

ADVERTIMENT. La consulta d'aquesta tesi queda condicionada a l'acceptació de les següents condicions d'ús: La difusió d'aquesta tesi per mitjà del servei TDX (www.tesisenxarxa.net) ha estat autoritzada pels titulars dels drets de propietat intel·lectual únicament per a usos privats emmarcats en activitats d'investigació i docència. No s'autoritza la seva reproducció amb finalitats de lucre ni la seva difusió i posada a disposició des d'un lloc aliè al servei TDX. No s'autoritza la presentació del seu contingut en una finestra o marc aliè a TDX (framing). Aquesta reserva de drets afecta tant al resum de presentació de la tesi com als seus continguts. En la utilització o cita de parts de la tesi és obligat indicar el nom de la persona autora.

ADVERTENCIA. La consulta de esta tesis queda condicionada a la aceptación de las siguientes condiciones de uso: La difusión de esta tesis por medio del servicio TDR (www.tesisenred.net) ha sido autorizada por los titulares de los derechos de propiedad intelectual únicamente para usos privados enmarcados en actividades de investigación y docencia. No se autoriza su reproducción con finalidades de lucro ni su difusión y puesta a disposición desde un sitio ajeno al servicio TDR. No se autoriza la presentación de su contenido en una ventana o marco ajeno a TDR (framing). Esta reserva de derechos afecta tanto al resumen de presentación de la tesis como a sus contenidos. En la utilización o cita de partes de la tesis es obligado indicar el nombre de la persona autora.

WARNING. On having consulted this thesis you're accepting the following use conditions: Spreading this thesis by the TDX (www.tesisenxarxa.net) service has been authorized by the titular of the intellectual property rights only for private uses placed in investigation and teaching activities. Reproduction with lucrative aims is not authorized neither its spreading and availability from a site foreign to the TDX service. Introducing its content in a window or frame foreign to the TDX service is not authorized (framing). This rights affect to the presentation summary of the thesis as well as to its contents. In the using or citation of parts of the thesis it's obliged to indicate the name of the author

TESIS DOCTORAL

ESTUDIO DEL TELÉGRAFO DE AGUSTÍN DE BETANCOURT

Año: 2012

Autor: Ricardo Villar Ribera

Director: Francisco Hernández Abad

Departamento: Expresión Gráfica en la Ingeniería

Programa de doctorado: Ingeniería Multimedia

A mi familia.

Agradecimientos.

En primer lugar, al director de esta tesis, Francisco Hernández Abad, quien ha tenido una paciencia infinita y me ha apoyado en todo momento. Posiblemente de no haber por su insistencia y ayuda no tendría ahora la oportunidad de escribir estas líneas.

A Ignacio González Tascón (d.e.p.), profesor de la Universidad de Granada, que fue codirector de la tesis, que propició un giro en la orientación de ésta desde la original parte gráfica hacia la vertiente histórica.

A Sebastián Olivé Roig, y Jesús Sánchez Miñana, profesores de la Universidad Politécnica de Madrid por la cesión del trabajo y documentos del primero sobre el telégrafo de Betancourt.

A Isabel García, bibliotecaria del CEHOPU, por su paciencia al atender mis consultas.

A mis compañeros del Departamento de Expresión Gráfica en la Ingeniería, y al resto de compañeros de la Universidad.

Sábeta, Sancho, que no es un hombre más que otro si no hace más que otro: todas estas borrascas que nos suceden son señales de que presto ha de serenar el tiempo, y han de sucedernos bien las cosas, porque no es posible que el mal ni el bien sean durables, y de aquí se sigue que, habiendo durado mucho el mal, el bien está ya cerca.

Miguel de Cervantes

0. Prólogo.	1
1. Estado del arte.	2
2. Antecedentes de la comunicación a distancia.	4
3. Aparición del telégrafo.	8
3.1 Telégrafo de Chappe.	8
3.2 El telégrafo de Murray.	12
4. Biografía De Agustín de Betancourt.	13
5. Descripción del telégrafo de Agustín de Betancourt.	41
6. Estudio mecánico.	46
7. Estudio histórico-documental.	53
7.1. Primera memoria del telégrafo.	53
7.2. Presentación de Eymar.	56
7.3. Informe de Prony.	59
7.4. Réplica de Chappe.	64
7.5. Contrarréplica de Betancourt y Breguet.	65
7.6. Extracto del segundo informe de Prony.	73
7.7. Carta pública de Eymar a Monge, en la Gazette Nationale ou Le Moniteur Universel.	74
7.8. Carta pública de Chappe, al redactor, en la Gazette Nationale ou Le Moniteur Universel (y otros) el 10 de noviembre.	77
7.9. Carta pública de Eymar a Chappe, en la Gazette Nationale ou Le Moniteur Universel.	79
7.10. Memoria sobre un nuevo telégrafo y algunas ideas sobre la lengua telegráfica.	87
7.11. Carta de Chappe a los comisionados.	101
7.12. Informe sobre un nuevo telégrafo inventado por los Ciudadanos Breguet y Betancourt.	104

7.13. Carta al director de Le Moniteur.	112
7.14. Carta al director de Le Moniteur.	116
8. Reconstrucción virtual. Detalles técnicos.	125
9. Resultados.	130
10. Conclusiones.	132
Aportaciones	
Caminos abiertos.	
12. Anexos	138
Documentos históricos	
A1. Primera memoria del telégrafo.	138
A2. Presentación de Eymar.	142
A3. Informe de Prony.	148
A4. Réplica de Chappe.	154
A5. Contrarréplica de Betancourt y Breguet.	172
A6. Extracto del segundo informe de Prony.	186
A7. Carta pública de Eymar a Monge, en la Gazette Nationale ou Le Moniteur Universel.	190
A8. Carta pública de Chappe, al redactor, en la Gazette Nationale ou Le Moniteur Universel (y otros) el 10 de noviembre.	193
A9. Carta pública de Eymar a Chappe, en la Gazette Nationale ou Le Moniteur Universel.	196
A10. Memoria sobre un nuevo telégrafo y algunas ideas sobre la lengua telegráfica.	200
A11. Carta de Chappe a los comisionados.	231
A12. Informe sobre un nuevo telégrafo inventado por los ciudadanos Breguet y Betancourt.	236
A13. Carta al director de Le Moniteur.	250
A14. Carta al director de Le Moniteur.	253

A15. Carta del embajador de España en París, informando sobre el telégrafo. _____256

Otros documentos

A16. Artículo publicado en "Mechanism and Machine Theory".__261

0. Prólogo

Inicialmente, la tesis debía tratar sobre la obra gráfica de Agustín de Betancourt. Hubo una comunicación en el congreso de Ingegraf, celebrado en Santander en 2002, donde se presentó una primera reconstrucción virtual del telégrafo, a la que siguieron las del año 2003 de Nápoles, de títulos “*El ensayo sobre la composición de las máquinas o la tercera parte de la geometría descriptiva. Recreación virtual*”, donde se trataron algunos de los elementos descritos en esa obra, y “*la geometría descriptiva de Monge. Una visión multimedia*”, de ejecución similar. Para la edición de Sevilla se presentó un trabajo sobre los poliedros en la obra de Benito Bails, matemático sobre el que Betancourt informó ante la censura (recordemos que el matemático catalán estuvo en prisión tras ser acusado por la Inquisición).

También se inició la reconstrucción de dos modelos de molinos, uno eólico y el otro hidráulico, quedando estos sin finalizar en espera de formar parte de otro(s) artículo(s), en vista de su relevancia prevista.

Al volver sobre el telégrafo, las digitalizaciones del proyecto divulgadas desde la Fundación Orotava permitieron un estudio más detallado del proyecto, pero al mismo tiempo existían lagunas en su desarrollo. Viendo la dimensión de este capítulo, pareció interesante dedicar un esfuerzo al esclarecimiento de esos hechos, variando entonces el objeto de ésta tesis hacia el estudio histórico del telégrafo, así como de su funcionamiento, y realizando un nuevo modelado con otro software, más apropiado al nuevo objetivo.

1. Estado del arte.

La primera biografía de Agustín de Betancourt se publica en Rusia el año 1826, en *el journal des voies de communication*. Su autor, Jean Résimont, era director adjunto de la escuela de Caminos que había fundado años antes Betancourt. En ella se hace ya mención a la construcción de una línea telegráfica (“En 1798, il fut rappelé de Paris pour établir une ligne télégraphique de Madrid à Cadix...”).

El siguiente paso lo dio Rumeu de Armas, con su magnífica obra “Ciencia y tecnología en la España ilustrada”, donde dedica un capítulo del libro y parte de otro al telégrafo.

Rumeu realiza una explicación de los hechos, explicando que “no admite discusión que fue concebido y proyectado en Inglaterra entre 1793 y 1796”, con lo que la aportación de Breguet queda muy minorada. Da una descripción breve del invento, y sigue explicando que, tras la marcha de Inglaterra, pasó por París para seguir trabajando en ese proyecto.

Sigue explicando los hechos ocurridos durante la presentación del invento hasta la vuelta del canario a España, y tras el frustrado viaje a Guantánamo, vuelve a París con la excusa de recoger material científico para preparar de nuevo el viaje a la isla caribeña, pero con la idea de dar un impulso al proyecto telegráfico, que no consigue ser aceptado por las autoridades francesas por las maniobras de Chappe (poco detalladas por Rumeu, por cierto).

Rumeu de Armas sigue con el desarrollo del proyecto en España, proporcionando un detallado estudio de los movimientos económicos de las arcas públicas, concluyendo que la línea Madrid-Cádiz estaba en funcionamiento en agosto de 1800.

No obstante, posteriormente Olivé Roig estudia la telegrafía en España, y concluye que algunos de los datos que aporta Rumeu pueden estar equivocados.

Olivé explica el funcionamiento del telégrafo de una manera más detallada (para el modelo general, en el que los telégrafos están alineados), y opina

que la citada línea no pasó de Aranjuez, que el presupuesto que explica Rumeu no es suficiente para la instalación de la línea.

2. Antecedentes de la comunicación a distancia

Desde los inicios de la historia los pueblos han buscado el sistema de poder comunicarse a distancia rápidamente. Los medios disponibles eran el fuego y el humo, pues las señales sonoras tenían una limitación de distancia importante (a pesar de que Julio César describe en “De bello gallico” la capacidad de transmitir noticias de los galos a distancia, no podemos considerarlo dentro de un sistema de comunicación a distancia predecesora del telégrafo, pues se producía mediante la voz).

Así, tenemos noticias del uso de hogueras como sistema de transmisión de eventos durante la guerra de Troya (S. XII A.C.).

Polibio relata la utilización en el siglo IV a.C. por parte del también griego Eneas el Táctico del clepsidro, sistema de comunicación que se ha llamado también telégrafo hidráulico, cuya autoría se desconoce (algunos historiadores suponen que fue un invento cartaginés). Este sistema consistía en la utilización de dos recipientes cilíndricos de iguales dimensiones, en cuya base había un desagüe calibrado que podía ser abierto o cerrado a voluntad. Dentro de cada cilindro había un flotador con una regla vertical; esta tenía diferentes marcas que venían a significar noticias diferentes (por tanto, es un código muy limitado). Para operar, el transmisor levantaba una antorcha, y quitaba el tapón del depósito. El receptor, al ver la antorcha, quitaba también el tapón de su depósito, deteniendo el flujo de agua cuando el transmisor ocultaba la antorcha. De esta manera, las señales podían transmitirse de torre en torre con una elevada velocidad.



Imagen 1. Clepsidro. (Istituto storico e di cultura dell'arma del genio, www.iscag.it)

Polibio, político e historiador griego del siglo II AC, también nos hace llegar la noticia de un primitivo telégrafo compuesto por dos grupos de cinco antorchas. Con este sistema podían transmitirse mensajes, pues el alfabeto griego estaba formado por 24 letras, se colocan en una matriz de 5x5, de tal forma que la primera señal indicaría la fila, y la segunda la columna, identificando inequívocamente la letra. La última posición podía utilizarse como señal de sincronización. El sistema era mucho mejor que el anterior, pues no tenía limitación en cuanto a mensajes a transmisor, al utilizar el alfabeto en vez de códigos. En cuanto a la velocidad de transmisión, sabemos que en tiempos de César un mensaje salido de Roma alcanzaba la Galia en apenas un día.



Imagen 2. Telégrafo de Polibio.

Este sistema sería adaptado por los romanos, que establecieron una amplia red de torres de comunicación, que partiendo de Roma, pasaba por Francia y llegaba a España, cubriendo también el norte africano, llegando hasta Oriente Medio. La columna Trajana muestra alguna de esas torres.



Imagen 3. Detalle de la columna trajana, con torres de comunicación.

En la Edad Media tenemos noticia del uso de señales de humo. Así, en 1405 este fue el sistema empleado para comunicar al rey de Castilla, Enrique III, el nacimiento de su hijo, Juan II.

En 1340 la armada de Castilla empleó diferentes banderas para comunicar órdenes y mensajes codificados, en la campaña contra el rey de Aragón. Anteriormente aparecen referencias en el “Código de las Partidas” de Alfonso X el Sabio de un sistema de comunicación naval. Y no será hasta 1742 cuando la Armada Española adopta un código de señales mediante 10 banderas, significando cada una de ellas una cifra. El sistema sería adoptado por las marinas de diferentes países,

En 1588, los ingleses utilizaron un sistema de señalización mediante hogueras para avisar de la cercanía de la Armada Española. Las torres estaban separadas 12 km, y la noticia llegó a Londres en 12 minutos (300 km desde la primera torre).

En 1651 un monje capuchino propone el uso del telescopio para la comunicación a distancia, y de un sistema de señales codificado. El sistema no llegó a implantarse.

Robert Hooke propuso ante la Royal Society en 1684 un sistema de telégrafo óptico que no llegó a implantarse.

Pero fueron los cambios sociales del siglo XVIII, y particularmente lo acontecido durante la Revolución Francesa, los que finalmente hicieron aparecer un telégrafo eficaz. Así apareció el telégrafo de los hermanos Chappe, considerado unánimemente como el primer telégrafo (y Chappe el padre de la telecomunicación). También es Claude Chappe el primero que utiliza el término telégrafo (del griego *sema*, signo o señal, y *foro*, llevar).

3. Aparición del telégrafo

3.1 Telégrafo de Chappe.

Claude Chappe d'Auteroche nació en Brûlon , al oeste de Francia, en 1763. Hijo de una familia acomodada, estaba vinculado a la Iglesia (era un abad, no exactamente un sacerdote), y recibía rentas por ello. Al estallar la Revolución Francesa, esas rentas fueron suprimidas, y los cinco hermanos Chappe empezaron a idear una manera de ganarse la vida. Después de una incursión sobre la comunicación por hilos, que rápidamente abandonaron por lo incipiente de la electricidad, pasaron a trabajar en la comunicación a distancia mediante señales ópticas.

Así, en 1791 ensayaron un primer modelo de telégrafo. Éste consistía en una esfera similar a la de un reloj, con una aguja móvil que podía tomar dieciseis posiciones, correspondiendo cada una de estas a un símbolo.



Imagen 4. Primeros ensayos telegráficos de Chappe.

Para señalar que el receptor había recibido el mensaje, éste emitía una señal acústica. El problema de este sistema apareció en la dificultad de distinguir con precisión la posición exacta de la aguja, por el tamaño de ésta y la pequeña separación entre símbolos. Además, la distancia era relativamente pequeña (400m)

Abandonado este sistema, el siguiente modelo fue con paneles, del tipo binario (todo o nada). Los telégrafos tenían cinco de esos paneles (similar a los del sueco Edelcranz y el inglés Murray), asignando un código a cada una de las combinaciones posibles (32 combinaciones). La turba destruyó este modelo, creyéndolo un instrumento destinado a comunicarse con los enemigos de Francia. Dado que con este sistema los resultados no fueron los esperados, probó un tercer modelo, por el que se interesó la Asamblea Nacional en 1792.

En 1793 se realizó la prueba entre tres estaciones, separadas 11 y 15 km. La transmisión del mensaje original, de 27 palabras, tardó 11 minutos. La respuesta llegó 9 minutos después. El éxito de este test llevó al gobierno francés a destinar los fondos necesarios (58.400 francos) para construir la línea Paris-Lille, que entrarían en funcionamiento en 1794. Para su concepción, y debido a sus limitaciones en el campo de la mecánica, Chappe recurrió al relojero Breguet, quien diseñó los mecanismos necesarios para mover el telégrafo y realizó las maquetas correspondientes (por ello deberíamos hablar del telégrafo Chappe-Breguet). Todo esto coincide con la época del *Terror*, en la que perecieron multitud de franceses a causa del fanatismo revolucionario dirigido por Robespierre. Por ello, Breguet buscó refugio entre los veranos de 1793 y 1795 en su Suiza natal para escapar de la guillotina, lo que posiblemente provocó que su nombre desapareciese del telégrafo junto al de Chappe, quedando éste último como único autor.

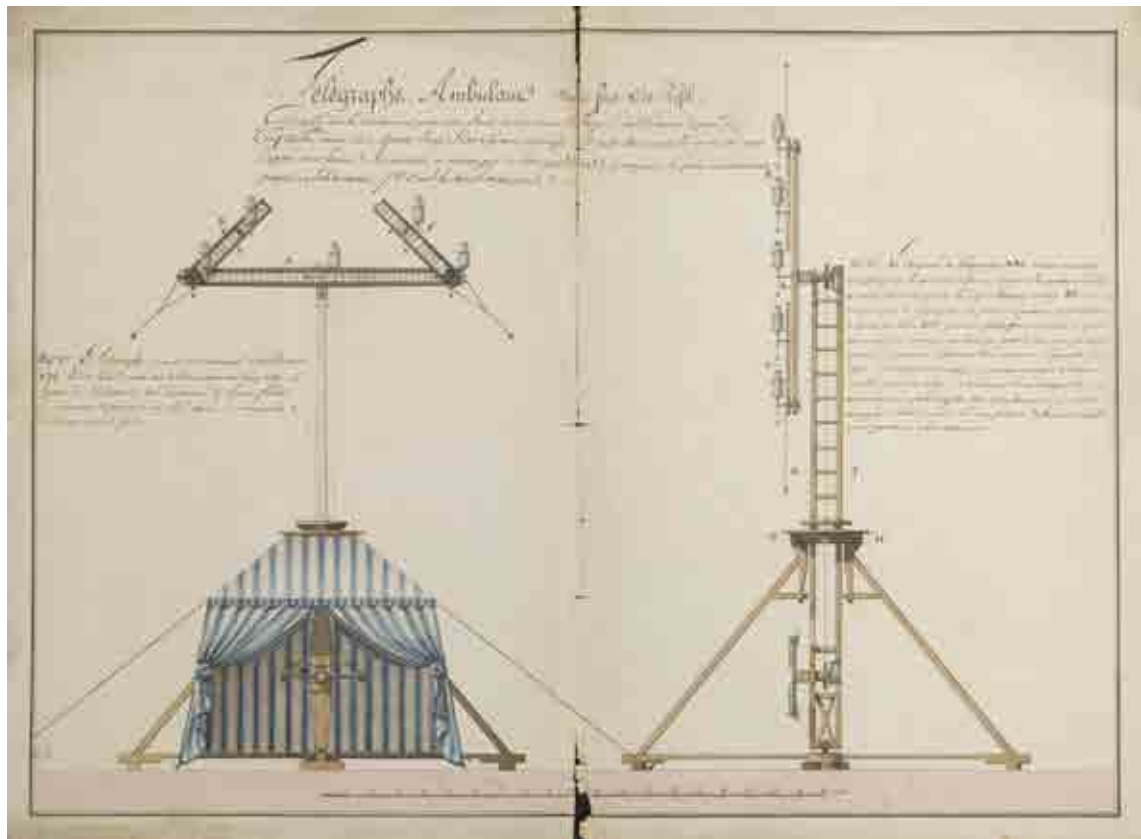


Figura 5. Telégrafo de Chappe. *Versión de campaña.*

El telégrafo de Chappe consistía en un largo brazo, llamado regulador, que tenía en sus extremos otros dos pequeños, llamados indicadores. Los brazos se movían en incrementos de 45° , tanto el regulador como los indicadores. Eso da cuatro posiciones para el primero, y ocho para los segundos. Chappe eliminó del sistema la posición en que los indicadores quedaban solapados con el regulador, quedando así siete posibilidades para cada indicador. Luego de las combinaciones de los elementos se obtenían 196 posiciones diferentes. De estas 196 posiciones, se utilizarían finalmente 92, pues las posiciones oblicuas del regulador servirán para que la estación receptora confirme la recepción del código.

Para el diseño del código contó con la ayuda de su primo Léon Delauney, familiarizado con las codificaciones por haber formado parte del consulado francés en Lisboa. El reducido número de personas encargados de custodiar el código eran los llamados directores. Éstos formaban los mensajes a partir de frases, o palabras, que estaban escritas en el libro de códigos. Los telegrafistas, llamados estacionarios, transmitían dos señales, que eran dos números de orden: uno para la página del libro, y otro para la línea de

dicha página. Hubo varias versiones de codificación, del que destacamos el que constaba de 92 páginas, cada una con 92 líneas.

El sistema era, para su tiempo, bastante eficaz. No obstante, también tenía limitaciones. La visibilidad entre estaciones no siempre era óptima, y ello conducía a frecuentes errores de transmisión. Para solucionar esto, Chappe emplazó estaciones auxiliares, que servirían en condiciones de baja visibilidad. Después, planteó aumentar el tamaño del regulador, de 4 a 15 metros. Esto último no se llevaría a cabo. Además, consultó a Gaspard Monge, quien le propuso incrementar el número de brazos de dos a siete (esto tampoco pasaría de ser una sugerencia).

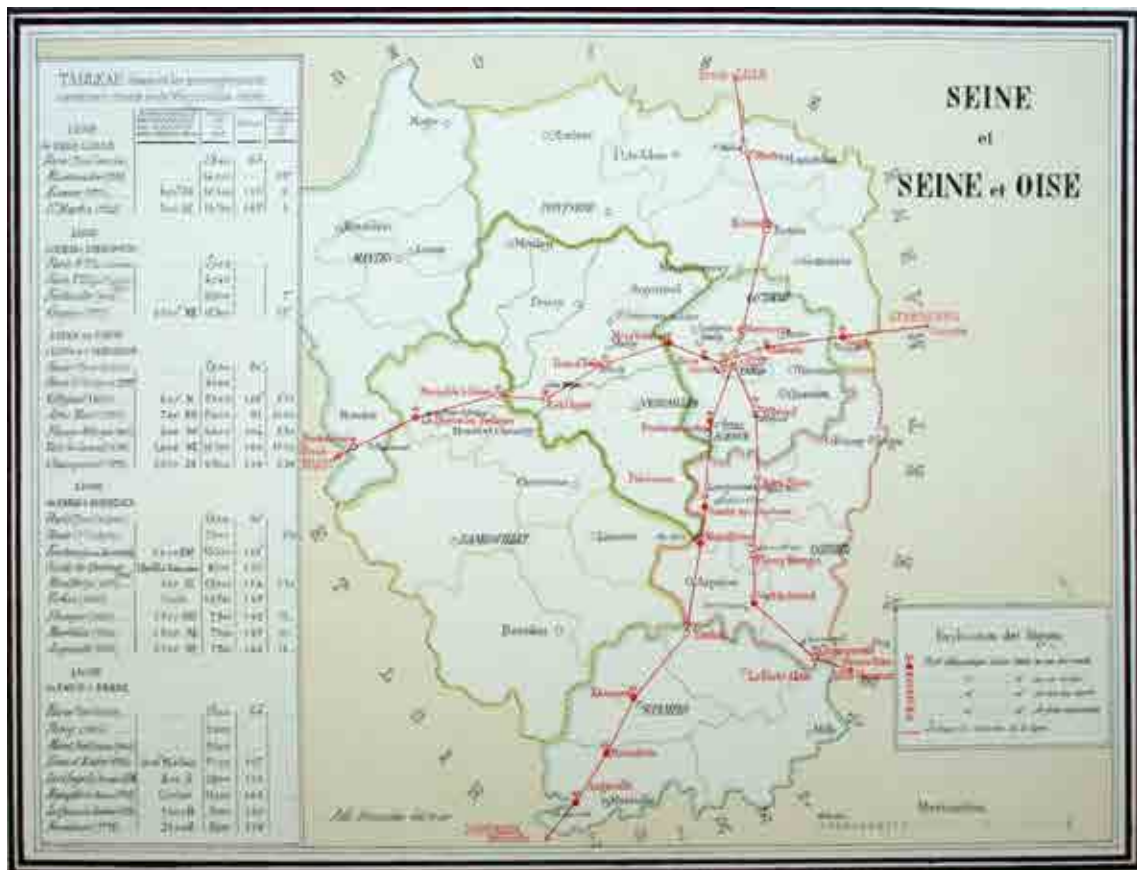


Figura 6. Cronología de la red telégrafo de Chappe.

3.2 El telégrafo de Murray

Casi paralelamente en el tiempo, se desarrollaron otros tipos de telégrafos. Uno de ellos fue desarrollado en Suecia por Edelcranz. En 1794 estaba en funcionamiento, y consistía en un sistema de 10 pantallas, de tal modo que

cada una de ellas podía pivotar 90°, quedando en posición “vista” o “no vista”. Las diferentes posiciones de las pantallas formaban combinaciones de números, que podían traducirse en letras, palabras o frases mediante libros de código.

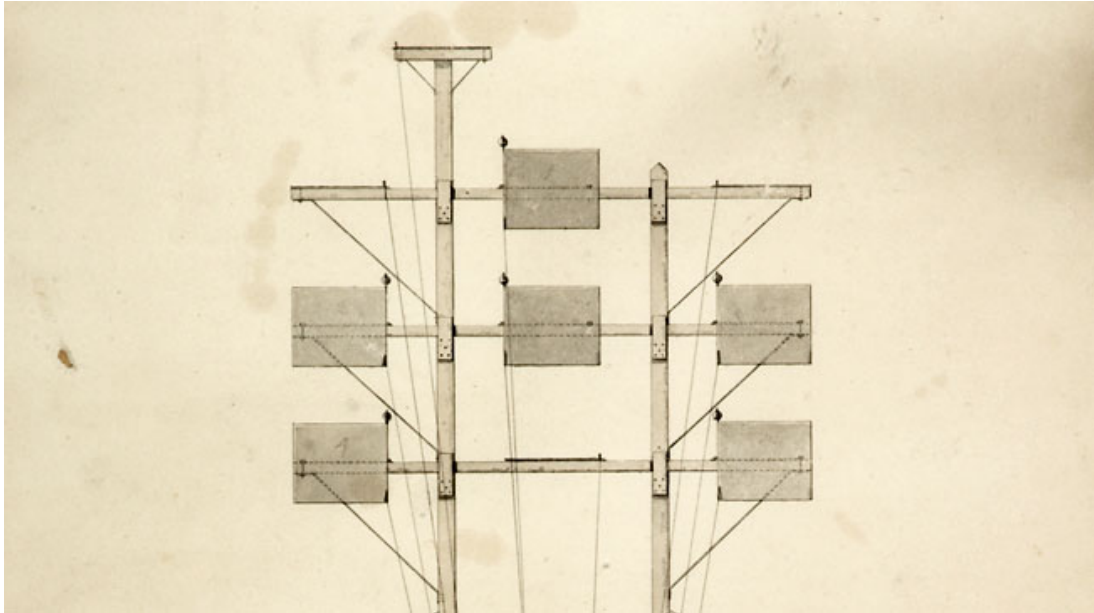


Figura 7. Telégrafo de Edelcrantz.

El telégrafo de Murray, inspirado en el anterior, tenía seis pantallas dispuestas según dos columnas. Esas 6 pantallas permitían formar suficientes combinaciones (2^6 , o sea, 64) para transmitir mensajes.

Ese telégrafo necesitaba 3 operadores para su funcionamiento. Dos que movían las pantallas, y un observador.

A principios de 1796 ya existía una línea de 15 estaciones, que posiblemente es la que vio Betancourt.

4. Biografía De Agustín de Betancourt.

El 1 de Febrero de 1758 nació en la isla de Tenerife Agustín de Betancourt y Molina. A pesar de proceder de la familia Verde, sus antepasados prefirieron conservar el apellido Betancourt ⁱ. De hecho, Cioranescu concreta más y detalla que durante tres generaciones seguidas *la transmisión de la sangre se hizo por mujeres*ⁱⁱ. Su familia pertenecía a la nobleza canaria, y su educación se desarrolló en consecuencia.

De su padre recibió enseñanzas de ciencias, a la sazón participante en la Tertulia de Nava y posteriormente de la Real Sociedad Económica de Amigos del País de Tenerife. Hay constancia de que Agustín y su hermano mayor, José, acompañaron a su padre tanto a la primera Tertulia como a las sesiones de la Sociedad Económica. Por su parte, la madre, hija del marqués de Villafuerte, participó también en la enseñanza de sus hijos, de lo que queda constancia en la correspondencia familiarⁱⁱⁱ.

Estudió con los dominicos en La Orotava. Ya de pequeño destacó por su capacidad en lo referente a la ingeniería (facilitado esto por un ilustrado ambiente familiar)^{iv}, participando en las reuniones de la citada Real Sociedad^v.

En 1777 inicia su formación militar, siendo nombrado teniente de infantería (del Regimiento de la Orotava) el año siguiente. Este año será pensionado para continuar sus estudios en los Reales Estudios de San Isidro (Donde su primo, Estanislao Lugo-Viña, era director), simultaneando éstos con los que recibiría en la Real Academia de Bellas Artes de San Fernando.

En 1779 estudia en San Isidro álgebra, aritmética, geometría y trigonometría, examinándose al modo de la época a final de curso^{vi}. El curso siguiente las materias serán: análisis matemático, teoría de las líneas curvas, cálculo diferencial y integral y mecánica. El examen final lo volvería a superar con éxito^{vii}, como explica en carta enviada a su padre el 16 de agosto de 1780. Así le explica que *el día 10 del pasado tuve unas*

conclusiones de Mecanica que contenian mas de 200 proposiciones de las que sali con bastante felicidad.

Por la correspondencia familiar se conoce que asistió a la Academia de San Fernando entre los años 1780 y 1781, donde perfeccionaría el dibujo, pasando por las salas de Cabezas, Figuras y Yeso, llegando incluso a ganar algún premio. En la misma carta arriba referida dice *El mes que viene vuelve á empesar la Academia, donde hago intencion de proseguir con el dibujo mientras éste aqui, en el mes de Octubre emprenderé la física experimental en Sn. Ysidro.*

En 1783 Betancourt se trasladó a Zaragoza junto a Alonso de Nava Grimón, para informar sobre las obras que se realizaban en el Canal Imperial de Aragón. El encargo había sido hecho por el entonces Primer Secretario de Estado, José Moniño, Conde de Floridablanca. De esa inspección resultaría una *memoria*, que informaría favorablemente sobre la continuación de las obras^{viii}.

Satisfecho de ese primer encargo, Moniño encargaría ese mismo año un segundo trabajo. Éste consistió en un informe sobre las minas de mercurio de Almadén. Esas minas, explotadas desde la época de los romanos, eran de una importancia mayúscula, pues el mercurio era enviado a América para la obtención de oro y plata.

El encargo tiene como fruto tres memorias. La primera^{ix} expone la problemática causada por la penetración del agua en los pozos y galerías, y su sistema de achique. La segunda^x trata el arranque, extracción y transporte del cinabrio. Reserva la tercera^{xi} para el procesado del mineral y preparación para su envío.

Las memorias no son solamente descriptivas, sino que aprovecha cuando hay ocasión para proponer mejoras.

El haber cumplido el encargo de Almadén satisfactoriamente le sirvió para obtener una pensión para estudiar en el extranjero, concretamente en París. El objetivo era ampliar sus conocimientos de lo que entonces se denominaba *geometría y arquitectura subterránea*, es decir, minería. Pero antes de su partida, a finales de marzo de 1784, se convirtió en el primer aerostero español.

En efecto, en Francia, el 4 de junio de 1783 los hermanos Montgolfier hicieron la primera demostración pública elevando un globo no tripulado (bastante antes, en 1709, el jesuita Bartolomeu Lourenço de Gusmao había elevado un globo ante la corte portuguesa). Posiblemente movido por las noticias que llegaban del país vecino, el 29 de Noviembre de 1783 Agustín de Betancourt se convertía en el primer español que conseguía hacer volar un globo, acontecimiento que se realizó en la casa de campo del infante don Gabriel del Escorial, ante la Corte^{xii}.

En Abril de 1784 Agustín de Betancourt está instalado en París, para comenzar los estudios según el plan establecido. Entra en contacto con la *École des Ponts et Chaussées*, conociendo a personajes de primerísima línea, entre otros Perronet (director de dicha escuela), Monge o Prony, con quienes mantendrá una relación cercana. Precisamente estos contactos serán los que marcarán la reorientación de su encargo.

En Junio de 1785 el hermano mayor de Agustín, José, llega por cuenta propia a París. Colaborará de manera esporádica con el grupo de pensionados españoles, acompañando a nuestro personaje en algunas visitas.

De vuelta a España, en Agosto de 1785, se reúne con Floridablanca, consiguiendo reorientar su misión hacia el estudio de la hidráulica y la mecánica. De esta manera, Betancourt se establece de nuevo en París como director del equipo de pensionados que Rumeu ha venido a llamar el *equipo hidráulico*^{xiii}. También por sus relaciones decidirá permanecer en París la mayor parte del periodo de formación, contrariamente a la idea inicial de visitar varios países.

Uno de los objetivos de la reorientación de los estudios era la elaboración de planos y maquetas de las máquinas, en un principio, destinadas a las obras hidráulicas.

Aparte de ese encargo, trabajos de otros ámbitos también requerirán su atención. En Noviembre de ese mismo año redacta la *Memoria sobre la purificación del carbón de piedra y modo de aprovechar las materias que contiene*. Escribe también la *Memoria sobre el mejor método de blanquear la seda*. En agradecimiento a la primera de estas memorias la Sociedad

Económica de Amigos del País de Asturias le nombraría socio de mérito y honorario^{xiv}.

En octubre de 1786 se unen al citado *equipo* dos pensionados más, Tomás de Verí y Juan de la Fuente. Como muestra del perfil de los becados cabe decir que el primero era capitán y caballero de la Orden de San Juan de Jerusalén^{xv}. Más adelante se les uniría el maquetista Antonio Álvarez.

Como muestra de la amplitud del encargo, cabe destacar que en el ámbito textil Betancourt diseña un telar para producir cintas, telar que se incorporaría a la incipiente *colección de máquinas*.

A partir del otoño de 1787 el embajador español en Francia es el conde de Fernán Núñez. Éste dará un nuevo impulso a los trabajos de los pensionados, apoyándoles en todo momento, e incluso fomentará, como veremos más adelante, la creación de un cuerpo de ingenieros civiles, con unas atribuciones que apuntan mucho a las de los actuales ingenieros de caminos^{xvi}.

Ese mismo año se intensifica la relación entre nuestro personaje y el relojero Abraham Louis Breguet, incorporando una relación comercial (como representante de sus lujosos relojes) y una amistad que duraría toda la vida.

Existe unas notas de Betancourt recogidas en uno de los viajes a la Bretaña francesa, en Marzo de 1788, donde se detalla la ruta seguida. Cabe destacar que ya entonces visitan la Isla de Indret, cerca de Nantes, por primera vez, y observan que se está construyendo la fábrica que deberá substituir la antigua “forerie”, movida por ruedas hidráulicas y que tantos problemas les dio. El relato es el siguiente: *pasamos en una hora á la Ysla de Andret. Vimos en ella la Maquina ó tripode para limpiar los cañones. La que mueve el agua para barrenarlos (aun hasta el calibre de 36) La que están haciendo para la propia movida por una Bomba de Fuego, y la que emplean pá abrirle los fogones.*

A mediados del año siguiente el hermano mayor de Agustín, José, abandona Francia para poner en práctica las máquinas relacionadas con la marina en el arsenal del Ferrol. También recibiría el reconocimiento en forma de ascenso a teniente de navío.

Ese mismo año se planifican los viajes de los pensionados. Así, de la Fuente iría a Borgoña, de Verí a Normandía y Betancourt a Inglaterra. EL segundo de los becados falleció en el viaje, por lo que Fernán Núñez solicitó nuevos estudiantes. Para la selección de éstos se recurrió al hermano mayor de Agustín, José, quien lo explica en una carta remitida a sus padres desde Madrid (28 de octubre de 1788), de la siguiente manera: *he estado dos vezes en la Graja, y ótra en el Escorial, de donde bine ayer con motivo de cumplir con un engorroso y delicado encargo del Ministro de Estado, áfin que le zolisitase dos sujetos para embiar á Paris para estudiar la Hidraulica en compañía de Agustin. Yo he hecho todo lo posible para llenar mi comision, los he buscado, ya hay dias, les he propuesto...* Finalmente serían tres los que se unirían al equipo hidráulico, los dos propuestos por José, Abaitúa y de Mata, y López de Peñalver que se uniría procedente de las minas de Hungría).

Centrándonos en el viaje de Betancourt, el 11 de noviembre llega a Inglaterra, con el objetivo principal de conocer las últimas novedades respecto a la máquina de vapor^{xvii}. En ese viaje estaría acompañado de su primo José de Lugo-Viña, por su dominio del inglés. Teniendo en mente conocer los últimos avances de la máquina de vapor, se dirigió a diferentes técnicos, de los que no obtuvo ninguna información por él desconocida, es decir, todas las informaciones eran referentes a la máquina de vapor de simple efecto. Pero Betancourt no se dio por vencido, y habiendo oído que las máquinas de la compañía de Watt y Boulton disponían de novedades, se dirigió a Birmingham para visitar sus instalaciones.

Allí fue recibido por los ingleses, que le enseñaron sus instalaciones de Soho destinadas a la fabricación de botones y hebillas, así como objetos de lujo plateados y dorados. Y a pesar de que Watt y Boulton le explicaron que las máquinas de vapor que fabricaban en esos momentos, por un menor consumo y por una regulación a voluntad del régimen de giro, no le enseñaron ninguna de esas máquinas (a pesar de ser fabricadas en esa misma localidad).

De vuelta a Londres, obtuvo autorización para visitar Albion Mills, la primera fábrica de harina que utilizó el vapor. De manera fugaz consigue ver una máquina de vapor diferente a las conocidas hasta entonces, en la

que observa la existencia de un eje rígido en lugar de las cadenas a la salida del cilindro, y de un paralelogramo que une éste con el balancín. El cilindro es también menor que el esperado para la potencia que debía suministrar. Eso le hizo suponer que existía un doble efecto en la máquina, es decir, que mientras que el vapor empujaba por la parte superior, en la inferior se hacía el vacío, y viceversa^{xviii}. Al día siguiente (10 de diciembre) Betancourt volvía a Francia. En ese momento recibió el nombramiento, no oficial, de director del Real Gabinete de Máquinas.

El año siguiente, inicio de la Revolución Francesa, sigue trabajando con normalidad en París. Cabe destacar la carta de días después a sus padres (10 de enero de 1789), pues por ella conocemos aspectos muy interesantes. Explica sus buenas relaciones con las altas instancias de la Administración: *En quanto á mi, diré á Vm. que no puedo apetecer estar mejor con mi Gefe, con todos los oficiales de la Secretaria, con este Embaxador, en una palabra con quantos pueden serme de alguna utilidad, y las pruebas que tengo de ello no son nada equivocadas, pues cada uno desea que yo pida para consedermelo al instante. El Ministro de estado me ha dado letra abierta para que yo gaste quanto quiera en mis viages, en modelos, libros, mapas, etc. etc. etc. y le ha dicho á mi hermano que me haria capitan de Exercito al instante que yo se lo pidiera, y que si queria cruzarme correrian los gastos de su cuenta.* A continuación da algunos detalles del viaje anterior: *El dia 11 de Nobiembre sali de aqui para Londres, á donde estube unos 20 dias, durante los quales vi una porcion de maquinas que necesitaba, y de las quales he hecho los dibujos exactos, no habiendo vistos muchas de ellas, si no mui de paso. Ya he ejecutado algunas y me han quedado lo mismo que los originales. Todo el tiempo que permaneci en aquella capital lo pase con Pepe Lugo, quien me servia de interprete quando yo no podia hacerme entender.* A continuación confirma lo que ya sabíamos por la carta anterior de José, sobre los nuevos becarios: *El Conde de Floridablanca acaba de enviarme otros dos sugetos para que estudien la hydraulica (los que fueron elexidos por Pepe) y confirma su liderazgo dentro del equipo: y me han nombrado Director de todos los que estan aqui estudiando este ramo, á fin de que los dirija en sus estudios para que aprovechen bien el tiempo. Estas son las palabras de la orden.*

En otras dos cartas escritas el 6 de marzo de 1789 nos da detalles de sus trabajos. Concretamente, a sus padres les explica que sigue ...*haciendo executar la coleccion de modelos hydraulicos, de que he hablado á Vm en mis anteriores, en la qual tengo empleados quatro ebanistas, siete cerrageros, y tres dibujantes, siendo preciso que yo examine dos ó tres veces al dia quantas piezecitas hace cada uno, y que haga por mi mano los planos de cada maquina, pues es cosa que no la puedo dar á hacer. De toda esta tarea continua, lo que me consuela es que están todos mui contentos con lo que hago, y que tendré el gusto toda mi vida de haber formado el mejor Gabinete de maquinas que habrá en Europa.* El párrafo es en sí mismo importante, pero además cabe destacar que **los planos de cada máquina los ejecutaba personalmente**. Explica también a su madre que están fabricando un telar para tejer cintas, de la que él ha ideado gran parte.

En esa misma carta hace referencia a unos instrumentos de física que tiene a su cargo, posiblemente los que le solicitó el Conde de Aranda para la demarcación de los Pirineos, o los pedidos por el Conde de Fernán Núñez que equiparían los navíos que dieron la vuelta al Mundo en la expedición de Alejandro Malaspina^{xix}.

A su hermano José, que en ese tiempo estaba trabajando en el arsenal de Cádiz (isla de León), le explica novedades de la máquina de vapor, consecuencia de la reciente visita a Inglaterra. Así es el relato de Agustín: *Mi modelo de Bomba de fuego ha experimentado terribles mutaciones con mi viage á Londres. De las piezas que estaban hechas apenas han servido la quarta parte de ellas, y aunque he dexado el mismo cilindro de vapor tendrá doble fuerza.* Lo que apunta a que ya antes del viaje trabajaba en una máquina de vapor. Pero también es interesante el párrafo que sigue a continuación, que es: *Mrs. Perier, han visto los planos que he hecho, y han quedado tan contentos, con ellos, que ban á executar una en grande con todas las innovaciones que he practicado.* Aquí comenzará la colaboración con los hermanos Perier, que presumiblemente le servirán para obtener más información, además de permitirle utilizar las instalaciones que la compañía explotaba.

Cabe en este punto hacer una breve exposición de los Perier. Jacques Constantin, junto a su hermano Auguste Charles, fueron dos ingenieros

autodidactas, que gozaron del mecenazgo de los duques de Orleans y de Chartres. El primero de ellos ensayó un barco movido a vapor.

Los dos hermanos proyectaron establecer una red de distribución de agua en la ciudad de París, obteniendo la concesión en 1777 y estableciendo en 1788 la Compagnie des eaux de Paris. El sistema de bombeo previsto era mediante máquinas de vapor, instalando una primera máquina en 1781 (Chaillot) y una segunda 7 años después (Gros Caillou). Estas dos bombas aparecen descritas en la primera publicación de Prony, *Nouvelle Architecture Hydraulique*, de 1790.

Para el suministro de las tuberías y máquinas de vapor viajó a Inglaterra, a la búsqueda de proveedores. Allí contactó con John Wilkinson, especializado en fundición y mecanizado (hay que destacar que Wilkinson construyó en 1775 una mandrinadora de precisión, accionada hidráulicamente, para el mecanizado de cilindros, por encargo de Watt). En los talleres de Wilkinson, Perier pudo ver una máquina de vapor del nuevo modelo producido por Watt y Boulton (no la de doble efecto sino la equipada con condensador), por lo que contactó con Boulton para el suministro de la documentación técnica y piezas necesarias para poder construir una máquina.

En ese momento, Jacques Constantin Périer se asocia con Nicolas Bettinger (que a su vez ya tenía negocios con Wendel de fabricación de armas) para constituir la compañía Périer, Bettinger et Cie, con el objeto de explotar la fábrica de cañones de Indret y la fundición de Montcenis-Le Creusot (en esta última ya había trabajado William Wilkinson con Ignace de Wendel en la introducción de la fundición de coque).

Volvamos al año 1789. Betancourt acaba de llegar a París procedente de Londres con noticias de una nueva máquina, mucho más eficiente que las conocidas en el continente hasta entonces. Perier se encuentra en dificultades tras la quiebra el año anterior de su negocio de distribución de agua, y necesita iniciar una nueva actividad. Consigue la autorización del ayuntamiento de París para instalar molinos de trigo en la Isla de los Cisnes, molinos que prevé mover con máquinas de vapor. Visita a Betancourt en marzo, y según la mayoría de investigadores, de manera casi inmediata, Perier inicia la construcción de dos máquinas de doble efecto en

sus talleres de Chaillot, bajo la supervisión (dirección) de Betancourt, de tal modo que según las noticias de Prony debería estar construida a principios de 1790^{xx}, a pesar de que no será hasta mediados de diciembre de ese mismo año que Betancourt presentará ante la Academia de Ciencias de París los resultados sobre la máquina de vapor, "*Mémoire sur une machine à vapeur à double effet*". Sin embargo, hemos encontrado noticias de que la responsabilidad de Betancourt es aún mayor, dado que A. Libes, en una época tan cercana como 1806, dice: *Betancourt a fait construire à Paris, dans l'île des Cygnes, une pompe à feu, qui a de grands avantages sur celle de Chaillot. La vapeur s'y introduit aussi en dessous et en dessus du piston ; mais la perfection du mécanisme consiste en ce que l'injection d'eau froide se répète des deux cotés, en sorte qu'elle condense tour à tour la vapeur supérieure, en laissant a celle qui agit par dessous toute sa force pour élever le piston, et la vapeur inférieure pour donner lieu à celle qui passe dans le haut du cylindre d'exercer de même tout son effort sur la base supérieure du piston. Il en résulte que le piston est poussé avec la même force en montant et en descendant, d'où naissent des avantages bien marqués, dont le détail nous mèneroit trop loin. Voyez à ce sujet le second volume de l'Hydrodynamique de Prony^{xxi}.*

En todo caso, la primera máquina se probaría a finales de ese año con éxito. Watt es informado por medio de un corresponsal francés que Perier tiene máquinas de vapor que trabajan a doble efecto, pero que han salido defectuosas. También es informado por un tal Levêque que ha sido Betancourt quien ha enseñado a Perier a fabricar esas máquinas, y que también ha enviado un modelo de máquina a España, *tal como hace con todo lo que ve^{xxii}*. De esa manera nacería una animadversión de los ingleses hacia Perier y Betancourt, como quedaba escrito en la carta que Watt envió a su socio el 23 de julio de 1790, en la que escribe *We must be more and more careful in respect to foreigners*.

La actividad académica aumenta, de modo que el 15 de diciembre de 1789 presenta la Mémoire a la que hacíamos referencia anteriormente. En ella, después de una introducción histórica, explica el motivo que le lleva hasta Inglaterra, así como la dificultad de ver una de esas máquinas. A continuación describe la máquina de vapor de doble efecto, incluyendo ésta un estudio analítico y gráfico sobre el paralelogramo de Watt (el primero

conocido, puesto que Watt patentó una serie de mecanismos, pero no los justificó). Finaliza la memoria prometiendo la presentación de un trabajo sobre la fuerza expansiva del vapor.

A mediados de noviembre de ese mismo año llega a París José María de Lanz, junto con dos oficiales de marina más, en viaje de estudios. Lanz, criollo nacido en Campeche (Méjico), vino a España para estudiar en el Real Seminario Patriótico de Bergara a los 14 años (1778). A continuación pasó a la academia de guardamarinas, en Cádiz, llegando a combatir en el navío San Fernando contra los ingleses en 1782. Participó en la elaboración del *Atlas Marítimo de España*, que fue finalizado en 1788. Finalmente, llegó a París con el objetivo de “*examinar el estado de las ciencias en los propios lugares donde florecen*”^{xxiii}.

En 1790 Agustín de Betancourt presenta ante la Real Academia de Ciencias de París la anteriormente anunciada *Mémoire sur la force expansive de la vapeur de l'eau*. En ella utiliza un método de interpolación procedente de Prony. También indica que ha observado las máquinas de vapor de Chaillot y de Gros-Caillou, lo que nos da una cierta idea de la estrecha relación que debió establecerse entre el español y Perier.

Ese mismo año tiene lugar la primera boda entre Betancourt y su esposa, Ana Jourdain, joven inglesa de tradición católica, y con la que se fue viendo hasta este matrimonio en casa de su amigo (y socio) Breguet.

En 1791 Betancourt incorpora a la colección del gabinete la “*Descripción del Establecimiento de Yndrid*”, que como bien indica su título, era una fábrica “*donde se funden y barrenan los cañones de hierro para la Marina Real de Francia*”. Tenemos noticias de que conseguir ver los secretos de esa fábrica no debió ser sencillo, pues en la biografía que escribió su sobrino^{xxiv} éste nos indica que “*para cuya adquisición tuvo que vencer las mayores dificultades*”.

Pero sabemos que la compañía que estaba explotando esa fundición era la participada por un personaje que hemos citado antes: Jacques Constantin Perier. En 1788 hemos dicho que le fue requisado su negocio de distribución de agua cuando la guardia suiza irrumpió en sus talleres de Chaillot, siendo de las primeras víctimas de la Revolución Francesa. Así, en

abril de 1788 la Compañía de las Aguas fue transformada en Administración Real de las Aguas, negándosele el acceso a los talleres (que no necesariamente eran lo mismo que la estación de bombeo. En agosto le fue permitido el libre acceso y restituida la posesión de Chaillot, suprimiéndose la Administración Real de las Aguas en enero de 1790 por la Asamblea Nacional Constituyente^{xxv}. Y en ese momento se inicia la colaboración entre nuestro personaje y el industrial francés. Para desarrollar los estudios sobre el vapor, posiblemente Betancourt trabajó en los talleres de Chaillot, y también se creó una relación en cuanto al asesoramiento para la construcción de la máquina de vapor de doble efecto. Por ello, parece lógico que Perier accediese a mostrar las instalaciones de Indret, y no solo esto, sino que le puso en contacto con la dirección de la fábrica para poder elaborar la memoria citada en el párrafo anterior.

Debido al clima de desorden que imperaba en Francia, los becados empiezan a ser repatriados. Betancourt preparará en envío del material elaborado en París, llegando los planos y la colección de máquinas y siendo colocadas en el Palacio del Buen Retiro.

Antes de regresar, el 20 de julio, Betancourt y López de Peñalver redactan la *Memoria sobre los medios para facilitar el comercio interior*. Esa memoria, entre otras cosas, recomienda la creación de una Junta de Caminos y Obras Hidráulicas, así como describe la formación del ingeniero del ramo (también habla de la conveniencia de ejecutar un plan hidráulico nacional)^{xxvi}.

El viaje de regreso tendrá varias escalas, pasando por Lyon, Barcelona y Valencia. En cada una de esas ciudades desarrollará alguna actividad, entre la que cabe destacar la que le ocupó en la capital catalana, el estudio de la aplicación de una draga movida por vapor (que también propondría en Cádiz y Cartagena), que no tendría realización.

El mes de noviembre de 1791 Agustín de Betancourt se aloja en el palacio del Buen Retiro, para continuar los trabajos que conducirán al establecimiento del Real Gabinete de Máquinas. Obtiene también el ascenso a capitán.

Conocemos por la correspondencia familiar^{xxvii} que José estaba a punto de ser nombrado caballero de la Orden de Calatrava, cumpliendo así el deseo de su padre. Por su parte, Agustín perseguía el hábito de Santiago. Así, a primeros de 1792 solicita incorporarse a la Orden de Santiago, siendo cruzado caballero en marzo.

En esa misma carta explica que está alojado en el palacio del Buen Retiro, junto a la colección de máquinas.

En este periodo frecuentará la Academia de San Fernando, siéndole encargadas distintas tareas, entre las que destacan la pertenencia a una comisión para la mejora de la enseñanza, o la revisión de la segunda edición de los “Elementos de Matemáticas”, de Benito Bails, quien en esos momentos estaba encarcelado por orden de la Inquisición. La respuesta fue favorable a su publicación, por no hallar variaciones respecto de la primera.

El mes de septiembre es desestimado el proyecto de draga proyectado por Betancourt, que debía trabajar en los puertos de Cartagena y Cádiz. Deberá esperar hasta 1812, cuando está en Rusia, para ver esa draga trabajar en el puerto de Kronstadt.

El mes siguiente (octubre) recibe el nombramiento de Director del Real Gabinete de Máquinas, establecimiento que había abierto sus puertas al público el 1 de Abril de ese mismo año. De esa misma fecha es el *“Catálogo de la colección de Modelos, Máquinas y Manuscritos que de Orden del Primer Secretario de Estado ha recogido en Francia dⁿ Agustín de Betancourt y Molina”*.

En enero de 1793 Juan López de Peñalver es destinado al Real Gabinete de Máquinas. Después de salir de París había estado trabajando en la medición del arco del meridiano, que posteriormente será la base para el establecimiento del metro como unidad de medida.

Betancourt esperaba que el nuevo valido del Rey, Manuel Godoy, visitase el Gabinete de Máquinas, pero esa visita no llegaba a producirse. Por ello, el 28 de julio decide enviarle una carta invitándole a conocer el Gabinete. Esa visita se produjo al día siguiente.

El mes siguiente la esposa e hijas están en Inglaterra. Betancourt llevaba tiempo planificando ese viaje, pues desde febrero había recibido la autorización (firmada por el Duque de la Alcudía, Manuel Godoy) *para poder completar en todas sus partes la expresada colección de Modelos^{xxviii}*, así como un aumento de sueldo. La vuelta a París se había hecho imposible por el inicio de hostilidades tras la muerte en la guillotina de Luis XVI. En ese enfrentamiento fue gravemente herido su hermano Pablo.

Para esta nueva estancia en Inglaterra dispondrá de la colaboración de un joven mallorquín, Bartolomé Sureda, a quien pagará de su sueldo.

Existe una carta^{xxix} entre Betancourt y su socio Breguet en la que el primero invita al segundo a establecerse en Inglaterra, destacando la estabilidad de su sistema político. Cabe destacar que en esos momentos Breguet había podido huir a su natal Suiza, escapando de una segura muerte en la guillotina. Es la época del Terror.

En esa misma carta expresa su deseo de alargar lo más posible su estancia en el extranjero, quizás por escapar de la influencia del que sería en breve nombrado Príncipe de la Paz.

Es en esa época cuando se despierta su interés por la teoría de las máquinas. Por otra parte, Betancourt abandona la idea de desarrollar un telégrafo eléctrico (existe la noticia^{xxx} de que en 1787 tendió un cable desde Madrid hasta Aranjuez para ensayar ese sistema, que funcionaba con botellas de Leyden. Rumeu de Armas corrige la fecha, que a su parecer no podría haberse producido hasta 1793, en que Betancourt está instalado en el Palacio del Retiro), y se dedica a estudiar la versión óptica de este sistema de comunicación.

Dos años antes, Claude Chappe idea un telégrafo óptico en colaboración del amigo y socio de Betancourt, el relojero Breguet. En la carta antes referida el español le da aún más importancia al papel del suizo-francés, puesto que le escribe que está contento de conocer que Breguet es el principal inventor en vez de Chappe, contrariamente a lo publicado en ese tiempo. Hay que remarcar que en la época en que el telégrafo se empieza a implantar en Francia Breguet ha tenido que huir, y es fácilmente comprensible la ocultación del nombre de Breguet, exiliado y extranjero, en

el invento. En todo caso, en 1794 ya está establecida la primera línea, entre París y Lille.

En Inglaterra el telégrafo óptico se empieza a utilizar posteriormente, en el año 1796, inspirado en el sistema sueco de Edelcranz.

En esa misma carta el español da noticias de haber sido visitado por dos compatriotas, que según Egóvora^{xxxix} eran el Ignacio Montalvo y Ambulodi (Conde de Casa Montalvo) y Francisco de Arango y Parreño. Los hispano-cubanos viajaban de incógnito, con nombres falsos y en búsqueda de avances tecnológicos. Betancourt les propone^{xxxix} la utilización de máquinas de vapor para moler la caña de azúcar. Volvamos a la carta de 1794, donde nuestro estudiado explica que *je les ai proposé le projet d'établir dans leurs possessions des pompes à feu pour éviter le grand nombre de bœufs et de Negres dont ils ont besoin dont ils ont besoin pour presser la canne de sucre*. Y a continuación confirma que *je leurs ai fait de calculs si clairs qu'il m'ont donné l'ordre de leurs faire executer deus de ces machines, que j'ai dessinées, et qui sont déjà en execution*. Es decir, los visitantes encargan a Betancourt que se encargue de la construcción de las máquinas de vapor, en la misma Inglaterra, y estando la máquina de Watt protegida por patente. ¿Quién sería el encargado de fabricarla?. De nuevo Egóvora nos da el dato de que Reynolds es el nombre del fabricante. Así, debemos pensar en William Reynolds, que tenía experiencia en la fabricación de cilindros para máquinas de vapor. Finalmente al menos una máquina llegó a Cuba en 1796, y estaba en funcionamiento en enero del año siguiente.

La fundición de Reynolds estaba en el condado de Shopshire, una de las zonas más industrializadas de Inglaterra. Rico en materias primas, el condado está atravesado por el río Severn, que se utilizaría como método económico de transporte.

En esta misma zona existe el puente de hierro más antiguo construido, que dará nombre al pueblo (Ironbridge). John Wilkinson es el promotor (que, como hemos visto, colaboró con Périer en la fabricación de tuberías de agua para la red de distribución de París, y su hermano William participó en la fábrica de cañones de Indret,), y los componentes los funde Darby, emparentado con Reynolds.

Detengámonos un instante en este capítulo de la vida de nuestro biografiado. Betancourt está en Inglaterra, viviendo en Londres, pero visita diferentes establecimientos industriales. Le acompaña el mallorquín Bartolomé Sureda, quien le ayuda en la elaboración de la colección de lo que será el Gabinete de Máquinas, pero a su vez se instruye en dibujo, fundición y cerámica. Rumeu de Armas^{xxxiii} recoge las palabras de Betancourt, explicando que *“habiendo conocido, antes de mi última salida de España, el talento en el dibujo y arquitectura y el conocimiento que tenía en muchas artes el referido Sureda, le propuse que se fuese conmigo a Londres, ofreciéndome a costearle de mi sueldo todos sus gastos...Fue tanta su aplicación, que a pocas lecciones que tomó de un célebre dibuxante (que las pagué yo, a 100 reales cada una) llegó casi a igualar a su maestro. Después aprendió a grabar con perfección, por un método nuevo...Luego conseguí introducirle en una manufactura de las principales en Inglaterra, donde se instruyó en la fundición y varias operaciones del hierro y en la construcción de máquinas. Al mismo tiempo tubo ocasión de instruirse en la fabricación de la losa inglesa, y se aplicó a ello hasta poseerlo perfectamente...”*.

El párrafo anterior aporta datos de gran interés. Vemos que Betancourt se mueve a sus anchas en Inglaterra. Pero no solamente eso, sino que participa en los círculos científicos, recibiendo varias distinciones por parte de al menos un par de sociedades. La primera de ellas la consigue al participar en un concurso público, convocado por la Society for the Encouragement of the Arts, Manufactures and Commerce en 1794, y que consistía^{xxxiv} en el diseño de una máquina para eliminar las hierbas en los ríos navegables. “Le chevalier de Betancourt Molina” ganó el concurso, premiado con 40 guineas, y el trabajo fue publicado el año siguiente en la revista de la Society, con el título: “Description of the plate of the machine for cuttind weeds in navigable Canals and rivers”. Conseguiría dos premios más, concedidos por la Royal Board of Agriculture, siendo admitido en ésta última como socio de mérito.

Uno de los diseños premiados por esta segunda sociedad era una máquina para moler Sílex, componente de la porcelana. En marzo de 1796 termina el proyecto correspondiente a un molino hidráulico destinado a la molienda de sílex, que según la nota existente en el plano debía ser construido en

Coalbrookdale, entre la esclusa de plano inclinado y el puente de hierro. Llegados a este punto, debemos lanzar la hipótesis de que ese molino fuese un encargo de Reynolds, pues sabemos que en 1800 William Reynolds (asociado con otros dos empresarios) explotaba una fábrica de porcelana en Coalport. Existen dos planos, uno a tinta y otro coloreado, formando parte este segundo de la colección de planos de William Reynolds^{xxxv}, que posee el Science Museum de Londres.

La esclusa de plano inclinado nos ha llegado, conservándose las láminas en la biblioteca de la escuela de Caminos de París. El puente de hierro estaba dibujado, formando parte de la colección de planos del real Gabinete de Máquinas (plano nº 96).

En el encuentro anteriormente citado con los sacarócratas cubanos no solamente se trató de las máquinas de vapor. Hubo también una propuesta para que se instalase cuatro años en Cuba, encargándose de las obras públicas (caminos y canales) y de la dirección en la construcción y mejora de máquinas. Pero esa propuesta toparía con la competencia del conde de Mopox, que deseaba incorporar a Betancourt en otra tarea, la Real Comisión de Guantánamo. El objetivo de ésta era la creación de un canal navegable y la fundación de una población en la bahía de Guantánamo. La propuesta del conde de Mopox sería la que conseguiría la aprobación real, y Betancourt se encargaría de comprar el material técnico necesario para llevar a cabo su parte del proyecto (instrumentos topográficos y material para la confección de planos).

Es interesante para entender la situación de España y su decadencia leer el comentario que el embajador de Francia en Madrid, en el que lo mal aprovechado que estaba don Agustín, pues se pretendía emplearlo en la construcción de caminos y canales, **en vez de aprovechar sus destacados conocimientos en la construcción de máquinas**. Concretamente, Bourgoing^{xxxvi} dice: “...Betancourt, un des plus habiles machinistes de l’Europe, de l’aveu des savants de France et de l’Angleterre, qui n’est, à la vérité, ni dédaigné, ni oublié, mais qu’on ne trouve pas à employer en Espagne, où toutes les machines nécessaires aux arts et aux métiers sont encore si imparfaites, et qu’on envoie construire des chemins et des canaux

dans l'île de Cuba. “. Es destacable el calificativo de “maquinista”, lo que posiblemente ahora llamaríamos **ingeniero mecánico**.

Existe una imprecisión en la primera biografía^{xxxvii} de Betancourt, pues habla de 1797 el año en que pasa a Inglaterra para construir máquinas destinadas al bombeo en las minas de oro y plata de América. Eso no pudo ser así, la fecha por lo que explicamos en el párrafo siguiente, y el objeto de la visita por lo aportado por los posteriores estudios.

En agosto de 1796 España y Francia firman el tratado de San Ildefonso, por tener los dos países el enemigo común que era Inglaterra. La ruptura de hostilidades de nuestro país con Inglaterra fue inmediata, y Betancourt (como los demás españoles) debió abandonar Inglaterra, resolviendo gracias a su círculo de amistades los problemas que la administración inglesa opuso a dicha salida.

En octubre de 1796 Betancourt y Sureda llegan a París, con todo el equipo. Allí debían haberse encontrado con José M^a de Lanz, que también formaba parte de la expedición a Guantánamo, pero éste había marchado a España el día anterior. Betancourt tenía decidido en ese momento no partir de inmediato hacia La Coruña, pues pidió que se le enviase la correspondencia a París^{xxxviii}. Está claro que **ya en Inglaterra el ingeniero canario había planificado desarrollar el telégrafo óptico** en compañía de su amigo Breguet. También aprovecha para intentar explotar la prensa hidráulica, que había visto en su estancia inglesa, y que patentaría con Perier. Tras una serie de problemas (de salud y económicos), Lanz volvería a París en enero de 1797, renunciando a la comisión de Guantánamo, y viéndose con Betancourt antes de que éste iniciase su viaje a España.

Agustín de Betancourt está en Madrid en febrero de 1797, dispuesto a partir hacia Cuba desde La Coruña. Antes resolverá los asuntos económicos correspondientes a los viajes realizados, se vuelve a casar con la que ya era su esposa, la inglesa Ana Jourdain (por haberse casado en Francia en el oscuro periodo revolucionario) y participa en alguna sesión de la Academia de Bellas Artes. También Sureda enseña a Goya el método de grabado que había aprendido en Inglaterra.

Agustín de Betancourt, junto con su familia y colaboradores (se unió al grupo el primo de Sureda, Rafael Bauzá), parten del puerto de La Coruña el 8 de junio de 1797, pero son apresados por una fragata inglesa, siendo trasladados a Lisboa, donde serían puestos en libertad el 14 del mismo mes, pero sin el valioso equipaje (los instrumentos y demás material de dibujo, así como la biblioteca del ingeniero). Betancourt solicita al príncipe de La Paz, Godoy, una partida para la reposición de lo perdido, tanto lo personal como lo correspondiente a la expedición. La respuesta del primer ministro es positiva, permitiendo una nueva estancia en París para, en principio, controlar la fabricación de los instrumentos, así como comprar libros. Así, el mes de septiembre vuelve a estar en París, encargando el material científico y ocupando buena parte de su tiempo, junto a Breguet, en la mejora del telégrafo.

El capítulo referente al telégrafo óptico lo desarrollamos aparte. Decir solamente que, tras un debate técnico, triunfó la política y los intereses argumentados por el entonces director de telégrafos en Francia, Chappe, incluyeron el chauvinismo^{xxxix} más burdo.

Por esa época (mediados de 1798) Godoy fue destituido y, en su lugar, nombrado Mariano Luis de Urquijo, también del círculo de amistades de Betancourt (Urquijo había sido secretario de la Embajada de España en Londres, coincidiendo con la etapa inglesa del inventor canario). Dado que las noticias del proyecto no podían pasar desapercibidas, Betancourt fue llamado de vuelta a España, con el proyecto de instalar una red de telégrafos (que tendría como primera línea la que comunicaría Madrid con Cádiz). Con ello quedaba finalmente olvidada definitivamente la participación del ingeniero en la expedición cubana.

En diciembre de 1798 regresa a Madrid en director del Gabinete de Máquinas, ocupándose inmediatamente de la dirección de la fabricación de los telégrafos que debían formar la línea Madrid-Cádiz. Mientras que algunos autores^{xl} hablan de la puesta en marcha de esa línea en agosto de 1800, otros^{xli} dudan de ello, y confirman que la línea estaba compuesta por solamente 4 estaciones, comunicando Madrid con Aranjuez.

Otro de los capítulos interesantes de esta biografía es el Betancourt empresario. Sabemos que en Francia tenía un molino en el departamento

del Loire, y una fábrica de zapatos En la primavera de 1799 trata la cesión de la Real Fábrica de Algodón de Ávila, que venía de una gestión pública desastrosa. De hecho, la industria tenía varios lastres: la materia prima (algodón) venía de América, con el gasto correspondiente, los trabajadores empleados eran demasiados y poco instruidos, los técnicos no lograron alcanzar las tareas encomendadas. Además, la dirección cambió en poco tiempo. Con todo ello, la producción resultó de poca calidad y cara. El Estado planeaba la cesión de las instalaciones para su explotación privada, a fin de acabar con las continuas pérdidas que ésta le ocasionaba. Y aquí entra la figura de Agustín de Betancourt, que solicita la cesión de las instalaciones con el objetivo inicial de implantar una hilandería de lana. Así, en verano de ese mismo año visitó la fábrica, haciéndose cargo de ella en septiembre de ese año. Una Orden de abril de 1800 hace definitiva la cesión a Betancourt de la industria, eliminando la posibilidad de cesiones parciales a otros interesados (que habían mostrado interés) en la industria.

Las condiciones de la cesión fueron bastante buenas, pues incluía el dinero existente en el momento de la cesión (efectiva en noviembre de 1800, mes y medio antes de lo firmado inicialmente) y el stock existente en los almacenes. Además, Betancourt contaba con cuatro años de carencia, momento en que debería empezar a pagar la cantidad convenida (en total, y en 8 plazos, aproximadamente 1'5 millones de reales).

Esas beneficiosas condiciones hicieron cambiar de opinión al ingeniero, que varió la idea inicial de transformación en hilatura de lana, manteniendo la fábrica como manufactura de algodón.

Para dirigir la empresa, Betancourt envió a Bartolomé Sureda a Francia, concretamente Breguet, como apoderado del ingeniero, cerró un convenio con la empresa Albert et Collier et Cie (Coye) en septiembre de 1800 para formar el personal que designase. Concretamente, se firmó que “ *A tout élève désigné, pourvu qu’il soit espagnol, les secrets de ces machines et de celles qui pourront être installées par la suite seront révélés, «avec les principes de théorie relatifs à leur exploitation »* ”^{xlii}. El coste de esa formación se estableció en 20.000 francos (para una estancia prevista de un año).

Curiosamente, los hermanos Périer tuvieron también relación con esa industria, pues fundieron en 1791 las “*rouages de fer*” destinadas a la industria textil.

Lamentablemente para Betancourt, Sureda alargó su estancia francesa, pues de Coye pasó a estudiar la producción de porcelana de Sèvres, no regresando a España hasta septiembre de 1803. Por carta dirigida a Breguet^{xliii} sabemos que Bartolomé Sureda está trabajando en octubre de ese año, declarando un poco alentador *...je me tien toujours à ce de que je vous ai dite, que cette fabrique ne fera pas la fortune de persone...* . Por otra parte, aunque Sureda está en Ávila, y trabajando en ella (de la misma carta, *...mais pour l'oneur de Mr. De Betancourt et le mien il faut le mettre en train.*) también está trabajando para la Real Fábrica de Porcelana del Buen Retiro (aún de esa misma carta: *J'ai demandé au Ministre de ne pas m'employer à la fabrique jous que avoir fait quelques pièces en porcelaine avec les terres d'Espagne...*). El año siguiente el mallorquín será nombrado director de la fábrica de porcelana, por lo que no podrá ocuparse de la de algodón.

Por ello, al frente de la dirección de la fábrica de Ávila Betancourt puso a su hermano Marcos, quien carecía de la formación técnica necesaria para esa función^{xliiv}. Éste cayó enfermo y murió en enero de 1806, asumiendo el papel de director el técnico de origen inglés Ingram Binns.

En esa época (o algo antes, ya en 1805 lo expresa Louise Sureda, esposa del técnico mallorquín en su correspondencia con Breguet) planeaba la devolución de la fábrica, por no poder hacer frente a la devolución de la deuda acordada con la Real Hacienda (recordemos que esta deuda era de 2 millones de reales). A pesar de la generosidad del Estado (no pagó el primer plazo a finales de 1804, ni el segundo a finales de 1805), Betancourt pide ser liberado de la deuda (y continuar con la explotación de la industria) o devolver al Estado la fábrica, en cuyo caso pedía ser indemnizado con medio millón de reales por las inversiones realizadas. Hacienda nombró una comisión para conocer el estado de la manufactura, comisión que concluyó reconociendo las mejoras aportadas en ese periodo. Además, el inventario de las existencias era sorprendentemente favorable a

Betancourt: la diferencia entre 1800 y 1806 era de algo más de 690.000 reales.

Por suerte para la Hacienda, y para el ingeniero canario, Ingram Binns solicita poder explotar la fábrica por su cuenta y riesgo. Esa propuesta recibió el visto bueno de la Real Hacienda, pues conocía el estado de la manufactura, y liberaba al Estado de una posible carga.

Así, en febrero de 1807 se aceptaba la propuesta de Binns, y Betancourt quedaba liberado de la explotación abulense, cobrando además el resultado del inventario señalado más arriba.

Es interesante ver en que condiciones se hizo el traspaso. Martín García^{xlv} sigue así:

“...por R. O. de 17 de marzo de 1807, el fabricante inglés recibe gratuitamente el usufructo de todos los edificios de la fábrica de algodón de Ávila y la propiedad de las máquinas existentes en ella a excepción de las máquinas de lana y los tres juegos de hilar más recientes construidos por Bethancourt que por decisión del rey deberían ser distribuidos entre los fabricantes más destacados del país. Así, las máquinas de cardar y emborrar lana fueron entregadas a don Tomás Pérez, maquinista de Segovia, yerno del fabricante de paños Laureano Ortiz de Paz; y de las máquinas de algodón, se cedió un juego a la Compañía de Fabricantes de hilados Manresa, otro a don Jacinto Ramón, fabricante de Barcelona y el tercero a la ciudad del Puerto de Santa María, a donde había trasladado una importante fábrica de algodón D. N. Nena desde la ciudad de Lisboa. Las máquinas de hacer cardas fueron entregadas a don José Sureda, Conserje del Real Gabinete de Máquinas, para establecer una fábrica autónoma de cardas en Madrid”.

De la cita anterior conocemos que el Estado no renunció a otra función para la que tenía a Betancourt: la transferencia de tecnología. Se distribuyeron máquinas a otros fabricantes, y otras fueron al Real Gabinete de Máquinas (cuyo conserje era el primo de Bartolomé Sureda).

Para la indemnización que debía recibir Betancourt (y 60.000 reales que debía entregar al conserje del Gabinete de Máquinas para la fábrica de cardas), la Real Hacienda dispuso que fuese pagada por Binns. Éste, al

carecer de esa cantidad, debió utilizar las existencias de la fábrica. Con ello, descapitalizó la manufactura (Betancourt recibió existencias por valor de más de 1'1 millones de reales, que fueron vendidas con una sustancial rebaja (43%). Podemos adivinar aquí una cierta urgencia del inventor a fin de abandonar España, pues recibe el dinero a finales de abril, y en mayo ya está en Francia.

El fracaso de la gestión de la fábrica abulense tiene varios motivos. Por una parte, los problemas existentes antes de su llegada. Martín García^{xlvi} habla de los problemas de comercialización, pero no nos parece suficiente, habida cuenta que existía una pujante industria textil en Cataluña (la Real Compañía de Hilados y Tejidos de Algodón, fundada en 1771, es el embrión de la patronal catalana, la más antigua de Europa). Uno de los problemas puede ser la imposibilidad de estar al frente de la explotación por sus numerosas ocupaciones. De nuevo Martín García apunta a que *en el proceso de desarrollo que experimenta la industria española en la segunda mitad del siglo XVIII y en los primeros años del siglo XIX, los empresarios desempeñan...un papel fundamental. Basta recordar el caso de Cataluña, cuyos hombres de empresa...lograron encumbrar la industria algodonera a cotas cercanas a los niveles característicos de la Revolución Industrial. Y en el resto de España, aunque en menor cuantía y con menos intensidad y prestancia, aparecen hombres que, aprovechando, en muchos casos, las iniciativas de los organismos públicos o las estructuras empresariales creadas por el propio Estado, contribuyeron con su dedicación y esfuerzo al crecimiento cuantitativo y cualitativo de la producción.*

Como vemos en las líneas anteriores, lamentablemente este desarrollo no se dio por igual en toda la nación (posiblemente por esta falta de emprendedores).

Continuemos, pues, con esas ocupaciones que Agustín de Betancourt desarrollaba en ese periodo. Hemos visto que el proyecto del telégrafo duró de 1799 a 1801, año en que es devuelto el dinero sobrante de la construcción de la línea.

En 1799 también se crea la Inspección General de Caminos y Canales. Betancourt será nombrado Inspector General el 27 de diciembre de 1801.

El mes de septiembre de ese año había visitado (con López de Peñalver) las obras del Canal de Castilla.

En cuanto a la Inspección General de Caminos y Canales, se hacía necesario estructurar la formación de los funcionarios. Así como en 1792 los cambios políticos hicieron posponer el proyecto de escuela, el ahora inspector general consigue organizar los estudios correspondientes.

El ingreso en los estudios se hacía mediante concurso, en el que los aspirantes debían examinarse básicamente de matemáticas (aritmética, álgebra, geometría, trigonometría plana y esférica, secciones cónicas, cálculo diferencial e integral) y física.

En cuanto al profesorado, además del propio Betancourt, pudo contar con Juan López de Peñalver (que ya había formado parte del “equipo hidráulico” y estaba destinado al Gabinete de Máquinas, como hemos visto), José María de Lanz y José Chaix.

A diferencia de Peñalver, que se incorporó al equipo dirigido por Betancourt tras un primer periodo dedicado a la minería, Lanz procedía de la Armada, y tras un periodo de formación y espionaje, decide abandonar la Armada y quedarse en París. Cuando Betancourt lo reclama para la recién creada escuela, es rehabilitado y se incorpora al claustro de profesores, ocupándose de las asignaturas de matemáticas.

José Chaix estuvo también pensionado en Francia y en Inglaterra, estudiando matemáticas y astronomía. De vuelta a España, quedaría incorporado en el cuerpo de ingenieros cosmógrafos. Uno de sus trabajos anteriores a la incorporación como profesor de los estudios de la Inspección de caminos consistió en la participación de la medición del arco de meridiano (coincidiendo aquí con Peñalver). Esos trabajos se prolongarían paralelamente a los estudios.

El primer plan de estudios organizaba la formación en dos cursos, y fue modificado en 1804, a propuesta de Lanz.

Un episodio destacable ocurrió en 1803, cuando Betancourt lanza una tremenda crítica hacia los arquitectos. En su “Noticia del estado actual de los Caminos y Canales de España...”^{xlvii}, de 1803, pormenoriza la situación

de las vías de comunicación de la nación, pasando a continuación al derroche efectuado por la escasa formación de los facultativos asignados previamente. Literalmente, dice: *“Y si algo ha salido medianamente bueno en los caminos y canales, ya costando tres o cuatro veces más de lo que debía, ya por las circunstancias locales o por casualidad, se ha creído que para emprender estas obras no se necesitan muchos principios ni estudios”*.

Continúa con la crítica de la siguiente manera: *“Los que así discurren no reflexionan que por ignorancia se han abandonado empresas cuya sólida conclusión hubiera sido de suma utilidad, se han arruinado y cegado en breve tiempo algunos caminos que habían costado muchas sumas, se han construido obras de caminos y canales tan suntuosas como inútiles, se han ejecutado puentes góticos y desatinados, y aun se han puesto letreros, a los que llaman inscripciones, sin gramática ni ortografía en unas obras que están a la vista del público y a la censura de nacionales y extranjeros”*.

Para continuar con el feroz ataque contra los arquitectos: *“Pero ¿Qué proyectos, que cálculos, ni que aciertos se podían esperar de la clase de estudios que han hecho la mayor parte de los sujetos que hasta ahora se han empleado en estas obras públicas, ni que medios se han puesto para facilitar la instrucción de unas personas en quienes se depositan los intereses, la seguridad, la confianza y una gran parte de la prosperidad de la nación?. En España no ha habido donde aprender, no solo como se clava una estaca para fundar un puente, pero ni aun como se construye una pared. En la Academia de San Fernando de Madrid, y en las demás del reino que se intitulan de las Bellas artes, no se enseña más que el ornato de la arquitectura. Los arquitectos se forman copiando unas cuantas columnas, y agregándose a la casa de alguno de la profesión, donde suele ver y oír cuatro cosas de rutina, y con esta educación y estos principios, es examinado por otros que tienen los mismos, queda aprobado y se le da la patente para cometer cuantos desaciertos le ocurran en edificios, puentes, caminos y canales”*. El escrito sigue con la críticas, e incluye en el siguiente párrafo a *“arquitectos académicos, algunos ingenieros o por otros individuos que se llaman facultativos,...”*.

Si bien estaba en la memoria el desastre de la presa de puentes, que ocasionó más de 600 muertos en la localidad murciana de Lorca, el escrito

sirve para reafirmar la exclusividad de los técnicos salientes de los estudios de la Inspección en lo referente a obras públicas.

A uno de los alumnos de la primera promoción lo encontramos trabajando en la finca que Godoy había recibido de Carlos IV: El Soto de Roma. Las desavenencias entre los trabajos propuestos por Betancourt y su discípulo ocasionarían su substitución por ingenieros militares en 1804, y marcando un primer desencuentro entre el Inspector General de Caminos y el Príncipe de la Paz.

Otra de las ocupaciones de Betancourt es la redacción de informes sobre máquinas. Esto no debe extrañarnos, pues el Inspector General de Caminos seguía siendo Director del Real Gabinete, y éste quedaría integrado en los Estudios. A pesar de esa integración, el Real Gabinete de Máquinas no era solamente una colección de instrumentos, ni un laboratorio para las prácticas de los estudios de Caminos. Desde el principio el Gabinete debía ser un centro de *“difusión de tecnología y de archivo de invenciones, para promover el desarrollo de las artes”*^{xlviii}. Era por una parte el antecedente de la oficina de patentes, y por otra, el embrión institucional^{xlix} de los futuros estudios de Ingeniería Industrial (procedente del Conservatorio de Artes josefino, del que derivaría el del periodo de Fernando VII). Además, llama la atención que, en 1875, refiriéndose al periodo entre 1800 y 1808, se dice que *...y las escuelas mecánicas de Artes y de Ingenieros Civiles, de Lanz y Betancouret, pretendieron y consiguieron, bajo los auspicios de don Manuel Godoy, construir centros de enseñanda independientes...!*. En ese mismo libro se habla del Gabinete de máquinas como *“lo que años después se llamó Conservatorio de Artes”*.

En 1805 Lanz viaja a París para comprar maquinaria para la industria (otra muestra de la preocupación institucional en cuanto al desarrollo de las *“artes”*). La substitución del criollo ocasionó una fricción con el canario, que afortunadamente se reconduciría sin más contratiempos. La salida de Lanz, prevista por un año, se alargaría de tal forma que no volvería a coincidir con Betancourt en España.

Hemos visto, hablando de la fábrica de Ávila, que hacia 1805 planteaba la salida de España. En junio de 1806 la familia de Betancourt parte hacia París. Bartolomé Sureda acepta los poderes que le otorga su maestro, para

la administración de sus bienes. La liquidación de la fábrica de Ávila es lo único que lo mantiene en España. Tan pronto como se produce la liquidación referida, marcha de España y se reúne con su familia, en París, ese mismo mes de mayo (de 1807).

En París desarrollará una productiva actividad académica, presentando ante la Académie des Sciences la *“Mémoire sur un nouveau système de navigation intérieure”*, que será publicada el año siguiente. También diseña una draga accionada por una máquina de vapor (de doble efecto), pensada para trabajar en el puerto de Venecia, y que ofrece al gobierno francés.

En octubre viaja a Rusia, donde permanece poco más de medio año y recibe una primera oferta para trabajar para el gobierno del Zar. Desestima esa primera ofertaⁱⁱ, posiblemente por no alcanzar la compensación económica que pretende, y regresa a París. No obstante, Betancourt tiene la idea de que la situación en España es muy mala, tal como se desprende del mismo libro de Mikhailowitch, en que informa el 2 de abril de 1808 que *“On parle hautement dans la société du démembrement de l’Espagne. Cette opinion a surtout été acrédité par M. de Betancourt, ingénieur-mecanicien espagnol, qui se rend en France et à qui j’ai donné un passeport...”* Más adelante, presenta el motivo de la marcha de España: *“Il présentait le démembrement certain de sa patrie comme le motif lui faisant désirer un autre établissement”*. En esa misma obra, y ya en plena guerra, se vaticina que *“le royaume d’Amérique se séparera de celui d’Europe”*.

Así, ya en París a finales de mayo, tiene noticia de los trágicos acontecimientos de Madrid. Anteriores fueron el motín de Aranjuez, que llevó a la abdicación de Carlos IV, la siguiente abdicación de Fernando VII en su padre, y la de éste a favor de Napoleón. La situación era, como poco, preocupante.

En ese nuevo periodo parisino, y juntamente con José M^a de Lanz, presenta el *Essai sur la composition des machines*, obra fundamental sobre la cinemática industrial, que se traduciría al inglés y al alemán, y que sería texto de estudio en las principales escuelas de ingeniería europeas.

Las circunstancias políticas, incluida la instauración de la monarquía bonapartina en la figura del hermano de Napoleón, José I, llevarían a

Betancourt a volver a ofrecer sus servicios a Rusia, hacia donde partiría, de manera definitiva, en septiembre de 1808.

Cabe considerar la marcha de Betancourt como algo temporal, de acuerdo con la correspondencia familiar^{liii} en que, tras la oferta del zar, Betancourt agradece la oferta de servir a Rusia, y dice que *“no tenia motivo para dejar su país, su Gobierno y su soberano, que tanto le habian protegido; pero que entre tanto las cosas se componían, como esperaba y bolver al servicio de nuestro Rey si admitirla alguna comicion, ó encargo particular, con los mismos objetos que servía en España, y así, se le hizo el partido de Ynspector General de Puentes, Caminos, etc..., con el dicho sueldo y un grado militar de General en Capitan, cuya noticia se la he comunicado al Duque del Ynfantado que se halla al presente en Cadiz”*. Nótese que el duque del Infantado pertenecía a lo que podríamos llamar “bando fernandino”, en contraposición al josefino.

De la adhesión de Betancourt a dicha causa no cabe ninguna duda, pues Romeu^{liiii} recoge la carta que envió ya desde Rusia a Floridablanca (que era el presidente de la Junta Central de España), en la que expone: *“Nada deseo con más ansia sino el que se compongan las cosas, de modo que nuestra desgraciada patria pueda recobrar su legítimo soberano; entonces no habrá recompensas ni promesas que me impidan ir a servirle el resto de mis días, cono se lo hice saber a S.M. antes de mi salida de París...”*.

Las dos referencias anteriores certifican que la salida no tenía carácter de definitiva, como fue finalmente, así como que la marcha a Rusia muy bien pudiese venir dada por la negativa a servir al rey intruso.

También hemos visto que en Rusia sería nombrado Mayor General, y ascendido en breve a Teniente General. Parece ser que no era habitual conservar la graduación cuando se entraba al servicio de Rusia. Van Halen^{liv} lo explica de la siguiente manera:

“Una circunstancia ocurre en Rusia cuando entra al servicio un oficial extranjero, que no deja de ser bastante singular; y consiste, en que si el oficial, sea cualquiera su mérito y conocimientos, viene del servicio de un reino de tercer orden, como Sajonia y Portugal, pierde dos grados; si viene de un reino como Prusia, Francia, y España pierde uno. Rara vez recibe el

emperador en su servicio á un oficial con el mismo carácter que tenía en su país. No se conoce en Rusia mas ejemplar que el de Betancourt que era intendente en España, y entró con el carácter de mariscal de campo en Rusia". Van Halen, oficial español, recibió la ayuda de Betancourt. Por él sabemos que acompañaban al español tres ingenieros españoles, Viado, Bauzá y Espejo. Más adelante se incorporaría su sobrino, Agustín de Monteverde.

La creación del Cuerpo de Vías de Comunicación se produce al poco de su llegada, organizándose los estudios en 1810 (con una duración de 4 años, a diferencia de los 2 madrileños). También proyecta puentes, y tiene la oportunidad de construir la Draga que diseñó para los puertos españoles, ahora con destino el puerto de Kronstadt, y que estará en activo desde 1812 hasta 1820.

La posición de Betancourt en Rusia va en ascenso, dependiendo directamente del zar. Participa también en la modernización de la fábrica de Tula, uno de los centros más importantes de producción de armas del imperio ruso. Diseña también la sala de ejercicios ecuestres de Moscú, referido como ejemplo de estructura de madera en algún tratado de construcción^{lv} (aunque en ese tratado se refieren a Betancourt como ¡arquitecto francés!). Participa también en la construcción de la feria de Nizhni Nóvgorod, que consistía en un enorme recinto destinado al comercio, con diversos edificios, canal navegable y puente móvil.

En 1820 la influencia de Betancourt va desapareciendo, sobre todo por las conspiraciones de quienes lo consideraban un extranjero, y dimite en 1824, año en que morirá.

5. Descripción del telégrafo de Betancourt

El concepto latente en el telégrafo es de una gran sencillez. Consiste en situar un elemento rectilíneo en un plano vertical, de modo que pueda adoptar diferentes posiciones angulares (al igual que las agujas de un reloj). La dificultad consistirá, pues, en la medida de esas inclinaciones, así como en la sistemática a establecer para que esas inclinaciones puedan ser reproducidas en las diferentes estaciones.

Así, debemos considerar los dos proyectos que fueron presentados al Directorio. El primero, que Eymar presenta en noviembre de 1797, y sobre el que Prony informa en 24 de noviembre del mismo año. La memoria de Eymar viene acompañada por un plano en el que se muestra un detalle del invento. El informe de Prony viene acompañado de un plano que incorpora el detalle anterior, y también el alzado y perfil del telégrafo, así como un par de vistas más de la caseta que se proyectó para albergar el telégrafo.

En esta primera versión, telégrafo consiste en una pieza móvil, llamada flecha, de forma aguja de reloj, maciza de unos 6,5 m de longitud. El eje de giro está situado a unos 8 m de altura, estando atirantado el mástil.

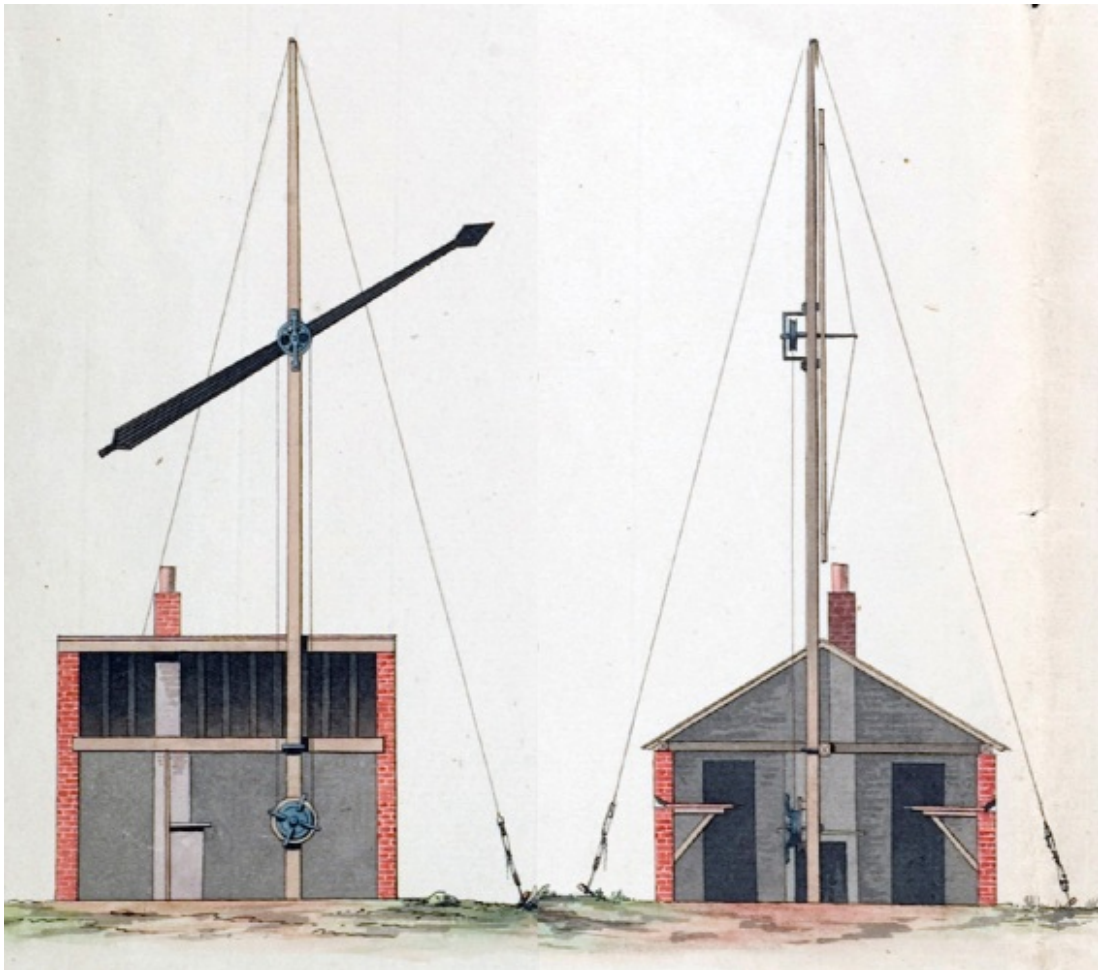


Figura7. Detalle del plano presentado por Prony en su informe. Alzado y perfil.

La flecha está conectada con cadenas y por medio de dos poleas a sendos anteojos. Éstos disponen de un hilo en el ocular, paralelo siempre a la flecha.

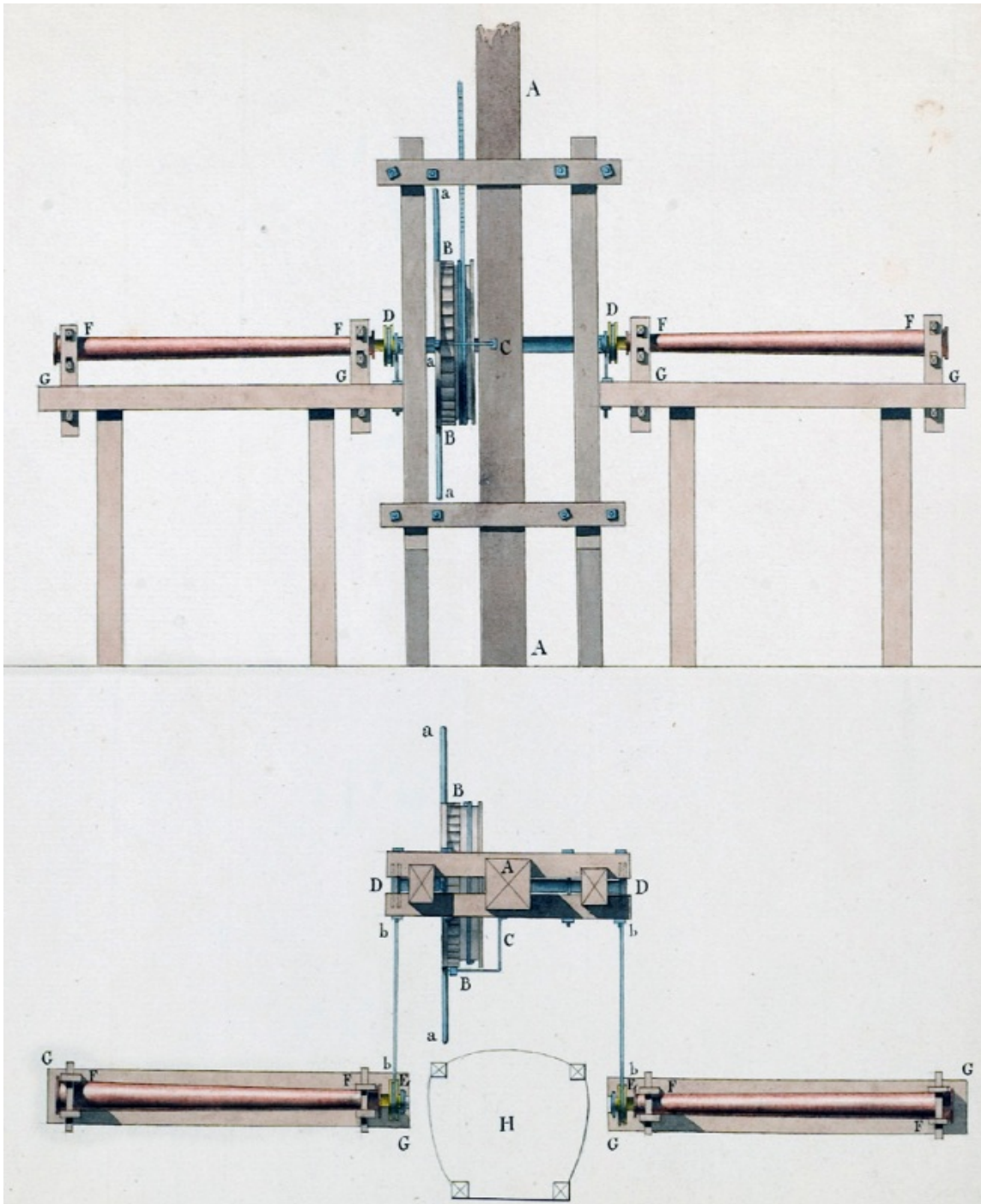


Figura 8. Detalle del plano presentado por Prony en su informe. Mecanismo.

De esa manera, el servidor de un telégrafo puede comprobar la posición de la flecha del telégrafo anterior y posterior con respecto a la propia.

La segunda versión del telégrafo, recogida en la memoria escrita de la mano y puño de Betancourt del 5 de frimario del año 6 (o sea, el 25 de noviembre de 1797), recoge algunas variaciones.

La primera, la flecha varía, siendo ahora en forma de “T”, para permitir una más sencilla distinción entre la parte superior e inferior, y apersianada para aligerarla (además de ofrecer menor resistencia al viento).

Esta flecha está equipada con tres lámparas, dos en el extremo inferior, y uno en el superior, para uso nocturno.

El hilo de los anteojos dispone de otro transversal, para poder también distinguir la parte superior de la inferior.

Por otra parte, y muy importante, se resuelve el caso en que las estaciones no están alineadas, dibujando en el tercer plano el mecanismo empleado, que no es otro que una junta cardán. Es necesario que las estaciones así equipadas estén situadas cumpliendo una relación angular particular, que explicamos en otro capítulo.

Funcionamiento del sistema.

El telégrafo transmite posiciones angulares, que posteriormente serán identificadas mediante un código. Pero, a diferencia del de Chappe, el significado de cada una de esas posiciones aparece directamente en el torno, pues el código está escrito en él, y para cada posición que adopta la flecha aparece su significado de manera automática.

Por otra parte, las estaciones intermedias deben limitarse por una parte a reproducir la inclinación de la anterior, cosa que consiguen situando el hilo de telescopio paralelo a la flecha que le transmite (y, por tanto, colocando la flecha con la misma inclinación), y por otra parte deben comprobar que la estación posterior ha reproducido esa misma posición, lo que se comprueba cuando se ve que dicha flecha tiene la misma inclinación que la del hilo del telescopio que le observa.

En cuanto al código, éste ocupó la segunda parte de la memoria definitiva, y los autores abogan por un código alfabético, con lo que existen dos posibilidades. Una, la división de la circunferencia en 24 posiciones (o sea, una posición para cada 15°), y otra, con un signo cada 10° (36 signos).

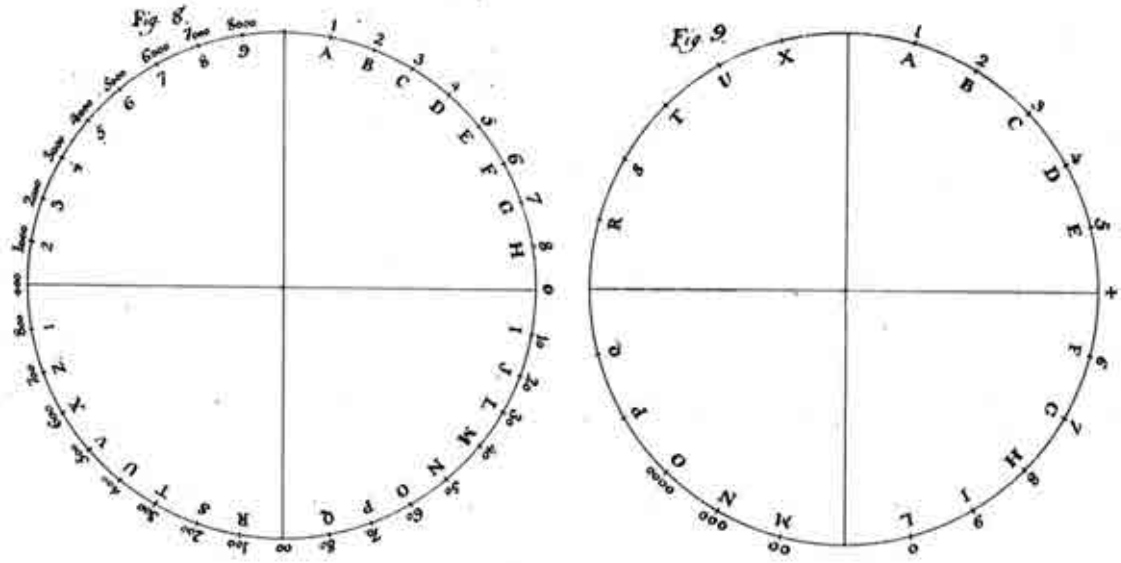


Figura 9. Detalle mejorado de la tercera lámina de la memoria definitiva. Códigos.

6. Estudio mecánico

Es particularmente interesante estudiar el caso en que las estaciones no están alineadas, pues el caso en que están no ofrece ninguna dificultad geométrica.

Así pues, dispongamos dos telégrafos de tal forma que los planos verticales en los que se produce el giro de la flecha no sean paralelos, como vemos en la figura siguiente.

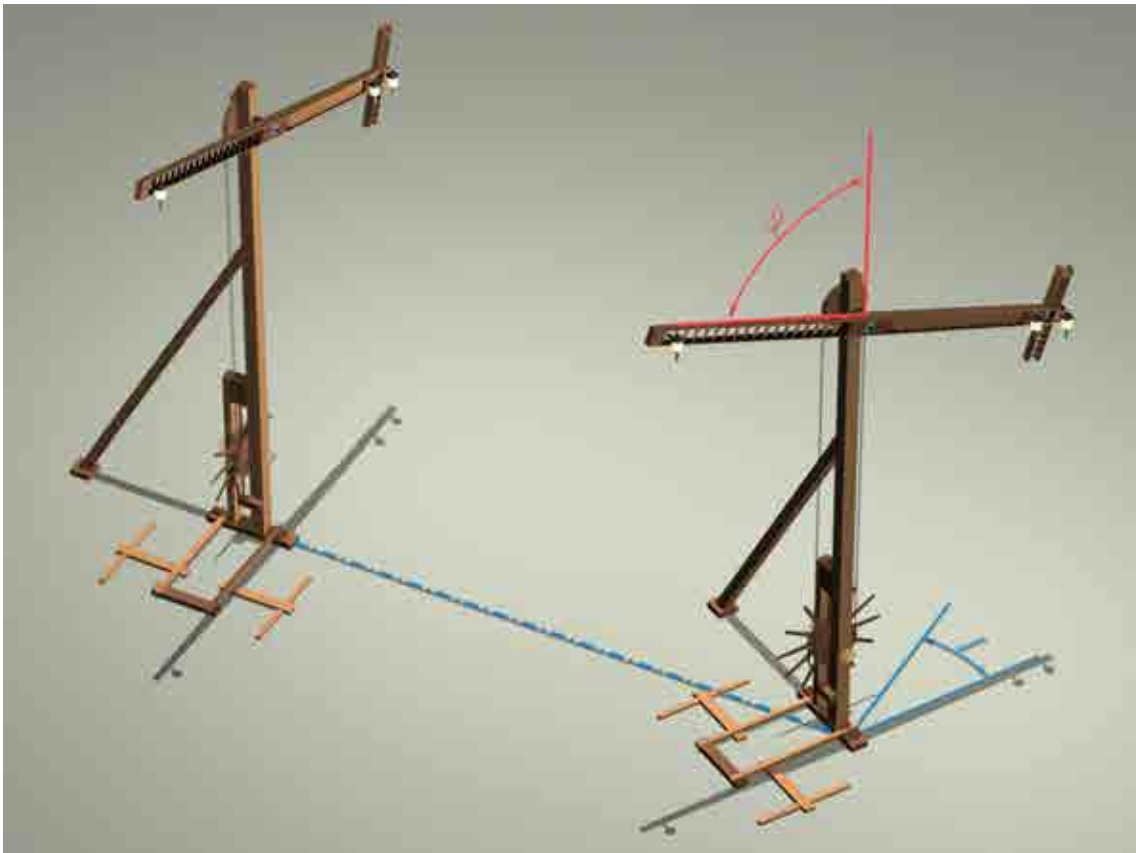


Figura 10. Ángulos del telégrafo. Estaciones no alineadas.

Vemos que dos son los ángulos a considerar. El ángulo entre planos de giro de las flechas, que denomina I , y el de la flecha con la vertical, para el que tomamos la letra φ .

En la memoria, se estudian varios casos. Para ángulos pequeños, el error es menor, y se considera insignificante. Pero para ángulos mayores, el error ya requiere una corrección.

Calculemos el ángulo observado desde un plano oblicuo.

Sea M la flecha del telégrafo, π el plano de giro de esta flecha (definido por la perpendicular del eje), y π' el plano sobre el que proyectaremos M . I es el ángulo que forma el plano π con el plano π' . Al ángulo de giro de la flecha respecto de la vertical lo denominamos φ .

Situamos un sistema de coordenadas X, Y, Z de tal forma que el plano XZ es el de giro de la flecha. Para el plano π' el eje X no varía, mientras que los ejes Z e Y sí lo hacen. Nos interesa el eje Z' es el resultado de reducir Z multiplicándolo por el coseno de I .

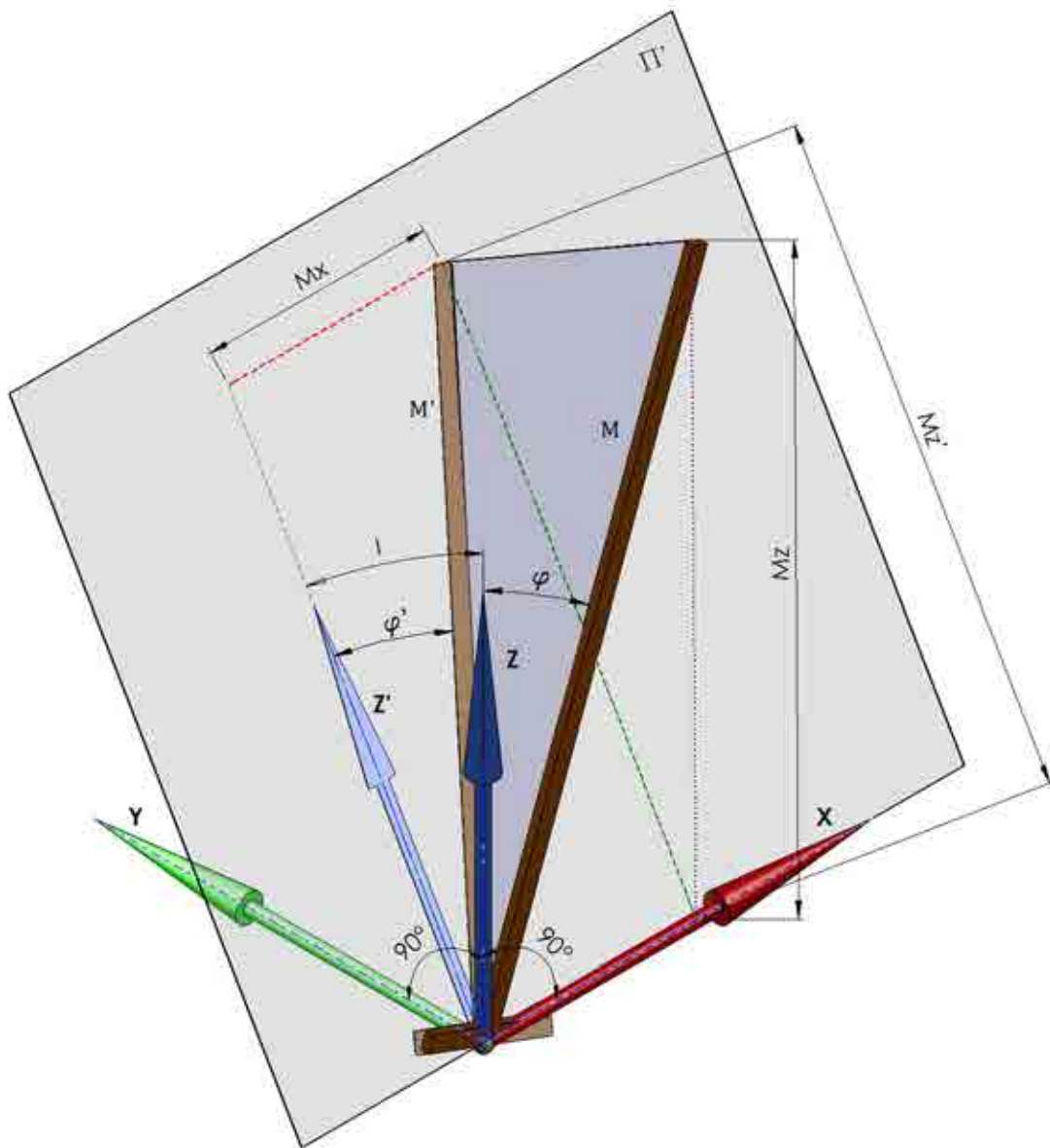


Figura 11. Sistema de coordenadas proyectado sobre plano oblicuo.

Analíticamente:

$$M_{x'} = M_x$$

$$M_{z'} = M_z \cdot \cos I$$

El ángulo aparente, φ' , es el que forma m' con la vertical Z' . Obtengamos ese ángulo en función de un ángulo φ .

$$\tan \varphi = \frac{M_x}{M_z}$$

$$\tan \varphi' = \frac{M_{x'}}{M_{z'}} = \frac{M_x}{M_z \cdot \cos I}$$

De estas dos expresiones, tenemos que:

$$\tan \varphi' \cdot \cos I = \tan \varphi$$

En la memoria encontramos un ángulo concreto que calcula el autor para reforzar su explicación. Éste caso es el que viene dado para un ángulo entre planos de giro de las flechas (I) de 30° , y el de la flecha con la vertical (φ), de 45° . la diferencia es de $4^\circ 6'$ ¹, “*difference trop considérable pour être négligée*”. Este valor es exactamente el mismo que verificamos analítica y gráficamente.

A la vista de la desviación que produce el ángulo que forman los planos (donde se realiza el movimiento de las flechas), Betancourt resuelve que mediante la utilización de juntas cardán. Efectivamente, la expresión encontrada anteriormente es exactamente la misma que relaciona los ángulos para una junta cardán².

$$\tan a' = \tan a \cdot \cos I$$
³

¹ Vemos que Betancourt, que es quien escribe la memoria, utiliza el singular para la exposición de este supuesto “..l’angle BCD que je suppose être...”, lo que refuerza la suposición del mayor peso del canario respecto de Breguet. Por otra parte, está claro que el manuscrito está escrito por Betancourt, y Breguet añade su firma.

² Podemos cuestionarnos en este punto si Betancourt llegó a esta expresión, que recoge en el *Essai sur la composition des machines*, después de abordar este problema. Por otra parte, aún en fechas tan cercanas como el año 2007 muchos investigadores desconocen que en la obra de Betancourt y Lanz aparece la expresión de la junta cardán. A. Mills afirma que la primera vez que aparece dicha expresión es en 1845, en el *Traité de Mécanique appliquée aux machines*, de Poncelet. Poncelet fue antiguo alumno de la Polytechnique, y por tanto conocía la obra de los españoles.

³ J. M. de Lanz, A. de Betancourt, “Ensayo sobre la composición de las máquinas”, ed. Facsímil del Colegio de Ingenieros de Caminos, Madrid (ISBN 84-380-0037-1). La versión original contiene una errata, que no parece verosímil achacar a los autores, pues divide por R el

Donde a' es el ángulo girado por el eje conducido, a el ángulo girado por el eje de entrada, e I el ángulo que forman los dos ejes.

Combinando las expresiones anteriores, obtenemos que **para una junta cardán, el ángulo de entrada es igual que la proyección del ángulo de salida en un plano perpendicular al eje de entrada**, como afirma Betancourt y nosotros queríamos demostrar.

Resolución gráfica de la junta cardán.

Podemos llegar a resolver la junta cardán mediante procedimiento gráfico, como veremos a continuación.

Dibujemos dos circunferencias, para distinguirlas, una en rojo, y otra en azul. En el espacio, comparten centro, pero están en planos oblicuos (en el ejemplo, 30°).

Si trazamos dos cuerdas diametrales, una para cada circunferencia, perpendiculares entre sí, tenemos entonces la cruceta de la junta, y las circunferencias serán las trayectorias de los extremos de dicha cruceta (o lugar geométrico).

Solamente falta encontrar la vista adecuada para poder resolver nuestro problema.

coseno, haciendo incoherente la expresión. Dicha R no aparece para nada en el texto explicativo que precede a la expresión.

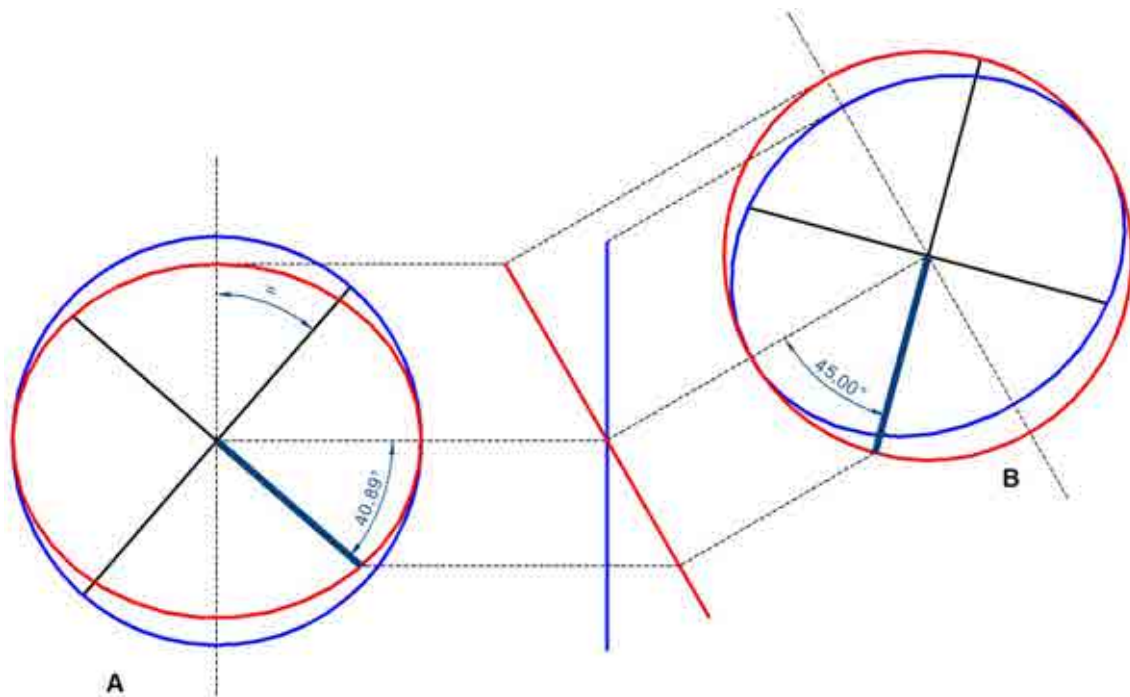


Figura 12. Resolución gráfica de la junta cardán.

Situando las circunferencias de perfil, podemos proyectar A y B, donde estarán en A la circunferencia azul, y en B la roja, en verdadera magnitud. Para este caso, 45° será el ángulo de entrada, que situamos en la circunferencia roja. Para conocer la posición bastará proyectar sobre el perfil, y llevarlo a la otra vista, recordando que los dos diámetros se verán perpendiculares, al estar siempre uno de ellos en verdadera magnitud (teorema de las tres perpendiculares).

El ángulo resultante es $40,89^\circ$, lo mismo que explica Betancourt atrás, y como queríamos demostrar.

Simulación del movimiento con SolidWorks

Dentro de la reconstrucción realizada con SolidWorks, simulamos el funcionamiento de una junta cardán. El resultado, como podía esperarse, es idéntico al gráfico, y al analítico.

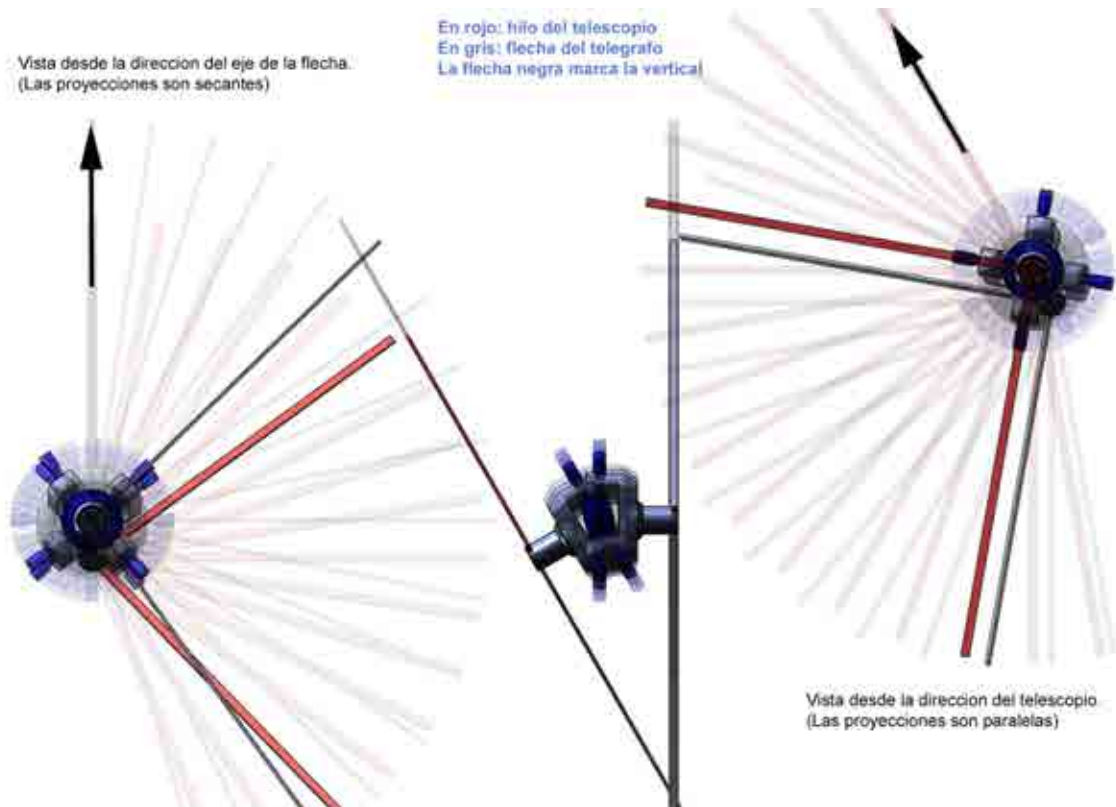


Figura 13. Secuencia de la simulación de la junta cardán mediante SolidWorks.

Una vez comprobado el funcionamiento de la junta cardán, veamos como deben disponerse los telégrafos para una correcta lectura de sus ángulos.

La disposición que Betancourt dispone es la que explica y dibuja en la tercera lámina de la segunda memoria, que consiste en, para tres telégrafos no alineados, situar el telégrafo central de tal forma que el plano de giro de la flecha sea la bisectriz de dicho ángulo.

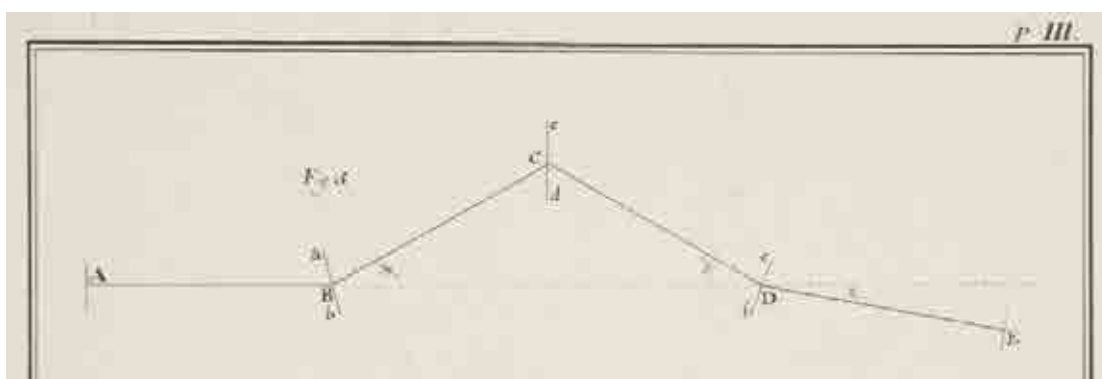


Figura 14. Detalle de la tercera lámina. Emplazamiento de las estaciones.

En efecto, para un montaje doble de juntas cardán, el ángulo de entrada y el de salida es el mismo. De tal modo que el hilo de los anteojos gira siempre el

ángulo inicial, mientras que las flechas giran en función del semiángulo anteriormente citado.

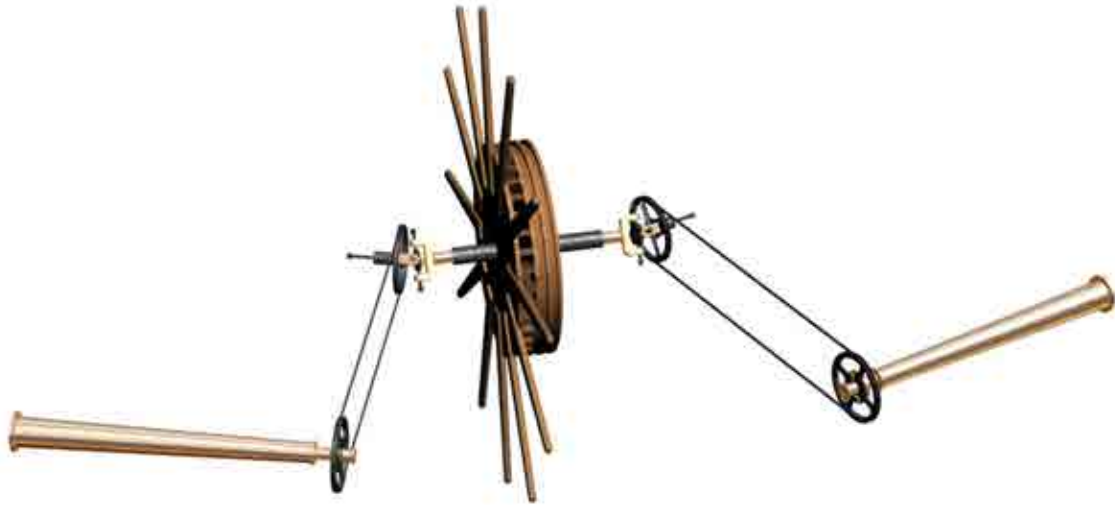


Figura 15. Mecanismo sincronizador del sistema. Utilización de juntas cardán para mantener los ángulos. El torno central acciona la flecha.

A modo de ejemplo, Supongamos tres estaciones que forman un ángulo de 120° . Giremos la flecha de la primera estación 45° . La segunda observa ese ángulo, y acciona el torno hasta que el hilo del antejo que observa la flecha emisora es paralelo. En ese momento, la flecha de ese segundo telégrafo ha girado $40,89^\circ$ (ángulo real). El ángulo que observa la primera estación, al verlo proyectado en un plano oblicuo (30°), es de 45° (como hemos demostrado anteriormente). Además, dado que los dos antejos giran el mismo ángulo, el segundo telegrafista debe observar del tercer telégrafo un ángulo de 45° , que será un ángulo real si el plano de giro de esa flecha es perpendicular al antejo, o proyectado si el plano es oblicuo.

7. Estudio histórico-documental.

Tras la expulsión de Inglaterra, Agustín de Betancourt llegaba a París el 14 de octubre de 1796 junto a su ayudante, Sureda, y el equipo que debía acompañarlos en su planeado viaje a Cuba. Pero el ingeniero canario no tenía intención de partir de inmediato a España, pues había estado trabajando en el proyecto de un nuevo telégrafo. Así pues, el 13 de noviembre el proyecto es presentado al Directorio por mediación del diputado Eymar⁴

7.1. Primera memoria del telégrafo

El primer documento (por antigüedad) que tenemos es la ***Description du télégraphe inventé par les Citoyens Bréguet et Betancourt***^{vi}. De dos hojas, la primera escrita a dos caras, es una descripción de las partes del telégrafo, dedicando la segunda a una explicación del funcionamiento de la máquina. La segunda hoja es un detalle de la máquina, en el que está dibujada un alzado y una planta del mecanismo sincronizador de los telescopios con la flecha (a través del torno). Detalla en esta primera versión que todas las cadenas sin fin tienen tornillos a fin de ajustar el paralelismo. No consta la fecha, ni la autoría del manuscrito (y no parece letra ni de Betancourt ni de Breguet).

Así tenemos una memoria gráfica y descriptiva, nombrando cada uno de los elementos por letras. La traducción sería como sigue:

Descripción del telégrafo inventado por los ciudadanos Breguet y Betancourt

AA. *Mástil o poste vertical, sostenido por tres cuerdas y portando la flecha.*

BB. *Polea donde engrana la cadena sin fin que hace girar la flecha y que gira ella misma por medio de cuatro levas a,a,a,a, unidas a una de sus caras.*

⁴ Ange Marie d'Eymar, conde de Eymar, primero diputado de la nobleza, posteriormente con la república.

C. Indicador fijado al mástil AA que corresponde sobre la circunferencia de la polea los diferentes signos transmitidos, o que se quieren transmitir, y que para evitar cualquier error lleva en su extremidad una pequeña rueda que para cada división convenida entra en un rebaje practicado en la circunferencia de la polea.

D,D, Eje de la polea BB, teniendo en sus extremidades otras dos poleas sobre las que engranan las cadenas sin fin bb que engranan también en las poleas inferiores EE.

EE. Poleas del mismo diámetro que aquellas DD teniendo por ejes los tubos de los oculares.

FF. Cuerpo de los telescopios portantes de los objetivos y fijados de forma que quedan absolutamente inmóviles.

GG. Vigas sostenidas por postes hundidos en el suelo que sirven de soporte a los telescopios, la forma de que esos anteojos están acoplados entre dos gemelos proporciona el medio de ajustarlas con toda la precisión y la solidez necesaria.

HH. Lugar donde está situado el observador para mirar uno y otro telescopio sin problemas.

Nota. Todas las cadenas sin fin están provistas de los tornillos necesarios para tensarlas a voluntad y para regular el paralelismo.

Uso de la máquina.

Se comprueba fácilmente por la correspondencia de todas las partes de la máquina que la flecha acoplada en el mástil no puede tomar una inclinación cualquiera sin que los hilos de los tubos oculares no tomen la misma inclinación, entonces para regular bastará con situar la flecha vertical y los hilos verticales en conjunto y verificar esta correspondencia de unos con el otro.

Tras recibir un signo, en una estación intermedia tal que el dibujo representado, el observador emplazado en H observa en el objetivo fijado del lado de donde viene la figura; entonces gira la leva a hasta que el hilo de este objetivo coincida con la flecha del telégrafo que le transmite el signo, por el

mismo movimiento la flecha de su propio telégrafo y el hilo del otro telescopio llegan a la misma posición; esta sola maniobra transmite el signo al telégrafo siguiente y dispone el telescopio correspondiente a este último telégrafo de forma que el observador puede verificar bajo el cambio si la figura es percibida y repetida; para esto no tiene más que girar la cabeza hacia el otro lado.

Nota. Un observador atento no espera para mover la flecha que aquella del telégrafo que le habla esté fija, el empieza a seguirla en su movimiento desde el primer instante en que aquella cambia de inclinación, y si los telégrafos siguientes tienen la misma vigilancia, se concibe que varios telégrafos pueden haber comenzado a repetir el mismo signo antes de que este signo esté marcado en el telégrafo primitivo.

Es decir, el invento consta de un elemento móvil, al que llaman flecha, y que toma un significado según el ángulo que forma con una referencia, en este caso, el poste que lo sostiene, que es vertical. Hasta aquí, el comportamiento es el mismo que el de un reloj (por ejemplo, vemos que en función del ángulo, y de 30° en 30°, la aguja pequeña indica la hora). Se trata de asignar signos a las posiciones que se determinen, que hasta aquí, no tenemos noticias.

Lo novedoso es el sistema de transmisión de los diferentes signos. El movimiento de esta flecha está conectado a los dos anteojos, cuyos oculares giran solidariamente con ésta. Al llevar un hilo diametral, que está alineado con la flecha, para dar cualquier inclinación a la flecha basta hacerlo observando la posición del telégrafo anterior (comprobando el paralelismo del hilo con la flecha observada). Con esa operación se ha copiado el signo del transmisor. Pero también se ha girado el hilo del anteojo que observa el telégrafo siguiente, por lo que bastará mirar por ese otro anteojo para comprobar que se ha comprendido el signo transmitido.

El movimiento se realiza mediante cadenas, para asegurar que no haya deslizamiento de un elemento respecto del otro, como podría ocurrir con cables. También incorpora tensores, para ajustar los paralelismos que, como vemos, son críticos para el correcto funcionamiento del sistema.

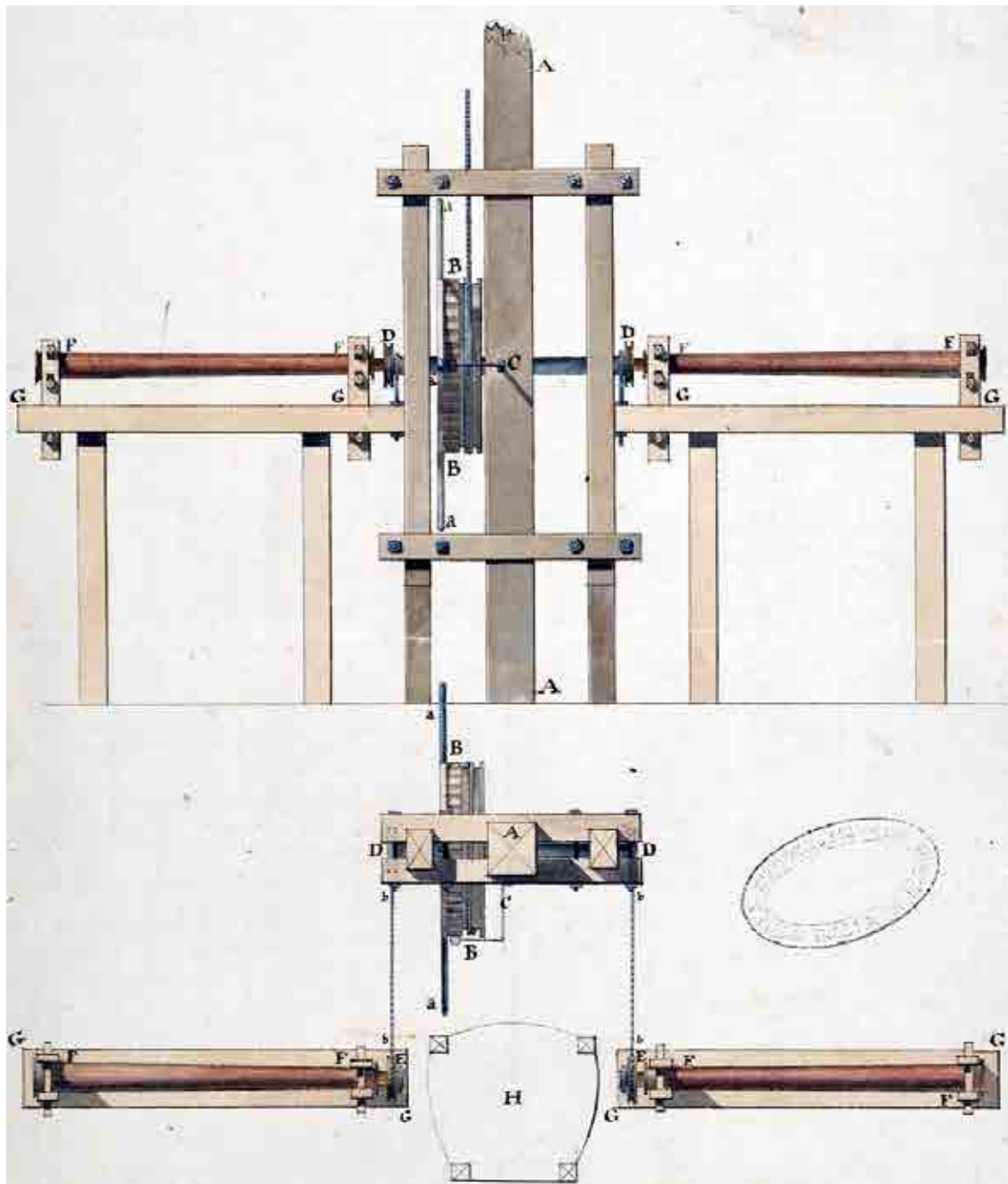


Figura 16. Dibujo incorporado a la descripción del telégrafo.

7.2. Presentación de Eymar^{lvii}

Como hemos dicho, el proyecto es presentado por el diputado Eymar, que acompaña la memoria de los inventores con una carta propia. Esta carta empieza con elogios hacia Breguet y Betancourt *...conocidos el uno y el otro por su talento y sus obras en la mecánica...*, siguiendo con el objeto de la presentación *...han buscado y encontrado el medio de dar una mayor*

perfección al telégrafo, no solamente a aquel que tenemos en Francia, sino también al existente en Inglaterra...

Continúa con una descripción de las líneas telegráficas existentes en Inglaterra, explicando que nada puede ocurrir en el Canal de la Mancha sin el pronto conocimiento de Londres, y que la Marina Inglesa debe su éxito a ello.

Anima a establecer una red de telégrafos en la parte francesa del Canal, con comunicación a París. Pero no solo eso, sino que sigue con un proyecto más audaz, que es **establecer una red francesa hasta Bayona, para continuar hasta Madrid, y de allí hasta Cádiz**. Dice que *la utilidad de una pronta ejecución de estos proyectos es evidente*. Conocemos a continuación que una primera experiencia *ha sido ya realizada con el mayor de los éxitos en presencia de numerosas personas muy instruidas, y notablemente ante el ciudadano Prony*.

Habla de que podría objetarse el gasto que derivaría del establecimiento de estas líneas, pero que éste es reducido, pues los inventores hablan de un coste por estación de 200 luisas⁵, y por tanto valorando el establecimiento de una línea de 50 estaciones en 300.000 (hay que suponer francos), coste que comprende el observatorio, la máquina y los telescopios, dato que, sin embargo, no aparece en la memoria.

Presenta aún más motivos de ahorro adoptando la nueva máquina, pues *los nuevos telégrafos no precisan ni administración particular ni escuela para los alumnos*. La sencillez de uso con respecto a la de Chappe es significativa, pues *dos hombres cualesquiera, conocedores de las letras del alfabeto y de las cifras, y que hayan recibido un cuarto de hora de lección estarán suficientemente instruidos*. Otra ventaja con respecto a la máquina de Chappe es la sencillez de uso, lo que elimina prácticamente la posibilidad de cometer errores.

Más economía podría obtenerse utilizando soldados inválidos, que ya son mantenidos por el Estado.

⁵ Un luís de oro era equivalente al doblón o doble escudo español, moneda de 6'77 gramos de oro. El franco ya era moneda oficial a partir de 1795, pero era una moneda de plata de 4'5 gramos de peso.

La segunda objeción que Eymar plantea es el tiempo necesario para establecer una de estas líneas. Continúa indicando que *si el Directorio adopta la nueva invención y da órdenes en consecuencia, los inventores están seguros de que se puede establecer una línea de 50 estaciones a la distancia ordinaria, y ponerla en funcionamiento, en dos meses; y como puede trabajarse simultáneamente en varias líneas, se podrá en menos de tres meses tener la comunicación establecida entre todas las costas del norte y París.*

En el párrafo siguiente prepara el ofrecimiento de realizar un nuevo examen, de la siguiente manera: *Puede haber dudas aún de la certeza del resultado del funcionamiento de esta máquina y del secreto de la correspondencia.*

Como uno y otro son consecuencia directa de todo lo que constituye la invención, el Directorio no tiene más que ordenar que la experiencia sea repetida en su presencia con los modelos existentes y puede asegurarse que no quedará ninguna duda al respecto.

El siguiente párrafo no debió sentar nada bien a Chappe. Él, que se atribuía todo el mérito de la invención, vería por primera vez revelado que dicho mérito debía, como mínimo, ser compartido: *puede añadirse que el ciudadano Breguet conoce perfectamente la máquina que está emplazada en el Louvre. Él es quien ha diseñado el movimiento (mecanismo).* Por otra parte, Betancourt conoce el funcionamiento del telégrafo inglés, así como de otros temas relacionados con Inglaterra, por lo que *sería muy interesante que pudiese entrevistarse con el Jefe del Gobierno.*

Eymar continúa enumerando las conclusiones que se desprenden de lo anteriormente expuesto, que son:

- La sencillez
- Lo económico de su implantación.
- Lo rápido que puede ser ejecutado.
- La facilidad de hallar operarios de las estaciones por su sencillez de uso.
- La transportabilidad, lo que permite seguir a las tropas en su avance, así como su fácil almacenaje.
- La posibilidad de cambiar el significado de los signos.

- La posibilidad de interrumpir una línea a voluntad.

Dice también que el telégrafo actual, *con sus imperfecciones, ya ha rendido los mayores servicios al Gobierno y a la Libertad*. Por lo que la nueva máquina, que ha sido llevada *al grado de perfección posible, podrá utilizarse tanto en tiempo de paz como de guerra para permitir al gobierno la administración del territorio francés, que abarca un inmenso territorio, y con sus adquisiciones actuales, 30.000.000 de habitantes*.

El párrafo final incluye la “adhesión inquebrantable”, pues dice así: *son esas reflexiones y su adhesión a Francia las que han llevado a los ciudadanos Breguet y Betancourt a buscar la manera de perfeccionar el telégrafo y que les ha conducido a este descubrimiento. Ellos esperan que sus ideas sean adoptadas tras su examen, y entonces se felicitarán por haber sido útiles al Gobierno, de haber servido a los intereses de la República Francesa, y a la causa de la libertad*.

Esta carta la firma Eymar en París el 13 de noviembre de 1797⁶

EL 22 de noviembre se realiza una segunda prueba, ante Prony y otros observadores, y dos⁷ días después Prony escribe un informe.

7.3. Informe de Prony

Los dos documentos anteriores fueron remitidos a Prony. Carnot⁸ encargó a éste que hiciese pruebas en la localidad de Meudon, en el suroeste de París, debiendo concretar con Conté la manera de hacerlos.

Empieza el informe dando cuenta del encargo por parte del Directorio. Explica que la experiencia se realizó en Meudon, al sur de París, donde concertó la forma de realizar la prueba con Conté⁹, director del instituto aerostático.

⁶ 23 de Brumario del año 5.

⁷ 4 de Frimario del año 5

⁸ Lazare Carnot, director del Directoire Executif y padre de Sadi Carnot, conocido por sus trabajos en el ámbito de la termodinámica.

⁹ Nicolas Conté, director del establecimiento aerostático de Meudon. Inventor también del lápiz moderno (de madera y grafito), por encargo de Lazare Carnot.

Prony lo titula como *Informe del ciudadano Prony, director del Catastro, sobre un nuevo telégrafo propuesto por el señor Betancourt, ingeniero español, y por el ciudadano Breguet, artista francés*^{lviii}.

Explica a continuación el motivo del informe, que no es otro que *constatar por experiencia la utilidad de esta máquina, y la economía que puede resultar en el establecimiento de líneas telegráficas.*

Sigue explicando que convino con Conté realizar las pruebas **en una avenida de esta casa nacional**, experiencia que tuvo lugar el 22 de noviembre de 1796.

Presenta el telégrafo mediante una descripción, y se apoya para ello en una lámina que adjunta, y que es con toda seguridad una de las presentadas por los inventores, en la que hay el dibujo visto en la memoria, y el dibujo de una pequeña casa que debe servir de estación, donde se ve completo el invento, en varias vistas (ortogonales).

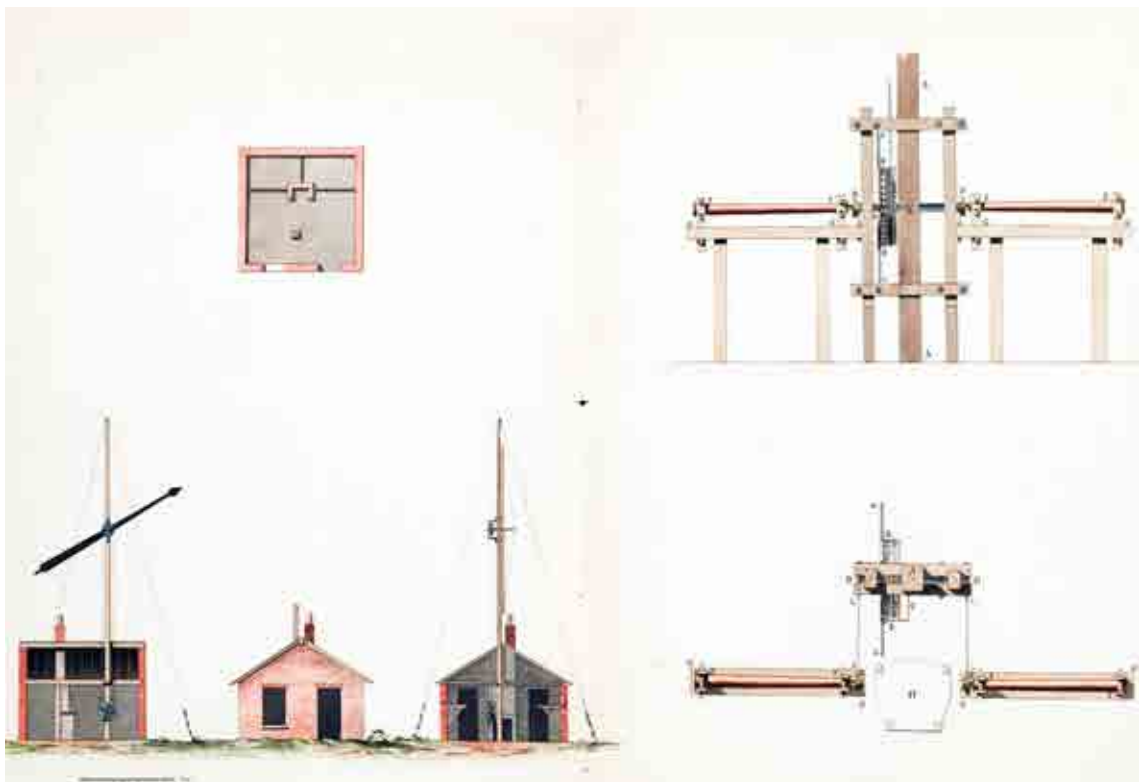


Figura 17. Plano que incorpora el informe de Prony.

El detalle del mecanismo es exactamente el mismo (comprobado mediante superposición de imágenes). Luego cabe atribuir la autoría a la misma mano (Betancourt).

La descripción es la misma que hemos visto antes, describiendo con elegancia el funcionamiento *...los diferentes ángulos que la aguja puede tomar, ya con la vertical o con la horizontal, lo que constituye el nuevo lenguaje telegráfico*. Prony aporta algún dato más que no consta en la memoria, y es que *el observador tiene un índice que gira sobre una esfera fija dividida en un número de partes, cada una de ellas tiene escrito uno de los signos que el telégrafo debe transmitir*. Es decir, el torno o polea principal, que es accionada por el telegrafista, tiene el significado de cada posición en una esfera fija, al estilo de un reloj. Pero aún obtenemos más datos y es que no solamente el torno, sino que los anteojos incorporan *una esfera solidaria al cuerpo del antejo, y dividido de la misma manera que el del telégrafo, ofrece la misma serie de signos*. En este punto, Betancourt¹⁰ apunta una variante que podría aplicarse para no tener que girar el tubo del antejo, y que consistiría *en situar en el foco un diafragma fijado al cuerpo del antejo, en torno al cual estarían marcadas las líneas correspondientes a aquellas de la esfera del telégrafo, de tal forma que podrían distinguirse fácilmente acercando el ojo al antejo*. *La aguja del telégrafo, al girar en torno a su eje, correspondería necesariamente a uno de esos signos, y se obtendría de inmediato el significado de cada una de esas inclinaciones*. *Podría, para facilitar su lectura, indicar los diferentes diámetros del diafragma con hilos de seda muy escogidos, con los que la aguja del telégrafo coincidiría sucesivamente*.

¹⁰ Parece que Betancourt lleva el peso del invento, pues todas las propuestas llevan su nombre.

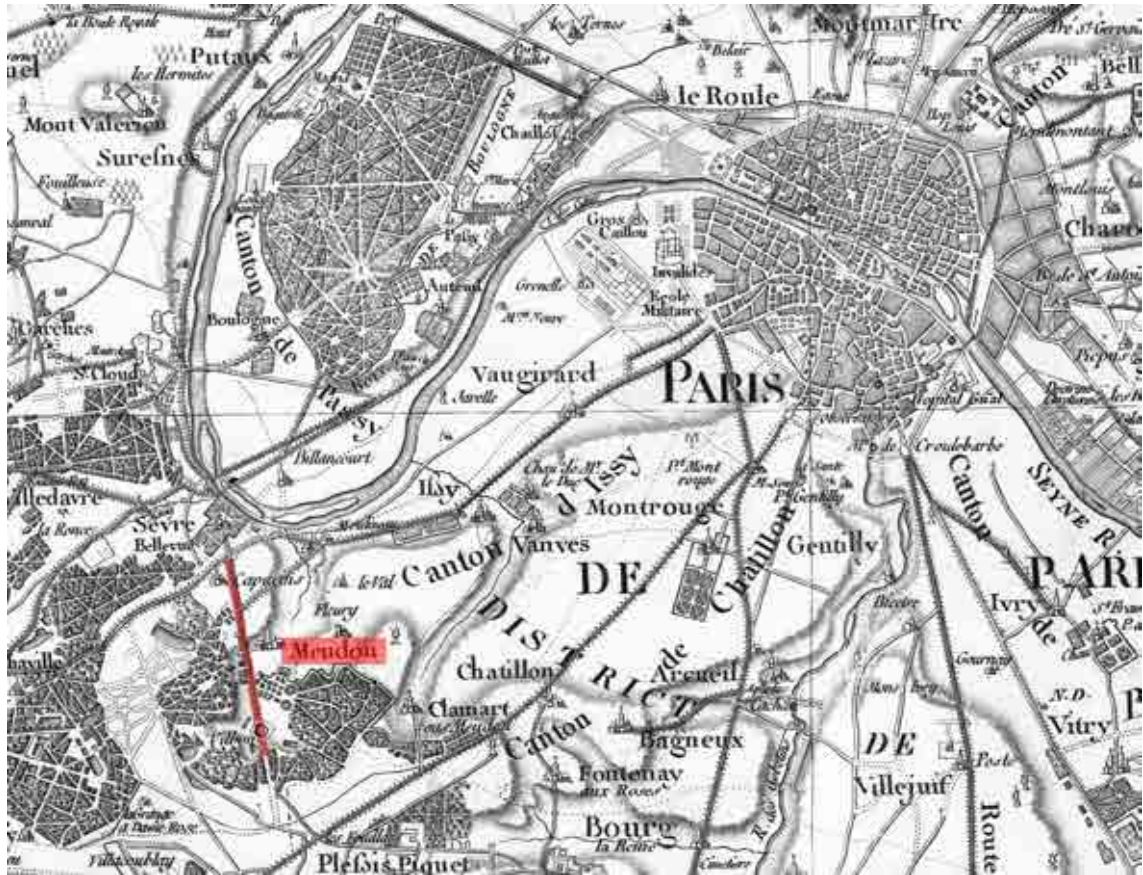


Figura 18. Ubicación de las pruebas. Mapa de París de la época y alrededores, con la situación de Meudon. Cassini, 1756.

Dice que el citado día se encontró en Meudon con Conté, Breguet, Betancourt y otras cinco personas para la realización del experimento. Dice que *hemos escogido la notación alfabética y establecido nuestra transmisión dictando las letras de las palabras. Las esferas estaban divididas en 36 partes, de las que 4, a saber las extremidades verticales y horizontales, eran para pedir la palabra, indicar el final de una palabra, aquella de una frase y finalmente advertir que se había dicho todo. Las otras divisiones correspondían a 10 cifras árabes y a 22 letras del alfabeto.*

Para realizar la prueba dos telégrafos así dispuestos han sido emplazados a aproximadamente un kilómetro de distancia el uno del otro, con un anteojo al pie de cada uno, se han sucesivamente dictado frases...Un hombre estaba en el anteojo, otro en la esfera (torno) del telégrafo y un tercero escribía. Casi todos aquellos que han trabajado eran absolutamente novatos en este medio de observación, y se ha encontrado más incomodidad al tener los anteojos muy vacilantes a causa de la economía, que no permitió tener soportes sólidos, a pesar de esos inconvenientes la transmisión se hizo con mucha

nitidez, facilidad y rapidez. Se han dictado recíprocamente varias frases, que han sido perfectamente entendidas, y el resultado de este ensayo ha mostrado que pueden hacerse cerca de 100 señales en 6 minutos, o aproximadamente, una señal en 3 segundos y medio; no cabe duda que la comunicación sería aún más rápida empleando hombres experimentados y máquinas dispuestas con menor precipitación y mayor solidez.

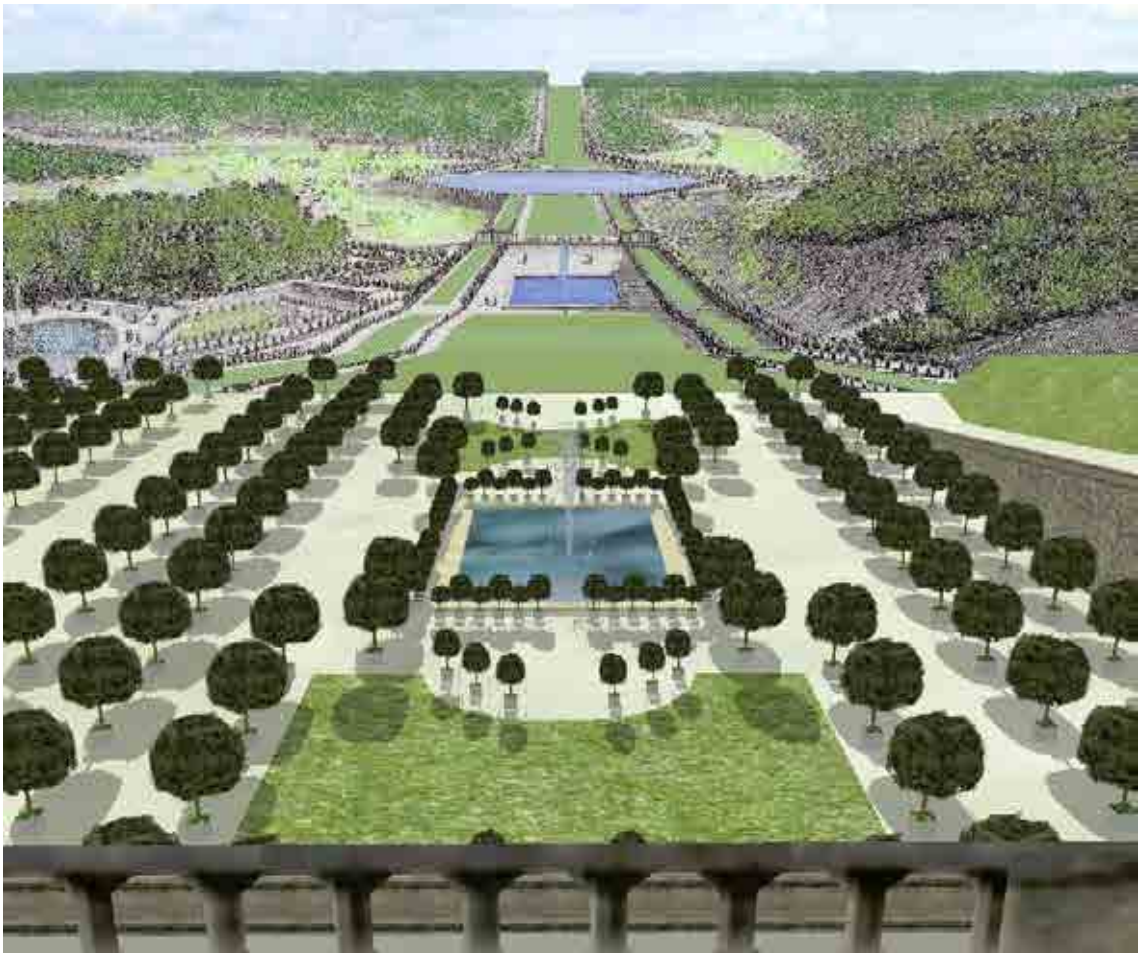


Figura 19. Reconstrucción virtual de la avenida de Meudon. (www.chateau-meudon.wifeo.com)

Con todo lo dicho, Prony acaba el informe con las conclusiones, en forma de 5 puntos, que traducimos:

1º Que el telégrafo propuesto por Breguet y Betancourt es de un mecanismo extremadamente simple y fácil de construir.

2º Que transmite las señales con rapidez, facilidad y sin equívocos.

3° Que su manejo exige muy poco ejercicio para ser hecha con la perfección que comporta, y que es muy posible emplear soldados inválidos, tal como se propone en la memoria(*).

4° Que puede utilizarse no solamente como estación fija (estacionaria), sino también como instrumento portable para uso de los ejércitos.

5° Que su construcción es poco costosa, y que el precio de 300.000 francos para 50 estaciones **propuesto en la memoria**¹¹, será posiblemente suficiente.

7.4. Réplica de Chappe^{lix}

Chappe, jefe de los servicios telegráficos de Francia, viendo amenazada su privilegiada posición, presentó una memoria (sin firmar), en la que arremete contra la nueva invención.

El documento incorpora una nota al costado, firmada por Carnot, donde se explica que se remite a Prony para que informe, y con fecha 10 de nivoso del año 5 republicano (o sea, el 30 de diciembre de 1796).

La memoria de Chappe empieza sin complejos, como presentación ya dice que “el telégrafo que se ha propuesto establecer al Directorio es el telégrafo del ciudadano Chappe, mutilado de forma que sería imposible utilizarlo para establecer a gran distancia una línea telegráfica”.

Con esta introducción no puede esperarse del antiguo clérigo una crítica constructiva, sino todo lo contrario.

Continúa diciendo que la única diferencia entre el suyo y el propuesto, es la supresión de las dos alas de los extremos, y que la esfera que indica el movimiento es una copia del repetidor del telégrafo del Louvre.

La memoria de Chappe sigue con toda una serie de objeciones que, por ser contestadas en la siguiente réplica de Breguet y Betancourt, no las incluiremos aquí. Si que cabe destacar que niega que Breguet descubriese nada en cuanto al movimiento de su telégrafo, aceptando implícitamente la participación del famoso relojero en el diseño de la máquina.

¹¹ La memoria no contiene ninguna referencia económica, por lo que o se refiere a la carta de Eymar, o la memoria original está perdida.

La memoria incluye un dibujo del telégrafo ambulante de Chappe, así como de una tabla de signos para la transmisión con ese aparato.

Doc. 5. Contrarréplica de Betancourt y Breguet^{1x}

La respuesta de Betancourt y Breguet no se hizo esperar. El 9 de enero de 1797 firmaban la **Respuesta a las observaciones del ciudadano Chappe sobre un nuevo telégrafo de los ciudadanos Breguet y Betancourt**, donde dan explicación a cada una de las objeciones planteadas por Chappe.

Incorporamos aquí la traducción completa, con comentarios donde creamos necesario, pues las explicaciones de los autores son muy claras.

Respuesta a las observaciones hechas por el ciudadano Chappe sobre el telégrafo propuesto al Directorio por los ciudadanos Breguet y Betancourt.

Hemos leído la memoria del Ciudadano Chappe y vamos a responder a todas las objeciones que ha hecho contra nuestro telégrafo. Probaremos fácilmente que el Ciudadano Chappe no ha entendido nada de la máquina que hemos propuesto, y que son por tanto siempre falsas suposiciones con las que ha creído poder respondernos.

Habría sido fácil al Ciudadano Chappe evitar los errores en los que ha caído si antes de escribir su memoria hubiese querido verse con nosotros, así como nosotros intentamos verle a él antes de presentar nuestro Telégrafo al Directorio. Le habríamos demostrado que nuestro sistema no tiene nada de común con el suyo ni en su principio ni en su ejecución.

El telégrafo del Ciudadano Chappe dibuja las figuras a las que da un significado convenido. Estas figuras totalizan un número de 196. Es necesario que el observador aprenda a distinguir las todas de un solo vistazo, es necesario que las retenga y que, a pesar de su semejanza a menudo muy cercana no las confunda nunca.

*Es necesario además que las escriba, y que las repita en su telégrafo; así este observador debe estar muy **escrié**, muy atento, y aún con estas condiciones supuestas, es propio de la naturaleza de una máquina tan imperfecta y cuya ejecución es tan complicada que está continuamente expuesto a cometer errores.*

En nuestro telégrafo un hilo fijo en el ocular del antejo y que se hace coincidir con una flecha que gira sobre su centro, marca los signos telegráficos. Por este método simple, nada en la operación reposa en la memoria del observador, todo es por así decirlo maquinal, todo se ejecuta de una manera tan fácil y tan segura, que es suficiente saber observar en un antejo para impedir equivocarse. Asimismo, pues de pasarse por las estaciones intermedias sin saber a qué signo cada inclinación de la flecha responde, solamente las dos estaciones de los extremos de la línea deben remarcarlo.

Sigo, que decimos que nuestros observadores no necesitan saber leer ni escribir; que no tendrán que hacer ningún aprendizaje de signos, y que les bastará tener un ojo y un brazo.

En el telégrafo del Ciudadano Chappe hay tres ruedas de tornos a maniobrar para cada signo. En el nuestro una sola es suficiente.



Figura 20. Detalle del mecanismo del telégrafo Chappe. Diseñado por Breguet, Chappe negó y despreció posteriormente el trabajo del relojero.

*Cuando el observador del Ciudadano Chappe percibe un signo su memoria debe retenerlo, debe reproducirlo en su repetidor para no exponerse a equivocarse copiándolo. Es necesario a continuación que vaya a ver en otro antejo si la siguiente estación ha copiado exactamente el signo transmitido, y para asegurarse hace falta aún que compare ese signo con aquel que tiene su repetidor. Esta multitud de copias que es necesario memorizar por así decirlo, en el repetidor y en el telégrafo expone a menudo al observador más atento y más **escrié** a equivocarse.*

Al contrario, tan pronto como nuestro observador percibe una inclinación en la flecha, mide esta inclinación con la mayor precisión y una extrema sencillez. Pone su flecha con la misma inclinación y también el hilo que hay en el segundo antejo debe, por su coincidencia, asegurar que la estación siguiente ha recibido exactamente el signo. Estas tres operaciones se hacen a la vez de un solo movimiento, y por un solo observador. Aquí no hay nada más que hacer que asegurar que el hilo de los antejos coincide con las flechas que observa, no tiene necesidad de ocuparse de la suya, se mueve si más atención por su parte, y por así decirlo un vistazo a derecha y a izquierda le es suficiente para asegurarse de la identidad del signo que han dado, que ha transmitido y que han recibido.

Se ve por lo que precede, y por el dibujo de nuestro telégrafo, que ha sido presentado al Ciudadano Carnot cuando el Ciudadano Prony le ha escrito el informe de las experiencias hechas en Meudon con el mayor éxito, que nuestro telégrafo no tiene la mínima semejanza con el del Ciudadano Chappe. ¿Cómo entonces ha podido decir que esta máquina absolutamente nueva y construida bajo unos principios totalmente diferentes no es más que su telégrafo mutilado?

El avanza aún en su memoria que hemos confundido los telégrafos ambulantes con los telégrafos estacionarios, y lo que parece haberle hecho equivocarse, es que hemos dicho que el nuestro era transportable a todas partes pudiendo seguir la marcha de los ejércitos.

*¿Cómo es que el Ciudadano Chappe ha olvidado cuando redactaba su memoria, que **nosotros hemos dado el plano de una casa** de ladrillos con dos huecos para situar dos observadores, con una chimenea?. EL Ciudadano Chappe debería percibir que tal establecimiento nos basta para situar nuestro*

telégrafo estacionario, y que se trata en efecto de un telégrafo estacionario cuando hemos valorado en 200 Luises el coste de establecer cada estación. Por consiguiente es el Ciudadano Chappe quien confunde las cosas para tener ocasión de comparar su telégrafo ambulante con nuestro telégrafo estacionario.

Para hacer una comparación exacta habría sido necesario comparar el precio de la caseta de ladrillo que hemos propuesto con los gastos efectuados en el Louvre, en Montmartre, y en las otras estaciones donde ha habido que construir edificios expresamente.

Nuestro telégrafo es susceptible de ser emplazada en el techo de cualquier tipo de casa sin gasto considerable, y en el caso más habitual nuestro telégrafo estacionario costará menos que aquel ambulante del Ciudadano Chappe.

Cuando hemos avanzado que por 200 luises se encontrarían empresarios que harían el establecimiento de cada estación, hemos querido situar los obreros bajo todas las dificultades que podría presentar un terreno cualquiera, persuadidos que habría aún para el Gobierno un gran ahorro pagando bien a los obreros, cuando de esa manera estaría seguro de no tener que volver a pagar por los gastos sobrevenidos a los presupuestados.

Proponiendo el precio de 200 luises para cada estación, se ha tenido en cuenta que en algunos lugares habría que elevar el centro de la flecha a 60 y quizás 80 pies del terreno, pero para esto no tenemos necesidad de construir con gran coste torres o edificios elevados, como es indispensable en el sistema del Ciudadano Chappe, tal como él reconoce en su memoria. La casita construida según el plano presentado basta, puesto que damos la manera de sostenerla, a la altura necesaria un mástil o poste vertical, situado por encima de la casa de ladrillos y que para esto nos basta sostener este poste de 19 en 19 o de 20 en 20 pies por tres cuerdas fijas al terreno. Por este método será más sólido que el mástil de un barco, que no se sostiene más que de esta forma, será más sólido, decimos, porque no estando limitados por el espacio, como en un barco, podremos dar a nuestras cuerdas el ángulo más ventajoso para resistir el esfuerzo del viento. Por este método tan simple como infalible nuestros telégrafos sean estacionarios o sean ambulantes podrán elevarse a 60 o 70 pies, y consecuentemente ser

emplazados a distancias mayores que aquellos del Ciudadano Chappe. No será necesario decir que para nuestros telégrafos ambulantes ni construcción en ladrillos ni ninguna otra carpintería más que el poste vertical y la flecha. Estas ventajas no se hallan en el telégrafo del Ciudadano Chappe, fijos por su extremidad inferior no pueden elevarse más que a una altura de 20 pies sobre su base, en consecuencia deben presentar todos los inconvenientes de los que habla cuando esta base no está muy elevada. Se entiende que en el sistema del Ciudadano Chappe es necesario que sus telégrafos ambulantes estén muy cercanos y que para distinguirlos entre los objetos situados detrás entre los que se pierden es necesario, como avanza, aplicarles láminas de metal pulido.

Así, se ve que el telégrafo propuesto debe ser más barato no solo que los existentes en Francia y en Inglaterra sino también que el telégrafo ambulante del Ciudadano Chappe.

No haremos seguramente la comparación de nuestro telégrafo con aquel del Pabellón de la unidad. Las sumas enormes de esta ridícula máquina han sido contadas, y las que costará aún no habrán servido más que a evitar el establecimiento de nuevas líneas telegráficas que habrían rendido grandes servicios al Gobierno. Los ingleses, a pesar de la pretendida inferioridad de sus telégrafos se sirven contra nosotros de este descubrimiento con toda la ventaja que se debería lamentar que haya sido hecha.

¿Si no hay administración para las sumas que el Gobierno da para la confección, establecimiento, mantenimiento, y todo lo que es accesorio a los telégrafos, todo se decide bajo la feliz idea de un solo comisionado?. Un estado de cosas semejante no puede ser sino contraria a los intereses de la República. Si hay una administración cualquiera está de más. Nada de todo esto es necesario en nuestro sistema puesto que por una parte proponemos hacer todos los telégrafos en la empresa y que por otra los gastos de mantenimiento de nuestra máquina se reducen casi a nada.

El Ciudadano Chappe pretende que no hay Escuela Telegráfica y en efecto nosotros no conocemos bajo este nombre. Sin embargo, debe ser que existen algunos problemas para formar observadores según el difícil sistema del Ciudadano Chappe. Se llamará como se querrá el lugar donde se los forma

durante seis u ocho horas. Este gasto entra necesariamente en la suma de aquellas que cuestan los telégrafos del Ciudadano Chappe.

Nuestros alumnos están totalmente formados y si como hemos propuesto se escogen inválidos ya están más de la mitad pagados.

Pasemos a la parte de los signos.

Siguiendo aquello que se puede inferir de su memoria el Ciudadano Chappe ha formado un sistema de signos muy complicado. Todo este armatoste es inútil y si el Ciudadano Chappe se hubiese molestado en examinar si con nuestro telégrafo nosotros no podríamos hablar la misma lengua que él, no concluiría tan rápidamente que nuestro telégrafo no puede dar más que 18 signos como mucho, es por eso mismo absolutamente defectuoso.

Es fácil afirmar con un poco más de reflexión, que con nuestro método pueden hacerse un número indefinido de signos con los cuales puede expresarse en muchas menos letras que las que necesita el Ciudadano Chappe, y que se hacen todos los signos sin equivocarse y sin fatigar la atención ni la memoria de los observadores. Así, las objeciones que el Ciudadano Chappe hace aquí, como todas las precedentes, son debidas a que no ha comprendido nada de nuestro telégrafo.

No obstante, pretende que hace tiempo él había ideado y que no es más que ese el que nosotros hemos trabajado. Cita como prueba un informe del 25 vendimiario del año 3, hecho por el comité de instrucción pública. Estamos obligados a decir que, a pesar de esta afirmación, no hemos encontrado ninguna semejanza y aún nada que se acerque a nuestra invención¹².

¹² Una prueba sin réplica de que el Ciudadano Chappe no ha comprendido nada de nuestra máquina, como le hemos remarcado en muchas ocasiones, es que él llama micrómetro al hilo fijo de ocular de nuestro antejo, y que todo el mundo sabe que el hilo no tiene ninguna relación con los instrumentos a los que él ha dado ese nombre.

He aquí lo que se lee en la hoja del Republicain del 25 vendimiario que cita:

“El micrómetro aplicado al antejo o al telescopio le parece poder proporcionar un medio de correspondencia. Hizo establecer uno tal que el cuadrante presentaba diversas divisiones donde valores convencionales corresponden a un mismo número de puntos determinados en un pequeño espacio de terreno dispuesto a una gran distancia. Este ensayo fue satisfactorio, pero como este modo de comunicación no puede utilizarse más que para un pequeño número de postes, pasó a nuevas investigaciones. El se centró en la forma de los cuerpos”.

¡He aquí sobre que funda el Ciudadano Chappe para atribuirse el mérito de nuestra invención, y para pretender que nos ha dado la idea!. Nosotros no le acusamos de actuar con mala fe, pero repetimos que no comprende nada de nuestro telégrafo.

Buscando en el Monitor las sesiones en las que se habla del telégrafo hemos leído las palabras pronunciadas desde la tribuna por Jarrere.

“Cerca de un año ha sido usado para reunir los instrumentos, para formar los establecimientos de máquinas, a enseñar a los hombres las maniobras necesarias para este servicio”.

Moniteur del 1º fructidor año 2.

Así pues, de todo lo que nuestras búsquedas para verificar las afirmaciones del Ciudadano Chappe hemos aprendido, es que le ha hecho falta casi un año para hacer lo que nosotros aseguramos que puede ejecutarse en dos o máximo tres meses; que ha necesitado cerca de un año para enseñar a los observadores aquello que nosotros prometemos enseñarles en un cuarto de hora.

Jarrere añade

“Las máquinas que son de la invención del Ciudadano Chappe han sido ejecutadas bajo su dirección”.

Aquí hay una imprecisión que el Ciudadano Breguet debe revelar.

El Ciudadano Chappe ha tenido la idea de corresponder por signos, esto es lo que le pertenece del telégrafo, pero desde que intentó construir la máquina, se encontró con problemas. Acudió a muchos artistas que no se los pudieron resolver. Entonces el Ciudadano Chappe recurrió al Ciudadano Breguet. La máquina fue hecha según los dibujos de este último, tuvo un gran éxito, y es la misma máquina que se ve hoy en día en el Louvre. El Ciudadano Breguet ha encontrado el medio de llevar el juego de la máquina al centro del eje, lo que es un medio absolutamente nuevo en Mecánica, aunque el Ciudadano Chappe, que ha cambiado todo en esta parte, asegura que es conocido desde hace siglos. El Ciudadano Chappe ha cambiado de lenguaje, él debe recordar que la primera vez que el telégrafo del Louvre fue puesto en movimiento, él dijo al Ciudadano Breguet y bien, he aquí vuestro hijo.

La verdad de estos hechos puede ser atestiguado por un gran número de personas, particularmente por los Ciudadanos Juquet¹³ y Saunier. Este

¹³ Escrito al margen en el documento: Como particularmente del Ciudadano Letournement, miembro del Directorio. **Nota: es Le Tournement.**

último es el jefe general de todo lo que se ha informado del establecimiento de telégrafos y debe tener aún todos los dibujos del Ciudadano Breguet.

El Ciudadano Chappe nos dice que los signos de nuestro telégrafo se forman con ángulos muy menores que aquellos que él usa, y que en consecuencia se los distinguirá menos fácilmente, nueva prueba de que no ha comprendido nuestra forma de comunicar los signos.

En su telégrafo los dos lados del ángulo que debe reconocer a estima pueden confundirse por la oscilación de la atmósfera, tal como ocurre en los días de sol y de calor.

En nuestro telégrafo esta confusión no puede ocurrir puesto que no se trata de medir un ángulo sino de hacer coincidir o de conseguir una línea paralela a otra, y por ello la oscilación atmosférica, que es un verdadero obstáculo para él, no influiría en los resultados del nuestro.

Y añadiremos que puesto que la variedad de signos de su telégrafo depende de la diferente posición de los brazos extremos de la máquina, que no tienen más que cuatro pies de longitud, si puede distinguirse su inclinación con esas dimensiones, con más razón podrá medirse con un instrumento fijo en tierra o en un muro la inclinación de una flecha que tiene en nuestro dibujo veinticinco pies de longitud, y que si fuese necesario podría agrandarse sin aumentar mucho el coste, de lo que diremos aun la consecuencia, que nuestro telégrafo puede ser emplazado a distancias mayores que el suyo.

Si leyendo la memoria se examina con atención el dibujo que ya ha sido presentado al directorio y aquel que le ha sido anunciado y que nosotros juzgamos aquí, se deducirá lo que acabamos de decir así como lo que la experiencia de Meudon había ya demostrado.

1° que nuestro telégrafo no tiene nada en común con el del ciudadano Chappe.

2° que el ciudadano Chappe no ha comprendido ni el principio bajo el que está establecido ni el sistema de sus signos.

3° que por consecuencia todas sus observaciones y objeciones llevan a error.

4° que nuestro telégrafo es más simple y en todos los informes más perfecto que los existentes en Francia e Inglaterra.

5° que sea estacionario sea ambulante puede establecerse con mucho menos gasto y mucha más celeridad que aquellos del ciudadano Chappe.

6° que no exige ni administración ni escuela de instrucción para los alumnos.

7° que puede efectuarse con él un número indefinido de signos sin fatigar la atención ni la memoria del observador y sin verse expuesto a equivocarse.

8 que puede ser emplazado a distancias mayores que los telégrafos ya estacionarios o ambulantes del ciudadano Chappe.

9° en fin que la oscilación de la atmósfera y los esfuerzos del viento deben influir menos al nuevo telégrafo que al antiguo y que cualquiera que sea esta influencia no puede cambiar los resultados del telégrafo de los ciudadanos Breguet y Betancourt.

París el 20 nivoso año 5

Fdo. Betancourt y Breguet

Tras estas alegaciones, el siguiente documento que encontramos es un extracto del segundo informe, emitido de nuevo por Prony.

7.6. Extracto del segundo informe de Prony^{lxi}

En ese informe el académico francés expone que del examen de las memorias suministradas por Chappe por una parte, y por Breguet y Betancourt por otra, así como de las pruebas realizadas con el telégrafo de estos últimos:

1° que la invención de Betancourt y Breguet es totalmente diferente a los telégrafos construidos por los ciudadanos Chappe, y que esa diferencia existe también en la maniobra y en el sistema de notación.

2° que la máquina telegráfica de Breguet y Betancourt reúne, por su ejecución, la sencillez y la economía, y que utilizándolas puede formarse líneas telegráficas con mayor velocidad que la obtenida hasta el presente en las construcciones en uso.

3°. *Que la maniobra de estos telégrafos es sencilla y no exige por parte de aquellos en quien se confie, que la mínima cantidad posible de dirección, de inteligencia y de memoria. Debe remarcar sobre todo el ingenioso mecanismo por el que un solo hombre emplazado en cada estación puede, por un solo movimiento, dar a la aguja de su telégrafo y a los hilos de los anteojos anterior y posterior la posición indicada por el telégrafo que le trasmite un signo.*

4° *que el sistema de notación de los nuevos telégrafos son susceptibles de la misma seguridad y comporta el mismo número de signos que aquellos con los que podría compararse, y esta propiedad puede obtenerse fácilmente por las combinaciones convenientes de treinta o cuarenta signos primitivos. También es probable que la trasmisión se haga más rápidamente por medio de los nuevos telégrafos que con los antiguos.*

Por todo lo expuesto, Prony concluye diciendo que *observa el invento de Betancourt y Breguet como merecedora de ser acogida por el gobierno y siendo de una perfección añadida al arte telegráfico.*

A pesar de las conclusiones, el proyecto queda en punto muerto, y dado que Betancourt es esperado para tomar parte en la expedición de Guantánamo, regresa el mes de febrero a España.

Hemos visto en la biografía que tras la captura por parte de los ingleses, consigue un nuevo permiso para volver a París, donde volverá a trabajar en el proyecto telegráfico. Así pues, el 9 de septiembre vuelve a estar en París. Cinco días antes se acaba de producir un golpe de estado (del 18 de fructidor), por parte de la minoría republicana. Carnot, entre otros, huye de París.

El 2 de noviembre el portavoz de los asociados, Eymar, escribe una carta dirigida a Monge, que es publicada el 6 del mismo mes en la Gazette Nationale. Pretende activar el proyecto.

7.7. Carta pública de Eymar a Monge, en la Gazette Nationale ou Le Moniteur Universel^{lxii}

Eymar comienza la carta hablando de los antecedentes del telégrafo, refiriéndose a Amontons¹⁴ como precursor de la telegrafía óptica.

Sigue refiriéndose al telégrafo de Chappe, de quien dice que es *“un hombre instruido y despejado”, y que fue quien indicó al “antiguo comité de salud pública, este medio tan rápido como ingenioso de recibir rápidamente noticia de lo que ocurre en las fronteras, y de comunicar las órdenes del gobierno al momento”*.

Continúa diciendo que para perfeccionar su idea acudió a varios técnicos, con resultado infructuoso, hasta que *“el ciudadano Breguet inventó y dio al ciudadano Chappe los medios ingeniosos y totalmente nuevos en mecánica, que hacen mover el telégrafo que vemos sobre el Louvre”*. O sea, tras el elogio a Chappe, el reconocimiento a Breguet (negado por Chappe).

Continúa diciendo que *“todo el mundo conoce los importantes servicios que el telégrafo ha rendido en numerosas ocasiones, no obstante cabe decir también que si consideramos el estado de imperfección en el que ha permanecido a partir de ese momento todo lo que es accesorio a esta máquina, el enorme gasto que exige para su construcción y establecimiento, gastos que no han permitido al gobierno multiplicar los telégrafos como habría sido necesario, y lo mismo ocurrirá siempre con todas las cosas demasiado caras...”*, y acaba con una frase muy dura para Chappe, que es: *“hasta el presente, esta inversión ha sido aún más útil a nuestros enemigos que a nosotros”*.

El siguiente párrafo explica la red de telégrafos inglesa, concluyendo que no puede haber ningún movimiento en el Canal sin que Londres reciba inmediatamente noticias, y usando el mismo sistema, desde allí se dan las órdenes al respecto. *“Es así como los ingleses vigilan todo lo que ocurre en las costas de Francia”*.

Continúa hablando de los grandes servicios que han obtenido los ingleses *“desde el principio de la guerra, a pesar de la imperfección del telégrafo que han adoptado...”*.

¹⁴ Guillaume Amontons experimentó un telégrafo óptico entre 1690 y 1695. Fontenelle lo describió de la siguiente manera: *“El secreto consiste en situar, en varios postes consecutivos, a gente que por medio de anteojos, habiendo percibido ciertas señales del poste precedente, lo transmiten al siguiente, y así sucesivamente”*.

Tras un párrafo asimilable a una arenga militar *“un ejército se formará sobre nuestras costas para, al fin, vengar al Pueblo Francés y todas las Naciones de la ambición insaciable, y del intolerable despotismo que Inglaterra, este enemigo del mundo, ejerce desde largo tiempo sobre los mares”*.

Continúa apuntando que, para esa pretendida invasión de Gran Bretaña, *“Bonaparte dirigirá ese ejército”*, y que será muy ventajoso poder conocer al instante los movimientos que se vayan produciendo *“en los puertos de Inglaterra”*, también que *“sus ordenes serán ejecutadas al mismo instante en todos los puntos de la costa de Francia...”*.

Nos dice también que *“el telégrafo actual no puede ofrecer esas ventajas”*. Y a continuación, los motivos de ello: *“su establecimiento exige un tiempo considerable”*, además de ser excesivamente costoso. Además, el tiempo de instrucción de los operadores es otro problema. Por todo ello, acaba el párrafo preguntándose *“¿Cómo remediar tantos inconvenientes?”*.

Y aquí aparecen Breguet y Betancourt. Eymar los presenta de la siguiente manera: *“ Dos hombres cuyo talento para la mecánica y el genio inventivo son conocidos por todos aquellos que se ocupan de las artes en Europa, los ciudadanos Breguet y Betancourt, ya hace un año que ofrecieron al aquí delante director Carnot un nuevo telégrafo, del cual el juego y las combinaciones están establecidas bajo nuevos principios. Los inconvenientes de la máquina actual desaparecen aquí. El ejercicio es tan sencillo como fácil, los resultados son ciertos, infalibles, y de naturaleza a ser reconocidos a la primera prueba. En dos meses pueden estar hechos a lo largo de nuestras costas, los costes serán incomparablemente menores que aquellos que ocasionarían los telégrafos actuales. Un inválido, un niño, pueden, desde hoy, manejar las nuevas máquinas”*. Y refuerza lo escrito con la prueba efectuada en Meudon, y el resultado de ésta: *“ La experiencia ya ha sido hecha en Meudon, y ha tenido un total éxito. Dos informes hechos por el ciudadano Prony, miembro del Instituto, y testigo de la experiencia, han sido favorables a la nueva invención”*.

Por todo lo anteriormente expuesto, Eymar dice que no hace falta nada más *“ para inspirar la confianza del gobierno”*. Y continúa hablando de la contrapartida que piden los autores del nuevo telégrafo: *“Los hombres que*

la proponen no tienen ningún interés pecuniario. Ellos han declarado que no quieren ninguna parte por la confección de sus máquinas; ellos darán solamente los consejos y los cuidados necesarios para asegurar el éxito”.

Por su parte, Eymar tampoco tiene más interés que el de servir a su nación: “*En el momento en que me honro de ser el recomendante de este descubrimiento que creo puede ser útil a mi Patria, mis intenciones no son menos desinteresadas”.* Y atención al tono de la continuación: “*Los ciudadanos Breguet y Betancourt, al ofrecer el producto de su ingenio al gobierno encargado de vengar las largas injurias hechas por Inglaterra a la libertad y a la independencia de todas las naciones comerciantes, están llevados por el resentimiento profundo que esta conducta debe inspirar a todos los hombres amigos de la libertad, a todos los espíritus generosos; están sostenidos en sus velas por el amor de la gloria, única recompensa digna de sus trabajos”*

Y ahora pide al Instituto Nacional una nueva prueba “*que esas pruebas sean repetidas ante él, a coste de los inventores, estos costes han sido anticipados; las máquinas necesarias están listas, el gobierno no tiene más que ordenar el examen escrupuloso, que la más solemne experiencia será hecha en su presencia, y que el informe comparativo del nuevo invento con todas las máquinas conocidas del mismo género le será presentado. He aquí la única ambición de los ciudadanos Breguet y Betancourt”.*

El autor aprovecha el último párrafo de la carta para pedir a Monge su ayuda para que esas pruebas comparativas puedan tener lugar.

La respuesta de Chappe a la carta anteriormente citada no se hizo esperar. Creyendo ver amenazado su monopolio, arremetió duramente contra los asociados, dirigiendo una contestación a varios diarios.

7.8. Carta pública de Chappe, al redactor, en la Gazette Nationale ou Le Moniteur Universel^{lxiii} (y otros) el 10 de noviembre.

El inicio de la carta no puede ser más grosero, y da una idea de estilo que tendrá toda la redacción y de la superficialidad de las alegaciones. Empieza así: “*El español Betancourt, harto de robar los descubrimientos ajenos, se ha asociado con el ciudadano Breguet, para sacar alguna cosa de su propio fondo, y ha anunciado, en vuestro periódico, un nuevo telégrafo”.* Y continúa

con su feroz ataque: *“¡pero ved la fuerza de la costumbre! Ese telégrafo es precisamente el del Louvre que ha sido inmisericordiosamente mutilado para hacerlo irreconocible”*. Sigue diciendo que así lo ha reconocido él, y que va a darnos las claves para que todos podamos ver que el telégrafo de Betancourt y Breguet es, según las argumentaciones de Chappe, su telégrafo mutilado.

En el siguiente párrafo prescinde de Betancourt, responsabilizando a Breguet de la presentación del telégrafo (al que califica ni más ni menos que de aborto), y hace una descripción interesada.

Explica que, al haber prescindido de los extremos móviles, llamados indicadores, los autores han propuesto la utilización de variaciones en la inclinación de 10°, *“para tener el número de señales suficientes”*.

Continúa con otro error al afirmar que pretenden utilizar un micrómetro para la medición de los ángulos, objeto que él ya rechazó por *“muy confuso, y de una utilización muy difícil”*. Pero Chappe vuelve a equivocarse, pues en el telégrafo de Betancourt, como sabemos, no se trata de medir un ángulo sino de establecer el paralelismo entre el hilo del anteojó y la flecha del telégrafo anterior (o transmisor).

Continúa con ironía: *“provisto de estos sublimes descubrimientos, Breguet ha creído hacer una especulación útil para él: ha pedido ser autorizado a realizar la prueba de un nuevo telégrafo; ha pretendido, en una memoria, que el ciudadano Betancourt traía de Inglaterra medios de perfeccionamiento; y como los hijos industrioses de Saboya¹⁵, que creen atraer las barcazas anunciando que embrean a la inglesa, Breguet y Betancourt que, como ellos¹⁶, han venido a Francia a ejercer su industria, han anunciado que tienen telégrafos a la inglesa”*. Otra contradicción de Chappe. No pueden ser telégrafos a la inglesa, y derivación del suyo a la vez. Aparte de la mentira deliberada, pues no se lee eso en ningún momento en la memoria. Pero el texto sigue: *“han hecho una prueba en Meudon, en presencia del ciudadano Prony, que asegura haber visto unos ángulos, cosa que no dudo, pero en el momento que los medios fueron discutidos comparativamente por hombres instruidos, encargados por un miembro del directorio para examinarlos, se vió*

¹⁵ Saboya fue anexionada a Francia en 1792, era, por tanto, territorio francés en esa época.

¹⁶ Más bien Francia fue a Saboya.

que la nueva máquina era un hermano bastardo y abortado del telégrafo actual". De nuevo la mentira, como veremos más adelante. Chappe ha perdido totalmente los papeles, se descalifica con esas afirmaciones que son además totalmente contrarias a las conclusiones de la comisión que examinó el telégrafo y que recoge Prony en sus informes. Pero aún no tiene bastante Chappe y continúa descalificando a Breguet (ignorando deliberadamente a Betancourt), de la siguiente manera: *"...que es imposible hacer un telégrafo menos dispendioso que el del Louvre, y que Breguet, disminuyendo las dimensiones, y aumentando los costes, etc...que ha dicho ser el inventor del medio de dar el movimiento al telégrafo actual, mientras que estos medios son conocidos desde siempre"*. Bastaría preguntarle aquí a Chappe que, si eran conocidos, ¿porqué tuvo que acudir a Breguet? Ha reconocido implícitamente la participación del relojero en su telégrafo, pero una vez más intenta no darle ninguna importancia.

Sigue con lo que define como unas reflexiones generales sobre los telégrafos, del tiempo que le ha llevado la evolución de su sistema, y busca, sin nombrarlo directamente, la complicidad de Monge, citando para ello el telégrafo diseñado con su colaboración, de 7 brazos, "emplazado en las Tuileries, es el sùmmum de la velocidad", y eso a pesar de haberse abandonado por ser extraordinariamente complejo.

A continuación, y ya acabando, aprovecha para recordar que él tiene unos telégrafos ambulantes, que presupuesta a 1500 francos por unidad.

Obviamente, la incendiaria carta de Chappe no podía quedar sin respuesta. Así, dos días después aparecía en Le Moniteur la respuesta de Eymar.

7.9. Carta pública de Eymar a Chappe, en la Gazette Nationale ou Le Moniteur Universel^{lxiv}

Eymar empieza la carta diciendo que ha releído dos veces la carta de Chappe, perplejo del tomo utilizado por el responsable de los telégrafos. Nos dice que también Chappe envió la carta a los diarios "Conservateur", "La clef du Cabinet", "Le republicain" y el utilizado para responder, "Le Moniteur". Los dos primeros no han publicado el texto entero, mientras que los otros sí.

Tras reproducir un par de pasajes de la carta de Chappe, le dice que “... *no esperaba tener que responder a una carta escrita con semejante estilo y parejo tono. Si embargo, y a pesar de lo que me repugna, estoy obligado; me honra ser amigo de los ciudadanos Breguet y Betancourt; la carta que ha servido de texto a este extraño comentario lleva mi nombre, el anuncio del nuevo telégrafo ha sido hecho por mí, y no por el ciudadano Betancourt, a quien os place atribuirlo; este anuncio está firmado por mí, yo he escrito en ese tiempo la memoria que atribuí al ciudadano Breguet, y también he firmado esa memoria, yo soy entonces, como esos hijos industriosos...*”.

Acaba de revelarnos un dato que desconocíamos. Él es el autor de la memoria manuscrita. Hay que entender que los planos fueron suministrados por Betancourt.

Eymar sigue mostrando su enfado, pero intenta no reproducir el tono de Chappe, justificándolo de la siguiente manera: “*estoy dispensado, sin duda, de seguir transcribiendo vuestras palabras; ese tono no es el mío, y me gustaría creer que no es más que accidentalmente que ha sido el vuestro. Trataré, respondiéndoo, no olvidar lo que me debo a mi mismo, de no desviarme en mi lenguaje ni en la consideración que se debe a las personas de quienes se habla, ni del respeto que el público tiene derecho a esperar de aquellos que se dirigen a él.*

Después de haber examinado con toda la atención de la que soy capaz el nuevo telégrafo, creí que podía ser útil a mi Patria, hice todo lo que de mi dependía para comprometer a los inventores para que lo diesen a conocer al gobierno.

Sabemos cuáles son ordinariamente los obstáculos que encuentran los nuevos descubrimientos que parecen atacar pretensiones o intereses particulares: sin embargo, dado que los ciudadanos Breguet, Betancourt y yo no tenemos ningún interés en este asunto, concibo la esperanza de superarlos.

*Aquellos que conocen a los ciudadanos Breguet y Betancourt creerán fácilmente que una de las mayores dificultades que he debido vencer, ha sido forzar su modestia. Esto fue casi a pesar de ellos que **yo redacté mi***

primera memoria, y he necesitado aún arrancar su consentimiento para poder publicar mi última carta.

....si hubiese podido prever que la publicidad dada a su invento les habría valido por vuestra parte los juicios que os permitís manifestar sobre sus personas, yo habría quizás sopesado entre el interés público y aquel de su tranquilidad, que nada podía darme derecho a turbarlo.

El hombre de verdadero mérito, ciudadano, se ocupa, en silencio que hay que saber respetar, de sus útiles trabajos. Hay, por decirlo así, usar la violencia para arrancarle de su retiro y dulce obscuridad, el uno y la otra son favorables para las meditaciones profundas, que hacen el encanto de su vida; el hombre de verdadero mérito produce obras maestras sin dudar, casi sin creerlo. Sus obras solas, que a menudo una feliz casualidad da a conocer, hablan por él y establecen su reputación.

El hombre mediocre, al contrario, se muestra a menudo tan orgulloso de sí mismo como le cuesta reconocer el mérito de los otros. Pobre en el fondo, se ejerce sobre las ideas y los trabajos de los demás, se arrastra penosamente tras las trazas de aquellos que le han precedido, habla sin cesar de lo que ha hecho, de los que ha querido hacer, de lo que hará; esto que cree haber producido es siempre a sus ojos el non plus ultra de todo lo posible, se extasia ante su débil obra, y el ruido que hace por todas partes y en todas las ocasiones es precisamente la medida de su capacidad y su talento”.

Tras estas últimas líneas, que sin ningún género de duda tienen la intención de clasificar a los inventores en el primer tipo, y que entendemos que Eymar pretende que Chappe se identifique con el segundo, dará cuenta de algunos de los méritos que corresponden a Breguet y Betancourt.

“Sea lo que fuere de esas reflexiones, he aquí una pequeña noticia de los hombres de los que habláis con tan poca justicia y tanto inconveniente. No será culpa mía si lo que voy a decir se parece tan poco a la descripción que habéis dibujado.

El ciudadano Betancourt ha recorrido Europa en filantropía instruida, buscando conocer los diferentes procedimientos de las artes para publicarlas y difundirlas. Está constantemente ocupado, sin otro motivo que aquel de ser útil, para adquirir conocimientos sobre la industria de todos los países, para

hacerla común mientras sea posible, no ha buscado jamás atribuirse ningún descubrimiento que haya sido hecho antes de él; mas ha inventado varias máquinas conocidas por diferentes artistas de Francia, y por tanto sería muy largo hacer aquí la enumeración, es entonces solamente cuando ha dicho que esas máquinas eran de su invención.

Por no hablar más que de las obligaciones que tenemos con él en Francia y no citar más que las principales, yo diría que ha aportado el primero, y hecho ejecutar, con los ciudadanos Perier, la bomba de fuego de doble efecto, de la cual, con una simple inspección, adivinó el mecanismo en Londres. El dibujo de la máquina, devuelta más perfecta que cuando salió de manos de su inventor, fue presentada a la academia de ciencias. Los ciudadanos Monge y Borda fueron los ponentes de la memoria del ciudadano Betancourt. Le debemos aún también la nueva prensa hidráulica que puede verse en los talleres de los ciudadanos Perier, la trajo también de Inglaterra.

El ciudadano Betancourt ha remitido además al ciudadano Prony, y a la escuela de puentes y caminos, los dibujos de los diferentes medios de los que los ingleses se sirven en sus canales de navegación para ascender y descender los barcos sin emplear el medio de las esclusas. Servicio muy importante, cedido gratuitamente, como todos los otros, a la República Francesa, y a la paz general que será mejor que cualquier precio. El ciudadano Betancourt ha nombrado, no solamente a los inventores de esas máquinas, sino que ha hecho conocer los lugares donde están ejecutadas.

En el 13º volumen de las Memorias de la Sociedad para el fomento de las artes y manufacturas de Londres puede verse aún la descripción de una máquina que sirve para cortar la hierba de los canales y ríos navegables. Esta máquina ha sido premiada.

Finalmente, es a él a quien se debe el descubrimiento de la ley de la fuerza expansiva del vapor de agua a diferentes grados de calor, uno de los conocimientos más importantes conseguidos recientemente sobre lo que concierne a las máquinas de fuego, tal como se expresa el instituto nacional en su informe al cuerpo legislativo el 1er día complementario del año 4, y como puede verse en la sabia obra que tiene por título Nouvelle Architecture Hydraulique, por el ciudadano Prony.

En cuanto al ciudadano Breguet, tal es su modestia, la cual sería casi fundamentado reprochársela, que no le ha permitido aún poner al día los descubrimientos de los que la fecha marcará la época de los mayores progresos que la relojería ha hecho hasta nuestros días; si no es aún conocido en Europa más que por la asombrosa perfección de sus relojes, me felicito que esta ocasión se anuncia al público a pesar suyo, que independientemente de muchas innovaciones que ha hecho en la relojería, ha inventado un escape en el que el regulador no recibe ninguna influencia directa de la fuerza motriz, ni de las imperfecciones del mecanismo; de tal forma que el resorte motor puede tener diez veces más o diez veces menos fuerza, sin que pueda producir ninguna diferencia, ni en la medida del tiempo, ni en la extensión de las oscilaciones del balancín.

Ha inventado otro escape en el que el centro de gravedad del volante y el centro del movimiento, al no encontrarse coincidiendo sobre el mismo eje, no influye para nada en la regularidad de las oscilaciones, para cualquier posición en que esté el reloj.

Pongo por testigos a todos los artistas que destacan en este bello arte, y entre otros el ciudadano Janvier, del que toda Europa conoce el mérito transcendente para la invención y de perfección de las máquinas que nos representan los movimientos de los cuerpos celestes, les invito a aprovechar esta ocasión para rendir un clamoroso homenaje a la justicia y a la verdad: que ellos digan al público, mejor que pueda hacerlo yo, si no es cierto que las innovaciones permanecerán eternamente, así como el nombre de su autor, y que ellas aportarán mayor servicio a la relojería que todo aquello que ha sido descubierto hasta hoy. Es la causa de las artes, es su propia pasión la que empeño desde aquí a defender.

¡Y vosotros, Breguet y Betancourt, queridos y respetables amigos! Perdonadme por lo que acabo de escribir; debo reparar, tanto como pueda, el daño que involuntariamente he causado; he debido rechazar las injurias que, por el precio de vuestros trabajos y servicios que nos habéis rendido, os han sido hechas en mi Patria.

El público podrá pensar, ciudadano, que después de todo lo precedente, será hartamente inútil que siga una por una todas las aserciones de vuestra carta; seré breve, pero muy afirmativo a continuación”.

Ahora hace un resumen de las alegaciones de Chappe: *“Decís que el nuevo telégrafo no es más que el vuestro mutilado, que desde que vuestros medios fueron discutidos comparativamente por hombres instruidos que fueron encargados de examinarlos, se vio que la nueva máquina era un hermano bastardo y abortado del telégrafo actual; que era imposible fabricar un telégrafo más barato y más sencillo que el del Louvre; que Breguet al disminuir las proporciones, forzaba a acercar las estaciones y a aumentar los costes...Insinuáis aún que el nuevo telégrafo ha sido aportado de Londres;...que en un informe redactado por Lakanal, hace mención de un micrómetro que habéis rechazado como muy molesto y de uso muy difícil. Decís que los medios empleados por el ciudadano Breguet, para mover el telégrafo del Louvre, eran conocidos de siempre; y finalmente pretendéis que se trata, en la nueva máquina, de medir los ángulos de diez grados con el micrómetro. He aquí, creo, a lo que se reducen vuestras aseveraciones. Aquí están las mías, que son un poco diferentes.*

Afirmo que no existe ninguna máquina conocida donde se haya empleado, para comunicar el movimiento, el mismo medio que el ciudadano Breguet ha empleado para hacer mover el telégrafo del Louvre.

¿El micrómetro era una molestia más en la máquina que utilizáis? Lo ignoro, lo que se, es que ninguno de los instrumentos que reciben este nombre, no entra ni puede entrar en el nuevo telégrafo. Esto se verá cuando todos los documentos y dibujos relativos a la nueva invención podrán ser hechos públicos, y que las habré agrupado en un pequeño dossier. Atestiguo aún que este invento, lejos de venir de Inglaterra, no es conocida más que por algunos sabios en Francia. Ha pasado también por vuestros ojos, y por lo que parece, sin que hayáis comprendido ni el juego, ni los principios, a pesar de su extrema sencillez.

El celo que he puesto en esta innovación, me ha permitido la ventaja de asistir a las conferencias tenidas sobre este asunto, ya hace un año, en casa del miembro del directorio del que habláis. Los ciudadanos Prony, Guiton-Morleau, Lacriée, Prieur de la Côte-d’Or, Fourcroy, Costaz, que tenían las memorias y los dibujos bajo sus ojos, no solamente no han emitido los juicios de los que habláis, sino que han concluido y manifestado, en mi presencia, los prejuicios más favorables a la nueva máquina, esperando, ciertamente,

los resultados de la prueba para fijar su opinión. Hay que convenir que si tales hombres hubiesen opinado lo contrario, yo habría creído que todo examen posterior habría sido inútil”.

A continuación Eymar copia las conclusiones del informe de Prony, del que nos da a conocer un párrafo más que no teníamos en el extracto. Dice así:

*“Se deduce, tanto de las experiencias hechas con el nuevo telégrafo, como del examen de las memorias y los dibujos suministrados por una parte por los ciudadanos Chappe (**a quien el directorio ha pedido su opinión**), y por otra parte por Betancourt y Breguet”.*

Es muy interesante la confesión de Prony. Chappe había sido consultado sobre el asunto, y es fácil deducir que objetó todo lo que pudo en contra de la innovación.

Después de esa introducción, siguen los cuatro puntos del informe, que ya conocemos:

1º que la invención de Betancourt y Breguet es totalmente diferente a los telégrafos contruidos por los ciudadanos Chappe, y que esa diferencia existe también en la maniobra y en el sistema de notación.

2º que la máquina telegráfica de Breguet y Betancourt reúne, por su ejecución, la sencillez y la economía, y que utilizándolas puede formarse líneas telegráficas con mayor velocidad que la obtenida hasta el presente en las construcciones en uso.

3º. Que la maniobra de estos telégrafos es sencilla y no exige por parte de aquellos en quien se confie, que la mínima cantidad posible de dirección, de inteligencia y de memoria. Debe remarcarse sobre todo el ingenioso mecanismo por el que un solo hombre emplazado en cada estación puede, por un solo movimiento, dar a la aguja de su telégrafo y a los hilos de los anteojos anterior y posterior la posición indicada por el telégrafo que le trasmite un signo.

4º que el sistema de notación de los nuevos telégrafos son susceptibles de la misma seguridad y comporta el mismo número de signos que aquellos con los que podría compararse, y esta propiedad puede obtenerse fácilmente por las combinaciones convenientes de treinta o cuarenta signos primitivos. También

es probable que la transmisión se haga más rápidamente por medio de los nuevos telégrafos que con los antiguos.

Y finalmente, las conclusiones, que son las ya conocidas, totalmente favorables.

Después de todo esto, prosigue de la siguiente manera:

“Ahora, ciudadano, y para no volver a una controversia del que un objeto mismo no podría evitar el enojo, ¿de qué se trata este asunto? ¿Sería éste en interés de vuestro amor propio, buscando decidir si es en Inglaterra el doctor Hook, contemporáneo de Newton, si éste fue Amontons, en Francia, quien, el primero, inventó los telégrafos con anteojos alarga vistas, como en una obra que está en manos de todo el mundo, Fontenelle dijo, o si sois vos, como no se podría pretender, cien años después de las primeras experiencias que se han hecho públicas? ¿Es cuestión de saber si el ciudadano Breguet ha dado un paso de gigante en la relojería; si ha dado mediante nuevos medios el movimiento a la máquina del Louvre, como el ciudadano Saulnier, artista tan inteligente como hábil, y con el que el ciudadano Chappe se ha valido para la confección de máquinas, y como muchos artistas, así como el ciudadano Breguet, lo certificarían si fuese necesario, o si esos medios eran conocidos desde siempre como asegurais? Se trata en definitiva de examinar si los ciudadanos Breguet y Betancourt han inventado el nuevo telégrafo que proponen, o ellos han impiadosamente mutilado en vuestro, que no se parece para nada al primero. ¡He!, no, ciudadano, no se trata de todo eso que es accesorio, lo que es la cuestión esencial es buscar todos los medios de fortalecer la república naciente, de bajar el insultante e intolerable orgullo del gobierno inglés, de ayudar al gobierno francés, o, para decirlo mejor, el gobierno representante de un potente medio de acción: se trata de nuevas victorias que esperan al general Bonaparte, del gozo apacible de la libertad y del colmo de la gloria que debe ser el precio de los esfuerzos y de todos los sacrificios del Pueblo francés: se trata de los intereses del comercio en Europa, de la independencia de todas las naciones, de la libertad del Mundo... ¡Y nosotros situamos en el centro de todo nuestros miserables intereses particulares!...

No tengo más que una palabra que añadir: el instituto nacional, así como todos los hombres instruidos y amigos de la Patria, he aquí los jueces que los

ciudadanos Breguet y Betancourt han pedido. Solicitud, como ellos, la ventaja de entrar en esta liza honorable. Será siempre glorioso para vos haber luchado contra tales adversarios y ante un sin par tribunal. Salgáis de esta prueba vencedor o vencido, como buen ciudadano, os regocijareis con nosotros de que el mejor bien para la Patria será el resultado necesario de un examen hecho con el mayor escrúpulo, de una experiencia hecha también solemnemente.

Salud y fraternidad

A.M. Eymar

Los argumentos de Eymar son incontestables, por lo que no habría respuesta por parte de Chappe. Además, el cruce de cartas con la publicidad que se les dio, hizo que el gobierno francés ordenase^{lxv} al ministro del interior que hiciese examinar por el Instituto “*para decidir si esta máquina nueva es más simple y perfeccionada que la primera y si conservará en las correspondencias la misma seguridad y claridad*”.

El 15 de noviembre el Directorio pide al ministro del interior que haga examinar el telégrafo^{lxvi}.

Mientras tanto, el telégrafo ha sido evolucionado con respecto a la primera memoria, de modo que el 25 de noviembre Betancourt (la letra es de él) acaba de redactar el documento siguiente:

7.10. Memoria sobre un nuevo telégrafo y algunas ideas sobre la lengua telegráfica^{lxvii}.

La nueva memoria está dividida, como su título indica, en dos partes diferenciadas: una primera dedicada a la descripción de la máquina, incluyendo las respuestas a las alegaciones que se habían ido haciendo, y una segunda donde los autores realizan una serie de consideraciones acerca de la lengua que debe utilizarse en telegrafía.

Esta primera parte contiene, tras un preámbulo, una descripción más detallada del invento, refiriendo lo escrito a la documentación gráfica que, en esta ocasión, corresponde a tres planos, ya con escala métrica.

Primera parte

Las ventajas que la Sociedad y el Gobierno pueden obtener de la prontitud y de la facilidad de las comunicaciones son, bajo una infinidad de razones, tan importantes que después de haber creído encontrar nuevos medios de perfeccionar el arte, sería ser culpable el no buscar el modo de darlos a conocer.

Sólo esta consideración nos conduce hasta el Instituto Nacional.

Sabemos que aquí se encuentran no solamente los hombres más capaces de esclarecernos sobre los errores en los que hayamos podido caer, o de confirmarnos en las esperanzas que hemos concebido, sino también que el Instituto Nacional es el único juez competente en la República, de todos los que pueden interesar las Ciencias y las Artes.

Cuando nos hemos ocupado de la nueva máquina Telegráfica que venimos a someter al examen y al juicio del Instituto, estábamos lejos de pensar que medios conocidos y ya empleados fuesen insuficientes para cubrir el objetivo que se proponen. No podemos ignorar que se corresponde diariamente de una manera rápida con el Telégrafo del Louvre, pero también nos ha sido imposible no percibir que la complicación de esta máquina, y la de sus accesorios, dificulta de tal modo su uso que será imposible hoy y difícil siempre generalizarlo.

No basta que una máquina cualquiera sea segura en sus efectos, si es demasiado costosa; si exige necesariamente un gran número de personas inteligentes y largo tiempo entrenadas para realizar el servicio, su utilidad se encontrará restringida por la dificultad de cumplir esas condiciones. La Sociedad y el Gobierno sacarán poco provecho de un invento semejante.

No es más que simplificando los medios principales, haciendo los accesorios más fáciles, disminuyendo los gastos, abreviando el tiempo necesario para su establecimiento como una máquina nueva puede resultar generalmente útil.

Nosotros hemos buscado un medio más simple que aquellos que son sabidos, para transmitir un número de signos suficientes para establecer una correspondencia lejana –cualquiera que pueda ser- con simplicidad, seguridad y rapidez.

Descripción de las figuras

La primera figura de la primera lámina representa la máquina vista de cara.

La figura segunda de la misma lámina la representa vista de perfil.

En la segunda plancha, figura 3, se ve la parte inferior de esta máquina en una escala mayor, y su plano está representado en la figura 4 de la misma lámina.

Fig. 1.2.3.4 AA- Mástil o pértiga vertical sostenido por dos cuerdas y un arbolante. Este mástil será más o menos alto, según el terreno lo exija. Podrá dársele 30 metros de altura e incluso más, haciéndolo sostener de 10 en 10 metros, más o menos, por tres cuerdas, y de esta manera será tan inquebrantable como el mástil de un barco.

BB'- Flecha, cubierta de planchas, que girando sobre su eje puede hacer una revolución completa.

Se observará que la madera de la parte KB de la flecha debe ser un poco más delgada que aquella de la otra parte B'K, para que la flecha quede en equilibrio, a pesar del travesaño que sirve para distinguir la cola de la punta, y la linterna que se encuentra además en la misma extremidad.

C- Polea fijada en el mismo eje de la flecha, con dos gargantas, para recibir dos juegos de cadenas cc, que estarán sujetas a la misma polea C.

D- Polea inferior, del mismo diámetro que la superior y que, como ella, tendrá dos juegos de cadenas dd.

EE- Tensores dotados de tornillos, para tensar más o menos las cadenas cc, dd y las varillas de hierro que las unen.

Se comprende que las cadenas hacen el mismo servicio que cadenas sin fin, y que no deben cortarse más que para fijarlas mejor a las poleas.

F- Torno unido a la polea D, que sirve para girarla.

G- Resorte indicador, fijado en la parte inferior, y en el que el extremo se aplica sobre la circunferencia de la polea D. Este resorte lleva en su extremidad una pequeña bola que, a cada división, entra en una ranura practicada sobre esta misma circunferencia, para de evitar toda incertidumbre en los signos.

Los signos serán marcados entre las muescas (acanaladuras) y de esta manera se verá in situ lo que corresponde a la inclinación de la flecha observada.

HH- Eje de la polea D llevando en sus extremos otras dos poleas aa, sobre las que se enrollan cadenas sin fin, que se enrollan también sobre las poleas ii.

II- Poleas del mismo diámetro que las aa teniendo por eje los tubos de los oculares de los anteojos.

JJ- Cuerpo de los anteojos.

En el foco de los oculares de cada anteojo habrá un hilo colocado de manera que dividirá diametralmente a los oculares.

LL- Maderos sostenidos por postes hundidos en la tierra que sirven de soporte a los anteojos.

La manera como los anteojos son preparados como gemelos proporciona el medio de ajustarlos, con toda la precisión, la facilidad y la solidez necesaria.

M- Puesto del observador que puede mirar uno y otro anteojo sin desplazarse.

NN- Linternas fijadas en tubos de chapa que dejan ver la luz desde los dos lados de la flecha. Estos tubos rodarán sobre rodillos a fin de evitar el rozamiento del lado opuesto de la linterna. Tendrán una polea g.g.g, sobre la que pasará una cadena sin fin, que se enrollará parcialmente sobre otra polea h del mismo diámetro, fijada en el mástil A y que debe ser concéntrica al eje de la flecha al efecto de que por este medio cuando la flecha BB' gire,

las cadenas de las linternas se enrollarán sobre la polea h y forzarán a las otras poleas q.g.g a girar en sentido contrario. Las linternas, como consecuencia, permanecerán siempre en posición vertical, cualquiera que sea el movimiento o la inclinación de la flecha.

Para los observadores de noche se iluminan los hilos de los anteojos con reflectores situados al lado de los objetivos.

Tras esta descripción, Betancourt pasa a explicar detalladamente el funcionamiento del telégrafo:

Funcionamiento de la máquina

Se comprende que, cómodamente, por la correspondencia de todas las partes de esta máquina, la flecha, dispuesta sobre el mástil, no puede tomar ninguna inclinación sin que los hilos de los tubos oculares no tomen la misma inclinación. También, por toda regulación bastará situar la flecha y los hilos verticales conjuntamente, y verificar esta correspondencia cada día, lo que será muy fácil, ya que todas las cadenas están equipadas con hebillas y tornillos necesarios para tensarlas a voluntad, lo que establecerá también la coincidencia del paralelismo de los hilos de los anteojos con los otros aparatos.

Cuando se recibe un signo en una estación intermedia, el observador situado en M, mira por el anteojo situado del lado del que le viene el signo, entonces gira el torno F hasta que el hilo de este anteojo coincide o está paralelo con la flecha del Telégrafo que le transmite el signo. Por el mismo movimiento la flecha de su propio telégrafo y los hilos del otro anteojo se vienen a colocar en la misma posición. Esta única maniobra transmite el signo al Telégrafo siguiente y dispone el anteojo correspondiente a este último telégrafo, de manera que el observador puede verificar, desde su puesto, si el signo es visto y repetido, solamente volviendo la cabeza del otro lado.

Un observador atento no espera para mover su flecha a que la del Telégrafo que le hable esté fija; él comienza a seguirla en el primer instante en que cambia de inclinación. Se comprende que si todos los observadores prestan la

misma atención, muchos Telégrafos de la línea podrán estar a la vez en movimiento antes de que el signo haya sido acabado por el primer Telégrafo.

El observador de cada puesto podrá, cuando sea necesario, escribir los signos a medida que sean transmitidos. Será muy difícil que pueda equivocarse, puesto que el indicador se los mostrará uno tras otro marcados sobre la polea que tendrá bajo los ojos y delante de sí mismo.

Si se quisiera que éste estuviese dispensado de escribirlos, sería fácil colocar punzones en la circunferencia de la polea, de forma que ellos marcarían los signos en el momento mismo que sean transmitidos, pero hemos querido dejar la máquina sin ninguna complicación.

Se ha visto por la explicación anterior, que el Telégrafo puede servir igualmente de noche. Será suficiente para ello encender un fuego a una extremidad de la flecha y dos fuegos en el otro extremo.

Y seguidamente pasa a dar respuesta a las objeciones que le han sido hechas anteriormente, que son básicamente tres. Una primera, referida a la dificultad de observación de la inclinación de la flecha debida a la reverberación atmosférica, una segunda referente a la distancia entre estaciones, y una tercera que trata de consideraciones geométricas para el caso de estaciones no alineadas.

Terminaremos esta exposición respondiendo a algunas objeciones.

El temblor de ondulación que se observa en la atmósfera, particularmente en los días de sol y calor, es uno de los obstáculos que los telégrafos actuales han encontrado. ¿Si en este temblor, en el que todos los objetos parecen participar, ángulos de 45 grados apenas se estiman, aun con la ayuda de anteojos, no debe temerse, con mayor razón, que una inclinación que corresponde tan solo a 10 grados no pueda distinguirse?

He aquí la objeción presentada en toda su fuerza.

Nosotros respondemos que en nuestro Telégrafo esta confusión no tendría lugar, puesto que no se trata de medir ángulos, sino de establecer la coincidencia, o lo que viene a ser lo mismo, por la certeza del resultado, de reconocer el paralelismo entre dos líneas. Con el temblor de la atmósfera, cualesquiera que puedan ser las ondulaciones de la flecha observada, poco

impedirán instantáneamente, la coincidencia; esta imagen se verá, ora por encima, ora por debajo del hilo del antejo, después de haber pasado por la línea de coincidencia; pero ni ese movimiento, ni esas ondulaciones, podrán impedir reconocer su paralelismo y, en consecuencia, incluso en este caso, no podrá equivocarse sobre el signo dado. Una inclinación correspondiente a 10 grados es más que suficiente para que no se pueda confundir nunca un signo con el que le precede o con el que le sigue inmediatamente, cualquiera que sea el estado de la atmósfera donde se perciba la flecha observada.

Se ha dicho también que nos veríamos obligados a acercar los puestos.

Con nuestro Telégrafo, al contrario, se podrán colocar a mayor distancia que con las máquinas actuales.

La variedad de los signos de éstos depende de la diferente posición de los brazos externos de la flecha, los cuales no tienen sino 1 metro $\frac{1}{4}$ de longitud en la máquina del Louvre.

La flecha con la que nosotros marcamos los signos tendrá 6 metros $\frac{1}{2}$ de envergadura, e incluso más si hace falta. Nuestros signos, por otra parte, no influyen, son el resultado de las condiciones impuestas por la propia máquina.

Otra razón puede contribuir a dejar la facultad de alejar los puestos, y es que podemos emplear anteojos astronómicos, puesto que es indiferente - con nuestro Telégrafo- que los objetos se perciban derechos o invertidos, ventaja que proporciona más claridad, y que asegura alguna economía en el establecimiento.

Se ha hecho una tercera objeción más seria que las precedentes. Se ha dicho que en el sistema de este Telégrafo, cuando la dirección del antejo de un observador no es perpendicular al plano del Telégrafo que recibe los signos, las inclinaciones de la flecha observada no pueden medirse por los arcos de la misma; es decir, que los ángulos aparentes no son los mismos que los ángulos reales, y que, consecuentemente, si todas las poleas de los tornos de la línea telegráfica son divisados de una misma manera, la coincidencia ni el paralelismo de los hilos del antejo no podrá obtenerse cuando los dos marquen el mismo signo.

He aquí cómo hemos evitado este inconveniente muy real.

Supongamos ABCDE figura 5, lámina 3 una línea telegráfica que las circunstancias del terreno han obligado a establecer tal como está marcado en la figura. En todos los casos, los planos ab cd ef de las flechas deben dividir los ángulos en dos partes iguales. Entonces si el ángulo CBD es de 30 grados, los anteojos de los Telégrafos emplazados en A y C no tendrán más que una inclinación de 15 grados sobre el plano ab y esta inclinación no puede (14) causar ningún error, aunque las poleas estén divididas igualmente, puesto que la mayor diferencia es menor de un grado. Pero si el ángulo fuera superior, como por ejemplo el ángulo BCD que supongo de 120 grados, entonces los anteojos situados en B y D tendrán una inclinación de 30 grados sobre el plano cd y el error, cuando la flecha del Telégrafo emplazado en C esté a 45 grados de inclinación, será de 4° 6', diferencia demasiado considerable para despreciarla.

Cualquiera que sea el valor del ángulo BCD, como el plano Telegráfico cd lo divide en dos partes iguales, y que consecuentemente la inclinación de este plano es la misma en relación a los ejes de los anteojos situados en B y en D, la misma corrección tendrá lugar en las inclinaciones reales de la flecha cd. Para que los aparentes sean los mismos, hemos calculado, a priori, las velocidades desiguales de esta flecha que deben dar velocidades uniformes a su imagen vista desde los puntos B y D, y hemos dividido convenientemente para obtenerlas en la rueda grande del torno.

La rueda del torno del Telégrafo C así dividida, debe comunicar su movimiento a los anteojos colocados en la misma estación, movimiento que debe ser uniforme. Esta transformación de un movimiento variable, en el que las variaciones dependen del valor del ángulo BCD, en otro movimiento uniforme, parece, al primer golpe de vista, presentar una dificultad mayor, sin embargo, se pueden emplear diferentes mecanismos para superarla. Éste que hemos usado parece el más sencillo. Se encuentra ya empleada en las artes, aunque, quizás, no se haya pensado todavía en esta remarcable propiedad. Hela aquí.

Sea AB (fig. 6 y 7) la prolongación del eje del torno; CD la rueda que hace mover la que liga al sistema los hilos del antejo; GJ el eje de la rueda CD que debe formar con el eje AB un ángulo igual a la mitad del que formarán

las tres estaciones. Esta extremidad G se termina por un círculo cde que está sujeto por los cuatro tornillos ffhh. El movimiento variable del eje AB se convierte en movimiento uniforme en relación a la rueda CD, y es precisamente la manera de resolver nuestro problema con toda exactitud geométrica; es decir que, en todas las estaciones, los hilos de los anteojos recorran espacios iguales mientras que los arcos descritos por las flechas sean desiguales en relación con las inclinaciones desde donde deben ser observadas.

Esta tercera queda resuelta mediante la utilización de una junta cardán, que permite solucionar ingeniosa y exactamente el problema planteado.

En fin, se nos ha opuesto los cinco años de experiencia y de trabajos hechos por los observadores actuales para dar una lengua al Telégrafo. Nosotros intentaremos, en la segunda parte de esta memoria, responder a esta última objeción.

En esta segunda parte se trata del lenguaje telegráfico, argumentando las ventajas de la utilización del lenguaje alfabético, en vez de la codificación de palabras o frases completas. Solamente cabe recordar que años después, este sería el sistema de transmitir con los telégrafos eléctricos (Morse y otros).

Segunda parte

Algunas ideas sobre la lengua telegráfica

El primer problema a resolver es encontrar un medio sencillo, fácil y poco costoso de transmitir rápidamente y sin equivocarnos, un número de signos con los que se pueda expresar todo.

Un segundo problema, que puede mirarse como independiente del primero, será escoger cual la lengua que, aplicada a este tipo de máquinas, se ajustará mejor al fin propuesto.

Nosotros no presentamos, a este respecto, más que algunas ideas generales.

Todo sistema de lenguaje por signos tiene por objeto expresar frases, palabras, sílabas o letras.

En los tres primeros sistemas, la idea de una mayor simplicidad, y de la economía de tiempo, se presenta al primer vistazo. Pero pronto se percibe que esta simplicidad y esta economía no son, a menudo, más que aparentes, y cuando son reales, entrañan graves inconvenientes que se evitan empleando el sistema de letras.

En efecto, si por un lado una frase, una palabra, una sílaba pueden ser expresadas por un solo signo, de otro, como es evidentemente útil que se pueda decir todo por el Telégrafo, si esto puede hacerse sin inconveniente, hace falta también que el número de signos se corresponda con el aumento de todas las frases, de todas las palabras o de todas las sílabas de la lengua en la que se esté, sin esto el Telégrafo quedará mudo en todos los casos que no hayan sido previstos, y una de las condiciones más esenciales del problema no habrá sido resuelta.

Una serie de todas las frases puede verse como infinita, la de todas las palabras que componen una lengua es inmensa; finalmente la de todas las sílabas que forman estas palabras es todavía más larga.

El número de signos necesarios para hacerse entender va, pues, creciendo como las combinaciones que forman las sílabas, las palabras, las frases, etc.

La lengua Telegráfica, como la de los chinos, es tanto más pobre y tanto más difícil al componerse de un gran número de caracteres.

Para hablar esta lengua con alguna facilidad, para aplicar con rigor esta multitud de signos a su significado correspondiente, hace falta un largo estudio, memoria, una fuerte y continua atención, o exponerse a cometer errores, que resultarán cada vez más probables, y las inexactitudes de aplicación son también más graves y más difíciles de reparar.

Resulta de lo que precede una verdad absolutamente contraria al prejuicio que se había rápidamente formulado al primer vistazo, donde se había podido creer que la lengua Telegráfica sería más fácil y más simple a medida que se aplicaran los signos a las sílabas, las palabras y finalmente las frases.

Es precisamente a lo contrario a lo que se llega.

Estas reflexiones nos han persuadido de que el sistema de letras, o de los signos que las representan, es el único que debe ser el más generalmente adoptado por los Telégrafos, por la razón, sobre todo, que para este medio se encuentra en todas partes alumnos ya formados.

La máquina propuesta no pide, en rigor, más que un observador que conozca las letras del alfabeto, los caracteres numéricos y que, si se quiere, sepa leer y escribir.

Los dos extremos de la flecha ya conocida, sus diferentes inclinaciones perfectamente diferenciadas en la máquina propuesta, dan suficientes signos para aplicarlos a las 22 letras del alfabeto, a 10 caracteres numéricos y a otros cuatro signos de orden.

Con estos 36 signos se puede decir todo lo que se quiera en todas las lenguas y a este respecto el problema está resuelto completamente.

¿Objetarán la economía de tiempo que parece encontrarse en los otros sistemas?

Hemos dicho que no era más que aparente y que aunque fuera real independientemente de los inconvenientes que entrañan, sería despreciable, esto es fácil probarlo.

Cada observador, en cada estación, estará necesariamente obligado a regularse, para el tiempo de repetir los signos, sobre la marcha del que comience a darlos o esté precedente, por el sistema de sílabas, palabras o de frases; deberá recurrir continuamente a su libro de signos y de significados correspondientes, para no equivocarse sobre su aplicación.

Nosotros creemos que casi siempre el tiempo necesario para esta operación será más largo que el que hará falta emplear para hacer todos los signos correspondientes a los caracteres que forman las sílabas, las palabras e incluso las frases, sobre todo si como consecuencia, casi inevitable del vicio de este método, los observadores vienen a cometer algún error.

Supongamos, sin embargo, que a pesar de este trabajo se encuentre, como último resultado, alguna economía de tiempo, y busquemos por un ejemplo en que puede consistir.

He aquí una frase en la que es difícil que se pueda, en principio, expresar todas las ideas por un pequeño número de signos puesto que haría falta suponer que se tendría, en principio, un diccionario muy voluminoso.

El observador de Dunquerque da al de Brest el aviso siguiente:

Un barco que parece que tiene 3 puentes, 2 fragatas y un lugre vienen de Dover, hacen vela hacia las costas de Francia.

El número de signos que el Telégrafo debe hacer para escribir esta larga frase, procediendo por el sistema de letras, es de 110, comprendidos los signos que indican el principio y el fin del discurso, así como la separación de cada palabra.

La experiencia, aunque hecha con modelos imperfectos, nos dice que hacen falta 3 segundos y medio por signo. Supongamos que hagan falta seis, con la flecha con las dimensiones necesarias. Once minutos serán suficientes para comunicar la frase.

¿No podríamos pedir ahora, si en esta prodigiosa economía de tiempo empleado a corresponder a una tan grande distancia, son algunos minutos que se creen importantes de ganar todavía? ¿Cuáles son los casos en los que será útil que un aviso cualquiera llegue algunos minutos antes o después?; y, en fin, si para obtener una tan débil ventaja, ¿es necesario exponerse a todos los inconvenientes de los que ya se ha hablado?

También esta economía no es ni real ni puede ser verdaderamente útil en el uso habitual del Telégrafo, y las desventajas que resultan necesariamente del lenguaje por frases, por palabras, o por sílabas no son compensados por nada.

¿Dirán que el secreto no será guardado por esta manera de corresponder?

Respondemos enseguida que este secreto será, al menos concentrado en los puestos entre los observadores, de modo que ellos se servirán del alfabeto en

el orden natural de las letras que lo componen, puesto que el ojo desnudo no puede distinguir las diferentes inclinaciones de la flecha.

Respondemos, en segundo lugar, que es fácil cambiar el orden de las letras del alfabeto y formar así un gran número de combinaciones para dar una a cada observador en el caso que se quiera que la correspondencia sea secreta.

En tercer lugar, que cuando los puestos tendrán que tomar la palabra para dar simples avisos, como no es necesario que su correspondencia sea un secreto para los otros puestos, deberán servirse siempre de letras tomadas en su orden natural.

Nosotros respondemos, en fin, que por las diferentes combinaciones de 36 signos, y aún menos se podrá componer tantas series de letras o de cifras que haga falta para comunicarse con el nuevo Telégrafo, por sílabas, por palabras o por frases.

Supongamos que se quiere expresar con cifras. Nosotros las colocamos tal como se ve en la lámina 3, figura 8. Los signos numéricos situados en el primer cuarto de círculo serán unidades simples, en el segundo cuarto de círculo las decenas, en el tercero las centenas, en el cuarto los millares. Se subrayará que en esta figura el signo 9 se ha suprimido para conservar la misma división de la polea, así con cuatro signos se tendrán 5660 combinaciones que son más que suficientes para representar todas las palabras de uso en una lengua. Con este sistema, la expresión de cada palabra será reducido al término medio de 3 signos, puesto que será fácil representar las palabras más usuales por los números que contengan menos cifras; no será necesario emplear un signo para la separación de palabras, puesto que todas las veces que se indicarán unidades simples se verá donde comienza una nueva palabra.

No solamente los 36 signos son suficientes para expresarlo todo, cualquiera que sea el sistema que se adopte; sino que se puede, sin inconveniente, reducir el número a 24 y colocar los números y las letras como se ve en la figura 9, lámina 3. No hemos puesto más que 20 letras, porque es suficiente para expresarlo todo. Cuando la flecha esté vertical y en alto, indicará el fin del discurso, el signo horizontal a la derecha servirá, en el sistema de cifras, para indicar que se va a repetir el mismo signo que acaba de hacerse, la

punta hacia abajo indicará que se pasa a otro número. Se ve en esta figura que todo número expresado por una sola cifra seguida de uno, dos o tres ceros pueda ser expresado por dos signos.

La división de 15 en 15 grados no tiene signos que puedan mirarse como superfluos, y ofrece la ventaja de poder hacer la flecha más corta, por consiguiente más ligera y más fácil de mover.

Poderosos ciudadanos, estos medios de una rápida y fácil ejecución, y que con algunas modificaciones creemos aplicables a los barcos, pueden ser útiles a la correspondencia y a la defensa de las costas de la República Francesa; equilibrar las ventajas que sus enemigos tienen con telégrafos que desde hace tiempo bordean su isla, y en fin, servir la causa de la Libertad.

En París el 5 de frimario, año 6 de la República Francesa.

Breguet A.Betancourt.

Vemos que se plantea la posibilidad de codificar la transmisión, de forma que el secreto permanecerá en los extremos de la línea, y además muestra que la limitación de transmisión de signos solamente existe en la imaginación de Chappe, pues enseña el procedimiento para utilizar un código similar al francés, consiguiendo 5660 combinaciones.

El día siguiente, 26 de noviembre, Eymar^{lxviii}, en nombre de los ciudadanos Breguet y Betancourt, lee a la clase una memoria sobre un nuevo telégrafo inventado por los artistas en nombre de los que habla, esta memoria contiene también reflexiones sobre la lengua telegráfica. Es decir, Eymar presenta la segunda memoria ante la Academia de Ciencias (que también llaman Instituto) Esta academia encarga a Lagrange, Laplace, Borda, Coulomb, Charles y Prony que hagan un informe sobre el telégrafo.

El 1 de diciembre^{lxix} un secretario de la Academia lee la petición a la clase, por parte del Directorio Ejecutivo, de un informe sobre el nuevo telégrafo inventado por los ciudadanos Breguet y Betancourt, donde esta máquina sea

examinada, tanto en sus ventajas propias como por comparación con los telégrafos ya conocido. El ministro acompañó a su solicitud la copia certificada de la petición que le había hecho llegar el Directorio a él mismo, entendemos que para dar más fuerza a esa petición. La Academia establece que la comisión ya nombrada para el estudio del telégrafo deberá redactar un informe preliminar y presentarlo ante la clase en la sesión del 6 de diciembre.

En esa sesión^{lxx} Breguet y Betancourt informan a la Clase *que hacen construir un modelo en grande de su telégrafo para **dos estaciones.*** También que de incorpora Delambre a la comisión encargada del estudio del telégrafo. Por último, la citada comisión decide que, para poder cumplir con el encargo ministerial, necesitan conocer *todo lo relativo a la construcción de los telégrafos actualmente ejecutados y empleados por el Gobierno.* Y esa información la solicitan al ministro que les ha hecho el encargo.

Conocedor de todos los movimientos, el 5 de diciembre Chappe había escrito una carta dirigida a los comisionados para intentar que no continúen con el informe que se les ha pedido.

7.11. Carta de Chappe a los comisionados^{lxxi}.

París, 15 de frimario del año 6 (5 diciembre 1797)

He tenido noticia, ciudadano, que el Plan para un nuevo telégrafo ha sido presentado al Instituto, y que sois uno de los comisarios encargado de examinarlo.

No puede pretenderse ahora un telégrafo como descubrimiento; aquel no puede por consiguiente ser sometido a vuestro examen más que como un desarrollo.

Creo, en consecuencia, que es necesario que tengáis algunas nociones sobre uno de los efectos menos conocidos del telégrafo actual, no para hacer un informe comparativo, eso no es lo que se os ha sido encargado, sino para ponerlos en condición de apreciar sobre el terreno la utilidad del telégrafo que se os propone.

Podría cambiar la posición de mi telégrafo, una vez cada dos segundos, si no tuviese más que dos posiciones, y cada vez puedo dar tres señales moviendo simultáneamente las tres piezas móviles que lo componen, pero el tiempo necesario para la observación en las estaciones intermedias (pues los agentes están obligados sea cual sea el objeto que observan a mirar sucesivamente con dos anteojos fijos, y de imprimir un movimiento a su máquina) fuerza a ralentizar el movimiento en vez de acelerarlo.

El único medio que queda pues para aumentar la velocidad de transmisión telegráfica es dando simultáneamente varias señales, de donde sigue que aquel que ha restado las dos alas de mi telégrafo lo ha mutilado en vez de perfeccionarlo, al disminuir el número de señales que transmite en un tiempo dado.

He tenido razón también afirmando que el telégrafo no era más que una copia del mío, puesto que mi medio responde a medir también los grados que toman las tres piezas de mi telégrafo, con la única diferencia que yo no empleo más que 45 y 90 grados para dejar una gran latitud a los errores que pueden resultar ya de la precipitación o de la inatención del agente, sea de la variación que se produce siempre en la transmisión del movimiento de la máquina grande con el repetidor interior, error que multiplicado en muchas posiciones, desviación muy sensible. Y este Plagio es aún más evidente, que también he intentado medir los grados con una especie de micrómetro compuesto de dos alidadas móviles que marcan los grados sobre un círculo =He indicado este micrómetro en un informe hecho por Lakanal sobre el telégrafo=. En cuanto a la aplicación de estas señales he encontrado el medio de no utilizar dos señales por palabra en todo tipo de correspondencia aceptada por los nombres propios impresos. Las aserciones que os hago sobre la velocidad de las señales y su aplicación pueden demostrarse.

Pero hay muchos efectos del telégrafo sobre los que no puedo dar más que nociones demasiado vagas para aquellos que no han llegado a conocerlas por experiencia.

Todo puede servir para hacer un telégrafo, yo obtendría con dos balones cruzados los resultados que ha producido la prueba hecha con el telégrafo que se propone.

Pero es necesario que un telégrafo pueda vencer las distancias, los obstáculos que presentan el estado y la variación de la atmósfera, la posición de los lugares, etc..

No es imaginable que un telégrafo visto desde una legua pueda serlo igualmente desde cuatro, aumentando las dimensiones, que aquel que se ve bien a gran distancia en esa posición pueda igualmente percibirse desde otra posición que la situación de los lugares fuerza, por lo tanto, a situar, que lo que se consigue en dos posiciones puede ser conseguido igualmente en un gran número de posiciones sucesivas, y se pretende una falta de dificultades que solo la experiencia puede hacer conocer.

No podéis pronunciar pues, ciudadano, que el telégrafo que se os presenta sea digno de consideración sin haber examinado diversas pruebas realizadas con diferentes tiempos, en una línea compuesta de varias estaciones intermedias, y a distancias de cuatro leguas.

Y aun cuando nos asegurásemos que se haría pasar sin una variación de diez grados, la inclinación de la flecha del nuevo telégrafo, de un extremo al otro de una línea telegráfica, tan fácilmente como con el telégrafo actual transmite sus señales, no se habría probado que ese telégrafo fuese adecuado para grandes operaciones, pues no daría suficientes tipos de señales, y estaría tranquilo sobre las intenciones que los autores del nuevo telégrafo han manifestado después de más de un año, por sus peticiones al gobierno para suplantarme, si no supiese que acabarían consiguiendo hacer un buen telégrafo no con sus medios, sino poniéndose a imitar los míos, mas reflexiones y sobre todo aprovechando las experiencias que me fuerzan a dar.

Salud y estima.

Chappe.

Los argumentos son vagos, pero propone que la experiencia debe hacerse con modelos a escala real, y a distancias también de servicio, además de realizarse las pruebas con más de dos telégrafos (o sea, con estaciones intermedias). Continúa, eso sí, con sus infundados temores sobre las intenciones de suplantarle. Y el temor es máximo cuando los comisionados piden información sobre su máquina al ministro. El secreto está en peligro, y con él el monopolio.

Será el 12 de diciembre cuando Chappe pide entrevistarse con los miembros del Directorio para impedir la prueba. Finalmente, el 22 de diciembre el Directorio renuncia^{lxxii} al examen del telégrafo, por las observaciones efectuadas por Chappe (y que se desconocen, pues no hay registro escrito de cuales fueron). Luego la maniobra de Chappe funciona por la parte política.

La siguiente noticia la encontramos el 1 de marzo^{lxxiii}, en que *Breguet y Betancourt informan a la Clase de la terminación del telégrafo, para el examen del cual hay precedentemente una comisión nombrada.*

El telégrafo es probado el 21 de marzo de 1798^{lxxiv}, con numeroso público, entre ellos el embajador de España, Marqués del Campo, y el conde de Cabarrús. El primero dará informes al Príncipe de la Paz.

A pesar de la renuncia del Directorio al examen, los académicos siguen con su trabajo, y en la sesión del 10 de abril de 1798^{lxxv} *Delambre lee, en su nombre y en el de los ciudadanos Borda¹⁷, Lagrange, Laplace, Coulomb, Charles y Prony, el informe siguiente sobre un nuevo telégrafo inventado por los ciudadanos Breguet y Betancourt, cuya traducción tenemos a continuación:*

7.12. Informe sobre un nuevo telégrafo inventado por los ciudadanos Breguet y Betancourt^{lxxvi}.

El nuevo telégrafo del que debemos informar a la Clase, es una máquina tan simple como ingeniosa. Esta compuesta de un mástil o poste vertical, en lo alto del que hay una pieza móvil que los autores llaman flecha, y que podría llamarse aguja, puesto que son las diferentes posiciones de esta pieza, los diferentes ángulos que forma con el horizonte, los que expresan todo lo que se quiere hacer decir al telégrafo.

¹⁷ Borda desaparece de la lista de autores en el texto publicado (ref. LXXVI).

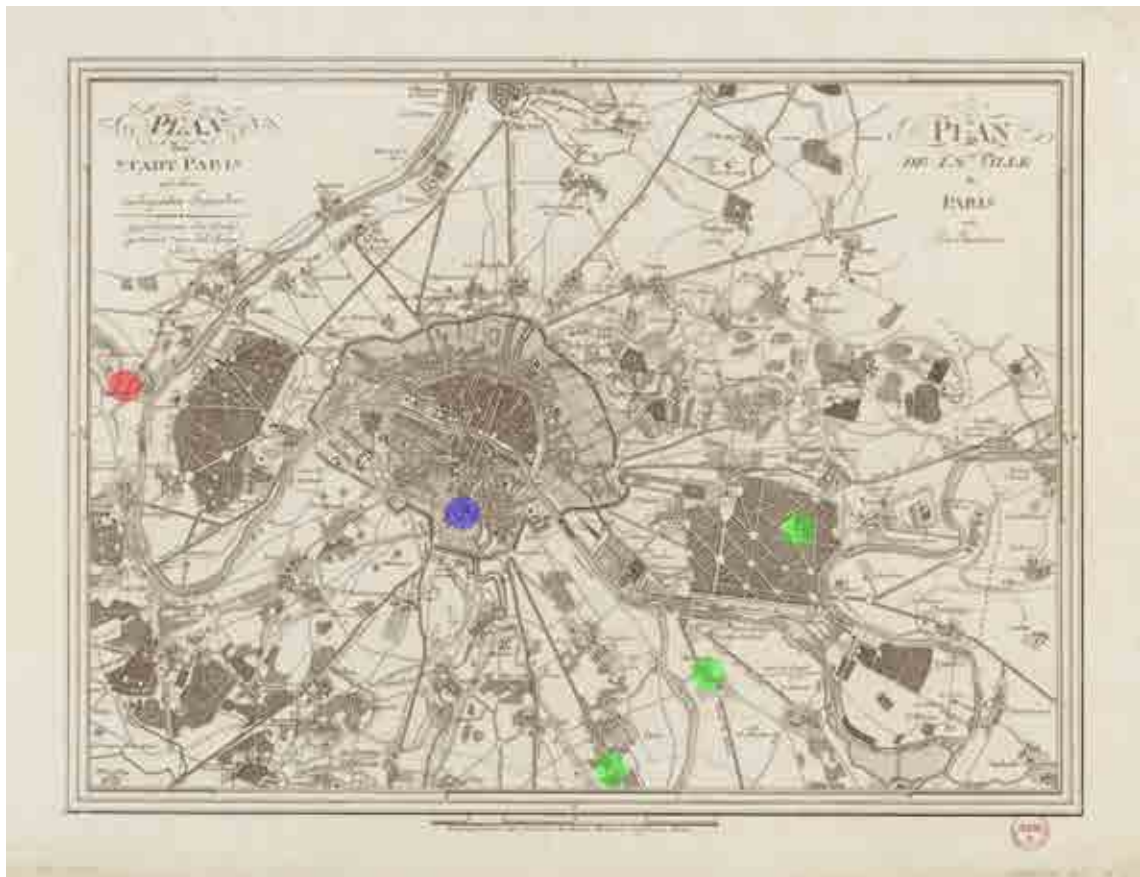


Figura 21. Plano del emplazamiento de los telégrafos. En azul, estación donde estaban los autores (en el Observatorio). En rojo, la estación del Monte Valerien. En verde, posibles ubicaciones del tercer telégrafo.

Esta aguja recibe su movimiento de un torno, situado cerca de la base del poste y a mano del observador. Además de la polea que comunica el movimiento a la aguja, el torno mueve aún otras dos, cuya finalidad es comunicar un movimiento parecido a los tubos de los oculares de dos anteojos, dirigidos hacia las dos estaciones vecinas. En el foco de los anteojos hay un hilo, que parte diametralmente el campo (visual) en dos partes iguales. El hilo, una vez colocado paralelamente a la aguja del telégrafo, conserva necesariamente su paralelismo en todas las posiciones que se da a la aguja, ya que todos los movimientos correspondientes se efectúan por medio de cadenas sin fin que se enrollan en poleas de igual diámetro. La aguja puede describir una circunferencia entera. Los elementos de la correspondencia son los ángulos de 0 a 400°. Para distinguir las dos mitades del círculo, era necesario que la punta y la cola de la aguja fuesen de forma diferente, y se ha añadido a la cola una pequeña traviesa que le da forma de T. No era menos necesario distinguir las dos extremidades del hilo,

y con esa finalidad se ha situado en el foco, pero excéntricamente, un segundo hilo, que corta al primero en ángulo recto y que, en todos los movimientos que se da a la máquina, debe siempre encontrarse en el mismo lado que la cola de la aguja que se observa.

La polea principal está fijada al torno, tiene su circunferencia dividida por tantas ranuras como ángulos diferentes se desea formar. Un resorte, que lleva en su extremo una ruedecilla, se apoya contra la circunferencia, y en el instante en que el observador detiene el movimiento, la ruedecilla entra en una de las ranuras, la máquina se para y la aguja queda fija donde ha sido llevada. Cada ranura tiene una letra y una cifra, y llevaría igualmente cualquier otro carácter que se juzgase para substituir las letras o las cifras en la correspondencia.

En la máquina que hemos examinado, la polea tenía dos divisiones. En la primera, la circunferencia estaba dividida en veinticuatro partes, en la otra estaba partida en treinta y seis; así los ángulos en estos dos sistemas eran de $11^{\circ} \frac{1}{9}$ y $16 \frac{2}{3}$, lo que equivale a 10 y 15 grados en la división sexagesimal. Todas nuestras pruebas han sido realizadas con el primer¹⁸ sistema, que da los ángulos menores.

Veamos ahora el funcionamiento del nuevo telégrafo.

El observador que quiere transmitir un despacho se coloca al pie de la máquina, y coge con la mano los radios del torno, que hace girar, de tal forma que coloca bajo la ruedecilla el carácter que quiere escribir, y a continuación observa en el telescopio que está a su lado, para examinar si el telégrafo siguiente repite exactamente el mismo signo. Entonces da una segunda señal que se repite y se verifica igualmente, y así hasta el final del despacho.

En el segundo telégrafo, así como en todas las estaciones siguientes, el observador situado igualmente al pie de la máquina y entre los dos telescopios, teniendo también a mano los radios del torno, observa desde uno de los telescopios para ver el signo que le da el telégrafo precedente. En el instante que ve que la aguja inicia el movimiento, gira su torno de tal forma que el hilo de su telescopio sigue todos los movimientos que percibe. En cuanto la aguja observada se para, el observador fija su hilo en una situación

¹⁸ En todo caso, la división de 24 ranuras da los ángulos de 15° , y la de 36, pues 10° .

paralela, y anota, si es necesario, el carácter que ve inmediatamente debajo de la ruedecilla, después observa en el otro telescopio, para comprobar si en telégrafo siguiente repite exactamente el mismo signo.

Esta operación es extremadamente simple, no exige, por así decirlo, ningún aprendizaje. Un hombre de inteligencia normal la comprenderá y ejecutará al instante, y el hombre de inteligencia menor será capaz con pocas lecciones. Es suficiente que conozca los caracteres del alfabeto y las cifras, o que aprenda a distinguir los nuevos caracteres que se juzgue para utilizar en el puesto; pero un cambio tal sería más incómodo que útil, puesto que se perdería la ventaja de tener signos con los que se está familiarizado desde largo tiempo, y por supuesto puede variarse a voluntad el significado.

La nueva máquina nos parece pues tener en su mayor grado el mérito de la facilidad en la maniobra. Sin ningún estudio preparatorio, hemos hecho pasar despachos que nos han sido devueltos enseguida con la mayor fidelidad, y hecho preguntas que han sido respondidas lógicamente. No es inútil añadir que una de las frases que hemos transmitido estaba en latín, y que nos llegó con la misma exactitud que las otras, a pesar de que el correspondiente no tenía ningún conocimiento de la lengua.

En el primer vistazo del funcionamiento de la máquina, temíamos que las posiciones de la aguja no pudiesen distinguirse con seguridad, y es para resolver esa duda por lo que hemos preferido la división que procede por ángulos de $11^{\circ} \frac{1}{9}$ o de 10° . La prueba nos ha tranquilizado a este respecto, nunca hemos comprobado la menor incertidumbre. El ojo juzga con una precisión singular la exactitud del paralelismo, y el menor movimiento que realizaba el telégrafo para pasar de un signo a otro era percibido, la desviación es sensible aunque sea de dos a tres grados, y se distingue muy bien a pesar de la niebla, tal como hemos comprobado, de modo que se puede observar y corresponder tan pronto como el aire es suficientemente transparente para dejar ver la aguja del telégrafo.

Después de lo dicho, queda claro que podría emplearse para la correspondencia los ángulos de 11 grados, teniéndose pues 36 signos diferentes; esto es mucho más de lo necesario. Podrá entonces contentarse dividiendo la circunferencia en 24 partes iguales. Nuestro alfabeto tiene apenas 20 letras esencialmente diferentes y verdaderamente indispensables.

Los cuatros signos excedentes servirán para indicar el reposo, para separar las palabras, si se conserva el sistema alfabético, o los diferentes conjuntos de signos simples cuyas combinaciones indicarán palabras o frases convenidas. Pero la facilidad que ofrece el nuevo telégrafo es tal, los signos se suceden con tal rapidez, que se podría, con gran verosimilitud, adoptar la recomendación de los autores, que es que el sistema alfabético es preferible a todos los otros por la velocidad, excepto para cambiar el significado, en algunos casos, para asegurar el secreto de la correspondencia; y nosotros pensamos totalmente como ellos, que en muchas de circunstancias, puesto que se tratará de mensajes particulares que los observadores tendrán para comunicarse recíprocamente para los instantes y el modo de servicio, se hará bien en conservar el sistema alfabético, aun cuando se adopte otro para la correspondencia real.

De todos modos, todo tipo de notación puede adaptarse a esta máquina, nos parece superfluo entrar en este momento en esta discusión, y podría también volver a la prueba para escoger entre diferentes sistemas. Lo que ha llamado particularmente nuestra atención, son las cualidades del nuevo telégrafo.

Hemos dicho ya que ofrece facilidad y seguridad en el uso, y estos son los dos puntos principales. La velocidad no es, de hecho, de la misma importancia. Es, sin embargo, una ventaja nada desdeñable. Para saber en qué punto se encuentra en el nuevo telégrafo, hemos, en cada una de nuestras pruebas, consultado un reloj con segundera. La duración media de cada signo ha estado siempre sobre los 8", nunca más de 10"; sobre esto cabe remarcar que, con el temor de no poder distinguir los ángulos pequeños, se ha, en este primer ensayo, forzado las dimensiones de la aguja, que era muy larga y sobre todo muy pesada, lo que perjudica a la velocidad. Cuando se haya reducido la máquina a las dimensiones suficientes, puede esperarse con mucha probabilidad que 6" sea la duración media de cada signo. Será pues raro que un despacho necesite más de media hora de trabajo en la primera estación; y si se considera que los movimientos del telégrafo que habla y el del telégrafo que repite son casi simultáneos, se convendrá que el despacho, apenas acabado en la primera estación será ya transmitido enteramente al puesto más alejado.

Nuestras pruebas han sido hechas en el telégrafo emplazado en el observatorio nacional. **El más alejado de los dos** que observábamos estaba emplazado en el Monte Valerien, es decir, a más de 10.000 metros de distancia. Podría, sin problemas, llevar esta distancia a 12.000 metros, y tal vez más, siempre que el telégrafo se proyecte sobre el cielo, es decir, que aparezca más elevado que todos los objetos terrestres que se encuentren más lejos en la misma alineación. Pero si se proyecta sobre la tierra, será necesario situarlo de manera que se proyecte mejor sobre un objeto lejano que sobre uno cercano; y si no puede evitarse los objetos vecinos, será esencial entonces resaltar lo máximo posible el color del telégrafo con el del fondo sobre el que será visto.

Para las observaciones nocturnas, se han situado linternas en las dos extremidades de la aguja, y para distinguir la cola de la punta, se ha puesto en la cola una linterna más. Quizás sería mejor poner la doble linterna en la punta, para no sobrecargar un extremo donde hay una travesía más que en la punta¹⁹. Estas linternas permanecen invariablemente en posición vertical, por medio de poleas de igual diámetro, en torno a las que se enrollan cadenas sin fin. No hemos probado las linternas, e ignoramos si el paralelismo se juzgará con la misma precisión, cuando no se vea más que los dos extremos de la línea. En todo caso, sería fácil remediar este inconveniente, añadiendo algunas linternas más, si la prueba demostrase la necesidad.

La exactitud del nuevo telégrafo depende de esta condición, que los hilos de los telescopios estén siempre paralelos a las agujas. Puede ocurrir que el paralelismo se altere a la larga, y será conveniente verificarlo cada vez que se quiera corresponder. La manera es sencilla; se girará el torno de forma que la ruedecilla indique el carácter que señala la posición vertical. En este estado, se examinará si la aguja es perfectamente paralela al mástil que le sirve de soporte, y los hilos perfectamente paralelos a los mástiles de las estaciones vecinas. En este caso, el instrumento está en buen estado; pero si se observase una divergencia, sea en la aguja, sea en los hilos, se corregiría girando convenientemente los tornillos de las anillas que unen los extremos de las cadenas.

¹⁹ No tiene mucho sentido esta consideración. Es cuestión de equilibrar el conjunto con las linternas montadas, y de hecho, la flecha es asimétrica.

La máquina, en general, nos ha parecido de una construcción fácil y poco dispendiosa. Salvo los telescopios y las cadenas que los hacen girar, todas las piezas pueden hacerse o repararse en cualquier parte, pero será conveniente tener en cada estación algunas cadenas de recambio en caso de accidente.

Nos queda examinar una objeción que se ha hecho a la idea fundamental de la nueva máquina. Es imposible establecer todas las estaciones sobre una línea recta. El movimiento de la aguja se hará pues a menudo en un plano oblicuo al rayo visual, e inclinado en relación con el plano en el que se mueve el hilo del telescopio. Así, para que el hilo aparezca exactamente paralelo a la aguja del telégrafo vecino, no hay que dar un movimiento igual al de la aguja; por tanto, dividiendo todas las poleas en partes iguales, no se obtendría paralelismo.

Podría responderse en primer lugar que, para una inclinación de 24 grados, la diferencia entre el ángulo verdadero y el ángulo aparente no llega a 2 grados, cuando es la mayor, es decir, cuando el ángulo es de 50 grados; y que así el paralelismo, si no es del todo exacto, será siempre al menos suficientemente aproximado para no temer ningún error. Esta respuesta habría podido parecer suficiente, pero los autores del nuevo telégrafo han encontrado una más satisfactoria; es la de corregir este error, por más ligero que parezca. Su medio es simple e ingenioso.

En primer lugar, cada telégrafo se coloca para ser visto desde las dos estaciones vecinas bajo la misma inclinación. De esta manera, la inclinación no es más que la mitad de la que sería si estuviese toda de un mismo lado, y la corrección no es más que la cuarta parte, puesto que es sensiblemente proporcional al cuadrado de la tangente de la semiinclinación real. A continuación, en vez de dividir en partes iguales la circunferencia de la polea fijada al torno, ellos la dividen de forma que, visto desde una cierta oblicuidad, la aguja parece tener movimientos iguales: y como el eje del torno hace, con los ejes de los telescopios, un ángulo que difiere 100 grados, de la misma cantidad precisamente que el rayo visual sobre el plano en el que se mueve la aguja observada, se deduce que el torno, girando desigualmente, comunica a los anteojos movimientos iguales, y el paralelismo parece tan exacto como si no hubiese ninguna inclinación. Para este efecto ha sido

necesario romper la prolongación del eje del torno, y los autores lo han hecho por un medio conocido desde hace tiempo, y que se ve en las llaves o especie de brazos que llevan el nombre de Hook, su inventor, y que sirven para dar a los telescopios astronómicos los movimientos necesarios. Pero aunque este mecanismo no es nuevo, la aplicación que se acaba de hacer nos parece tan nueva como feliz.

Ahora sería el momento de comparar el nuevo telégrafo con los telégrafos existentes; pero no hemos podido realizar las pruebas necesarias para establecer esta comparación. Todo lo que podemos decir, es que el telégrafo de los ciudadanos Breguet y Betancourt difiere esencialmente de todas las demás máquinas de este género de las que tenemos conocimiento; que el telégrafo reúne, en un grado que parece difícil de sobrepasar y aún de alcanzar, todas las cualidades que pueden asegurar facilidad, prontitud y precisión en la correspondencia, economía en el establecimiento y la reparación de las máquinas; en fin, multiplicidad de signos junto a una tal simplicidad, que no exige ningún estudio particular a las personas a las que se confíe el servicio: ventaja tanto más preciosa, ya que permite no tener más que el número estricto de empleados, puesto que pueden ser remplazados al instante por todo hombre que sepa leer. En consecuencia, pensamos que el nuevo telégrafo merece la atención del Gobierno, y que se verá con satisfacción, en las actas del Instituto, la memoria en la que los ciudadanos Breguet y Betancourt han expuesto la construcción de su máquina, y sus ideas sobre la lengua telegráfica.

21 germinal año 6

Firmado, LAGRANGE, LAPLACE, PRONY, COULOMB, CHARLES y DELAMBRE, informante.

El informe no puede ser más positivo para los inventores, además, aporta un dato del que no teníamos noticia: de los dos telégrafos que habían informado construir, han pasado a tres, para tener un puesto intermedio, y que es donde hay que entender que se han situado los autores del *rapport*. Hay que suponer que esta estación intermedia está dotada de las juntas cardán, y que la línea no está, en consecuencia, alineada. Nos faltan datos sobre la situación del tercer telégrafo.

Tras ese éxito técnico, y reconocimiento, Eymar escribe otra carta en Le Moniteur, donde resume las conclusiones de la Comisión, y acaba con una reflexión totalmente elogiosa para los inventores.

7.13. Carta al director de Le Moniteur^{lxxvii}.

La carta, publicada el 20 de abril, dice así:

Vuestros abonados que han leído, en los números del 16, 20 y 22 de brumario pasado, las (texto ilegible) nuevo telégrafo, inventado por los ciudadanos Breguet y Betancourt, estarán encantados quizás de conocer cuáles han sido las consecuencias de este caso.

La carta que os envío hoy podrá satisfacer su curiosidad. Por favor, dadle un lugar en vuestro periódico; es aún en nombre del interés público que lo pido.

Los ciudadanos Breguet y Betancourt, inmediatamente tras la publicación de las cartas de las que acabo de hablar, han remitido a la Clase de ciencias físicas y matemáticas del Instituto, una memoria y los dibujos de su máquina para que ese tribunal, ante el cual habían llamado al ciudadano Chappe, pudiera juzgar sobre el mérito y la utilidad contrastada de su invento.

*En el intervalo el ministro del interior hubo escrito al Instituto, por orden del directorio, para que el informe comparativo fuese hecho entre los nuevos y los antiguos medios de corresponder, los inventores, para no dejar nada que desear a los comisarios encargados de hacer el informe sobre esa memoria, así como la comparación solicitada, se apresuraron a hacer construir, a su coste, **tres telégrafos**; por este medio, podía juzgarse el funcionamiento de una línea telegráfica completa, puesto que todas las estaciones intermedias no hacen más que repetirse, están completamente representadas con una máquina. El ciudadano Chappe ha rehusado constantemente la invitación que le ha sido hecha: sin embargo nada más fácil que pedir a los comisarios asistir a las pruebas, puesto que los telégrafos de la República están a su disposición. De todos modos, he aquí un análisis fiel del informe de los comisarios del Instituto, los ciudadanos Coulomb, Charles, Borda, Lagrange, Prony y Delambre.*

No daré aquí más que extractos, puesto que los límites del periódico no permitirían insertar el informe completo; y que también los ciudadanos

Breguet y Betancourt se proponen hacerlo imprimir separadamente. Esperando, voy a copiar del texto auténtico, que tengo ante mis ojos, las mismas expresiones de los comisarios, distinguiendo lo que esté escrito por asteriscos y por caracteres itálicos.

“El nuevo telégrafo del que debemos informar a la Clase, es una máquina tan simple como ingeniosa”. Aquí los comisarios hacen la descripción de todas las partes de la máquina, y con tanta claridad, que puede fácilmente presentarlas, no solo separadas, sino aún con las relaciones que tienen entre ellas.

Pasan a continuación a la utilización del nuevo telégrafo. Esta segunda parte del informe no está presentado con menos habilidad que la primera; al leerla parece que se asiste a una prueba telegráfica, y se comprende esta prueba fácilmente. No habrá ninguna dificultad en persuadirle, si se detiene un instante en el párrafo siguiente del informe.

“Esta operación (la operación necesaria para corresponder) dicen los comisarios, es extremadamente simple; no exige, por así decirlo, ningún aprendizaje. Un hombre de inteligencia normal la comprenderá y ejecutará al instante, y el hombre de inteligencia menor será capaz con pocas lecciones. Es suficiente que conozca los caracteres del alfabeto y las cifras, o que aprenda a distinguir los nuevos caracteres que se juzgue para utilizar en el puesto; pero un cambio tal sería más incómodo que útil, puesto que se perdería la ventaja de tener signos con los que se está familiarizado desde largo tiempo, y por supuesto puede variarse a voluntad el significado.

*La nueva máquina nos parece pues tener **en su mayor grado el mérito de la facilidad en la maniobra**. Sin ningún estudio preparatorio, hemos hecho pasar despachos que nos han sido devueltos enseguida con la mayor fidelidad, y hecho preguntas que han sido respondidas lógicamente. No es inútil añadir que una de las frases que hemos transmitido estaba en latín, y que nos llegó con la misma exactitud que las otras, a pesar de que el correspondiente no tenía ningún conocimiento de la lengua”.*

Para lo que muestra la facilidad con la que se distingue los signos, he aquí lo que dicen los comisarios: “nunca hemos comprobado la menor incertidumbre. El ojo juzga con una precisión singular la exactitud.....; y el menor

movimiento que realizaba el telégrafo para pasar de un signo a otro era percibido, la desviación es sensible aunque sea de dos a tres grados, y se distingue muy bien a pesar de la niebla, tal como hemos comprobado, de modo que se puede observar y corresponder tan pronto como el aire es suficientemente transparente para dejar ver la aguja del telégrafo”

Más aún: “la facilidad que ofrece el nuevo telégrafo es tal, los signos se suceden con tal rapidez, que se podría, con gran verosimilitud, adoptar la recomendación de los autores, que es que el sistema alfabético es preferible a todos los otros por la velocidad, excepto para cambiar el significado, en algunos casos, para asegurar el secreto de la correspondencia; y nosotros pensamos totalmente como ellos, que en muchas de circunstancias, puesto que se tratará de mensajes particulares..... se hará bien en conservar el sistema alfabético, aun cuando se adopte otro para la correspondencia.....”

“Hemos en casi todas nuestras experiencias consultado un reloj con segundera. La duración media de cada signo ha estado siempre sobre los ocho segundos... Puede esperarse con mucha probabilidad que seis segundos sea la duración media de cada signo..... Y si se considera que los movimientos del telégrafo que habla y el del telégrafo que repite son casi simultáneos, se convendrá que el despacho, apenas acabado en la primera estación será ya transmitido enteramente al puesto más alejado”.

*“La máquina, en general, nos ha parecido de **una construcción fácil y poco dispendiosa**. Salvo los telescopios y las cadenas que los hacen girar, todas las piezas pueden hacerse o repararse en cualquier parte....”.*

En fin, dejando de lado los elogios que la comisión da a los medios ingeniosos de los que los autores se han servido en la construcción de muchas partes esenciales de la máquina, pasaremos seguidamente al último párrafo y a las conclusiones del informe.

*“Ahora sería el momento (dicen los comisarios) de comparar el nuevo telégrafo con los telégrafos existentes; pero no hemos podido realizar las pruebas necesarias para establecer esta comparación. Todo lo que podemos decir, es que el telégrafo de los ciudadanos Breguet y Betancourt **difiere ESENCIALMENTE de todas las demás máquinas de este género de las que tenemos conocimiento**; que el telégrafo reúne, en un grado que **parece***

difícil de sobrepasar y AÚN DE ALCANZAR, todas las cualidades que pueden asegurar facilidad, prontitud y precisión en la correspondencia, economía en el establecimiento y la reparación de las máquinas; en fin, **multiplicidad de signos** junto a una **tal simplicidad**, que no exige ningún estudio particular a las personas a las que se confíe el servicio: **ventaja tanto más preciosa**, ya que permite no tener más que el número estricto de empleados, puesto que pueden ser remplazados al instante por todo hombre que sepa leer”.

“En consecuencia, pensamos que el nuevo telégrafo merece la atención del Gobierno, y que se verá con satisfacción, en las actas del Instituto, la memoria en la que los ciudadanos Breguet y Betancourt han expuesto la construcción de su máquina, y sus ideas sobre la lengua telegráfica”.

Hecho en el Instituto Nacional, el 21 germinal año 6.

Firmado, COULOMB, CHARLES, BORDA²⁰, LAPLACE, LAGRANGE, PRONY, DELAMBRE

“La clase aprueba el informe y adopta las conclusiones. Certificado conforme al original, en París, el 22 germinal, año 6 de la República Francesa.

Firmado, LASSUS, secretario.”

Después de esta decisión, todo lo que yo podría añadir sobre el sujeto de esta controversia sería inútil y fuera de lugar; pero permítanme esta reflexión.

Las innumerables ventajas que la sociedad y el gobierno pueden obtener de la facilidad y la prontitud de las comunicaciones son, bajo todos los informes, tan importantes que un gran servicio rendido a Francia, como ha hecho el ciudadano Chappe, puesto el primero en ejecución, y en ejercicio para el servicio público, los telégrafos, que, antes de que él se ocupase, no existían, por así decirlo, más que en proyecto.

El invento de los ciudadanos Breguet y Betancourt rinde hoy estos medios de comunicación más seguros, más rápidos, menos dispendiosos, y permite esperar que pueda generalizarse el uso de los telégrafos. Se les debe pues un gran reconocimiento, y creemos que cada día aún más; pero estos hombres,

²⁰ Como hemos apuntado anteriormente, en el informe impreso no aparece Borda, y en la certificación que publica Eymar, sí.

cuya primera motivación es la gloria, y que, en esta ocasión, no han trabajado más que para ella, han conseguido ya el premio que ambicionaban: la satisfacción de haber hecho una cosa útil, el sufragio de un muy gran número de hombres instruidos, y la aprobación del Instituto nacional.

Salud y fraternidad,

A.M. EYMAR

Al leer esa carta, Chappe redacta otra carta para defender sus intereses, en peligro tras el reconocimiento por parte de los académicos. Esta carta nos da pistas de cual pudo ser la causa final por la que el telégrafo de Betancourt/Breguet cayese en el olvido. Tras quedarse sin argumentos, Chappe utiliza un lenguaje que haría enrojecer al mayor xenofobo.

Sigue a continuación la traducción (comentada) de la carta de Chappe, publicada en Le Moniteur el 29 de abril:

7.14. Carta al director de Le Moniteur^{lxxviii}.

AL REDACTOR

Debo, ciudadano redactor, agradecer a aquellos que han dado ocasión, a una comisión del Instituto nacional, de ocuparse un momento del telégrafo. Ella está compuesta de hombres que la república presenta con orgullo a Europa, para probarle que no es solamente por las armas que los franceses son la primera Nación del Mundo.

No hay ninguno de los comisarios que no quisiera tener por juez, ninguno a quien no hubiera hecho parte en particular todo lo que la experiencia me ha enseñado en telegrafía, si hubiese querido dirigirse a mí; se lo he declarado muchas veces al ciudadano Lacépède, presidente del Instituto; pero yo no he querido dejarme interrogar oficialmente, sabía que había espías.

Me equivoqué: habríamos ganado. El ponente de la comisión habría hecho bien en no avanzar sobre afirmaciones muy atrevidas sobre una cosa de la que no entiende. Betancourt habría tenido artículos de más para añadir al catálogo de la quincallería, que piensa divulgar en España o en Inglaterra, y no habría tenido el disgusto de ver el embrión de Breguet, Eymar y

Betancourt como un gigante sobre el trono académico. Veamos si lo hago descender.

“La nueva máquina, dice el ponente, parece tener el mayor grado de facilidad en la maniobra.... Reune, en un grado que parece difícil sobrepasar, y no tan solo alcanzar, rapidez... en la correspondencia.... Una multiplicidad de signos unido a una simplicidad tal que no exige ningún estudio particular a las personas a las que se confie el servicio.

La duración media de cada signo ha sido de cerca de 8 segundos.”

A esto, responderé con un hecho.

En 1793, Danou, Lakanal y Arbogastre, fueron nombrados comisarios por la convención para asistir a la primera prueba pública, que fue hecha de mi telégrafo. He aquí el texto de un pasaje del informe que fue hecho entonces por Lakanal; informe que fue impreso en todos los periódicos, y que ha sido reimpresso después, e insertado de nuevo en Le Republicain, del 25 vendimiario del año 3, después de la abolición de la realeza, n° 690.

“ Para obtener resultados concluyentes, vuestros comisarios, acompañados de varios sabios y artistas célebres, han hecho la prueba del proceso sobre una línea de correspondencia de ocho a nueve leguas de longitud; las estrellas estaban emplazadas, la primera en el parque de Pellerier-Saint-Fargueau; la segunda , en las alturas de Ecouen; la tercera, en Saint-Martin du Tertre.

He aquí la experiencia hecha el 12 de este mes. Nosotros ocupábamos, el ciudadano Arbogastre y yo, el puesto de Saint-Martin du Tertre, Danou estaba situado en el de Saint-Fargueau, distante 8 leguas y media.

*A las 4 horas 26 minutos, el puesto de Saint-Fargueau nos transmite **en 11 minutos**, con una gran fidelidad, el despacho siguiente:*

“Danou ha llegado; él anuncia que la convención nacional acaba de autorizar su comité de seguridad general para insertar los sellos sobre los documentos de los representantes del pueblo”.

El puesto de Saint-Fargueau recibe, en 9 minutos, la carta siguiente:

“Los habitantes de esta bella comarca son dignos de la libertad, por su amor por ella, por su respeto por la convención nacional y las leyes.”

Nosotros continuamos durante largo tiempo esta correspondencia con un total éxito, etc.”

He aquí una prueba, ciudadano, hecha no en miniatura como la que os anuncia el ciudadano Eymar, es decir, a distancias tan cercanas que se percibían las máquinas a simple vista, pero con estaciones separadas cuatro leguas, con hombres sin ejercitar, y en un tiempo donde yo no tuve más que para un ensayo de vocabulario.

Contad ahora una señal por letra, y 8 segundos por señal, tal como indican los comisarios del instituto, y veréis que la nueva máquina habría empleado, según su propia confesión, mucho más tiempo que la mía, que estaba entonces en la niñez.

¿Qué sería ahora, que he cuadruplicado la velocidad? Y mientras tanto el ponente a quien su entusiasmo no le ha dejado tiempo de efectuar la mínima búsqueda sobre el grado de velocidad que yo empleo, se exclama: que es difícil sobrepasar, y aún de alcanzar la velocidad del fogoso telégrafo, que debe llevar a los tiernos amigos de Eymar al templo de la memoria.

No vayais a creer, ciudadano, que reprocho al ponente del instituto la admiración que muestra por la velocidad de la nueva máquina; esta admiración me honra infinitamente, puesto que es mi telégrafo el que han estropeado.

El ponente dice: “El telégrafo de los ciudadanos Breguet y Betancourt difiere esencialmente de las demás máquinas de este género, de las que tenemos conocimiento”.

Ya hemos dicho que el ponente no se ha molestado en tomar más reseñas sobre los efectos del telégrafo actual, puesto que ni tan solo conoce los resultados de los primeros ensayos que se hicieron. Pero a pesar de la ligereza con la que lo ha visto, no es posible que no se haya dado cuenta de que la forma del telégrafo de Breguet es la misma que la del mío.

Antes de mí se habían dado señales con fuegos, con paneles, o con letras que se elevaban al alto de un mástil; pero nunca se habían servido de un chasis

alargado, situado en equilibrio en la atmósfera, y esta forma de telégrafo, no la he hallado más que después de muchas investigaciones.

¿En que difiere pues el telégrafo de Breguet? En que sus señales no son ángulos, pero son divisiones del círculo las que hace mover a su telégrafo: divisiones que capta, dice, fácilmente por medio de un micrómetro²¹ situado en el interior de su telescopio.

Este medio es también mío. Ya os lo he dicho, y lo repetiré sin cesar. No he hecho más que indicar el diario donde se encuentra la descripción; voy a relatar el artículo insertado en el informe que ya he citado.

“El micrómetro aplicado al telescopio le parece (al ciudadano Chappe) poder suministrar un medio de correspondencia; el hizo uno en el que la esfera presentaba diversas divisiones, o valores convencionales correspondientes a un mismo número de puntos determinados, sobre un espacio de terreno dispuesto a una gran distancia.

Esta prueba tuvo éxito, pero como este sistema de comunicación no podía tener lugar más que en un pequeño número de puestos, pasó a nuevas investigaciones.”

La redacción no es clara, hay evidentemente una falta, las palabras sobre un pequeño espacio de terreno, no tienen ningún sentido, pero se aprecia fácilmente lo que se quiere decir, y aquello no puede entenderse más que como una máquina que sigue los grados recorridos sobre la esfera del micrómetro. El plagio es evidente.

¿Pero como es que hombres como los que han formado el informe presentado al instituto, afirman tan ligeramente, juzgan sin tomar referencias?

He aquí como: en todas las compañías, es el que hace el informe quien se encarga de procurarse las referencias. Se habrá embaucado al ponente; se le habrá hecho entender que yo había querido declinar su jurisdicción; el amor propio de un sabio es peliagudo; y él se ha vengado, como dijo Figaro, con un veredicto bien...justo.

²¹ Insiste en el error del micrómetro.

Este párrafo es terrible. Primero acusa a los inventores de haber engañado a Delambre, y después a éste de redactar un informe falso a sabiendas.

Es fácil juzgar con el grado de imparcialidad que hay en este informe; aún no se no ha podido aún robar mi vocabulario; ha sido necesario utilizar los medios que yo utilizo; pero se ha vengado, diciendo que el sistema de transmisión por letras es probablemente el mejor.

¡La frase es verdaderamente curiosa!

“Los signos se suceden con una tal prontitud, (dice el ponente) que podría adoptarse la recomendación de los autores, que es que el sistema alfabético es preferible a los demás por la velocidad...” ¡Que conclusión para un geómetra!

Otra vez Chappe se delata de sus complejos: acusa a Delambre de geómetra. Ya hemos hecho notar antes que el sistema alfabético sería el que triunfaría años después, con la llegada del telégrafo eléctrico.

No sé si pensáis como yo, pero me resultaría difícil concebir como las nuevas señales recorrerían menos rápidamente el espacio, si tuviesen que llevar una palabra en vez de una letra²²; si un sabio, si un juez es susceptible de esas pequeñas flaquezas humanas, puede perdonarse a un autor que defiende su obra, el tono de amargura que se le escapa algunas veces.

En esta ocasión parece que es consciente de su mal tono, pero no lo rectifica, sino que lo intenta justificar. Y quizás nos prepara para lo que sigue.

Se me ha acusado de haber dicho que Breguet y Betancourt son extranjeros.

Poco importa sin duda la perfección de su máquina. Pero si importa a la República que el gobierno no favorezca a extranjeros en nuestro detrimento.

El gobierno no debe tampoco sufrir que el telégrafo nacido francés, pase a la posteridad desfigurado bajo los harapos de una librea extranjera.

²² En el original: Me comprometo a demostrar al miembro del instituto que se quiera escoger, que, en mi sistema de notación, no puedo tener más de dos señales por cada palabra, y que en una correspondencia entera, el número medio de señales es a lo sumo de una señal por palabra.

Bonaparte ha anunciado en su discurso de recepción una gran idea: no debe hacerse ningún descubrimiento en las ciencias, que no sea hecha por los franceses; es propagando ideas tales, como se forma un espíritu nacional; los Republicanos deben creerse de una especie superior a la de los otros hombres.

Los romanos no habrían sido tan grandes si no hubiesen estado persuadidos de que los otros pueblos eran bárbaros.

Los filántropos cosmopolitas que abrazan el mundo entero en sus amos, son quietistas necios casi siempre estériles y sin energía.

Salud y fraternidad

CHAPPE.

Y hay un dato que no se nos puede escapar. Dice que *Bonaparte, en su discurso de recepción,...* en efecto, en la sesión del 26 de brumario del año 6 ^{lxxix} (16 de noviembre de 1797) una lista de 12 candidatos es presentada en la sección de mecánica, para remplazar la baja de Carnot. En ella está Buonaparte (aún sin afrancesar el apellido), y también Breguet. Napoleón es el más votado, Bonaparte es nombrado miembro de la Academia de Ciencias en esas fechas. También vemos que Napoleón ya asistía a las sesiones de la Academia desde diciembre de 1797.

Por otra parte, debemos incidir en el funcionamiento de las líneas de telegrafía. Los hermanos Chappe controlaban todo el sistema, funcionando en régimen de monopolio. Incluso uno de los hermanos seguía el avance de los ejércitos junto a Napoleón. Según Flichy^{lxxx}, éste fue , “uno de los primeros en entender el valor político de este nuevo medio”. En efecto, lo utilizó en el golpe de estado que dio el 9 de noviembre de 1799 (18 de brumario), haciendo enviar ese mismo día el siguiente telegrama a todas las líneas existentes: “el cuerpo legislativo acaba de ser transferido a Saint-Cloud en virtud de los artículos 102 y 103 de la Constitución; el General Bonaparte es nombrado comandante de las fuerzas armadas de París. Todo está en calma y los ciudadanos están contentos.”. Lo volvería a utilizar dos días después, para anunciar la creación del Consulado (y la desaparición del Directorio). Y también el poder de los Chappe, que a pesar de los intentos militares de disponer de líneas propias, mantuvieron su monopolio.

Después de esta carta, el silencio. El proyecto de implantación del sistema Breguet-Betancourt (o mejor Betancourt) había quedado muerto, a pesar de ser técnicamente superior, por razones políticas. No obstante, los informes enviados a España conseguirían que Betancourt recibiese el encargo de establecer una línea entre Madrid y Cádiz, llegando éste a Madrid en diciembre de 1798. Y el rencor de Chappe hacia Betancourt quedó hasta el fin de sus días, no siendo así hacia Breguet, como muestra la carta de recomendación que añadimos en el anexo^{lxxxix}.

En la obra de Rumeu^{lxxxix}, queda detallado todo el movimiento económico en torno al proyecto citado. El académico canario explica que se había estimado un plazo de 20 meses (con un inicio estimado de enero de 1799) para tener construida la línea Madrid-Cádiz, que constaría de entre 60 y 70 telégrafos, y para la que se destinó un presupuesto de 1'5 millones de reales. Dado que las partidas económicas y diferentes trabajos están detallados, diremos que Rumeu concluye que la línea telegráfica estaba en funcionamiento en agosto de 1800 (los 20 meses estimados), con un coste inferior al presupuestado. Nos explica Rumeu que, si bien está perfectamente registrado lo referente a la construcción de los telégrafos, no hay noticias del emplazamiento de las torres.

Bourgoing, en su *Tableau de l'Espagne Moderne*^{lxxxix}, explica que Betancourt había comenzado una línea telegráfica que, comenzando en el Palacio del Buen Retiro, llegaba hasta Aranjuez, y debía llegar hasta Cádiz. Luego en 1806 parece que no solo no había llegado la línea a Cádiz, sino que estaba aún en Aranjuez. A no ser que no estuviese actualizada la fuente.

Más recientemente, Olivé^{lxxxix} argumenta que la línea se construyó entre el Buen Retiro y Aranjuez, pero difícilmente fue más allá. Y cita el testimonio de Salvá, que explica que había cuatro telégrafos entre esos dos puntos.



Figura 22. “El general Bonaparte en el Consejo de los Quinientos en Saint Cloud, 10 de Noviembre de 1799”. Cuadro de Francois Bouchot, 1840. Napoleón ya utilizó en esa jornada el telégrafo para lograr el golpe de estado.

Hemos encontrado una fuente que creíamos clarifica lo ocurrido. Álvarez de Quindos^{lxxxv} explica que *En este paraje, que se llama el cerro del Parnaso, se puso el día **22 de Junio de 1799** el telégrafo, instrumento matemático inventado últimamente para saber en pocos minutos las noticias y avisos de largas distancias, de la que han hecho mucho uso los franceses en sus últimas guerras. **Este tenía correspondencia con otros que había hasta Madrid, y todos se han quitado en este año de 1802.***

Es sorprendente que si solamente se construyeron 4 estaciones, y la más lejana a Madrid estaba en Aranjuez y funcionaba ya en junio de 1799, Betancourt librase recibos por ese concepto con fechas de 16 de agosto, 18 de diciembre de 1799 y 23 de junio de 1800. Más aún cuando algunas ya estaban fabricadas, pues fueron traídas desde París.

Por otra parte, habría que llamar la atención sobre el carácter provisional de las primeras líneas de telegrafía, pues se montaban para dar un servicio concreto (o cubrir una campaña), y una vez finalizado el evento, la línea se desmontaba. Pudiera haber ocurrido que, dado que no había ningún evento a cubrir, la línea se hubiese desmontado a medio construir, y almacenados los aparatos.

En todo caso, e independientemente de las estaciones construidas, lo citado anteriormente deja claro que la línea se desmanteló en 1802, por motivos económicos. Pero esto desmonta la precisión de las diferentes descripciones de la época, pues, por ejemplo, acabamos de ver que aún en 1806 Bourgoing sigue hablando de esa línea.

8. Reconstrucción virtual. Detalles técnicos.

La primera reconstrucción virtual se realizó durante el invierno de los años 2001-2002. El resultado fue presentado en el congreso de Ingegraf del año 2002, en Santander. Para esa primera reconstrucción, la fuente principal fue la *Memoria sobre un nuevo telégrafo y algunas ideas sobre la lengua telegráfica*, que describe la versión definitiva del invento. En ella encontramos los datos referentes a la geometría, así como al movimiento de los elementos y sus sincronismos. Para los materiales, hubo que recurrir a otras fuentes, e incluso a analogías con otros elementos similares de la época para cuando no había más información (por ejemplo, construcción naval, de maquinaria óptica, de carpintería...).

Con todo ello, el modelado se realizó básicamente desde 3D Studio Max 3 (para optimizar el resultado), desde donde se trabajó tanto los materiales como la iluminación.

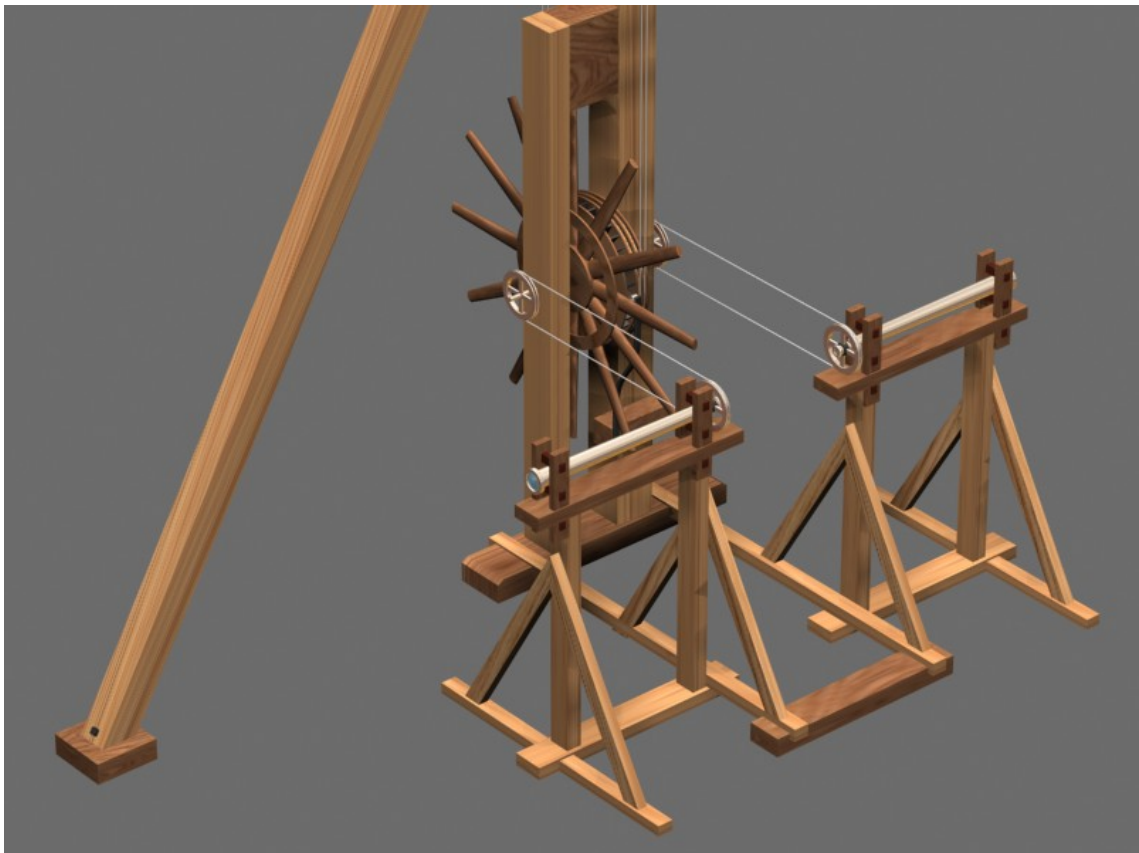


Figura 23. Mecanismo de sincronización de los anteojos con el torno.

Desde este mismo paquete de software se resolvió la animación de los diferentes elementos a través de los procedimientos habituales (cinemática directa, elementos ficticios, vínculos y restricciones al movimiento).



Figura 24. Telégrafo completo, versión de estaciones alineadas.

Posteriormente, se realizó otra reconstrucción utilizando SolidWorks. Éste segundo modelado se hizo tomando como referencia el telégrafo equipado con juntas cardán, destinado a las posiciones no alineadas.

SolidWorks es un programa destinado a la ingeniería, a diferencia de 3D Studio, y por tanto la manera de trabajar y el resultado presenta diferencias. Por ejemplo, la simulación del movimiento de la junta cardán, que para 3D Studio es una compleja animación, desde SolidWorks se consigue de manera relativamente sencilla, y con una gran cantidad de parámetros de salida (no solamente la simulación gráfica).

A modo de ejemplo de lo anteriormente dicho, podemos obtener la gráfica de la velocidad angular de junta cardán, comprobando que a una velocidad de

entrada uniforme (en este caso, $360^\circ/\text{s}$), le corresponde una velocidad variable de salida.

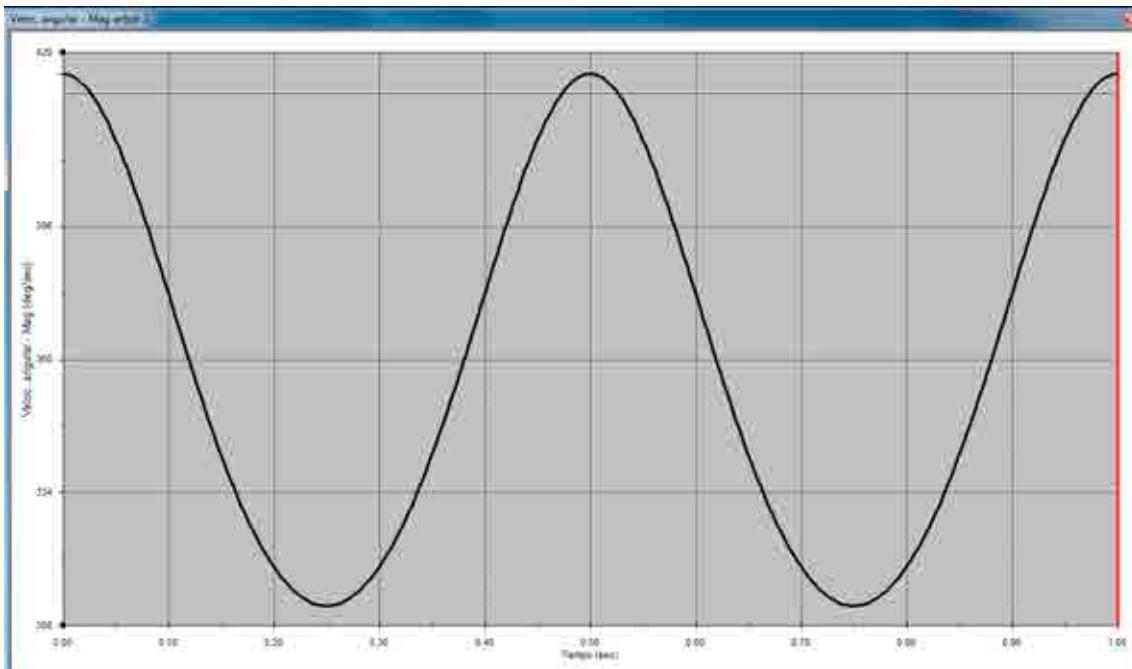


Figura 25. Velocidad angular de salida de la junta cardán, obtenida con SolidWorks.

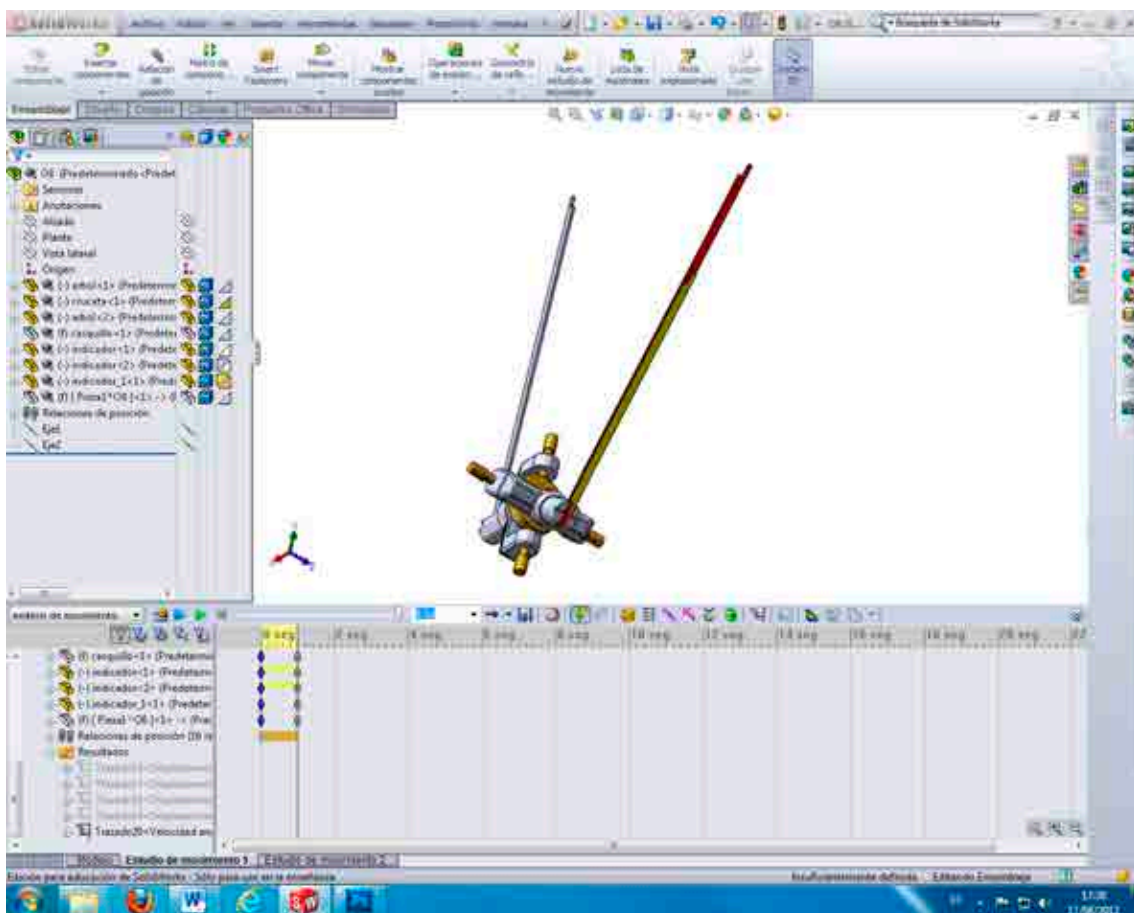


Figura 26. SolidWorks. Análisis de movimiento de la junta cardán.

El programa tiene tres tipos de simulación, la animación, el movimiento básico, y el análisis de movimiento. Con este tercero podemos tener acceso a resultados de desplazamientos y fuerzas, que pueden a su vez emplearse incluso en un posterior análisis de estructuras por elementos finitos.



Figura 27. SolidWorks. Renderizado desde el módulo PhotoWorks.

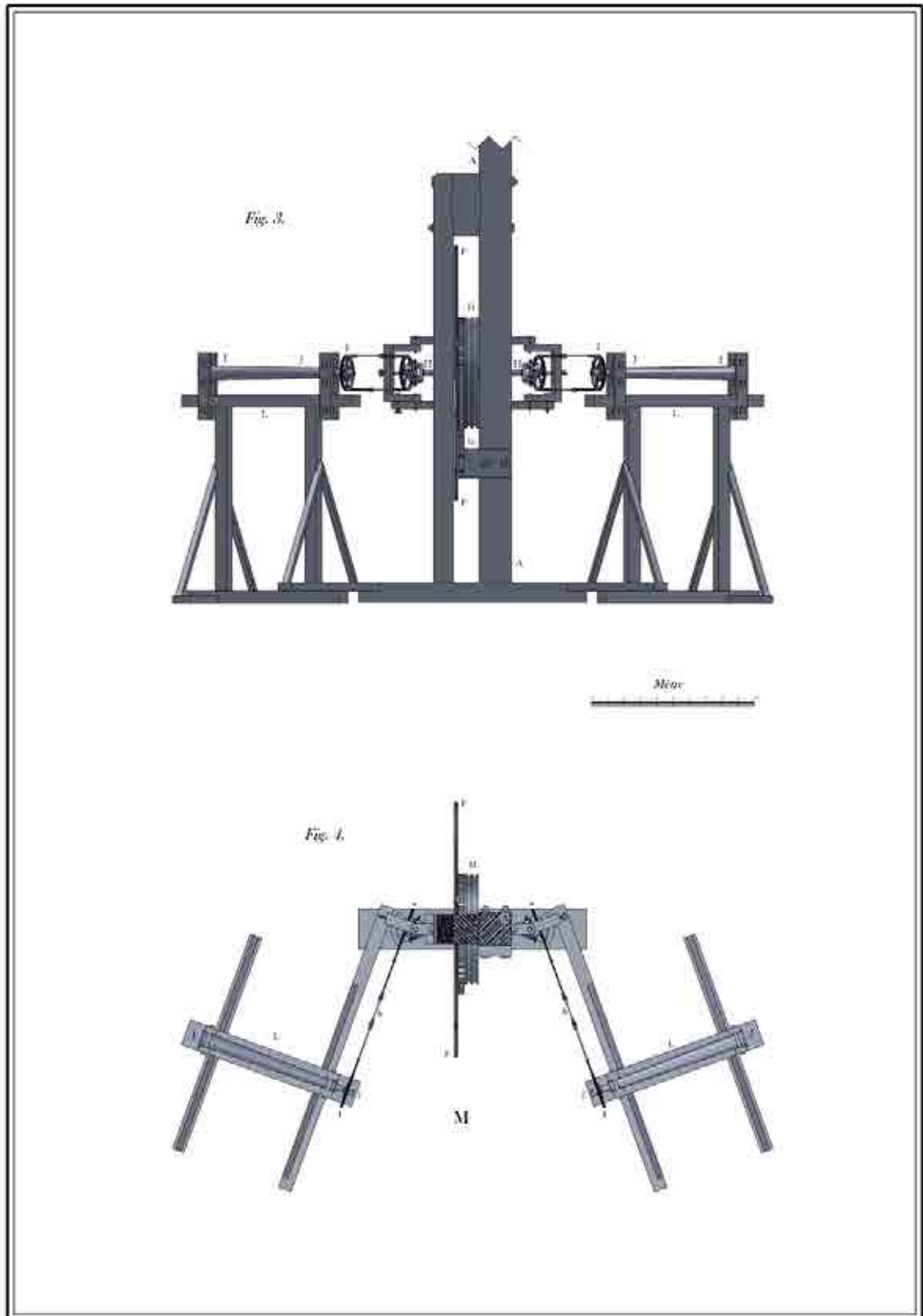


Figura 28. SolidWorks. Recreación del plano n° 2 de la memoria.

9. Resultados.

Del trabajo realizado se desprende que el telégrafo desarrollado por Betancourt/Breguet era superior a cualquier otro sistema de transmisión existente en esa época. La incorporación de un mecanismo de sincronización de los telescopios con la flecha permitía establecer la posición con una exactitud difícilmente alcanzable con los métodos contemporáneos, que era, básicamente, a estima.

Ese mecanismo de sincronización era, pues, clave en el invento telegráfico.

El sistema permitía conocer en cada estación el mensaje a transmitir, pues el torno podía tener marcado el signo correspondiente a cada posición de la flecha. Incluso se pensó en incorporar un sistema de impresión más o menos automático.

El procedimiento para asegurar la correcta transmisión de señales en el caso de las estaciones no alineadas también es de una precisión exquisita. Con un mecanismo simple consigue contrarrestar la distorsión ocasionada por el movimiento de una recta en un plano oblicuo al de observación.

Por otra parte, el lenguaje telegráfico que propone era también muchísimo mejor que el utilizado por Chappe, pues no estaba limitado al contenido de un libro de códigos (o a un sistema de transmisión por palabras); al ser alfabético permitía la formulación de cualquier tipo de frase. En este aspecto, destaquemos que ese sería el sistema empleado posteriormente, cuando aparece el telégrafo de Morse.

La no adopción del invento español fue una decisión política: los informes de los académicos franceses no podían ser más elogiosos, y no obstante, Chappe maniobró ante ellos intentando bloquear cualquier prueba, e impidió la comparación del telégrafo propuesto con el suyo. Ante el fracaso frente a los académicos, consiguió que el poder político renunciase a la prueba. Y tras los informes de las pruebas efectuadas, ataca a los académicos y finalmente a los inventores, acusándoles de “extranjeros”.

Por otra parte, inicialmente las líneas telegráficas se instalaron en función de un acontecimiento o campaña militar. Ello explicaría la ausencia de interés en la finalización de la línea Madrid-Cádiz, caso de no haber sido

nunca concluida (dado que la extensión de esa línea no ha podido ser establecida sin equívoco).

10. Conclusiones.

a. Aportaciones.

Esta tesis ha puesto de manifiesto que existen contradicciones y lagunas (que se resumen en las aportaciones originales) en los diferentes aspectos estudiados.

Se ha demostrado que algunas de las afirmaciones relativas al conocimiento de la junta cardán eran anteriores a lo afirmado por diferentes autores expertos en la materia.

También es novedosa la resolución del movimiento de la junta cardán por métodos gráficos (que refuerzan los resultados analíticos).

Así mismo, se ha realizado una reconstrucción virtual del invento para obtener una representación detallada del telégrafo.

Como primera de las aportaciones de esta tesis destacamos el minucioso estudio histórico del desarrollo en Francia, si bien ya estudiado anteriormente, carecía de algunas puntualizaciones que hemos podido ofrecer. La cronología elaborada muestra documentos no utilizados hasta la fecha por los anteriores estudios, como la carta que Chappe envía a los comisionados para intentar evitar el examen del telégrafo, del 5 de diciembre de 1797 o la entrevista que tuvo éste con el poder político para el mismo fin. También se aclara que en la prueba que se efectúa en París se utilizan tres telégrafos.

Por otra parte, el estudio cinemático del funcionamiento del telégrafo, en el caso de las estaciones no alineadas, también es completamente novedoso. Hasta la fecha nadie había hecho especial mención a la solución que Betancourt aporta para resolver el problema, que realiza con juntas cardán, y con una solución geoméricamente exacta.

A ese respecto, se puntualiza que no es en 1845 cuando aparece la expresión que relaciona los ángulos en la junta cardán, sino que ya Betancourt y Lanz la incorporan en su “Ensayo sobre la composición de las máquinas” en 1808, y que difícilmente Betancourt podría haber utilizado dicho mecanismo en 1797 desconociendo la ley que regía su movimiento.

Además, se demuestra que la junta cardán puede ser resuelta gráficamente, utilizando conceptos de geometría descriptiva (solución también novedosa).

Los tres últimos puntos forman parte del artículo “Agustin de Betancourt's telegraph: study and virtual reconstruction”, publicado en la revista "Mechanism and machine theory" en Junio de 2011.

Por último, se ha realizado la reconstrucción virtual, con dos paquetes de software diferentes, siendo presentada la primera de ellas en el congreso de Ingegraf del año 2002, celebrado en Santander.

b. Caminos abiertos.

La obra de Agustín de Betancourt es tan amplia que aún ofrece numerosos temas de estudio. La virtualización de los proyectos es uno de los caminos que quedan pendientes para poder divulgar dicha obra.

Un trabajo ya empezado es el correspondiente a los molinos que aparecen en los dibujos del canario. Por una parte, un molino hidráulico que diseña en Inglaterra, en Coalbrookdale, destinado a moler sílex, para proveer una fábrica de porcelana. Por otra, un molino eólico de eje vertical que pertenece a la colección de Prony, pero que contiene los planos de Betancourt, y que coincide con el dibujado en el “Essai sur la composition des machines”, donde se adjudica la autoría del invento al canario.

Correspondería para ese primer molino hallar la motivación que llevó a Betancourt a realizar dicho proyecto. En la biografía explicamos que el plano coloreado aparece en la colección de planos de William Reynolds, y sabemos que este empresario explotaba poco después una fábrica de loza en esa localidad y en esa época.

Muy interesante también es el estudio de la segunda parte de la “Nouvelle architecture hydraulique” de Prony. Esa obra contiene buena parte del estudio sobre el vapor de agua que hizo Betancourt, así como los planos de máquinas de vapor en las que también participó el ingeniero español.

Sobre la fábrica de cañones de Indret (Yndrid) hubiese sido también interesante trabajar en la reconstrucción virtual, lamentablemente fue imposible debido al exceso de celo del personal de la biblioteca de Palacio Real, pues negaron las copias necesarias para trabajar en ese tema.

No hay que olvidarse de draga que diseñó en España y finalmente trabajó en el puerto de Kronstadt, la máquina de vapor que tiene un balancín diferente al de Watt y que aparece en el “Essai...” y en la obra de Prony, de la que no aparece mucha información.

Y en definitiva, realizar las virtualizaciones del resto de máquinas e instalaciones que dibujó Betancourt (exclusa de Coalbrookdale, del émbolo buzo...) .

11.Referencias bibliográficas.

- ⁱ Rumeu de Armas, A. *Ciencia y Tecnología en la España Ilustrada*. Ed. Turner, 1980. Madrid. ISBN 84-7506-011-0
- ⁱⁱ Cioranescu, Alejandro. *Agustín de Betancourt. Su obra técnica y científica*. Instituto de Estudios Canarios (CSIF), 1965. La Laguna.
- ⁱⁱⁱ Carta de A. de Betancourt a sus padres, 20 de Agosto de 1781.
- ^{iv} *Inventario de los bienes quedados al fallecimiento del Señor Coronel Dn José de Bethencourt*. La biblioteca que aparece en el inventario que se hizo a la muerte del hermano de Agustín está formada por libros de arquitectura, textil, agricultura, ...
- ^v Real Sociedad de Amigos del País de Tenerife.1778.
- ^{vi} *Ejercicios de matemáticas que han de tener en los Estudios Reales de esta Corte D. Agustín de Betancourt y Molina, teniente del Regimiento de la Orotava en la isla de Tenerife, y D. Carlos Viola y Benavente. Día 4 de Julio, a las 4 de la tarde. Presidiéndoles D. Antonio Rosell Viciano, catedrático de matemáticas en los mismos Reales Estudios*. Madrid, 1779.
- ^{vii} *Ejercicios de matemáticas que han de tener en los Estudios Reales de esta Corte D. Agustín de Betancourt y Molina, teniente del Regimiento de la Orotava en la isla de Tenerife. Día 9 de Julio, a las 10 de la mañana, presidiéndole D. Antonio Rosell Viciano, catedrático de matemáticas en los mismos Reales Estudios*. Madrid, 1780.
- ^{viii} Ver i
- ^{ix} *Primera memoria sobre las aguas existentes en las Reales Minas del Almadén en el mes de julio de 1783, y sobre las máquinas y demás concernientes a su extracción*. Manuscrito 10.428, Biblioteca Nacional de Madrid.
- ^x *Segunda memoria sobre las máquinas que usan en las minas del Almadén, en que se expresan sus ventajas y defectos, y algunos medios de remediarlos*. Manuscrito 10.429, Biblioteca Nacional de Madrid.
- ^{xi} *Tercera memoria sobre las operaciones que se hacen dentro del cerco en que están los hornos de fundición del Almadén, en que se expresan sus ventajas y defectos, y algunos medios de remediarlos*. Manuscrito 10.429, Biblioteca Nacional de Madrid.
- ^{xii} Revista de Obras Públicas nº 3.320. 1993
- ^{xiii} Ver i
- ^{xiv} Gonzalez Tascón, I, y otros. *Betancourt. Los inicios de la ingeniería moderna en Europa*. Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente, 1996, Madrid.
- ^{xv} Ver i
- ^{xvi} Ver i
- ^{xvii} Payen, J. *Capital et machine à vapeur au XVIIIe siècle*. Ed. Mouton et Co, 1969. Paris.
- ^{xviii} Prony, G. *Nouvelle Architecture Hydraulique*, t2. 1796.París
- ^{xix} Bethencourt y Castro, José de. *Notas biográficas de Don Agustín de Bethencourt y Molina*. 1840. Manuscrito.
- ^{xx} Prony, G. *Nouvelle Architecture Hydraulique*, t1. 1790.París
- ^{xxi} Libes, A. *Nouveau Dictionnaire de Physique*. 1806 París
- ^{xxii} Muirhead, *The life of James Watt*, 1858. Londres
- ^{xxiii} Lucena Giraldo, Manuel. *Historia de un cosmopolita*. Colegio oficial de Ingenieros de Caminos, 2005. Madrid
- ^{xxiv} Ver xviii
- ^{xxv} Ver xvi
- ^{xxvi} Juan M. Villar Mir, en *Revista de Obras Públicas*, nº 3.425, octubre 2002.
- ^{xxvii} Carta de José y Agustín de Betancourt a sus padres, 26 de Octubre de 1791.
- ^{xxviii} Carta de Agustín de Betancourt a sus padres, 27 de Febrero de 1793.
- ^{xxix} Carta de A. de Betancourt a A. Breguet, del 10 de diciembre de 1794. García-Diego, José A. *En busca de Betancourt y Lanz*, Ed. Castalia, Madrid, 1985.
- ^{xxx} Rodriguez, E. *Manual de física general y aplicada a la agricultura y a la industria*. Imprenta, fundición y librería de D. José Aguado. Madrid, 1858. Eduardo Rodriguez firma como Ingeniero Industrial (seguido de Doctor en Ciencias y ex- catedrático de la Universidad de Madrid, Ingeniero Químico de la Escuela Central de París y profesor de Física General y Aplicada en el Real Instituto Industrial.

- ^{xxx} Egóvora, Olga V. *Revelaciones de un retrato habanero: Agustín de Betancourt y la primera máquina de vapor en Cuba*. www.opushabana.cu, síntesis de su tesis doctoral.
- ^{xxxii} Ver xxviii
- ^{xxxiii} Ver i
- ^{xxxiv} *Transactions of the Society Instituted at London for the Encouragement of Arts, Manufactures and Commerce*. 1796
- ^{xxxv} Varios autores. *An 18th century engineer's sketch book. William Reynolds book*.
- ^{xxxvi} Bourgoing, J.F. *Tableau de l'Espagne moderne*, Paris, 1803 (Tercera edición).
- ^{xxxvii} *Journal des voies de communication*. Imprenta de las vías de comunicación. San Petersburgo, 1826.
- ^{xxxviii} Ver i
- ^{xxxix} Chappe, C. *Gazette Nationale ou Le Moniteur Universel*, 29-04-1798
- ^{xl} Ver i
- ^{xli} Olivé Roig, S. *Historia de la telegrafía óptica en España*. Ministerio de Transporte, Turismo y Comunicaciones. Madrid, 1990.
- ^{xlii} Hémardinquer, Jean Jacques. Un *centre de formation technique en 1800: Coye*. En *Annales. Économies, Sociétés, Civilisations*. 19^e année, N.4, 1964.
- ^{xliiii} Carta de Bartolomé Sureda a A. Breguet, del 20 de octubre de 1794. En XXIX (García-Diego, José A. *En busca de Betancourt y Lanz*, Ed. Castalia, Madrid, 1985).
- ^{xliv} Martín García, Gonzalo. D. Agustín de Bethancourt, empresario en Ávila. En *Anuario de Estudios Atlánticos*, nº 34. Madrid-Las Palmas, 1988.
- ^{xliv} Ver XLIV
- ^{xlvi} Ver XLIV
- ^{xlvii} Betancourt, Agustín. *Noticia del estado actual de los Caminos y Canales de España, causas de sus atrasos y defectos, y medios de remediarlos en adelante; dada al Excmo. Sr. D. Pedro Ceballos por D. Agustín de Betancourt: Año de 1803*. Publicado en Revista de Obras Públicas, Madrid, 1869
- ^{xlviii} Sáiz González, J. Patricio. *Propiedad industrial y revolución liberal. Historia del sistema español de patentes (1759-1929)*. Oficina Española de Patentes y Marcas. Madrid, 1995.
- ^{xlix} Lusa Monforte, Guillermo. *La creación de la Escuela Industrial Barcelonesa (1851)*. Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona, 2002
- ^l Santisteba, Mariano. *Breve historia de los gabinetes de Física y Química del Instituto de San Isidro*, Madrid, 1875.
- ^{li} Mikhailowitch, Nicolas. *Les relations diplomatiques de la Russie et de la France, 1808-1812*.
- ^{lii} Carta de Sebastián de Lugo-Viña y Massieu, a su cuñado José de Betancourt-Castro y Molina, de 26 de noviembre de 1809
- ^{liii} Ver i
- ^{liv} Mendía, Agustín. *Dos años en Rusia...*Valencia, 1849. (Obra escrita según los manuscritos de Van Halen)
- ^{lv} Schmitt, Heinrich; Heene, Andreas. *Tratado de construcción*. 7^a edición, Ed. Gustavo Gili, Barcelona, 1998.
- ^{lvi} Eymar, A. M. *Description du télégraphe inventé par les Citoyens Bréguet et Betancourt*. Manuscrito. Biblioteca de la Ecole National de Ponts et Chausees. Paris.
- ^{lvii} A. M. de Eymar. Manuscrito. Biblioteca de la Ecole National de Ponts et Chausees. Paris.
- ^{lviii} Prony, G. *Rapport du citoyen Prony...*Manuscrito. Biblioteca de la Ecole National de Ponts et Chausees. Paris.
- ^{lix} Chappe, C. *Mémoire sur le projet d'un nouveau télégraphe présenté au Directoire..*Manuscrito. Biblioteca de la Ecole National de Ponts et Chausees. Paris.
- ^{lx} Betancourt, A; Breguet, A. *Reponse aux observations faites par de C^{en} Chappe*. Manuscrito. Biblioteca de la Ecole National de Ponts et Chausees. Paris.
- ^{lxi} Prony, G. *Extrait du second rapport fait...*Manuscrito. Biblioteca de la Ecole National de Ponts et Chausees. Paris.
- ^{lxii} *Gazette Nationale ou Le Moniteur Universel*, 6 de noviembre de 1797. París.
- ^{lxiii} *Gazette Nationale ou Le Moniteur Universel*, 10 de noviembre de 1797. París.
- ^{lxiv} *Gazette Nationale ou Le Moniteur Universel*, 12 de noviembre de 1797. París.
- ^{lxv} *Procès-verbaux du Directoire Executif an V-an VII*. Tomo III. Inventario realizado por Cheynet, Pierre-Dominique, jefe conservador de los archivos nacionales, 2006 (edición on-line)
- ^{lxvi} *Petición directorio al ministro*. 1797.

- ^{lxvii} Betancourt, A; Breguet, A. Memoire sur un nouveau télégraphe et quelques idées sur la langue télégraphique. Manuscrito. Biblioteca de la Ecole National de Ponts et Chausees. Paris. 1797.
- ^{lxviii} Procès-verbaux des séances de l'Academie. Sesión del 26 de noviembre de 1797.
- ^{lxix} Procès-verbaux des séances de l'Academie. Sesión del 1 de diciembre de 1797.
- ^{lxx} Procès-verbaux des séances de l'Academie. Sesión del 6 de diciembre de 1797.
- ^{lxxi} Chappe, C. Carta a los comisionados. Manuscrito. Biblioteca de la Ecole National de Ponts et Chausees. Paris. 1797.
- ^{lxxii} Procès-verbaux du Directoire Executif an V-an VII. Tomo IV. Inventario realizado por Cheynet, Pierre-Dominique, jefe conservador de los archivos nacionales, 2006 (edición on-line)
- ^{lxxiii} Procès-verbaux des séances de l'Academie. Sesión del 1 de marzo de 1798.
- ^{lxxiv} Archivo Histórico Nacional: Estado, legajo 3.985, libro 2, documento 4.
- ^{lxxv} Procès-verbaux des séances de l'Academie. Sesión del 10 de abril de 1798.
- ^{lxxvi} Lagrange, Laplace, Prony, Coulomb, Charles, Delambre, 1778. Recopilado en Memoires de l'Institut National des Scienes et Arts. Paris, 1801
- ^{lxxvii} Gazette Nationale ou Le Moniteur Universel, 20 de abril de 1798. París.
- ^{lxxviii} Gazette Nationale ou Le Moniteur Universel, 29 de abril de 1798. París.
- ^{lxxix} Procès-verbaux des séances de l'Academie. Sesión del 16 de noviembre de 1797.
- ^{lxxx} Flichy, Patrice. "Dynamics of modern communication", Sage Publications, Londres, 1995 ISBN 0 8039 7850 2
- ^{lxxxi} Delabre. Carta dirigida a Breguet. 25 de septiembre de 1801.
- ^{lxxxii} Rumeu de Armas, Antonio. "Ciencia y Tecnología en la España Ilustrada". Ed. Turner, 1980. ISBN 84-7506-011-6
- ^{lxxxiii} Bourgoing, J.Fr. "Tableau de l'Espagne Moderne", 4a edición, París, 1807
- ^{lxxxiv} Olivé Roig, Sebastián. "Historia de la telegrafía óptica en España", Ministerio de Transporte, Turismo y comunicaciones, Madrid, 1990
- ^{lxxxv} Álvarez de Quindos y Baena, Juan Antonio. "Descripción Histórica del Real Bosque y Casa de Aranjuez", Imprenta Real, Madrid, 1804

12.Anexos

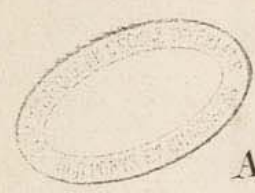
Documentos históricos

(Los Anexos A1 a A10, y A12 a A14 proceden de la digitalización de la Fundación Canaria Orotava de Historia de la Ciencia, el A11 de la Biblioteca de la Escuela de Puentes y Caminos de París, el A15 del Archivo Histórico Nacional (Madrid.)

A1. Primera memoria del telégrafo

MS
1806

Description du Télégraphe inventé par les C.^{ns} Breguet et Betancourt



AA. Serche au Poteau Vertical, soutenu par trois cordes et portant la flèche.

BB. Poulie sur laquelle s'enveloppe la chaîne sans fin qui fait tourner la flèche et qui tourne elle-même au moyen de quatre héviers **aaa**, attachés sur une de ses faces.

C. Indicateur fixé à la Serche **AA**, qui correspond sur la Circoufférence de la poulie aux différents signes transmis ou qu'on veut transmettre, et qui afin d'éviter toute erreur porte à son Extrémité une petite Arollette qui pour chaque Division correspond dans une fente pratiquée sur la Circoufférence de la poulie.

DD. Axe de la poulie **BB**, portant à ses Extrémités deux autres poulies auxquelles s'enroulent des chaînes sans fin **bb** qui s'enroulent aussi sur les poulies inférieures **EE**.
EE. Poulies de même Diamètre que celles **DD**, ayant pour axes les tuyaux des Oculaires.

FF. Corps des Lunettes portant les objectifs et fixés de manière à être absolument immobiles.

GG Madriers soutenus par des poteaux enfoncés dans la terre et serrés de supports aux Lunettes, la manière dont ces Lunettes sont arrangées entre deux Javelles fournit le moyen de les ajuster avec toute la précision et la Solidité nécessaire.

HH. Lieu où est placé l'observateur de manière à regarder dans l'une et l'autre Lunette sans se déranger.

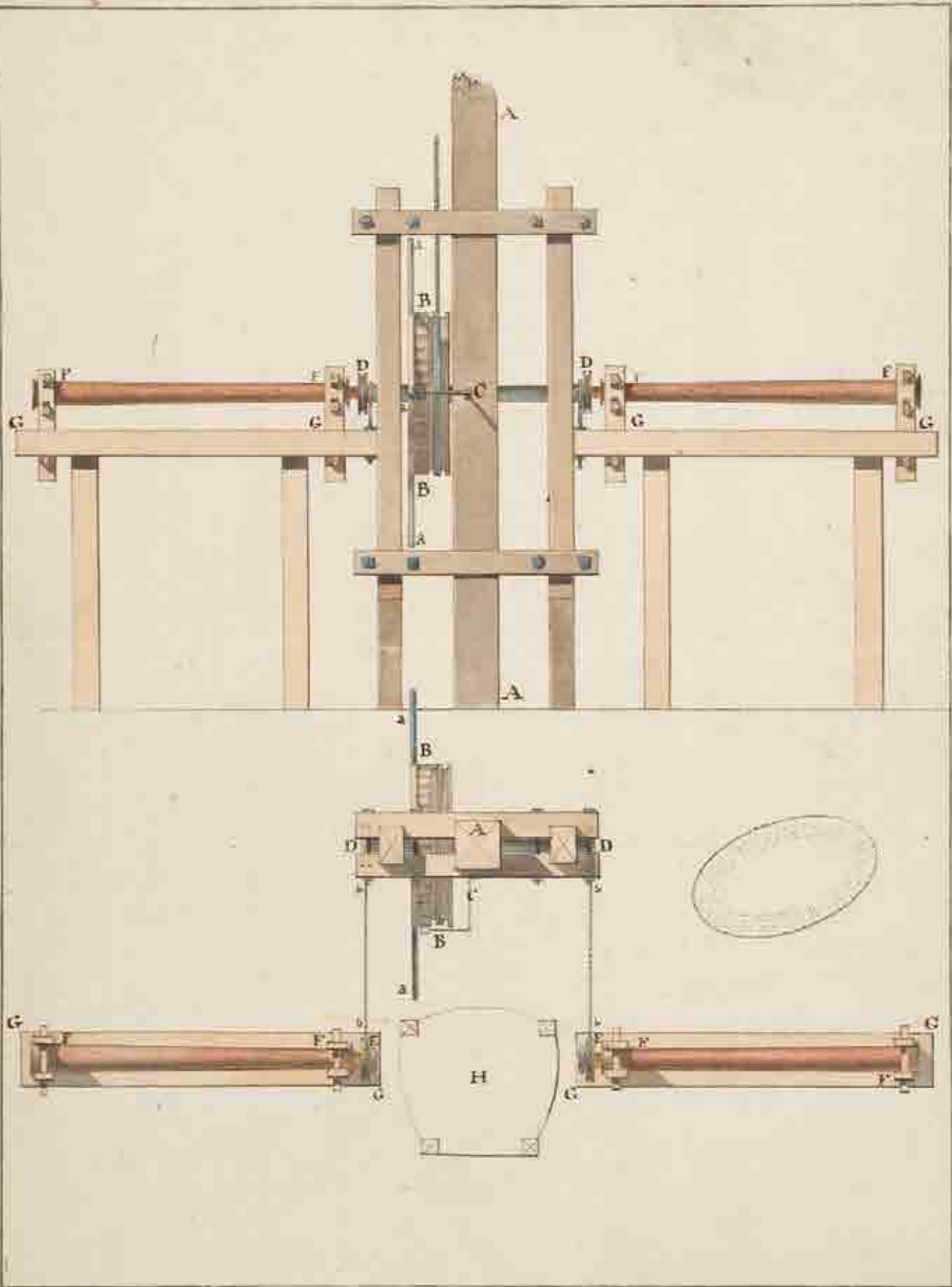
N. Toutes les chaînes sans fin sont munies des Vés nécessaires soit pour les tendre à volonté soit pour régler le parallélisme.

Usage de la Machine.

On conçoit aisément par la correspondance de toutes les parties de la Machine que la flèche attachée à la perche ne peut pas prendre une inclination quelconque sans que les fils de deux tuyaux oculaires ne prennent la même inclinaison, ainsi pour tout régler il suffit de mettre la flèche et les fils Verticaux ensemble et de vérifier cette correspondance de tous à autres.

Lorsqu'on reçoit un signe, dans une Station intermédiaire telle que ce dessin la représente, l'observateur placé en H regarde dans la Lunette fixée du côté où vient le signe; alors il tourne le Serier à jus qu'à ce que le fil de cette Lunette coïncide avec la flèche du Télégraphe qui lui transmet le signe; par le même mouvement la flèche de son propre Télégraphe et les fils de l'autre Lunette se trouvent arriver à la même position; cette seule manœuvre transmet le signe au Télégraphe suivant et dispose la Lunette correspondante à ce dernier Télégraphe de manière à ce que l'observateur peut vérifier sur le champ si le signe est aperçu et répété; il n'a pour cela qu'à tourner la tête de l'autre côté.

N^o. Un observateur attentif n'attend pas pour mouvoir sa flèche que celle du Télégraphe qui lui parle soit fixée, il commence à la suivre dans son mouvement dès le premier instant qu'elle change d'inclinaison, et si les Télégraphes suivants, ont la même vigilance, on conçoit que plusieurs Télégraphes consécutifs peuvent avoir commencé à répéter le même signe avant que ce signe soit achevé dans le Télégraphe primitif.

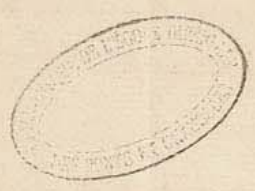


A2. Presentación de Eymar

Ms
1806

Au Directoire Exécutif.

Citoyens Directeurs.



Les Citoyens Breguet et Brotancourt, connus l'un et l'autre par leurs talens et leurs ouvrages dans les mécaniques, ont cherché et découvert les moyens de donner une plus grande perfection au Télégraphe, non seulement tel que nous l'avons en France, mais encore tel qu'il existe en Angleterre ou l'on s'est toujours proposé de profiter de cette découverte et de la perfectionner.

Les Lignes de communication Télégraphique sont établies maintenant de Londres à Deal, de Deal à Portsmouth, de cette dernière Ville à Londres et enfin de Portsmouth à Calcutta. Par ce moyen aucune voile ne peut parvenir au sud des Capotaux de la Manche qu'on n'en soit averti d'avance à Londres s'il en est besoin. Tous les jours par la même Voie dans les différents Ports. Aussi les Télégraphes Anglais sont-ils dans une continuelle activité et c'est à eux que la Marine Anglaise est déjà redevable de plusieurs succès et d'un très grand nombre de prises, parce qu'il est bien difficile qu'un bâtiment que les observateurs ont une fois aperçu, fût sans route sur la Manche, qu'il se laisse échapper.

La Marine Française Calcuterait ces avantages et même par la simplicité et la supériorité des moyens qu'on propose, pourroit les surpasser, et le Directoire ordonneroit qu'on établit des Lignes Télégraphiques le long des côtes de France, de Dunkerque à Calais, de Calais à Dieppe et au

name, d'un Dars à Cherbourg, de Cherbourg à Brest, et
si des points principaux, Calais, Dieppe, Cherbourg et Brest
on établissoit des ~~points~~ Lignes télégraphiques Jusques à Paris.
Or nous jouirons d'un autre avantage qu'aucun vaisseau
ou bâtiment ne pourroit sortir d'un port ennemi, entrer dans la
Manche ou en sortir, sans qu'on le sât au Directoire de saud
qu'on put donner avec une célérité extrême tous les ordres
nécessaires dans nos ports.

Si la France s'entendoit pour cet objet avec la Prusse,
notre alliée, on pourroit établir encore des Lignes télégraphiques
de Paris à Bayonne, de Bayonne à Madrid et de Madrid
à Cadix. Il est facile d'apprécier quels seroient les
avantages d'une pareille communication, que l'on pourroit à l'heure
conserver ou rompre selon les Circonstances.

L'utilité d'une prompte exécution de ces projets est
évidente. Il ne s'agit donc que d'en montrer au Directoire la
possibilité ou plutôt la facilité. La nouvelle invention dont l'essai
a déjà été faite avec le plus grand succès en présence de plusieurs
personnes très instruites et notamment devant le Citoyen
Bouy, Membre de l'Institut National, se répondra
elle-même à toutes les objections qu'on pourroit faire.

La première objection est la Dépense.

Elle se réduit à bien peu de chose par la simplicité de
la nouvelle invention; elle est telle qu'il paroit impossible que
la mécanique puisse jamais la porter plus loin, et pour
s'en convaincre il suffit de la seule inspection des moyens
proposés. Par l'économie que l'on obtiendra dans la construction
des Machines et dans la construction de tout ce qui leur est
accessoire, les inventeurs sont certains que l'on trouvera dans
le moment même des Entrepreneurs qui s'engageront à établir
chaque station moyennant la somme de 200 Louis. Ainsi une ligne

De cinquante stations ne coûteroit pas plus de 300,000 francs en matériaux
fixes, tous frais faits, Observatoires, de Machines, de Lunettes &c.
Cette première Dépense une fois faite, le Directoire peut être
certain qu'il n'y aura ni frais d'entretien ni d'autres réparations
à faire que celles qu'un long temps rendra nécessaire dans les
Machines les plus solides et les plus simples. La seule
Ligne de Paris à Strasbourg coûtera plus que toutes celles
bien plus nécessaires dont il faut s'être parlé.

Ici se présentent encore plusieurs moyens d'économie
et un grand objet d'utilité publique. Les Nouveaux Télégraphes
n'exigeront ni administration particulière ni Ecole pour les Clercs.
Deux hommes, quelquefois, pourvu qu'ils connoissent
les Lettres de l'Alphabet et les Chiffres et qu'ils aient
reçu un quart d'heure de Leçon seront suffisamment
instruits. Il sera même impossible qu'ils puissent se tromper,
comme il arrive assez souvent aux Clercs d'actuel quoiqu'ils
soient occupés à les exercer six ou huit mois.

L'Etat entretient à grands frais les invalides;
on pourroit leur donner ces places comme une récompense
honorifique auxquelles les belles actions donneraient le droit
d'aspirer. Il suffiroit d'une faible augmentation de paye et
de ce témoignage d'une apparente confiance, pour faire de cette
retraite un objet d'émulation et un but d'ambition pour tous
les Défenseurs de la patrie. Ceux qui se seroient montrés
dignes de ce nom seroient d'autant plus flattés de se le
obtenir que ce seroit encore un moyen de servir la République
dans un poste d'honneur.

La seconde objection qui pourra se présenter,
est celle de ce qu'on verra nécessaire pour établir les
nouveaux Lignes Télégraphiques. Elle se résout aussi
facilement que la première.

Si le Directoire adopte la nouvelle instruction
et qu'il donne des Ordres en conséquence, les inventeurs
sont certains qu'on peut établir une Ligne de Po-

Stations à la distance ordinaire et la mettre au service dans
deux mois; à comme l'on peut travailler à plusieurs Lignes
en même temps, on pourra dans moins de trois mois avoir la
communication établie entre toutes les Côtes du Nord et Paris.
C'en est encore ce que confirmera l'inspection de la nouvelle machine
Télégraphique.

On aura peut être encore de la peine à croire la
Certitude des résultats du jeu de cette machine et au secret de
la correspondance.

Comme tous et l'autre sont une conséquence nécessaire
de tout ce qui constitue l'invention, le Directoire n'a qu'à
Ordonner que l'expérience soit répétée en sa présence sur les
modèles qui existent et l'on peut assurer qu'il ne lui restera
aucun doute à cet égard.

On ajoutera ici que le C^{te} Bréquet connoit
parfaitement la Machine qui est placée sur le Louvre.
C'est lui qui en a imaginé les mouvements, le C^{te}
Bréquet a observé sur les lieux les Télégraphes
Anglais. Il pourroit non seulement donner sur cet
objet, mais sur plusieurs autres très importants et toujours
concernant l'Angleterre les renseignements les plus
précieux. Il seroit très intéressant qu'il put être entendu par
les M^{rs} du Gouvernement.

Les avantages particuliers au nouveau télégraphe
et qui doit à la simplicité de l'invention sont le peu de
dépense et la promptitude, avec lesquels on peut ^{l'exécuter sans}
être exposé à se tromper un nombre indéfini de mouvements.
L'avantage de trouver dans tous ceux qui savent lire et
écrire des Mots tout formés. Celui d'être partout transportable,
de servir la nuit comme le jour, de suivre la marche des
troupes sans que la communication avec le Directoire soit
jamais interrompue; de suivre les simonides des fêtes, de

+ établir de nouvelles lignes;
la simplicité et la facilité
avec lesquelles on peut

remplacer avec avantage les signaux, si les Vaisseaux; De
laisser la faculté d'établir ou de rompre la ligne à Volonté
et selon l'usage les Circonstances. De se servir des mêmes
machines pour la transporter ailleurs comme on peut promettre
un rayon sur tous les points de la circonférence; Enfin de
mettre les Machines en magasin et de se servir au besoin
pour établir des Communications en peu de jours.

Le télégraphe, tout imparfait qu'il est, a déjà rendu
les plus importants services au Gouvernement et à la Liberté.
Lorsque cette belle invention qui fera époque dans l'histoire
de la Révolution française aura été portée au degré de
perfection dont elle est susceptible, elle pourra servir en
tout temps comme en temps de guerre à donner toute
l'activité & l'action possible à celui de tous les Gouvernements
à qui cette activité est la plus nécessaire et la plus difficile
peut être à obtenir une République qui embrasse un
immense territoire et avec ses acquisitions actuelles
20,000,000 d'habitants.

C'est par ces Affections et leur attachement à la
France qui ont ~~été~~ engagé les Citoyens Préquet et
Berthoulet à chercher les moyens de perfectionner le
Télégraphe et les ont conduits à cette découverte. Ils
espèrent que leurs Vues seront adoptées desquelles auront
été reconnues et alors ils se féliciteront d'avoir été
utiles au Gouvernement, d'avoir servi les intérêts de la
République française et la cause de la Liberté.

Paris le 23 Brumaire an 5. de la République
Signé: A. M. Cyprès.

A3. Informe de Prony

Ms
1806



Rapport Du C.^{eu}. L'zoni

Directeur Du Cadastre, sur un nouveau
Télégraphe proposé par M. de Bétancourt
Jugénieur Espagnol, Et par Le C.^{eu}.
Bregues, Artiste Français.

Le Directoire Exécutif, en me renvoyant la mémoire de
Bétancourt et Bregues, sur un nouveau Télégraphe, ma chargé d.
constater par expérience, l'utilité de cette machine, et l'économie qui
peut en résulter dans l'établissement des lignes Télégraphiques.
Je lui rendra compte de la manière dont j'ai rempli ses intentions.
Je me suis concerté avec le C.^{eu} Contre Directeur de l'établissement
de Méridien de Meudon, et nous sommes convenus de faire des
expériences dans une chambre de cette Maison Nationale; ces
expériences ont eu lieu mardi 27 de ce mois.

Voici la description du nouveau Télégraphe.

Voyez la figure
jointe au rapport

C'est un perche en bois dont la longueur varie suivant le lieu où elle
est placée, en maintenant dans une situation verticale, au moyen d.
trois cordes attachées, par un de ses bouts, à son extrémité supérieure et fixés
par l'autre bout, à de petits plants dans la terre, une aiguille
aussi en bois, dont la longueur et la grosseur sont relatives à la distance
à laquelle elle doit être aperçue, en fixée en un point de la perche
verticale par un étau qui pourra tourner dans le follet qui la
contient permes à l'aiguille d'prendre toute les inclinaisons
possibles. Ce sont ces inclinaisons, c'est-à-dire les divers
angles que l'aiguille peut faire, soit avec la verticale soit avec
l'horizontale, qui constituent le nouveau langage Télégraphique, et pour le
parler avec facilité, il ne s'agit plus que d'employer un moyen simple
d'faire correspondre différentes parties d'inclinaison de l'aiguille à

Différente Combinaison de Signe. Et sur quel. Et on convient d'attacher
certaine idée.

On y parvient en employer deux poulies d'égal diamètre dont
l'une a pour axe, l'axe d. L'aiguille avec lequel elle est assujettie
à tourner, et dont l'autre est placée à la portée d. l'observateur à un bout
de son axe un index qui tourne sur un cadran fixe divisé en un
certain nombre de parties, à chacune desquelles on écrit un de
signe que le Télégraphe doit transmettre. Une chaîne sans fin
passe sur les deux poulies, de manière que l'inférieure ne peut
pas faire une rotation quelconque de Révolution sans que la
supérieure et par conséquent l'aiguille qui y est attachée ne décrive
précisément le même angle.

D'après cela lorsqu'on veut transmettre un signe quelconque, on place
l'index attaché à la poulie inférieure sur le point du cadran où se
trouve ce signe, et l'aiguille qui est au dessus prend, sur le champ
l'inclinaison par laquelle on en convient de le représenter. La question
se réduit donc maintenant à pouvoir à la station avec laquelle on
correspond évaluer cette inclinaison par un procédé facile et expédient
Détenu; cette partie du problème a été résolue de la manière suivante.

On fixe solidement une lunette ordinaire d. manière que son axe
optique soit dans la direction de l'axe d. l'aiguille du Télégraphe.
Un fil est placé au foyer d. cette lunette et on fera un tour que
le tuyau de oculaire puisse faire une Révolution entière sans que
le fil cesse d.^{rencontrer} l'axe d. l'aiguille du Télégraphe; cette
condition est aisée à obtenir. Un cadran attaché au foyer d. la
lunette et divisé précisément d. la même manière que celui du
Télégraphe, offre la même suite de signes, et un index attaché au
tuyau de oculaire en tournant avec ce tuyau correspond à
chacun de ces signes.

D'après cette disposition si pour une inclinaison donnée, le fil
d. la lunette coïncide avec l'aiguille du Télégraphe, et qu'on même
temps l'index du tuyau de oculaire correspond sur son cadran au
même signe que l'index du Télégraphe sur le sien, on pourra toujours
pour une autre inclinaison quelconque trouver le signe auquel elle
correspond, en ramenant le fil d. la lunette sur l'aiguille du
Télégraphe et voyant à quel signe l'index du tuyau oculaire

correspond sur le Cadran de la Lunette.

Métancours a proposé un autre moyen qui dispenseroit de faire tourner le tuyau de l'oculaire et qui consiste à placer au foyer un Diaphragme, fixé au corps de la lunette, au tour duquel seroit marquée la figure correspondante à ceux du Cadran du Télégraphe, de telle sorte qu'on pût les distinguer aisément en mettant l'œil à la Lunette. L'aiguille du Télégraphe en tournant sur son axe correspondroit nécessairement à l'un quelconque de ces figures et on auroit immédiatement la signification de chacune de ses inclinaisons. On pourroit, pour faciliter la lecture, indiquer de différents diamètres du Diaphragme par des fils de soie et très déliés avec lesquels l'aiguille du Télégraphe coincideroit successivement.

C'est avec cet instrument que j'ai fait du 20^e un premier Essai à Meudon. Je m'y suis trouvé avec le Comte et M. de Breque, M. de Métancours et cinq autres Citoyens qui se sont occupés avec nous de l'expérience, comme il ne s'agit que d'un moment du système de notation ou de figure. On en pourra convenir mais seulement du moyen de transmettre ces figures avec facilité et promptitude, nous avons choisi la notation alphabétique et établi notre transmission en dictant les lettres de ce mot. Le Cadran étoit divisé en 56 parties. Il y avoit quatre, savoir les Extrémités de la verticale et de l'horizontale, et trois pour demander la parole, indiquer la fin d'un mot, celle d'une phrase et enfin avertir qu'on avoit tout dit. Les autres divisions correspondoient au 10. chiffre arabe et à 22 lettres de l'Alphabet.

Deux Télégraphes ainsi disposés ont été placés à environ un Kilomètre de distance l'un de l'autre, avec une lunette au pied de chacune, ils se sont successivement dictés des phrases et pour bien s'assurer que les figures étoient entendues, celui qui écrivoit sur la dictée de l'autre, mettoit à chaque fois son aiguille dans la position où il appercevoit celle dont il copioit les lettres. Un homme étoit à la lunette, un autre au Cadran du Télégraphe, et un troisième écrivoit. presque tous ceux qui ont travaillé étoient absolument neufs à ce genre d'observation, et on éprouvoit de plus l'inconvénient d'avoir de la lunette, très vacillante, le tremblement de l'air et de l'économie, n'ayant pas permis d'avoir

De support solide, malgré ce inconvénient, la transmission s'en fait avec beaucoup de netteté & facilité et des promptitudes. On s'est dicté réciproquement plusieurs phrases, qui ont fort bien été entendues, et le résultat de l'essai a appris qu'on pourroit faire environ 100 signaux en 6 minutes, ou, à très-peu près, un signal en 3 secondes et demi; il n'est guère douteux que la communication seroit encore plus prompte, en employant de l'homme expérimenté et de la machine disposée avec soin & d'habileté et plus de solidité.

Conclusion.

Il résulte de l'expérience d'un je rien de rendre compte.

1°. Que le télégraphe proposé, par Breguet et Bataillon en d'un mécanisme extrêmement simple et aisé à construire.

2°. Qu'il transmet les signaux avec promptitude, facilité et sans équivoque.

3°. Que sa manœuvre n'exige que peu d'expérience pour être faite avec la perfection qu'elle comporte, et qu'il en est très possible d'y employer

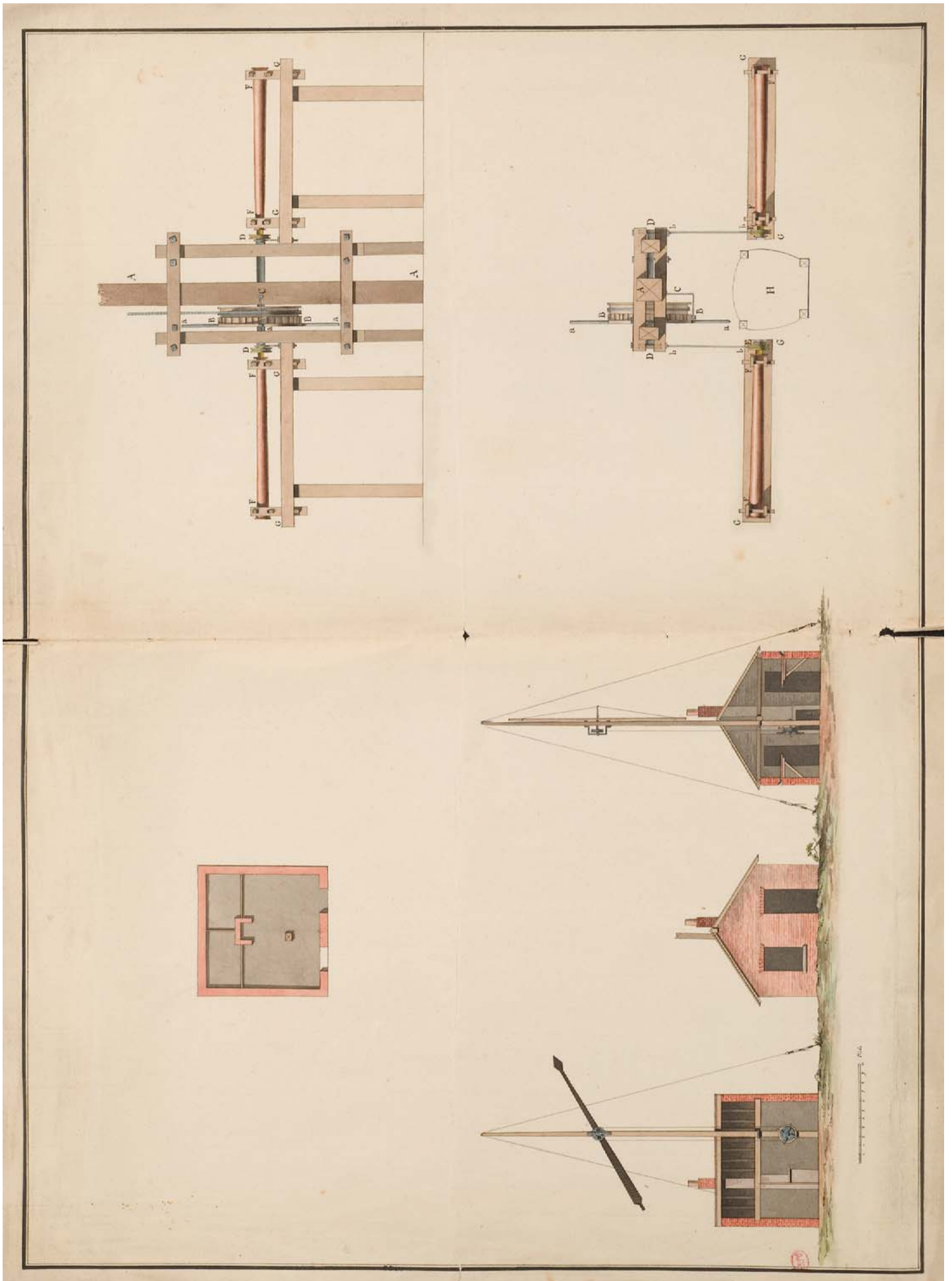
(*) Depuis la rédaction du mémoire, Bataillon a proposé un moyen simple et qui paroit très praticable, de faire toute la manœuvre du télégraphe en employant un seul homme à chaque station.

des soldats & invalides, ainsi qu'on le propose dans le mémoire.

4°. Qu'on peut s'en servir non seulement pour de station fixe mais encore comme instrument portatif à l'usage de l'armée.

5°. Que sa construction est très simple et que le prix de 300 000 pour la station, proposé dans le mémoire, sera très probablement suffisant.

Le 4. Primaire An 5. de la République.
 Prouy



A4. Réplica de Chappe

Veuillez mui Citoyen prony
Directeur du cadastre pour donner
son avis.

10 nivose an 8 républ

Carnot

MS
1806



Mémoire sur Le projet d'un Nouveau Césigraphe Présenté au Directoire.

Le Césigraphe dont on propose
L'établissement au Directoire, est
Le Césigraphe de M^{rs} Chappé,
Mutilé de manière qu'il serait
impossible de s'en servir pour
fabriquer de grandes distances,
ou ligne Césigraphique.

Il est ainsi de s'apercevoir à
La simple inspection des deux
Césigraphes qu'il y a de
différence que la suppression des
deux axes du Césigraphe de
L'œuvre, & que le cadran qui
indique les mouvements du
Césigraphe Nouveau est une copie
du Répétiteur d'axe dans la
Ligne Césigraphique du source.
On verra d'ant. et Minuoir, que
Le même même a été fait y a
long temps, Essayé & Rejeté par
M^{rs} Chappé, comme inutile,
Et ne pouvant produire d'autre
Effet que de faire l'observation.

Il est ainsi de s'apercevoir
à l'apparence du Nouveau projet?

C'est que si les auteurs ont, comme
vous les faiseurs de l'opéra, annoncé
que l'Érection de deux d'hommes Épis-
côpi faite, qu'elle ne consistoit
presque rien.

Or pendant les dépenses de
l'Établissement d'opéra, divers
Épis-côpi ont été même, puisqu'il
n'y a dans la construction de
la machine de l'opéra, que deux
cités des Épis-côpi, et que ces deux
cités n'augmentent que de peu
d'un la dépense générale.

Mais les auteurs du Mémoire
ont confondu deux choses. Les
Cathédrales, et les Épis-côpi, avec
les Nationnaires. Ils ont voulu
à l'Épis-côpi de l'opéra n que
un des Cathédrales à l'avantage
n d'Épis-côpi de l'opéra transportable,
n de suivre la marche de l'opéra
n d'Épis-côpi de l'opéra n
n Magasin de l'opéra n de l'opéra
Cathédrales et Épis-côpi de l'opéra
Chapelle ont été annoncés, et
c'est l'objet du Cathédrales
et Épis-côpi de l'opéra n
de l'opéra de l'opéra, au même temps
que les Cathédrales Nation-
naires, et il y a une petite
différence entre le Cathédrales

ambalanch adoyte a l'ordre de l'Etat
 d'appointe, c'est que le Depot de
 l'Etat Chappes soit chaque
 Geographie à un Prix beaucoup
 au de pres de 2.00 Livres
 Demandez les des des auteurs
 du Memoire

Le etablissement de ces Geographies
 est utile, on se trouve ordinairement
 une sans de l'ordre, on peut
 pour l'air de l'air de l'air, l'air
 de Geographie est simple, les
 l'air de l'air qui l'air à
 donner le mouvement, signent
 l'air de l'air, les signent du
 Geographie, les signent par ce
 moyen, les agents de l'air
 l'air de l'air de l'air de l'air
 on voit qu'on l'air de l'air
 l'air de l'air, on l'air de l'air
 de l'air de l'air, les l'air de l'air
 l'air de l'air, l'air de l'air
 les l'air de l'air du Memoire.

Mais il y a une grande
 difference entre les Geographies
 de l'air de l'air de l'air de l'air
 l'air de l'air de l'air de l'air
 l'air de l'air de l'air de l'air
 l'air de l'air de l'air de l'air
 l'air de l'air de l'air de l'air
 l'air de l'air de l'air de l'air
 l'air de l'air de l'air de l'air

ou d'appointe de l'air de l'air de l'air
 l'air de l'air de l'air de l'air
 l'air de l'air de l'air de l'air
 l'air de l'air de l'air de l'air
 l'air de l'air de l'air de l'air

deux de l'Établissement de l'Éducation
des Dames de la Ville de Paris. On
leur a fait considérer, &c. Il est
nécessaire de construire à cet
établissement de maisons & d'offrir
des services de logement, pendant toute
l'année. On est persuadé d'offrir
dans les pays de l'air. On
a fait des Collèges de filles
des Convents, ou des Écoles
Bénédictines, ou de l'Ordre
de la construction de plusieurs de ces
maisons de Collèges de
jeunes Dames de la Ville
de Paris. On a résisté au
sens.

Le Collège de la Ville de Paris
de la Ville de Paris. On a
été persuadé, sous la construction
de la loge de la Ville de Paris. On
a compris l'état de la Ville
de la Ville de Paris, qui ont
été de la Ville de Paris. On a
fait de la Ville de Paris. On a
monté, pour les Dames, qui a
à Paris. On a fait par
de la Ville de Paris. On a
de la Ville de Paris, qui ne sont
que de la Ville de Paris. On a

Mais de la Ville de Paris
de la Ville de Paris. On a
fait de la Ville de Paris. On a

Incluant Simplicité, Modicité de
Service, de leur Élection, moi de
(Dispensaire).

Le culteur de l'Université de
Lyon à Chagny & Thion;
- (Voyez) sur le droit d'Acquisition
Hébreux, sous le Catalogue du
M^{rs} Chagny, si il n'y a point d'acte
de la dite Université.

Il s'agit de nous savoir
que de la part de la Cour
- Les Académies sont devenues
des Académies, dont quelques unes
ne savent ni lire ni écrire.

Il ne faut qu'on y donne l'heure,
deux, les auteurs du Mémoire,
sur qui sont agents, soient
en état de l'acquiescer.

- Il ne faut que quelques jours
aux agents du M^{rs} Chagny, pour
donner le Mémoire des Signaux.

Il ne faut aucune
administration, dans le nouveau
système.

- L'administration particulière à
la ligne de l'État de l'État à
un Comité.

On aura l'épave d'après du
Chêne.

- Il n'y a jamais eu de l'État.

Catégorie de l'Etat, le premier
Instruction de l'agrandissement
un. Sol à la République.

Est dépendant du service
Donné à son fils, Egale, en
supposant l'usage de la
causant du projet d'augmenter
Etendre l'usage de l'usage
général de l'usage, que l'usage
Même entre les Nations du
Catholique actuel.

On veut de faire l'usage
de la dépendance de l'usage
avec celle du Catholique actuel,
donc qu'il doit bon de faire
voir que les usages du projet
ne sont pas l'usage.
Sont le rapport que ce qui
a été fait par le projet.

Le projet d'usage auroit pu se
Même à trouver que la
Mutilation d'usage par le
usage du nouveau Catholique,
le dévotion au point, qu'il
seroit impossible de l'on
l'usage pour une correspondance
imprécise à même sur l'usage
de phrases pour l'usage, par une
langue. Suite de l'usage.
Même Catholique à de
l'usage d'usage, sur l'usage
de l'usage, sur l'usage.

D'Une Saie à Des Distances
S'ensuit. C'est à Dire, Demander
à Être approuvé D'après avoir
Savoir Si On peut obliger de
Multiplier les postes, & à propos
Convenir Des Situations & Des
Commodes à l'isolement De
Cet Empire Dans ses différentes
Conditions indispensables, qui
nécessairement quelquefois une Distance
de 3 à 6 Lieues. Il est aisé
de sentir qu'il sera impossible
de donner moins de dix lieues
à l'ouverture de l'angle d'un
Côté d'une des extrémités
de l'indicateur. Par conséquent
Donnera dans cette supposition
36 Signaux; Voici deux de
Signaux moins qu'il ne faut
même sous les conditions
d'une correspondance. Ce n'est
sans doute. Il faudroit encore
que vous réduisiez en 36
Signaux, à 18, car 36 sera
suffisant, dans le cas actuel
de la Machine, de distinguer
à une grande distance la
quelle. Par deux extrémités
de cet indicateur de l'un
à l'autre du Côté. Encore ne
pourrez vous distinguer en
36 ou 18 Signaux qui sont
des sens. C'est, & lorsque les

Le secours de la main
de la fourme. Car on ne a pu
arriver de l'obstacle que l'expérience
a fait connaître. Les undulations
de l'atmosphère pendant l'été
deformant tellement les rayons
observés même à une distance de
deux lieues, qu'on peut à peine
sentir les angles de 45 degrés,
et les angles de dix degrés se
confondent tellement, qu'on
ne appercevoit aucun objet sur
les deux côtés de l'angle.
D'autres circonstances, comme
dans les lieux brumés, la
difficulté de l'observation sera
considérable en raison du peu
d'ouverture de l'angle.

L'expérience a encore démontré que
les rayons détachés dans l'atmosphère
et vus à de grandes distances,
échappent à l'œil des observateurs
des très hautes, lorsqu'ils se flattent
d'apercevoir la lumière du soleil.
Cet effet optique a servi de
obstacle à parvenir de hauts inclinaisons
en différents sens, des indications
de son étiologie, pour ménager
des parties obscures, par la
différence des effets de lumière,
et faire connaître, par ce moyen,
le caractère, avec les diaphanéité
de l'atmosphère. L'indicateur du

Nouveau Catoptrique des Sphères
Naines - Est. Obscur.

J'ai dit que les Catoptriques -
doivent être isolés dans l'atmosphère,
Et cela est si vrai, que les Catoptriques
de plus grande dimension, les
longueurs sont placés devant un
fond obscur, ne sont pas isolés.
Il a fallu passer à cet inconvénient
qui se présente fréquemment, et
l'éviter à chaque sorte, dans les
lignes ambulant, en adjoignant
aux instruments des supports,
dont les lames de métal sont,
inclines dans différents sens,
et former un système de réflexion,
dont l'objet est de représenter
sur le fond obscur, la lumière
de l'atmosphère.

Il ne faut pas avoir des expériences
Catoptriques, à moins de choisir de
bons et des lieux avec cette
condition. Le P. Chappé s'engage à
faire une expérience à une distance
de plusieurs lieux, et à donner
l'avis de résultat qu'il n'a été
constaté à Maudon, non pas avec
un Catoptrique stationnaire, non
pas même avec un de ses Catoptriques
ambulant, mais avec un Catoptrique
qui ne concerne pas 15°.

Le Catoptrique le plus admissible,
est celui qui est vu de la

Obstacles qu'apportent les Distances,
La Difficulté du Choix des Sites &
des Variations de l'atmosphère.

Les Signaux du Ciliographe
Thouvenin se font avec des angustoplas
& sont que ceux de mesd. sans le
Ciliographe de M. Chazpe, on le
voit donc moins facilement;
Il a donc déjà une Grande Infirmité
sous ces trois rapports. Il n'y a
que l'expérience qui puisse faire
sentir combien cette observation a
d'importance.

qu'on ne dise pas que le Micromètre
Macedii à une partie de ces inconvénients
Il ne rend pas les corps plus
visibles, & Il a ce désavantage, qu'il
rend l'observation si difficile par
sa précision qu'il exige, soit pour
s'en servir, soit pour l'établir
à de grandes distances, le
Sarcasme de la ligne, ou le
Soin de Vision, que M. Chazpe
a été forcé de rejeter ce moyen,
après l'avoir adopté au commencement
de ses opérations. on peut voir
dans le rapport de suite
d'Instructions Subique, sous le
N^o 2^e de son 3^e. que c'est par
M. Chazpe qui a fourni aux
auteurs du mémoire ce qu'il
doivent comme une découverte
de son fait.

inséré dans la feuille de
réimpression

Lorsqu'on Considère qu'il est ^{si} ~~est~~
indépendant, sous l'insur les
opérations de l'une ligne Cidigraphique
Composé d'un grand nombre de
Statione. qui Contiennent des
Microscopiques. et qu'il
d'une manière si variable, que
le Centre de l'objet Coincidant
parfaitement avec celui de l'axe
de la Lunette, on voit tout
de la Certitude des Résultats. Et
Effect le moindre mouvement
dérangerait cette harmonie, et
dérangerait la ligne à chaque
Instant. Les opérations de l'axe
s'exécutent encore de difficile
bien s'expliquer.

L'expérience a prouvé au
Chappe que la Certitude du travail
ne peut être reposée sur la précision
absolue de la Lunette; surtout
les agents les dérangent, soit
pour négliger les objets, ou certains
qui dans les différentes températures
et obscurité, par la précipitation
de l'eau, l'air ou l'air dans l'état
de dissolution, soit en soulevant
la table, ou le support qui les soutient
et ainsi divers autres vices
de l'axe, que les Marches de
l'axe, et les Nettoyés, et de
l'axe, et de l'axe, et de l'axe, et de l'axe,
soit d'observation, qui enlève
le champ, et de la Lunette,

^{quoique}
Malgré que la Direction du rayon
visuel, soit indiquée sur une
alidade - D'où si on considère
on laisse à juger si dans le Nouveau
Mode d'observation, en Difficulté
ne seroit pas infiniment plus
grand.

On ne s'arrête pas des avantages
multiples qui appartiennent à la
manipulation de l'observation
du Géographe, suivant le système
du Sr. Chappe, quoique certains
qui ne savent que sentir que
par des Bonnes Exercices aux
observations Géographiques, soient
le sur parant de l'exactitude
d'une longue Erreur.

Mais je suppose que vous le
croiriez dans l'ouverture de vos
angles, autant de Signaux, qu'il
est nécessaire d'en avoir, que
le même système simplifie l'objet
que vous en attendez, quel avantage
auroit votre Géographe sur le
Géographe actuel?

Dans cette hypothèse même le
Sr. Chappe pourroit répondre mieux
aux articles du Mémoire; ce que
vous prometted de lui faire.

Je finis par une observation
de Géographe comme l'ont été les
autres inventions, a été un objet
d'essai. Un nommé Cavalley
a imprimé quel s'avoit essayé

Depuis Longtemps:

Un autre, qui a Siege Lieutenant,
Et Le Corps Legislatif de S^{te} Vierge
Luyett disoit aussi, comme le Sr.
Breguet, avoir imagine le
Mouvement de l'axe du Cylindre,
Comme si les moyens nécessaires
avaient été trouvés de s'en servir
M^{rs} étoient les premiers depuis
de S^{te} Vierge, et de s'en servir. C'est
L'objet d'une Découverte.

Je suis sûr de son fondement
Les M^{rs} Breguet et Besançon
avec ces ingénieurs Subalternes,
Mais M^{rs} n'ont pas les mêmes
Savoirs de ce système Cylindrique
Leur Mécanisme, et l'usage qu'ils
font du Cylindre anglais,
En font une preuve évidente.

J'ai écrit au Sr. La Revue
Repeaux, chargé de la direction
de recevoir les Bulletins du
Cylindre, une gravure du
Cylindre anglais, avec une
Explication de la manière dont
M^{rs} appliquent les Signaux.
On y voit d'abord qu'ils ont
Copié au Sr. Mes. Chatelet
au commencement de 1792, à
Monsieur-montant, où il se trouvoit
alors de S^{te} Vierge, et qu'ils
ont adopté un Moyen de
Suffocant.

Quant a L'apostrophe de la
Signe, elle n'est que celle des
Signes alphabétiques, ou des
Théorèmes. C'est ce qui
rend le passage de l'un à l'autre
très difficile, & impossible dans
le plus grand nombre de la
Circumstance.

On auroit à regretter que les
M. de la Cour de la Breque, & les
Croyants, aient inutilement un
Cours que l'Etat a voulu commun
Mettre si précieuse, si l'on ne
s'appareçoit que leur méthode
& leur Mémoire, ne sont que
le fruit de quelques Mémoires
qui ne les ont détournés de leur
Cours d'instants, de leur
Méditation ordinaire.

*Tableau indicatif des signaux primitifs
de l'Alphabète ambulant.*

1		10	/	99	-	101	\
2		11	/	100	-	102	\
3		12	/	101	-	103	\
4		13	/	102	-	104	\
5		14	/	103	-	105	\
6		15	/	104	-	106	\
7		16	/	105	-	107	\
8		17	/	106	-	108	\
9		18	/	107	-	109	\
10		19	/	108	-	110	\
11		20	/	109	-	111	\
12		21	/	110	-	112	\
13		22	/	111	-	113	\
14		23	/	112	-	114	\
15		24	/	113	-	115	\
16		25	/	114	-	116	\
17		26	/	115	-	117	\
18		27	/	116	-	118	\
19		28	/	117	-	119	\
20		29	/	118	-	120	\
21		30	/	119	-	121	\
22		31	/	120	-	122	\
23		32	/	121	-	123	\
24		33	/	122	-	124	\
25		34	/	123	-	125	\
26		35	/	124	-	126	\
27		36	/	125	-	127	\
28		37	/	126	-	128	\
29		38	/	127	-	129	\
30		39	/	128	-	130	\
31		40	/	129	-	131	\
32		41	/	130	-	132	\
33		42	/	131	-	133	\
34		43	/	132	-	134	\
35		44	/	133	-	135	\
36		45	/	134	-	136	\
37		46	/	135	-	137	\
38		47	/	136	-	138	\
39		48	/	137	-	139	\
40		49	/	138	-	140	\
41		50	/	139	-	141	\
42		51	/	140	-	142	\
43		52	/	141	-	143	\
44		53	/	142	-	144	\
45		54	/	143	-	145	\
46		55	/	144	-	146	\
47		56	/	145	-	147	\
48		57	/	146	-	148	\
49		58	/	147	-	149	\
50		59	/	148	-	150	\
51		60	/	149	-	151	\
52		61	/	150	-	152	\
53		62	/	151	-	153	\
54		63	/	152	-	154	\
55		64	/	153	-	155	\
56		65	/	154	-	156	\
57		66	/	155	-	157	\
58		67	/	156	-	158	\
59		68	/	157	-	159	\
60		69	/	158	-	160	\
61		70	/	159	-	161	\
62		71	/	160	-	162	\
63		72	/	161	-	163	\
64		73	/	162	-	164	\
65		74	/	163	-	165	\
66		75	/	164	-	166	\
67		76	/	165	-	167	\
68		77	/	166	-	168	\
69		78	/	167	-	169	\
70		79	/	168	-	170	\
71		80	/	169	-	171	\
72		81	/	170	-	172	\
73		82	/	171	-	173	\
74		83	/	172	-	174	\
75		84	/	173	-	175	\
76		85	/	174	-	176	\
77		86	/	175	-	177	\
78		87	/	176	-	178	\
79		88	/	177	-	179	\
80		89	/	178	-	180	\
81		90	/	179	-	181	\
82		91	/	180	-	182	\
83		92	/	181	-	183	\
84		93	/	182	-	184	\
85		94	/	183	-	185	\
86		95	/	184	-	186	\
87		96	/	185	-	187	\
88		97	/	186	-	188	\
89		98	/	187	-	189	\
90		99	/	188	-	190	\
91		100	/	189	-	191	\
92		101	/	190	-	192	\
93		102	/	191	-	193	\
94		103	/	192	-	194	\
95		104	/	193	-	195	\
96		105	/	194	-	196	\
97		106	/	195	-	197	\
98		107	/	196	-	198	\
99		108	/	197	-	199	\
100		109	/	198	-	200	\

Télégraphe Ambulant

sur six faces de Profil.

Ce télégraphe sera le développement par un autre, à l'usage de la tour, comme le fig. 16. et l'élévation de plan de cinq mille, comme ceux de quatre toises. Sa base est en bois de chêne, et son toit en plomb. Les six faces de sa base sont en bois de chêne, et son toit en plomb. Les six faces de sa base sont en bois de chêne, et son toit en plomb.

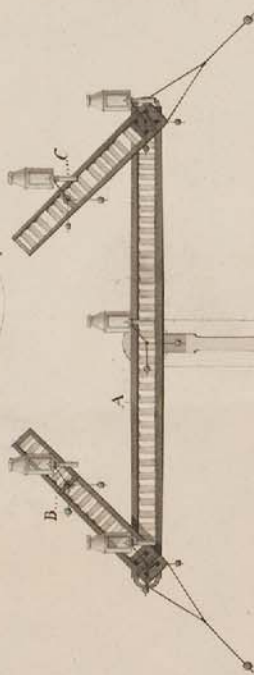


Fig. 1. A. Télégraphe, comme on voit, composé de six faces de profil. B. C. Les deux plans de bois de chêne, dont on voit à droite, et à gauche les deux faces de sa base. D. Les deux faces de sa base, qui sont en bois de chêne, et son toit en plomb.

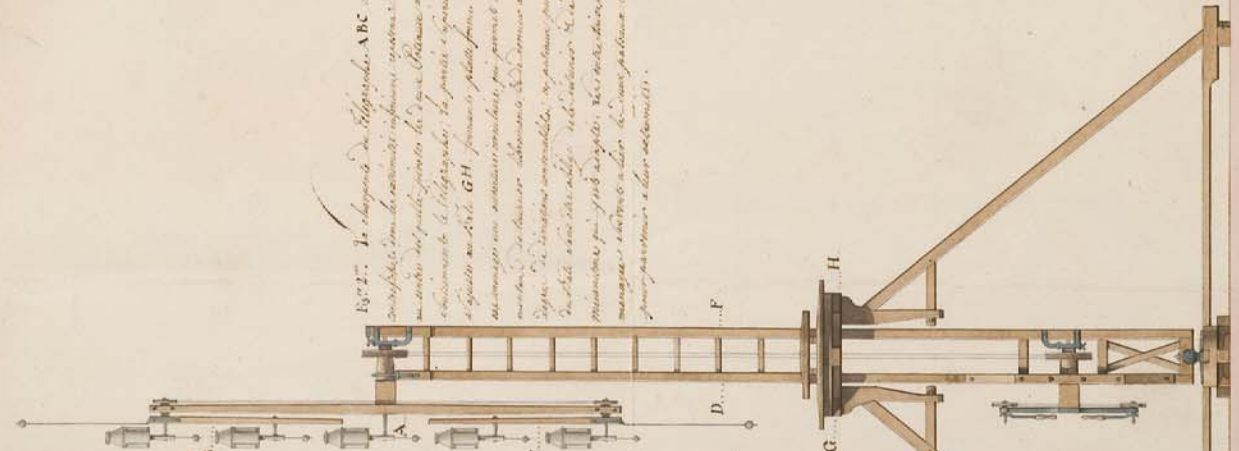


Fig. 2. Le télégraphe de télégraphie. ABC, sont les six faces de sa base. D. Les deux plans de bois de chêne, dont on voit à droite, et à gauche les deux faces de sa base. E. Les deux faces de sa base, qui sont en bois de chêne, et son toit en plomb.

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 100

A5. Contrarréplica de Betancourt y Breguet

MS
A806

Reponse aux observations
faites par le C^{te} Chappé
sur le *Chilomythe propati*
ou *Siretoire*
par Les C^{tes} Breguet et Delaunay.

—



Réponse
aux observations du P.^{re}
Chappe sur le nouveau
Chélographe des P.^{res}
Breguet et Bétancourt

Vous avons lu la lettre
du P.^{re} Chappe et nous allons répondre
à toutes les objections qu'il fait contre
notre Chélographe nous prouvons
distinctement que le P.^{re} Chappe n'a rien
comparé à la méthode que nous avons
proposée, et que c'est en parlant toujours
de fautes supposées qu'il a cru pouvoir
nous répondre.

Il est été facile au P.^{re} Chappe
d'indiquer les erreurs dans lesquelles il est tombé
de avant d'en être lui-même et avant
d'avoir communiqué avec nous, comme nous
avons cherché à le voir lui-même avant
de présenter notre Chélographe au P.^{re} Chappe.
Nous lui avons même montré que notre
Système n'a rien de commun avec le
Sien et sans son préjugé ni sans
son excitation.

Le Chélographe du P.^{re} Chappe
diffère ses figures aux autres en donnant
une signification de convention. Les
figures sont de son avis au nombre
de 146. il est évident que l'observateur
apprenant à les distinguer tous de la
seule inspection il faut qu'il les reconnaisse
et que malgré tout ressemblance éventuelle
ils ne puissent être confondus jamais.

[Faint handwritten notes on the left page, mostly illegible.]

et faire de plus qu'à la suite, et qu'il
se rappelle aux son Télégraphe; ainsi
les observations sont les plus exactes
les attend, et même avec les conditions
supposées, et il est pour la nature d'une
matière le imparfaite et ^{deux} l'observation
est le complément qu'il doit continuellement
exposer à renouveler ses idées.

Dans notre Télégraphe on se
fait sans l'usage de la lunette et que
l'on fait coincider avec une flèche qui
tourne sur son centre, marque les signes
Télégraphiques par le moyen simple
sans l'opération de reporter sur le
mémoire de l'observateur, tout est pour
cacher son visage; toute l'écriture sans
manière est faite et de sorte, qu'il suffit
de savoir regarder dans une lunette pour
qu'on ne puisse pas se tromper, on peut
même se passer dans les stations intermédiaires
de l'avis à quel signe chaque —
la situation de la flèche répond, ce n'est
qu'aux deux stations des extrémités de
la ligne que les observateurs doivent
le remarquer.

Il faut de ce que nous venons de
dire, que nos observateurs n'ont pas même
besoin de savoir lire et écrire, qu'ils
n'auront aucun apprentissage de signes
à faire, et qu'il leur suffira d'avoir
un œil et un bras.

Dans le Télégraphe ou L. Chappé
il y a trois yeux à tenir à faire
un mouvement pour chaque signe.

Dans le notre un seul suffit.

Quant l'observateur ou L. Chappé
apprenant un signe, la manière doit
se relever, et faut qu'il le reproduise sans

Son répétiteur, pour s'en être par rapport
à la longueur en le copiant dans son
Chélographe, il est nécessaire, ensuite
qu'il aille voir dans une autre lunette
de la Station Suivante à copier exactement
le signe transmis, et pour s'en assurer
il faut encore qu'il fasse la comparaison
de ce signe avec celui qui porte son
répétiteur, cette méthode de copie
qu'on ne s'oblige de faire dans son
mémoire pour avoir vu, dans le répétiteur
et dans le Chélographe, expose souvent
l'observateur le plus attentif et le plus
exact à se tromper.

C'est le cas qui nous observons
Au contraire, après une inclination
dans la flèche, il mesure cette inclination
avec un plus grande justesse et une
extrême facilité à mesurer la flèche
dans la même inclination, ainsi que
le fut que dans la seconde lunette, soit
par la méthode ordinaire qu'on se
peut en assurer le signe à la Station
Suivante, ces trois opérations se font
à la fois par un seul mouvement
et par un seul observateur, cela se
fait avec une telle adresse, que de l'attacher
que le fil de ses lunettes coïncide avec
les flèches qu'il observe, et n'a pas besoin
de l'appui de la main, elle se meut
sans attention de la part, et pour avoir
vu à son insu, un coup d'œil donné
à droite et à gauche lui suffisant pour
l'aligner de l'écart de sa ligne qu'on lui
a donné, qu'il a transmis et qu'on a vu.

On voit par ce qui précède, et
par le dessin de notre Chélographe tel
qu'il a été présenté au Citoyen Carnot
Lorsque le Citoyen Lavoisier lui a fait le
rapport des expériences faites à Châlons.

avec le plus grand succès que notre
Chélographe n'a pas le même rapport
avec celui de M. Chappe. Comment
vous admettez que cette machine
absolument nouvelle et qui est construite
d'après des principes toute différents d'elle,
qui s'appelle Chélographe mobile ?

Il avait même dans son mémoire
que nous avons consulté les Chélographes
ambulatoires avec les Chélographes Stationnaires
et ce qui paraît l'avoir trompé, c'est que
nous avons dit que le notre est portable
transportable qu'il pouvait suivre le
marché des armées. &c.

Comment le S. Chappe a-t-il
oublié en faisant son mémoire que
nous avons donné le plan d'une maison-
bâtie en brique avec deux étages pour
recevoir deux observations avec une
cheminée &c. ? le S. Chappe avait du
l'approbation qu'en partie établissons
nous suffisoit pour rendre notre Chélographe
Stationnaire, et qu'il s'agit en effet d'un
Chélographe Stationnaire lorsque nous
avons porté à 200 toises le dessus
de l'établissement de chaque Station.
C'est dans le S. Chappe lui-même que
nous avons vu les choses pour avoir égard
de comparer son Chélographe ambulant
avec notre Chélographe Stationnaire.
Vous savez en rapportant les faits
il est fallu comparer le prix de la
maisonnette de brique que nous avons
proposée avec les dépenses faites au
Louvain, de Valenciennes et aux autres
stations où il a fallu bâtir des maisons
de plus.

Notre Chélographe est susceptible

L'arbre planté sur le toit de toute espèce
de maisons dans pays considérables, et
dans le cas qui sera le plus ordinaire
notre Chilograph Staléonien conten-
nant que chez ambassade du C. Chapp.

Quand nous nous sommes vu
pour l'oo tous en l'ouvrage des
interprètes qui forment l'établissement
de chaque Station, nous avons voulu
mettre les ouvrages au dessus de toute
les difficultés qui pourraient présenter un
trou quelconque, persuadés qu'il y
auroit bientôt pour le Gouvernement
une grande économie à bien payer
les ouvriers, lorsque d'ailleurs il étoit
sur de n'en jamais dans le cas de revenir
à compte pour des dépenses en sus de celles
portées par les premiers devis.

En proposant le prix de l'oo tous
pour chaque Station, on a bien pu
que dans quelques endroits il faudroit
avoir le centre de la flèche à 60 toises
peut être à 80 pieds de hauteur - mais
pour cela nous n'avons pas besoin de
construire à grands frais des tours ou
des dômes élevés, comme cela est
indispensable dans le Système de C. de
Chappe aussi que lui-même en construisoit
dans son même la construction
belle sur le plan proposé suffit, parce que
nous donnerons le moyen de la soutenir
à toute la hauteur nécessaire au vent
ou plutôt verticale placée au dessus de
la maison de briques et que pour cela
il nous suffira de soutenir cette perche
de 18 ou 15 ou de 20 ~~pieds~~ ou 20 pieds
par trois cordes fixées sur le toit
par ce moyen elle sera plus solide que
le mont S. Vincent - par l'oo us
soudains que de cette manière et les tours
plus solides, d'une même, par que l'oo us

supérieure

par mais par l'espace reconnu dans
ce système, nous pourrions donner à
nos codes l'angle le plus avantageux
pour résulter à l'effort du vent, par
le moyen d'une simple, qu'il est facile,
nos Télégraphes des Matériaux
des Ambulans pourrions s'élever à
50 ou 70 pieds, et parcourraient une
plaine à un distance bien plus éloignée
que ceux de P. Chappé. Il ne faudrait
rien pour nos Télégraphes ambulans
en construction en bois, ni autres
Charpente que la partie verticale de
la flèche. Les avantages ne seraient
à recourir dans les Télégraphes de
P. Chappé qui, sans par leur extrémité
ne peuvent guères s'élever qu'à une
hauteur de 20 pieds au dessus de leur
base, et qui, par conséquent, doivent
présenter tous les inconvénients dont il
s'agit lorsque ces bases n'ont pas été
élevées au contraire que dans le système
de P. Chappé il faut que des
Télégraphes ambulans soient très
souples et que pour les distinguer
entre les objets placés derrière dans les
vents de se présenter et se manifester
comme et l'avoué de les garnir de lames
de métal poli.

Il ne sert de s'appesantir inutilement
sur le Télégraphe proposé pour être
nécessairement plus économique non
seulement que ceux qui existent en
France et en Angleterre mais encore
que le Télégraphe Ambulant de
P. Chappé.

Nous ne ferons seulement pas
la comparaison de notre Télégraphe avec

selon le système de Ponce. Les
bonnes machines qui nous viennent
nous arrivent à très bon compte, et elles qu'on
construit encore, n'arrivent jamais qu'à
compléter l'établissement de nouvelles lignes
Télégraphiques, qui auraient rendu de
grands services au Gouvernement. Les
Anglais ont adopté la première perfection
de leur Télégraphie à l'égard de toutes
leurs machines. Elles sont toutes
davantage qu'on s'en soit servi de quelque
qu'elle ait été faite.

Il n'y a point d'administration
pour ces machines que le Gouvernement
soit pour la construction, l'établissement
l'entretien, et tout ce qui est relatif
aux Télégraphes, tout le genre de
sous la forme de deux ou trois machines
ou de quatre ou cinq qu'on peut bien
de choisir un grand nombre de machines
aux intérêts de la République. Il n'y a
pas d'administration, quelque chose elle ne
de tout rien de tout cela, n'est véritable
sans notre système parce que d'une part
nous sommes de faire faire toutes les
Télégraphes de l'entreprise et que de l'autre
les frais d'entretien de notre machine
la réduisent presque à rien.

Le C. Chappé prétend qu'il n'y a
point de tels Télégraphes et en
effet nous n'en avons pas encore ce
non cependant il faut bien qu'on
prenne quelque peine pour former des
établissements selon le système
de C. Chappé ou comme
on voudra le bien ou les former
pendant six ou huit mois, cette dépense
est nécessairement dans le nombre de
celles que coûtent les Télégraphes de
C. Chappé

à Paris, sur tout français.

et si l'on nous l'avoue propre ou
choisir des invasions et de braver plus l'audace
propre.

Passons à la partie des lignes.

Suivant ce qu'on peut inférer de
son mémoire le P. Chappé s'est
formé un système de lignes très
multiples, mais ce système est
inutile et si le P. Chappé se fût donné
la peine d'examiner si son système
Chiligraphique nous ne pourrions pas
parler la même langue que lui, il
ne se serait pas le permis de conclure
que notre Chiligraphique ne pouvait
donner que 18. Lignes tout au plus
et par là même absolument différent.

Il est vrai de s'entendre avec
un peu plus de réflexion, que par notre
méthode on peut faire un nombre
indefini de Lignes avec les quels on peut
tout exprimer en beaucoup moins de
lettres qu'il en faut au P. Chappé,
et qu'on fait tout ces lignes sans
le moindre et sans fatiguer l'attention
et la mémoire des observateurs. ainsi
les objections que le P. Chappé fait
comme toutes les prétentions ridicules
de ce qu'il ne peut composer de notre
Chiligraphique.

Cependant il prétend qu'il y a
beaucoup qui l'ont imaginé et que
ce n'est même qui d'après lui que nous
avons travaillé. il cite en preuve un
rapport du P. Vendemiaire au P.
fait par le conseil d'instruction publique
nous pouvons faire de dire que nous
n'avons aucune objection nous n'avons rien trouvé
dans tout de semblable et nous n'en avons rien que

X. ¹er. une petite carte optique que
 le C^{te} Chappi a fait composer & qui
 est faite de papier blanc & sur
 laquelle on a fait des lignes
 diverses, & que l'on appelle Alphabets. &
 qu'il faut à l'instant de notre ~~lecture~~ lecture
 et que l'on a le moyen de lire que ce soit
 avec son rapport avec les instructions auxquelles
 on donne le nom.

Voilà ce que le C^{te} Chappi a fait de
 République de la République qu'il a fait.

- = de l'écriture appliquée à l'écriture
- = en un tel cas, les parties peuvent servir
- = un moyen de correspondance et en fait de lettres
- = on fait le cadran précédent de même ^{près} un autre pour faire ce que nous allons
- = plusieurs en même temps, & on les appelle
- = correspondances à un même vocabulaire de
- = points d'écriture sur un petit espace de
- = l'écriture de la grande distance, et
- = des lettres, mais on les appelle
- = l'écriture de la grande distance, et
- = pour un petit nombre de lettres, et pour
- = à la distance de lettres
- = et l'écriture de la grande distance de

Voilà donc ce que le C^{te} Chappi
 a fait pour l'écriture de la République de la République
 invention, et pour prouver que ce n'est pas
 de la République de la République, mais que ce n'est
 de la République de la République, mais que ce n'est
 de la République de la République, mais que ce n'est
 de la République de la République, mais que ce n'est

soit approchant de notre invention &
 en parcourant dans le Chapitre les
 choses dans les quelles il a été question
 du Chapitre nous avons vu les mots
 prononcés de la tribune par Chappi.

- = fait d'une autre & est employé
- = à réunir les instruments, & former les
- = établissements des machines à apprendre
- = aux hommes les machines nécessaires
- = à la République.

Mouvement du 1^{er} Chapitre au 2^e.

ainsi donc tout ce que nos membres
 pour voir les choses de la République
 nous ont appris. C'est qu'il lui a fallu
 un autre pour faire ce que nous allons
 qu'on peut enlever en deux ou trois au
 plus à trois mois, qu'il lui a fallu près
 d'une année pour apprendre aux étrangers
 ce que nous promettons de leur enseigner
 dans un quart d'heure.

Personne ajoutée

- = les machines qui sont de l'invention
- = du C^{te} Chappi ont été inventées par
- = des regards.

et il y a une invention que le C^{te}
 Dreyfus doit retenir.

Le C^{te} Chappi a eu l'idée de correspondre
 par des signes. Voilà ce qui lui appartient
 dans le Chapitre mais lors qu'il s'agit
 de construire les machines, il y fut fort
 embarrassé. Il appela à lui plusieurs
 artistes qui ne purent rien faire. Ce fut
 alors que le C^{te} Chappi fut venir au
 C^{te} Dreyfus. La machine fut faite sur
 les dessins de ce dernier, elle est une pièce
 d'acier, et c'est cette même machine que
 l'on voit aujourd'hui au Louvre le C^{te}
 Dreyfus a trouvé le moyen de porter
 le jeu de toute la machine au centre.

Le Commissaire particulièrement de la Compagnie de la Louisiane
Membre de la Directoire

de l'axe, ce qui est un usage absolument
nouveau en Mécanique, quoique le P. Chappe
l'ait fait changer de cette partie, attendu
qu'il est commun d'usage des Siciles le P.
Chappe a bien changé de langage, et
doit le reconnaître que les premières fois
que le Chiligraphe de la Louisiane fut mis
en mouvement il fut appelé le Bica Victor
Volu café.

La vérité de ces faits peut être attestée
par un grand nombre de personnes,
notamment par les P. Auguste et
Saurin, ce dernier est le chef général
de tous, ce qui a rapport à l'établissement
des Chiligraphe et il doit avoir vu tous
les dessins du P. Auguste.

Le P. Chappe n'a pas voulu voir
que votre invention est formée de différents
plans inclinés pour prévenir la réflexion
de la lumière dans l'œil de l'observateur
l'inclinaison est devenue la longueur
de la flèche dans votre Chiligraphe
tandis que dans le sien elle est suivie
la largeur votre construction est
moins dispendieuse que la sienne.

Le P. Chappe nous dit que
les lignes de votre Chiligraphe se font
non des angles plus petits que ceux
qu'il emploie, et que par conséquent
on les distinguera mieux et même
nouvelle preuve qu'il n'a pas compris
votre manière de commencer les lignes

Dans son Chiligraphe les deux
côtés de l'angle qu'il a besoin de reconnaître
à l'instinct personnel de reconnaître par le
travaillement de l'atmosphère qu'on
remarque dans les jours de brouillard et de
brume.

Dans votre Chiligraphe

elle confondra le simple avec le
presqu'il ne s'agit pas de mesurer
un angle mais de faire coincider ou
de rendre une ligne parallèle à une
autre, et par conséquent le tremblement
de l'atmosphère qui est un véritable
obstacle pour lui ne s'en suit inférieu-
r sur les résultats de nos.

Et nous ajouterons que presque
la variété des signes de son Chiffre
dépend de la différente position des bras
extérieurs de la machine qui ont que-
quatre pieds de longueur. Le lieu peut
distinguer son inclination dans cette
direction & plus forte raison on
pourra mesurer avec un instrument
fixé en terre ou dans un mur,
l'inclinaison d'une flèche qui dans
notre dessin a vingt cinq pieds de
long et qui au besoin pourroit en avoir
deux davantage sans augmenter beaucoup
la dépense, & si vous voulez encore
la commodité qui n'est point
peut être placée à des distances plus
grandes que le lieu.

Si au contraire le miroir ou
cannule sera placé le même que ce
dépôt est placé au-dessus et celui
qui lui a été au-dessous et que nous
joignons ici, il résultera de ce que
nous venons de dire comme de ce que
l'expérience de M. de la Hire nous a
démonstré

1^o que notre Chiffre n'a
rien de commun avec celui de L'Chappé

2^o que le L'Chappé n'a compris
ni le principe sur lequel il est établi
ni le système de ses signes.

3^e que par conséquent toutes ses observations et objections portent en faveur

4^e que notre Télégraphe est plus simple et sous tous les rapports plus parfait que ceux qui existent en France et en Angleterre.

5^e que l'Appareil Stationnaire soit ambulant et peut s'établir à beaucoup moins de frais et avec beaucoup plus de célérité que ceux du B. Chappé.

6^e qu'il n'a ni administration ni école d'instruction pour les élèves.

7^e qu'on peut faire avec lui un nombre indéfini de lignes sans fatigue l'attention et la vue, sans l'observation et sans qu'il doive exposer à se tromper.

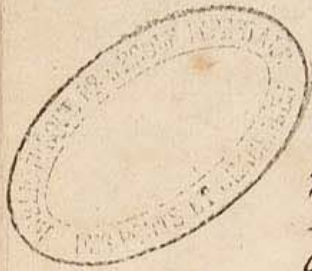
8^e qu'il peut être placé à des distances plus grandes que les Télégraphes soit Stationnaires soit ambulans du B. Chappé.

9^e enfin que le tremblement de l'atmosphère et les efforts du vent n'ont aucun effet sur le mouvement du Télégraphe qui sous l'ancien et que quels que soient ces influences elle ne peut être étrangère au résultat du Télégraphe des Deux Régions de Valenciennes.

Paris le 20 Nivose an 5.

Bartholomée Breguet


A6. Extracto del segundo informe de Prony



MS
1806

Extrait du second rapport fait
au Directoire exécutif Par R. Frony,
membre de l'Institut national et
directeur du cadastre, sur le nouveau
Télégraphe proposé par M. De
Betanourt ingénieur espagnol et
Leff. Greguet artiste français

il résulte, tant des expériences faites
sur le nouveau télégraphe, que de
l'examen des Mémoires et des Dessins
fournis respectivement par les C^{ens}
Chappe, d'un côté, et par Betanourt
et Greguet de l'autre

1.^o que l'invention de Betanourt et de
Greguet est tout à fait différente de
celle des Télégraphes construits par
les citoyens Chappe, et que la même
différence existe encore dans la Manœuvre
et le système de notation

2.^o que la machine Télégraphique

de Breguet et Bettanowit réunis, pour
l'exactitude, la simplicité et l'économie,
et ~~est~~ qu'on peut, en l'employant, former
des lignes Télégraphiques avec plus de
clarté qu'on n'en a obtenu jusqu'à présent
dans les constructions en usage.

3.° que la Manœuvre de ces Télégraphes
est aisée et n'exige, ~~qu~~ de la part de
celui à qui elle est confiée, que la moindre
quantité possible d'adresse d'intelligence
et de mémoire. on doit surtout remarquer
l'ingénieux mécanisme au moyen duquel
un seul homme placé à chaque station,
peut, par le même mouvement, donner
et à l'équille de son télégraphe et aux
fils de ses lunettes antérieure et postérieure,
la position indiquée par le télégraphe
qui lui transmet un signe.

4.° que le système de notation
dont les nouveaux télégraphes sont

susceptibles à la même fécondité et
comporte le même nombre ^{total} de signes
que ceux qu'on pourroit lui comparer;
et cette propriété peut s'obtenir aisément
par les combinaisons convenables de trente
ou quarante signes primitifs. il est même
probable que la transmission se fera
plus promptement par les nouveaux
télégraphes que par les anciens.

C'est d'après ces considérations que
le Sr. Prony regarde l'invention de
Balthazard et de Greyet comme
devant être accueillie par le gouvernement
et ^{étant} regardée comme une perfection
ajoutée à l'art télégraphique.

Pour extrait conforme, Paris
le 24 nivôse an 9 Prony

A7. Carta pública de Eymar a Monge, en la Gazette Nationale ou Le Moniteur Universel

A8. Carta pública de Chappe, al redactor, en la Gazette Nationale ou Le Moniteur Universel (y otros) el 10 de noviembre.

A9. Carta pública de Eymar a Chappe, en la Gazette Nationale ou Le Moniteur Universel

gouvernement, les calamités contre les hommes et la Providence, le respect de nos institutions, le respect de nos libertés, les reproches adressés aux plus dévoués de la République, l'indignité la plus marquée pour le système de nos lois, et de nos lois contre les républicains, etc. etc.

Tout, tous les principaux traits auxquels vous reconnoîtrez et attaquerez les trompettes et les clairons de la contre-révolution.

Basin et Bismont.

Le ministre de la police générale, Signé Bismont.

MÉLANGES.

Roman, au citoyen Chappé. — Paris, le 20 Brumaire, an 6.

J'ai reçu deux fois, Citoyen, une lettre que vous avez fait passer dans plusieurs journaux. Les rédacteurs du Courcier et de la Cit de Calcut ont cru devoir en supprimer quelques lignes; je les en remercie au nom des citoyens Bismont et Bismont. Les rédacteurs du Répertoire et du Mérite ont imprimé votre lettre toute entière, et telle que vous la leur avez envoyée; je crois leur devoir aussi les remercier, et en en rendre bientôt la raison.

Puis ce qui vous regarde, Citoyen, j'ai quelques observations à vous faire.

Voici votre première phrase :

« L'Espagnol Bismont, las de servir les découvertes d'autrui, veut servir son Citoyen Bismont, pour être quelque chose de son propre fonds, et il a annoncé, dans votre journal, un nouveau télégraphe, etc. »

Vous un autre passage de la même lettre :

« Mais de ces sublimes découvertes, Bismont a cru faire une application utile pour lui; il a demandé à faire l'expérience d'un nouveau télégraphe; il a inventé, dans un moment, que le citoyen Bismont approuva d'Angleterre des moyens de perfectionnement; et comme ces choses industrielles de la France, qui croient à l'usage des choses, ne craint plus d'être décrié à l'étranger, Bismont et Bismont qui, comme eux, sont venus en France, entre les mains, ont été qu'ils avaient des télégraphes à l'anglais, etc. »

Il faut vous le dire avec toute la franchise républicaine, Citoyen, je ne attends rien à vous répondre à une lettre écrite d'un tel style et sur un pareil ton.

Cependant, quelle que soit ma répugnance, j'y suis forcé; je m'adresse d'ici à vous des citoyens Bismont et Bismont. La lettre qui a servi de modèle à cet usage communique votre nom; l'annonce de vos nouvelles entreprises a été faite par moi, et non par le citoyen Bismont, à qui il vous plaît de l'attribuer; cette annonce au public de moi, j'ai rédigé dans le sens le meilleur que vous attribuez au citoyen Bismont, et je suis sûr que vous ne m'en ferez pas un reproche; car vous ne pouvez pas ignorer que c'est moi qui, comme les autres, m'occupe de ces choses.

Je m'adresse, sans doute, de temps en temps, une fois vos paroles, ce qui n'est pas le mien; j'aime à croire que ce n'est que par accident qu'il m'est devenu le vôtre. Je tâcherai, en vous répondant, de ne point oublier ce que je m'en suis dit moi-même, de ne m'écarter dans mon langage ni des faits que l'on voit aux personnes dont on parle, ni du respect que le public a droit d'attendre de ceux qui s'adressent à lui.

Lorsqu'après avoir examiné avec toute l'attention dont je suis capable le nouveau télégraphe, je crus qu'il pouvoit être utile à ma Patrie, je fis tout ce qui dépend de moi pour engager les inventeurs à le faire connaître au gouvernement. Nous savions quels sont ordinairement les obstacles que rencontrent les nouvelles découvertes qui paraissent attaquées des préventions ou des intérêts particuliers; néanmoins, comme les citoyens Bismont, Bismont et moi, nous n'avions aucun intérêt dans cette affaire, je conçus l'espoir de les surmonter.

Ceux qui connoissent les citoyens Bismont et Bismont croient aisément qu'ils ont été les plus grandes difficultés que j'ai eues à vaincre, à être de leur force modeste. Ce fut presque malgré eux que je rédigeai mon premier mémoire, et il m'a fallu arracher encore leur consentement pour pouvoir publier ce dernier lettre.

Certes, si j'avois pu prévoir que la publicité donnée à leur invention leur auroit valu de votre part les injures que vous vous permettez de leur adresser, sur leurs talents, sur leurs intentions, j'aurois balancé peut-être entre l'honneur public et celui de leur repos, que rien ne pouvoit me donner le droit de troubler.

L'homme d'un vrai mérite, Citoyen, l'occupe, dans un silence qu'il faut avoir respecté, de ses travaux utiles; il faut en quelque sorte lui faire

violence pour l'arracher à sa retraite et à la douce obscurité. Tous les efforts sont favorables aux profondes méditations, qui font le charme de sa vie; l'homme d'un vrai mérite produit des ouvrages d'ordre sans trouble, presque sans y croire. Ses œuvres seules, que je ne puis souvent ou même laisser lui connaître, passent pour lui, et établissent sa réputation.

L'homme médiocre, au contraire, se montre impouvé sans content de lui que difficile sur le mérite des autres. Privé de son talent, il se sacrifie sur les idées et sur les travaux d'autrui; il se trouve présentement sur les traces de ceux qui l'ont précédé; il parle sans cesse de ce qu'il a fait, de ce qu'il a voulu faire, de ce qu'il fera; ce qu'il croit avoir prouvé est toujours à ses yeux le meilleur, sans se soucier de ce qui est possible; il croit devant son public ouvrage, et le bruit qu'il en fait par-tout et en toute occasion est précisément la mesure qu'il donne de sa capacité et de son talent.

Quel qu'il en soit de ces réflexions, voici une contre notice sur les hommes dont vous parlez avec si peu de justice et sans d'inconvenance. Ce ne sera pas ma faute si ce que je vous en diso sensiblement si peu au point que vous en avez usé.

Le citoyen Bismont, en parcourant l'Europe en plusieurs endroits, qui cherchoit à connaître les différents procédés des arts pour les publier et les répandre. Il se voit constamment occupé, sans autre motif que celui d'être utile, à acquérir des connoissances sur l'industrie de tout les pays, pour la leur rendre connue avant qu'il en soit possible; il n'a jamais cherché à s'attribuer aucune découverte qui eût été faite avant lui; mais il a inventé plusieurs machines comme des différents articles de la France, et dont il seroit trop long de faire l'énumération; c'est alors seulement qu'il a dit que ces machines étoient de son invention.

Pour ne parler que des obligations que nous lui avons en France; il ne faut que les plaines (pays) de dix qui y a apporté les premiers et fait exécuter, avec les citoyens Paris, la pompe à feu à double effet, dont, à la seule inspection, il avait dressé le mécanisme à Londres. Le dessin de cette machine, rendue plus parfaite qu'elle n'étoit sortie des mains de l'inventeur, fut présentée à l'Académie des sciences. Les citoyens Mirago et Bismont furent les rapporteurs du mémoire du citoyen Bismont.

Nous lui devons encore la machine à vapeur hydraulique que l'on peut voir aux anciens des citoyens Paris; il avait apporté cette machine d'Angleterre.

Le citoyen Bismont a remis de plus au citoyen Paris, et à l'école des ponts et chaussées, les dessins des différents moyens dont les Anglais se servent dans leurs canaux de navigation pour ouvrir et détendre des biefs sans employer le moyen des écluses. Service très important, rendu gratuitement, comme tout les autres, à la République Française, et dont à la paix générale elle rendra sans cesse toute le prix. Les citoyens Bismont a nommé, non seulement les inventeurs de ses machines, mais il a fait connaître les endroits où elles sont exécutées.

Dans le 3^e volume des Mémoires de la Société pour l'encouragement des arts et manufactures de Londres, on peut voir encore la description d'une machine qui sert à élever l'eau des canaux et des rivières navigables. Cette machine lui a valu le prix.

Enfin c'est à lui qu'on doit la découverte de la loi de la force expansive de la vapeur de l'eau à différents degrés de chaleur; l'une des connoissances les plus importantes qu'on ait acquises récemment sur ce qui concerne les machines à feu, ainsi que l'explique l'ouvrage original dans son compte rendu au corps législatif, le 2^e jour complémentaire de l'an 4, et comme on peut le voir dans le savant ouvrage qui a pour titre, Nouvelle Architecture hydraulique, par le citoyen Paris.

Quant au citoyen Bismont, si sa modestie, dont on seroit presque fondé à lui faire un reproche, ne lui a pas encore permis de mettre au jour les découvertes dont la date marque l'époque des plus grands progrès que l'horlogerie ait fait jusqu'à nos jours; si l'on ne peut encore en Europe que par l'étonnante perfection de ses montres, le méfiance que cette occasion se présente d'annoncer malgré lui sa patrie, qui indépendamment de plusieurs découvertes qu'il a faites dans l'horlogerie, il a inventé un échappement dont le régulateur ne reçoit aucune influence directe de la force motrice, et des imperfections du rouage de manière que le ressort n'est point tenu par dix fois plus ou dix fois moins de force, mais qu'il puisse produire aucune différence, ni dans la mesure du temps, ni dans l'économie des oscillations ou balanciers.

Il a inventé un autre échappement dans lequel le centre de gravité du balancier et le centre du mouvement, sont même point de se trouver point par coïncidence sur le même axe; il a découvert un rien dans le régulateur des oscillations, quelconques soient que l'on veuille donner à la montre.

Tantôt les tous les autres qui excellent dans

ce bel art, et ont toutes les épreuves de leur talent, ont tous l'honneur d'être le maître de leur connoissance; l'invention et la perfection des machines qu'ils représentent les manœuvres de la table de l'écriture; je ne puis m'empêcher de vous dire que vous ne sachiez rien de ce qui est en la voie de l'éclaircissement de la justice et à la vérité, ils disent au public, mieux que je ne le puis dire, et n'est pas vrai que ces découvertes soient essentiellement comme le nom de leur auteur; qu'elles tendent plus de service à l'humanité, que tout ce qui a été découvert jusqu'à présent. C'est le cas de ces arts, et ces lettres, pourvu que les esprits soient à leur service.

Et vous, Bismont et Bismont, vous êtes respectables sans l'indignité de ce que je dis d'eux; j'ai de regret, surtout que j'en ai vu des fois dont je suis bien involontairement la cause; j'ai dû repousser les injures que vous m'avez adressées et des services que vous m'avez rendus, vous ont été faites dans un Paris

Le public pourra croire, Citoyen, qu'il faut tout ce qui précède, il seroit assez inutile de le répéter; j'ai dit toutes les assertions de vérité; je ne suis donc ni tout, mais ni rien, ni si-dessus.

Vous dites que le nouveau télégraphe n'est que votre télégraphe modifié; que lorsque vous m'avez écrit, vous n'avez rien dit de ce que vous m'avez dit; que dans un rapport fait par le citoyen Paris, il est fait mention d'un mécanisme que vous avez représenté comme très-embarrassé et inutile; que vous dites que les machines employées par le citoyen Bismont, pour construire le télégraphe de Londres, étaient toutes de son invention, et que vous prétendez qu'il a inventé une nouvelle machine de manière des Anglais, à degré avec le micromètre. Voilà, je crois, à quoi se réduisent toutes vos assertions. Vous m'avez dit que vous n'avez rien dit de ce que vous m'avez dit.

Pardonnez-moi si j'ai dit que vous n'avez rien dit de ce que vous m'avez dit; que vous n'avez rien dit de ce que vous m'avez dit; que vous n'avez rien dit de ce que vous m'avez dit.

Le micromètre fait-il un embarras de plus sur la machine dont vous parlez? Je l'ignore; ce que je sais, c'est qu'on a vu des instruments qu'on appelle de ce nom, le genre n'est pas inventé dans le nouveau télégraphe. C'est ce qui vous fait dire que les pièces et des autres choses; cette invention pourroit être rendue utile, et que je les ai fait envoyer dans un rapport d'ouvrage. J'ai été encore plus d'un instant, lors de votre d'Angleterre, y est allé avec moi, que de quelques autres de France. Elle a été présentée aux citoyens, et à ce qu'il paraît, elle n'a pas été employée; mais je ne suis pas le principal auteur de son existence actuelle.

Le seul que j'ai mis à cette découverte, et qui a été l'ouvrage d'un homme qui a découvert tout à ce sujet, et y a pu au, chez le ministre de l'industrie, dont vous parlez. Les citoyens Paris, Guiton-Moreau, Lanture, Ponce de la Motte, Fournier, Coray, qui avaient vu l'ouvrage et les mémoires dans les yeux, non seulement n'ont point porté les jugements dont vous parlez, mais ont corrigé et modifié, en me montrant les défauts les plus sensibles à la construction de cette machine, et, en fait, les résultats de l'expérience pour leur opinion. Il est convenu que une constatation fut faite de tous les faits que vous dites, j'aurois cru que tout ce qui n'est point été dit.

Bah! voici le texte même du rapport du citoyen Paris, l'un de ces juges que vous citez. Il résulte, tant des expériences faites sur le nouveau télégraphe, que de l'examen des mémoires et des dessins fournis d'un côté par le citoyen Chappé (c) qui le directeur a demandé leur avis, et de l'autre par Bismont et Bismont.

« 1^o Que l'invention de Bismont et Bismont est tout-à-fait différente de celle des Bismont, construite par le citoyen Chappé, et que la seule différence existe encore dans la manière d'être de notation.

« 2^o Que la machine télégraphique de Bismont et Bismont réunis, pour l'exécution, est simplifiée à l'économie, et qu'on peut en employer former des lignes télégraphiques beaucoup plus étendues qu'on n'en a obtenu jusqu'à présent dans les constructions du même genre.

« 3^o Que la manœuvre de ces machines est simple, et à l'usage de la part de ceux qui les emploient, et que la manœuvre de ces machines est simple, et à l'usage de la part de ceux qui les emploient, et que la manœuvre de ces machines est simple, et à l'usage de la part de ceux qui les emploient.

Et le citoyen Prouy fait une description du télégraphe, et il poursuit :

« Que le système de notation propre aux nouveaux télégraphes, à toute la portée nécessaire au langage télégraphique, ce langage est susceptible d'avoir une étendue indéfinie en employant les combinaisons de 20 ou 40 signaux permis. Il est même probable que la transmission se fera plus promptement par les nouveaux télégraphes que par les anciens. »

« D'après ces considérations le citoyen Prouy pense que le télégraphe proposé par Beaucourt et Breguet, est une invention qui ajoute des moyens nouveaux et utiles à l'art télégraphique, et qui méritent d'être accueillies par le gouvernement. Pris, le 24 nivose, au 2. Signé à l'original, Prouy. »

Maintenant, Citoyen, et nous ne plus revenons sur une controverse dont un objet même aussi intéressant ne pourra jamais l'emporter, de quoi s'agit-il dans cette affaire? S'agit-il de vos intérêts de votre amour propre, en cherchant à décider si c'est en Angleterre le docteur Hook, composition de Newton, et ce lui Assonçons, en France, qui, le premier, inventa les télégraphes à lettres de longue vue, comme, dans un ouvrage qui est entre les mains de tous le monde, l'Encyclopédie l'a dit; ou si c'est vous, comme on se pourrait le prétendre, que vous avez été les premières expériences qui ont été faites publiquement? Est-il question de savoir si le citoyen Breguet a fait ou pas de géant dans l'horlogerie; si a donné par ses inventions un mécanisme qui se meut avec la machine de Lavoisier, comme le cit. Saunier, artiste intelligent autant qu'habile, et sur lequel le cit. Chappé s'est toujours reposé pour la construction des machines, et comme plusieurs autres artistes, ainsi que le citoyen Boquet, l'attesteraient si besoin; ou si ces moyens étaient connus de tout temps comme vous l'assurez? S'agit-il enfin d'examiner si les citoyens Breguet et Beaucourt ont inventé le nouveau télégraphe ou s'ils ont simplement amélioré celui-ci, qui ne ressemble point au premier.

Mé! non, Citoyen, il ne s'agit de tout cela que d'un accessoire; ce dont il est essentiellement question, c'est de chercher tous les moyens d'affermir la République française, d'abaisser l'insolence et intolérable orgueil du gouvernement anglais, d'aider le gouvernement français, ou, pour mieux dire, le gouvernement républicain d'un puissant moyen d'action; si s'agit des nouvelles victoires qui attendent Bonaparte, de la jeunesse paisible de la liberté et du combat de la gloire qui doit être le prix des efforts et de tous les sacrifices du Peuple français; si s'agit des intérêts du commerce de l'Europe, de l'indépendance de toutes les Nations, de la liberté du Monde,.... Et nous placerions au milieu de tout cela nos misérables intérêts particuliers!...

Je n'ai plus qu'un mot à ajouter: l'insurrectionnel, ainsi que toutes les hommes instruits et amis de la Patrie, vaudra les juges que les citoyens Breguet et Beaucourt ont demandés. Sollicité, comme eux, l'avantage d'entrer dans cette liste honorable. Il sera toujours glorieux pour vous d'avoir luté contre de tels adversaires et devant un pareil tribunal. Soit que vous soyez vaincu de cette lutte vainqueur ou vaincu, en bon citoyen, vous vous réjouirez avec nous de ce que le plus grand bien de la Patrie sera le résultat nécessaire d'un examen fait avec le plus grand soin, et d'une expérience faite aussi solennellement.

Salut et fraternité.

A. M. EYMAR.

CORPS LÉGISLATIF.

Rapport fait par Dubail des Vosges, dans la séance du conseil des cinq cents du 5 brumaire, sur le sort et les dispositions législatives relatives à la taxe d'entretien des routes.

Dubail, des Vosges. Le mauvais état des routes, la nécessité de les réparer pour rendre à l'agriculture un commerce, au service militaire et aux voyageurs, des communications faciles ont été depuis longtemps la sollicitude du corps législatif. Chacun de vous était instruit de la dégradation des routes, et désirait de les voir promptement restaurées. On n'était pas également d'accord sur les moyens de pourvoir à cette dépense.

Elle fut assignée, dans les premiers temps de la révolution, par des lois additionnelles au principal des contributions directes. Ces lois ad hoc furent devenues de grands inconvénients. D'abord elles avaient la propriété d'une contribution exorbitante. En second lieu, le fardeau supporté aux départemens l'entraînait et la répartition de leurs routes. On sait qu'elles ne sont pas égales dans un département, ni en nombre, ni en étendue, ni en difficulté d'entretien. L'impôt était donc inégal dans chaque département pour une dépense qui

était déterminée d'une manière générale, et qui s'élevait sur une multitude de réclamations. L'opinion publique semblait appeler elle-même une taxe d'entretien. Le ministre Roland en définita tout les avantages, et en provoqua l'établissement dans son simple sens.

Ce fut aussi l'un des objets importants qui occupèrent d'abord le directoire, exécuté après une installation. Il créa la taxe d'entretien des routes; fonda sur ce principe, qui fut reproduit dans les lois par ceux qui le dirigèrent.

Les commissions du conseil des cinq cents ont aussi toutes reconnu la justice et la nécessité de la taxe d'entretien. Elles en ont proposé la perception. La discussion a été longue, et plusieurs fois reproduite.

Enfin, le corps législatif a consacré en principe, par la loi du 23 fructidor de l'an 5, qu'il sera perçu une taxe d'entretien des routes.

Il a posé, par la loi du 23 vendémiaire dernier, les bases principales du mode de perception.

Suivant l'article LXXXIII, les barrières et bureaux ne doivent être établis que successivement, et seulement sur les routes ou parties de routes préalablement mises en bon état de réparation.

D'après les articles LXXXVIII et LXXXIX, chaque bureau devra aussi être affermé, assis que les circonstances le permettent.

An attendant, les barrières seront régies pour le compte de la République, sous les ordres du directeur exécutif, et sous la surveillance des administrations centrales de département.

La même loi indique encore les voitures, les bêtes de somme et de monture, les chevaux ou mules qui seront sujets à la taxe, sans les modifications et exceptions qui seront jugées convenables, et arrêtées par des lois particulières.

Les articles LXXVII et LXXIX portent que la taxe d'entretien sera réglée par un tarif qui sera immédiatement décrété par le corps législatif, et qu'elle sera régie par les règles qui ont servi de bases.

Ces bases de tarif, ce sont ces modifications et ces incotes réglementaires, nécessaires pour organiser la perception de la taxe d'entretien, que je viens présenter au nom de la commission des finances.

Elle n'a pas perdu un seul instant. Elle sentait que chaque jour de retard pouvait à la restauration des routes, et urgente et si importante pour tous les rapports, une somme considérable. Mais elle a voulu prendre des renseignements. Elle ne les a obtenus que depuis deux jours.

Nous croyons qu'il est inutile de nous livrer à l'explication des dispositions réglementaires que nous vous soumettons. Leur seule lecture présente suffisamment leur objet et les raisons qui les ont fait adopter.

Il n'en est pas de même de tarif. Nous vous devons un compte rapide des bases qui le motent.

Un tarif uniforme pour toute la République ne peut être que systématique; c'est les autres établissements qui arrivent en Europe, ne présentant ni unité, ni termes exacts de comparaison.

Il fallait rechercher et fixer cette unité, et choisir entre les divers systèmes de notation qui ont été introduits en France les barrières sur les routes.

Suivant le Dictionnaire des finances, au mot route, le droit devrait être de un sou par cheval, par lieue de route totale; ce qui ferait par animal de marchandises, environ 1 denier.

D'après le projet d'impôts, 1 denier, 1 sou, 2 deniers, 24 deniers, 4 deniers.

D'après le rapport de la commission des finances du conseil des cinq cents, 2 deniers.

Suivant le projet de tarif récemment proposé par les bureaux d'administration des travaux publics, 6 deniers.

Le droit de Lille à Bruxelles était, selon Mabeuf, d'environ 4 deniers.

Il est plus communément en Angleterre, de 2 deniers, deux tiers.

La notation proportionnelle entre ces neuf termes donnerait plus de 5 deniers; mais des calculs évidemment excessifs, en plus ou en moins, ne peuvent pas servir de base.

Il est plus convenable, sans doute, de s'appuyer sur les prix de la Belgique et de l'Angleterre, qui sont des repères à l'expérience, et qui, dans ces pays-là, ont toujours tenu à l'entretien des routes; but commun auquel on tend pour la République Française.

Or, la taxe dans la Belgique correspondait, selon Mabeuf, par lieue de route totale, à 4 d. p. cent.

Cette d'Angleterre, réduction faite des monnaies et des mesures, et suivant le tarif le plus connu, est :

1

6

3

Ce qui indiquerait pour terme moyen 3

Cette base de 3 deniers au tiers est moins élevée que celle de la Belgique; mais les barrières de cette route, comme nous l'avons vu, parce qu'elles étaient sujettes de facilités, et graves de beaucoup d'exemptions au favor des privilégiés.

Cette même base de 3 deniers au tiers paraît plus forte que celle d'Angleterre; mais elle est peut-être nécessaire; en ce que le tarif qui l'on a consulté est ancien, et doit être sous l'œil aujourd'hui en raison du renchérissement de la main-d'œuvre à employer aux réparations des routes.

Si d'ailleurs le tarif anglais ne paraît être que de deux deniers au tiers, c'est qu'il est fondé sur ce qu'aujourd'hui les routes, à travers l'étranger, sont communément moins fréquentées.

Nous supposons qu'en France il y en a peut-être deux, ou au moins le tarif proposé est bien au tiers de moins.

Cette base de trois deniers au tiers paraît être celle qui convient d'après, pour ne pas être inférieure aux tarifs nouveaux, et pour ne pas faire obstacle à l'établissement dont le produit pourrait rester de beaucoup inférieur à son objet.

Le tarif sera, à la vérité, très-médiocre, et l'on de la force des chevaux; ce n'est cependant que pour cet objet l'établissement de quelques postes à bureau, et ainsi il sera possible de prévoir la taxe au point.

Il ne faut pas se dissimuler que, jusques à la fin de l'année, il y a des choses qui seraient de quatre, trois ou deux deniers au tiers, ou 2 deniers, 6 deniers par cheval.

Pour une charrette à six chevaux qui marcherait de quatre, trois ou deux deniers au tiers, ou 2 deniers, 6 deniers par cheval.

Si la charrette n'est que de quatre, comme elle ne pourra toujours que deux deniers, ce sera 3 deniers.

Si, à raison, de la haute force du cheval, elle mène jusqu'à quinze, quatorze, ce sera moins que le tarif anglais. Ceci s'ajoute, seulement 6 deniers.

Tels sont les motifs généraux de la base adoptée pour le tarif proposé.

Je ne terminerai pas sans communiquer au conseil, sur le futur de la taxe d'entretien des routes, une réflexion générale qui nous a frappés dans les dispositions administratives du projet de résolution.

La commission a envisagé la taxe d'entretien, moins comme un impôt que comme une prestation confondues. Le principe fondamental de la taxe est celui-ci: Quiconque est une chose de la loi, mais une chose de l'entretien et de la réparation. Cette taxe est l'engagement de la part du gouvernement d'entretien et de la réparation de la chose, de la part des citoyens de l'entretien et de la réparation de la chose.

L'obligation de contribuer à la dépense de l'entretien des routes, mais c'est à la charge que les routes affectivement entretenues, et réparées; autrement on leur laisserait aller à leur déperdition sans que les citoyens qui les ont créées, et qui les ont entretenues, même de la taxe. Aussi votre commission n'a-t-elle pas hésité à insérer dans le projet de résolution, d'après laquelle les voitures et les chevaux, ainsi autorisés à circuler sur les routes administratives, pour demander la réduction de la taxe, qu'ils auront payée une fois, lorsqu'ils trouveront la route dégradée.

La taxe d'entretien sera, sans indifférence, tous les citoyens à la charge de la route, et de l'entretien des routes. L'entretien est la charge de son produit à l'entretien des routes, et également à son entretien, et à son entretien pour l'agriculture et le commerce. Nous avons donc pensé qu'il fallait rendre la perception possible, et intéresser les administrations à son succès, par une grande coalition.

Ces principes nous ont fait proposer d'attribuer aux corps administratifs la commission des employés, et une surveillance très-active sur l'organisation et la perception de la taxe.

Ces principes ont été suivis d'un projet de résolution qui a été adopté, et que nous donnerons après qu'il aura été approuvé par le conseil des anciens.

Ce rapport a été suivi d'un projet de résolution qui a été adopté, et que nous donnerons après qu'il aura été approuvé par le conseil des anciens.

CONSEIL DES ANCIENS.

Présidence de Lucien-Saint-Michel.

FRANCE DU 10 BRUMAIRE.

Le conseil rejette une résolution de 21 brumaire, qui autorisait la commune de Roche à lever une contribution volontaire à la construction d'une école; pour qu'il soit au local destiné aux séances de l'administration municipale, attendu que cette contribution supplémentaire devant être également supportée par les citoyens sujets à la contribution mobilière.

Le président annonce qu'il arrive un grand nombre de réclamations, qui concernent une

A10. Memoria sobre un nuevo telégrafo y algunas ideas sobre la lengua telegráfica.

Commisaires les Sieurs La Grange Laptau, Borda,
Poncey, Coulomb, Charles le C^{te} de Lamoignon, commissaires
adjoints.

MS
826

Mémoire

Sur un nouveau Télégraphe
et quelques idées

Sur la Langue Télégraphique



Mémoire

Sur un nouveau Télégraphe

et quelques idées

Sur la Langue Télégraphique



Première Partie.

Les avantages que la célérité et le prompt secours peuvent retirer de la promptitude et de la facilité des communications sont, sous une infinité de rapports, si importants, qu'après avoir eu l'honneur de nouveaux moyens d'improvement l'art, il seroit être coupable, que de ne pas chercher à les faire connaître.

Cette considération seule nous amène devant l'Assemblée Nationale.

Nous savons qu'il se trouvent non seulement les hommes les plus capables de nous éclairer sur les erreurs dans les quelles nous pourrions être tombés, ou de nous confirmer dans les expériences que nous avons conçues, mais encore que l'Assemblée Nationale est le seul juge compétent dans la République, de tout ce qui peut intéresser les Sciences et les Arts.

Quand nous nous sommes occupés de la
 nouvelle machine Télégraphique que nous
 venons soumettre à l'examen et au jugement
 de l'Institut, nous étions loin de penser que
 les moyens connus et déjà employés jusque
 maintenant pour remplir l'objet qu'on se propose
 nous ne pouvions ignorer qu'on correspond
 journellement d'une manière prompte avec le
 Télégraphe du Louvre - mais aussi, et nous n'
 étions pas capable de ne pas apprenoir que la
 complication de cette machine, et elle de ses
 accessoires, comme tellement son usage qu'il
 étoit impossible d'appréhender et difficile en
 toute leur de la génération.

Il ne suffit pas qu'une machine quelconque
 soit sûre dans ses effets; si elle est trop compliquée;
 si elle exige nécessairement un grand nombre
 de personnes intelligentes et longtems exercées à
 en faire le service, elle n'est de quelque
 utilité par le difficile de remplir ces
 conditions: la Société et le Gouvernement seroient
 peu d'avantages d'une pareille invention.

C'est donc qu'en simplifiant les moyens principaux,

en rendant les actions plus faciles, en
diminuant la dépense, en abrégant le tems
nécessaire à l'établissement, qu'une machine
nouvelle peut devenir généralement utile.

On nous a vu donner un moyen
plus simple, que sans doute on le sera, de
transmettre un nombre de figures suffisant
pour établir une correspondance lointaine, quelle
qu'elle puisse être avec simplicité, sûreté et
promptitude.

Description des Figures

La 1^{re} figure de la planche première
représente la machine vue de face.

La fig. 2 de la même planche la
représente vue de profil.

Dans la 2^{me} planche, fig. 3 on voit
la partie inférieure de cette machine sous
une plus grande échelle; et son plan est
représenté dans la fig. 4 même planche.

Fig. 1234 AA Mot ou poids Verticale.

Soutenus par 2 cordes et en 300-400 toises.
 Le mat sera plus ou moins élevé, selon que
 le bon l'exigera - on pourra lui donner 30
 ou 40 toises d'élévation et même davantage - en le
 faisant soutenir de 10 ou 15 mètres plus
 ou moins, par trois cordes, et de cette manière
 il sera aussi inébranlable que le mat d'un
 vaisseau.

BB. Le che, formé de flèches, tournant
 sur son axe et qui peut faire une révolution
 complète.

On observera que le bout de la partie
KB de la flèche doit être un peu plus épais
 que celui de l'autre partie **BK**, afin que la
 flèche reste en équilibre, malgré la traverse
 qui sert à distinguer la queue de la pointe,
 et les bords qui se trouvent de plus à la
 même extrémité.

C. Soutien fixé au même axe de la flèche,
 avec deux poutres pour recevoir deux bouts
 de chaînes etc. qui seront attachés à
 la même boutée **C**.

D. Poutre inférieure de même diamètre que les Supérieures, et que, comme elle, aura deux bouts de chaînes cc .

EE. Doubles, garnies de fer, pour tendre plus ou moins les chaînes cc , dd , et les triangles de fer que les ressorts.

On conçoit, que ces chaînes font le même service que les chaînes dans feu, et qu'on ne les a coupés que pour les fixer mieux aux poutres.

F. Tiroir attaché à la poutre **D**, et qui sert à la faire tourner.

G. Ressort inducteur, fixé à la partie inférieure, et dont le bout vient s'appliquer sur la circonférence de la poutre **D**. La petite porte à son extrémité une petite roulette que, à chaque division, une autre roulette pratiquée sur cette même circonférence, afin d'éviter toute inégalité dans les lignes.

Les lignes seront marquées sur les conclusions: par ce moyen on verra sur le charp,

celui auquel l'inclinaison de la flèche
observée répond.

HH. Base de la poutre D soutenue à ses
extrémités par deux poutres aa, sur lesquelles
s'ouvrent des voutures sans fin, qui s'ouvrent
aussi sur les poutres ii.

II. Voutures de même diamètre que celles
aa, ainsi posées sur les bords des voutures
des Lunettes.

III. Corps des Lunettes.

Les foyers des voutures de chaque Lunette doit
se trouver au fil placé de manière qu'il
perçoive directement les voutures.

LL. Madriers soutenus par des poteaux
enfouis dans la terre et servant de supports
aux Lunettes.

Les manières dont les Lunettes sont arrangées
entre des jumelles donne le moyen de les
ajuster avec toute la précision la facilité et
la solidité nécessaires.

M. Place de l'observation que peut regarder
l'une et l'autre Lunette sans se déranger.

NN L'autre sera fixée dans des tuyaux de
 Tôle qui laissent voir les visées des deux côtés
 de la flèche. ces tuyaux tourneront sur des
 rouleaux afin d'éviter le frottement. Du côté
 opposé à la hauteur, ils auront une poulie *ggg*
 sur la quelle passera une chaîne sans fin, que
 l'enroulera pareillement sur une autre poulie
 de même diamètre, fixée au point A, et qui
 doit être bien concentrique à l'axe de la flèche
 ou couplette qui par ce moyen quand la flèche
 BB' tournera, les chaînes des lanternes s'envelopperont
 sur les poulies n et forceront les autres poulies
ggg, à tourner en sens contraire - les lanternes
 par conséquent resteront toujours dans la position
 verticale, quelque soit le mouvement ou l'inclinaison
 de la flèche.

Pour les observations de nuit on étalera
 les fils des Lunettes avec des réflecteurs placés
 à côté des objets.

Du jeu de la machine.

ou concours des visées, par les correspondances.

de toutes les parties de cette machine, que la
 flèche, attachée à la poulie, ne peut prendre
 une inclination quelconque, sans que les fils des
 Lignes certains ne prennent la même inclinai-
 son, pour tous les registres, et suffira de mettre
 la flèche et les fils verticaux ensemble, et de
 traverser cette correspondance chaque jour, à qui
 sera le plus facile pour que toutes les chaînes soient
 unies des boudes et des ^{et les} certaines pour
 à volonté. ou établis aussi la coincidence
 ou ce que suffit le parallélisme des fils des
 Lignes avec les autres poulies.

Lorsqu'on reçoit un signe dans une station
 intermédiaire, l'observateur placé en M,
 regarde dans la Lunette placé du côté or-
 rient le signe alors et tourner le Cercle F,
 jusqu'à ce que le fil de cette Lunette coincide
 ou soit parallèle avec la flèche du Télégraphe
 qui lui transmet le signe, par le même
 mouvement, la flèche de son propre Télégraphe
 et les fils de l'autre Lunette se trouvent arrivés
 à la même position. cette Lunette recevra
 transmet le signe au Télégraphe suivant
 et dispose par Lunette correspondante à la

Verifier Télégraphe, de manière que l'observateur
peut vérifier, sur le Champ, si le signal est
apparu et répété il n'a point été qu'à tourner
la tête de l'autre côté.

Un observateur attentif n'attend pas pour
mouvoir la flèche que celle du Télégraphe qui
lui parle soit finie; il commence à la suivre
des le premier instant qu'elle change d'inclinaison.
On conçoit que si tous les observateurs ont la même
Vigilance, plusieurs Télégraphes de la ligne
pourront être instruits en mouvement avant
que le signal soit marqué par le Télégraphe
premier.

L'observateur de chaque poste, pourra, quand
il sera nécessaire, tenir les lignes à mesure
qu'ils lui seront transmis, il sera bien difficile
qu'il puisse se tromper, puis que l'indication
les lui montrant l'un après l'autre marqués
sur les poutres qu'il aura sous les yeux et devant lui.

Si l'on voulait que même il fut dispensé
de les écrire, il serait facile de placer des poinçons
à la circonférence de la poutre, de manière
qu'ils marqueraient les signes au moment même.

qu'ils sont ternes, mais nous avons voulu
cacher les machines dans aucune complication.

On a vu, par l'explication cy dessus, que
le Télégraphe peut servir également au nuit.
Il suffira pour cela d'allumer un feu à une
extrémité de la flèche et d'un feu à l'autre
extrémité.

Vous finissez et supposez en répondant
à quelques objections.

Le troublement d'ondulation que l'on observe
dans l'atmosphère, par exemple dans les
jours de Soleil et de chaleur, est un des obstacles
que les Télégraphes actuels ont rencontrés. Si
dans ce troublement, on que tous les objets
paraissent porter sur, des angles de 45 degrés
ont de la peine à s'élever, même avec le
secours des Lunettes, ne voit-on pas évidemment,
qu'à plus forte raison, une inclination qui
ne sera correspondante qu'à 10 degrés ne
peut être distinguée ?

Voilà l'objection présentée dans toute son
force.

Vous répondons que, dans notre Télégraphe,

cette confusion ne sauroit avoir lieu, puisqu'il ne s'agit pas de mesurer des angles, mais d'établir la coïncidence, ou le qui visent au même, pour la certitude du résultat, de reconnaître le parallélisme entre deux lignes, ou le bruyement de l'atmosphère, quelles que puissent être les ondulations de la flèche observée, peut bien empêcher, instantanément, la coïncidence; cette image se verra tantôt dessus, tantôt dessous le fil de la lunette, après avoir passé par la ligne de la coïncidence, mais ni les mouvements, ni les ondulations, ne pourront empêcher de reconnaître le parallélisme; par conséquent, même dans ce cas, on ne pourra se tromper sur le signe donné, une inclination correspondante à 10 degrés est plus que suffisante pour qu'on ne puisse jamais confondre un signe avec celui qui le précède ou qui le suit immédiatement, quelque soit l'état de l'atmosphère lorsqu'on peut appercevoir la flèche observée.

On a dit encore que nous serions obligés de rapprocher les postes :

avec votre Télégraphe, au contraire, on pourra
les placer de une plus grande distance, qu'avec
les machines actuelles.

La Variété des Signes de voyelle, dépend de la
différente position des bras extrêmes de la flèche
les quels ont une 1^{ste} $\frac{1}{2}$ de longueur dans
la manœuvre du Loure.

La flèche avec la quelle nous marquons
nos Signes aura 6^{me} $\frac{1}{2}$ d'ouverture, et
même plus s'il le faut. nos Signes Saillent
ou Forment des points, ils sont le résultat des
conditions imposées par les machines elles
mêmes.

Une autre raison peut contribuer à faire
la fautive d'éloigner les postes, c'est que nous
pouvons employer des Lunettes Astronomiques,
puis qu'il est indifférent avec votre Télégraphe
que les objets s'apparçoivent droits ou renversés,
avantage qui procure plus de clarté, et qui
sert dans l'établissement quelque économie.

On a fait une troisième objection plus
sérieuse que celles qui précèdent. on a dit que
dans le système de ce Télégraphe, lors que la

Direction de la Lunette d'un observateur n'est pas perpendiculaire au plan du Télégraphe dont on reçoit les Signes, les inclinaisons de la flèche observée ne peuvent pas se mesurer par des arcs de la même étendue; c'est à dire que les Angles apparents, ne sont pas les mêmes que les Angles réels, et que par conséquent les toutes les poutres des traits d'une ligne Télégraphique sont divisées de la même manière, les coïncidences ou le parallélisme des fils de la Lunette ne peuvent avoir lieu dans le cas où tous deux marqueraient le même signe.

Voici comment nous avons été et incrimant les réels.

Supposons ABCDE (fig. 8. planche 3. une ligne Télégraphique que les circonstances du terrain ont obligé d'établir ainsi qu'il est marqué dans les figures. Dans tous les cas, les plans ab cd ef des flèches, doivent diviser les Angles en deux parties égales pour lors le l'Angle CBD est de 30 degrés les Lunettes des Télégraphes placés en A et E n'auront qu'une inclinaison de 15 degrés sur le plan ab et une inclinaison inconnue

causes diverses, quoique les parties soient
divisées également, puis que la plus grande
différence n'est pas une ligne, mais de l'angle
est plus considérable, comme par exemple
l'angle BCD que je suppose être de 120°
alors les lunettes placées en B et D auront
une inclination de 30° sur le plan cd et
l'erreur, quand la flèche du Télégraphe placée
en C sera de 45° degrés d'inclinaison, seroit
de $4^{\circ} 6'$ différence trop considérable pour
être négligée.

Qu'on suppose donc la valeur de l'angle BCD
comme le plan Télégraphique cd le divise
en deux parties égales, et que par conséquent
l'inclinaison de ce plan et la même pour
rapports aux axes des lunettes placées en
B et D, la même correction aura lieu dans
les inclinaisons utiles de la flèche cd pour
que les appareils soient les mêmes, nous
avons calculé de priori les vitesses inégales
de cette flèche, qui doivent donner des vitesses
sensibles de son usage vers des points B et D,
et nous avons divisé continuellement pour
les obtenir la grande route du Canal.

La route du Canal du Télégraphe C

deux d'elles, est communiqué son
 mouvement aux autres placés dans la
 même Station mouvement qui doit être
 uniforme; cette forme formation d'un mouvement
 Variable, et dont les variations dépendent de
 la valeur de l'angle BCD, dans un autre
 mouvement uniforme; l'autre du premier
 coup d'œil présente une différence majeure;
 cependant on peut employer différents
 mécanismes pour ^{la transmission} celle qui nous est
 par la plus simple. Je trouve déjà employée
 dans les arts, quoique, peut-être, on n'est pas
 encore sougé à cette propriété remarquable.
 la voici

Soit AB ^(fig. 6. et 7.) la prolongation de l'axe du
 Crochet CD la roue qui fait mouvoir
 cette qui tient au Système des fils de la
 Quatrième; GJ l'axe de la roue CD qui
 est formé avec l'axe AB un angle
 égal à la moitié de celui qui formeront
 les trois Stations; cette machine C est
 terminée par un cercle cde qui est pressé
 par les ^{quatre} fils ff le mouvement Variable de
 l'axe AB est converti en mouvement uniforme.

par rapport à la non. **CD**, et l'est
 précisément de manière à résoudre votre
 problème avec toute l'exactitude Géométrique
 c'est à dire que dans toutes les situations, les fils
 des Lignes parcourent des espaces égaux
 tandis que les arcs décrits par les flèches sont
 inégaux et dans le rapport qu'exigent les
 inclinaisons d'où elles doivent être observés.

Enfin, on vous a opposé les cinq
 années d'expérience et de travaux faits par
 les observateurs actuels pour vous en
 langue au Télégraphe; nous effaçons,
 dans la seconde partie de ce mémoire, de
 répondre à cette dernière objection.

Seconde Partie.

Quelques idées Sur la Langue Télégraphique.

Le premier problème à résoudre, étoit de trouver un moyen simple, facile et peu coûteux, de transmettre promptement et sans équivoque, un nombre de signes avec lesquels on put tout exprimer.

Un second problème que l'on peut regarder comme indépendant du premier, seroit de déterminer qu'elle est la langue qui, appliquée à ces sortes de machines, remplirait le plus complètement l'objet qu'on se propose.

Vous ne présenterois, à cet égard, que quelques idées générales.

Tout système de langage par signes a pour objet d'exprimer des phrases, des mots, des syllabes, ou des lettres.

Dans les trois premiers systèmes, l'idée d'une plus grande simplicité, et de l'économie de temps, se présente au premier appui.

Mais bientôt on s'aperçoit, que cette simplicité et cette économie ne sont, le plus souvent, qu'apparences, et que lorsqu'elles sont réelles, elles entraînent de graves inconvénients, que l'on évite en employant le système des lettres.

En effet, si d'un côté, une phrase, un mot, une syllabe peuvent être exprimés par un seul signe, de l'autre, comme il est évident, celle que l'on puise tout d'un par le Télégraphe, si cela se peut, sans inconvénients, il faut aussi que le nombre des signes soit correspondant au nombre de toutes les phrases, de tous les mots, de toutes les syllabes de la langue dont on se sert; sans cela le Télégraphe restera muet dans tous les cas qui n'auront pas été prévus, et l'une des conditions les plus essentielles du problème n'aura pas été résolue.

Une série de toutes les phrases peut être regardée comme infinie; celle de tous les mots qui existent dans une langue est infinie; celle enfin de toutes les syllabes qui forment ces mots est aussi très longue.

Le nombre des signes nécessaires, pour se faire entendre, va donc croissant comme les combinaisons qui forment les syllabes, les mots, les phrases, etc.

La langue Télégraphique, comme celle des
Chinois, est d'autant plus pauvre et d'autant plus
difficile qu'elle a composé un plus grand nombre
de caractères.

Pour parler cette langue avec quelque exactitude,
pour appliquer avec justesse cette multitude de
signes à leur signification correspondante, il
faut une longue étude de la mémoire et une
forte et continuelle attention. On suppose à
certaines des erreurs, qui deviendront de plus en
plus probables, et les incurabilités d'application
sont aussi plus graves et plus difficiles à
réparer.

Il résulte de ce qui précède une vérité
absolument contraire au préjugé qui s'éleva d'abord
il y a un premier appui, ou avoit pu croire que
la langue Télégraphique devenoit plus facile
et plus simple, à mesure qu'on appliquoit les
signes à des syllabes, à des mots, et enfin à
des phrases.

C'est précisément le contraire qui arrive.

Ces réflexions nous ont persuadés que le système
des lettres, ou plutôt des signes qui les représentent,
est le seul qui doit être le plus généralement
adopté pour les Télégraphes, par la raison surtout,



qui, par ce moyen, ou trouve partout des idées
tout formées.

Les observations proposées se réduisent, à la rigueur,
qu'à un observateur qui connoisse les lettres de
l'Alphabet, les caractères numériques, et que, de l'ou-
vrir sa tête vive et vive.

Les deux extrémités de la fleche étant connues,
les différences verticales parfaitement restituées
dans les machines proposées, donnent six de signes
pour les appliquer à 22 lettres de l'Alphabet -
un 10 caractères numériques et à quatre autres
signes. En outre.



Avec ces 26 Signes on peut dire tout ce
que l'on veut dans toutes les langues et à cet
égard le problème est résolu complètement.

Objet de l'Économie de l'un qui parait
se trouver dans les autres systèmes ?

On nous avoue dit qu'elle n'est qu'apparente,
et que fut elle réelle indépendamment, ses lacunes mêmes
qu'elle entraîne, elle sert à nuire. Mais ce
qu'il est facile de prouver.

Chaque observateur, dans chaque Station,
sera nécessairement obligé de se régler, pour
le lieu de repeller les signes, sur les murailles de celui
qui communiquera à les donner. Or celui-ci,

proviendrait par le Système des Syllabes, des mots, ou des phrases, devant avoir continuellement recours à l'ouïe l'écrit de Signes et de Significations correspondantes, pour ne pas se tromper sur leur application.

Nous croyons que, presque toujours, la seule nécessité de cette opération, sera plus longue que celle qu'il faudra employer de faire tous les Signes correspondants aux caractères qui forment les Syllabes, les mots, et même les phrases. Soient le plus une conséquence presque inévitable de l'usage de cette méthode, les observations viennent de commettre quelque erreur.

Supposons cependant que malgré ce travail, et le travail qui donne résultat, quel qu'il économe de temps, et cherchons par un exemple en quoi elle peut consister.

Voici une phrase dont il est difficile qu'on ait songé d'avance de représenter toutes les idées par un petit nombre de Signes puisqu'il faudrait supposer qu'on aurait fait d'avance un dictionnaire, les Volontaires.

L'Observation de Dunkerque donne à celle de Brest l'avis suivant :

Un Vaisseau qui partoit de Brest, le 2, fégat

et une longue, venant des deux, font voir vers
les côtes de France.

Le nombre des Signes que le Télégraphe doit
faire pour écrire cette longue phrase en procédant
par le système des lettres est de 110 ou y
comprisant les Signes qui indiquent le commencement,
la fin du discours, ainsi que la séparation
de chaque mot.

L'expérience quoique faite avec des modèles
imparfaits nous a appris qu'il falloit 3 secondes
et demi par Signes. Supposons qu'il en faille
100 la flèche étant dans les diversions nécessaires:
cela vaudroit suffirait pour communiquer
la phrase.

N'e pourroit on pas demander maintenant
si dans cette prodigieuse économie de temps
employé à correspondre à une aussi grande
distance, ce sont quelques minutes qu'on
croiroit importantes de gagner encore ? que
sont les cas où il seroit utile qu'on arrivât
quelconque parvint quelque minutes plutôt
ou plus tard ? et enfin le peu de ménage
ou le faible avantage il faudroit s'exposer
à tous les inconvénients dont il a déjà été parlé ?

Or, cette économie n'est ni réelle, ni

peut être vraiment utile dans l'usage
habituel du Télégraphe, et les avantages
qui résultent nécessairement du langage par
phrases, par mots ou par syllabes ne sont
coupés par rien.

Dirait-on que le Secret en sera pas gardé
par cette manière de correspondre ?

Nous répondons d'abord que ce Secret sera
en même temps dans les postes entre les
observateurs, alors même qu'ils le servent de
l'Alphabet pour dans l'ordre naturel des lettres
qui le composent, puisqu'il l'est, sans en
pouvoir distinguer les différentes inclinaisons de
la plume.

Nous répondons, en second lieu, qu'il est
faux de changer l'ordre des lettres de l'Alphabet,
et de former ainsi un très grand nombre de
combinaisons pour en donner une à chaque
observateur ^{mais} dans les cas où l'on voudrait que
la correspondance soit secrète.

En troisième lieu, que quand les postes
seront à portée les postes, pour donner de
simples avis, comme il n'est pas nécessaire
que leur correspondance soit un Secret pour
les autres postes, ils devront toujours le servir.

Des lettres prises dans leur ordre naturel.

Nous répondons enfin que par les différentes combinaisons de 26 lettres, et même moins, on pourra composer autant de signes de lettres ou de chiffres qu'il en faudra pour l'écriture, avec le nouveau Télégraphe, par des syllabes, par des mots, ou par des phrases.

Supposons qu'on veuille l'exprimer avec des chiffres. Nous les plaçons ainsi qu'on le voit planche 5 fig 8. Les signes numériques placés dans le premier quart de carte. Seront des unités simples. Dans le second quart de carte des dizaines dans le troisième des centaines dans le quatrième des mille. On remarquera que dans cette figure le signe 9 est supprimé pour conserver la même division de la portée: ainsi avec quatre signes on aura 5,666 combinaisons qui sont plus que suffisantes pour représenter tous les mots d'usage dans une langue. Dans ce système, l'expression de chaque mot sera réduite au tiers moyen de 3 lettres, puisqu'il sera facile de représenter les mots les plus usuels, par les nombres qui contiennent le moins de chiffres, il ne sera pas

Il est certain d'employer un signe pour la
division des mots, puis que toutes les fois qu'on
indiquera des accents simples, ou versus que
l'on commence un nouveau mot

Non seulement les 36 Signes sont
Suffisans pour tout exprimer, quelque soit
le Systeme qu'on adopte, mais on pourroit
sans inconvénient en réduire le nombre à
24. et placer les 12^{es} et les lettres comme on
le voit (fig. 9. planche D. nous n'avons
mis que 20 lettres, parce qu'elles Suffisent pour
tout exprimer. quand la pointe de la flèche
est en haut, elle indiquera la fin du discours.
Le signe horizontal à droite, servira dans le
Systeme des Chiffres, à indiquer qu'on va répéter
le même signe qui vient d'être fait. La pointe
étant en bas, indiquera qu'on passe à un autre
discours. ou soit dans cette figure que tout
nombre exprimé par un seul Chiffre. Six
ou un, deux ou trois Zéros peut être exprimé
par deux Signes.

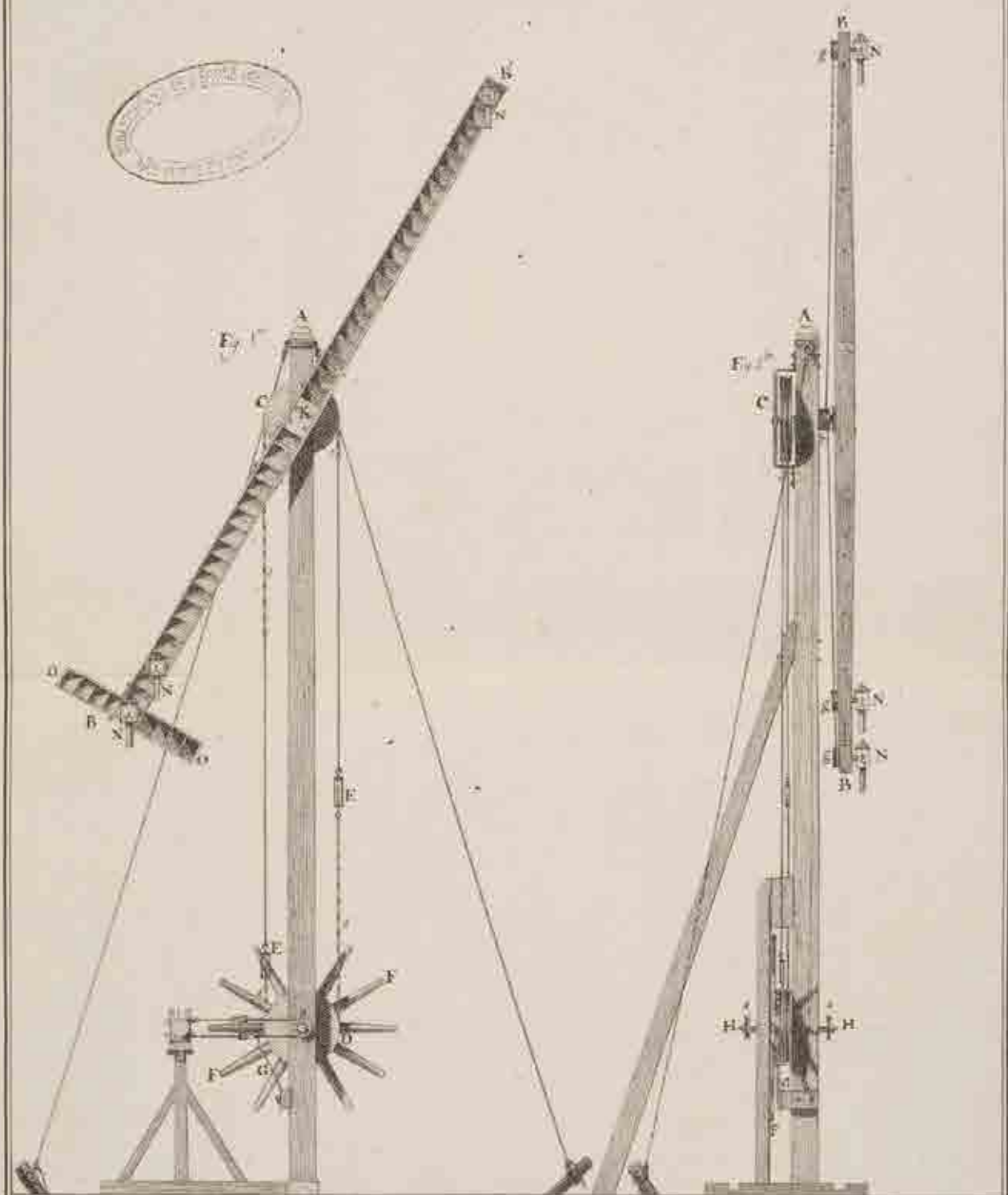
La division de 18 en 18 Degrés, n'est de
Signes que ceux qu'on peut regarder comme

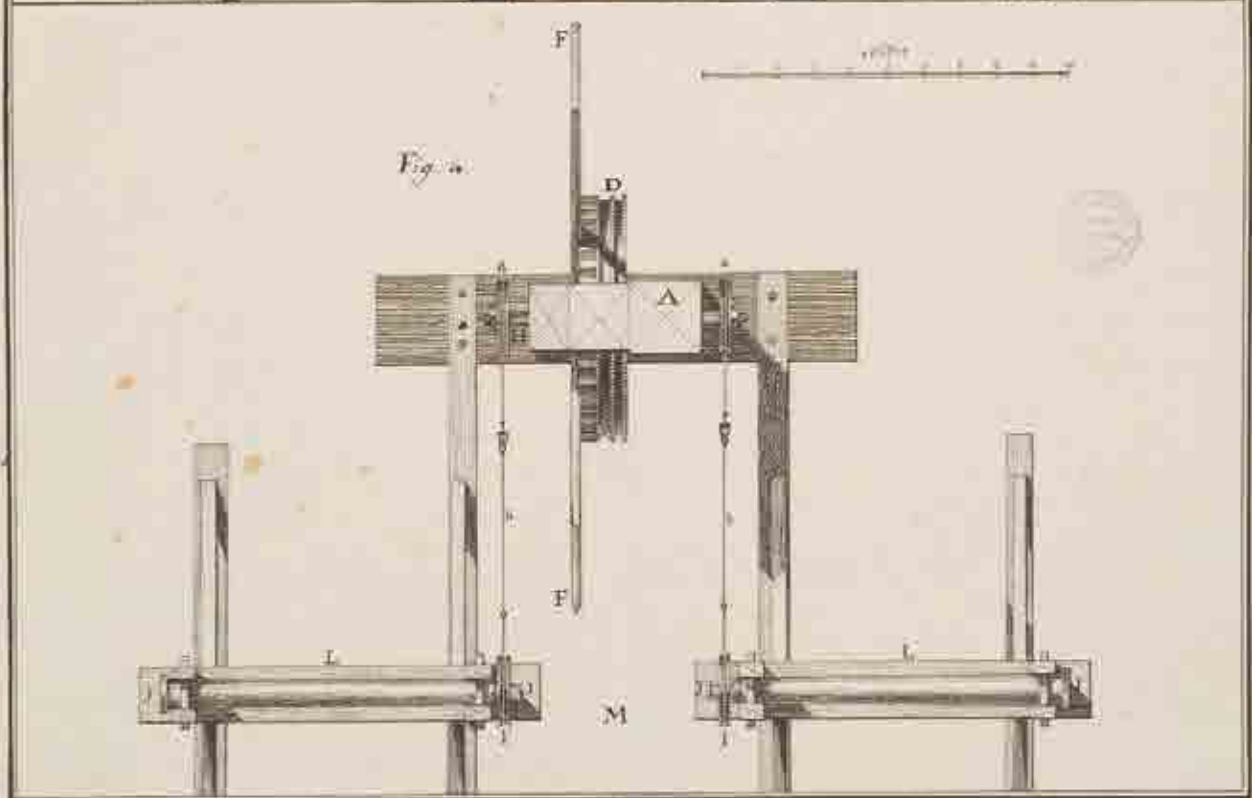
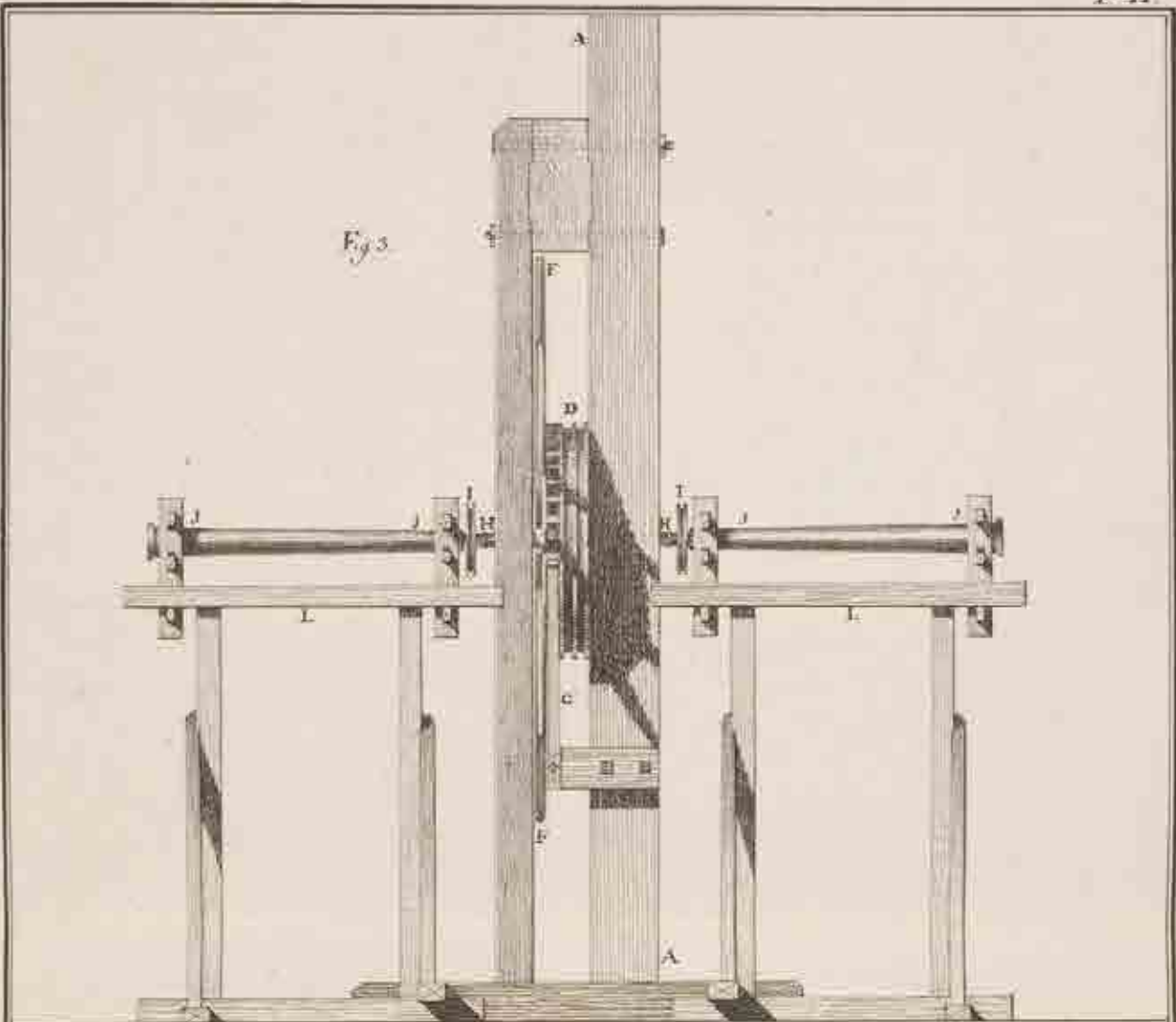
Superflus, et elle offre l'avantage de pouvoir
faire la flèche plus courte, plus résistante,
plus légère, et plus facile à mouvoir.

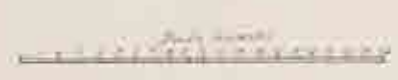
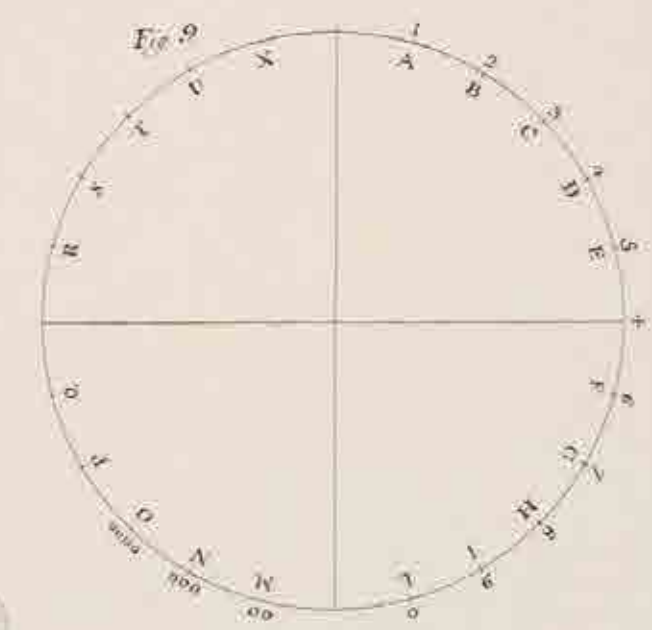
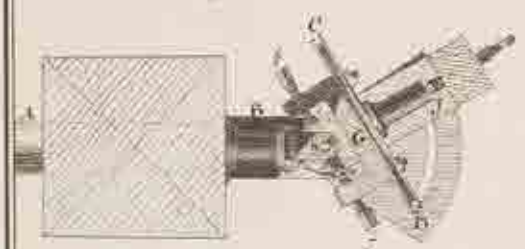
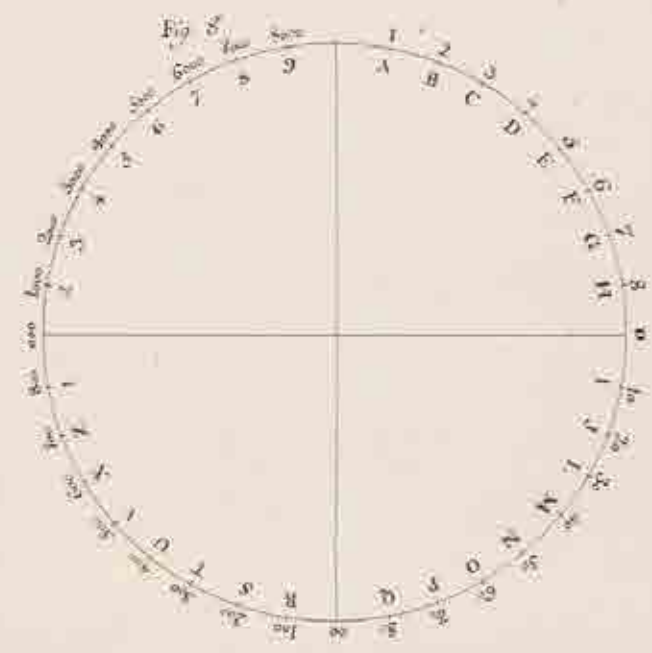
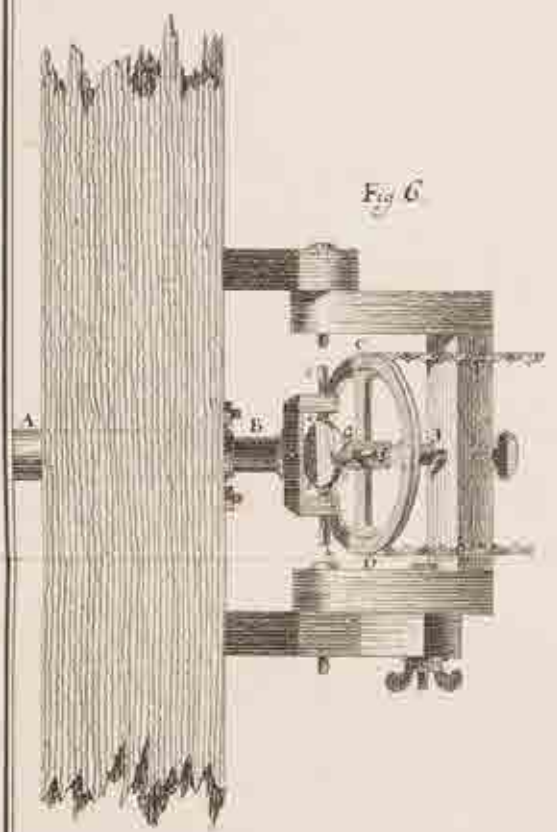
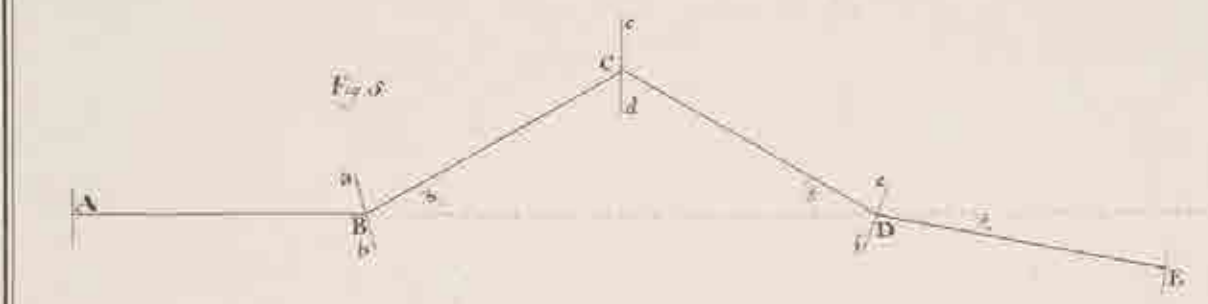
Il est un Citoyen, en moyen d'une
prompte et facile exécution, et, qu'avec quelques
modifications nous croyons applicables aux
Vaisseaux, être utile à la correspondance et
à la défense des côtes de la République
Française. toutes balancées les avantages que
les canalis retirant des Télégraphes dont
ils ont depuis longtemps bordé leur île,
et enfin servir la cause de la Liberté.

à Paris le 8 Janvier an 6 de la
République Française

Breguet A. Betancourt







A11. Carta de Chappe a los comisionados.

MS
830

Paris les premiers An 6.^{es}



J'ai appris, Citoyen, que le Baron Duval nouveau Elégraphiste
s'est présenté à l'Institut, & que vous êtes un des
Commissaires chargés de l'examiner.

On ne peut présenter maintenant un Elégraphiste
comme Découvert; celui-ci ne peut donc être soumis à
votre examen, que comme un moyen de perfectionnement.

Il vaudrait en conséquence qu'il est nécessaire que vous ayez
quelques notions sur des effets très-peu connus du Elégraphiste
actuel, non pour faire un rapport comparatif, ce dont vous
ne vous êtes pas chargé, mais pour vous mettre à portée
d'apprécier sur le champ l'utilité du Elégraphiste qu'on vous propose.

Il pourrait changer la position d'un Elégraphiste, une fois
par deux secondes, s'il n'y avait que deux points, & à chaque fois
je pourrais donner trois signaux, en faisant agir simultanément
les trois pièces mobiles qui le composent, mais le temps
nécessaire pour l'observation dans les boîtes intermédiaires
dont les Organs sont obligés quelque soit l'objet qu'ils observent
de regarder successivement à deux boîtes opposées &

D'imprimer un mouvement à leur machine) force de ralentir le mouvement plutôt que de les presser.

Le seul moyen qui reste donc pour augmenter la promptitude des transmissions Télégraphiques est de donner simultanément plusieurs signaux, d'où il suit que celui qui a inventé les Deux ailes de mon Télégraphe les a inutilement vus de le perfectionner, ^{sous ce rapport} en diminuant des Deux tiers le nombre des signaux qu'il transmet dans un temps donné; j'ai eu raison aussi d'affirmer que ce Télégraphe n'était qu'une copie du mien, puisque mon moyen consiste à mesurer aussi les Degres que parcourent les trois pièces de mon Télégraphe avec cette différence seule que je ne note que par 45 Degres pour laisser une grande latitude aux erreurs qui pourraient résulter soit de la précipitation ou de l'inattention des agents, soit des variations qui se trouvent toujours dans le rapport des mouvements de la grande machine avec le répétiteur intérieur, erreurs qui multipliées dans beaucoup de postes deviennent très sensibles, & ce défaut est d'autant plus ^{à craindre} sensible que j'ai aussi essayé de mesurer les Degres avec un espece de micromètre composé de deux alidades mobiles qui marquaient les Degres sur un cercle = j'ai indiqué ce micromètre dans un rapport fait par Babanale sur les Télégraphes & quant à l'application des signaux j'ai trouvé le moyen de ne pas employer deux signaux par mot dans toute espece de correspondance excepté pour les mots propres imprimés & les abréviations que je vous fais sur la vitesse des signaux & leur application peuvent se démontrer.

Mais il est beaucoup d'effets du Télégraphe sur les
quels on ne peut donner que des notions assez vagues à ceux
qui n'ont pas été à portée de le connaître par expérience.

Tout peut servir à faire un Télégraphe, & j'oblirais
avec deux bâtons croisés les résultats qu'a produits l'expérience
faite avec le Télégraphe qu'on propose.

Mais il faut que un Télégraphe puisse vaincre les
distances, les obstacles que présentent l'état et la variation
de l'atmosphère, la position des lieux &c. —

Qu'on ne s'imagine pas que un Télégraphe sur à une lieue
puisse l'être également à quatre, en augmentant les dimensions
que celui qu'on voit bien à une grande distance dans telle
position puisse également s'appercevoir dans une autre
position que la situation des lieux force cependant de
prendre, que ce qui réussit dans deux solités, puisse
également réussir dans un grand nombre de solités
successives, il se présente une suite de difficultés que
l'expérience seule peut faire connaître.

Vous ne pouvez donc prononcer, Citoyen, que le
Télégraphe qu'on vous présente, soit digne de quelque
considération, sans avoir examiné plusieurs expériences
faites dans différents tems, dans une ligne composée de
plusieurs stations intermédiaires, & à des distances de
quatre lieues.

Et hors même qu'on se serait assuré que l'on serait parvenu

Sans une variation de Dix Degrés l'inclinaison
de la flèche du nouveau Télégraphe, d'une extrémité à
l'autre d'une ligne Télégraphique, aussi facilement que
le Télégraphe actuel transmet ses signaux, on aurait
pu penser que ce Télégraphe fut propre à de grandes
opérations, parcequ'il ne demandait pas autre chose
de signaux, & j'étais rassuré sur l'intention que
les auteurs du nouveau Télégraphe ont manifestée depuis
plus d'un an, par leurs sollicitations auprès du
Gouvernement pour me le supplanter si je ne savais
qu'ils finiraient par réussir à faire un bon Télégraphe,
non avec leurs moyens, mais en mettant à imiter
les miens plus de réflexion, et surtout en profitant
des explications qu'ils me font à l'heure.

Salut et estime

Chappe;

A12. Informe sobre un nuevo telégrafo inventado por los ciudadanos Breguet y Betancourt.

M É M O I R E S
D E
L'INSTITUT NATIONAL
DES SCIENCES ET ARTS.

SCIENCES MATHÉMATIQUES ET PHYSIQUES.

M É M O I R E S
D E
L'INSTITUT NATIONAL
DES SCIENCES ET ARTS.

SCIENCES MATHÉMATIQUES ET PHYSIQUES.

T O M E T R O I S I È M E.

P A R I S,
BAUDOIN, IMPRIMEUR DE L'INSTITUT NATIONAL.

P R A I R I A L A N I X.

ARTS MÉCANIQUES.

RAPPORT

*Sur un nouveau télégraphe, de l'invention des citoyens
BRÉGUET et BÉTANCOURT;*

Par les citoyens LAGRANGE, LAPLACE, BORDA,
PRONY, COULOMB, CHARLES et DELAMBRE.

Le nouveau télégraphe dont nous sommes chargés de rendre compte à la classe est une machine aussi simple qu'ingénieuse. Elle est composée d'un mât ou poutre verticale, au haut de laquelle est une pièce mobile que les auteurs nomment flèche, et qu'on pourroit aussi bien nommer aiguille, puisque ce sont les diverses positions de cette pièce, les différens angles qu'elle forme avec l'horizon, qui expriment tout ce qu'on veut faire dire au télégraphe.

Cette aiguille reçoit son mouvement d'un treuil placé vers le bas de la poutre, et sous la main de l'observateur. Outre la poulie qui communique le mouvement à l'aiguille, le treuil en fait encore mouvoir deux autres dont la destination est de faire passer un mouvement semblable aux tuyaux des oculaires de deux lunettes

dirigées sur les deux stations voisines. Au foyer de ces lunettes est un fil qui en partage diamétralement le champ en deux parties égales. Le fil une fois placé parallèlement à l'aiguille du télégraphe, conserve nécessairement son parallélisme dans toutes les positions qu'on donne à l'aiguille, puisque tous les mouvemens correspondans s'opèrent au moyen de chaînes sans fin qui s'enroulent sur des poulies de diamètre égal. L'aiguille peut décrire une circonférence entière. Les élémens de la correspondance sont les angles depuis zéro jusqu'à 400 grades. Pour distinguer les deux moitiés du cercle, il falloit que la pointe et la queue de l'aiguille fussent de figure différente, et l'on ajoute à la queue une petite traverse qui lui donne la forme d'un *T*. Il n'étoit pas moins nécessaire de distinguer les deux extrémités du fil; et, dans cette vue, on a placé au foyer, mais excentriquement, un second fil, qui coupe le premier à angles droits, et qui, dans tous les mouvemens qu'on donne à la machine, doit toujours se trouver du même côté que la queue de l'aiguille qu'on observe.

La poutre principale qui est fixée au treuil, a sa circonférence divisée par autant de cannelures qu'on veut former d'angles différens. Un ressort, qui porte à son extrémité une roulette, vient s'appuyer contre la circonférence; et à l'instant où l'observateur interrompt le mouvement, la roulette entrant dans une des cannelures, la machine s'arrête, et l'aiguille reste fixe au point où elle a été amenée. Chaque cannelure porte une lettre et un chiffre, et porteroit également tout autre

caractère qu'on jugeroit à propos de substituer aux lettres ou aux chiffres dans la correspondance.

Dans la machine que nous avons examinée, la poulie portoit deux divisions. Dans la première, la circonférence étoit divisée en vingt-quatre parties; dans l'autre, elle étoit partagée en trente-six parties. Ainsi les angles, dans ces deux systèmes, étoient de $11^{\circ} \frac{1}{2}$ et $16^{\circ} \frac{2}{3}$; ce qui revient à 10 et 15 degrés de la division sexagésimale. Toutes nos expériences ont été faites dans le premier système, qui donne les plus petits angles.

Voyons maintenant l'usage du nouveau télégraphe.

L'observateur qui veut transmettre une dépêche se place au pied de la machine, et prend en main les rayons du treuil, qu'il fait tourner de manière à amener au-dessus de la roulette le caractère qu'il veut écrire; et ensuite il regarde dans la lunette qui est à côté de lui, pour examiner si le télégraphe suivant répète exactement le même signe; et il en est assuré, dès qu'il voit cet autre télégraphe parallèle au fil de la lunette. Alors il donne un second signal, qui se répète et se vérifie de même, et ainsi de suite jusqu'à la fin de la dépêche.

Au second télégraphe, ainsi que dans toutes les stations suivantes, l'observateur, placé de même au pied de la machine, et entre les deux lunettes, tenant aussi en main les rayons du treuil, met l'œil à l'une des lunettes pour voir le signe que lui fait le télégraphe précédent. Dès l'instant qu'il en voit l'aiguille s'ébranler, il tourne son treuil de manière à ce que le fil de sa lunette suive tous les mouvemens qu'il aperçoit. Aussi-

tôt que l'aiguille observée s'arrête, l'observateur fixe son fil dans une situation parallèle, et note, s'il est nécessaire, le caractère qu'il voit immédiatement au-dessus de la roulette; puis il regarde dans l'autre lunette pour voir si le télégraphe suivant répète exactement le même signe.

Cette opération est extrêmement simple; elle n'exige pour ainsi dire aucun apprentissage. Un homme d'une intelligence ordinaire le comprendra et l'exécutera dans le même instant, et l'homme d'une intelligence plus bornée s'en rendroit capable en peu de leçons: il suffit qu'il connoisse les caractères de l'alphabet et les chiffres, ou qu'il apprenne à distinguer les caractères nouveaux qu'on jugeroit à propos d'employer à la place; mais un tel changement seroit plus incommode qu'utile, puisqu'on perdrait l'avantage d'avoir des signes auxquels on est familiarisé dès long-temps, et dont on peut d'ailleurs faire varier à volonté la signification.

La nouvelle machine nous paroît donc avoir au plus haut degré le mérite de la facilité dans la manœuvre. Sans aucune étude préparatoire, nous avons fait passer des dépêches qu'on nous a rendues ensuite avec la plus grande fidélité, et fait des questions auxquelles on a répondu très-juste. Il n'est pas inutile d'ajouter que l'une des phrases que nous avons transmises étoit en latin, et qu'elle nous est revenue avec la même exactitude que les autres, quoique le correspondant n'eût aucune connoissance de la langue.

Sur le premier aperçu du jeu de la machine, nous

1. T. 3.

D

avons craint que les positions de l'aiguille ne pussent pas se distinguer assez sûrement, et c'est pour lever ce doute que nous nous sommes attachés de préférence à la division qui procède par angles de $11^{\circ} \frac{1}{5}$ ou de 10° . L'expérience nous a pleinement rassurés à cet égard; jamais nous n'avons éprouvé la moindre incertitude. L'œil juge avec une précision singulière de l'exactitude du parallélisme, et le moindre mouvement que fait le télégraphe pour passer d'un signe à l'autre étoit aperçu; la déviation étoit déjà sensible, quoiqu'elle ne fût encore que de deux à trois grades, et on la distingue très-bien, malgré la brume, ainsi que nous l'avons éprouvé; de sorte qu'on peut observer et correspondre aussitôt que l'air est assez transparent pour laisser voir l'aiguille du télégraphe.

D'après ce qu'on vient de dire, il est clair qu'on pourroit employer à la correspondance les angles de 11 grades, et alors on auroit 36 signes différens; c'est beaucoup plus qu'il ne faut. On pourra donc se contenter de diviser la circonférence en 24 parties égales. Notre alphabet n'a guères que 20 lettres essentiellement différentes et vraiment indispensables. Les quatre signes excédens serviront à indiquer les repos, à séparer les mots, si l'on conserve le système alphabétique, ou les divers assemblages de signes simples dont les combinaisons indiqueroient des mots ou des phrases convenues. Mais la facilité qu'offre le nouveau télégraphe est telle, les signes se succèdent avec une telle promptitude, qu'on pourroit, avec beaucoup de vraisemblance, adop-

ter l'avis des auteurs, qui est que le système alphabétique est préférable à tous les autres pour la célérité, sauf à changer la signification, en certains cas, pour assurer le secret de la correspondance; et nous pensons entièrement comme eux, que dans une multitude de circonstances, comme lorsqu'il s'agira d'avis particuliers que les observateurs auront à se communiquer réciproquement pour les instans et le mode du service, on fera bien de conserver le système alphabétique, quand même on en adopteroit un autre pour la correspondance réelle.

— Quoi qu'il en soit, toute espèce de notation pouvant s'adapter à cette machine, il nous paroît superflu d'entrer pour le présent dans cette discussion, et l'on pourroit même renvoyer à l'expérience pour le choix entre différens systèmes. Ce qui a fixé particulièrement notre attention, ce sont les qualités du nouveau télégraphe.

Nous avons déjà dit qu'il offroit facilité et sûreté dans l'usage, et ce sont là les deux points principaux. La célérité n'est pas tout-à-fait de la même importance. C'est pourtant un avantage qui n'est pas à dédaigner. Pour savoir à quel point il se rencontre dans le nouveau télégraphe, nous avons, dans presque toutes nos expériences, consulté une montre à secondes. La durée moyenne de chaque signe a toujours été d'environ 8', jamais de plus de 10'; sur quoi il importe de remarquer que, dans la crainte de ne point assez bien distinguer des angles si petits, on avoit, dans ce premier essai, forcé toutes les dimensions de l'aiguille, qui étoit trop longue et sur-tout trop massive, ce qui nuisoit à la célé-

rité. Quand on aura réduit la machine aux dimensions suffisantes, on peut espérer avec beaucoup de vraisemblance que 6' seront la durée moyenne de chaque signe. Il sera donc assez rare qu'une dépêche exige plus d'une demi-heure de travail dans le premier poste ; et si l'on considère que les mouvemens du télégraphe qui parle et du télégraphe qui répète sont presque simultanés, on se convaincra que la dépêche, à peine achevée dans la première station, sera déjà transmise entièrement au poste le plus éloigné.

Nos expériences ont été faites au télégraphe placé sur l'observatoire national. Le plus éloigné des deux que nous observions étoit placé sur le Mont-Valérien, c'est-à-dire, à plus de 10,000 mètres de distance. On pourroit, sans inconvénient, porter cette distance à 12,000 mètres, et peut-être davantage, toutes les fois au moins que le télégraphe se projetteroit dans le ciel, c'est-à-dire qu'il paroitroit plus élevé que tous les objets terrestres qui se trouveroient plus loin dans le même alignement. Mais s'il se projetoit en terre, il faudroit le placer de manière à ce qu'il se projetât sur un objet éloigné de préférence à un objet plus voisin ; et si l'on ne pouvoit éviter les objets voisins, il seroit essentiel alors de faire trancher le plus qu'il seroit possible la couleur du télégraphe avec celle du fond sur lequel il seroit vu.

Pour les observations nocturnes, on a placé des lanternes aux deux extrémités de l'aiguille ; et pour distinguer la queue d'avec la pointe, on a mis à la queue une

lanterne de plus. Peut-être eût-il mieux valu mettre la double lanterne à la pointe, pour ne point surcharger une extrémité où se trouve déjà une traverse de plus qu'à la pointe. Ces lanternes restent invariablement dans une situation verticale, au moyen de poulies d'égal diamètre, autour desquelles s'enroulent des chaînes sans fin. Nous n'avons pas fait l'essai de ces lanternes, et nous ignorons si le parallélisme se jugeroit avec la même précision, quand on ne verroit ainsi que les deux extrémités de la ligne. Au reste, il seroit aisé de remédier à cet inconvénient, en ajoutant quelques lanternes de plus, si l'expérience en démontreroit la nécessité.

L'exactitude du nouveau télégraphe dépend de cette condition, que les fils des lunettes seront toujours parallèles à l'aiguille. Il peut arriver que le parallélisme s'altère à la longue, et il sera bon de le vérifier chaque fois qu'on voudra correspondre. Le moyen est bien simple; on tournera le treuil de manière à ce que la roulette indique le caractère qui annonce la position verticale. Dans cet état, on examinera si l'aiguille est bien parallèle au mât qui lui sert de support, et les fils bien parallèles aux mâts des stations voisines. Dans ce cas, l'instrument est en bon état; mais si l'on voyoit une divergence, soit dans l'aiguille, soit dans les fils, on la corrigeroit en tournant convenablement les vis des boucles qui unissent les bouts des chaînes.

La machine, en général, nous a paru d'une construction facile et peu dispendieuse. A la réserve des lunettes et des chaînes qui les font tourner, toutes les pièces

peuvent se faire ou se réparer par-tout ; mais il sera bon d'avoir dans chaque station quelques chaînes de rechange en cas d'accident.

Il nous reste à examiner une objection qu'on a faite à l'idée fondamentale de la nouvelle machine. Il est impossible d'établir toutes les stations sur une même ligne droite. Le mouvement de l'aiguille se fera donc le plus souvent dans un plan oblique au rayon visuel, et incliné par rapport au plan dans lequel se meut le fil de la lunette. Ainsi, pour que le fil paroisse exactement parallèle à l'aiguille du télégraphe voisin, il ne faut pas lui donner un mouvement égal à celui de l'aiguille ; ainsi, en divisant toutes les poulies en parties égales, on n'obtiendrait pas de parallélisme.

On pourroit répondre d'abord que, pour une inclinaison de 24 grades, la différence entre l'angle vrai et l'angle apparent n'est pas de 2 grades, lorsqu'elle est la plus grande, c'est-à-dire, quand l'angle est de 50 grades ; et qu'ainsi le parallélisme, s'il n'est pas tout-à-fait exact, sera toujours du moins assez approché pour qu'on n'ait à craindre aucune erreur. Cette réponse auroit pu paroître suffisante, mais les auteurs du nouveau télégraphe en ont trouvé une beaucoup plus satisfaisante ; c'est de corriger cette erreur, quelque légère qu'elle paroisse. Leur moyen est simple et ingénieux.

D'abord chaque télégraphe est placé de manière à être vu des deux stations voisines sous la même inclinaison. Par ce moyen, l'inclinaison n'est que moitié de ce qu'elle seroit si elle portoit toute d'un même côté, et la correc-

tion n'est que le quart, parce qu'elle est sensiblement proportionnelle au carré de la tangente de la demi-inclinaison réelle. Ensuite, au lieu de diviser en parties égales la circonférence de la poulie attachée au treuil, ils la divisent de manière à ce que, vue sous une certaine obliquité, l'aiguille paroisse avoir des mouvemens égaux : et comme l'axe du treuil fait, avec les axes des lunettes, un angle qui diffère de 100 grades, de la même quantité précisément que l'angle du rayon visuel sur le plan dans lequel se meut l'aiguille observée, il s'ensuit que le treuil, en tournant inégalement, ne communique pourtant aux lunettes que des mouvemens égaux, et que le parallélisme paroît aussi exact que s'il n'y avoit nulle inclinaison. Pour cet effet, il a fallu briser le prolongement de l'axe du treuil, et les auteurs l'ont fait par un moyen connu depuis long-temps, et qu'on voit dans ces clefs ou espèces de bras qui portent le nom de Hook, leur inventeur, et qui servent à donner aux lunettes astronomiques tous les mouvemens nécessaires. Mais quoique ce mécanisme ne soit pas nouveau, l'application qu'on vient d'en faire nous paroît nouvelle autant qu'heureuse.

Ce seroit ici le lieu de comparer le nouveau télégraphe aux télégraphes déjà existans; mais nous n'avons pas été à portée de faire les expériences nécessaires pour établir cette comparaison. Tout ce que nous pouvons dire, c'est que le télégraphe des citoyens Bréguet et Bétancourt diffère essentiellement de toutes les autres machines de ce genre dont nous avons quelque connois-

sance ; que ce télégraphe réunit, à un degré qu'il paroît difficile de surpasser et même d'atteindre, toutes les qualités qui peuvent assurer facilité, promptitude et précision dans la correspondance, économie dans l'établissement et la réparation des machines ; enfin, multiplicité de signes jointe à une telle simplicité, qu'il n'exige aucune étude particulière dans les personnes auxquelles on en confiera le service : avantage d'autant plus précieux, qu'il permet de n'avoir habituellement que le nombre strictement nécessaire d'employés, puisqu'ils peuvent être remplacés à l'instant par tout homme qui saura lire. En conséquence, nous pensons que le nouveau télégraphe mérite l'attention du Gouvernement, et qu'on verra avec plaisir, dans le recueil de l'Institut, le mémoire dans lequel les citoyens Bréguet et Bétancourt ont exposé la construction de leur machine, et leurs idées sur le langage télégraphique.

21 germinal an 6.

Signé, LAGRANGE, LAPLACE, PRONT, COULOMB,
CHARLES, et DELAMBRE, rapporteur.

A13. Carta al director de Le Moniteur.

AVIS.

On a mis en vente, aujourd'hui, 1^{er} Botéal, rue des Poitevins, n° 18, la sixième, quatrième livraison de l'Encyclopédie méthodique, par ordre de matières. Elle est composée de :

1^o. De la vingt-troisième partie des Planètes d'Histoire Naturelle, contenant de la planche 123 à la 230, inclusivement, les *Mollusques* traités par le citoyen Lamarck, de l'Institut national.

2^o. Du tome premier, seconde partie de la *Géographie Physique*, par le citoyen Deccart, de l'Institut National.

3^o. Du tome quatrième, première partie supplémentaire de l'Art Militaire, par le citoyen Servan.

Le prix de ces livraisons est de 25 francs en feuilles, et de 36 francs, broché.

Le port de chaque livraison est au compte des souscripteurs.

POLITIQUE. ALLEMAGNE

Eilenheim, le 14 germinal.

Les paysans de Merchlingen, village dépendant d'Ulm, élisent ces jours derniers leur bailli, paré qu'il leur demandait une nouvelle imposition. Ils déclarent ensuite au magistrat d'Ulm, qu'ils ne consentaient jamais à payer cet impôt. Le magistrat vint à Ulm, trouva des principaux chefs de cette rébellion, au lieu de tout il en parut deux, qui déclaraient que ces trois n'avaient qu'exécuté leurs ordres, et que s'ils étaient punissables, ils étaient aussi. Dans ces circonstances, le magistrat fut obligé de céder aux paysans qui retournaient chez eux ; mais pendant leur absence, les prêtres gens étaient convenus entre eux de délivrer leurs prêtres, en cas qu'on les eût ramenés à Ulm. Ils arborèrent en conséquence la cocarde bleue pour signe de leur rébellion. Le magistrat vint de tout, et ne put que s'y opposer. Par-tout les fêtes terminées, et il ne fut que de rejoindre avec pour un écart. Le duc de Wurtemberg est à peu près dans la même situation.

ESPAGNE.

De la Corogne, le 11 germinal.

Dans le moment même (il est 8 heures du soir) mouillent dans ce port 12 équipages de guerre espagnols venant de Minorque etc. Ils portent, à ce que l'on assure, 3 millions et demi de piastres. Une d'elles a été amenée à bord l'ancien vice-roi du Pérou, M. Gil.

Avant-hier entre aussi dans ce port, le navire anglais la *Grande-Attention*, du port de 600 tonneaux, chargé de sucre et de rhum, expédié par le comte de Grand-Bonaparte, de Buzareo, La Bonne-Intention faisait partie d'un convoi de six voiles, qui venait de la Jamaïque, et allait dans les ports d'Angleterre, et qui un coup de vent avait dispersé. Le *Bonaparte* en aura ramené quelque chose.

RÉPUBLIQUE CISALPINE.

Mantoue, le 6 germinal.

Nous avons eu ici le 28 et le 29 du mois passé, des évènements effroyans qui ont paru nous annoncer le renouvellement des scènes de 23 pluviôse. La 37^e demi-brigade française devait partir. Elle était arrêtée dans sa tente, de cinq décades, et demandait obstinément d'être payée avant de se mettre en route. Dejà elle eût été partie de quatre canons qui étaient sur la place d'armes, et voulait aussi compléter des dix-sept, mais on leur lui refusait, et on parvint à l'appaiser, en lui permettant au pavillon très prochain. Le jour suivant, cette troupe se rendit sur la place pour recevoir l'argent promis. Le général Baraguay parut et voulut lui parler, mais il fut arrêté. Finalement, on trouva le moyen de la payer, on la conduisit pour cela hors de la porte Saint-Georges, et tout retourna dans l'ordre.

Le même général Baraguay est parti peu après pour aller aux ordres qui le rappelaient en France avec sa division.

Ces jours passés est arrivé ici le général Delmas, commandant de la division du Minicio. Il est

parti hier pour Ancône, où il doit arriver en dix jours de marche, avec la douzième demi-brigade, qui a été aussitôt remplacée ici par d'autres troupes. On en attend encore de nouvelles, qui, à ce qu'on prétend, se rendent en route pour Naples et la Sicile. Une proclamation qui a déjà été lue ici, semble annoncer du moins que telle est leur destination.

RÉPUBLIQUE ROMAINE.

De Rome, le 4 germinal.

Le 30 vendémiaire, l'acte de la fondation de la République romaine fut célébré sur la vaste place du Vatican. Les troupes françaises, la garde nationale et la légation romaine qui escortait les députés des départemens, se rendirent au Forum (Cimpo Vaccino) à la place Vaticane.

A neuf heures, le général Dalmagne avec son major et cheval, accompagné par un détachement de cavalerie, se rendit au Capitole où il prononça les noms des députés et installa le sénat. Le drapeau romain fut arboré en même temps. Il alla ensuite au palais où réunit les députés la chancellerie, et y installa les tribuns. Enfin il se rendit à la place Navonne où il prononça la constitution et les consuls. Ceux-ci étant montés à l'autel de la patrie, prononcèrent le serment républicain, qui fut répété par les députés, la garde nationale, la légation romaine et tous les spectateurs. Les arcs de triomphe, les symphonies, les illuminations qui couvrent les rues, cette occasion, et surtout l'objet d'une si auguste cérémonie, appelèrent le concours des fêtes de l'ancienne Rome.

On attend ici d'autres troupes françaises. Le camp qui était à Monte-M. le, a été transféré à Tréviete sur le chemin d'Albano.

A Ancône et Zuni, villes frontières, il y a beaucoup de troupes françaises.

Il circule ici une feuille intitulée : *Intercepté au port de Naples*. On y verra qu'un vaisseau grand ponton, à exemplaire, a été repêché dans le royaume, etc.

Du 5 germinal.

Le cardinal Vincenzo a été mis en liberté sur la considération qu'il est le père de son peuple. Le duc de Romme, si ce n'est pas un homme aux inquiétudes du gouvernement papal.

Avant hier, la messe solennelle est célébrée de deux garçons, dans l'un en avant, et l'autre en pied de vic. Pour consoler l'ex-duchesse, on a dit qu'elle avait perdu celui qui devait être cardinal.

Du 6 germinal.

Il y a huit jours que notre consulat, par la voie du ministre de la police générale, a fait annoncer, dans une proclamation, à tous les bons citoyens, qu'il prend des mesures pour assurer l'ordre des passeports et celui de la chose publique ; que s'étendant quiconque refusera de recevoir les copies dans le commerce et toutes ses magasins fermés, sera regardé comme mauvais citoyen.

Le même jour, aussitôt après l'arrivée d'un courrier extraordinaire de Paris, on précipita tous les ministres, chargés d'affaires, agents et conseillers des puissances étrangères, qui se trouvèrent à la capitale dans vingt-quatre heures, et du territoire de la République en huit jours, et à son sein éloignés jusqu'à ce que notre République ait été reconnue. Le seul chargé des affaires d'Espagne a été excepté de cette mesure.

Nos consuls, par l'entremise du même ministre de la police, ont fait annoncer à tous les négocians, laboureurs et cultivateurs, que la République prendra son soin tout particulier d'une classe aussi utile et aussi nécessaire à la société. En conséquence, seront déclarés ennemis du bien public et de la Patrie et soumis à des peines sévères, tous les traités qui s'établissent de Rome et de l'étranger, ou qui concourent de l'un et l'autre.

Après l'arrivée du sudis courrier de France, les quatre commissaires français, conformément au décret des deux consuls, ont publié que l'armée d'Italie avait bien mérité de la Patrie, et en même temps ils ont exprimé le désir qu'elle avait éprouvé le directeur, en apprenant ce qui s'était passé ici, le 4 vendémiaire.

Les mêmes commissaires ont reçu aussi des pouvoirs supérieurs à ceux dont le sénat Romain, ministre des finances de la République cisalpine, est revêtu. Sa troupe est chargée par le directeur de prendre les mesures les plus propres à établir la subordination parmi les troupes françaises qui sont à Rome, et ont pris l'ordre suivant :

Art. 1^{er}. Il est expressément défendu à l'imprimerie nationale L'extrait, d'imprimer ou être imprimé : *Les affaires de la République de Naples, de Parme et de Modène, une édition complète de l'histoire de Rome*, comme aussi tout autre écrit qui serait fait par ses ministres en son collectif.

Il sont compris dans la même prohibition tous les imprimés de la légation romaine. L'imprimé qui est contraire à cette prohibition sera saisi et brûlé sur le champ.

III. Le général est invité d'inviter le sénat romain dans l'ordre le plus prochain.

RÉPUBLIQUE LIGURIENNE.

Gênes, le 6 germinal.

Le général Berthier est revenu à Gênes, ainsi qu'il l'avait fait espérer ; mais il est parti aussitôt d'ici, et il ne pourra pas assister à la fête de la reconnaissance. On croit que le général sera en route pour la prendre les décrets romains pour la constitution qu'on prépare.

Les généraux Baraguay d'Hilliers et Vaubert et le contre-amiral Lamoignon sont allés à Gênes depuis quelques jours. On croit qu'ils seront employés dans l'expédition, sous les ordres du général Masséna.

Le citoyen Lugi, président du conseil des citoyens, parut le 24 pour Paris, chargé d'une mission importante auprès du gouvernement français. Le conseil n'en fut instruit qu'après son départ, et ne put par conséquent lui permettre de s'absentier et de rendre des limites de la République.

Quelques membres proposèrent de déclarer que le citoyen Lugi n'était plus représentant du Peuple, puisque cette qualité est incompatible avec celle d'agent du pouvoir exécutif. Mais d'autres observèrent qu'on n'avait aucun certitude qu'il fût réellement chargé d'une commission publique, et le conseil passa à l'ordre du jour. Mais ensuite, il s'envoya par le message au directeur pour s'enquérir du fait, dans le cas où de même au succès de la négociation dont il est chargé, et dont on ignore l'objet. Les autres députés ont été questionnés sur l'absence de Lugi avec la République française, d'une manière qui a été fort remarquée, et en a été donné, et qui a été la cause d'une mission que de dévoiler les intrigues que quelques Gênois font à Paris contre le gouvernement français.

Les personnes importantes ne croient point ces rapports sans par des gens de parti, qui se disputent l'autorité et l'influence, etc.

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE.

Paris, le 30 germinal.

Le directeur exécutif, informé que les auteurs et éditeurs de la feuille intitulée : *Journal des Hommes libres de tout les pays*, ou le *Republicain Français*, prohibée par son arrêté du 17 du courant, se reproduisant sous le titre de *Republicain*.

Considérant que ce moyen d'insulte de sa soustraire à l'effet des mesures prises par le gouvernement pour assurer la tranquillité publique, décide, de la part des auteurs de cette feuille, une interdiction plus marquée de réaliser ses intentions constitutives.

En vertu de l'art. XXXV de la loi du 19 fructidor an 5, a été arrêté, le 29 germinal, que le journal qui s'imprime à Paris sous le titre de *Republicain* est prohibé, et que les articles seront apposés sur les presses servant à l'impression.

— Le Rédacteur a publié aujourd'hui l'avis suivant :

Quelques journaux ont annoncé que le directeur exécutif avait fait demander au Directeur 45 millions et 6 vaisseaux de ligne, etc. Des bruits aussi absurdes ne devraient pas avoir besoin de réfutation ; mais comme l'intention qui les a fait circuler a été de se faire un nom, et de se faire un point d'appui, il est bon d'annoncer qu'il n'y a pas un mot de vrai dans cette étrange assertion.

C'est tout simple de la même manière et avec le même objet, nous avec le même parti, qu'on a venant de plusieurs départements, les premiers chefs de la liberté française, pour répondre à ce qui s'est passé à Paris, et dirigé par Naples, que, par exemple, avait été précédé des assemblées les plus importantes pour défendre les ports de Sicile et de la flotte française dans les autres ports, pour continuer en 1805, qu'on venant les ports les plus hostiles contre la

A14. Carta al director de Le Moniteur.

A15. Carta del embajador de España en París, informando sobre el telégrafo.

N.º 4.º

Epístola 5.ª



11
 Muy Sr. mio. Es de toda notoriedad la utilidad del telegrafo que está establecido aqui años ha y que tambien se ha adoptado en Inglaterra aunque con alguna variacion. Varias personas han trabajado con la idea de mejorar este invento, y en el dia está planificado aqui en el Observatorio, en grande, uno que D.ª Agustin Betancourt en asociacion con el famoso Belopero Breguet ha ideado y propuesto al Directorio. Este ha encargado a los miembros del Ynciento que paren a examinarlo y que hagan un informe muy circunstanciado sobre las ventajas de él y observaciones que se les ofrezcan relativamente a este curioso e importante invento.

Se que han estado ya y que han quedado sumamente sorprendidos y satisfechos, porque contiene quantas calidades se pueden apetecer. Su sencillez es, se puede decir, mas allá de quanto pudiera imaginarse.

En uso de tal rapidez que en lo segundo
podria verificarse desde Madrid a Cadix
la execucion del mismo signo ó movimiento,
y ademas es de tan fácil comprension que
un soldado Zumbido u otro sujeto qual-
quiera que se colocare en los puertos in-
termedios lo desempeñaria desde el primer
momento como el de la estacion principal,
y se advierte esta circunstancia porque
en el del uso actual, de la invencion de
m.^o Chappe, y tambien en el que se ha
establecido en Inglaterra se notan
complicaciones que epijen estudio y cono-
cimiento en los sujetos. Finalmente
el coste de cada telegrafo en su respectivo
puerto seria sumamente inferior como
de una 6.^a o 7.^a parte a los que estan
hoy corrientes.

Hemos estado averlo el Conde de
Cabarrus y yo, y hemos quedado sumamente
prendados, como ha sucedido a quantos Extran-
geros y Nacionales han ido averlo en el Obser-
vatorio Publico en donde está colocado.

Por el pronto me limito a dar

a V. E. esta noticia por mayor, y me reservo a enviarle copia del Informe que el Instituto dará al Directorio, y el Conde de Cabarrus por su parte informará también menudamente.

No pongo la menor duda en que quando el Rey y V. E. se hallen enterados de todo harán establecer este preciso invento en las Carreras principales a los Departamentos, alas dos fronteras de Francia, y otros puntos principales, como Lisboa, pues baste decir que podrian facilissimamente la Reyna *u. r. a.* y la *s. r. a.* Infanta Princesa del Brasil escribirse diariamente Cartas desde sus respectivos Gabinetes, con una celeridad increíble.

Dios que a V. E. m. a. como
desee. Paris 21 de marzo de 1798.

Exmo. Sr.
D. S.

B. L. M. dev. d.
su mas at. oblig. sero
El Marq. del Campo
B

Exmo. Sr. Principe de la Paz.

104

Paris le 22 Mars 1848



Paris

Le Directeur du Telegraphe

est chargé de vous adresser

le Manifeste de la Commune.

Respectueusement.

Otros documentos

A16. Artículo publicado en “Mechanism and Machine Theory”.



Agustín de Betancourt's telegraph: Study and virtual reconstruction

Ricardo Villar-Ribera^{a,*}, Francisco Hernández-Abad^a,
José Ignacio Rojas-Sola^b, David Hernández-Díaz^a

^a Polytechnic University of Catalonia, Department of Engineering Graphics, Barcelona, Spain

^b University of Jaen, Department of Engineering Graphics, Design and Projects, Jaén, Spain

ARTICLE INFO

Article history:

Received 17 March 2010

Received in revised form 1 October 2010

Accepted 15 January 2011

Available online 22 February 2011

Keywords:

Agustín de Betancourt

Telegraph

Virtual reconstruction

Computer animation

ABSTRACT

The transmission of information has gone through various stages of evolution throughout its history. A stage before that of the electric telegraph was the so-called aerial/optical telegraph. It was developed towards the end of the 18th century and was in service until the middle of the 19th century. Chappe's system was widely used in France, and was the first to be in consistent use. However, a new and technologically superior system was developed soon afterwards which superseded it. Its inventor was Agustín de Betancourt, considered by some authors one of the founders of the Theory of Machines and Mechanisms, who, together with the distinguished clockmaker Breguet, presented it to the French Authorities in the turbulent decade of the 1790s.

This article presents a historical review of this telegraph and analyzes its technical characteristics. It presents analytically, numerically and graphically some of the statements made about the telegraph, and corrects other subsequent observations. Lastly, a detailed reconstruction of the telegraph is made using different advanced CAD techniques, which provide an accurate static and dynamic view of each of its parts.

© 2011 Elsevier Ltd. All rights reserved.

1. Biographical introduction

Agustín de Betancourt was a Spanish engineer who worked in the service of two countries, Spain and Russia. He was born in the Canary Islands in 1758, and moved to Madrid in 1778 where he studied in the Reales Estudios de San Isidro, and subsequently in the Real Academia de Nobles Artes. In 1784 he moved to Paris in order to continue his studies in the École des Ponts et Chaussées, where he developed a friendship with Gaspard de Prony.

After briefly returning to Spain, the Spanish Government engaged him to produce a collection of machines, on plans and in models, which would later become the Real Gabinete de Máquinas, the seed of the future Oficina Española de Patentes y Marcas (Spanish Patents Office) and of studies in Industrial Engineering.

In 1788 Betancourt moved to England to continue his work, and it was on this trip that he saw (although not in detail) a double-acting steam engine. As a result he published *Mémoire sur une machine à vapeur à double effet* (1789), and supervised the work of the construction of various engines for the Perier brothers [1].

Owing to the situation caused by the French Revolution, Betancourt returned to Spain in 1791, where he founded the Real Gabinete de Máquinas (Royal Machines Cabinet), situated in the Palacio del Buen Retiro (1792).

1793 saw him return again to England, where he stayed for three years studying steam engines, and until 1797 he was in France, during which time he presented a memoir on a new telegraph together with the clockmaker Breguet.

* Corresponding author.

E-mail address: villar@ege.upc.edu (R. Villar-Ribera).

Betancourt returned to Paris at the end of 1797 to present the improved version of the telegraph, which received academic acclaim, but which was never implemented owing to the opposition of Chappe, Director of the French Telegraph Service.

Upon his return to Spain, Betancourt took charge of the construction of the telegraph line which was to link Madrid and Cadiz, but which was not completed owing to financial problems, and only reached as far as Aranjuez, some 40 km from Madrid.

In 1803 he created the Guild of Ingenieros de Caminos y Canales (Civil Engineers), although he began teaching the previous year, and in 1808 he began working for the Tsar of Russia; here he undertook a similar role to that he carried out in Spain, in charge of the Guild of *Ingenieros de Caminos y de la Escuela preparatoria*.

In 1808, before leaving for Russia, he published along with José M^a de Lanz the “*Essai sur la composition des machines*”, considered to be the first work on the Theory of Machines and Mechanisms, and which would be a teaching text in European universities for the following fifty years. The second edition was published in 1819 (without Hachette’s introduction), and the third edition in 1840, after Betancourt’s death. It was soon translated into English (1820 and 1822) and German (1829) [2–4].

In Russia Betancourt undertook important organizational and teaching roles, founding the foremost engineering school in the country, and his work contributed notably to the development of Russian technical education [5,6].

Agustin de Betancourt died in St. Petersburg in 1824.

2. Historical background

2.1. Early telegraph history [7–9]

From the beginnings of history people have sought a system which allowed them to communicate quickly over long distance. The means available were fire and smoke, given the limitations of distance of acoustic signals (although Caesar describes in “*De bello gallico*” how the Gauls communicated across distance, this cannot be considered as a precursor of the telegraph, as it used voice communication).

Signal fires and beacons were used to transmit news of events during the Trojan War (12th century B.C.).

Polibio, a Greek historian of the 2nd century B.C., described a system of communication of information based on clepsydra, which was used during the first Punic War (3rd century B.C.). He also reported a primitive telegraph using groups of five torches. This system was able to transmit messages, as the alphabet was made up of 25 letters (by dividing the alphabet into five groups, the first signal indicated the group and the second the position within the group). This system was adopted by the Romans, who established a network of communication towers. Trajan’s Column shows one of these towers.

In the Middle Ages smoke signals were in use. This was the system used to inform the King of Castile, Enrique III, of the birth of his son, Juan II.

In 1340 the Castilian army used different flags to communicate coded orders and messages in the campaign against the King of Aragon. There are prior references in the “*Código de las Partidas*” of Alfonso X to a system of naval communication. It would not be until 1742 that the Spanish navy adopted a code of signals using 10 flags, each of which stood for a number. This system was later adopted by the navies of different countries.

A system of beacons was used in England to warn of the approach of the Spanish Armada.

In 1651 a Capuchin Friar proposed the use of telescope for long-distance communication, with a system of coded signals. This system was never implemented.

Robert Hooke proposed to the Royal Society in 1684 an optical telegraph system which was not put into practice.

It was the social changes of the 18th century, particularly those brought about by the French Revolution, which finally led to the appearance of an effective telegraph. This was the Chappe brothers’ telegraph, considered as the first real telegraph (and Chappe is considered as the father of telecommunication). Claude Chappe was the first to use the term ‘telegraph’ (from the Greek *tele*, at or to a distance, and *graphia*, to write or draw).

2.2. Chappe’s telegraph

In 1794 Chappe’s telegraph [10] came into use between Lille and Paris (Fig. 1). The previous year the Committee of Public Health ordered the construction of the first telegraph line which linked Lille and Strasbourg, through Paris, and which came under the jurisdiction of the War Ministry. Owing to the limitations of mechanics, Chappe called on the services of the clockmaker Breguet, who designed the necessary mechanisms to move the telegraph and construct the corresponding models [11,12] (therefore, we should talk about the Chappe–Breguet telegraph).

These all coincide with the time of ‘Terror’, which saw the death of many French people at the hands of the revolutionary fanaticism of Robespierre. Because of this, Breguet fled to his native Switzerland between 1793 and 1795 to escape the guillotine; this is possibly the reason why his name disappeared from the telegraph, leaving Chappe as its sole creator.

Chappe’s telegraph consisted of a long arm (regulator), with two smaller arms at the ends (indicators). Both the regulator and indicator arms moved in steps of 45°, giving four positions for the regulator, and eight for the indicators. Chappe removed from the system the position in which the indicators overlapped with the regulator, resulting in seven positions for each indicator. Therefore there were 196 different positions, although finally only 92 were used, as the oblique positions of the regulator were used by the receiving station to confirm reception of the code.

In order to design the code, Chappe had the help of his cousin Léon Delauney, who was familiar with coding following his work in the French consulate in Lisbon. A small number of people who were in charge of the code were called directors. The directors

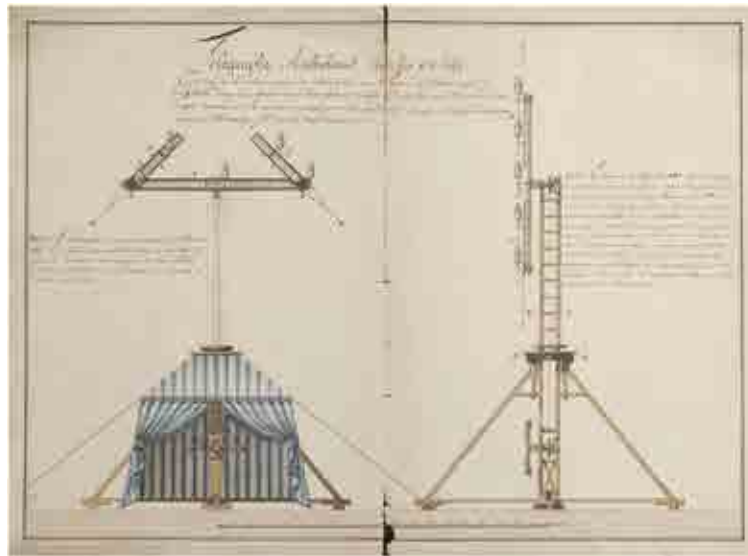


Fig. 1. Chappe's telegraph. Field version [13].

formed the messages from words and phrases, which were written in the code books. The telegraph operators (called *estacionarios*), transmitted two signals: one for the page of the code book, and the other for the line of the page. There were various coding versions, notable among which was the one which had 92 pages, each with 92 lines.

The system was reasonably effective for its time. An example of this is that a signal could travel from Paris to Lille in just 9 min. However, there were limitations. The visibility between stations was not ideal, and this frequently led to transmission errors. To address this problem, Chappe introduced auxiliary stations which came into service in low-visibility conditions. He also considered increasing the size of the regulator from 4 to 15 m, although this was never implemented. In addition, he consulted Gaspard Monge, who proposed raising the number of arms from two to seven, although this suggestion was also not put into practice [14].

2.3. Murray's telegraph

At about the same time, other types of telegraphs were being developed. One of these was developed in Sweden by Edelcrantz (Fig. 2). This was working by 1794, and consisted of a system of 10 screens, with each one pivoting through 90° in two positions, visible and not visible. The different positions of the screens formed numerical combinations which could be translated into letters, words or sentences using code books.

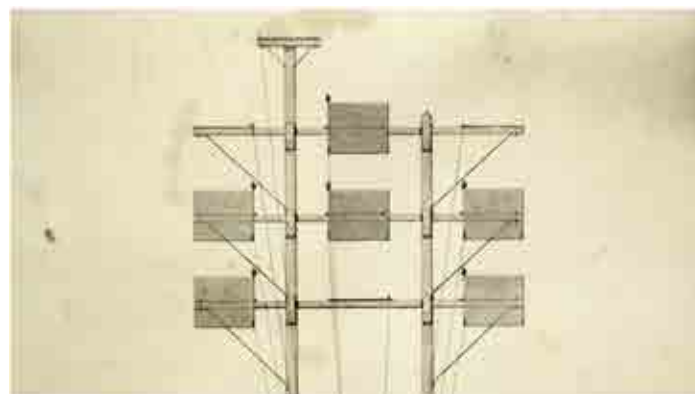


Fig. 2. Edelcrantz's telegraph [15].

Murray's telegraph, which was inspired by Edelcrantz's, had six screens on two columns, which allowed enough combinations (2^6 , that is, 64) to transmit messages. There were three operatives, two of whom moved the screens and one who acted as observer. At the beginning of 1796 a line of 15 stations was already in service, which is possibly the line seen by Betancourt.

2.4. Betancourt's telegraph

The first description of Betancourt's telegraph is to be found in the manuscript [16], which was presented to the Executive of the French Republic with the help of the *député* D'Eymar on the 23rd Brumaire of the Year V (13th November 1796). In his presentation, D'Eymar confirmed that Breguet is the designer of the telegraph mechanisms of Chappe's telegraph, and informed that Betancourt “has observed the installation of English telegraphs”. This document includes a description of the invention and a color-ink drawing of the mechanism; however, the graphical documentation is incomplete, as there is no drawing of the complete telegraph.

This memoir was sent to Prony. In Prony's report on the telegraph [17], there is a plan which must be either the original drawing by Betancourt or a copy, as it is a true representation of the mechanism that was present in the first document. This report concluded that the new telegraph was superior to the one it set out to replace, in the following features:

- It was simpler to use and easier to build.
- The transmission of messages was faster and with fewer errors.
- It didn't need highly-qualified workers.
- It was cheaper than Chappe's telegraph.
- It could be fixed or mobile (this was also the case with Chappe's telegraph).

This first version (Fig. 3) was opposed by Chappe, who considered that his version was superior [18,19], and belittled the importance of the new invention (he even called it a copy). This led to a public clash between Chappe on one side, and D'Eymar, Breguet and Betancourt [20] on the other.

This clash led Betancourt to write a second memoir [21] (5th of Frimaire of year VI), which carried the signature of both Betancourt and Breguet, and which was presented to the Science Academy in Paris at the end of 1797. The Academy appointed a commission of experts whose prestige would be sufficient to give credibility to their conclusions [22]. They were Lagrange, Laplace, Borda, Prony, Coulomb, Charles and Delambre.

This second manuscript consisted of a 16-page manuscript, and three pages of black and white plans. The plans used a metric scale, unlike the previous manuscript which had used feet and inches.

The memoir was in two parts, the first devoted to the description of the telegraph, and the second in which the authors proposed a series of ideas relating to telegraphic language. The first part opened with a declaration of the reasons that had led the

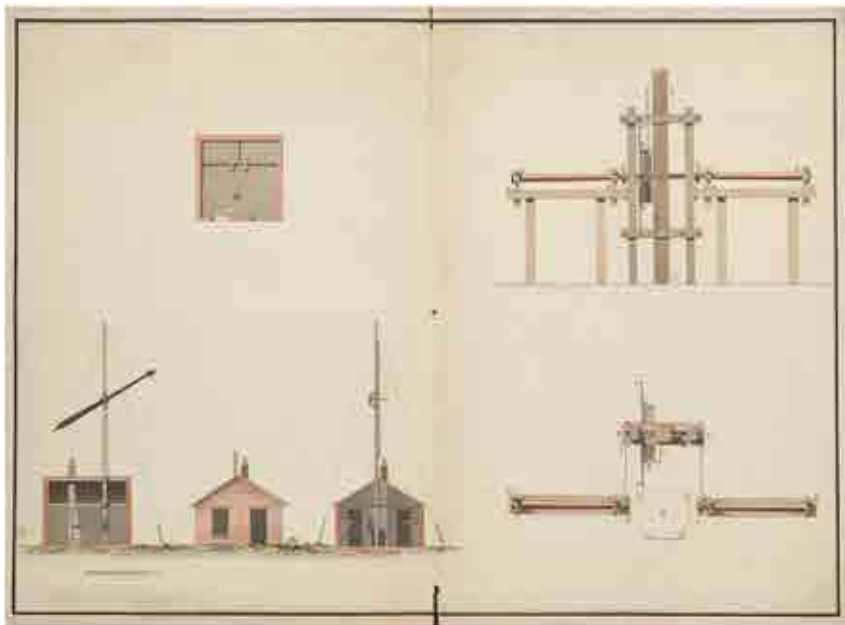


Fig. 3. First telegraph. Synchronism of telescopes and general views.

authors to present the telegraph to the Academy, that is, the justification of the invention. These reasons were the following improvements in comparison with Chappe's telegraph:

- Mechanical simplification
- Increased transmission speed
- Lower costs

The following point is the description of the first two plans. The first plan contains the raised and cross-section views of the telegraph (it should be noted that while the mobile part, called the arrow by the authors, is shown in oblique position in the raised view, in the cross-section view it is full size). The second plan contains a blown-up view of the lower part, in front and raised views. The description is detailed, and each part is identified with letters, in keeping with the style of the period.

This second memoir, in addition to the improvements which are shown on the plans (as well as the fact that the arrow turns on the upper end of the post, it has also been redesigned to differentiate clearly the upper and lower parts of the arrow), responds to some objections which had been made against the telegraph, and which are outlined in the next section.

3. Bases of the telegraph

The telegraph consists basically of a mobile element, called the arrow, attached to a vertical post. At the lower end of the arrow there is a perpendicular cross piece, which serves to distinguish the upper part of the arrow from the lower part.

The telegraph transmits angular positions of the arrow. In order to read these positions correctly, each telegraph has two telescopes, which are synchronized with the movement of the arrow using pulleys and chains. The first is used to observe the signal of the transmitter telegraph, and the second to verify that the receiver telegraph has received the signal correctly.

In order to guarantee the accuracy of the signals, the telescopes have a vertical line which the telegraph operators lined up with the transmitter arrow. When the winch was moved, the arrow and telescopes moved simultaneously, so that when the line of the telescope coincided with the transmitter arrow, the telegraph's own arrow was already in the required position.

The objections which are taken up in the second memoir with respect to the functioning of the telegraph are the following:

- The first referred to the difficulty to distinguish small angles on days with adverse weather conditions. The authors clarified that the objective was not to measure angles, but rather to line up two parallel lines, the arrow and the visual line.
- The second was the need to place the mobile stations closer together. This was countered by the fact that observed part is much larger than the part it replaces.
- The third objection is the most interesting. This deals with what happens when three stations are not aligned. This is a frequent problem, as the terrain makes it impossible to align all the different stations which make up a telegraph line.

This third objection requires more detailed study.

3.1. Study of the telegraph angles

In the telegraph, two angles need to be considered (Fig. 4). The angle (θ) between the turning planes of the arrows, and the angle between the arrow and the vertical (φ).

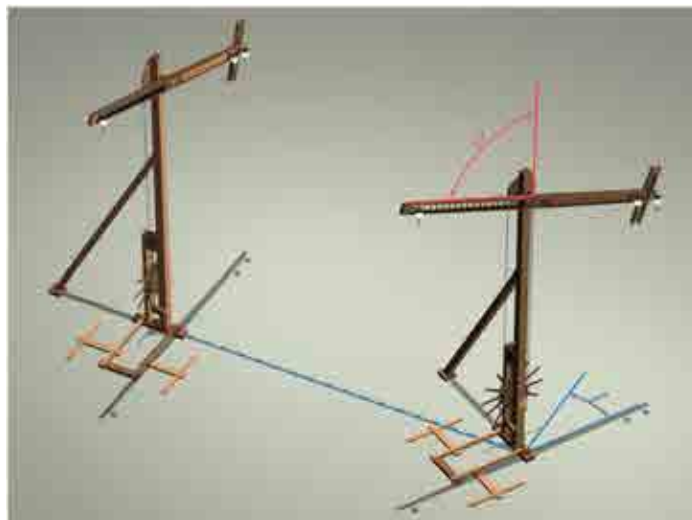


Fig. 4. Angles of the telegraph.

Various cases are studied in the memoir. For small angles, the error is smaller and can be considered negligible, but the error needs to be corrected for larger angles.

3.2. Calculation of observed error

The following is a calculation of the angle observed from a slanted plane (Fig. 5).

Let M be the telegraph arrow, π the turning plane of the arrow (defined as perpendicular to the axis), and π' the plane on which M will be projected. l is the angle formed between planes π and π' . The angle of turn of the arrow with respect to the vertical will be called φ .

A system of coordinates X , Y , and Z is situated such that plane XZ is the turn of the arrow. For plane π' the X axis does not vary, while the Z and Y axes do vary. Z' is the result of reducing Z by multiplying it by the cosine of l .

Analytically:

$$M_{x'} = M_x$$

$$M_{z'} = M_z \cdot \cos l.$$

The resulting angle (φ'), is formed by M' with the vertical Z' ; therefore, this angle must be according to angle φ .

$$\tan \varphi = \frac{M_x}{M_z}$$

$$\tan \varphi' = \frac{M_{x'}}{M_{z'}} = \frac{M_x}{M_z \cdot \cos l}$$

From these expressions, we have:

$$\tan \varphi' \cdot \cos l = \tan \varphi$$

According to the memoir, for an angle between the turning planes of the arrows (l) of 30° and that of the arrow with the vertical (φ) of 45° , the difference is $4^\circ 6'$ (Note that Betancourt, who wrote the memoir, used the singular for this supposition “.. l'angle BCD que je suppose être...”, which shows the importance of Betancourt's role in comparison with that of Breguet. It is also

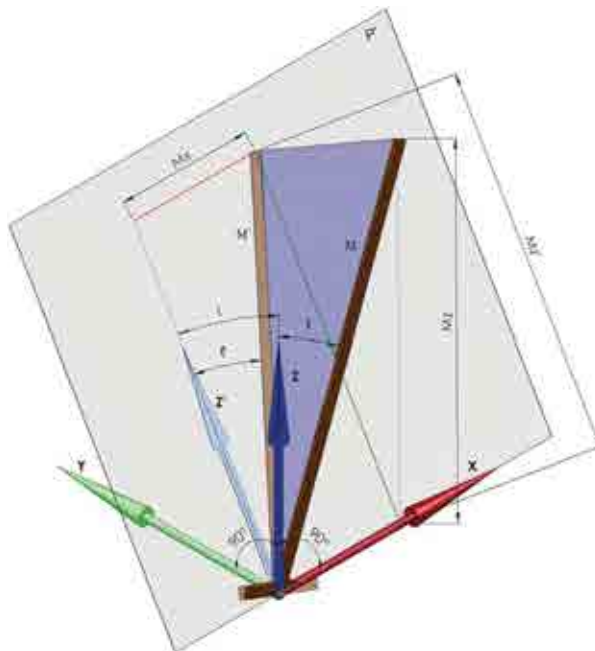


Fig. 5. System of coordinates projected onto a slanted plane.

clear that the manuscript was written by Betancourt, and then Breguet added his signature, “*différence trop considérable pour être négligée*”). This value is exactly the same as that which is verified analytically and graphically.

3.3. Solution proposed by Betancourt

Given the deviation shown above, the solution which Betancourt put forward was to use gimbals for transmission. In fact, the expression shown above is exactly the same as that which relates angles for a gimbal joint [23]

$$\tan a' = \tan a \cdot \cos l$$

(therefore, we may wonder whether Betancourt arrived at this expression in his *Essai sur la composition des machines* after tackling this problem). However, even in 2007, many researchers were unaware that in Betancourt and Lanz's work the expression of the gimbal is present. A. Mills [24] states that the first time the expression appears is in 1845, in the *Traité de Mécanique appliquée aux machines* by Poncelet. Poncelet was an alumnus of the Polytechnique, and therefore was familiar with the work of the Spaniards.

The French version of the *Essai sur la composition des machines* contains an error, which cannot reasonably be attributed to the authors, as the cosine is divided by R, which makes the expression incoherent. This R is not present in the explicative text preceding the expression) where a' is the angle formed by the driven axis, a the angle formed by the driving axis, and l the angle formed by the two axes.

This article also shows a graphic solution to the movement of the gimbal joint (Fig. 6), as the incorporation of this process is very interesting owing to its simplicity. It is sufficient to bear in mind that for the chosen projections, the angle of the projected crosspiece is always 90° , as in both projections one of its axes is drawn with 1:1 scale (theorem of three perpendiculars). In order to draw projections A and B, no other data than those shown in the picture are necessary. This system of resolution of the gimbal joint is a personal addition by the authors and to the best of our knowledge is unpublished.

Changing the expressions above, we find that for a gimbal joint, the entrance angle is the same for the projection of the exit angle on a perpendicular plane to the entrance axis, as Betancourt stated and demonstrated.

In this simulation it can be seen (Fig. 7) that while the turning angles are different, in the direction of the auxiliary project the real turning angle (red) and the projected angle on the other axis (gray) are the same. The red angle marks the direction of the line of the telescope, while the gray represents the line of the arrow.

Therefore, if they are appropriately combined, the use of gimbal joints can solve precisely the problem (in addition, in a double gimbal joint, the entrance and exit turning angles are equal, if the angles between the axes are also equal).

The way in which this is done is drawn in the upper part of the third plan of the memoir. That is, the first gimbal joint connects the telescope which observes the previous station to the winch (the arrow), which in turn is connected to the telescope which observes the following station. Therefore, the entrance and exit turning angles are the same, while the angle of the arrow is different; however, its projection seen from the previous and following stations coincides with those of the telescopes. In this way, although the different stations are not aligned (Fig. 8), the angle observed from any station (with respect to the previous and subsequent stations) is the same, and this is the value through which the telescope turns.

In Fig. 8, ab, cd, ef define the planes in which the arrows turn, and which coincide with the bisectors of the angles formed by the stations. This means that the orientation angles of the gimbal joints are the same for the entrance and the exit.

We can examine in greater detail a stretch of the telegraph line (Fig. 9). A, B and C are three non-aligned stations. Tab is the telescope at A which observes B. Tba is the telescope at B which observes A, and therefore Tbc is the telescope at B which observes C. The arrows are Fa, Fb, and Fc.

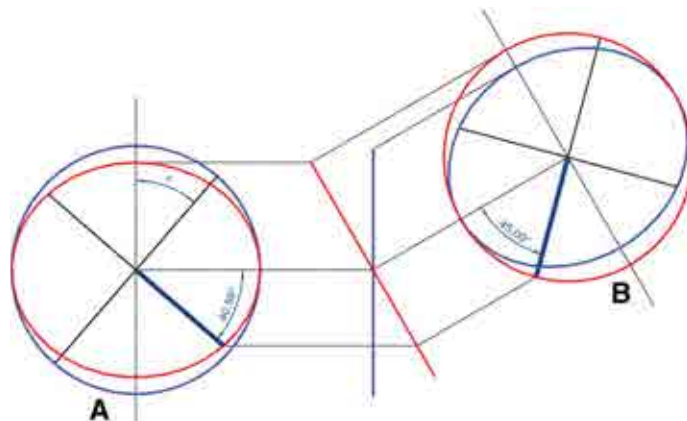


Fig. 6. Graphic resolution of a gimbal joint.



Fig. 7. Simulation of the movement of the gimbal joint.

The angle ABC is $2I_1$, and the turning plane of Fb is the plane which bisects ABC , so the angle between the turning plane of Fb and the stretch of the line AB is I_1 , which is the same for BC .

At a given moment, Fa turns through an angle α . The telegraphist at B turns the telescope Tba until its angle coincides with that of Fa . As Fb is joined via the gimbal joint, it turns through a different angle according to the relationship $\tan \alpha' = \tan \alpha \cos I_1$. The observer must check that the message has been correctly received, and observe the position of Fb . As it is observed from an angle I_1 , the value observed is given by the expression shown in Section 3.2, and the angle observed from A is also α .

The angle through which the other telescope at B , Tbc , turns, is the same as that of Tba , as they are joined by a double gimbal joint and the entry and exit angles are equal. The same situation occurs at the following station, C .

This process is repeated at all the stations. While the telescopes turn through equal angles, the arrows turn through different angles, but the observed angle is the same for all the stations (Fig. 10).

4. Implementation

The commission which studied the second memoir proposed a comparative test between the two telegraphs, which was reduced to a test of Betancourt's system when Chappe refused to participate. Even though the telegraph was never put into service in France because of Chappe's opposition (Chappe was the Director of the telegraph service [25], and later recognized that he used the fact that Betancourt and Breguet were foreign in order to defend the fact that the Government of the Republic could not favor foreigners over French nationals), the telegraph was highly praised by the academics. Finally, Betancourt's efforts were partially rewarded in Spain, where the line between Madrid and Aranjuez was established [26,27] (it seems that only this part of the planned line was completed, in contrast to other authors who talk of the line Madrid–Cádiz [28]).

5. Virtual reconstruction

For the virtual reconstruction of the telegraph, various sources have been consulted. Firstly, a search was carried out for existing preserved elements of the machinery or mechanism. However, no existing machinery remains.

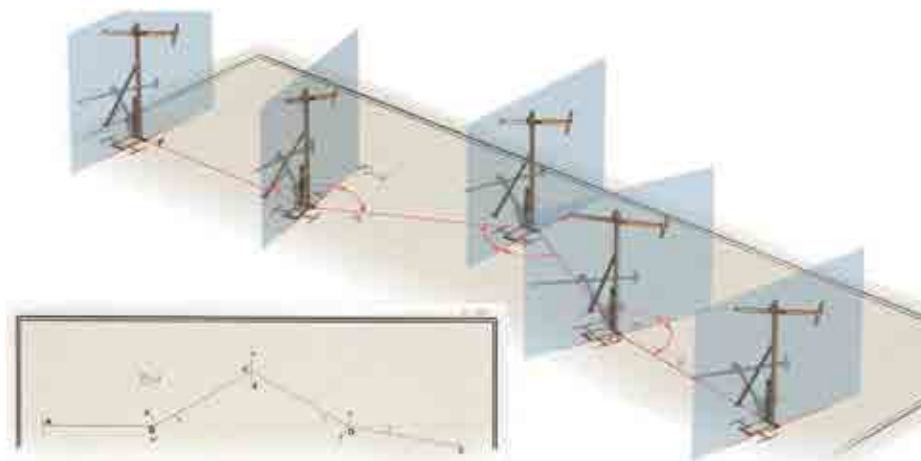


Fig. 8. Positioning of stations.

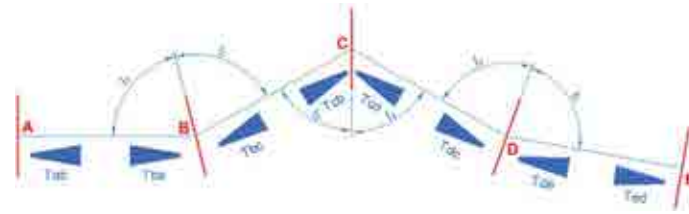


Fig. 9. Schematic positioning of stations with telescopes.

The next step was to compile graphical documentation, models and written material. In this case, a large amount of material was available, enough to obtain a close idea of the original design. The dossier mentioned above was consulted, as well as two models (Fig. 11) which belong to the collection of the Conservatoire des Arts in Paris.

A model of the telegraph was constructed for the traveling exhibition organized by the CEHOPU. The instrument functions correctly, but in contrast to the Parisian model, it is not made to scale (it does not have the same proportions as the actual telegraph), and therefore could not be used for this study.

The dossier contains the two memoirs written by Betancourt. The first includes a plan (along with another plan which provides the report by Prony), while the second contains three plans. This information has been sufficient to be able to complete the modeling of the telegraph using advanced CAD techniques, despite contradictions in the materials used (the measurements of some of the elements differ between plans and the scale of the third plan is confusing).

In the process of generating the necessary geometry, a first version used AutoCAD (version with aligned telescopes), while a second version used SolidWorks (version with non-aligned telescopes), a software package which, unlike AutoCAD, allows for the parametric modification of each of the elements, as well as the creation of technical simulations which can be analyzed from a mechanical point of view (Fig. 12).

The most realistic simulations and the computer animations were made with a specific program (Autodesk 3DS Max). In order to carry out this progress without having to regenerate the geometry of the components, the previously developed files were converted so that they were compatible with this software. This conversion was carried out respecting the implied restrictions in the precision of the geometry, and with the aim that the files were of a reasonable size.

The allocation of material has been carried out using commercial material libraries. These materials were determined from visible data in the colored plan which accompanied the documents, and similar materials from the time were taken from various fields (naval construction, optical machinery, carpentry, etc.), and the materials of the models were also considered. For each of the objects in the virtual scene, the material allocated has been chosen to give the most realistic appearance possible from any angle.

Another of the challenges faced was the generation of dynamic scenes. The movement of the telescopes on gimbal joints is a simple simulation in SolidWorks, but a complicated animation in 3DS Max; however, the increased realism that is obtained is a reward for this increased complication.

6. Conclusions

The technical characteristics of the telegraph have been analyzed, with an analytical, numerical and graphical demonstration of the most controversial questions raised in its time because of individual interest which attempted to discredit it. Also, mistaken historical statements have been corrected, such as that which suggested that the knowledge of the laws of movement of certain elements (the gimbal joint) was discovered at a later time.

A rigorous reconstruction of all the elements of the telegraph has been made, including the detail of some parts which has allowed us to demonstrate the majority of the assertions which Betancourt himself wrote to defend his project against the claims of those who were accusing him of plagiarism. Modern CAD (and CAX) systems are a powerful tool in scientific research, as they



Fig. 10. Synchronism of the system. Application of gimbal joints to maintain the synchronism of the system, with a central winch.



Fig. 11. Model of the telegraph with oblique telescopes. Musée des arts et métiers (Paris).

allow us to demonstrate the truth of statements made in the past without a large investment in equipment, while simulation tools allow us to make this information available to the scientific community and to the public in general.

Lastly, we have created a model of immersion which makes it possible for people with cultural and scientific curiosity to access the precise working of each of the parts of the telegraph, including the detailed movement during the realistic simulation of transmission from one station to the next.

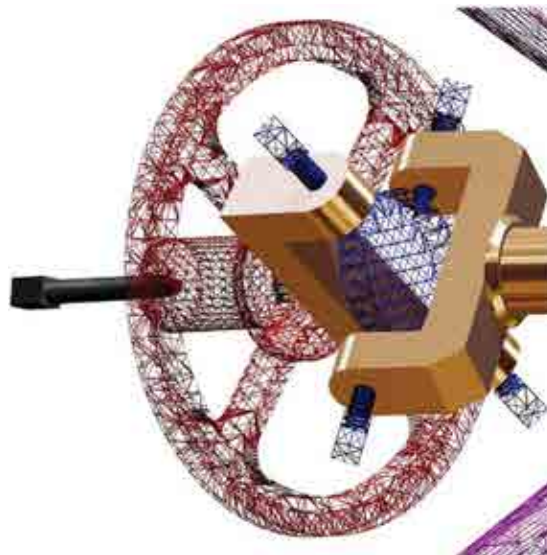


Fig. 12. Geometric modeling. Detail of the model generated with advanced CAD techniques.

References

- [1] J.I. Cuadrado Iglesias, M. Ceccarelli, El nacimiento de la Teoría de Máquinas y Betancourt, en el siglo de las luces: De la industria al ámbito agroforestal, Real Academia de Ingeniería, Zaragoza, 2005.
- [2] C.S. Lopez-Cajun, J.I. Cuadrado Iglesias, M. Ceccarelli, Early Modern Activity on TMM by Lanz and Betancourt before 1830, 11th IFToMM World Congress in Mechanism and Machine Science, 2004, Tianjin, 2004.
- [3] O. Erogova, M. Ceccarelli, J.I. Cuadrado Iglesias, C.S. Lopez-Cajún, V.E. Pavlov, Agustin Betancourt: An Early Modern Scientist and Engineer in TMM, Proceedings of ASME IDETC/CIE 2006 Mechanisms&Robotics Conference, Philadelphia, 2006.
- [4] M. Ceccarelli (Ed.), Distinguished Figures in Mechanism and Machine Science: Their Contributions and Legacies, Springer, Dordrecht, 2007.
- [5] O. Egorova, Agustin Betancourt and His Contribution to Higher Engineering Education in Russia, 12th IFToMM World Congress, Besancon (France), 2007.
- [6] V.E. Pavlov, Agustin Betancourt in Russia, Quaderns d'història de l'enginyeria, vol. X, ETSEIB-UPC, Barcelona, 2009.
- [7] S. Olivé Roig, Historia de la telegrafía óptica en España, Ministerio de Transporte, Turismo y Comunicaciones, Madrid, 1990.
- [8] A.A. Huurdeman, The Worldwide History of Telecommunications, Wiley-IEEE, 2003.
- [9] O. Pérez Sanjuán, De las señales de humo a la sociedad del conocimiento: 150 años de telecomunicaciones en España, COIT, Barcelona, 2006. (coordinadora).
- [10] I. Chappe, Histoire de la télégraphie, Imprimerie de Crapelet, Paris, 1824.
- [11] C.M. D'Eymar, Au Directoire Exécutif, Manuscript, 1796.
- [12] C.M. D'Eymar, Gazette Nationale ou Le Moniteur Universel (1797-11-6), Paris, 1797.
- [13] <http://betancourt.fundacionrotava.es>.
- [14] G. Holzmann, B. Pehrson, The Early History of Data Networks, Wiley-IEEE Computer Society, 1994.
- [15] <http://www.tekniskamuseet.se>.
- [16] A. Betancourt, A. Breguet, Description du Télégraphe inventé par les C^{ens} Breguet et Betancourt, Manuscript, 1796.
- [17] G. Prony, Rapport du citoyen Prony, Manuscript, Paris, 1796.
- [18] C. Chappe, Mémoire sur le projet d'un nouveau télégraphe présenté au Directoire, Manuscript, Paris, 1796.
- [19] C. Chappe, Gazette Nationale ou Le Moniteur Universel (1797-11-10), Paris, 1797.
- [20] A. Betancourt, A. Breguet, Réponse aux observations faites par le citoyen Chappe sur le télégraphe proposé au Directoire par les citoyens Breguet et Betancourt, Paris, 1797.
- [21] A. Betancourt, A. Breguet, Mémoire sur un nouveau Télégraphe et quelques idées sur la langue télégraphique, Manuscript, Paris, 1797.
- [22] Lagrange, Laplace, Borda, Prony, Coulomb, Charles y Delambre. Rapport sur un nouveau télégraphe, de l'invention des citoyens Bréguet et Bétancourt (Published in Mémoires de l'Institut National des Sciences et Arts), Paris, 1797.
- [23] J.M. de Lanz, A. de Betancourt, Ensayo sobre la composición de las máquinas, (facsimil de 1808), Castalia, Madrid, 1990.
- [24] A. Mills, Robert Hooke's universal joint' and its application to sundials and the sundial-clock, published on-line in Notes & Records of the Royal Society, 2007.
- [25] C.Chappe, Gazette Nationale ou Le Moniteur Universel (1798-04-29), Paris, 1798.
- [26] I.Gonzalez Tascón, Betancourt. Los inicios de la ingeniería moderna en Europa, Ministerio de Obras Públicas y Medio Ambiente, Madrid, 1996.
- [27] J.Fernández Pérez, I.González Tascón, Ciencia, Técnica y Estado en la España ilustrada, Sociedad Española de Historia de las Ciencias y de las Técnicas, Zaragoza, 1990.
- [28] A.Rumeu de Armas, Ciencia y tecnología en la España ilustrada, Turner, Madrid, 1980.