lo que es la inteligencia artificial, etcétera.

Ahora mismo hay un movimiento importante que es con la industria 4.0, igual que la 1.0, tenemos que acercar la tecnología a la persona, los coches sin conductor, pues mira qué quieres que te diga me preocupa un poco.

Resumiendo, que sí, por supuesto, Internet va a continuar, es un camino que no tiene retorno, pero insisto, no nos olvidemos de que está al servicio de la sociedad.

### 8.13.5 Entrevista al Sr. Juan Riera

Estamos en Madrid en la Escuela Superior de Ingenieros de Telecomunicación (ETSITM) a 10 de mayo de 2017 y vamos a entrevistar a Juan Riera. (Riera, 2017).



#### ¿Dónde estudiaste?

Yo estude ingeniería de telecomunicaciones en esta escuela (ETSITM) entre los años 1964-1969.

#### ¿Cómo fue el primer contacto con el ordenador?

El contacto con el ordenador lo empecé a tener aquí, ya que teníamos que hacer algunos programas y había un ordenador que estaba situado en la Universidad de al lado, la Complutense, era un ordenador de aquellos de fichas, tarjetas que se perforaban.

#### ¿Recuerdas que ordenador era?

Yo creo que era un IBM que tenían montado, que todavía está en el edificio, tenían unas taladradoras de tarjetas, posteriormente conseguimos que instalaran un terminal de hacer agujeros en tarjetas en este centro y íbamos con la cajita con las fichas para ponerlo allí y que se ejecutara el programa, esta fue la primera vez que nos hablaron de ordenadores y fue en quinto en 1969.

#### ¿Cuál fue el primer contacto con las redes?

Yo tuve contacto con redes desde que estudiaba, ya que muy rápidamente me tuve que encargar de hacer enseñanza de una asignatura que se llamaba “Telegrafía y Transmisión de Datos”, de tal manera que las primeras redes que yo me tuve que estudiar fueron las antiguas redes telegráficas y las historias de la evolución de la telecomunicación antigua, pero también teníamos la responsabilidad, y no había otro sitio para ir introduciendo los temas de transmisión de datos, por lo que teníamos la necesidad de informarnos y conocer cuál era el estado de las comunicaciones en las investigaciones y proyectos que se estaban efectuando en distintas universidades, principalmente las americanas.

Mi primera aproximación fueron las redes clásicas de telefonía y telegrafía, pero ya dentro de estas redes ya había antecedentes de servicios, digamos de retransmisión, los antiguos servicios de mensajería (star and go), y luego ya vino el concepto de hacer

las unidades de datos lo más pequeñas posibles, para conseguir rapidez y fluidez, esto sería por los años 1972-1973, ya que teníamos la responsabilidad de los Call Centers.

Mi primera exposición al protocolo de datos me vino en un seminario en Stanford que hice estando fuera de aquí, y que dirigía, Vint Cerf. En aquellos momentos era cuando se estaba dando forma a lo que luego fue el TCP, y me acuerdo que yo le entendía muy mal porque hablaba un inglés muy cerrado, y trataba de persuadirle de que lo que yo me sabía bien, que eran los temas de la codificación del error, y lo persuadía de que la codificación de los errores la pusiera al final de la unidad de datos y no al principio, y que tuviese un código más elemental que una suma lineal de caracteres, pero me entendía regular con él, y al final yo deje el seminario, afortunadamente para él y para Internet fue mejor. Esto sería en el año 1973. Pero este tema ya era un tema de vanguardia. Eran una serie de proyectos financiados por ARPA.

En esta época que estaba haciendo un master, hice el Qualify para hacer la tesis doctoral en Stanford, pero me salió una plaza aquí y no quise desaprovechar la oportunidad y me volví.

La tesis la hice de un proceso digital de la información, no era de redes, tenía que ver con modulaciones, pero no tenía nada que ver con arquitectura de redes.

A Stanford fui en dos ocasiones, primero estuve en el año 1972-1973, que estuve unos 18 meses, y luego volví en el año 1975, y estuve tres o cuatro meses. En 1976 ya había hecho la tesis en España y había sacado una plaza de catedrático en la UPM.

Cuando termine yo tenía la responsabilidad de la enseñanza de la transmisión de datos, y tenía una cultura heredada de las redes telegráficas, pero el primer esfuerzo que hicimos en transmisión de datos fue la parte de la transmisión, pero vimos que aquello se quedaba cojo, y poco a poco empezamos a integrar los temas de encaminamiento, circuito virtual, datagrama, y toda la polémica que estaba con ello, ya que era un tema discutido en aquel momento y no estaba claro por donde iba a evolucionar. El control de enlaces si estaba estipulado, pero como un protocolo de bajo nivel.

### **¿Cuándo empiezas a tener la experiencia con ArpaNet y estas redes internacionales de datos?**

La experiencia a mí me viene como consecuencia de haberme paseado por el mundo y ver cómo estaban evolucionando mis colegas, por lo que tuve fue la conciencia, de que ellos ya estaban utilizando unos servicios que nosotros no teníamos, que eran



básicamente de correo electrónico y transferencia de ficheros, muy de la mano de los protocolos DECNET<sup>352</sup>.

Luego vinieron los protocolos TCP/IP, y quise insertar nuestra comunidad académica dentro de ese mundo. Ahí es donde adquirí más vocación, por seguir con lo que estaba haciendo cada uno, tratar de ponerme en contacto con ellos y proponer con el que fue parte del equipo inicial, la organización de una red académica en España y así ir concienciando a los políticos y académicos españoles de que la Universidad española tenía que tener también una estrategia de redes académicas.

Nosotros no sabíamos el impacto económico que iba a tener Internet, simplemente queríamos estar conectados con las Universidades y no quedarnos aislados, yo creo que fue antes de 1986 ya que la ley de la ciencia del PSOE fue de 1986.

Yo recuerdo que fui a ver a directores generales para tratar de convencerlos de la necesidad de conectividad, y al final el director general, acordó crear una comisión que hiciese un estudio. En la comisión había una persona del consejo de investigaciones científicas (CSIC), había una persona de una comunidad de científicos que si tenía servicio, que eran los físicos de alta energía, que estaban comunicados vía DECNET con los servicios de CERN<sup>353</sup>.

Los físicos de alta energía utilizaban los recursos escasos del CERN en Ginebra una vez estuviera el experimento definido, y esto requería mucha transferencia de información previa, ellos eran los que tenían servicio con protocolos propietarios de DECNET.

También estaba EARNET, las redes IANET en Inglaterra que estaban más avanzados y por supuesto las redes académicas americanas.

En esta comisión también había una persona de Fundesco<sup>354</sup>, ya que se encomendó a Fundesco la tutela del estudio, también estaban Paco Ros y Pepe Barberá, había una persona del Ministerio de Educación (CSIC), Víctor Castelo, la propia dirección general de Universidades, había una persona de los de físicos de alta energía, y yo mismo también. Entre todos hicimos un estudio.

---

<sup>352</sup> DECNET: Es un protocolo de comunicaciones creado por Digital Equipment Corporation (DEC), para conectar equipos propios y compatibles. Soportaba el protocolo X.25 y podía efectuar conexiones de conmutación de paquetes.

<sup>353</sup> CERN: Conseil Européen pour la Recherche Nucléaire.

<sup>354</sup> Fundesco: (Fundación para el Desarrollo de la Función Social de las Comunicaciones), es una fundación perteneciente a Telefónica. Siendo su actividad principal es la realización de estudios, análisis y evaluaciones sobre las telecomunicaciones y de las tecnologías de la información en su impacto sobre la sociedad.

Yo haciendo proselitismo con mis colegas de Fundesco, que eran antiguos colegas de mi departamento, de la cátedra, y ellos como tenían una conciencia de la utilidad social de las telecomunicaciones, detectaron una cadencia y apoyaron la idea y ayudaron a persuadir al ministerio, esto sería por 1988.

Anteriormente nosotros empezamos a concienciar a todos los implicados para proponerle al Ministerio cosas. El resultado fue que al final aprobaron el proyecto para conectar a las Universidades mediante una red de datos.

Simultáneamente en la Escuela de Telecomunicaciones de la UPM empezaron a llegar las maquina UNIX y las de DIGITAL, entonces ya se podían dar servicios, que eran efectuados por nosotros mismos, tanto socialmente como técnicamente, los servicios que efectuábamos eran con otros centros europeos que también estaban haciendo servicios con EUnet<sup>355</sup>, y así empezamos a conectarnos.

Allí fue cuando nosotros empezamos a conectarnos a un servicio, que primero nos lo dábamos a nosotros mismos, después lo dábamos a otros elementos de la Escuela y de la Universidad, y como teníamos muchas colaboraciones con centros técnicos, como Standard Eléctrica, Telefónica I+D, y gente de este tipo que también tenía las mismas necesidades, también se lo dábamos a ellos.

Toda la cultura científica estaba pasando al medio y nosotros íbamos montando nuestras propias redes, esto era antes de la creación de la RedIRIS<sup>356</sup>, que fue en 1988.

De esa época son los desarrollos que se hacían para la X.25, y aquellas experiencias con la NSF<sup>357</sup>, con la que teníamos unos enlaces intercontinentales desde la Escuela de Telecomunicación. Teníamos contactos con colegas que conocíamos del mundo académico de todo el mundo.

El proyecto ya estaba, y las necesidades de comunicación ya existían, pero como no teníamos apenas recursos hacíamos lo que podíamos, así veíamos que teníamos una cosa que iba creciendo, pero se nos iba de las manos en calidad, ya que no podíamos dar servicio a todo el mundo, por ejemplo, Manel Medina en Barcelona primero se

---

<sup>355</sup> EUnet: Fue una red entre localizaciones individuales de máquinas UNIX en Europa en la década de 1980. Así mismo fue decisiva en la adopción del protocolo TCP/IP en Europa.

<sup>356</sup> RedIRIS: Red española para Interconexión de los Recursos Informáticos de las universidades y centros de investigación. Se creó como un proyecto del entonces Plan Nacional de I+D del Ministerio de Educación y Ciencia en colaboración con Telefónica a través de la fundación Fundesco y actualmente está gestionada por la Entidad Pública empresarial Red.es y financiada por el Plan Nacional de I+D+i.

<sup>357</sup> NSF: National Bureau Standards.

conectaba con nosotros, luego conseguía un enlace directo con nosotros, y así íbamos creando un ISP, entre amigos y buscando fondos de aquí y de allá.

La primera conexión fue con UNnet en Holanda con una Universidad, que nos mandaron parte del software que necesitábamos, y era una conexión que hacíamos una vez al día, vía red telefónica conmutada (RTC) con un módem con el protocolo UUCP<sup>358</sup>, o sea una vez al día hacíamos una llamada, conectábamos las máquinas y hacíamos una transferencia de ficheros, que eran los de mensajería básicamente, y los primeros mensajes eran absurdos, de pruebas.

Aquello fue creciendo hasta el punto que tuvimos que estimular que hubiese una especie de spin-off, que fue Goya Servicios Telemáticos, a la vez que estaba aprobado el entorno de RedIRIS y empezábamos a montar servicios.

El gestor de RedIRIS era Fundesco, y este nos encargaba servicios a nosotros, pero a medida que ellos fueron creciendo se los llevaron.

### **¿Qué hito consideras más importante para el desarrollo?**

No sabía que decirte, supongo que la División, la cátedra, pero llegó un momento en el que nos dimos cuenta que el futuro de la transmisión de datos era con esta tecnología, pero no se estaban haciendo desarrollos físicos, solo de ingeniería de software, ingeniería de protocolos, y tuvimos unas primeras demandas que eran unos emuladores de terminales que provenía Secoinsa.

Nosotros tomamos conciencia de que el futuro estaba en la ingeniería de software de protocolos y entonces hicimos un cambio estratégico por el que desterramos de la cátedra todo el equipamiento de osciloscopios, fuentes de alimentación, etc., para concretándonos en la ingeniería de protocolos, (nos llamaban los de la tecla), este fue el principal paso que dimos.

Esto fue a principios de los 70, cuando empezaban los primeros encargos de protocolos, y en la Universidad teníamos una ventaja, igual que para IP y redes académicas, ya que las fuentes de información de la Universidad son internacionales y uno se va nutriendo de los temas que están de boga en el momento, ya que la gente estaba interesándose en estos temas y decidimos incorporarnos a ellos.

---

<sup>358</sup> UUCP: Unix to Unix Copy Protocol, son programas que permiten transferencia de archivo y ejecutar remotamente comandos de un programa.

### **¿En qué tipo de conferencias publicabais en este tiempo?**

Podría ser IFIPS<sup>359</sup>, ya que tuvimos mucha relación con ellos, había un grupo de telecomunicación (DC6), donde teníamos las principales reuniones periódicas también asistíamos a conferencias, congresos, etc.

El DC6 se dedicaba únicamente a network, este era el grupo especial de telecomunicaciones, yo creo que el representante español era Ramon Puigjaner, que venía de Unisys, pero tendrá su perspectiva histórica.

### **¿Cuál fue el paso desde aquí a Internet?**

Vimos que se iban incorporando más servicios a la red académica, que era una red paralela a RedIRIS, ellos querían que nos incorporásemos a la ortodoxa de ISO, pero nosotros veíamos que no era operativa y seguimos con nuestra red aplicada. Nosotros apoyábamos a RedIRIS, pero éramos elementos extraños de la red.

Con RedIRIS teníamos una polémica ya que querían que pasáramos al nivel de transferencia de ISO, y nosotros les decíamos: *“¿Quién proporciona los softwares para los usuarios y los ordenadores que existían?”*

En aquel momento había una proliferación de máquinas UNIX por todas partes en el mundo académico e instalábamos todo lo que venía para máquinas UNIX.

RedIRIS quería que les ayudásemos a migrar todo a ISO, pero no podía ser, esto fue yendo hasta que se convencieron que ISO no era viable.

Había redes como la de la energía, RedIRIS, las redes académicas formales, redes de otros países, etc., que eran usuarios importantes y demandantes de servicios, por lo que no se podían dejar, y había que hacer pasarelas para poder dar servicio.

### **¿Qué hito consideras más importante?**

El hito que considero más importante, fue la decisión estratégica de pasarnos a la ingeniería de software de redes, ya que pensábamos que el futuro era de poder formar esta ingeniería.

Se efectuaban encargos de una forma muy artesanal ya que teníamos que pasarnos a una serie de movidas que querían normalizar, la ingeniería de protocolos.

---

<sup>359</sup> IFIPS: International Federation for Information Processing, auspiciado por la UNESCO, es una organización global para investigadores y profesionales que trabajan en el campo de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC).

Había dos corrientes, una orientada a espacios de estado y otra a lenguajes más avanzados y nosotros estuvimos en el desarrollo de esta ingeniería.

Los hitos de tipo práctico son este tipo de anécdotas, como la del día que te conectas con uno, el día que das servicio a la escuela, el día que incorporas empresas dentro de tu propia red, el día que consigues que te aprueben el proyecto RedIRIS.

Nosotros cuando hicimos el estudio de propuesta red académica, fuimos ingenuamente ortodoxos en la propuesta, las fuentes que teníamos eran de nuestros colegas de otros países europeos, que ya tenían aprobados sus proyectos y los estaban montando, y ellos eran defensores de una política independiente de la política americana, por eso eran defensores a ultranza de ISO.

En la propuesta inicial nos sumamos a la fe de que la arquitectura ISO iba a ser el futuro, aunque quizás nos pasamos de frenada, ya que se le encomendó a Fundesco montar aquello, y en contacto con otros países ellos seguían defendiendo esta tesis muy por encima de lo que los hechos nos hacían constatar.

Una cosa era la teoría y otra es que, si querías dar servicio tenías que darlo con aquello que tenías disponible, con lo que hubo un bum de disponibilidad, que fue el submundo que venía dentro de UNIX y los subproductos de ArpaNet y de las redes académicas americanas.

Entonces hubo un momento que Telefónica forzaba todo con X.25, pero todo no era así ya que la fe ortodoxa era que había que montarlo todo sobre niveles ISO, y el primer nivel operativo era el nivel de enlace, y este si era X.25.

Esto se llegó a montar y de ahí viene la historia de los acuerdos con Telefónica para usar los equipos Tesys, aunque en la práctica utilizábamos otros conmutadores más antiguos que eran más operativos.

Teníamos una red paralela, una red operativa, o sea tengo por una parte la red X.25 y utilizó otra la operativa que va mutando.

Las conexiones que quería RedIRIS para las Universidades españolas era X.25 y nosotros teníamos una disyuntiva, o lo montábamos todos en la red X.25 o montábamos los servicios IP encima de X.25, por lo que teníamos una serie de emuladores.

La ventaja de tener X.25, era que se obviaba que tuviéramos que montar una red entre todos los centros académicos ya que utilizábamos la red X.25 para las conexiones físicas, salvo algunas conexiones punto a punto entre centros de máximo tráfico como,

por ejemplo, entre la junta de energía nuclear y esta escuela, entre nosotros y Fundesco y entre nosotros y la Facultad de Físicas.

### **¿De qué te sientes más orgulloso?**

Yo me siento orgulloso de haber tenido espíritu luchador, de haber creído, como joven que era, que nuestro mundo era mejorable y había que adaptar aquello, y lo demás son detalles, si había algo que traer y había que convencer a alguien y se intentaba convencerlo.

### **¿En qué momento se deja X.25 y se pasa a TCP/IP?**

Empezaron a enlaces dedicados, incluso con RedIRIS, con mucho tráfico por lo que era rentable tener enlaces dedicados, y se fue dejando X.25 para Universidades más pequeñas que en el presupuesto de la red académica no justificaba un enlace directo.

Entonces empezó a crecer dentro de red académica un backbone de redes de más capacidad como redes telefónicas, y el X.25 fue quedándose en la periferia, y por la vía de los hechos consumados los servicios eran los de Internet. Esto creo que sería en los años 90, mientras tanto Internet empieza a crecer fuera del mundo académico hasta el punto, que nosotros tuvimos que hacer que un grupo de colaboradores de aquí que hiciesen una especie de star-app, para conectarnos a este servicio externo.

Debido al crecimiento de Internet, y sobre todo después del WWW, todo se convirtió por el camino de lo práctico, de hechos consumados. Aquí también habría que considerar una lucha entre IP y ATM.

### **¿Qué personas claves podrías incluir, de la parte académica, en este proceso?**

En mi grupo esta Juan Viñas, Juan Quemada, estaba otro grupo de servicios que capitaneaba Pepe Mañas, había todo un equipo era una tarea muy cooperativa estaba Fournon, estaba Julio Berrocal, Enrique Vázquez, entre otros, era gente de mi departamento, aquí había mucha libertad de organización, e iban surgiendo grupos y subgrupos, como el DIT<sup>360</sup>, también estaba Andrés Esteban, que creo que estaba en el centro de cálculo y fue importante en la externalización, que después paso a Goya. También estaban Víctor Castelo de CSIC, Manel Medina de la UPC, entre otros.

---

<sup>360</sup> DIT: Departamento de Ingeniería y Sistemas Informáticos

### **¿Cómo se os ocurrió efectuar el monográfico con Antonio Alabau?**

Aquí se juntaron dos cosas, yo tenía un grupo que sabía muchas cosas, y Antonio Alabau que estaba en Toulouse se hizo cargo de la cátedra de ordenadores de la Escuela de Telecomunicaciones de Barcelona.

Antonio es un hombre muy ordenado y lo que teníamos era un galimatías tremendo con las arquitecturas telemáticas, pues por una parte estaba IBM con su SPA<sup>361</sup>, Unisys tenía su propia arquitectura, cada uno sacaba la suya, entonces él, empezó la tarea de auto documentación y llegó un momento que se puso en contacto conmigo y como éramos compañeros de promoción estuvimos hablando de poner todas estas cosas estructuradas con fines docentes.

Aquello fue creciendo y llegamos a la conclusión de que teníamos que recurrir y vencer la resistencia de proporcionar la información de algunos de estos sistemas comerciales, y creímos que lo mejor era recurrir a montar una publicación. Por ellos nos dedicamos a buscar listos de diferentes empresas como Telefónica, IBM, Unisys, etc., y que, bajo nuestra supervisión, hiciesen cada una de las partes del libro. Hicimos un esquema, una estructura de capítulos, repartimos el trabajo y nos dedicamos a leerlo para ajustarlo al libro.

### **¿Por qué la Universidad no colaboró con Telefónica cuando hizo el proyecto Tesys?**

Porque no quisieron, y puedo dar pruebas, como por ejemplo cuando pasaron la colaboración con X.25 con la National Science, nosotros encantados, y cuando otras empresas coetáneas nos pedían desarrollos de protocolos para X.25, se los hicimos. Entonces con muchísimo gusto habiéramos entrado en este tema.

Que más hubiésemos querido. Así mismo puede ser que en algunos capítulos del desarrollo de RedIRIS, nosotros fuéramos poco receptivos a utilizar el Tesys.

Telefónica tenía los antecedentes de la red RSAN, tenían el modelo de Transpac, y tenían experiencia en el desarrollo de equipamiento de conmutación telefónica, no partían de la nada.

---

<sup>361</sup> IBM-SPA: IBM Research Scenario Planning Advisor. Es un sistema de soporte de decisiones creado por IBM para ayudar a tomar decisiones de servicios en futuros escenarios. Para ello utilizan la inteligencia artificial considerando aspectos tan dispares como noticias del mundo, las redes sociales, conocimiento actual, tendencias económicas, sociales, políticas, técnicas y ambientales, entre otros y así poder diseñar escenarios futuros con sus correspondientes factores de riesgo. La idea es dar una proyección probabilística de un tema concreto.

Pero no hubo proyectos conjuntos, no hay artículos conjuntos, no hay nada que se efectuó en conjunto Telefónica y Fundesco con la Universidad.

Os diré más, el antiguo centro de investigación y estudios, que fue donde empezó el Tesys, nosotros teníamos otros proyectos de colaboración en otros temas, como por ejemplo de calidad, contadores de impulsos, algunos temas de modulación, o sea había una cultura de encargos, yo creo que fue más bien un celo profesional.

Yo creo que ellos tenían una cierta prevención a que aquella información saliese de sus manos. Nosotros hicimos algunos intentos en algunos temas concretos, como analizar arquitecturas de computadores como podían ser arquitecturas de tipo matricial, tipo de buses, etc., en aquellos momentos era un tema de investigación y posterior publicación.

Nosotros dábamos más prioridad a la investigación que tenía que ver con la utilidad industrial, qué sobre la publicación científica, lo cual tenía sus costes académicos. Yo era consciente que la investigación pura científica, si no tenías un ecosistema después, se perdía en el mundo internacional.

Nosotros hemos sido tremendamente receptivos a captar las necesidades de las empresas como Telefónica, Alcatel, etc., a captar equipos para desarrollar la tecnología y podérsela ofrecer a tiempo.

Respecto a Telefónica habría que destacar Mulet, Linares, Used, Puig, Paco Ros.

### **¿Cuándo os enterasteis que Telefónica estaba desarrollando un sistema nuevo de conmutación de paquetes?**

Se oían campanas, pero no tenías la información, sabíamos que había un equipo que estaba desarrollando un sistema.

Inicialmente Telefónica tenía el centro de investigación y estudios (CIE) cerca de aquí, pero luego montaron un centro espectacular en la Av. de América que se llamó Telefónica I+D.

### **¿Tienes alguna anécdota graciosa?**

Como anécdota puedo decir, el contraste entre los conmutadores Tesys, que eran enormes, a lo grande, con cultura de central a 48 volts y un gran consumo. Nosotros para montar una red de conmutadores X.25, teníamos el conmutador X.25 del tamaño de un pc.

Nosotros estábamos contando una red X.25 paralela, que valían la décima parte y ocupaban la décima parte de los conmutadores Tesys.



Los Tesys eran equipos grandes porque estaban pensados con la cultura de central, mientras que nosotros lo pensábamos con un cliente de pequeña escala como pymes y pequeños centros docentes.

Yo creo que Telefónica no pensó nunca en el proyecto Tesys como un producto para venderlo como tal a las pymes.

Telefónica tenía la cultura de operador y lo vendió a operadores como Canadá.

Nosotros seguimos dando servicio a RedIRIS durante muchos años y por el hecho de dar servicio a empresas, RedIRIS se convirtió en un cliente nuestro de servicios, de conectividad, de consultoría y de desarrollo, y también de algunos equipos que estaban aquí instalados.

Los equipos de esta Universidad forman parte de RedIRIS y los que estaban en el centro de cálculo, era el rincón de RedIRIS.

### **¿Qué nombre nos podrías decir de personas de RedIRIS que colaboraron?**

Había una persona que era muy técnica, Iñaki Martínez, era con el que nos peleábamos, luego estaba Pepe Barberá, Felipe García, y más gente que se fueron de aquí, se llevaron mucha gente, becarios que habían colaborado con ellos.

### **¿Conoces a gente de RedIRIS de España que han colaborado con el desarrollo de Internet?**

Víctor Esteban, que luego se hizo cargo de la dirección de RedIRIS, era una persona muy proactiva, fue miembro de la comisión inicial, también podía decir que Manen, también fue de los primeros solucionadores de problemas.

### **¿Respecto al futuro?**

El futuro son los datos, y el futuro de Internet ya se me escapa porque ya estás en un mundo político, como, por ejemplo, ¿Quién controla Internet?, ¿Cómo se va a Internet de las cosas?, ¿Qué pasa con la gestión de la seguridad en Internet?, la privacidad, etc., ya es un tema que digamos, tiene ya tantos frentes técnicos, que a mí me es muy difícil poderme situar.

### **¿Tienes alguna tendencia tecnológica?**

Podíamos considerar el mundo de la seguridad, uno de los temas que me parece que es un reto muy interesante y del que deberíamos tener un control sobre él, es el de las redes cuánticas ya que puede cambiar todo el paradigma de la seguridad que hay en este momento.

La evolución y el impacto de la computación cuántica y las comunicaciones cuánticas, en el futuro de las redes. Ya que te puedes cargar toda la seguridad actual.

La seguridad actual está basada en protocolos, en redes de clave pública y clave privada y basada en la probabilidad de desentrañar un algoritmo, o un polinomio digital. Esto puede convertirse en una cosa fácil de resolver para aquellos que tengan una infraestructura adecuada basada en este tipo de computación.

No hay publicaciones, pero se continúa investigando y no se publica ya que se considera estratégico. Yo supongo que ya existen soluciones comerciales de pequeña escala que no son capaces de resolver la seguridad, pero yo creo que ya existen.

También está el mundo de las aplicaciones, como son los ficheros encadenados, Chaine, que pueden ser una revolución en el mundo de las aplicaciones.

**Si se pudiera resumir en un par de frases ¿Cómo contribuiste al desarrollo de Internet?**

Haciendo lo que debía, y estando donde tenía que estar en este momento, y no dejé escapar la oportunidad de incorporar en España lo que yo debía que había que hacer. Hacer lo que yo creía que era mi obligación.

Esto lo hice ayudándome de mis equipos y manteniendo contacto con todo el mundo informándome bien y tratando de ser contributivo.

Formando un equipo que tuve la suerte de tener gente personalmente y técnicamente muy preparada con los que nos hemos llevado muy bien en la División y que han respondido muy bien. Lo que ha venido es más de ellos, yo he sido el director de orquesta ya que era el catedrático y me había enterado, pero cualquiera también lo habría hecho.

Entonces Internet no existía, y nosotros queríamos incorporar al mundo científico y al mundo académico, incluyendo a algunas empresas de investigación a la red de información, que es donde se desarrollaba la cultura científica, que otros países lo tenían y nosotros no. Algunas comunidades lo tenían de la mano de algunos proveedores informáticos, como BITNET<sup>362</sup>, DECNET, daban estas soluciones, como una propia de fidelidad comercial.

IBM a sus clientes académicos les daba BITNET, y a los de Física con DECNET les daban conexiones, pero nosotros queríamos sistemas abiertos, siempre en el mundo de

---

<sup>362</sup> BITNET: Era una red de almacenamiento y envío por lo que los mensajes se transmitían en su totalidad entre el origen y el destino.

los estándares y la compatibilidad, con el fin de que todo el mundo tuviese conectividad y las empresas pequeñas pudieran beneficiarse de estos sistemas.

La frase que lo definiría es *“Impulsar la red académica española”*.

### 8.13.6 Entrevista al Sr. Antonio Golderos

Hoy estamos en Madrid es 5 de julio de 2018 y entrevistaremos a Antonio Golderos Sánchez. (Golderos, 1/2, 2018) (Golderos, 2/2, 2018).

#### ¿Cuándo naciste?

Yo nací el 6 de junio de 1950 en un pueblo de la mancha se llama Valenzuela de Calatrava, y está a 5 km de Almagro provincia de Ciudad Real.



#### ¿Qué estudiaste?

Yo estudié ingeniería de telecomunicación aquí en la escuela politécnica de Madrid, empecé en el año 68 y acabé en el año 73, y posteriormente entré en Telefónica, bueno primero estuve en una temporada muy breve en Amper, porque fui becario de Amper durante los dos últimos años de la carrera y estuve allí un par de años, después ya el director del centro de investigación de estudios de Telefónica, Enrique Used, me reclamó para incorporarme ese centro, y la misión que tenía era introducir en Telefónica la tecnología de los microprocesadores que estaba naciendo en aquel momento, era el año 1974, y fue cuando yo tuve la entrevista con él, cuando apareció el 4040<sup>363</sup> de Intel, y posteriormente los 8008<sup>364</sup> de Intel, que son los históricos.

Cuando me incorporé, yo siempre mantuve buena relación con la escuela de telecomunicación, con el departamento de electrónica de sistemas digitales, y compatibilizaba el trabajo en Telefónica con las clases en la escuela de telecomunicación, estuve durante 12 años siendo profesor asociado, y en otros casos dependiendo de la legislación del momento, dando clases de sistemas digitales.

Escribí un libro sobre microprocesadores que fue una especie de best-seller, porque era el único sitio donde podía ser así, y porque duró bastante tiempo ya que se explicaba el concepto del microprocesador desde el punto de vista de lo que era un ordenador, pero miniaturizado, explicando el resultado de datos, y todo lo que tenía que ver con las interioridades del funcionamiento de un microprocesador.

También simultanéé en ese momento, con un grupo que había dentro de la dirección de electrónica, que lo dirigía Elías Muñoz Merino, de tecnología del habla. Entonces en

---

<sup>363</sup> Procesador 4040: fue una evolución del procesador de Intel 4004.

<sup>364</sup> Procesador 8008: fue uno de los primeros microprocesadores de Intel de 8 bits.

tecnología del habla había dos facetas, una era la síntesis y otra el reconocimiento, aquellos fueron los inicios del desarrollo de la tecnología de habla en español.

Hice una tesis doctoral sobre el reconocimiento del habla, que se llamaba *“Reconocimiento de dígitos aislados independientes del locutor”*, que ahora suena un poco a risa, pero que en aquella época era introducir una serie de conceptos nuevos. Mi tesis además no fue una tesis teórica, sino que fue práctica, utilizando simplemente en un PDP-11, el reconocimiento de dígitos en castellano o español como lo queremos decir aquí.

La tesis la terminé, si no recuerdo mal, en el año 1980, por lo que soy doctor ingeniero de telecomunicación. Desde entonces mi perfil es un perfil técnico, se puede decir que hice la carrera porque mi vocación era técnica y trabajé en tecnología.

Dentro del centro de investigación y estudios hicimos un primer desarrollo basado en microprocesadores, y esto fue el germen de Telefónica I+D, que por entonces se llamaba Centro de Investigación y Estudios. Esto es una cosa que fundo Barrera de Irimo y que cuando yo me incorporé, el director era Enrique Used, y tenía como misión promover el conocimiento de la tecnología en aquella época, promover el conocimiento dentro de Telefónica y sobre todo en la relación con la industria.

Telefónica en aquel momento era muy dependiente aún, de ITT, que en España era Standard Eléctrica, en el sentido de que, en toda la conmutación y la transmisión, ellos fijaban un poco la evolución de la propia tecnología, y la tendencia mundial que había entonces, era la de introducir la conmutación electrónica y las técnicas de transmisión digitales, y Standard no se animaba mucho a cambiar su producción y había reticencias.

Esta fue la disculpa que se tuvo para hacer un desarrollo de una centralita electrónica, esto hoy, suena como muy poca cosa, pero que en aquel momento era un reto enorme, que se llamaba UPC101.

Esa centralita electrónica estaba basada en un microprocesador 8080 y era capaz de atender a 256 extensiones (era una PDX), y fue realmente un éxito, porque no solamente sirvió para hacer una formación digital muy importante de aquello en Telefónica, sino que se vendió, y se llegó a un acuerdo con Ericsson, que por entonces estaba desarrollando también la primera centralita electrónica, y como acabamos antes que ellos, se vendieron cantidades importantes en España, era una centralita para empresas.

El desarrollo terminó en el año 1978 aproximadamente y de ahí hasta por menos quince años después estuvo en servicio, fue una cosa de las que nos sentimos muy orgullosos todos los que colaboramos, porque fue un reto.

Después de esto yo forme parte del grupo que creó Telefónica Investigación y Desarrollo, que era una idea que se venía hablando desde hacía tiempo dentro de Telefónica, y que se materializó con la llegada de Luis Solana.

Luis Solana, quiero recordar que fue en los años 1982-1983, promovió lo que él llamaba la locomotora industrial, que Telefónica tenía que ser la locomotora industrial del país, y en base a eso, uno de los primeros proyectos que se presentaron era “¿cómo se hacía esto?”.

Hay que considerar que todas las industrias multinacionales de aquel momento en electrónica, estaban básicamente dependientes de lo que se hacía fuera de España, aunque en España se hacían cosas, pero no eran nada definitivas de cara a un tema industrial.

Entonces ¿quién podría poner dinero?, el que iba a ser el gran consumidor de esta industria era Telefónica, y aprovechando esto, se decidió segregar el Centro de Investigación y Estudios, que antes era un departamento de Telefónica, en una empresa independiente de autonomía propia.

Se buscó la colaboración y se obtuvo de Bell Labs para que hicieran todo el diseño, desde como tenía que ser el edificio hasta cuáles eran las áreas más importantes en las que se debería empezar a trabajar, tanto en hardware como en software y no sólo eso, sino que llegaron al acuerdo de desplazar a España un grupo de técnicos, para que hicieran el arranque de la empresa. Vinieron cinco o seis personas, entre ellos el que fue director general, que era Ernesto Rodríguez; en base a aquello se montó todo, desde la metodología, la forma de hacer los proyectos, las áreas de trabajo, etc.

Se montó una infraestructura que, junto a la captación de los técnicos más cualificados de España, en sentido sobre todo de la gente que salía en las universidades. Había la política de animar a los mejores de cada universidad a que viniera con nosotros, y la verdad que fue una etapa muy interesante y dentro de esta etapa se desarrolló también el Tesys-B.

Toda esta trayectoria termina en el año 1992 cuando yo pensé que tenía que buscar otra vía diferente de la técnica, y me voy a la parte comercial de Telefónica, a un departamento que se llamaba de desarrollo de servicios avanzados de voz, en donde se introducían básicamente todos los temas, tanto de conmutación como de servicios

que en aquel momento empezaban, y ahí estuve tres años aprendiendo el funcionamiento del negocio, tenía un presupuesto de 200000 millones que manejaba yo en aquel momento.

En el año 1995 volví a Telefónica I+D de director general, sustituyendo a Julio Linares. Estuve otros dos años ahí, fue cuando se introdujo el InfoVía, y una plataforma de servicios de prepago para móviles, correspondientes a una serie de productos muy significativos para el desarrollo del negocio en Telefónica, tanto en los aspectos de aumento de ingresos, como de disminución de costes.

Este fue un proyecto muy importante, que era cómo disminuir los costes de explotación, operación, y mantenimiento. Se utilizó la tecnología con el fin de que se pudiera obtener toda información de alarmas de todos los sitios y luego actuar sobre la red hasta llegar a un único centro de supervisión nacional, que era el centro nacional de supervisión y operación.

Era un centro rápido, ya que, si hay que ir a cualquier lugar a cambiar una placa, se envía a alguien que la cambie. En la mayoría de las veces el ahorro es alto, por lo que los ahorros fueron muy importantes.

Este era un proyecto muy antiguo que venía ya desde antes incluso de Telefónica I+D, porque la preocupación por reducir costes y sobre todo la inmediatez en las reparaciones de cosas, era muy importante.

Después estando yo allí se cambió la presidencia de Telefónica y vino Juan Villalonga y como a modo de saludo yo le mandé un correo donde le copiaba un correo que me había enviado a su vez un empleado nuestro que estaba en formación en EEUU, contando su experiencia de cómo había conseguido el teléfono al llegar a EEUU, y lo que contaba era, que allí nada más llegar esa misma tarde llamaron al apartamento tres o cuatro compañías diferentes ofreciéndole el teléfono. Se lo mande solamente a modo de saludo ya que venía con aires de liberalización.

Entonces dijo que me quería conocer, y que le presentara la compañía, le hice una presentación, no acabamos en el primer día y en el segundo dice: mañana vuelvo, pero no me lo creí, porque lógicamente un presidente de Telefónica no se pasa todo el día con presentaciones, pero volvió, y estuvo escuchando muy atentamente todo lo que le contamos esa misma tarde, y al día siguiente me dijo que quería que me incorporase con él, de director de planificación estratégica. Entonces volví a Telefónica Negocio, a Gran Vía esta vez.

Hicimos el primer plan estratégico, no es que fuera el primer plan estratégico de Telefónica, porque siempre ha habido planes, pero sí un plan estratégico más fundamentado en cifras, en proyecciones y en oportunidades, o sea un plan más ingenieril y de negocio, considerando las dos cosas, pero digamos más profundo ya que colaboramos con todo el mundo, esto fue 1997, estuve un año y medio aproximadamente en planificación estratégica, y fue cuando se hizo la compra del tema de Brasil.

El que era mi jefe en aquel momento, Juan Perea, que era el director general y yo que era director general adjunto, lo nombraron presidente de Telefónica Internacional que tenía la responsabilidad de todo el negocio en Latinoamérica y además coincidía con el momento en que había que optar a la compra de Brasil y hacer ofertas, y otra vez me cambié con Juan Perea en Telefónica Internacional, esta vez como director general de operaciones para desarrollar todo lo referente a Latinoamérica, participando muy activamente en la compra de Brasil, trabajando con McKinsey y con otros grupos que nos ayudaron a ver el negocio, y como había que hacerlo. Se hicieron las ofertas se ganaron y luego me tocó cerrar la operación de Brasil. Estuve allí hasta el año 2000, pero no solo tenía Brasil, Argentina, Chile, tenía toda Latinoamérica pasé tres años gozosos viajando fundamentalmente a Brasil.

Coincidiendo sobre el año 2001 aproximadamente había que desarrollar la forma de entrar Telefónica en Europa y dejé de ser director de operaciones de Latinoamérica y me convertí en el director de Europa, entonces ahí tuve oportunidad de actuar desde la otra perspectiva en países como Alemania, Italia, Inglaterra, Austria (O2), estuve ahí llevándome la parte más fea del asunto, que era poner en marcha empresas que realmente no tenían mucha consistencia porque eran pequeñas, se compraron en operaciones pequeñas, como por ejemplo en Alemania compramos la red de Westermann de Internet ya que la editora tenía una red de Internet propia desplegada, y apoyándonos en ella empezamos a hacer el desarrollo, en Italia llegamos a un acuerdo con Fiat para que igualmente partiendo de sus redes empezar a entrar en el servicio, en Inglaterra se compró también una compañía, etcétera.

Todo eso duró hasta 2007 que fue cuando yo ya me retiré y fue coincidiendo con la aparición de O2 y ya la consolidación de las operaciones en Europa.

### **¿Recuerdas cuando tuviste el primer contacto con el ordenador?**

El primer contacto es lo teníamos todos en la escuela, había una asignatura que se llama ordenadores, no computadores, porque entonces la influencia francesa era muy grande, y dentro del programa de la asignatura había que hacer una práctica de



programación, entonces en toda la universidad solamente existía un ordenador IBM 370 que estaba en el centro de cálculo de la Universidad Complutense, y pertenecía a la facultad de matemáticas o a la de físicas, pero era de uso general para toda la universidad y allí tuve mi primera experiencia y contacto con un ordenador, haciendo un programa de fortran con fichas perforadas, ese fue mi primer contacto con un ordenador grande, esto fue en el año 1971, durante el curso 1971-1972.

Con un ordenador pequeño, no, puesto que ya existían algunos como el PDP-11, que en algunas Direcciones muy avanzadas ya lo tenían, pero yo en este momento ya estaba acabando la carrera.

Realmente yo había estudiado esas asignaturas y sabía perfectamente cómo funcionaba un ordenador y cómo se programaba en lenguaje máquina, que era el lenguaje más próximo al ordenador.

El primer contacto que tuve con un ordenador real, fue con el sistema de desarrollo de Intel para la programación de esta centralita. Inicialmente se llamaba intellec 8 y luego intellec 80. Era un pequeño ordenador con 16 Kb de memoria, donde el editor y el ensamblador no podían coexistir en la misma memoria, porque no cabían, y se cargaban desde un teletipo con una cinta de papel. Inicialmente se cargabas el editor, editabas el programa, cargabas el ensamblador, ensamblabas del programa, si te habías confundido, cuando te dabas cuenta tenías que volver a cargar el editor para volver a editar el programa.

Estos son tiempos heroicos y gloriosos que realmente te dan una proximidad muy importante de cómo realmente funciona aquello, hasta sabes por dónde van las señales eléctricas, esto fue en el año 1975 y el desarrollo duró hasta el año 1978.

Después ya empezaron a aparecer otros proyectos, y nosotros tuvimos el desarrollo de dos proyectos que eran sobre el multiacceso rural, tanto analógico como digital (que lo fuimos a presentar en una conferencia que va del foro histórico sobre telefonía rural). Ahí ya empezamos a utilizar unos sistemas un poco más sofisticados que eran concretamente de Hewlett Packard donde ya había una Workstation y había una comunicación con una central que era un servidor, donde podías trabajar.

### **¿Cuándo fue tu primera experiencia o contacto con la red de datos?**

Conocía su existencia, porque tenía compañeros de la División de Informática de Telefónica, y sabía que estaban trabajando en el Tesys-A, simultáneamente cuando nosotros estábamos trabajando en la centralita.

Hay que considerar que antes del Tesys-A, había una red con ordenadores Honeywell.

Todo partió de una necesidad que Telefónica tenía de dar respuesta a una petición de Banesto, donde decía que tenía 3000 oficinas distribuidas por toda España y necesita un teleproceso más o menos en tiempo real, porque todas las operaciones bancarias eternizan cheques y todo este tipo de cosas, de forma simultánea, creo recordar también que fue La Caixa la que ya empezó a demandar lo mismo, lo que pasa es que ellos hicieron un intento de construir su propia red hasta que se dieron cuenta de que necesitaban a Telefónica.

Alrededor de 1969, había varios bancos interesados en que se hiciera algo relativo a los temas de datos, y a Telefónica se plantea un tema en el que nunca ha trabajado. La experiencia de Telefónica era obviamente cero, lo único que había era la demanda, porque los bancos eran clientes de Telefónica en temas de líneas punto a punto, pero pedían una solución mejor.

Desde el departamento de planificación, que es donde estaba Juan María Vázquez Quintana, se hizo una visita a EEUU de la mano de Univac.

Univac estaba pendiente de entrar en Telefónica con IBM o por competir con IBM, estos captaron la idea y junto con el grupo de Telefónica se fueron a EEUU

## **¿Recuerdas quién viajó?**

Iban Ignacio Vidaurrázaga, Vázquez Quintana, Jesús Tardío, y hay otro más que no sé si sería Julio Lasheras.

Se hicieron un par de visitas y al final, sólo dos o tres personas continuaron con varios viajes para estudiar.

Se van allí y encuentran dos redes, una era la de un banco que estaba basada en circuitos y la otra, también de un banco, que estaba basada en paquetes.

Vieron que había una red bancaria que funciona en modo paquete, y entonces basándose en el tema de ArpaNet, y se decide que este ha de ser el camino, el de la conmutación de paquetes.

Yo creo que la elección fue básicamente por una razón, que desde el punto de vista de un ingeniero clásico de Telefónica, es decir un circuito de voz es un circuito que está permanentemente establecido y que tiene un rendimiento desde el punto de vista de utilización, que es muy bajo porque todos los silencios no se utilizan, por tanto, si encontramos un procedimiento en el que se vayan rellenando estos silencios, y que sea por medio de un circuito virtual de manera que se pueda encaminar por diferentes

lugares y optimizar el uso de la red, que en aquellos momentos era realmente cara, puede ser una buena solución.

No sé hasta qué punto la influencia de Univac en aquel momento pudo ser importante.

En aquella época estaba, la tecnología de circuitos, y ellos empezaban con un nuevo proyecto, y alguien llegó a la conclusión de que había que fichar a alguien de Univac para que pusiera en marcha esta red.

Se contrató a Ignacio Vidaurrázaga que debió poner sus condiciones, entre ellas, que hubiera una unidad separada que no tuviera influencias de otras Direcciones ni otras historias corporativas, y tuviera cierta autonomía para funcionar, con su propio presupuesto etc. y eso fue la División de Informática.

En esta División de Informática empiezan a aparecer personas que son la base de aquello como puede ser, Julio Lasheras, Luis Urqui, Tomas Castro, Jesús Manjarrés, Luis Pagan, Rafael de la Vega, también se crea un grupo para el desarrollo de las placas y junto con Secoinsa se encarga del desarrollo del hardware.

### **¿Alguien se inspira supongo con el concepto de conmutación de paquetes ARPANET?**

El concepto de conmutación de paquetes es el de partida, luego yo creo que tenían desarrollados unos protocolos que debían ser los que inspiraron a la red ArpaNet, y a partir de ahí yo creo que se desarrolla el protocolo RSN, unos protocolos que deben estar muy próximos a esos pero que tienen alguna particularidad de acuerdo con la estructura que se estaba montando y se implementa el protocolo RSN sobre ordenadores Honeywell, donde estuvo funcionando durante diez años, pero las prestaciones de estos eran bastante reducidas.

En los años 1974/1975 los Honeywell se dejan de fabricar y se planteaba un dilema: *“migrar a otro tipo de ordenador con lo cual hay que volver a desarrollar todo, porque entonces me imagino que los lenguajes eran en lenguaje de bajo nivel o se hace una tecnología propia”*. De aquí nace el Tesys-A.

El acrónimo de Tesys es Telefónica, Sitre y Secoinsa, donde Telefónica se ocupaba del software, las pruebas y la implementación, Sitre de la mecánica, y Secoinsa de la electrónica. Por mecánica se refiere a los bastidores, las fuentes de alimentación y el cableado. Pero todo coordinado desde Telefónica.

Se implementa, con el 8080 de Intel, que es el que había disponible y eso es un gran logro, porque hacía muchas más cosas que los PC's, de aquel momento puesto que no estaban especializados en la comunicación.

Surgen dentro del proyecto, los típicos problemas como que hay mucha gente, que tiene una demanda casi inmediata de instalación y puesta en operación, muchas prisas y entonces ahí hay algunas crisis dentro del desarrollo, porque son varios suministradores que tienen que coordinarse.

Estando yo en el centro de investigación y estudios, se reúnen Julio Linares, que era director de tecnología, Juan Mulet, que era mi jefe, que estábamos en los desarrollos que se efectuaban a la industria y que estuvo de director del centro de investigación de estudios algún tiempo y también en el inicio de Telefónica I+D, y Enrique Used que era el subdirector de tecnología que incluía ya al centro investigaciones estudios, planes y normas, que es donde estaba José María Vázquez Quintana, y llegan a la conclusión de que hay que desmontar la División de Informática en el sentido que estaba, con la orientación que tenía, pero sin alterar el desarrollo del Tesys, podríamos decir que es un cambio organizativo, por decirlo de alguna manera.

Telefónica consideró que no podía haber dos desarrollos referentes a los temas de planificación y tecnología, básicamente referentes a la homologación de equipos exteriores, puesto que tienen que estar todos juntos y entonces me hacen director del desarrollo del Tesys-A.

El Tesys-A es el primero después de que Honeywell dejara de fabricar equipos, cuando yo llegó allí veo que hay un ambiente poco favorable, ya que hay unas exigencias muy importantes.

Estaban en la Avenida de Brasil, en un lugar un tanto inadecuado para todos los temas de pruebas, era pequeño, ya había crecido tan rápidamente que se había perdido un poco la dimensión, nos trasladamos a otro lugar con unas instalaciones amplias para hacer el desarrollo, y fue cuando yo empecé a tomar contacto con todos los temas de paquetes, antes yo había sido de circuitos. Sabía que existían los paquetes y sabía cómo funcionaban, pero no había trabajado con ellos.

Estuve hasta que se fundó Telefónica Investigación y Desarrollo y todas las actividades de desarrollo se incorporan a ella.

En aquella época hubo que luchar mucho con las instalaciones en España, con todos los temas de exportación debido a los compromisos con Canadá, con Argentina, con Noruega y con una serie de lugares puesto que había un grupo de comerciales que se

dedicaban a vender, pero luego no había una infraestructura adecuada dentro de la compañía para ejecutar.

Este problema que siempre terminaba contributivo con el personal de desarrollo de todo el canal, que se convertía en personal de soporte para los problemas, eran los mismos para todo.

Volviendo al desarrollo y a la necesidad, hay una RSAN, y se decide crear proyecto con desarrollo de tecnología propia, esto pues va creciendo y al final en el año 1985 se decide seguir.

En 1985 se está incorporado o se estaba incorporando el protocolo X.25, y lo que se llamaba PAD<sup>365</sup>, que son los X.28, y todos estos como periféricos del X.25 que servían para conectar los datáfonos y demás servicios, por lo que en paralelo se diseña el Tesys-A con un PAD que es el X.28, que es como un terminal de la red que se incorpora a este protocolo que se entiende con el X.25.

La idea es que funcionase en todos los terminales ya que también estaba el tema del correo electrónico, el Videotex, la idea es que se integrase todo en el enlace de datos.

Hay un cambio en la manera de gestionar la red de datos, con lo que la red Iberpac acaba funcionando, y la incorporación de bancos y de entidades de todo tipo es masiva.

Los bancos llegaban a la red de conmutación de datos por paquetes por medio de líneas punto a punto que se conectaba los terminales y de allí se encaminaban a los nodos del primer nivel, del segundo nivel y del tercer nivel.

Había un circuito del terminal de la oficina del banco hasta el lugar donde estaba la primera central, generalmente una urbana, donde se ponía un nodo de primer nivel de la red Iberpac de tecnología Tesys.

Empieza a haber el problema de la capacidad de gestión de tráfico, y de desarrollo, porque era una red muy avanzada que se estaba quedando pequeña, debido a la demanda cada vez mayor.

También los hoteles ven la necesidad de conectarse para las reservas de habitaciones, la reserva de billetes, y la reserva de las líneas aéreas y de Ministerios, todo el mundo se quiere conectar a la red, tanto el mundo institucional, como el mundo comercial, todo lo que son transacciones y es cuando se plantea: “¿qué hacer?”.

---

<sup>365</sup> PAD: Packet Assembler/Disassembler.

El ser pionero a nivel mundial tiene el inconveniente de que no existían sistemas de conmutación de paquetes lo suficientemente sólidos.

En este contexto y aprovechando el tirón de Telefónica I+D se lanzan a desarrollar este sistema, se decide hacer el Tesys-B, esto ocurre por los años 1988/1989.

El Tesys-B era una máquina multiproceso con una red de interconexión entre los procesadores, era muy importante, rápida y capaz de cursar una cantidad de paquetes como un orden de magnitud de 10 veces mayor que el Tesys-A.

Es un reto tecnológico muy importante, que es posible gracias al apoyo de gente de Bell Labs y gente muy cualificada, con Eliseo Sánchez Trasobares que estuvo en el desarrollo del 1240<sup>366</sup>, y de otras personas que hicieron posible aquello.

El Tesys-B tenía un problema que era el temporal, ya que era un desarrollo muy grande, y cuando se tiene que implementar en la red que está funcionando con una gran demanda, para implementar mayores prestaciones, y esto unido a que el desarrollo tecnológico, y principalmente su fabricación, le venía un poco grande a la industria tal como estaba planteada, de la que Telefónica continuaba siendo socio, se necesitaba algo más.

En el desarrollo de placas necesitas muchas más cosas, y se efectuó en Telefónica I+D, por lo que se pasó a un soporte técnico de I+D, pero la fabricación la tenía que hacer alguien.

En definitiva, el Tesys-B, como nodo de interconexión de alto nivel se instaló con mucho éxito y han estado funcionando hasta hace poco. Se desarrollaron y se fabricaron unos pocos nodos, que se instalaron donde se conectaban los Tesys-A, para facilitar interconexión y aumentar las prestaciones, conviviendo los dos Tesys.

Pero se retrasa el desarrollo de los packs del Tesys-B, que eran de software, ya que había que ir más despacio, entonces alguien se pone nervioso y dice que hay que acabar con esto y se compran los nodos de conmutación de paquetes de Nortel Telecom el DPN 10, con una promesa de una gran capacidad, que luego se demostró que no era tal, eran mejor que los nodos Tesys-A, pero no como los nodos Tesys-B, que ya estaban muy desarrollados.

El responsable del negocio de Telefónica decidió que había que migrar a estos equipos.

El Tesys-B, se deja para los niveles superiores de la red, como nodos de interconexión, y en los nodos más próximos a los clientes se instalan los equipos Nortel Telecom, no

---

<sup>366</sup> La 1240 era una central telefónica digital de Alcatel que se desarrolló en 1977.

es que muera el Tesys-B, sino que no es el único sistema que está en la red. Cuando esto sucede las expectativas de desarrollo de los equipos Tesys decae, puesto que, si tienes solucionado las terminaciones y la interconexión de los nodos superiores de la red, ya no hay justificación.

Para rentabilizar el Tesys-B era necesario la internacionalización.

Yo no sé si fue acertado o no, ya que con todos los cambios que ha habido en Internet con el protocolo TCP/IP, no sé si Telefónica hubiese podido asimilarlos, aunque teníamos un protocolo como RSAN, los bancos empezaban a pedir el protocolo TCP/IP, y estaban comprando terminales con estas características.

Los equipos Tesys, empezaron siendo RSAN y pasaron después a X.25, por lo que RSAN fue desapareciendo, en el propio Tesys-A ya fue desapareciendo, en los terminales había unas adaptaciones para RSAN y estos también fueron desapareciendo.

La red estaba compuesta por los Tesys-A en los niveles inferiores y los Tesys-B en los niveles superiores. Los Tesys-A se iban sustituyendo ya que se estaban quedando con muy pocas prestaciones, los DPN 100 de Nortel Networks es el que vino a sustituir los nodos Tesys-A del último nivel de la red.

En aquella época se desarrollaron, en Telefónica I+D, todos los sistemas y equipos, llegando a desarrollar chips a medida, cosa que era muy caro.

El desarrollo del custom desing se hacía bastante automático, pero lo que costaba y se cobraba era en función de la complejidad y el rendimiento, y en aquella época ya empezaba a ser importante. Ahí contábamos con una persona que estuvo formándose en Stanford, Carlos del Barrio, que fue el que montó todo el grupo con las herramientas.

Un presupuesto inicial del Tesys-B fue de 500 millones de pesetas, pero el problema no era de desarrollo sino de tiempo, el Tesys-B no llegó a tiempo a cubrir las necesidades de sincronía, pero si se hubiese aguantado un poco más no hubiera hecho falta comprar el DPN 100.

### **¿Cuáles consideras los hitos más importantes del desarrollo de esta red?**

El tomar la decisión de hacer una red de conmutación de paquetes con la implementación de RSAN, y el desarrollo de las primeras máquinas con Honeywell. Después estaría el desarrollo del Tesys-A con niveles propietarios de mayor capacidad, y posteriormente el Tesys-B de alta capacidad.

### **¿Cómo contribuiste al desarrollo de todo esto?**

Yo estoy satisfecho con el papel que jugué en la finalización del desarrollo del Tesys-A, aunque al principio encontré un ambiente un poco hostil, por mi ascendencia, al final, cuando se dieron cuenta de que venía para ayudar, encontré un apoyo total del equipo.

Allí estaban Jesús Tapial, que era el que se encargaba de los temas de las maquetas donde se hacían las pruebas del sistema y luego las instalaciones y las variaciones, también estaban José Luis Pagan, y Antonio González, que hacían el desarrollo.

Yo me encontraba un poco extraño en aquel ambiente, primero porque no había pertenecido a él, y segundo porque mis conocimientos de la tecnología eran limitados, y lo que hice fue introducir una metodología de desarrollo muy mejorada por la gente de Bell Labs que había aprendido en el centro de investigación de estudios (CIE), que en algunos momentos eran diferentes de las que ellos tenían, pero que a mi juicio eran más efectivas, en orden de cómo se programa, cómo se prueba en general, cómo se efectúan las cosas, etc.

Estoy orgulloso del tesys-B, pues en aquel momento no era del personal del laboratorio, era de la dirección, pero el desarrollo del Tesys-B estaba bajo mi responsabilidad, contribuí a formar un equipo de desarrollo del Tesys con unos planteamientos muy modernos en cuanto al proceso.

Conté con personas muy valiosas que se esforzaron mucho para que aquello saliera adelante.

De lo que no estoy tan orgulloso es del resultado, ya que hubiese sido una cosa muy buena, pero tal como ha ido la tecnología, con una duración limitada, por lo que creo que no fue tanta equivocación el pararlo, ya que nos podíamos haber encontrado, como ha sucedido unos años después, cuando apareció el TCP/IP con la red descentralizada, y podíamos habernos estrellado ya que hubiese sido difícil mantener unas prestaciones equivalentes al TCP/IP con el X.25.

Otra cosa buena de Telefónica I+D, es que fue como una escuela de aprendizaje que formó a un grupo de profesionales muy buenos, que luego algunos han sido directivos de Telefónica, capaces de entender la tecnología y las oportunidades de negocio y ser decisivos en el desarrollo de la red.

Los que no han estado allí no lo veían, pero los que estábamos veíamos que se palpaban un poco las oportunidades que vendrían por medio de Internet.



Cuando era director general de Telefónica I+D y como venía del negocio, vi que había una sincronía entre Telefónica I+D y el negocio, pero el negocio no confiaba mucho en I+D, y I+D despreciaba el negocio.

Tuve que recurrir a la gente de IESE, esto era el año 1995, para que convenciera a la gente de Telefónica I+D, que había que hacer algo que era fundamental, y era hacer una especie de organización comercial, de modo que cada línea de servicios, como los móviles, los Tesys, los datos, los nuevos servicios, etc., tenía que tener una interrelación directa con el negocio, y yo enseñe a unas personas, con la misión de que vieran lo que el negocio necesitaba y sugerir proyectos a hacer, siempre que fueran útiles para I+D.

Quería que se efectuasen cosas que fueran útiles para el negocio, esto costó mucho de entender ya que todos los puristas de I+D, no entendían que tuviera que haber una organización comercial dentro de una compañía de I+D.

### **¿Podías decir un grupo de personas claves para el desarrollo del negocio del Tesys?**

Yo del Tesys-A conozco menos, pero podríamos decir que al principio fue Vázquez Quintana, Ignacio Vidaurrázaga, Rafael Díaz Vega, Julio Lasheras, José Luis Pagan, Francisco González, Jesús Manjarrés, que era el director de la Dirección Informática y yo le sustituí, Tomás Castro que era el subdirector, y había otro, que no me acuerdo, y que tenía el tema del Hardware.

Mi misión era tirar para adelante con el desarrollo de mejora del sistema para pasarlo a Telefónica desde la División de Informática.

No querían tensiones internas, manteniendo las dos Direcciones, pero yo estaba con la idea de que tenían que converger, cosa que ocurrió luego en Telefónica I+D y en Telefónica.

Respecto al Tesys-B, podría nombrar a Eliseo Sánchez Trasobares (Jefe de Proyecto), Juan Dato (InfoVía), Francisco Golderos (Software), Rodrigo Lujo (Bell Labs), Héctor Urroz (Bell Labs), Jesús Barbero, que hacía las funciones de supervisor de las operaciones del Tesys.

### **¿Podrías indicar un par de anécdotas?**

Una tiene que tener que ver parcialmente con todo esto y tiene que ver con la introducción de InfoVía, que se introdujo en el año 1994.

En el año 1994, y antes incluso, nosotros sabíamos que una buena parte de las ventas de las compañías se efectuaría por Internet, y procurábamos dar a conocer a las

empresas más importantes de España, las oportunidades que creíamos que había para el desarrollo de Internet on-line.

Invitamos en una de estas presentaciones, al responsable de marketing de El Corte Inglés, esto debía ser en el año 1995, el hombre nos escuchó impasible, no abrió la boca, y al terminal dijo: *“esto no me vale a mí”*, comentando que él tenía unas estadísticas que le dicen, que cuando una persona entra en El Corte Inglés por término medio, gasta 5000 ptas., como comprenderéis que no me interesa nada que la gente no vaya al El Corte Inglés. Por este motivo se retrasó mucho tiempo, y con ello perdió el tren, y ahora se ha agarrado a las tiendas de prestigio, alquilando espacio.

En el año 1995 vino Bill Gates a Telefónica, nos puso por las nubes, dijo que éramos el único operador que había conocido que había apostado por el acceso universal a Internet, que habíamos creado InfoVía. Estuvo en Gran Vía, en una recepción que se le hizo y allí, conoció a Eliseo Sánchez Trasobares, y Juan Dato, se quedó impresionado, eran los dos líderes del desarrollo de InfoVía.

### **¿Qué piensas sobre el futuro de Internet?**

Es muy complicado. Está transformando la sociedad, está transformando a los modos de relación de las personas, y de los jóvenes con las instituciones, y está transformando la vida de las propias personas.

Hay conceptos como “Internet of things”, con lo que Internet penetrará hasta el último recodo de nuestra vida habitual, con lo que nuestro modo de enfrentarnos a la vida va a ser totalmente diferente, siguiendo las pautas que tenemos, pero haciendo las cosas totalmente diferentes.

Todo será más rápido, más eficiente, todo estará más controlado.

Hay otras áreas que van a beneficiarse mucho, como la industria de la salud, referente a supervisiones quirúrgicas, teleasistencia, el medio ambiente con las posibilidades de control del medio ambiente a través de Internet, el transporte con los vehículos de conducción automática entre otras cosas, las ciudades inteligentes, etc.

El desarrollo del móvil ha sido el gran motor del desarrollo de Internet, ya que son ordenadores disfrazados de móvil.

### 8.13.7 Entrevista al Sr. Antonio Alabau

Hoy estamos en Alfafar (Valencia) a 19 de julio de 2017 y entrevistamos a Antonio Alabau. (Alabau, 1/1, 2017).



#### ¿Cuándo naciste?

Yo nací en Alfafar el año 1947.

#### ¿Qué estudiaste?

Yo estudié ingeniero de telecomunicación en la escuela de la Universidad Politécnica de Madrid. Cuando acabé tenía pánico de ponerme a trabajar, con lo que obtuve una beca y me fui a Francia, a Toulouse, donde estuve tres años trabajando de becario en el centro nacional de investigación científica, donde hice la tesis doctoral sobre máquinas autómatas, no existían microprocesadores, únicamente había máquinas programables.

Después vuelvo a Barcelona, ya que me ofrecieron una plaza en la Universidad Politécnica de Catalunya, en la Escuela Superior de Telecomunicaciones, era una plaza precaria, ya que no estaba convocada, era un contrato para dar unas clases. La asignatura que daba era de computadores.

#### ¿Cuándo tuviste el primer contacto con los ordenadores?

En la escuela cuando estaba estudiando en Madrid. Se hacía todo con tarjetas perforadas que se enviaban a un ordenador de la Universidad Complutense y después recibíamos el resultado del programa.

En Toulouse, que era un laboratorio más avanzado, tenían computadores en todos los puestos de trabajo, había uno para cada uno de los que estábamos allí.

#### ¿Cuándo tuviste contacto con las redes de datos como la red ArpaNet?

Cuando estaba en Barcelona, estaba muy preocupado por la parte docente, todo lo referido a los computadores y las redes de datos, ya que al principio no había nada, esto era a principio de los años setenta.

Posteriormente encontré en Telefónica las normas del X.25 y lo adapté ya que no había nada en España escrito del tema.

Yo estuve en Barcelona dando clases desde el 1972 al 1982, que me cansé y me fui, dejando totalmente la Universidad, y me fui a Madrid, al INI, con un contrato en una

Dirección de Informática y Electrónica, donde se efectuaban las redes de datos. Allí estuve 7 u 8 años. Yo estaba de director de gabinete del director de la División. El trabajo era totalmente teórico, complementando la formación que tenía, estuve allí hasta 1989, cuando decidí dejarlo.

La época de Barcelona fue la más fructífera que tuve de mi carrera en esta materia.

Cuando vine a Barcelona, fui yo el que llamé a mis amigos que estaban en la escuela de Ingenieros de Telecomunicación y me presenté para dar clases.

### **¿Qué hitos consideras más importantes?**

Considero que lo más importante es la rápida implantación que tuvo la red, ya que nadie la conocía, no se sabía que era, y nosotros lo contábamos y de repente todo el mundo la utilizaba.

Eran épocas complicadas ya que todo se tenía que hacer a mano, no había nada automatizado.

### **¿Tienes alguna anécdota?**

Yo debo tener una historia escrita de esta época, ya os la buscaré, que es mi versión de la historia.

### **¿Tuvisteis alguna relación con Telefónica por parte de la Universidad?**

Tuvimos muy poca relación, era muy complicada la relación con Telefónica. En aquel tiempo era complicado casi todo y en una empresa aún más.

Se efectuaban investigaciones de forma paralela, por una parte, la Universidad y por otra Telefónica. Las relaciones que había eran a escala personal y no institucional.

No había ninguna relación y no sé por qué, seguramente a las dificultades inherentes al hecho de hacerlo.

### **¿Cómo crees que se ha contribuido al desarrollo de Internet?**

España ha sido un campo de experimentación en el desarrollo de los protocolos de Internet, pero se ha difuminado.

### **¿De de estas más orgulloso de tu trabajo en Internet?**

De lo que estoy más orgulloso es de la realización del libro, y de formar a gente en estas materias. Yo recuerdo que tuve de estudiantes a Paco Ros y a José Barberá. Julio Linares era compañero de curso.

## **¿Cómo se te ocurrió efectuar el libro?**

El libro que confeccioné junto con Juan Riera fue una cabezonería, lo coordinamos entre los dos, fuimos buscando información sobre las redes de datos que había en aquel momento.

La realización del libro tiene una historia, que encontré estudiantes, becarios y personas que conocían el tema y los puse a trabajar a todos. En primer lugar, eran capítulos que se publicaron de forma independiente, aunque no recuerdo donde, posteriormente los junté en un libro que se publicó en la editorial Marcombo sorpresivamente ya que nadie se lo esperaba.

Fue tal la sorpresa, que Telefónica efectuó un pedido de 1000 ejemplares, ya que lo distribuyó entre todos los que habían colaborado en X.25.

Yo busqué a personas que conocían los diversos temas de comunicaciones de datos y les hice escribir un artículo del tema que conocían y eran expertos, para después integrarlo en el libro, todas las colaboraciones eran originales para el libro.

La razón del libro era la de explicar en la Universidad los sistemas de comunicaciones de datos que había en aquel momento.

## **¿Cómo crees que será la evolución de las redes e Internet?**

No tengo ni idea, he visto tantas cosas en mi vida, que cualquier cosa no me sorprende.

## **¿Qué personas recuerdas de aquella época?**

Recuerdo a Manel Medina, a José Barberá, que estaban en la escuela de Barcelona, también recuerdo al Paco Ros, que estaba en Madrid, pero no tengo contacto con ellos.

También recuerdo a José María Guadalajara y Julio Linares de Telefónica.

### 8.13.8 Entrevista al Sr. Julio Linares López

Hoy es día 5 de julio de 2018, estamos en Madrid con Julio Linares López. (Linares, 1/2, 2018) (Linares, 2/2, 2018).



#### ¿Cuándo naciste?

Nací el 26 de diciembre de 1945, en Medina de Tomás (Burgos).

#### ¿Qué estudiaste?

Estudie ingeniería de telecomunicaciones en Madrid, que era la única escuela que existía en España en aquel momento. Empecé en 1963, cuando acabé me fui a Inglaterra unos meses porque ya se veía la necesidad de conocer inglés, sobre todo los que en el bachillerato estudiábamos francés, y a la vuelta me tocó hacer las prácticas de milicias, y al finalizar empecé a trabajar en Telefónica, en mayo de 1970, después de pasar por unos exámenes, que si los superabas entrabas en Telefónica.

Yo no buscaba empezar en una actividad muy tecnológica, y empecé a trabajar en el centro de investigación y estudios de Telefónica, en el CIE. Desde entonces mi actividad tiene mucha relación con la tecnología y con la I+D, donde estuve 25 años ocupando diferentes cargos en el CIE, y en el departamento de normativa técnica. Como responsable de Telefónica I+D cuando fue una compañía separada, estuve ocupando diferentes responsabilidades, pero siempre en el ámbito de I+D.

En el año 1995 me ofrecen pasar de director general de Telefónica I+D a un departamento de marketing y servicios de Telefónica, pues ya se preveía que en poco tiempo tendríamos que empezar a competir, y era importante tener un buen departamento de marketing y desarrollo de producto mucho más avanzado de lo que teníamos entonces.

Se hizo un gran esfuerzo en marketing, aunque en aquella época el producto tenía mucho peso, comparado con la actualidad que las campañas son mucho más sofisticadas.

En la División había ingenieros, pero tuvimos que coger gente de la calle experta en publicidad, en marketing, para tener una gran capacidad no solo buena en producto, sino también en campañas publicitarias, en aspectos de marketing, muy importantes. En este tiempo que estuve allí se desarrolló InfoVía.

Luego en 1997 pasé a actividades estratégicas, donde estuve un par de años, y posteriormente a presidente Telefónica España del negocio fijo.

En 2005 pasé a tener la responsabilidad de coordinación, sinergias y desarrollo del negocio en la corporación, para coordinar todos los negocios internacionales que tenía Telefónica en aquel momento, haciendo una labor de tipo corporativo, de coordinación, buscando sinergias entre todos los negocios hasta el año 2007, y es cuando pasé a ser consejero delegado del grupo Telefónica hasta setiembre del 2012, que dejé la labor ejecutiva y pasé a tener una labor no ejecutiva en el consejo de administración de Telefónica como vicepresidente, hasta setiembre de 2017, que pasé a ser consejero de Telefónica en Alemania, en Brasil, y administrador solidario en España.

### **¿Recuerdas la primera vez que tuviste un contacto con un ordenador?**

Yo identifico este punto, con un curso de fortran que hice en el centro de cálculo de la Universidad Complutense mientras estudiaba la carrera de ingeniería de telecomunicaciones, en la carrera había una asignatura de ordenadores donde tuve el contacto con ellos, pero el contacto más vivo es el curso en el centro de cálculo que se acababa de inaugurar en la Universidad Complutense, que estaba junto a nuestra escuela. En él teníamos que estudiar programación, efectuar programas con las instrucciones y los datos en tarjetas perforadas, este es mi primer recuerdo en ordenadores.

El ordenador que utilizaba era muy grande y ocupaba una sala muy grande debía ser un 360/370 de IBM, o algo de ese tipo.

El recuerdo que tengo es entrañable y para mi representaba el futuro, como te puedes imaginar los programas que hacía eran muy elementales, esto debía ser por los años 1967/1968.

En los primeros cursos de la carrera no te daba tiempo de hacer cosas y cuando llegabas a cuarto te encontrabas más cómodo y podías hacer otras cosas, y era en este periodo cuando efectué este curso de fortran en el centro de cálculo de la Universidad Complutense, pero no eran contenidos de la carrera.

### **¿Cuál fue tu primer contacto con la red de datos?**

Cuando entré en Telefónica en 1970 ya existía una actividad para el desarrollo de la red de datos y aunque yo no participé directamente en ella, veía lo que se estaba desarrollando, veía los objetivos que tenía Telefónica con esa red y también veía la ambición de Telefónica con esa red, pero yo no participé activamente en esa red, ya que estaba en conmutación de circuitos.

Sí que veía la División de Informática de Telefónica que estaba constituida y la actividad que estaba desarrollando.

Por mi actividad tecnológica y de estudios, siempre leía lo que estaba ocurriendo alrededor de los datos, de lo que luego ha sido Internet en otros países, y de lo que se estaba haciendo en Estados Unidos.

Este fue un proceso evolutivo en el que vas leyendo información, vas viendo cosas y eres consciente de lo que está ocurriendo en ese mundo de los datos, de los paquetes y de lo que luego sería Internet.

Pero no fui consciente de Internet hasta en 1995 cuando conectaron mi pc de sobremesa con un módem.

### **¿Quién decide que se vaya a EEUU para inspirarse en la red ArpaNet, para crear una red de datos en España?**

Desconozco este tipo de cosas, pero uno fue José María Lavinia, pero yo creo que no fue una cuestión de viajes, sino una cuestión de actitud.

En este tiempo, todas las comunicaciones de datos en el mundo se resolvían de forma privada, cada empresa se daba su propia solución, los bancos creaban sus redes privadas para soportar este tipo de servicios. Así como existían centralitas para dar los servicios de voz, que los clientes compraban para dar servicios a sus clientes y a sus empleados, se construían una red privada de datos.

Lo que diferencia Telefónica del resto del mundo, es que pensaron que sería más eficiente y mejor crear una solución pública para dar soporte a ese tipo de necesidades privadas en datos, para evitar que cada una de las entidades tenga que resolver el problema por su cuenta.

Esa orientación de servicio público en vez de solución privada, es lo que da origen a todo el desarrollo de redes y sistemas para soportar la transmisión y la conmutación de datos.

Telefónica se muestra como una compañía que ve antes que otras, la posibilidad de anticiparse y prepararse para ese futuro, y es capaz de efectuarlo. Ve antes que otros la posibilidad de crear una solución general dentro de Telefónica, para dar respuesta a problemas particulares.

Todo esto lo hace de una forma muy orientada al cliente, que en este caso fue el sector financiero, que trabajando juntos se concibieron esas soluciones privadas.



Para eso fueron los viajes que se efectuaron, con el fin de ver que se estaba haciendo en otros países.

Los cambios que se efectuaron fueron, por una parte, de la conmutación de circuitos a conmutación de paquetes y por otra parte de solución privada a solución pública.

Para transmitir datos la solución de conmutación de circuitos tenía muchas limitaciones y no era viable, por lo que había que buscar otra solución técnica más adecuada para solucionar lo que demandaban los datos, y de ahí viene la conmutación de paquetes.

La conmutación de paquetes se venía utilizando en soluciones de naturaleza privada y propietarias para cada compañía.

El gran cambio es que Telefónica considera esta solución como una solución pública, genérica y compartida para todos los clientes, puesto que era una solución más eficaz, considerando que las necesidades que tenían eran comunes a todos los clientes, y no eran soluciones individuales que necesitasen una solución privada.

Este es el nacimiento de la Red Especial de Transmisión de Datos, que llegando a un punto se considera que los equipos estándares utilizados tienen unas limitaciones y hay que efectuar un desarrollo propio y así surge el Tesys.

Así mismo con los equipos estándares no había protocolos para efectuar una red pública, por lo que Telefónica crea el protocolo RSAN, que es el que funcionaba inicialmente con la red de datos, hasta que aparece un protocolo estándar que es el X.25.

Así se efectúa el desarrollo primero del Tesys-A, y luego del Tesys-B, que son equipos compuestos de uno o varios bastidores.

Para ello se diseñaron los equipos y los chips que estaban en ellos. Eran grupos de trabajo pequeños que desarrollaban el protocolo RSAN.

Se creó una industria, como fue Secoinsa para fabricar el producto y este se pudiera distribuir al mundo.

Se exportó a Canadá, a Argentina, entre otros, y a Rusia no, por problemas burocráticos del momento.

Yo no estuve en el desarrollo del Tesys-A, pero en el Tesys-B tengo la responsabilidad cuando soy director general de Telefónica I+D, en 1990, que era el proyecto más importante que teníamos, que estaba ya muy avanzado, estaba en la última etapa del desarrollo de datos en España.

Por 1990 llega un momento que los datos adquieren tal volumen y tal importancia en el ámbito de Telefónica, que se cree que es mejor integrar dentro de las actividades de Telefónica a la División de Informática para atender los temas de datos mejor, que tener la División de Informática separada de Telefónica, por lo que se decide integrar una parte a en Telefónica I+D, y las otras actividades que se realizan en los diferentes Direcciones donde se tienen responsabilidades de la misma naturaleza.

Era como una empresa aparte que tenía todo tipo de actividades, como ventas, investigación, desarrollo, operaciones, mantenimiento, etc., por lo que cada una de estas actividades se integran en el departamento correspondiente de Telefónica relacionado con cada una de las actividades, de acuerdo con la organización de Telefónica.

### **¿Porque se dejó de fabricar el Tesys-B, que estaba en desarrollo y se compran los equipos de Nortel Telecom?**

Nuestros principales clientes, en un momento determinado, observan que hay otros productos en el mercado, en competencia de nuestro producto Tesys, y les visitan diferentes suministradores presentándoles sus productos.

Los clientes se ponen en contacto con Telefónica comentándoles los equipos que están presentando diferentes empresas, y se decide abandonar los desarrollos propios de conmutación de paquetes y utilizar productos estándares del mercado, puesto que en este momento ya existían alternativas.

Yo creo que se llega a la conclusión que los clientes podían estar mejor atendidos utilizando estas nuevas soluciones, que teniendo que estar alimentando a Telefónica permanentemente para dar continuidad a los desarrollos propios.

Esto no significó abandonar la red de paquetes, sino que sustituir un conmutador por otro, dejando así de tener un desarrollo propio en conmutación de paquetes, y comprar equipos de conmutación de paquetes a diferentes empresas, básicamente a Nortel Telecom, para seguir desarrollando nuestra red de conmutación de datos.

En este tiempo el sistema Tesys se sigue ampliando y desarrollando, pero en lo nuevos centros se instalan los nuevos equipos de conmutación de paquetes.

Esto tuvo un impacto muy importante en I+D ya que el sistema Tesys era la mitad de la compañía, provocando una gran transformación y teniendo que utilizar el personal y el conocimiento en otro tipo de proyectos y actividades. La cantidad de personal, considerando el personal propio y el de empresas afines, podríamos decir que eran unas 2000 personas.

En este tiempo yo tuve que gestionar este problema teniendo que ilusionar al personal en otros proyectos, evitando que se frustraran por la terminación del proyecto Tesys.

**¿Cuáles consideras los hitos más importantes en el desarrollo de esta conmutación de paquetes?**

El hito más importante fue el decidir tener una red pública de datos, teniendo en cuenta que el resto del mundo utilizaba redes privadas.

El segundo hito que considero más importante fue cuando se decide que los equipos disponibles en el mercado no son los adecuados para responder a las necesidades de esta red pública de datos, por lo que tenemos que implicarnos en el desarrollo del equipamiento y es cuando tenemos que considerar inventar y desarrollar el protocolo RSN, ya que no existían estándares internacionales para conmutación de datos.

El tercer hito es cuando tienes que pasar del desarrollo del Tesys-A, que era un equipo con sus limitaciones, a un equipo de envergadura como el Tesys-B, que tenía una dimensión muy notable, tenía un esfuerzo de desarrollo e investigación fundamental, y esto vino acompañado por tener una industria detrás de estos equipos, ya que Telefónica no tenía las capacidades para soportar la fabricación de un equipo de esta envergadura.

El problema fue que hubo otras compañías que vinieron con productos avanzados y competitivos, por lo que fue el cliente que solicitó este cambio de los equipos.

Con el producto "*Imagenio*", también tuvimos que desarrollar un equipo ya que tampoco había ninguno en el mercado, pero cuando aparecieron otros equipos, yo no le veo ningún sentido a que Telefónica continúe desarrollando equipos, ya que es mejor que se beneficie de la competencia y compre el mejor para su sistema, y no tener que estar vinculado al desarrollo, que te obliga a tener actualizado un equipo, dedicándose así las energías a cosas donde tengamos más necesidades.

**¿De qué estás más orgulloso de tu relación con Internet? ¿Cómo contribuiste al desarrollo de Internet?**

Telefónica apostó por la red de datos integrada la Red Digital de Servicio Integrados (RDSI), pero basada en circuitos, esta red debía ser capaz de ser utilizada para voz, para datos, para textos, para imágenes, para video, o sea para todo. Esta red era lo que ha terminado siendo Internet, solo que, con una concepción diferente, con una opción tecnológica diferente y con estándares internacionales.

Telefónica apostó, como la mayoría de los operadores, por esta solución. Pero veíamos que Internet iba teniendo más importancia, y nos costó llegar a entender cuál sería el impacto final de Internet.

Yo creo que hasta que vimos la WEB, no nos dimos cuenta que Internet tendría un gran impacto, y en este momento tuvimos que cambiar nuestra concepción por lo que dejamos de apostar por la RDSI, con los servicios de Videotex, el Teletex, y todo este tipo de servicios que estábamos apoyando en la RDSI, ya que observamos que Internet tenía mucha fuerza, que había una demanda para Internet y que no estamos dando soluciones al mercado, para poder acceder a Internet sin dificultades y de una forma económicamente razonable, y fue entonces cuando desarrollamos InfoVía.

En InfoVía tratamos de sumar una tarifa de acceso a Internet con llamada local, que era barata, con independencia del servidor, proporcionando un módem y un navegador. Juntamos las tres cosas en un producto y lo llamamos InfoVía, que lanzamos al mercado. Este fue nuestro primer vínculo a Internet.

El producto InfoVía no tenía la tarifa plana y el ancho de banda estaba limitado por la capacidad de los módems existentes en aquel momento, fue un producto que nos permitió posteriormente lanzar ADSL.

Estos productos InfoVía y ADSL fueron las contribuciones más importantes al desarrollo de Internet en España.

En aquella época se efectuaban las web's para InfoVía, con direcciones privadas, cosa que ahora se ve extraño.

## **¿Qué personas consideras claves en el desarrollo de las redes de datos e Internet?**

En los inicios destacaría a Eliseo Sánchez Trasobares, Rafael Díaz Vega, Julio Lasheras, Tomás Castro, Jesús Manjarrés Hurtado, Luis Arroyo, Vázquez Quintana (yo creo que en los inicios tuvo mucho que ver).

Y en la implantación de InfoVía tenemos a Eliseo Sánchez Trasobares, José Barberá (que estando en la fundación Telefónica nos ayudó mucho).

## **¿Alguna situación divertida o anecdótica que te hubiera pasado?**

Recuerdo en el caso de InfoVía, la visita de Bill Gates, en la que tenemos una cena en el edificio de Gran Vía, y le hacemos una demostración de lo que es InfoVía, y captó la importancia del producto, y creo que pensó que era un producto más ambicioso de lo que era, y en sus apariciones públicas en España en los días posteriores que estuvo en

España, hizo mención varias veces, a InfoVía. También dio instrucciones a su compañía que apoyasen en los PC's, a InfoVía.

Otra anécdota es en una comida con Steve Jobs, nos saca de su bolsillo un teléfono y nos enseña cómo va a ser el iPhone, empezando a manejarlo y a mí me pareció un descubrimiento brutal, del futuro que venía.

Yo sé que, si ha habido algo brillante en estos tiempos, es la conjunción de Internet y el Smartphone, esto es lo que le ha dado a Internet una dimensión espectacular y ha llegado Internet al bolsillo de cualquier persona.

### **¿Qué piensas sobre el futuro de Internet?**

Yo creo que el presente es tan brillante que ya no importa el futuro, pero yo creo que Internet tiene el reto de conectar a miles de personas que no tienen acceso.

Internet ha tenido la etapa de acceso a la información, después la etapa de las redes sociales y las relaciones entre personas, y ahora estamos en la etapa de conectar todos los objetos, todas las cosas a Internet (IOT).

También considero que la inteligencia artificial tendría que tener mucho impacto en Internet, desde diferentes puntos de vista, ya que si en el lenguaje natural, vamos a ser capaces de acceder a Internet, esto te da una nueva dimensión ya que pasas de tener que utilizar la pantalla a poder dirigirte a las máquinas a dirigirte de la misma forma que haces a las personas, utilizando el lenguaje natural.

La inteligencia artificial da la capacidad de análisis, de buscar y relacionar información que tendrá unas mejoras espectaculares.

Nos olvidamos de la gran contribución de los operadores a Internet, que sin las infraestructuras que hemos desarrollado, la Internet que conocemos no sería posible. La creación de infraestructuras necesarias para poder dar el ancho de banda para el usuario, la capacidad para soportar tanto tráfico, coberturas para acceder a los servicios, ha sido muy importante para el desarrollo de Internet.

Seguir desarrollando estas infraestructuras para el desarrollo de Internet es básico, y ahí las dos piezas básicas son la fibra óptica y el 5G, que darán otro salto en capacidades de infraestructuras que darán muchas oportunidades a desarrollar muchas más aplicaciones para el entorno de Internet.

### 8.13.9 Entrevista al Sr. Luis Lavandera Sánchez

Hoy estamos en Madrid en España es 11 de enero de 2018, y entrevistamos a Luis Lavandera. (Lavandera, 1/1, 2018).

#### ¿Cuándo naciste?

Yo nací el 29 de marzo de 1946 en Asturias, en Piloña, es una pequeña villa que está a unos 40 kilómetros de Oviedo y 45 de Gijón, está enclavado en lo que se llama el oriente de Asturias, la zona oriental de Asturias, cerca de Cangas de Onís, cerca de Covadonga y por tanto parte de Picos de Europa, un enclavamiento muy bonito, porque tenemos la costa a 30 kilómetros y la alta montaña también a 30 kilómetros. Si uno tira al norte se encuentra toda la costa, desde Villaviciosa hasta Llanes, hay playas en cantidad como Ribadesella, etcétera, y luego si tiras hacia el interior te metes en pleno corazón de los Picos de Europa, todo el gran cañón del Sella, un río mítico por los salmones que tiene, es una zona verdaderamente bonita, Asturias se estrecha y la montaña se acerca a la mar. Allí hay unos contrastes muy importantes de paisaje.



#### ¿Qué estudiaste?

Yo estudié en Asturias la carrera que hice de perito industrial, en la Escuela Técnica de Peritos de Gijón. En aquella época el plan era de cuatro años, había un curso selectivo y tres de especialidad y cuando terminé esta carrera fui a hacer las milicias, y después me marché a la Escuela de Ingenieros de Bilbao.

Yo terminé la carrera de peritos en el año 1967 (de 1963 a 1967) y entre en la escuela de Bilbao en 1968.

En aquella época había tres escuelas de ingenieros en España, que estaban en Madrid, Bilbao y Barcelona, de industriales solamente, y por proximidad geográfica, y porque Bilbao tenía una buena fama por toda la industria pesada. Terminé la carrera en el año 1973, un poco antes, ya que nosotros por tener la carrera de peritos, nos dejaban el último curso hacer lo que llamaban, el curso de aceleración, o sea en vez de terminar en junio, terminamos en diciembre, o sea que cuarto y quinto, a base de no tener un mes de vacaciones, se comprimía y podíamos terminar en diciembre y le ganábamos seis meses de tiempo profesional, por lo que debía ser en diciembre de 1972.

Siempre me había gustado la enseñanza, y estando en el último año de estudiante, colaboraba como profesor de electrónica en la escuela de peritos de Bilbao, y al terminar

me mantuvieron de profesor asociado dando clases para terminar el curso de electrónica.

Cuando termine el contrato ingrese en Telefónica haciendo una oposición, ya que Telefónica era una empresa privada, pero al tener el monopolio de las telecomunicaciones en España y tener el Estado un 33% del accionariado, seguía ciertas pautas parecidas a un ministerio, y por tanto para entrar como ingeniero tenías que hacer una oposición, que hice en Bilbao. Si aprobabas estabas disponible para que te mandasen a cualquier lugar de España y a mí me destinaron a Madrid en Transmisión de datos, esto fue en marzo de 1974.

En esta época se llamaba transmisión de datos, no conmutación de datos ya que en aquel tiempo se consideraba que la transmisión era lo esencial de una comunicación, y que la conmutación era una parte tecnológicamente inferior.

Luego todo esto fue cambiando, me acuerdo de una charla en 1977 con un subdirector general, le hice ver que quien controlaba la conmutación controlaba la inteligencia de la red, y que iba a cambiar el paradigma de que la transmisión, convirtiéndose esta en algo más trivial, ya que lo más importante sería dominar la conmutación.

En aquella época yo escribí un *"paper"*, en el que proponía darle mucha más importancia a la conmutación que a la transmisión, pero el sistema coexistió durante un tiempo mientras las redes se tenían que apoyar en lo que se llamaba transmisión sucia. Le llamábamos sucia porque el soporte era por una parte el satélite, que lleva un retardo inherente muy alto, que hay que saberlo conjugar con protocolos para que los 360 milisegundos de retardo inherente en subida y bajada no nos estropease los protocolos, y por otra parte el cobre con una planta de cobre que tenía unas limitaciones a la hora de conseguir velocidades.

La transmisión tenía más recursos para conseguir que lo que tu enviabas en origen, llegase de manera fiable al destino, sin muchas retransmisiones por el medio, ya que había mucho ruido.

Todo esto fue mejorando, en parte porque la calidad de la red fue mejorando mucho y porque empezaron a haber algoritmos de control de errores que hacían que fuese más fiable la recuperación, y poco a poco nos fuimos dando cuenta que el verdadero corazón de una red estaba en la conmutación.

### **¿Cuándo tuviste el primer contacto con el ordenador?**

En concreto en la aquella época, yo había estudiado dentro de la escuela de ingenieros industriales, por lo que era ingeniero industrial de la especialidad eléctrica, pero con una carga importante de electrónica y de automática.

Yo no había hecho ingeniería de telecomunicaciones, pero tenía de alguna forma la inquietud de lo que oíamos sobre los computadores, y traté de documentarme a nivel de estudiante lo máximo posible, y tuve pequeños contactos con aquellos ordenadores antediluvianos que en aquella época se manejaban en las universidades, uno para todo el mundo.

La primera vez que tuve contacto con un ordenador en la escuela de ingenieros, era de un color verde una pantalla muy verde con un tubo, pues teníamos un sobremesa con cables y todos estábamos pendientes de aquel alienígena que nos mostraba cosas por la pantalla, pero que no sabíamos muy bien qué partido sacarle, esto era por los años 1972-1973, nos parecía que era algo un poco como mágico, pero nunca yo obtuve de aquel ordenador, ni un trabajo, ni yo fui capaz de digamos de utilizarlo personalmente. Alguien programaba algo que se hacía con instrucciones en assembler, pero poco más.

El verdadero contacto fue en el año 1974, cuando llegó a Madrid y veo por primera vez en Telefónica un ordenador que estaba fabricado por Honeywell, recibo un curso de la casa Honeywell y otro de la casa Univac, porque eran dos proveedores importantes de Telefónica para la Red Especial de Transmisión de Datos (RETD).

### **Desde tu punto de vista/experiencia ¿Cómo fue la introducción de la RETD?**

Telefónica tuvo la suerte de contar con una persona privilegiada, que se llamaba Antonio Barrera de Irimo como presidente, y junto él que creo que era el más brillante de la aquella época en la esfera financiera, José María Aguirre y Gonzalo, presidente de Banesto, ellos concibieron el fantástico proyecto de hacer la Red Especial de Transmisión de Datos.

Estas dos personas se juntaron, sobre los años 1968-1969 aproximadamente, en el cual José María Aguirre y Gonzalo solicita, a Antonio Barrera de Irimo, que él quiere tecnificar Banesto, y quiere que las sucursales bancarias funcionen con teleproceso, y le pide ayuda para que se haga una red que permita hacer esto.

Esta es la génesis de la Red especial de Transmisión de Datos en España.

Entonces se pone en marcha un equipo de ingenieros en Telefónica para concebir la red que permitiese a Banesto informatizar sus oficinas y hacer teleproceso con los



grandes ordenadores centrales, que tenía dos, uno en Santander y otro en Madrid, dos IBM 360 primero y 370 después.

Este fue un proyecto complejo porque con estos dos grandes ordenadores no querían ni cintas ni tarjetas perforadas, querían que cuando se hiciese una transferencia, o se pasase un cheque, el ordenador central supiese en tiempo real que esa operación se estaba realizando en una determinada sucursal de Banesto.

Hubo que hacer un proyecto muy importante, había que considerar el tipo de terminal que tendrían las sucursales bancarias, y ahí entre los técnicos de Telefónica y los técnicos de Banesto decidieron que no fuese IBM quien hiciese la parte de sucursales, sino que fuese NCR.

Se encarga a NCR que diseñe, por primera vez en el mundo, un terminal capaz de hacer lo que se estaba especificando por parte de Telefónica y de Banesto.

Esto fue porque se pensó, que IBM estaba más orientada hacia lo que era el proceso central con el que ya tenía un enorme pedido de la dirección de proceso de datos, y no tanto en terminales de las oficinas.

Entonces se solicitó un terminal específico para el tema financiero, y NCR diseña ese terminal junto con las especificaciones que Telefónica y Banesto necesitan.

Se crea un terminal, ya que nunca se había hecho un teleproceso bancario, se habían hecho cosas, pero no es lo mismo dar un servicio público de cara al público, y que además el contenido de la información es dinero y los errores ahí no pueden existir, la implicación era muy grande y muy exigente, porque todo el teleproceso de Banesto tenía que ir por ese camino.

Cada terminal tenía unos 30 centímetros de altura por unos 60 centímetros de fondo y unos 40 o 50 centímetros de ancho, un tamaño y precio importante, cada terminal costaba un millón de pesetas del año 1971.

En noviembre de 1971 se inaugura la Red Especial de Transmisión de Datos (RETD), en servicio y en tiempo real hacía un cliente financiero con 30 terminales.

Los terminales estaban distribuidos geográficamente, pero los llevaron todos hacia la zona norte, estaban entre Bilbao, Santander y en diferentes sucursales de esa zona, que tenían en frente los nodos de la compañía Telefónica para recoger esa información, y presentarla toda ante el host del ordenador central de Banesto, un IBM, que estaba situado en Pinar de Chamartín. Esta red se componía en esa época de ordenadores, un

Univac 418 III de tiempo real y concentradores Honeywell 316, con una memoria de 16 kB. Este es el primer computador al cual yo me enfrente.

El Honeywell 316 era el que concentraba el tráfico que recogía de los terminales para mandarlo por una línea de alta velocidad hacía Madrid.

Los terminales de las oficinas trabajaban a velocidades de entre 200 y 300 bps y el ordenador central trabajaba contra una línea de 64 kbps contra seis líneas de 9.6 kbps, esas eran las velocidades de aquella época.

Nosotros fuimos haciendo una red en la que los nodos y el concentrador tenían un diálogo, y había un protocolo con los terminales, en el cual cada terminal primeramente te decía cuando puedo mandar datos.

Hay que considerar que esas comunicaciones eran en semidúplex, no eran dúplex total y había muchos bloques que venían con información y se perdían y había que hacer recuperación de datos, los paquetes los llamábamos bloques de servicio, que era la palabra que se empleaba en ese momento para designar los protocolos.

Todo eso se hace mediante unos protocolos que se especifican por parte de Telefónica, que llevan los datos hacía el ordenador central de Banesto con una interfaz que se llamaba Red Secundaria de Alto Nivel (RSAN).

Hacia los terminales se trabajaba con un protocolo parecido a un packet assembler-disassembler (PAD), se llamaban los bloques de servicio BS1<sup>367</sup> a BS10, que abrían el terminal lo mantenían en una secuencia de polling, si el terminal te decía tengo algo para enviar lo enviaba, como fuera el paquete BS1 hasta el BS10. Esto eran los protocolos especificados por los técnicos de Telefónica para poder entenderse los terminales NCR con computadores de IBM a través de máquinas de Univac y Honeywell.

El proyecto técnicamente era muy interesante, porque había cuatro marcas inicialmente implicadas y todas lograron colaborar para que eso funcionase con un hardware específico de Honeywell, que luego se reprogramaba por técnicos de Honeywell y de Telefónica y también con técnicos de Univac que hacían cambiar estos programas. Con esta génesis fue evolucionando la red.

Después de los 30 terminales, entran 45 más, y luego ya hay un concentrador no solamente en Bilbao, sino que aparecen concentradores en diferentes lugares de España.

---

<sup>367</sup> Ver anexo de los bloques de servicio (15.1) del documento.

La red va creciendo y se empiezan a adherir a la red otros bancos, entonces todas las empresas de terminales que operaban en España, sabían que quien verdaderamente compraba más ordenadores era la esfera financiera, por lo que tenían que desarrollar las interfaces que Telefónica había diseñado para conectarse a la red de transmisión de datos, cosa que se hacía sin ningún problema.

Hasta que llega el proyecto Tesys, la red se configura con máquinas de Univac y de Honeywell, aunque dentro de ellas había varios modelos, como en Univac que llegó con el 1100. Cada vez venían modelos más importantes con mayor capacidad de proceso, pero nos manteníamos dentro de la marca Univac, que era una marca más técnica que IBM, pero no tenían tanta riqueza de programas para hacer procesos de datos.

IBM era un ordenador que nosotros, entonces pensamos también en conocer y probar, y para eso diseñamos aparte del sistema de conmutación de bloques o de paquetes, un sistema de conmutación de mensajes, y ahí, sí le encargamos a IBM los ordenadores para hacer conmutación de mensajes, no en tiempo real, con lo que IBM se convirtió en proveedor de Telefónica para el sistema de conmutación de mensajes, con un tiempo normal de retardo de entre 5 o 10 segundos, pero era un sistema de almacenamiento y retransmisión de mensajería, luego también ampliamos a Digital que también nos vendió unos ordenadores.

Nos gustaba a probar diferentes marcas para ir conociendo cual era la mejor, había una muy buena relación con las casas constructoras de ordenadores y cuando llegó el proyecto Tesys, hizo que todas ellas desaparecieran.

En 1974 me envían a Bilbao al frente de los concentradores de transmisión de datos. Cuando llego, veo aquel ordenador con aquella profusión de luces, no entendía nada, me resultó un shock bastante importante el ver como aquella máquina me daba cantidad de registros, y me daba tal cantidad de información que yo no era capaz de dominar por completo, pero con el curso que me habían dado, estudiando mucho los ordenadores, y conviviendo con ellos casi 16 horas al día terminé dominándolo, aunque nos daba nuestros quebraderos de cabeza porque estaba corto de memoria.

La red crecía en tráfico, pero el ordenador no crecía en memoria ni en capacidad de proceso, se colapsaba y se caía.

Llegó una ampliación de memoria importante primero pasamos a 32 kB y después a 48 kB, se iban haciendo ampliaciones y resolviendo los problemas según se nos iban presentando, instalando más líneas y de más velocidad, porque para evacuar el tráfico había que ponerlo en cola, y también porque cada vez entraban más sucursales, con lo

que la cantidad información aumentaba y las colas iban creciendo produciendo en un momento determinado un desbordamiento, y había que tirar tráfico, y había que avisar al cliente y volver a hacer el punto de enganche.

Diseñamos un control de sesión, para decir donde me quedé, pero esto era perder tiempo para las sucursales, el volver otra vez a pasar el cheque que ya habían pasado, porque si hubiese quedado en cola no hubiese habido este problema, y el personal de la oficina también se quedaba trabajando con los terminales para evacuar también cantidad de tráfico.

Los operadores de los bancos eran cada vez más ágiles, iban más rápido para todo y nosotros teníamos que poner nodos más potentes con líneas de más capacidad para resolver esto.

Tuvimos que resolver otro problema, que nadie contaba con él, y era que los ordenadores de Honeywell tenían una extremada sensibilidad a cualquier armónico que hubiese en la red eléctrica.

Detectamos que los ordenadores caían con cierta frecuencia, lo comentamos con Honeywell, que enviaron unos técnicos desde Phoenix (Arizona), que indagaron el tema y dicen que es porque la alimentación que recibe el ordenador es una alimentación que se sale fuera de los voltajes y armónicos admitidos por la fuente de alimentación.

La alimentación no era correcta, pero no era fácil de decírselo a Iberdrola.

Entonces solicité que en la central de Artxanda se arranque con la alimentación para backup, para que funcione de manera permanente el equipo electrógeno que era capaz de dar corriente eléctrica a la central en caso de que el suministro de Iberdrola se cayese. Con ello estabilizamos perfectamente la tensión a la frecuencia en 50 hertzios y el ordenador no se caía, pero claro esta solución no era viable.

El tema estaba en probar a Iberdrola que nos suministraba mal la corriente, y para hacer esto se empiezan a tomar una serie de mediciones en la fuente de alimentación.

Desde las 8 de la mañana se colocó un osciloscopio, y se empiezan a tomar mediciones a las 8, a las 9, a las 10, a las 11 y así hasta las 3 de la mañana que se apagaba el hilo musical y había pocas comunicaciones, y la central quedaba vacía.

Se monitorizaba cómo iba la alimentación durante todas esas horas hasta que la central no tenía tráfico, y a las tres la mañana la sinusoide era perfecta y no se desviaba nada de los 50 hertzios, pero es evidente que a media mañana y por la tarde había momentos

en que se descuadraba, eran microcortes instantáneos que hubo que averiguar por qué era.

Se envió todo esto Iberdrola, donde yo tenía un gran amigo colega de ingenieros, que era ingeniero de Iberdrola, le tuve que pedir ayuda y decirle lo que pasaba y descubrimos que la misma línea de alta tensión de 30.000 voltios que nos abastecía a nosotros, también abastecía a Aceros Echevarría.

Aceros Echevarría tenía unos hornos de tratamiento térmico que cuando arrancaba el horno demanda una cantidad de corriente tan sumamente grande, que efectivamente en ese instante había un corte, entonces Iberdrola tuvo que ponernos una línea independiente para suministrar corriente a la central de Telefónica, esto pasó durante cuatro meses y mientras tanto, tuvimos que convivir.

Cuando llegué el concentrador era el Honeywell 316, después hicimos el salto al Honeywell 716, nos hicieron un equipo con una serie de parametrización, a propuesta por Telefónica, ya sea con una memoria que nosotros pedíamos, con unos controladores de líneas de 64 bps equipados con 6 u 8 placas, ya venía, digamos personalizado.

Los conmutadores/ordenadores de Univac, los concentradores de Honeywell eran nuestros, pero los terminales no, esos los tenían los clientes, y por ahí se empezó a abrir el mercado, inicialmente empezó Nixdorf y Secoinsa, porque hay que considerar que en aquella época estaba el Instituto Nacional de Industria cuya misión era industrializar España, y entre sus competencias era tener empresas significativas en muchos campos, y por tanto una de las empresas fue la Sociedad Española de Comunicaciones e Informática (Secoinsa), auspiciada por Telefónica, que empezó a fabricar terminales, teléfonos, y datáfonos.

Esto provocó que todos los comercios tuviesen el datáfono, que fue también otro ejercicio muy importante de normalización, para conseguir que los comercios tuviesen una mayor agilidad a la hora de cobrar y lógicamente que hubiese más tráfico en la red.

### **¿Cómo se inspira Telefónica para encontrar la solución en la red de datos?**

Nosotros seguimos mucha literatura de ArpaNet, porque tenía primeramente más difusión, ya que la comunidad digamos académica divulga mucho sus cosas y sus avances.

Nosotros conocíamos perfectamente los desarrollos de ArpaNet a base de recibir "*papers*", de las revistas como IEEE, de leer artículos, de ir a congresos, etc.

Íbamos a congresos y siempre que aparecía la palabra transmisión de datos, redes de datos, pues ahí estábamos empapándonos de todo, luego también empezamos a contribuir en esos lugares.

Como ejemplo la primera vez que voy a un congreso, voy al ICCC (International Conference in Computer Communications) en Toronto en el año 1976 y tengo una participación importante en los coloquios, la gente nos pregunta cómo era la Red Especial de Transmisión de Datos.

Estuvimos con el director técnico de la red de Data Pack de Canadá. Esa red estaba hecha por la Transcanadá Telefon System (TCTS), que eran la unión de las Bell's canadienses, pero en Canadá había otra red muy importante que era la Canadian National Canadian Pacific (CNCP), red que Telefónica equipó con el proyecto Tesys en el año 1976 compitiendo contra la TCTS, esto fue un logro muy importante para nosotros, que Canadá, una nación tecnológicamente avanzada, adquiriese sistemas Tesys para su red de CNCP, y se montaron esos sistemas en el 1977-1978.

En 1980 presenté en la Pacific Telecommunication Conference que se hizo en Hawaii, una ponencia en colaboración con Telenet, la firmamos conjuntamente Luis Lavandera y Perry Karp o Barry Wilner, ella era la directora técnica y Barry era el vicepresidente de Telenet.

Luego en la National Telecommunications Conference en Nueva Orleans, presenté todo el sistema Tesys y la RETD, en el año 1982.

También en otras conferencias presentábamos el estado actual de la red, los desarrollos, número de conexiones.

Nosotros le llamamos "*bloque*", pero a nivel internacional se decidió "*paquete*" y nosotros cambiamos porque había que posicionarlo.

En España teníamos mucho éxito comercial y la red pasó a tener miles de terminales, se unió el Banco Central, y finalmente se unió toda la banca.

Después de los primeros 30 terminales, Banesto hizo un pedido a NCR, imagino que los precios habrían bajado una cantidad importante, pero en aquella época eso lo llevaba un holandés llamado Mr. Houter, era un hombre muy activo en la organización y en ISO (International Standard Organization). Mr. Houter que también trabajaba para la NCR, era una persona muy buena técnicamente.

A Mr. Houter le conocía de España y coincidí con él varias veces, ya que era el representante holandés en la organización ISO para la normalización de todas las cosas

de telecomunicaciones, fue una persona muy importante para abaratar terminales y difundir su difusión al máximo, Nixdorf y Secoinsa también vendieron muchos terminales, Amper también hizo cosas.

El problema que tenían otras naciones era que no tenían tráfico en la red (Clientes), nosotros tuvimos la enorme suerte de que José María Aguirre Gonzalo decide hacer que Banesto, que era el primer y más importante banco, dice: *“yo quiero hacer el teleproceso de esto”*, y él es el que lanza la solicitud hacia Antonio Barrera de Irimo Ibarra, y se prepara una red no solamente para Banesto sino para toda la banca.

Esta fue la enorme suerte, de que haya alguien que diga que quiere hacer esto, cosa que fuera nunca sucedió, la banca era muy reacia a hacer este tipo de cosas en una red pública, y lo hacían a base de alquiler de líneas en el resto de las naciones como Francia, como Inglaterra, a base de alquiler de líneas con sus propias redes privadas, con su concentrador, etcétera y entonces tenían sus redes bancarias, pero eran redes privadas.

Lo único que hacían las PTT en aquella época en esos lugares era alquilar las líneas, y se maravillaban de que aquí tuviésemos ya miles de terminales en una red pública.

Esta red era pionera a nivel mundial, fue la primera red que a nivel mundial daba servicio público y además en la esfera más compleja, que es la financiera, la segunda fue la red Tymnet en Norteamérica.

A finales de 1975 nosotros empezamos ya a tener una actividad muy destacada dentro del CCITT y empezamos a colaborar mucho en el X.25 para que fuese un protocolo normalizado internacionalmente.

### **¿Cuándo entráis en el CCITT?**

En 1975, me nombran el delegado español en el CCITT, porque el delegado español lo tenía que nombrar correos y telégrafos ya que en España, digamos que la administración era Post and Telegraph, pero la otra T de teléfono era Telefónica, que no era una empresa cien por cien estatal sino que era una empresa en la cual el 66 por ciento ya estaba vendido a inversores e incluso individuales y el estado conservaba el 33 por ciento de las acciones, así como en Alemania era PTT, en España el delegado tendrían que haberlo nombrado correos y telégrafos, lo hicieron por esa buena relación con Telefónica, y porque no tenían gente trabajando diariamente en el área de protocolos de comunicaciones, y Telefónica me nombró a mí que ya volvía a estar en Madrid.

A partir de 1975 se empieza a ir a las reuniones internacionales en las que la UIT era la que tenía el mandato por Naciones Unidas de hacer la homologación y la estandarización de las telecomunicaciones a nivel mundial.

La UIT funcionaba por dos grandes comités el CCIR y el CCITT, el CCIR es para radio comunicaciones y satélites y CCITT para telefonía, telegrafía y también los datos. Eran los dos grandes comités y dentro del CCITT es cuando yo empiezo a trabajar para hacer la normalización.

Ahí había una arquitectura antes de que OSI empezase, la hizo IBM con su SNA, desarrollando una arquitectura propietaria para mantener todo bajo su control, nosotros estudiamos esa arquitectura y vimos que no era abierta y que no era lo ideal para nuestro caso.

Entonces se decidió hacer una arquitectura distinta y esa arquitectura empieza inicialmente con X.25, donde los operadores han de dar una red fiable y barata y luego el usuario ya hará su propia arquitectura para comunicarse de la manera que considere oportuna, en función de la aplicación que quiera pasar.

Esto se logra con X.25, que consigue hacer una arquitectura de tres niveles que son los tres primeros niveles que luego dan origen a la arquitectura OSI.

Inmediatamente cuando vemos que esto es un éxito, vamos a hacer una arquitectura normalizada internacionalmente para que las aplicaciones puedan engancharse en ella, y que no dependan de un determinado constructor de ordenadores para poder abrir una sesión entre A y B, y que al usuario le resulte una transferencia de ficheros de manera normalizada.

Esto se empieza a partir de ahí del año 1976/77/78, que se empieza el desarrollo de la arquitectura OSI a la vez que se hace la X.25.

### **¿Quién es el delegado de OSI?**

En el CCITT está muy claro, son las administraciones es decir que ahí era muy fácil saber quién representaba a Francia el PTT francés, quien hablaba de parte del PTT español, en cambio la organización ISO<sup>368</sup>, era más laxa a la hora de admitir miembros que fuesen a proponer normalización, además era más gigantesca, porque ahí entraba también toda la normalización de conectores, de electrotecnia, y luego estaba la parte de telecomunicaciones, donde iban los constructores de ordenadores, o sea IBM, Univac, Digital, etc.

---

<sup>368</sup> ISO: International Standard Organization.



Todos los constructores de ordenadores iban como representantes primeros a ISO, y nosotros íbamos porque ellos nos pedían ir, ya que lo que ellos hacían luego tenía que ser conectable.

Muchas normas del CCITT tenían también un número ISO, que era la misma norma del CCITT, también nosotros los invitamos porque así tenías más fuerza, siendo el PTT francés que siendo la casa Bull francesa, o el PTT inglés que la casa Ferranti inglesa de ordenadores, y en Norteamérica si hablabas por parte de la administración americana, por mucho Univac, IBM, u otra empresa, la voz era más fuerte por parte de la administración americana.

En ese sentido nosotros, ante ciertas peticiones que nos hacían los constructores, no éramos muy flexibles, pero siempre teníamos un norte y era hacer las interfaces robustas, pero que no fuesen económicamente muy costosas de desarrollar, porque también iba en nuestro propio beneficio, ya que tenían que incluir dentro de su software el paquete de comunicaciones que le permitiese conectarse a una red de datos.

Aunque IBM vendiese X.25, en España también tenía que vender RSAN, no le quedaba más remedio, pero no era un protocolo exportable a otro sitio.

Esto costaba caro a nuestros bancos porque tenían que hacer el desarrollo específico para dos, tres, cuatro, o cinco ordenadores, mientras que si lo hacías para miles de ordenadores en el mundo el precio del paquete bajaba, de ahí nuestro interés en un momento determinado de incorporar las interfaces normalizadas internacionalmente, pero los que ya tenían RSAN podían seguir con ella y cambiarlo cuando quisieran, y el que no lo tiene, y se quiere conectar que se aproveche de una interfaz más barata y se conecte por X.25.

Entonces todo va por X.25, X.28, X.29, X.3, etc., aparecen una serie de normas de la serie X que son las que se soportan en las redes de datos, quedando claro la idea de tener una arquitectura normalizada de OSI.

Había una serie de personas que consideraban que, así como SNA tiene desarrollo software muy preciso para que haya un diálogo entre una aplicación y otra de IBM, pero cuando se conectaba a otro ordenador ya no se entendían.

Con este problema los fabricantes de ordenadores se dedican a hacer una arquitectura normalizada dentro de ISO.

Las PTT's, que son los grandes compradores de ordenadores, deciden colaborar para que los niveles de red no se cambien, y a partir del nivel de transporte no quieren que

los fabricantes hagan los mismos controles que estamos haciendo nosotros en red, para no duplicar procesos.

A las reuniones del CCITT siempre acudíamos los mismos, Inglaterra, Francia, Japón, España, EEUU, Canadá, Suecia, Alemania, Italia, hasta un total de unas 15 naciones, que nos reuníamos mensualmente efectuando así contribuciones conjuntas, éramos un poco el motor que llevaba el desarrollo de X.25, de forma tal, que cuando íbamos a las reuniones ya más formales, teníamos una coordinación y lográbamos que el resto de la gente aceptase nuestras propuestas, pero el mundo tenía 180 naciones, había reuniones que se celebraban en cualquier parte del mundo excepto la plenaria que se celebraba en Ginebra. En esas plenarias ya había 30, 40, 50 naciones que asistían, pero esas naciones que tenían voz y voto que no lo ejercían porque al no haber ido a las reuniones de trabajo, no sabían qué decir.

El X.25 que es un hito que se hace mediante lo que llamamos un consorcio, en el cual estábamos la Nippon Telephone and Telegraph (NTT), cuyo representante principal era Masao Ocató, director general de la NTT, estaba el PTT francés que ya tenía un director general, Philippe Picard y su ayudante principal Remy Después, para poner en marcha una red llamada Transpac, después estaba el United Kingdom Post Office, que posteriormente cambió a British Post Office (BPO), y el director general era Philip Kelly, y su director técnico John Whitelake, después estaba la Transcanadá Telephone System, cuyo digamos director general Carl Extralehndorff y el hombre Tony Rifsinsky, luego estaba la Telenext Corporation con Larry Roberts y Barry Wilner, que le dio estatus la PTT americana pero, no podía hablar en nombre de Norteamérica, y sí hablar en nombre de una red importante que estaba haciendo desarrollos importantes, pero siempre venía con ellos un delegado de la FCC<sup>369</sup>, pero tenía voz y votaban a través de la FCC, y también estaba yo por parte de Telefónica.

Yo era el delegado español, pero aquí en España formaba parte de un equipo en el cual estábamos trabajando siempre un mínimo de 4, 6 u 8 personas diseñando protocolos, a mí me tocaba hacer de portavoz. Iba a las reuniones internacionales para proponer y tratar de convencer a mis colegas que nuestra propuesta en las contribuciones en el CCITT era una buena propuesta, con ellas conseguimos varios cambios.

Existió una contestación fuerte por parte de Italia y de Suecia, porque Italia tomó la decisión de hacer una red en conmutación de circuitos y la hizo en base de sistemas

---

<sup>369</sup> FCC: Federal Communications Commission, es una agencia estatal de Estados Unidos encargada de la regularización de las telecomunicaciones.

MIC, e Italia previendo que el sistema MIC era un sistema que te permitía mandar solamente octetos (8 bits), dijo: *"cómo voy a hacer yo para hacer una red donde el contenedor base es de 8 bits para además de mandar información hacer también sincronización y control, pues voy a coger 2 bits de esos 8 reservarme los para mí para la red y hacer una red en 6 + 2, 6 para el abonado y 2 para mí"*, pero Suecia, que tiene la empresa Ericsson, dijo: *"como las codificaciones que se hacen en los alfabetos de codificación, el usuario emplea 8 bits entonces si la base es el octeto voy a darle al usuario del octeto para él y yo voy a hacer la red en 8 + 2"*.

El problema de hacer una red en 8 + 2 significaba hacer unos sistemas MIC nuevos, mientras que Italia quería aprovechar los sistemas MIC que iban a base de octetos era un byte de 8 bits que es un octeto para nosotros, y nosotros no queríamos nada de eso, no queríamos hacer una normativa paralela de redes de conmutación de circuitos, pero al final éramos más de nosotros quién decía no a ese camino, y nos parecía bueno hacer una red que va a ir con una nueva tecnología, en la tecnología de conmutación de paquetes.

También estaba la gente de la comunidad académica que nos decía: "¿por qué no ponéis el datagrama?", que ya está hecho y tenéis aquí el formato, pero no nos terminaron convenciendo, porque el fundamento de la red Arpa es una génesis distinta, el lanzar los paquetes como sea, como quiera por aquí por allá, que se dupliquen si se pierden, y dejar que los extremos hagan toda la sincronización, pero para ello eran necesarios unos ordenadores que tendrían que ser capaces de recuperar los mensajes, que podían llegar desordenados y/o duplicados.

Nosotros pensamos que eso no era bueno para un servicio público, pensamos que si nos vamos a separar de lo que es tradicional, que son los circuitos reales, vamos a hacer circuitos virtuales, pero dentro de un orden, es decir que en el circuito virtual primero la secuencia del usuario se respeta, y esto hacía que el protocolo a diseñar fue su protocolo que necesitaba capacidad de proceso, pero te respetaba una secuencia y una recuperación canal a canal, o sea más livianos en el extremo y más compleja en la red.

En un servicio público no podíamos admitir que llega o no llega, por eso en aquella época la red Telefónica alimentaba desde la central siempre al teléfono teniendo unas

UPS<sup>370</sup> suficientemente potentes, que con independencia de la red eléctrica tú siempre te podías comunicar, todo eso se produce desde el año 1975 hasta el 1982.

Yo creo que las guerras de OSI fueron incluso más que, por los protocolos de transporte, que se hicieron hasta cinco protocolos de transportes distintos, fue más bien entre decidir entre un concepto de circuito virtual donde las funciones las efectúa la red, o un concepto de datagrama donde los ordenadores efectúan las funciones de la red.

Curiosamente finalmente se impuso el datagrama, debido a que las líneas de transmisión mejoraron, y muchos controles que hacía la red ya no fue necesario hacerlos, liberando de muchos recursos a los usuarios de los datagramas.

La enorme mejora en los sistemas de transmisión hizo que ya no hiciese falta hacer tantos controles de arquitectura ISO para que la comunicación fuese rápida y fiable.

### **¿Qué personas crees que fueron clave para el desarrollo de estos protocolos?**

Para X.25, hay que considerar esas personas que dije, en Japón, Minoru Nakamura o sea Masao Kato era el director general de la NTT, en España había Ignacio Vidaurrázaga, en Francia Philippe Picard, en Inglaterra Philip Kelly, en Canadá Tony Rifsinsky.

Ignacio Vidaurrázaga, es nombrado director y para no volver otra vez atrás a cambiar el acta lo dejaron como División de Informática y no División de teleinformática, eso tuvo lugar a principios del año 1974 y con él adquiere un desarrollo importante la red de transmisión de datos aquí, en España.

La División de Informática se creó en 1974 con el director Ignacio Vidaurrázaga, y tenía tres patas, el área comercial, el área técnica, y el área de explotación.

Fíjate la mentalidad de tener ya un departamento comercial para hacer ya una labor comercial, que en Telefónica no estaban muy acostumbrados a eso, pero él se dio cuenta que esto había que comercializarlo de manera distinta, ya que el teléfono se comercializaba de forma tradicional que era más venir a comprarme.

Se efectuaban presentaciones en grandes congresos con todos los rangos de lo que teníamos informatizados, divulgando por un lado la parte comercial, donde estaba Gabriel Alarcia, y por otro la parte de técnica, donde éramos un equipo en el cual estábamos Paco Puig, Julio de Lasheras, Teodoro Mateos, Rafael Díaz Vega y yo.

---

<sup>370</sup> UPS: Uninterruptible Power Supply, es un sistema de alimentación ininterrumpida de los teléfonos que se efectúa desde las centrales telefónicas

Nosotros éramos los que hacíamos las especificaciones y las interfaces y entonces, debido a esa colaboración que hago en esas reuniones en el año 1978, se hace la asamblea plenaria del libro amarillo, y ahí es cuando me nombran a mí vicepresidente del CCITT, donde estoy cuatro años hasta el 82, cuatro más hasta el 86 y cuatro más hasta el 90.

Durante esos 12 años yo estoy de vicepresidente de las comisiones de comunicaciones de datos, y ahí es donde hacemos todas las aportaciones en la normalización de muchas cosas, donde en una parte de ellas está la arquitectura OSI. Cada cuatro años cambiaban el color del libro y se modificaban todas las normas que se habían ido haciendo a lo largo de todos los estándares, a lo largo de ese tiempo. Si se consolidaba algo se sacaba una versión cada dos años, por ejemplo, en el año 78 ya logramos estabilizar bien X.25, y aunque no tocaba, se hizo una emisión especial considerando que iba a sufrir muy pequeñas variaciones para que los constructores pudiesen ya desarrollar el software.

### **¿De que estas más orgulloso de tu contribución a la red de datos?**

Dentro de España, en difundir la interfaz X.25, para que la gente se animara a abandonar RSN y se adhiriese a un protocolo internacional, que a la larga era más completo del que nosotros habíamos diseñado.

A nivel internacional, de la instalación de tecnología española en muchos países, Canadá, Noruega, Colombia, hasta un banco en Italia, también se montó en Argentina una red inmensa, también se montó en Perú y fundamentalmente una venta que no pudimos hacer fue en Rusia, que quería una red fantástica, pero eso tenía unas implicaciones fuertes por el tema de la colaboración. Rusia quería esa red, pero en realidad nos engañaban porque no quería la red para lo que decían que la querían, sino que la quería para balística y para temas militares, esto se fue sabiendo, y el COCOM<sup>371</sup> nos impidió hacer la exportación de una red, de la que había un pedido inicial de 50 millones de dólares de la época.

Una gran ventaja para la gente de X.25 fue que nosotros le dábamos una visión muy práctica, y lo que suponía poder emitir una factura todos los meses y que el cliente te la pague, porque se le da un buen servicio.

---

<sup>371</sup> COCOM: Coordinating Committee for Multilateral Export Controls, fue creado por los países occidentales después de la segunda guerra mundial, para poner un embargo de armas durante la guerra fría, a los países integrados en el COMECON.

### ¿Cuáles consideras los hitos más importantes en el desarrollo?

A nivel internacional evidentemente la normalización de esas interfaces fue vital para la difusión pública desde el año 1978 al 1982, que fue cuando se efectuó la consolidación plena.

Para nosotros un hito muy importante fue el desarrollo del sistema Tesys, pero este fue un desarrollo a nivel nacional, que se empezó a hacer en el año 1976-1977 y que empezó a funcionar en el año 1980.

El sistema Tesys lo hicimos de aquel viaje a la Unión Soviética, porque al ver que no podíamos hacer una exportación de tecnología por las limitaciones que tenía máquinas de Honeywell, que podían tener doble uso, nuestro afán de ser autónomos, y nuestro afán de decir: *“esto no es tan difícil de hacer, vamos a hacer nosotros un conmutador de paquetes para tener autonomía plena en hardware y en software y si además lo exportamos mejor que mejor, ya que damos trabajo a nuestros colegas españoles y difundimos la tecnología española por el mundo”*.

De 1976 a 1980 son los 4 años más o menos de desarrollo, luego hay varias fases del Tesys, primero sale el Tesys-A, luego sale el Tesys-B, y se van haciendo mejoras importantes a ese sistema, y luego el sistema se abandona por culpa de Luis Solana, ya que era un hombre que no tenía interés y es presidente en 1982. Yo creo que a partir de 1986 es cuando él estaría muy consolidado como presidente y entonces ve que, a su nivel, esto no le parece muy importante y no es que lo mate, pero lo deja morir.

Esto tiene un proceso de amortización y yo creo que se mantuvieron durante un tiempo largo hasta 1995 o incluso más, porque como hubo varias familias de Tesys, yo creo que se fueron haciendo el desmontaje de las primeras unidades, y luego la segunda que era un sistema fantástico muy bueno que también tenía X.25, y finalmente se empezó a comprar hardware a otras empresas.

Solana cometió un error muy grave, que fue en un momento determinado, para hacer un favor a sus correligionarios, no subir las tarifas de Telefónica, y entonces con eso pues le daba al ministro de hacienda de turno una ventaja importante.

Si tú quieres que el IPC esté controlado, como el teléfono tiene un cómputo en el IPC, y si tú lo retienes pues estás ayudando a que el IPC no suba y la inflación es menor, esto que está muy bien a nivel correligionario, esto produce unas enormes dificultades a Telefónica, ya que no tiene bastante capital para invertir, planteándose una serie de problemas como ¿qué haces a la hora de invertir?, ¿dónde sacas el dinero para hacer la renovación de planta?, todo esto es fácil de decir, pero cortas una fuente de

financiación de la que una parte es el incremento de tarifa, y sirve para la modernización de la planta.

Tendría que ser buenísimo para hacer una gestión tan súper eficaz, que se absorbiese sin incrementar la tarifa, también la capacidad de desviar a cambios tecnológicos parte del dinero que estás ingresando con menos gastos.

Las plantas estaban preparadas y había que invertir, pero se decide no invertir, y cuando llega la demanda, entonces se provoca una lista de espera de teléfonos, y decimos que se conecten y entonces se saturan las líneas de las centrales.

En las telecomunicaciones, cuando tú llevas un sistema al cien por cien de carga no hay ningún escenario que lo pueda simular, siempre tienes que guardarte un cierto porcentaje de recursos.

La capacidad de conexión existía, es decir las líneas y las tarjetas estaban ahí, pero es que los tráficos utilizan gestiones de tipo exponencial, y se formó un caos que provocó que no hubiese tono en medio Madrid.

Esto sucede al final del mandato de Solana a finales de 1989 o principio de 1990 más o menos, puede a principio del mandato de Cándido Velázquez, porque estas cosas no nos revientan de golpe, pero lo evidente es que la planta se forzó a unos límites que nunca antes se habían hecho y pasó lo que tenía que pasar, que hay una capacidad teórica máxima, pero la práctica aconseja no utilizarla nunca.

Otra cosa que paso fue dar beneficios a base de alargar las amortizaciones, si yo te digo que está central la tengo preparada para amortizar en 12 años, pero qué pasa si la amortizo en 14 años, lógicamente la cantidad de dinero que voy a destinar para la reposición de equipos la puedo poner en el apartado de beneficios. Llegó la ingeniería contable con este tipo de cosas y nosotros no estábamos acostumbrados a estos juegos malabares, pero la gente del área de las finanzas y de la política empezaron a hacer cosas que creo que fueron decisiones malas.

### **¿Podías contar alguna anécdota que te haya pasado en estos años?**

Una anécdota con la que nosotros nos teníamos que enfrentar, era que España no estaba considerada como digamos, un país tecnológico y con el sistema Tesys, teníamos muchas dificultades cuando tratábamos de exponer las bondades del sistema, mucho más que quien cuenta ya con una credencial de ese estilo, que es un gran fondo de comercio que te dan como mayor respetabilidad en este campo. Veían que nuestra red es fantástica pero como diciendo ¿funcionará?, ¿esto será fiable?, ¿puede crecer?

En Rusia nos pasó justamente al revés nos reciben 50 eminentes profesores de la Universidad de las Bálticas como decían ahí de Lituania, de Estonia, de Moscú, de Kiev que estaban los hombres interesadísimos. Sabían lo que habíamos hecho casi más que nosotros, y querían una red como la nuestra, y querían hablar de cómo firmar el pedido y entonces ahí nos pasó justamente lo contrario. Rusia sí que tenía un cierto pedigrí tecnológico, porque tenía éxitos sobre todo en el campo aeroespacial muy altos con su cohería, los sputnik, se sabía que la Unión Soviética era una nación con una tecnología muy importante, sin embargo cuando llegó la hora de cuánto vale, y como pagamos, querían hacer un intercambio, tú me vendes una red de datos yo a ti te doy televisores por ejemplo, y nos traen un televisor que era una cosa antediluviana, pero para traerlo hacía falta ser un cosaco, que pesaba mucho, era feo, y enormemente desproporcionado, esta era su tecnología de producción para consumo.

Tenían una tecnología buena para cosas de tipo militar pero la tecnología para cosas de consumo era horriblemente mala. Les gustaba ese intercambio y nos llevamos una sorpresa bastante grande, luego ya nos ofrecieron petróleo, pero nosotros decíamos que tenían que pagar en dólares.

Otra anécdota es un viaje a Irak. Nos llaman de Irak en el año 1979 y por situarse políticamente en ese momento la nación estaba presidida por Albacar que era el tío de Saddam Hussein, que era el vicepresidente de la república de Irak. Vamos a Bagdad y nos ponen un diálogo con una serie de técnicos que tienen interés en una red de datos y nosotros un poco sorprendidos de porque querían esta red de datos.

Estábamos hablando con gente del PTT iraquí, unos ingenieros de interlocutores un poco por sondear la cosa, hasta que un día llegan unos militares y el comandante mandó a parar, y dijeron: *“esto nos interesa queremos una red de este estilo”*, dieron a entender que por dinero no había ningún problema, nos mostraron la potencia petrolífera que tenía en aquella época Irak, pero en aquella época Irak tenía una relación muy fuerte con la Unión Soviética y deducimos que era una manera de mandar una red a Irak, que terminaría también en la Unión Soviética. Tampoco se hizo la transacción por culpa de la fidelidad países amigos para que no hubiese pues un desvío a aplicaciones militares y no a aplicaciones civiles que era como el objetivo inicial.

Esto lo descubrimos en cuanto les preguntabas por el tipo de ordenadores querían conectar, de qué marca son los terminales, podemos ver una sucursal bancaria, pero no tenía ni sucursales bancarias ni terminales, decían que ya lo arreglarían ellos, se veía que efectivamente pues no lo querían para eso. Lo que querían era una red en tiempo



real que fuese lo suficientemente ágil como para aplicaciones de otro estilo, desde luego no civiles.

En el CCITT las reuniones allí eran bastante profesionales y aunque se podía hablar en español, francés e inglés, los rusos y los chinos llevaban sus propios traductores, pero si querías que de verdad estuviese lo que tú dices, lo mejor era que se escribiese en inglés y que lo dijese en inglés y que eso lo entregas al propio secretario para que se recogiese.

Aquí puedes ver la red TYMnet, que era una realidad muy importante en Norteamérica, muy callada, porque casi nunca participaba, pero en aquella época los conmutadores y concentradores que teníamos en España eran 115 y ellos tenían 500, si bien es cierto que ellos trabajaban con nodos de menor capacidad que nosotros, que teníamos nodos centrales más importantes, nosotros teníamos ya conectados 40 grandes ordenadores de tipo IBM 370, ellos tenían más pequeños, pero no daban el dato, tenían más bien PC's, y cosas de ese estilo, nosotros ya teníamos 14 mil puertas disponibles pero de conexiones habría 10000 o 12000, pero ya había una capacidad de conexión alta pero ellos tenían 8000, que no estaba mal, nosotros teníamos 9500 terminales, nunca nos decían el número de terminales, transacciones que se hacíamos al día 4000, caracteres por día 600/720 millones, y caudal 280000 kbps que teniendo en cuenta que los terminales iban a 200/700 bps. Esto pues debe ser en el año 1976.

Yo tuve bastante correspondencia con el NBS<sup>372</sup> de EEUU que hicimos con Bob Blanc, un acuerdo para hacer un desarrollo interesante entre el NBS y nosotros para medir la calidad de las redes. Ellos tenían interés por ver la calidad y para eso preparamos aquí un plan de investigación donde parte de los ingenieros españoles se fueron allá, por el año 1984, se efectuaron una serie de reuniones para poder medir la calidad de las redes de comunicaciones de datos, fue interesante porque en ese mundo no había mucho hecho con respecto a la calidad, los retardos, los caudales, etc.

Otra anécdota es respecto al concepto de la resiliencia<sup>373</sup> de red. Nosotros tratábamos de medir cómo era una red de robusta, ya que si una red es robusta es una red fiable, es decir buscar un parámetro que nos diese esta percepción aparte de el retardo de la red y del caudal.

---

<sup>372</sup> NBS: National Bureau of Standard

<sup>373</sup> Una red será muy resiliente cuando es capaz de soportar altos caudales con mínimos retardos.

Se trataba de buscar un concepto que lo uniese todo en un único parámetro y entonces me fijé en la resiliencia<sup>374</sup>, que es un concepto que viene de la mecánica, en concreto de la resistencia de materiales, y la resiliencia es una medida que se aplicaba a los aceros especiales para medir la resistencia a una energía dinámica (a un choque).

Eso lo propuse no sé si en un congreso o lo propuse en una contribución técnica, ya no me acuerdo, pero creo que fui sino el primero, de los primeros que habló de la resiliencia de la red.

### **¿De que estas más orgulloso de tu carrera, de lo que contribuiste a este desarrollo?**

Yo estoy orgulloso de haber contribuido efectivamente, a la normalización de los protocolos de comunicaciones de datos que dieron un impulso muy importante para agilizar procesos.

También estoy orgulloso de difundir dentro de España, y en la mayoría de Hispanoamérica, a que se animasen muchos países a montar una red de comunicación de datos basada en protocolos internacionales, donde X.25 era un protocolo muy bueno, junto con otros protocolos internacionales, para que esos países se desarrollasen de la mejor manera posible.

Enseñé a planificar redes a ingenieros de la red de Argentina Red Arpac, a los ingenieros de Costa Rica con la red Racsa, también me llamó el presidente de la Telefónica de Panamá para montar una red de datos en Panamá porque es un emporio internacional bancario, para toda la comunidad financiera de Panamá y enseñé a los técnicos de Entel, en México los ayudamos a Telmex a decidirse por este tipo de tecnologías.

### **¿Cómo viviste, después de tanto trabajo en normalizar, que se adopta IP?**

Yo reconozco que la evolución que tuvo la transmisión fue tan grande, que ya nos dimos cuenta que muchos de los niveles de control de red eran superfluos, o sea chequear algo que tú sabes que siempre llega bien, entonces esa capacidad de procesos había

---

<sup>374</sup> ¿Cómo se medía la resiliencia? En mecánica si tienes un tubo de acero especial y lo sometes a una energía dinámica como es un péndulo que cae y mides el cizallamiento, esa energía que viene por un martillo y que pega sobre una sección te da una idea si ese acero era resiliente o no, y yo pensando dice ahora ve al final esa energía eso se traduce en una masa de bits que yo lanzo con potencia hacía una red, viene a ser un caudal máximo con mínimo retardo.

que liberarla, y para eso hicimos una propuesta de hacer un protocolo nuevo llamado Frame Relay<sup>375</sup> en el que yo participé y luego en el de ATM<sup>376</sup>.

Fueron evoluciones naturales de protocolos cada vez más livianos para poder hacer más ágil toda la comunicación.

## **Después de todo esto al final se adopta una cosa todavía más liviana, ¿Cómo lo ves tu esto?**

Primero da un servicio excelente, o sea hoy en día no hay nadie prácticamente que no utilice esos protocolos y estas redes están resolviendo un problema fantástico, y a un coste muy barato, esto es muy importante, porque entonces se divulga mucho y como es liviana, se ha aumentado mucho la capacidad de proceso y se pueden hacer procesos de casi de millones de paquetes por segundo.

Es una cosa maravillosa la enorme potencia que hay hoy en día de proceso con ese protocolo que en su día se concibió como complejo de recuperar, pero que hoy en día no hace falta y está dando un resultado fenomenal.

Yo creo que hasta que no llegue la computación fotónica no habrá otro cambio, eso es una ruptura importante como fue en su momento la parte digital. Ahora tenemos parte fotónica en transmisión, pero no tenemos conmutación fotónica y nos hace falta conmutación fotónica

---

<sup>375</sup> Frame Relay: Técnica de comunicación de conmutación de paquetes, que consiste en el envío de tramas por medio de un circuito virtual. En él se define una velocidad por medio del CIR (Committed Information Rate) que garantiza el ancho de banda contratado.

<sup>376</sup> ATM: Asynchronous Transfer Mode, se creó para redes de comunicaciones de datos de alto rendimiento y baja latencia. Utiliza tramas o celdas de 53 octetos, con comunicaciones por medio de circuitos virtuales.

### 8.13.10 Entrevista al Sr. Ramón Palacio León

Hoy es 24 de febrero de 2017, estamos en Barcelona, Catalunya, con Ramon Palacio León. (Palacio, 2017).

#### ¿Dónde naciste?

Nací en Barcelona el 14 de junio de 1955.

#### ¿Qué estudiaste?

Estudí en la Escuela Superior de Ingenieros de Telecomunicación, que estaba en Terrassa, en el segundo año de existencia de la escuela, empecé con 17 años y acabé con 22, esto era en el año 1977. Entonces estaba la mili por el medio y yo intente hacer milicias tres veces, en dos me dijeron que no porque no tenía el perfil militar, y en la tercera me dijeron que, a medias, pero ya no me interesaba a mí, y efectué la mili al acabar los estudios, en la provincia de Jaén, y estando en la mili hice unas pruebas de acceso para Telefónica que las aprobé y cuando terminé la mili tenía trabajo en Telefónica, en Madrid, esto sería por 1979, en la División de Informática.

Al ser el primer trabajo, no éramos capaces de valorar lo bueno que era, ya que la gente joven que estábamos allí no teníamos referencias anteriores.

#### ¿Cuál fue tu primer contacto con el ordenador?

Tuve dos contactos con ordenador cuando estudiaba, uno fue en la escuela de telecomunicación, ya en Barcelona, que estaba provisionalmente en el Institut de la Dona y posteriormente se trasladó, también de forma provisional, a Pedralbes, y allí había un Digital PDP-11 con tres puestos de trabajo, que eran máquinas de escribir y unas impresoras. Esto fue durante la carrera, por el año 1975.

Mi segundo contacto con los ordenadores fue durante el proyecto fin de carrera que lo efectué con el host de la Universidad Politécnica de Catalunya, que estaba en el rectorado, y allí había un Fujitsu Facom, que era un ordenador grande, un mainframe que funcionaba con tarjetas perforadas, con lo cual tenías que llevar las tarjetas perforadas con los programas escritos e ir al día siguiente a recoger el resultado en un papel impreso.

#### ¿Cuál fue tu primer contacto con Internet?

Esto fue en Telefónica, en Madrid, por el año 1979, éramos un grupo con gente distinta a lo que era Telefónica como estructura funcional en aquel momento.



Entramos cinco o seis a la vez, nos trataron bastante bien, permitiéndonos participar en las cosas que se hacían, al cabo de unos meses o un año, nos dieron un curso con profesores españoles que venían del MIT, que no supe valorar en aquel momento, uno era Paco Ros y el otro era Pepe Barberá.

Allí fueron mis primeros contactos con las redes, aunque tocamos poco equipo.

La División de Informática de Telefónica, equivalía a lo que en Telefónica se llamaba departamento, tenía una dirección técnica que llevaba Manjarrés, y dos subdirecciones y media, una era de hardware y la otra era la de software que llevaban Tomás Castro y Santiago de la Rosa, respectivamente. Luego había un grupo de especificaciones, donde estaba yo, que lo llevaba Julio Lasheras, era el grupo de los papeles.

Se trasladaban los conceptos y se participaba a nivel internacional en el desarrollo de especificaciones de todo tipo, como por ejemplo la de X.25, esta se consiguió en Ginebra con la participación de algunas personas de este grupo.

Allí es donde yo me bautice en el mundo de las comunicaciones y de los protocolos, en el mundo de los estándares.

### **¿Cuánto tiempo hacía que se había creado la División de Informática?**

Muy poco, sería un año o dos, el director era Ignacio Vidaurrázaga. La historia es que Ignacio Vidaurrázaga vendió desde BULL unos equipos, unos procesadores transformados en conmutadores de paquetes, con una estructura de cinco CPU's por cada nodo, donde tres eran front-end con diferentes interfaces y dos eran el conmutador puro de paquetes, con una arquitectura de conmutación interconectando tres contra uno, o sea los tres front-end se conectaban a dos nodos redundantes de conmutación.

Cuando Ignacio Vidaurrázaga vendió estos equipos a Telefónica, Telefónica lo ficho para que los hiciera funcionar, y esto debía ser un par de años antes de que se formara este grupo donde estaba yo.

El grupo tenía un director técnico que era Manjarrés y después había tres grupos, hardware, software y especificaciones, en igualdad de condiciones, pero con distinto nombre.

Yo llegué allí, y no entendía mucho lo que estaba haciendo, me hicieron entender lo que significaba "conmutado", y los terminales se conectaban a la estructura de la red llamada RETD.

Había los nodos de conmutación, los nodos de abonado, y los terminales. Los nodos de conmutación eran los HOST, los nodos de abonado eran los Centros de Conmutación

de Abonado los CCA, y los terminales eran de muchos tipos, NCR, IBM, Olivetti, etc., todo lo que era unión entre ordenadores era Red de Alto Nivel, y por el medio había una capa intermedia donde se encontraban los concentradores y finalmente la red de bajo nivel con los terminales.

La Red de Alto Nivel se dividía entre primaria y secundaria, la Red Primaria de Alto Nivel que conectaba los ordenadores entre los nodos y la Red Secundaria de Alto Nivel que conectaba el ordenador y el CCA y esta red era la interfaz entre el ordenador del abonado y el conmutador de Telefónica.

En aquella época había redes de investigación o académicas como ArpaNet y dos redes públicas que daban servicio a los clientes pagando una cuota, una era la red TYMnet y la RETD era la segunda del mundo y la primera de Europa.

La RETD se hizo con ordenadores de propósito general ya que no había conmutadores de paquetes con la arquitectura de nodo, tal como he comentado, con tres front-end con sus correspondientes interfaces conectadas a los dos conmutadores redundantes.

### **¿Cómo os inspiráis para efectuar esta red?**

Las especificaciones eran que los ordenadores se conectaban físicamente con un cable de cobre de dos hilos a 2400 bps, y los de alta velocidad a 9600 bps al front-end.

También se planteó que el terminal pudiese llamar por teléfono al front-end, o sea fuese conmutado, yo participe en estas especificaciones.

Mi primer trabajo fue participar en un grupo en el que se definía como podían funcionar equipos conmutados, conectados a este nodo. Hay que considerar que entre el nodo y los terminales había concentradores.

Las especificaciones afectaban tanto al terminal como al concentrador, que tenía que ser capaz de tener puertas con acceso conmutado, así se aprovechaban más las puertas ya que los terminales no estaban siempre conectados.

Las funciones eran: “establecer”, “funcionar” y “liberar”. Esto, que parece tan normal, no existía y hubo que crearlo.

Posteriormente se cambió este sistema diseñado para ordenadores BULL a un sistema propio que se diseñó en Telefónica, que fueron los Tesys.

Se diseñó un conmutador de paquetes propio con una estructura de computación en paralelo, con varios procesadores en paralelo, y un bus que fue el Tesys-5.

Inicialmente se diseñó un equipo sencillo el Tsys-1 y después el Tsys-5. Estos equipos se fabricaban en la empresa Secoinsa en Málaga.

### **¿Quién fue el creador del concepto de paquetes?**

La idea del paquete ya existía y se inventó para el sistema. Yo estuve en este grupo tres años y durante este tiempo apareció el protocolo X.25 y pasamos de protocolos propios a protocolos estándar, y pasamos a renombrar el bloque como paquete, esto paso por 1981 y vendimos las redes normalizadas fuera de España (Argentina, Ecuador, una red privada de USA, Paraguay, Canadá, entre otros).

Las personas iniciales del grupo, antes de que llegásemos, que eran muy brillantes y estaban muy puestas en sus temas. Telefónica incorporó a este grupo varias personas, y cuando nos incorporamos nos dijeron que efectuásemos las especificaciones del terminal conmutado, luego se estructuró un poco más y vinieron del MIT, Ros y Barberá, y estuvimos efectuando un curso formal de más de seis meses, durante todo nuestro horario laboral, y allí ya entramos en la teoría, en ArpaNet, en el estudio formal de toda la teoría.

O sea, primero el invento y después la confirmación de que todo funciona.

Cuando el grupo estaba funcionando se buscó gente más teórica para tener la formación adecuada, entonces fue cuando explicaron la conmutación de paquetes, que ya conocíamos con otro nombre.

Con aquella idea genérica se dio servicio a cuatro bancos, en vez de crear una red privada para cada uno de los bancos por medio de líneas punto a punto desde el host del banco a todos los terminales de las oficinas, se crea una red y se comparten recursos.

### **¿Cuáles crees que son las principales características de esta red que se instaló?**

Esta red era una red de eficiencia, de compartición de recursos, era una red sólida, era una red evolutiva en tanto a la dimensión como en la tecnología, estaba estructurada por capas de manera que evolucionando los concentradores evolucionaban las velocidades de acceso de los terminales, de los protocolos de los terminales, era una red que permitía el diálogo con el mundo, con las unidades de normalización como el CCITT, había conocimiento suficiente como para aportar a cualquier proceso de estandarización.

### **¿Qué hitos consideras más importante en el desarrollo de esta red?**

Desde el punto de vista tecnológico fue el primero en la conceptualización, que ocurrió por los años 1977 y 1978, en segundo lugar, se podía considerar la normalización y el tercero el cambio tecnológico interno a conmutadores internos (hardware propio, únicamente se compraron los procesadores de Intel).

Los equipos los construía Secoinsa, en Málaga con bastidores de Sitre y con diseño por parte de Telefónica.

Como anécdota que apareció por el año 1981. Había un señor allí, que era Paco Puig, que era el diseñador de hardware, esta persona era muy tranquila y un día lo vi muy nervioso, ya que había un problema de sobre tráfico en el bus que conectaba los procesadores del Tesys-5, este día nos pidió a todos que buscásemos soluciones a un conflicto de ethernet. Había que buscar una solución ya que el número de colisiones era demasiado alto por lo que la eficiencia del bus bajaba mucho. Era un bus de CSMA/CD que conectaba los procesadores del Tesys-5.

### **¿Cómo consideras que contribuiste al desarrollo de estas tecnologías?**

Mi contribución fue muy limitada, yo llegué cuando el grupo está en marcha, participo sin liderar, en distintos proyectos, como este del terminal conmutado, participo en el back-office de las especificaciones del X.25, no voy a las reuniones, va Luis Lavandera, pero participamos en el trabajo, en las aportaciones que hace Telefónica, en los escritos, en los "*papers*" que Telefónica aporta a los grupos de trabajo de la norma X.25.

También imparto cursos de formación tanto de redes vendidas como en redes de preventa, no soy consciente de la importancia que tenía aquello, cosa que puedo ver ahora.

### **¿Quiénes son las personas que desarrollaron este sistema?**

Julio Lasheras, que era el director, Luis Urqui, que era el segundo, Paco Puig, que era el creador, Mariano Medina, Rafael Díaz Vega, que era la mano derecha de Julio Linares, María Jesús Prieto Laffarge, Teodoro, (no recuerdo su apellido). Estos eran los establecidos, y luego entre los que llegamos estaban Carlos Herrasti, Esteban Gorgojo, yo (Ramón Palacio), entre otros.

También estaba Luis Lavandera, que llevaba las discusiones con el CCITT, también fue colaborador directo de Ignacio Vidaurrázaga en otros proyectos empresariales.



**¿Alguna situación anecdótica que quieras destacar?**

He comentado que esta estructura era muy atípica en Telefónica, no encajaba con nada, pero había una inercia. Habían colocado allí una persona, digamos por derecho divino, y esta persona era una señora, que no diré el nombre, que tenía problemas mentales, y estaba allí como ingeniera, y el trabajo de todo el mundo era procurar darle algo para que se entretuviera, ya que podía destrozar cualquier cosa. Era hija de militar de alta graduación, había muerto el padre y quedaban la madre y tres hermanas. Aquello era una cosa digna de una novela de Valle Inclán.

**¿Qué piensas sobre el futuro de Internet?**

Yo no pienso solo en Internet, sino en la digitalización que es una revolución que está transformando el modo de vivir y el modo de relacionarse del mundo.

Internet es parte de esto, es la red que permite los accesos a la información, permite la elaboración del conocimiento, pero Internet no es conocimiento.

La ley de Moore ha hecho en la tecnología, lo que no había sucedido nunca en la historia económica y tecnológica, que se haya multiplicado por un millón en treinta años y todo se multiplicará por mil en los próximos quince años, por lo que la capacidad de esto es brutal, y luego viene la computación cuántica.

El transistor, que es el elemento que se miniaturiza de esta manera hasta llegar al átomo, explica que la capacidad de proceso y de comunicación de los procesadores de comunicación de Internet haya crecido y sigue creciendo de tal manera, que sea capaz de transformar disruptivamente nuestras relaciones.

Ha transformado disruptivamente el proceso de la información, la comunicación, la movilidad, las relaciones sociales, las relaciones comerciales, el control industrial, el control de las infraestructuras, y va a seguir transformándolo de forma que no me lo puedo imaginar en los próximos años.

**¿Ves alguna tendencia tecnológica que pueda haber?**

Yo soy un mal futurólogo. Yo predije que el Teletex, no el teletexto, aquella máquina de escribir con código CCITT nº5 perfecta, que escribías aquí y se imprimía a distancia que estaba con el protocolo X.25, el primer estándar del CCITT del nivel 1 al 7, yo predije que sería fabuloso, en cambio el fax que era una cosa con escáner sería un desastre, así me fue. Por eso no soy bueno en predicciones tecnológicas.

La infraestructura tecnológica, la miniaturización, la integración del transistor, la ley de Moore, etc., sigue vigente y esto va a producir unos cambios evolutivos y disruptivos en su conjunto en los próximos pocos años.

El BigData, no es más que la capacidad de proceso suficiente y en paralelo como para procesar datos no estructurados.

La inteligencia artificial es un poco más complicada, ya que aparte de esto, el proceso se actualiza y aprende, no de enseñanzas sino de experiencias, a partir de los datos; y con esto sea capaz de modificar el output, y allí hay distintas formas de aprender, ya sea por fuerza bruta.

Los sistemas de aprendizaje de la inteligencia artificial, al día de hoy, son por fuerza bruta.

El Deep Learning intenta emular el aprendizaje cerebral, pero no sé hasta qué punto lo consigue, esto sí creo que va a evolucionar.

El aprendizaje de la inteligencia artificial va evolucionar mucho en los próximos años.

Si tenemos las dos partes, si la fuerza bruta va a crecer por ley de Moore y el procedimiento de aprendizaje va a mejorarse mucho, puede ser que en muy pocos años, menos de diez, lo que tengamos sean máquinas con una capacidad de emular, de forma fehaciente la mitad derecha del cerebro humano.

Esto serán máquinas de Turing, que lo que emulan es la capacidad de cálculo no la capacidad de elaboración.

Desconozco totalmente y no hago ninguna predicción, sobre lo que va a pasar con la emulación de la mitad izquierda de cerebro, con la emulación de los sueños, de la creatividad, de la imaginación, de las sensaciones, de las emociones, esto no lo sé, porque las estructuras de la tecnología actual no tocan esto, pero es posible que dentro de unos años tengamos esto mismo en la toma de decisiones que serán racionales, pero no de toma de decisiones emocionales, podrán decir que es más o que es menos, pero no que es mejor y que es peor en una decisión.

### **¿Tienes alguna frase que te gustaría como resumen?**

Tenemos datos, tenemos información, tenemos conocimiento, y luego está la sabiduría que hay que depurar mucho, ya que hay muy poca gente o situaciones donde se toman las decisiones adecuadas, sociales, políticas, económicas, personales, familiares, etc.

Como este conjunto de millones de personas podemos vivir con más respeto entre nosotros y con menos riesgo de destrozarnos.

Esta toma de decisiones no depende de datos, ni de información, ni de conocimiento, sino de sabiduría.

## 9. REPOSITORIO

El repositorio está compuesto por todos los documentos que se han ido obteniendo en la investigación, que se ha estado efectuando a lo largo de los años, que se ha estado realizado esta tesis.

Su clasificación se ha efectuado en dos grandes partes, por una parte los documentos escritos que están todos citados en la bibliografía, y por otra parte los documentos en formato de video, que posteriormente se han transcrito en formato Word/Acrobat, y están disponibles en el anexo 8.13 de la tesis.

Los documentos escritos, ya sean apuntes, manuales y libros, se han escaneado, o bien obtenido en formato Acrobat, clasificándolos en diferentes apartados, con sus correspondientes subapartados, según su contenido se refiera a la ética, la innovación, la lógica institucional, la teoría institucional, el mercado, manuales técnicos, revistas técnicas, congresos nacionales e internacionales, memorias anuales de Telefónica, métodos de investigación, y las transcripciones de los videos.

Con respecto a los videos, todos están en formato mp4, ordenados por los nombres de los entrevistados y las partes en que se compone cada una de las entrevistas.

Todos los documentos escritos que se han utilizado en la tesis, como manuales, apuntes, artículos, conferencias, libros, memorándums, papers, las transcripciones de las entrevistas con sus correspondientes videos, etc., se entregaran a la biblioteca de la Universitat Ramón Llull, para su posterior archivo.

Aquí esta una relación de todos los documentos que se entregarán a la biblioteca de la Universitat Ramón Llull

Tema	Documento	Autores
Ética	Informe Belmont	
Innovación	Disruptive Innovation: An Intellectual History and Directions for Future Research	Clayton M. Christensen Rory McDonald Elizabeth J. Altma Jonatham E. Palmer
	El Dilema de los Innovadores	Clayton M. Chistensen
	How Incumbent Leaders Can Manage Disruptive Innovation	D. Qu
	How Useful Is the Theory of Disruptive Innovation?	Andrew A King Baljir Baatartogtokh
	Investigación con estudio de casos	Robert E. Stake
	My Disruptive Innovation: Introduction	Kyeyune D. Delilah
	The ongoing process of building a theory of disruption	Clayton M. Christensen
Lógica Institucional	A Tale of Two Cities: Competing Logics and Practice Variation in the Professionalizing of Mutual Funds	Michael Lounsbury
	How Information Technology Matters in Societal Change: An Affordance-Based Institutional Logics Perspective	Isam Faik Michael Barrett Eivor Oborn
	How Institutional Logics Matter: A Bottom-Up Exploration	Tammar Zilber
	Institutional Logics and Institutional Change in Organizations: Transformation in Accounting, Architecture, and Publishing	Patricia H. Thornton Candice Jones Kenneth Kury
	Institutional Logics as Strategic Resources	Rodolphe Durand Berangere L. Szostak Julien Jourdan Patricia H. Thornton
	Institutional Logics	Patricia H. Thornton William Ocasio
	Institutional Logics in Action	Michael Lounsbury Eva Boxenbaum
	Multiple Logics in Organizations: Explaining Their Varied Nature and Implications	Marya L. Besharov Wendy K. Smith
	Strange Brew: Bridging Logics Via Institutional Bricolage and the Reconstitution of Organizational Identity	Lærke H. Christiansen Michael Lounsbury
	The Multiplicity of Institutional Logics and the Heterogeneity of Organizational Responses	Royston Greenwood Amalia Magán Díaz Stan Xiao Li José Cespedes-Lorente
	What are Institutional Logics - and Where is the Perspective Taking Us?	Christina Berg Johansen Susanne Boch Waldorff
	Qualitatively capturing institutional logics	Trish Reay Candace Jones

Tema	Documento	Autores
<b>Teoría Institucional</b>	Bringing Society Back In: Symbols, Practices, and Institutional Contradictions	Roger Friedland Robert R. Alford
	Institutional Change and the Transformation of Interorganizational...	Huseyin Leblebici Gerald R. Salancik Anne Copay Tom King
	Institutional Evolution and Change: Environmentalism and the US Chemical Industry	Andrew J. Hoffman
	The dynamics of inertia: Institutional persistence and institutional change in telecommunications and health care	Philipp Genschel
	The Iron Cage Revisited: Institutional Isomorphism and Collective Rationality in Organizational Fields	Walter W. Powell
	The New Institutionalism in Organizational Analysis	Walter W. Powell Paul J. DiMaggio
<b>Telefonía</b>	The historicity of technological attachments and engagements: The case of Turkish telephony	Burçe Çelik
	The Revolution in Rural Telephony_1900-1920	Journal of Social History
	Troublesome telephony: how users and non-users shaped the development of early British exchange telephony	Michael Kay
	Two-Dimensional Effort in Patent-Race Games and Rent-Seeking Contests: The Case of Telephony	Joao R. Faria Franklin G. Mixon Jr. Steven B. Caudill Samantha J. Wineke
<b>Mercado</b>	Acción Económica y Estructura Social: el Problema de la Incrustación	Mark S. Granovetter
	Strategizing, economizing, and economic organization	Oliver E. Williamson
<b>Métodos de Investigación</b>	Investigación sobre estudio de casos: Diseño y Métodos	Robert K. Yin
	La utilización del estudio de caso en el análisis local	Socorro Arzaluz Solano
<b>Organización Institucional</b>	Neither Market Nor Hierarchy: Network Forms of organization	Walter W. Powell
	New Institutionalism in the Analysis of Complex Organizations	Walter W. Powell Patricia Bromley
	The New Institutionalism in Organizational Analysis	Walter W. Powell Paul J. DiMaggio

Tema	Documento	Autores
Técnicos	De las Señales de Humo a la Sociedad del Conocimiento: 150 años de Telecomunicaciones en España	Olga Pérez
	Crónicas y Testimonios de las Telecomunicaciones Españolas 1 y 2	Cesar Rico
	Intercomunicación de procesadores en un sistema de inteligencia distribuida (CIL'81)	Felipe Romera Julián Galindo Fausto Benito
	Albores y Primeros Pasos de la Transmisión de Datos en España(1965-74)	Jesús Martín Tardío
	Cien años de política científica en España	Ana Romero de Pablos Maria Jesús Santesmases
	Las Telecomunicaciones en la España contemporánea, 1855-2000	Luís Enrique Otero Carvajal
	First 100-Qbit Quantum Computer Enters Crowded Race	Philip Ball
	Google Publishes Landmark Quantum Supremacy Claim	Elizabeth Gibney
	Quantum supremacy using a programmable superconducting processor	Frank Arute Kanal Arya and others
	Telecomunicaciones y el Nuevo Mundo Digital en España: La aportación de Standard Eléctrica	Ángel Calvo
	Las Tecnologías que Cambiaron la Historia	Miguel Vergara José Manuel Huidobro
	Historia de Telefónica 1 y 2	Ángel Calvo
	Fundesco y la Implantación de la Sociedad de la Información en España (1968-1999)	José Maria Moreno Sanchez
	El Sector de la Informática: "Ilusiones Frustradas"	David González
	Architecture, protocols and performance of RETD (ICC'80)	Luís Lavandera
	Packet Switching Data Communications Network: Eight Years of Operating Experience (ICC'80)	L. Cuenca
	100 años de informática de telecomunicaciones. España siglo XX	Luís Arroyo
	The Firts Worldwide Public Packet Switching Network	Luis Arroyo
	Veinticinco años de la sociedad de la Información en España. Evolución tecnológica, globalización y políticas públicas	Juan Soto Jorge Pérez Claudio Feijoo
	Teleinformática y Redes de Computadores	Antonio Alabau Juan Riera y otros

Tema	Documento	Autores
Técnicos	TESYS Centro Electrónico de Conmutación de Paquetes CTNE	Varios Autores
	Memorias Anuales de Telefónica 1969-1995	Varios Autores
	Programa RACE_1	Varios Autores
	Revista BIT del COIT (Varios artículos)	Varios Autores
	Estructura y funcionamiento Iberpac vol.1, 2 y 3	Varios Autores
	Iberpac Red Pública Española de Transmisión de Datos CTNE	Varios Autores
	Mundo Electrónico Nº 123/127	Varios Autores
	Las telecomunicaciones en España. Del teléfono óptico a la sociedad de la información	Ángel Bahamonde Gaspar Martínez Luis Enrique Otero
	La telemática en el contexto mundial Evolución de los grandes bloques	José R. Granger Carmen Cerezo
	La Evolución de las Telecomunicaciones Españolas 1982-1993: El caso de Telefónica de España S.A.	Rafael Isidro Aparicio
EL Desarrollo de la Red Pública de Datos en España (1971-1991): Un Caso de Avance Tecnológico en Condiciones Adversas	Jorge Infante	
Videos	Antonio Alabau	Andreu Veà Josep Suñol
	Antonio Golderos	
	Gabriel Alarcia	
	Ignacio Vidaurrázaga	
	Juan Riera	
	Julio Linares	
	Luis Lavandera	
	Ramón Palacio	
	Santiago Herrera de la Rosa	
	Vicente Gil	

FIG. 115 DOCUMENTACIÓN DEL REPOSITORIO



## 10. BIBLIOGRAFÍA

Alabau, A. (19 de 7 de 2017). 1/1. (J. Suñol, Entrevistador) Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=9UJ8oDYyA1s>

Alabau, A., & Riera, J. (Febrero 1984). *Teleinformática y redes de Computadoras*. Barcelona: Marcombo.

Alarcia, G. (4 de 7 de 2013). 1/2. (A. Veà, Entrevistador) Obtenido de <https://youtu.be/ucZ8fiXZfvM>

Alarcia, G. (4 de 7 de 2013). 2/2. (A. Veà, Entrevistador) Obtenido de [https://youtu.be/syHULeqA\\_V4](https://youtu.be/syHULeqA_V4)

Albert, F. (1985). *El Sistema Tesys-1 de la RETD de CTNE*. Barcelona.

Aparicio, R. (Junio 1994). *La Evolución de las Telecomunicaciones Españolas (1982-1993)*. Fundación Empresa Pública.

Arroyo, L. (2005). *100 años de informática de telecomunicaciones. España siglo XX*. Madrid: Fundación Rogelio Segovia para el Desarrollo de las Telecomunicaciones.

Arroyo, L. (2010). The first worldwide public packet switching network. *Second Region 8 IEEE Conference on the History of Communications*. Madrid: IEEE.

- Arute, F., Arya, K., & Others. (october 2019). Quantum supremacy using a programmable superconducting processor. *Nature vol. 574*, 505-510.
- Arzaluz, S. (2005). La utilización del estudio de caso en el análisis local. *Región y sociedad Vol. XVII*, 107-144.
- Bahamonde , A., Martínez, G., & Otero, L. (2002). *Las telecomunicaciones en Espana Del teléfono óptico a la sociedad de la información*. (Ministerio de Ciencia y Tecnología, & Secretaría de Estado de Telecomunicaciones, Edits.) Salamanca.
- Ball, P. (November 2021). First 100-Qbit Quantum Computer Enters Crowded Race . *Nature vol 599* , 542.
- Berg, C., & Boch, S. (Junary, 2015). What are Institutional Logics - and Where is the Perspective Taking Us? *Academy of Management Annual Meeting Proceedings*, 1-33.
- Besharov, M., & Smith, W. (September 2014). Multiple Logics in Organizations: Explaining their Varied Nature and Implications. *Academy of Management Review vol. 39*, 1-43.
- Burçe, Ç. (2016). The Historicity of Technological Attachments and Engagements: The Case of Turkish Telephony. *European Journal of Communication vol. 31(3)*, 317-330.
- Calvo, A. (2010). *Historia de Telefonica 1*. Barcelona: Ariel (Fundación Telefónica).
- Calvo, A. (2014). *Telecomunicaciones y el nuevo mundo digital en España. La aportación de Standard Eléctrica*. Barcelona: Ariel (Fundación Telefónica).
- Calvo, A. (2016). *Historia de Telefonica 2*. Barcelona: Ariel (Fundación Telefónica).
- Christensen, C. (1997). *The Innovator's Dilemma: When New Technologies Cause Great Firms to Fail*. Cambridge: Harvard Business School Press.
- Christensen, C., McDonald, R., Altman, E., & Palmer, J. (November 2018). Disruptive Innovation An Intellectual History and Directions for Future. *Journal of Management* , 1043-1078.
- Christiansen, L., & Lounsbury, M. (Janaury 2013). Strange Brew: Bridging Logics via Institutional Bricolage and the Reconstitution of Organizational Identity Institutional. Logics in Action, Part B. *Emerald Group Publishing Limited*, 199-232.

- Cuberes, J. (1986). El Modelo OSI. *BIT*, 28-33.
- Cuenca, L. (June 1980). A Packet Switching Data Communications Network, Eight Years of Operating Experience. *ICC'80* (págs. 39.3.1-39.3.5). Seattle: IEEE.
- Diez, R. (s.f.). Situacion y perspectivas de la red publica de datos. *BIT*, 95-97.
- DiMaggio, P., & Powell, W. (1991). *The New Institutionalism in Organizational Analysis*. Chicago: University of Chicago Press: Walter W. Powell and Paul J. DiMaggio.
- DiMaggio, P., & Powell, W. (January 1983). The Iron Cage Revisited: Institutional Isomorphism and Collective Rationality in Organizational Fields. *American Sociological Review*, 147-160.
- Durand, R., Berangere, S., Jourdan, J., & Thornton, P. (January 2013). Institutional Logics as Strategic Resources. Institutional Logics in Action, Part A. *Emerald Group Publishing Limited*, 165-201.
- Faria, J., Mixon, F., Caudill, S., & Wineke, S. (2014). Two-Dimensional Effort in Patent-Race Games and Rent-Seeking Contests: The Case of Telephony. *games*, 116-126. Obtenido de [www.mdpi.com/journal/games](http://www.mdpi.com/journal/games)
- Fischer, C. (1967). The Revolution in Rural Telephony 1900-1920. *Journal of Social History*, 5-26.
- Friedland, R., & Alford, R. (1991). *Bringing society back in: "Symbols, practices, and institutional contradictions"*, in *The New Institutionalism in Organizational Analysis*. Chicago: University of Chicago Press: ed. Walter W. Powell and Paul J. DiMaggio, pp 232-263.
- Galindo, J. (1984). Sistema Tesys. arquitectura, hardware y software. *Mundo electrónico*, 245-253.
- Galindo, J., Belinchón, R., & Sánchez, G. (1982). Software de base del sistema TESYS. *Mundo electrónico*, 73-77.
- Genschel, P. (May 1995). The dynamics of inertia: Institutional persistence and institutional change in telecommunications and health care. *MPIfG Discussion Paper, No. 95/3*, 1-32.
- Gibney, E. (October 2019). Google Publishes Landmark Quantum Supremacy Claim. *Nature Vol 574*, 461-462.

- Gil, V. (29 de 7 de 2018). 1/1. (A. Veà, Entrevistador) Obtenido de <https://www.youtube.com/playlist?list=PL6Lov9Gs8EAxzKdoOKdQiiKhQ3suGY>  
Sif
- Golderos, A. (5 de 7 de 2018). 1/2. (A. Veà, Entrevistador) Obtenido de <https://youtu.be/ZeGN6jrASuM>
- Golderos, A. (5 de 7 de 2018). 2/2. (A. Veà, Entrevistador) Obtenido de <https://youtu.be/bPtpASRq0Hc>
- Gonzalez, D. (1993). El sector de la informática: "Ilusiones frustradas". *Fundación Telefónica*.
- Granger, J., & Cerezo, C. (s.f.). La telemática en el contexto mundial Evolución de los grandes bloques.
- Greenwood, R., Magán, A., Xiao, S., & Cespedes-lorente, J. (April 2010). The Multiplicity of Institutional Logics and the Heterogeneity of Organizational Responses. *Organization Science*, 1-19.
- Guadalajara, J. (1983). Medios de comunicación en teleinformática. *Mundo electrónico*, 45-58.
- Herrera, S. (24 de 11 de 2015). 1/4. (A. Veà, Entrevistador) Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=kBUof61nXSA&list=PL6Lov9Gs8EAxM2g4Hs-MdlUd-Y-vMYLTg&index=1>
- Herrera, S. (24 de 11 de 2015). 2/4. (A. Veà, Entrevistador) Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=3aoFu1HJLZY&list=PL6Lov9Gs8EAxM2g4Hs-MdlUd-Y-vMYLTg&index=2>
- Herrera, S. (24 de 11 de 2015). 3/4. (A. Veà, Entrevistador) Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=fBumPMOhDt8&list=PL6Lov9Gs8EAxM2g4Hs-MdlUd-Y-vMYLTg&index=3>
- Herrera, S. (24 de 11 de 2015). 4/4. (A. Veà, Entrevistador) Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=PNREefIJr5E&list=PL6Lov9Gs8EAxM2g4Hs-MdlUd-Y-vMYLTg&index=4>
- Hoffman, A. (February 2000). Institutional Evolution and Change: Environmentalism and the US Chemical Industry. *Academy of Management Journal*, 42 (4), 351-371.

- Infante, J. (Noviembre 2002). EL Desarrollo de la red pública de datos en España (1971-1991) Un caso de avance tecnológico en condiciones adversas. *BIT*, 1-25.
- Isam, F., Barret, M., & Eivor, O. (September 2020). How Information Technology Matters in Societal Change an Affordance-Based Institutional Logics Perspective. *MIS Quaterly vol.3*, 1359-1390.
- Jackall, R. (1988). *Moral Mazes: The World of Corporate Managers*. New York: Oxford University Press.
- Kay, M. (2015). Troublesome telephony: how users and non-users shaped the development of early British exchange telephony. *Museum Group Journal*.
- King, A., & Baartartogtokh, B. (September 2015). How Useful Is the Theory of Disruptive Innovation? *MIT Sloan Management Review*, 77-90.
- Kyeyune, D. (Spring 2020). *My Disruptive Innovation: Introduction*. Honolulu, Hawaii, USA: Atlantic International University.
- Lavandera, L. (12 de 1 de 2018). 1/1. (A. Veà, Entrevistador) Obtenido de <https://youtu.be/ZhoS34rRBbA>
- Lavandera, L. (June 1980). Architecture, protocols and performance of RETD. *ICC'80* (págs. 28.4.1-5). Seattle: IEEE.
- Leblebicii, H., Salancik, G., Copay, A., & King, T. (September 1991). Institutional Change and the Transformation of Interorganizational. *Administrative Science Quarterly* 36, 333-363.
- Linares, J. (5 de 7 de 2018). 1/2. (A. Veà, Entrevistador) Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=O9MPTAG3F0o&list=PL6Lov9Gs8EAzE2IT89PznUe466yECQViK&index=1>
- Linares, J. (5 de 7 de 2018). 2/2. (A. Veà, Entrevistador) Obtenido de [https://www.youtube.com/watch?v=YKNuk7iN\\_x8&list=PL6Lov9Gs8EAzE2IT89PznUe466yECQViK&index=2](https://www.youtube.com/watch?v=YKNuk7iN_x8&list=PL6Lov9Gs8EAzE2IT89PznUe466yECQViK&index=2)
- Lounsbury, M., & Boxenbaum, E. (July 2013). Institutional Logics in Action, Part A. *Emerald Group Publishing Limited*, 3-22.
- Martín, J. (Julio 2005). Albores y primeros pasos de la Transmisión de Datos en España(1965-74). En J. Martín, *Crónicas y Testimonios de las Telecomunicaciones españolas* (pág. 21). Madrid.

- Martínez, L. (Julio 1985). La transmisión de datos en España. *BIT*, 45-54.
- Medina, M. (1980). Red pública española (nueve años de servicio). *Mundo electrónico*, 43-51.
- Medina, M. (1984). Red pública de datos española (Iberpac). *Mundo electrónico*, 143-151.
- Medina, M. (1984). Tesys como centro de conmutación de paquetes. *Mundo electrónico*, 255-264.
- Medina, M. (Marzo 1983). Red Pública Española, nueve años de servicio. *Mundo Electrónico*, 43-51.
- Moreno, J. (Febrero 2013). Fundesco y la implantación de la sociedad de la información en España (1968-1999). *Departamento de Historia Contemporánea* (págs. 1-24). Madrid: Universidad Complutense de Madrid.
- Osa, J. (Marzo 1986). El Programa RACE. *BIT*, 66-72.
- Otero, L. (2007). Las telecomunicaciones en la España contemporánea 1855-2000. *Cuadernos de Historia Contemporánea*, 119-152.
- Palacio, R. (24 de 2 de 2017). 1/1. (J. Suñol, Entrevistador) Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=mtSqlEK3m2M&>
- Pérez, O. (2006). *De las Señales de Humo a la Sociedad de Conocimiento 150 años de Telecomunicaciones en España*. Madrid: COIT.
- Powell, W. (January 1990). Neither Market Nor Hierarchy Network Forms of organization. *Research in Organizational Behavior*, 295-336.
- Puig, F. (Marzo 1983). El Sistema Tesys en la RETD. *Mundo Eelectrónico*, 80-83.
- Puig, F., & Galindo, J. (1981). Sistema Multiprocesador por Conmutación de Datos. *CIL'81* (págs. 685-694). Barcelona: IEEE.
- Qu, D. (7/16/2021). How Incumbent Leaders Can Manage Disruptive Innovation. *Forbes CommunityVoice*.
- Reay, T., & Jones, C. (2016). Qualitatively capturing institutional logics. *Strategic Organization vol. 14(4)*, 441-454.
- Rico, C. (Febrero 2000). El perfil de Ignacio Vidaurrázaga. *BIT*, 72-74.

- Rico, C., & otros. (2006). *Cronicas y Testimonios de las Telecomunicaciones Españolas 1 y 2*. Madrid: COIT.
- Riera, J. (10 de 5 de 2017). 1/1. (J. Suñol, Entrevistador) Obtenido de <https://youtu.be/dFHEs9e-oL8>
- Romera, F., Galindo, J., & Benito, F. (1981). Intercomunicación de Procesadores en un Sistema de Inteligencia Distribuida. *Convención Informática Latina* (págs. 621-629). Barcelona: CIL'81.
- Romera, F., Martínez, L., & Entrambasaguas, J. (1982). Arquitectura del Sistema Tesys. *Mundo Electrónico*, 65-72.
- Romero, A., & Santesmases, M. (1996). *Cien años de política científica en España*. Bilbao: Fundación BBVA.
- Sainz, P. (Julio 1987). Tecnologías aplicadas: las redes de telecomunicación. *BIT*, 84-87.
- Siles, J., & y otros. (1992). *Monográficos de Telefónica I+D nº 2 El Tesys B*. Madrid: Telefónica I+D.
- Solana, L. (Noviembre 1986). Telecomunicaciones: Telefónica: previsiones y planificación para los próximos cuatro años. *BIT*, 31-41.
- Soto, J., Pérez, J., & Feijóo, C. (2003). Veinticinco años de la sociedad de la Información en España. *Economía Industrial no 349-350*, 63-82.
- Stake, R. (1995). *The Art of Case Study Research*. London: Sage Publications, Inc.
- Sterling, C. (2015). *Northern Electric - A Brief History*. Phoenix: Beatrice Company Profile.
- Thornton, P., & Ocasio, W. (November 2008). Institutional Logics. *The Sage Handbook of Organizational Institutionalism*, 99-129.
- Thornton, P., Jones, C., & Kury, K. (July 2005). Institutional Logics and Institutional Change in Organizations: Transformation in Accounting, Architecture, and Publishing. *Research in the Sociology of Organizations*, 1-68.
- Used, E. (1983). La investigación en la Compañía Telefónica. *BIT*, 48-53.
- Varias Colaboraciones. (1983). Investigación y desarrollo: bajo mínimos. *BIT*, 17-31.
- Varias Colaboraciones. (1986). Evolucion de los estándares\_X.25. *BIT*, 43-49.

- Varias Colaboraciones. (Junyo 1987). Nuevos Servicios de Telecomunicación. *BIT*, 40-47.
- Varios Autores. (1924-1995). *Memorias Anuales de Telefónica*. Madrid: Telefónica.
- Varios Autores. (1978). *Belmont Report*. Office for Human Research Protections, (OHRP): Departamento de Salud, Educación y Bienestar de los Estados Unidos.
- Varios Autores. (29 de 05 de 2013). <https://eltelegrafo-informatica.blogspot.com>.  
Obtenido de <https://eltelegrafo-informatica.blogspot.com/2013/05/el-telegrafo-de-gauss-weber-y-carl.html>
- Varios Autores. (29 de 5 de 2013). <https://eltelegrafo-informatica.blogspot.com/>.  
Obtenido de <https://eltelegrafo-informatica.blogspot.com/2013/05/el-ingeniero-telegrafico-frances-emile.html>
- Varios Autores. (26 de 2 de 2016). [www.ETHW.org](http://www.ETHW.org). Obtenido de [https://ethw.org/Samuel\\_Thomas\\_von\\_Sömmerring](https://ethw.org/Samuel_Thomas_von_Sömmerring)
- Varios Autores. (s.f.). *Estructura y funcionamiento de la red Iberpac vol.1, 2, 3*. Madrid: Manuales Internos de Telefónica.
- Varios Autores. (s.f.). <https://es.wikipedia.org/>. Obtenido de [https://es.wikipedia.org/wiki/Antonio\\_Meucci](https://es.wikipedia.org/wiki/Antonio_Meucci)
- Varios Autores. (s.f.). *Iberpac Red Pública Española de Transmisión de Datos*. Madrid: Telefónica.
- Varios Autores. (Julio 1981). *Protocolos de Red Iberpac x-25 (Resumen)*. Madrid: Manual interno de Telefónica.
- Varios Autores. (Mayo 2021). *Caso Nortel*. Wikipedia.
- Varios Autores. (Mayo 2022). *Caso Kodak*. Wikipedia.
- Varios Autores. (s.f.). *TESYS Centro Electrónico de Conmutación de Paquetes CTNE*. Madrid: Telefónica.
- Veà, A. (2013). *Cómo Creamos Internet*. Barcelona: Península.
- Vergara, M., & Huidobro, J. (2016). *Las tecnologías que cambiaron la historia*. Barcelona: Ariel (Fundación Telefónica).
- Vidaurrázaga, I. (9 de 12 de 2013). 1/4. (A. Veà, Entrevistador) Obtenido de <https://youtu.be/TpnzBt8wtLM>



Vidaurrázaga, I. (9 de 12 de 2013). 2/4. (A. Veà, Entrevistador) Obtenido de <https://youtu.be/OrujAcZUVT4>

Vidaurrázaga, I. (9 de 12 de 2013). 3/4. (A. Veà, Entrevistador) Obtenido de <https://youtu.be/Tol7fmkQ51o>

Vidaurrázaga, I. (9 de 12 de 2013). 4/4. (A. Veà, Entrevistador) Obtenido de [https://youtu.be/tVh8\\_gV6d70](https://youtu.be/tVh8_gV6d70)

Yin, R. (1994). *Investigación sobre estudio de casos Diseño y Métodos*. Applied Social Research Methods Series, vol. 5, Thousand Oaks, Sage Publications.

Zilber, T. (December 2016). How Institutional Logics Matter: A Bottom-Up Exploration. *Research in the Sociology of Organizations, Volume 48A*, 139-157.