## **INDICE DE FIGURAS.**

Figura 1. Máquina lineal unilateral.	16
Figura 2. Máquina lineal tubular.	17
Figura 3. Máquina lineal bilateral.	17
Figura 4. Máquina rotativa de flujo axial de doble estator.	_17
Figura 5. Longitud de entrehierro en máquinas lineales	
Figura 6. Inducido formado por barras en una máquina lineal.	-20
Figura 7. Efecto de longitud finita en máquinas lineales y axiales.	-20
Figura 8. Cabeza de bobina en el rótor de una máquina de flujo axial.	21
Figura 9. Aplanamiento de las líneas de campo en máquinas lineales.	21
Figura 10. Aparición de componente levitadora por desfase entre polos de ambos semiestátores.	22
Figura 11. Comparación entre inducción al aire o en medio ferromagnético	22
Figura 12. Comparación entre campos en hierro y aire para densidades de corriente muy elevadas.	23
Figura 13. Máquina axial con 2 rotores exteriores de imanes permanentes (AFPM).	24
Figura 14. Desarrollo en radio medio de máquina axial de inducción (AFIM).	25
Figura 15. Estator ranurado de una máquina axial.	25
Figura 16. Máquina AFIM con estator sin ranuras v bobinado toroidal.	$^{-}26$
Figura 17. Máguinas AFERM (izg.) v AFIRM (der.).	-26
Figura 18. Máguinas mono v multietana.	27
Figura 19. Máauina NN de rotores exteriores.	27
En el segundo tipo de máguinas los rótores R1 v R2 tiene polaridades opuestas para una sección transversal dada.	
Iniciándose la línea de fluio en R1. atraviesa el entrehierro, atraviesa el estator de lado a lado, atraviesa el segundo	
entrehierro v se cierra por el rótor R2, volviendo de nuevo al estator, atravesándolo v volviendo a R1.	28
Figura 20 Máauina NS de rotores exteriores	$\frac{-2}{28}$
Figura 21 Clasificación de las máquinas axiales	$\frac{-2}{28}$
Figura 22 Circuito equivalente en eje directo (a) y transversal (b) de la máquina de inducción	30
Figura 23 Posición de las raíces de la máquina en el plano compleio	-32
Figura 24 Variación de densidad de notencia respecto a máquina radial en función del número de nolos	3.5
Figura 25 Bohinado en sector	-36
Figura 26 Variación de los parámetros de la máquina con Kr	-38
Figura 27 Variación del par específico con Kr	$-40^{-20}$
Figura 28 Variación de la densidad de par con Kr	$-40^{-10}$
Figura 29 Variación de la densidad de par con par de polos	$-40^{-10}$
Figura 30 Variación de las pérdidas en función del número de polos en un motor axial con rotor de imanes	_'`
nermanentes	41
Figura 31 Configuración de Halbach	41
Figura 32 Rendimiento en función de número de polos para máquina axial AFPM	-42
Figura 33 Rendimiento en función de número de polos para máquina radial RFPM	$-\frac{12}{42}$
Figura 34 Valores de Ki v Kn para diferentes formas de onda	
Figura 35 Forma de la notencia de la máquina axial en función de Kr	_// 
Figura 36 Recorrido de las líneas de fluio en una AFIM de rótor interior	_10 _47
Figura 37 Sección máquina AFIM 1 etana	-48
Figura 38 Rohinado en sector	-48
Figura 39 Tabla de coeficientes de Fourier del desarrollo de la FMM	-49
Figura 40 Robinado romboidal	- 50
Figura 41. Variación de kt v Kr con la inclinación de las componentes efectivas de la hobina	$-\frac{50}{51}$
Figura 42 Corrientes inducidas en un conductor al aire sometido a un campo avial	-51 52
Figura 43 Coefficientes de Fourier de un hobinado toroidal	_52 53
Figura 44 Modelo equivalente de la máquina AFIM superconductora	 5 ?
Figura 45 Principio de los conductores de Litz	 
Figura 46 Factor de empaquetamiento de Litz	 5 5
Figura 47 I ímite de funcionamiento de los conductores de Litz	 56
Figura 48 Valor máximo de reducción de R sobre conductor sólido	-56
1 Sara 10.1 ator manino de reducción de la sobre condución solido.	_50

Figura $49$ .	Circuito magnético simplificado de la máquina.	_59
Figura 50.	Máquina RB-3. Conjunto.	_63
Figura 51.	Maquina RB-3. Dimensiones principales.	_64
Figura $52$ .	Maquina DASER.	_63
Figura $53$ .	Estator de la maquina DASER sin hierro.	_00
Figura $54$ .	Seccion de la maquina DASER sin hierro.	_00
Figura $55$ .	Forma ae la potencia de la maquina axial en juncion de Kr.	08
Figura 50.	Par específico maquina radial de imanes permanentes.	_09 _70
Figura 57.	Par especifico maquina axial de imanes permanentes.	-70
Figura 50.	Par de la máquina radial de imanes permanentes.	-70
Figura 39.	Tar de la maquina axial de Imanes permanentes.	-/1
Figura 60.	Tabla de coeficientes λ y Kr optimos en juncion del n° de polos.	_/ I 
Figura 61.	Devanado en sector (a) y toroladi (b).	/4
ambas.	v artación de la puisación de par en junción de(d) tipo de bobindado, (b) inclinación de imanes (c)	76
Figura 63.	<i>Efecto de la inclinación de los imanes sobre F.E.M. y Par.</i>	78
Figura 64.	Caras de inclinación del imán.	79
Figura 65.	<i>Efecto del decalado de medio paso de ranura sobre la pulsación de par.</i>	79
Figura 66.	Variación del par de ranura con el decalado del estator y el empleo de cuñas de material	-
ferromagn	ético	80
Figura 67.	<i>Efecto de las dimensiones del imán sobre el par de ranura.</i>	80
Figura 68.	Comparación de las soluciones de reducción de par de ranura.	81
Figura 69.	Empleo de imanes de ancho diferente para compensa las variaciones de reluctancia del circuito	-
magnético.		82
Figura 70.	Variación de la pulsación de par de ranura con el ancho de la mitad de los imanes del rótor, la ot	ra
mitad fija d	con paso de 110°.	82
Figura 71.	Curva de magnetización de polvo de hierro aislado y sinterizado.	84
Figura 72.	Concepto de máquina multietapa de bajo peso empleando materiales plásticos y fibra de carbono.	85
Figura 73.	Característica de par ideal de un diferencial mecánico.	88
Figura 74.	Característica de par de un automóvil.	88
Figura 75.	Concepto de coche eléctrico, con un motor axial por rueda motriz y alimentados con una misma	-
fuente.		90
Figura 76.	Concepto de rueda motriz con un único estator y un rótor por rueda motriz.	90
Figura 77.	Configuración de bobinado NS.	90
Figura 78.	Configuración de bobinad NN.	91
Figura 79.	Máquina de imanes permanentes.	91
Figura 80.	Flujos de estator y rótor en la máquina axial.	92
Figura 81.	Modelo equivalente de la máquina axial, modelo magnético (izq.) y eléctrico (der.).	92
Figura 82.	Conexión de los etapas de un motor multietapa en serie y paralelo.	94
Figura 83.	Aumento de velocidad por encima de la de sincronismo mediante cambio de conexión serie-parale	elo
de las etap	as de un motor multietapa.	95
Figura 84.	Máquina de imanes permanentes de rótor exterior, con devanado de continua para control de cam	 po.96
Figura 85.	Control de campo cambiando la orientación del campo resultante. (a) sin campo DC, (b) con cam	po
opuesto, (c	e) con campo aditivo.	96
Figura 86.	<i>Esquema experimental del volante de inercia como acumulador cinético.</i>	97
Figura 87.	Distancias recorridas por el 600 en función de la U de alimentación.	98
Figura 88.	Diámetros interior y exterior en máquinas de gran diámetro.	101
Figura 89.	Sección de una máquina de imanes permanentes con doble rótor exterior.	101
Figura 90.	Esquema de regulación para control vectorial de la máquina axial.	102
Figura 91.	Máquina de gran potencia (MW) a base de sectores alimentados individualmente.	107
Figura 92.	Recuperación de energía mediante campos giratorios de sentido opuesto mediante la conexión de	
devanados	de ambas caras del rótor.	108
Figura 93.	Concepto de motor multietapa para plataforma estratosférica alimentada por paneles solares.	109
Figura 94.	Coordenadas nodales (i, j, k) y desplazamientos de los nodos.	112
Figura 95.	Tipos de nodos de un elemento.	115
Figura 96.	Transformación de la geometría mediante el empleo de funciones de interpolación.	116
Figura 97.	Transformación biunívoca que provoca pliegues en el elemento transformado.	116
<u> </u>	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	

	117
Figura 98. Sistema de coordenadas locales ( $\zeta$ , $\xi$ , $\eta$ ) y sistema global de coordenadas cartesianas (X, Y, Z).	_11/
Figura 99. Límites de integración de la función f.	_119
Figura 100. Integración de Gauss-Legendre de la función f	_119
Figura 101. Dominios de aplicación del MEF.	_126
Figura 102. Elemento de 8 nodos con referencias a coordenadas isoparamétricas r,s y t	_140
Figura 103. Elemento tridimensional de 20 nodos. r,s,t son las coordenadas isopramétricas, o coordenadas	
locales del elemento.	_142
Figura 104. Tetraedro de 10 nodos.	_143
Figura 105. Pirámide de 13 nodos.	144
Figura 106. Prisma triangular de 15 nodos.	144
Figura 107. Máquina B-1.	145
Figura 108. Máquina RB.	146
Figura 109. Máquina DASER.	146
Figura 110. Motor de fluio axial analizado.	
Figura 111. Vista desniece de la máauina.	148
Figura 112 Dimensiones de un semiestátor Cotas en mm	149
Figura 113 Dimensiones del rótor Cotas en mm	149
Figura 114 Detalle del devanado inductor Cotas en mm	150
Figura 115 Entrehierro de la máguina RR	151
Figura 116. Sector de la máquina analizada. Un par de polos de un semiestátor	$\frac{151}{152}$
Figura 117. Sector de la maquina analizada. De par de polos de un semiestator.	$\frac{152}{153}$
Figura 117. Dimensiones de la popujón de gemiestátor anglizado. $p=20$ .	-155
Figura 110. Dimensiones de la porción de semiestator analizado. p=20.	155
Figura 119. Elemento SOLIDIT/ para calculos magneticos.	_150
Figura 120. Mallado del par de polos analizados de la maquina de flujo axial.	_13/
Figura 121. Aspecto del semiestator mallado. Representacion de simetria ciclica de los 20 pares d polos.	_138
Figura 122. Vista frontal del mallado del par de polos analizados.	_158
Figura 123. Vista lateral del semiestator mallado. Dividido en 4 tramos.	_159
Figura 124. Aspecto del mallado de uno de los conductores del devanado inductor. Mallado a base de	
tetraedros de 10 nodos.	_139
tetraedros de 10 nodos. Figura 125. Aspecto del mallado de los 6 conductores de un par de polos del devanado inductor. Mallado a	_159
tetraedros de 10 nodos Figura 125. Aspecto del mallado de los 6 conductores de un par de polos del devanado inductor. Mallado a base de tetraedros de 10 nodos	_159 160
tetraedros de 10 nodos. Figura 125. Aspecto del mallado de los 6 conductores de un par de polos del devanado inductor. Mallado a base de tetraedros de 10 nodos. Figura 126. Aspecto del mallado del rótor. Elementos rectangulares de 30 nodos.	_159 _160 _160
tetraedros de 10 nodos. Figura 125. Aspecto del mallado de los 6 conductores de un par de polos del devanado inductor. Mallado a base de tetraedros de 10 nodos. Figura 126. Aspecto del mallado del rótor. Elementos rectangulares de 30 nodos. Figura 127. Aspecto del mallado del rótor. Representación en simetría cíclica de los 20 pares de polos.	_159 _160 _160 _161
tetraedros de 10 nodos Figura 125. Aspecto del mallado de los 6 conductores de un par de polos del devanado inductor. Mallado a base de tetraedros de 10 nodos Figura 126. Aspecto del mallado del rótor. Elementos rectangulares de 30 nodos Figura 127. Aspecto del mallado del rótor. Representación en simetría cíclica de los 20 pares de polos Figura 128. Aspecto del mallado del aire de un par de polos de la máquina.	_159 _160 _160 _161 _161
tetraedros de 10 nodos. Figura 125. Aspecto del mallado de los 6 conductores de un par de polos del devanado inductor. Mallado a base de tetraedros de 10 nodos. Figura 126. Aspecto del mallado del rótor. Elementos rectangulares de 30 nodos. Figura 127. Aspecto del mallado del rótor. Representación en simetría cíclica de los 20 pares de polos. Figura 128. Aspecto del mallado del aire de un par de polos de la máquina. Figura 129. Vista lateral del mallado del aire. Se puede observar en el interior el espacio libre ocupado por	_159 _160 _160 _161 _161 r los
tetraedros de 10 nodos. Figura 125. Aspecto del mallado de los 6 conductores de un par de polos del devanado inductor. Mallado a base de tetraedros de 10 nodos. Figura 126. Aspecto del mallado del rótor. Elementos rectangulares de 30 nodos. Figura 127. Aspecto del mallado del rótor. Representación en simetría cíclica de los 20 pares de polos. Figura 128. Aspecto del mallado del aire de un par de polos de la máquina. Figura 129. Vista lateral del mallado del aire. Se puede observar en el interior el espacio libre ocupado por conductores del devanado inductor.	_159 _160 _160 _161 _161 r los _162
tetraedros de 10 nodos. Figura 125. Aspecto del mallado de los 6 conductores de un par de polos del devanado inductor. Mallado a base de tetraedros de 10 nodos. Figura 126. Aspecto del mallado del rótor. Elementos rectangulares de 30 nodos. Figura 127. Aspecto del mallado del rótor. Representación en simetría cíclica de los 20 pares de polos. Figura 128. Aspecto del mallado del aire de un par de polos de la máquina. Figura 129. Vista lateral del mallado del aire. Se puede observar en el interior el espacio libre ocupado por conductores del devanado inductor. Figura 130. Condiciones de contorno aplicadas al modelo. Cara derecha y superior.	_159 _160 _160 _161 _161 r los _162 _162 _163
tetraedros de 10 nodos. Figura 125. Aspecto del mallado de los 6 conductores de un par de polos del devanado inductor. Mallado a base de tetraedros de 10 nodos. Figura 126. Aspecto del mallado del rótor. Elementos rectangulares de 30 nodos. Figura 127. Aspecto del mallado del rótor. Representación en simetría cíclica de los 20 pares de polos. Figura 128. Aspecto del mallado del aire de un par de polos de la máquina. Figura 129. Vista lateral del mallado del aire. Se puede observar en el interior el espacio libre ocupado por conductores del devanado inductor. Figura 130. Condiciones de contorno aplicadas al modelo. Cara derecha y superior. Figura 131. Condiciones de contorno aplicadas al modelo. Cara izquierda e inferior.	_159 _160 _161 _161 _161 r los _162 _163 _163
tetraedros de 10 nodos. Figura 125. Aspecto del mallado de los 6 conductores de un par de polos del devanado inductor. Mallado a base de tetraedros de 10 nodos. Figura 126. Aspecto del mallado del rótor. Elementos rectangulares de 30 nodos. Figura 127. Aspecto del mallado del rótor. Representación en simetría cíclica de los 20 pares de polos. Figura 128. Aspecto del mallado del aire de un par de polos de la máquina. Figura 129. Vista lateral del mallado del aire. Se puede observar en el interior el espacio libre ocupado por conductores del devanado inductor. Figura 130. Condiciones de contorno aplicadas al modelo. Cara derecha y superior. Figura 131. Condiciones de contorno de acoplamiento de las variables en los nodos de la cara inferior de los	_159 _160 _161 _161 r los _162 _163 _163
tetraedros de 10 nodos	_159 _160 _161 _161 r los _162 _163 _163 _164
tetraedros de 10 nodos	_159 _160 _161 _161 _161 _163 _163 _163 _164 _164
tetraedros de 10 nodos. Figura 125. Aspecto del mallado de los 6 conductores de un par de polos del devanado inductor. Mallado a base de tetraedros de 10 nodos. Figura 126. Aspecto del mallado del rótor. Elementos rectangulares de 30 nodos. Figura 127. Aspecto del mallado del rótor. Representación en simetría cíclica de los 20 pares de polos. Figura 128. Aspecto del mallado del aire de un par de polos de la máquina. Figura 129. Vista lateral del mallado del aire. Se puede observar en el interior el espacio libre ocupado por conductores del devanado inductor. Figura 130. Condiciones de contorno aplicadas al modelo. Cara derecha y superior. Figura 131. Condiciones de contorno de acoplamiento de las variables en los nodos de la cara inferior de los conductores. Figura 133. Hexágono de corrientes aplicado al modelo. Figura 134. Densidad de corriente activa en el rótor. Irr=f(f) para s=0.05	_159 _160 _161 _161 _161 r los _162 _163 _163 _163 _164 _165 _172
tetraedros de 10 nodos. Figura 125. Aspecto del mallado de los 6 conductores de un par de polos del devanado inductor. Mallado a base de tetraedros de 10 nodos. Figura 126. Aspecto del mallado del rótor. Elementos rectangulares de 30 nodos. Figura 127. Aspecto del mallado del rótor. Representación en simetría cíclica de los 20 pares de polos. Figura 128. Aspecto del mallado del aire de un par de polos de la máquina. Figura 129. Vista lateral del mallado del aire. Se puede observar en el interior el espacio libre ocupado por conductores del devanado inductor. Figura 130. Condiciones de contorno aplicadas al modelo. Cara derecha y superior. Figura 132. Condición de contorno de acoplamiento de las variables en los nodos de la cara inferior de los conductores. Figura 133. Hexágono de corrientes aplicado al modelo. Figura 134. Densidad de corriente activa en el rótor Jrr=f(f) para s=0,05. Figura 136. Denvidad de corriente activa en el estator Jre=f(f) para s=0,05.	_159 _160 _161 _161 r los _162 _163 _163 _163 _164 _165 _172 _173
tetraedros de 10 nodos	_159 _160 _161 _161 r los _162 _163 _163 _163 _164 _165 _172 _173 _173
tetraedros de 10 nodos. Figura 125. Aspecto del mallado de los 6 conductores de un par de polos del devanado inductor. Mallado a base de tetraedros de 10 nodos. Figura 126. Aspecto del mallado del rótor. Elementos rectangulares de 30 nodos. Figura 127. Aspecto del mallado del rótor. Representación en simetría cíclica de los 20 pares de polos. Figura 128. Aspecto del mallado del aire de un par de polos de la máquina. Figura 129. Vista lateral del mallado del aire. Se puede observar en el interior el espacio libre ocupado por conductores del devanado inductor. Figura 130. Condiciones de contorno aplicadas al modelo. Cara derecha y superior. Figura 131. Condiciones de contorno aplicadas al modelo. Cara izquierda e inferior. Figura 132. Condición de contorno de acoplamiento de las variables en los nodos de la cara inferior de los conductores. Figura 133. Hexágono de corrientes aplicado al modelo. Figura 134. Densidad de corriente activa en el rótor Jrr=f(f) para s=0,05. Figura 137. Densidad de corriente reactiva en el rótor Jie=f(f) para s=0,05. Figura 137. Densidad de corriente reactiva en el rótor Jie=f(f) para s=0,05. Figura 138. Campo real an el rótor Brr=f(f) para s=0,05.	_159 _160 _161 _161 r los _162 _163 _163 _163 _164 _165 _172 _173 _173
tetraedros de 10 nodos	_159 _160 _161 _161 r los _162 _163 _163 _163 _164 _165 _172 _173 _173 _174
tetraedros de 10 nodos	_159 _160 _161 _161 r los _162 _163 _163 _163 _164 _165 _172 _173 _173 _174 _174
tetraedros de 10 nodos	_159 _160 _161 _161 r los _162 _163 _163 _163 _164 _165 _172 _173 _173 _174 _174 _174
tetraedros de 10 nodos	
tetraedros de 10 nodos	_159 _160 _161 _161 r los _162 _163 _163 _163 _163 _164 _165 _172 _173 _173 _174 _174 _174 _176 _181 _181
tetraedros de 10 nodos. Figura 125. Aspecto del mallado de los 6 conductores de un par de polos del devanado inductor. Mallado a base de tetraedros de 10 nodos. Figura 126. Aspecto del mallado del rótor. Elementos rectangulares de 30 nodos. Figura 127. Aspecto del mallado del rótor. Representación en simetría cíclica de los 20 pares de polos. Figura 128. Aspecto del mallado del aire de un par de polos de la máquina. Figura 129. Vista lateral del mallado del aire. Se puede observar en el interior el espacio libre ocupado por conductores del devanado inductor. Figura 130. Condiciones de contorno aplicadas al modelo. Cara derecha y superior. Figura 131. Condiciones de contorno aplicadas al modelo. Cara izquierda e inferior. Figura 132. Condición de contorno de acoplamiento de las variables en los nodos de la cara inferior de los conductores. Figura 133. Hexágono de corrientes aplicado al modelo. Figura 134. Densidad de corriente activa en el rótor Jrr=f(f) para s=0,05. Figura 136. Densidad de corriente reactiva en el rótor Jre=f(f) para s=0,05. Figura 138. Campo real en el rótor Brr=f(f) para s=0,05. Figura 139. Campo imaginario en el rótor Brr=f(f) para s=0,05. Figura 140. Densidad de corriente activa en el rótor Jrr=f(s) para f=100 Hz. Figura 144. Campo real en el rótor Brr=f(s) para f=100Hz. Figura 149. Campo imaginario en el rótor Brr=f(s) para f=100Hz.	_159 _160 _161 _161 r los _162 _163 _163 _163 _163 _163 _164 _165 _172 _173 _173 _174 _174 _174 _176 _181 _183 _183
tetraedros de 10 nodos. Figura 125. Aspecto del mallado de los 6 conductores de un par de polos del devanado inductor. Mallado a base de tetraedros de 10 nodos. Figura 126. Aspecto del mallado del rótor. Elementos rectangulares de 30 nodos. Figura 127. Aspecto del mallado del rótor. Representación en simetría cíclica de los 20 pares de polos. Figura 128. Aspecto del mallado del aire de un par de polos de la máquina. Figura 129. Vista lateral del mallado del aire. Se puede observar en el interior el espacio libre ocupado por conductores del devanado inductor. Figura 130. Condiciones de contorno aplicadas al modelo. Cara derecha y superior. Figura 131. Condiciones de contorno aplicadas al modelo. Cara izquierda e inferior. Figura 132. Condición de contorno de acoplamiento de las variables en los nodos de la cara inferior de los conductores. Figura 133. Hexágono de corrientes aplicado al modelo. Figura 134. Densidad de corriente activa en el rótor Jrr=f(f) para s=0,05. Figura 136. Densidad de corriente activa en el estator Jre=f(f) para s=0,05. Figura 137. Densidad de corriente reactiva en el erótor Jrr=f(g) para s=0,05. Figura 138. Campo real en el rótor Br=f(f) para s=0,05. Figura 140. Densidad de corriente activa en el rótor Jrr=f(s) para f=50 Hz. Figura 144. Densidad de corriente activa en el rótor Jrr=f(s) para f=100 Hz. Figura 149. Campo imaginario en el rótor Br=f(f) para f=100 Hz. Figura 140. Densidad de corriente activa en el rótor Jrr=f(s) para f=100 Hz. Figura 140. Densidad de corriente activa en el rótor Jrr=f(s) para f=100 Hz. Figura 140. Densidad de corriente activa en el rótor Jrr=f(s) para f=100 Hz. Figura 140. Campo imaginario en el rótor Br=f(f) para f=100 Hz. Figura 140. Densidad de corriente activa en el rótor Jrr=f(s) para f=100 Hz. Figura 140. Densidad de corriente activa en el rótor Jrr=f(s) para f=100 Hz. Figura 150. Densidad de corriente activa en el rótor Jrr=f(s) para f=100 Hz. Figura 150. Densidad de corriente activa en el rótor Jrr=f(s) para f=300 Hz.	_159 _160 _161 _161 r los _162 _163 _163 _163 _163 _163 _163 _164 _165 _172 _173 _173 _174 _174 _174 _176 _181 _183 _183 _183 _186
tetraedros de 10 nodos. Figura 125. Aspecto del mallado de los 6 conductores de un par de polos del devanado inductor. Mallado a base de tetraedros de 10 nodos. Figura 126. Aspecto del mallado del rótor. Elementos rectangulares de 30 nodos. Figura 127. Aspecto del mallado del rótor. Representación en simetría ciclica de los 20 pares de polos. Figura 128. Aspecto del mallado del aire de un par de polos de la máquina. Figura 129. Vista lateral del mallado del aire. Se puede observar en el interior el espacio libre ocupado por conductores del devanado inductor. Figura 130. Condiciones de contorno aplicadas al modelo. Cara derecha y superior. Figura 131. Condiciones de contorno aplicadas al modelo. Cara izquierda e inferior. Figura 132. Condición de contorno de acoplamiento de las variables en los nodos de la cara inferior de los conductores. Figura 133. Hexágono de corrientes aplicado al modelo. Figura 134. Densidad de corriente activa en el rótor Jrr=f(f) para s=0,05. Figura 135. Densidad de corriente reactiva en el rótor Jrr=f(f) para s=0,05. Figura 136. Densidad de corriente reactiva en el rótor Jrr=f(s) para f=50 Hz. Figura 140. Densidad de corriente activa en el rótor Jrr=f(s) para f=50 Hz. Figura 144. Densidad de corriente activa en el rótor Jrr=f(s) para f=100 Hz. Figura 140. Campo imaginario en el rótor Bir=f(s) para f=300 Hz. Figura 140. Densidad de corriente activa en el rótor Jrr=f(s) para f=300 Hz. Figura 151. Densidad de corriente activa en el rótor Jrr=f(s) para f=300 Hz. Figura 151. Densidad de corriente activa en el rótor Jrr=f(s) para f=300 Hz. Figura 150. Densidad de corriente activa en el rótor Jrr=f(s) para f=300 Hz. Figura 151. Densidad de corriente activa en el rótor Jrr=f(s) para f=300 Hz.	_159 _160 _161 _161 r los _162 _163 _163 _163 _163 _163 _163 _173 _173 _174 _174 _174 _176 _181 _183 _183 _186 _186
tetraedros de 10 nodos. Figura 125. Aspecto del mallado de los 6 conductores de un par de polos del devanado inductor. Mallado a base de tetraedros de 10 nodos. Figura 126. Aspecto del mallado del rótor. Elementos rectangulares de 30 nodos. Figura 127. Aspecto del mallado del rótor. Representación en simetría cíclica de los 20 pares de polos. Figura 128. Aspecto del mallado del aire de un par de polos de la máquina. Figura 129. Vista lateral del mallado del aire. Se puede observar en el interior el espacio libre ocupado por conductores del devanado inductor. Figura 130. Condiciones de contorno aplicadas al modelo. Cara derecha y superior. Figura 131. Condiciones de contorno aplicadas al modelo. Cara izquierda e inferior. Figura 132. Condición de contorno de acoplamiento de las variables en los nodos de la cara inferior de los conductores. Figura 132. Condición de corrientes aplicado al modelo. Figura 134. Densidad de corriente activa en el rótor Jrr=f(f) para s=0,05. Figura 135. Densidad de corriente reactiva en el rótor Jie=f(f) para s=0,05. Figura 138. Campo real en el rótor Bir=f(f) para s=0,05. Figura 139. Campo imaginario en el rótor Bir=f(f) para s=0,05. Figura 140. Densidad de corriente activa en el rótor Jrr=f(s) para f=50 Hz. Figura 144. Densidad de corriente activa en el rótor Jrr=f(s) para f=50 Hz. Figura 148. Campo real en el rótor Bir=f(f) para f=100Hz. Figura 149. Campo imaginario en el rótor Bir=f(s) para f=100Hz. Figura 150. Densidad de corriente activa en el rótor Jrr=f(s) para f=300 Hz. Figura 150. Densidad de corriente activa en el rótor Jrr=f(s) para f=300 Hz. Figura 151. Densidad de corriente reactiva en el rótor Jrr=f(s) para f=300 Hz. Figura 153. Campo real en el rótor Brr=f(s) para f=300 Hz. Figura 153. Campo real en el rótor Brr=f(s) para f=300 Hz. Figura 153. Campo real en el rótor Brr=f(s) para f=300 Hz.	_159 _160 _161 _161 r los _162 _163 _163 _163 _163 _163 _164 _165 _172 _173 _174 _174 _174 _174 _174 _174 _174 _181 _183 _186 _187
tetraedros de 10 nodos. Figura 125. Aspecto del mallado de los 6 conductores de un par de polos del devanado inductor. Mallado a base de tetraedros de 10 nodos. Figura 126. Aspecto del mallado del rótor. Elementos rectangulares de 30 nodos. Figura 127. Aspecto del mallado del rótor. Representación en simetría cíclica de los 20 pares de polos. Figura 128. Aspecto del mallado del aire de un par de polos de la máquina. Figura 129. Vista lateral del mallado del aire. Se puede observar en el interior el espacio libre ocupado por conductores del devanado inductor. Figura 130. Condiciones de contorno aplicadas al modelo. Cara derecha y superior. Figura 131. Condiciones de contorno aplicadas al modelo. Cara izquierda e inferior. Figura 132. Condición de contorno de acoplamiento de las variables en los nodos de la cara inferior de los conductores. Figura 133. Hexágono de corrientes aplicado al modelo. Figura 134. Densidad de corriente activa en el rótor Jrr=f(f) para s=0,05. Figura 135. Densidad de corriente activa en el estator Jre=f(f) para s=0,05. Figura 136. Densidad de corriente activa en el rótor Jrr=f(g) para s=0,05. Figura 137. Densidad de corriente activa en el rótor Jrr=f(g) para s=0,05. Figura 138. Campo real en el rótor Bir=f(f) para s=0,05. Figura 139. Campo imaginario en el rótor Bir=f(g) para s=0,05. Figura 144. Densidad de corriente activa en el rótor Jrr=f(s) para f=50 Hz. Figura 148. Campo real en el rótor Bir=f(f) para s=0,05. Figura 144. Campo imaginario en el rótor Bir=f(f) para s=0,05. Figura 144. Campo imaginario en el rótor Bir=f(s) para f=100 Hz. Figura 145. Campo real en el rótor Bir=f(s) para f=100 Hz. Figura 146. Campo imaginario en el rótor Bir=f(s) para f=300 Hz. Figura 151. Densidad de corriente activa en el rótor Jir=f(s) para f=300 Hz. Figura 151. Densidad de corriente activa en el rótor Jir=f(s) para f=300 Hz. Figura 151. Densidad de corriente activa en el rótor Jir=f(s) para f=300 Hz. Figura 153. Campo real en el rótor Bir=f(s) para f=300 Hz. Figura 154. Ca	_159 _160 _161 _161 _163 _163 _163 _163 _163 _163
tetraedros de 10 nodos. Figura 125. Aspecto del mallado de los 6 conductores de un par de polos del devanado inductor. Mallado a base de tetraedros de 10 nodos. Figura 126. Aspecto del mallado del rótor. Elementos rectangulares de 30 nodos. Figura 127. Aspecto del mallado del arótor. Representación en simetría cíclica de los 20 pares de polos. Figura 128. Aspecto del mallado del aire de un par de polos de la máquina. Figura 129. Vista lateral del mallado del aire. Se puede observar en el interior el espacio libre ocupado por conductores del devanado inductor. Figura 130. Condiciones de contorno aplicadas al modelo. Cara derecha y superior. Figura 131. Condiciones de contorno aplicadas al modelo. Cara izquierda e inferior. Figura 132. Condición de contorno de acoplamiento de las variables en los nodos de la cara inferior de los conductores. Figura 134. Densidad de corrientes aplicado al modelo. Figura 135. Densidad de corriente activa en el rótor Jrr=f(f) para s=0,05. Figura 136. Densidad de corriente activa en el rótor Jre=f(f) para s=0,05. Figura 137. Densidad de corriente reactiva en el rótor Jre=f(f) para s=0,05. Figura 138. Campo real en el rótor Br=f(f) para s=0,05. Figura 139. Campo imaginario en el rótor Br=f(f) para s=0,05. Figura 140. Densidad de corriente activa en el rótor Jrr=f(s) para f=50 Hz. Figura 144. Campo imaginario en el rótor Bir=f(s) para f=100 Hz. Figura 145. Campo imaginario en el rótor Bir=f(s) para f=300 Hz. Figura 150. Densidad de corriente activa en el rótor Jrr=f(s) para f=300 Hz. Figura 151. Densidad de corriente activa en el rótor Jr=f(s) para f=300 Hz. Figura 154. Campo imaginario en el rótor Bir=f(s) para f=300 Hz. Figura 154. Campo imaginario en el rótor Bir=f(s) para f=300 Hz. Figura 154. Campo imaginario en el rótor Bir=f(s) para f=300 Hz. Figura 154. Campo imaginario en el rótor Bir=f(s) para f=300 Hz. Figura 154. Campo imaginario en el rótor Bir=f(s) para f=300 Hz. Figura 154. Campo imaginario en el rótor Bir=f(s) para f=300 Hz. Figura 155. Dens	_159 _160 _160 _161 _161 r los _162 _163 _163 _163 _163 _163 _164 _165 _172 _173 _174 _174 _174 _174 _174 _174 _174 _181 _183 _186 _187 _188 _188 _188 _180
tetraedros de 10 nodos	

Figura 159 Densidad de corriente reactiva en el rótor $Jrr=f(s)$ para f=1000 Hz	194
Figure 162. Campo real en el rótor $Rrr=f(s)$ para f=1000Hz	-195
Figura 162. Campo inaginario en el rótor Bir= $f(s)$ para $f=1000Hz$	-196
Figura 164. Dansidad da corrienta activa an al rótor Irr=f(s) para f=3000 Hz	$-\frac{1}{108}$
Figura 164. Densidad de corriente activa en el rótor $Irr=f(s)$ para f=3000 Hz.	-100
Figure 169. Densidud de corriente reactiva en el rotor $JT = J(s)$ para $J = 5000$ 112.	$-\frac{199}{200}$
Figure 160. Campo real en el rolor $Bir - f(s)$ para $f = 3000112$ .	$-\frac{200}{201}$
Figura 109. Campo imaginario en el tolor Dir –J(s) para J=5000112.	201
Figura 170. Componente real de la 5 del rotor je $-50Hz - Jr-2.575Hz - S-0.05$ . Distribución por par de po n=20	213
Figura 171 Componente imaginaria de la I del rótor fe=50Hz - fr=2 375Hz - s=0.05 Distribución por pa	r de
$p_{a}$ $p_{a$	213
Figure 172 Componente real de la J del rótor $fe=50Hz - fr=2 375Hz - s=0.05$ $n=20$	214
Figure 173 Componente imaginaria de la I del rótor $fe=50Hz - fr=2.375Hz - s=0.05$ $n=20$	214
Figure 174 Componente real de las corrientes estatóricas $fe=50Hz - fr=2.375Hz - s=0.05$ $n=20$	215
Figura 175 Componente real de la I del rótor $fe=100Hz$ - $fr=4.75Hz$ - $s=0.05$ Distribución por par de pa	
n=20	216
F 20. Figura 176 Componente imaginaria de la I del rótor fe=100Hz - fr=4 75Hz - s=0.05 Distribución por po	 ar de
$r_{1}g_{\mu}$ a $170$ . Componente intaginaria de la $v$ del rotor. Je $100112$ jr $1.75112$ s $0.05$ . Distribución por per nolos $n=20$	216
Figure 177 Componente real de la I del rótor $fe=100Hz$ - $fr=4.75Hz$ - $s=0.05$ $p=20$	$-\frac{210}{217}$
Figure 177: Componente real de la I del rótor $fe=100Hz$ - $fr=4.75Hz$ - $s=0.05$ n=20	-217
Figure 170. Componente indefini de las corrientes estatóricas $fa=100Hz - fr=4.75Hz - s=0.05$ $n=20$	$-\frac{21}{218}$
Figure 180 Componente imaginaria de las corrientes estatóricas $f_{0}=100Hz - f_{0}=4.75Hz - s=0.05$ p=20.	$-\frac{210}{218}$
Figura 180. Componente inaginaria de la denoidad de campo $P_{i}$ for $100H_{2}$ - $H^{-4.75H}_{2.5}$ = 0.05. $p^{-20.2}_{2.5}$	
Figura 181. Componente real de la densidad de campo B. $je=100Hz - Jr=4.75H - s=0.05$ . Distribución pol	<sup>•</sup> par
$\frac{de \ polos \ p=20}{E_{1}} = \frac{1}{2} \frac{1}{2$	
Figura 162. Componente imaginaria de la densidad de campo B. $je=100\pi z - jr=4.75\pi z - s=0.05$ . Distribu	210
$\frac{1}{12} = \frac{1}{12} \frac{1}{12}$	
Figura 183. Componente real de la J del rotor. je=200Hz - jr=9.5Hz - s=0.05. Distribución por par de pol	.0S
p=20.	_220
Figura 184. Componente imaginaria de la J del rotor. $je=200Hz - jr=9.5Hz - s=0.05$ . Distribución por par	<sup>•</sup> ae
$\frac{polos p=20}{E_{1}}$	$-\frac{220}{221}$
Figure 185. Componente real de la 5 del rolor. $je=200\pi z - jr=9.5\pi z - s=0.05$ . $p=20$ .	
Figura 180. Componente imaginaria de la J del rotor. $fe=200Hz - fr=9.5Hz - s=0.05$ . $p=20$ .	$-\frac{221}{222}$
Figura 187. Componente real de las corrientes estatoricas. $fe=200Hz - fr=9.5Hz - s=0.05$ . $p=20$	$-\frac{222}{222}$
Figura 188. Componente imaginaria de las corrientes estatoricas. $je=200Hz - jr=9.5Hz - s=0.05$ . $p=20$	222
Figura 189. Componente real de la densidad de campo B. $fe=200Hz - fr=9.5Hz - s=0.05$ . Distribución por	par
$\frac{de polos p=20}{2}$	223
Figura 190. Componente imaginaria de la densidad de campo B. $fe=200Hz - fr=9.3Hz - s=0.05$ . Distribuc	ion
por par de polos $p=20$ .	-223
Figura 191. Componente real de la J del rótor. fe=300Hz - fr=14.25Hz - s=0.05. Distribución por par de p	olos
<i>p=20</i>	224
Figura 192. Componente imaginaria de la J del rótor. $fe=300Hz - fr=14.25Hz - s=0.05$ . Distribución por p	9ar
de polos $p=20$ .	224
Figura 193. Componente real de la J del rótor. $fe=300Hz - fr=14.25Hz - s=0.05$ . $p=20$ .	225
Figura 194. Componente real de las corrientes estatóricas. $fe=300Hz - fr=14.25Hz - s=0.05$ . $p=20$ .	225
Figura 195. Componente imaginaria de las corrientes estatóricas. $fe=300Hz - fr=14.25Hz - s=0.05$ . $p=20.5$	226
Figura 196. Componente real de la densidad de campo B. fe=300Hz - fr=14.25Hz - s=0.05. Distribución p	or
par de polos p=20.	226
Figura 197. Componente imaginaria de la densidad de campo B. fe=300Hz - fr=14.25Hz - s=0.05. Distrib	ución
por par de polos $p=20$ .	227
Figura 198. Componente real de la J del rótor. fe=500Hz - fr=23.75Hz - s=0.05. Distribución por par de p	polos
p=20.	228
Figura 199. Componente imaginaria de la J del rótor. fe=500Hz - fr=23.75Hz - s=0.05. Distribución por p	oar
de polos. $p=20$ .	228
Figura 200. Componente real de la J del rótor. fe=1000Hz - fr=47.5Hz - s=0.05. Distribución por par de la	polos
p=20.	229
Figura 201. Componente imaginaria de la J del rótor. fe=1000Hz - fr=47.5Hz - s=0.05. Distribución por i	bar
de polos p=20.	229
• • •	

<i>Figura 202. Componente real de la J del rótor. fe=1000Hz - fr=47.5Hz - s=0.05. p=20.</i>	230
Figura 203. Componente imaginaria de la J del rótor. $fe=1000Hz - fr=47.5Hz - s=0.05$ . $p=20$ .	230
Figura 204. Componente real de las corrientes estatóricas. $fe=1000Hz - fr=47.5Hz - s=0.05$ . $p=20$ .	231
Figura 205. Componente imaginaria de las corrientes estatóricas. $fe=1000Hz - fr=47.5Hz - s=0.05$ . $p=20.5$	231
Figura 206. Componente real de la densidad de campo B. fe=1000Hz - fr=47.5Hz - s=0.05. Distribución p	or
par de polos p=20.	_232
Figura 207. Componente imaginaria de la densidad de campo B. $fe=1000Hz - fr=47.5Hz - s=0.05$ . Distrib	ución
por par de polos $p=20$ .	232
Figura 208. Componente real de la J del rotor. $fe=2000Hz - fr=95Hz - s=0.05$ . Distribución por par de po	los
p=20.	_233
Figura 209. Componente imaginaria de la J del rotor. $fe=2000Hz - fr=95Hz - s=0.05$ . Distribución por pa	r de
$\frac{polos p=20}{E_{1}}$	-233
Figura 210. Componente real de la J del rolor. $je=2000Hz - jr=95Hz - s=0.05$ . $p=20$ .	$\frac{234}{224}$
Figura 211. Componente imaginaria de la saerientes estatégiese fa-2000Hz - $Jr=95Hz$ - $S=0.05$ . $p=20$ .	$\frac{234}{225}$
Figura 212. Componente real de las corrientes estatóricas $fe=2000Hz$ - $fr=95Hz$ - $s=0.05$ . $p=20$ .	 
Figura 213. Componente inaginaria de la densidad de campo $B_{fe}=2000Hz - fr=05Hz - s=0.05$ . $p=20$ .	$\frac{235}{r nar}$
de  nolos  n=20	236
Figure 215 Componente imaginaria de la densidad de campo $B_{1}$ fe=2000Hz - fr=95Hz - s=0.05 Distribu	250 ción
nor par de polos $n=20$	236
Figura 216 Componente real de la I del rótor fe=3000Hz - fr=142 5Hz - s=0.05 Distribución por par de	
$r_{1}$ $g_{1}$ $r_{2}$ $r_{2}$ $r_{3}$ $r_{2}$ $r_{3}$ $r_{2}$ $r_{3}$ $r_{3$	237
Figura 217 Componente imaginaria de la I del rótor $fe=3000Hz - fr=1425Hz - s=0.05$ Distribución por	nar
de nolos n=20	237
Figura 218. Componente real de la J del rótor. $fe=3000Hz - fr=142.5Hz - s=0.05$ . $p=20$ .	238
Figura 219. Componente imaginaria de la J del rótor, fe= $3000Hz - fr=142.5Hz - s=0.05$ , p= $20$ .	238
Figura 220. Componente real de las corrientes estatóricas, $fe=3000Hz - fr=142.5Hz - s=0.05$ , $p=20$ .	239
Figura 221. Componente imaginaria de las corrientes estatóricas. $fe=3000Hz - fr=142.5Hz - s=0.05$ . $p=20$	0.239
Figura 222. Componente real de la densidad de campo B. $fe=3000Hz - fr=142.5Hz - s=0.05$ . $p=20$ .	240
Figura 223. Componente imaginaria de la densidad de campo B. $fe=3000Hz - fr=142.5Hz - s=0.05$ . $p=20$ .	. 240
Figura 224. Componente real de la J del rótor. fe=4000Hz - fr=190Hz - s=0.05. Distribución por par de p	olos
p=20.	241
Figura 225. Componente imaginaria de la J del rótor. fe=4000Hz - fr=190Hz - s=0.05. Distribución por p	ar de
polos p=20	241
<i>Figura 226. Componente real de la J del rótor. fe=4000Hz - fr=190Hz - s=0.05. p=20</i>	242
Figura 227. Componente imaginaria de la J del rótor. fe=4000Hz - fr=190Hz - s=0.05. p=20.	242
<i>Figura 228. Componente real de las corrientes estatóricas. fe=4000Hz - fr=190Hz - s=0.05. p=20.</i>	243
Figura 229. Componente imaginaria de las corrientes estatóricas. $fe=4000Hz - fr=190Hz - s=0.05$ . $p=20$ .	_243
Figura 230. Componente real de la densidad de campo B. fe=4000Hz - fr=190Hz - s=0.05. Distribución p	or
par de polos p=20.	244
<i>Figura 231. Componente imaginaria de la densidad de campo B. fe=4000Hz - fr=190Hz - s=0.05. Distribu</i>	ución
por par de polos p=20.	244
Figura 232. Componente real de la J del rótor. fe=5000Hz - fr=237.5Hz - s=0.05. Distribución por par de	!
polos p=20.	245
Figura 233. Componente imaginaria de la J del rótor. $fe=5000Hz - fr=237.5Hz - s=0.05$ . Distribución por	par
de polos $p=20$ .	_245
Figura 234. Componente real de la J del rótor. $fe=5000Hz - fr=237.5Hz - s=0.05$ . $p=20$ .	_246
Figura 235. Componente imaginaria de la J del rótor. $fe=5000Hz - fr=237.5Hz - s=0.05$ . $p=20$ .	_246
Figura 236. Componente real de las corrientes estatoricas. $fe=5000Hz - fr=237.5Hz - s=0.05$ . $p=20$ .	$\frac{247}{247}$
Figura 25/. Componente imaginaria de las corrientes estatoricas. $fe=3000Hz - fr=23/.5Hz - s=0.05$ . $p=20$	0.24/
Figura 258. Componente real de la densidad de campo B. $fe=5000Hz - fr=25/.5Hz - s=0.05$ . $p=20$ .	-248
Figura 259. Componente imaginaria de la densidad de campo B. $fe=5000Hz - fr=23/.5Hz - s=0.05$ . $p=20$ .	248
<i>r</i> igura 240. Componente real ae la J ael rotor. $je=30Hz - jr=2.23Hz - s=0.10$ . Distribucion por par de pol $n=20$	OS 140
p=20. Eleving 241 Componento imaginaria de la I del véter, $f_2 = 5011$ , $f_2 = 2.511$ , $g=0.10$ Distribusión en en	_249
rigura 241. Componente imaginaria de la 5 del rotor. $je-50\pi z - jr=2.25\pi z - s=0.10$ . Distribución por par	210
$\frac{polos p-20}{Figure 242}$	_249 
11guru 242. Componente reut de tu 5 det rotor. je=50112 - jr=2.25Hz - S=0.10. p=20.	_250

Figura 243.Componente imaginaria de la J del rótor, fe=50Hz - fr=2.25Hz - s=0.10, p=20.	250
Figura 244. Componente real de las corrientes estatóricas. $fe=50Hz - fr=2.25Hz - s=0.10$ . $p=20$ .	251
Figura 245. Componente imaginaria de las corrientes estatóricas. $fe=50Hz - fr=2.25Hz - s=0.10$ . $p=20$ .	251
Figura 246. Componente real de la J del rótor. $fe=50Hz - fr=2Hz - s=0.20$ . Distribución por par de polos $p=20$	252
Figura 247 Componente imaginaria de la Idel rótor fe=50Hz - fr=2Hz - s=0.20 Distribución por par de	_252
$r_{1}g_{m} = 27$	252
Figure 248 Componente real de la I del rótor $fe=50Hz$ , $fr=2Hz$ , $s=0.20$ , $n=20$	253
Figure 240. Componente imaginaria de la Idel rótor $fe=50Hz$ - $fr=2Hz$ - $s=0.20$ m=20	253
Figure 250. Componente real de las corrientes estatóricas $fe=50Hz - fr=2Hz - s=0.20$ , $p=20$ .	$\frac{255}{254}$
Figura 250. Componente imaginaria de las corrientes estatóricas $fe=50Hz$ , $fr=2Hz$ , $s=0.20$ , $p=20$ .	$\frac{254}{254}$
Figura 251. Componente inaginaria de la densidad de campo B fe=50Hz - fr=2Hz - s=0.20. Distribución por par	_254 de
$r_{1}$ gura 252. Componente real de la densidad de campo D. je 50112 jr 2112 s 0.20. Distribución por par	255
Figure 253 Componente imaginaria de la densidad de campo $B_{1}$ fe=50Hz - fr=2Hz - s=0.20 Distribución r	233
$r_{1}$ guru 255. Componente imaginaria de la densidad de campo D. $je=50112 - jr=2112 - s=0.20$ . Distribución p	255
Figure 254 Componente real de la I del rótor, fa=50Hz - fr=1.5Hz - s=0.40 Distribución por par de polos	_255
p=20.	256
Figura 255. Componente imaginaria de la J del rótor. fe=50Hz - fr=1.5Hz - s=0.40. Distribución por par de	e
polos $p=20$ .	256
Figura 256. Componente real de la J del rótor. $fe=50Hz - fr=1.5Hz - s=0.40$ . $p=20$ .	257
Figura 257. Componente imaginaria de la J del rótor. $fe=50Hz - fr=1.5Hz - s=0.40$ . $p=20$ .	257
Figura 258. Componente imaginaria de las corrientes estatóricas. $fe=50Hz - fr=1.5Hz - s=0.40$ . $p=20$ .	258
Figura 259 Componente imaginaria de las corrientes estatóricas f $e=50Hz - fr=1.5Hz - s=0.40$ $p=20$	258
Figura 260 Componente real de la I del rótor $fe=50Hz - fr=1.25Hz - s=0.50$ Distribución por par de polo	
n=20	259
F = 200 Figura 261 Componente imaginaria de la I del rótor fe=50Hz - fr=1 25Hz - s=0.50 Distribución por par	_ <b>_</b> de
$r_{1}$ gui a 201. Componente intaginaria de la 6 de 10101. Je $c_{0112}$ $j_{1}$ $1.20112$ $s$ $0.00$ . Distribución por parto nolos $n=20$	259
Figure 262 Componente real de la I del rótor $fe=50Hz$ , $fr=1,25Hz$ , $s=0,50, n=20$	257
Figure 263. Componente imaginaria de la Idel rótor $f_{e}=50Hz - f_{r}=1.25Hz - s=0.50$ n=20	$\frac{200}{260}$
Figure 265. Componente real de las corrientes estatóricas $fe=50Hz$ , $fr=1.25Hz$ , $s=0.50$ , $p=20$ .	$\frac{200}{261}$
Figura 265 Componente imaginaria de las corrientes estatóricas $fe=50Hz$ - $fr=1.25Hz$ - $s=0.50$ , $p=20$ .	261
Figure 266. Componente real de la I del rótor $fa=50Hz - fr=1Hz - s=0.60$ . Distribución por par de polos	_201
n=20	262
Figura 267 Componente imaginaria de la Idel rótor fe=50Hz - fr=1Hz - s=0.60 Distribución por par de	_202
$r_{1}$ gura 207. Componente intaginaria de la 5 del 10101. Je $50112 - jr$ $1112 - 5$ 0.00. Distribución por par de nolos $n=20$	262
Figure 268 Componente real de la I del rótor $fe=50Hz - fr=1Hz - s=0.60$ $n=20$	262
Figure 260. Componente imaginaria de la Idel rótor fe $=50Hz$ fr $=1Hz$ s $=0.60$ n $=20$	205
Figure 209. Componente inaginaria de las corrientes estatéricas $f_0=50Hz$ , $f_r=1Hz$ , $s=0.60$ , $p=20$ .	$\frac{205}{264}$
Figura 270. Componente real de las corrientes estatoricas $f_{2}=50112 - f_{1}=1112 - s=0.00$ . $p=20$ .	$\frac{204}{264}$
Figure 271. Componente inaginaria de la Corrientes estatoricas. $je=50112 - jr=1112 - s=0.00$ . $p=20$ .	_204
$r_{1}guru 2/2$ . Componente real de la 5 del rotor. $je=50112 - jr=0.0025112 - S=0.999$ . Distribución por par de	265
Figure 273 Componente real de la L del rétor $fa=50H\pi$ fr=0.0025H $\pi$ s=0.000 p=20	$\frac{205}{265}$
Figure 275. Componente real de la J del rotor $f_{0}=50112 - 51 - 0.0025112 - 5 - 0.999$ . $p=20$ .	_205 _266
Figure 274. Componente inaginaria de las convigintes estatéricas $f_0=50112 - 5-0.0025112 - 5-0.0999$ . $p=20$ .	200
Figure 275. Componente real de las corrientes estatoricas, $je=50Hz - jr=0.0025Hz - s=0.999$ , $p=20$ .	200
Figura 270. Componente imaginaria de las corrientes estatoricas. $je=50Hz - jr=0.0025Hz - s=0.999$ . $p=20$ .	. 207
Figura 277. Componente real de la 5 del rolor. $je=100Hz - jr=4Hz - s=0.20$ . Distribución por par de polos	200
p=20.	_208
Figura 2/8. Componente imaginaria de la J del rotor. $je=100Hz - jr=4Hz - s=0.20$ . Distribución por par de	?
$\frac{polos \ p=20.}{polos \ p=20.}$	$\frac{208}{260}$
Figura 2/9. Componente real de la J del rotor. $fe=100Hz - fr=4Hz - s=0.20$ . $p=20$ .	_209
<i>Figura 280. Componente imaginaria de la J del rotor.</i> $fe=100Hz - fr=4Hz - s=0.20$ . $p=20$ .	209
Figura 281. Componente real de las corrientes estatoricas. $fe=100Hz - fr=4Hz - s=0.20$ .	_270
Figura 282. Componente imaginaria de las corrientes estatoricas. $fe=100Hz - fr=4Hz - s=0.20$	_270
Figura 285. Componente real de la densidad de campo B. $fe=100Hz - fr=4Hz - s=0.20$ . Distribución por pa	r de
$\frac{1}{1} polos p = 20.$	_2/1
r igura 204. Componente imaginaria ae la densidad de campo B. $je=100Hz - Jr=4Hz - s=0.20$ . Distribución	por
par ae poios p-20.	_2/1

<i>Figura 285. Componente real de la J del rótor. fe=100Hz - fr=2.5Hz - s=0.50. Distribución por par de polo</i> . n=20	s 272
p=20. Figura 286 Componente imaginaria de la I del rótor fe=100Hz - fr=2 5Hz - s=0.50 Distribución por para	_2/2 de
$r_{1}$ gai a 200. Componente intaginaria de la cuertoror. je $r_{100112}$ jr $2.0112$ s $0.00$ . Distribution por par e $r_{0}$ nolos $n=20$	272
Figure 287 Componente real de la I del rótor $fe=100Hz - fr=2.5Hz - s=0.50$ $p=20$	273
Figura 288 Componente imaginaria de la I del rótor fe=100Hz - fr=2 5Hz - s=0.50 $p=20$	273
Figure 289 Componente real de las corrientes estatóricas $fe=100Hz - fr=2.5Hz - s=0.50$ $p=20$	2.74
Figura 290 Componente imaginaria de las corrientes estatóricas $fe=100Hz - fr=25Hz - s=0.50$ $p=20$	274
Figura 291. Componente real de la densidad de campo B. $fe=100Hz - fr=2.5Hz - s=0.50$ . Distribución por r	par
depolos $p=20$ .	275
Figura 292. Componente imaginaria de la densidad de campo B. $fe=100Hz - fr=2.5Hz - s=0.50$ . Distribución por par da polos $p=20$	5n 275
por par de poios $p-20$ . Figure 203 Componente real de la I del réter fa-100Hz, fr=0.005Hz, s=0.000 Distribución por par de	_2/5
$r_{1}gura 235$ . Componente real de la 5 del rolor. $je=100112 - jr=0.005112 - s=0.333$ . Distribución por par de nolos $n=20$	276
Figura 294 Componente imaginaria de la I del rótor fe=100Hz - fr=0.005Hz - s=0.999 Distribución por r	_270
de nolos n=20	276
Figure 295 Componente real de la I del rótor $fe=100Hz - fr=0.005Hz - s=0.999$ $p=20$	277
Figura 296. Componente real de las corrientes estatóricas. $fe=100Hz - fr=0.005Hz - s=0.999$ . $p=20$ .	277
Figura 297. Componente imaginaria de las corrientes estatóricas. $fe=100Hz - fr=0.005Hz - s=0.999$ , $p=20$ .	278
Figura 298. Componente real de la densidad de campo B. $fe=100Hz - fr=0.005Hz - s=0.999$ . $p=20$ .	278
Figura 299. Componente imaginaria de la densidad de campo B. $fe=100Hz - fr=0.005Hz - s=0.999$ . $p=20$ .	279
Figura 300. Componente real de la J del rótor. $fe=300Hz - fr=12Hz - s=0.20$ . Distribución por par de polos	-
p=20.	280
Figura 301. Componente imaginaria de la J del rótor fe=300Hz - fr=12Hz - s=0.20. Distribución por par de	e
polos $p=20$ .	280
Figura 302. Componente real de la J del rótor. fe=300Hz - fr=12Hz - s=0.20. p=20.	281
Figura 303. Componente imaginaria de la J del rótor. $fe=300Hz - fr=12Hz - s=0.20$ . $p=20$ .	281
Figura 304. Componente imaginaria de las corrientes estatóricas $fe=300Hz - fr=12Hz - s=0.20$ . $p=20$ .	282
Figura 305. Componente real de la densidad de campo B. $fe=300Hz - fr=12Hz - s=0.20$ . $p=20$ .	282
Figura 306. Componente imaginaria de la densidad de campo B. fe=300Hz - fr=12Hz - s=0.20. p=20.	_283
Figura 307. Componente real de la J del rótor. fe=300Hz - fr=7.5Hz - s=0.50. Distribución por par de polo	S
<i>p</i> =20	_284
Figura 308. Componente real de la J del rótor. fe=300Hz - fr=7.5Hz - s=0.50. Distribución por par de polo	S
<i>p</i> =20	_284
Figura 309. Componente real de la J del rótor. $fe=300Hz - fr=7.5Hz - s=0.50$ . $p=20$ .	_285
Figura 310. Componente imaginaria de la J del rótor. $fe=300Hz - fr=7.5Hz - s=0.50$ . $p=20$ .	_285
Figura 311. Componente real de las corrientes estatóricas. $fe=300Hz - fr=7.5Hz - s=0.50$ . $p=20$ .	_286
Figura 312. Componente real de la densidad de campo B. $fe=300Hz - fr=7.5Hz - s=0.50$ . $p=20$ .	_286
Figura 313. Componente real de la densidad de campo B. $fe=300Hz - fr=7.5Hz - s=0.50$ . $p=20$ .	_287
Figura 314. Componente real de la J del rótor. $fe=300Hz - fr=0.015Hz - s=0.999$ . Distribución por par de	• • • •
<i>polos p=20.</i>	_288
Figura 315. Componente real de la J del rótor. $fe=300Hz - fr=0.015Hz - s=0.999$ . Distribución por par de	• • • •
<i>polos p=20.</i>	_288
Figura 316. Componente real de la J del rótor. $fe=300Hz - fr=0.015Hz - s=0.999$ . $p=20$ .	_289
Figura 317. Componente imaginaria de la J del rótor. $fe=300Hz - fr=0.015Hz - s=0.999$ . $p=20$ .	_289
Figura 318. Componente real de las corrientes estatóricas. $fe=300Hz - fr=0.015Hz - s=0.9999$ . $p=20$ .	_290
Figura 319. Componente real de las corrientes estatóricas. $fe=300Hz - fr=0.015Hz - s=0.999$ . $p=20$ .	_290
Figura 320. Componente real de la J del rótor. $fe=500Hz - fr=20Hz - s=0.20$ . Distribución por par de polos	; • • • •
p=20.	291
<i>r</i> igura 521. Componente imaginaria ae la J ael rotor. $je=300Hz - jr=20Hz - s=0.20$ . Distribución por par d	201
$\frac{polos p=20}{E_{\text{result}}} = \frac{222}{C_{\text{result}}} = \frac{1}{2} \frac{1}{1} \frac{1}{$	291
r igura 522. Componente real de la J del rotor. $Je=500Hz - Jr=20Hz - s=0.20$ .	_292 _202
Figure 325. Componente imaginaria de las corrientes estatéricas fo $=500Hz - fr=20Hz - s=0.20$ . $p=20$ .	292
Figura 324. Componente real de las corrientes estatóricas $f_{c}=500Hz - Jr=20Hz - s=0.20$ . Figura 325. Componente imaginaria de las corrientes estatóricas $f_{c}=500Hz - f_{c}=20Hz - s=0.20$ .	295
Figure 325. Componente imaginaria de la densidad de games $P_{ch}$ = 500Hz - $fr$ = 20Hz - $s$ = 0.20, $p$ = 20.	_293 201
Figura 320. Componente real de la densidad de campo D. $Je=500Hz - Jr=20Hz - S=0.20$ . $p=20$ .	294
$r_1$ gura 527. Componente imaginaria ae la densidad de campo B. $je=500Hz - jr=20Hz - s=0.20$ . $p=20$ .	_294

Figura 328. Componente real de la J del rótor. fe=500Hz - fr=12.5Hz - s=0.50. Distribución por par de p	olos
<i>p</i> =20	295
Figura 329. Componente imaginaria de la J del rótor. fe=500Hz - fr=12.5Hz - s=0.50. Distribución por pa	ar de
polos $p=20$ .	295
Figura 330. Componente real de la J del rótor. fe=500Hz - fr=12.5Hz - s=0.50. p=20.	296
Figura 331. Componente imaginaria de la J del rótor. $fe=500Hz - fr=12.5Hz - s=0.50$ . $p=20$ .	296
Figura 332. Componente real de las corrientes estatóricas, fe=500Hz - fr=12.5Hz - s=0.50, $p=20$ .	297
Figure 333 Componente real de la densidad de campo B fe=500Hz - fr=12 5Hz - s=0.50 $p=20$ $p=20$	297
Figura 334 Componente imaginaria de la densidad de campo B. je $\frac{1}{2}$ $\frac$	$\frac{2}{2}$ 298
Figura 335. Componente real de la I del rótor $fe=500Hz$ - $fr=0.025Hz$ - $s=0.099$ . Distribución por par de	, 20.270
$r_{1}$ gave 355. Componente real de la 5 del rolor, je 500112 jr $0.025112$ s $0.0000$ . Distribución por par de	200
Figure 336 Componente imaginaria de la I del rótor $fa=500Hz - fr=0.025Hz - s=0.000$ Distribución po	2
f igura 550. Componente imaginaria de la 5 del rolor. $je=500112 - jr=0.025112 - 3=0.999$ . Distribución por	200
$E_{inverse 227} Componente versi de la Idelvétev fe=500 Hz fr=0.025 Hz s=0.000 n=20$	299
Figura 557. Componente real de la j del rolor. $je=500Hz - fr=0.025Hz - s=0.999$ . $p=20$ .	
Figura 558. Componente imaginaria de la J del rolor. $je=500Hz - jr=0.025Hz - s=0.999$ . $p=20$ .	$-\frac{300}{201}$
Figura 339. Componente real de las corrientes estatoricas. $fe=500Hz - fr=0.025Hz - s=0.999$ . $p=20$ .	
Figura 340. Componente imaginaria de las corrientes estatoricas. $fe=500Hz - fr=12.5Hz - s=0.50$ . $p=20$ .	_301
Figura 341. Componente real de la J del rótor. $fe=1000Hz - fr=40Hz - s=0.20$ . Distribución por par de po	olos
<i>p=20.</i>	_302
<i>Figura 342. Componente imaginaria de la J del rótor. fe=1000Hz - fr=40Hz - s=0.20. Distribución por pa</i>	ır de
polos p=20	302
Figura 343. Componente real de la J del rótor. fe=1000Hz - fr=40Hz - s=0.20. p=20.	_303
Figura 344. Componente imaginaria de la J del rótor. fe=1000Hz - fr=40Hz - s=0.20. p=20.	303
<i>Figura 345. Componente real de las corrientes estatóricas. fe=1000Hz - fr=40Hz - s=0.20.</i>	304
<i>Figura 346. Componente imaginaria de las corrientes estatóricas. fe=1000Hz - fr=40Hz - s=0.20.</i>	304
Figura 347. Componente real de la densidad de campo B. fe=1000Hz - fr=40Hz - s=0.20. Distribución po	r par
de polos p=20.	305
Figura 348. Componente imaginaria de la densidad de campo B. fe=1000Hz - fr=40Hz - s=0.20. Distribu	ción
por par de polos $p=20$ .	305
Figura 349. Componente real de la J del rótor, fe=1000Hz - fr=25Hz - s=0.50. Distribución por par de po	olos
n=20	306
Figura 350 Componente real de la I del rótor fe=1000Hz - fr=25Hz - s=0.50 Distribución por par de po	
n=20	306
Figure 351 Componente real de la I del rótor $fe=1000Hz$ - $fr=25Hz$ - $s=0.50$ $p=20$	307
Figure 351. Componente real de la $J$ de la $J$ de la $f$ for $f = 1000 \text{Hz} - \text{fr} = 25 \text{Hz} - \text{s} = 0.50$ , $p = 20$ .	307
Figura 352. Componente inaginaria de las corrientes estatóricas $fa=1000Hz - fr=25Hz - s=0.50$	308
Figura 355. Componente real de las corrientes estatoricas $f = 1000112 - f = 25112 - 5 - 0.50$ .	200
Figura 554. Componente imaginaria de la componente sestatoricas. je=1000112 - jr=25112 - 5=0.50.	
Figura 555. Componente real de la densidua de campo $B$ . $je=1000Hz - jr=25Hz - s=0.50$ . Distribución po	r par
ae polos p=20.	
Figura 356. Componente imaginaria de la densidad de campo B. $fe=1000Hz - fr=25Hz - s=0.50$ . Distribu	cion
por par de polos $p=20$ .	_309
Figura 357. Componente real de la J del rótor. fe=1000Hz - fr=0.05Hz - s=0.999. Distribución por par de	?
<i>polos p</i> =20	310
<i>Figura 358. Componente imaginaria de la J del rótor. fe=1000Hz - fr=0.05Hz - s=0.999. Distribución por</i>	· par
de polos $p=20$ .	310
Figura 359. Componente real de la J del rótor. $fe=1000Hz - fr=0.05Hz - s=0.999$ . $p=20$ .	311
Figura 360. Componente imaginaria de la J del rótor. $fe=1000Hz - fr=0.05Hz - s=0.999$ . $p=20$ .	311
<i>Figura 361. Componente real de las corrientes estatóricas. fe=1000Hz - fr=0.05Hz - s=0.999.</i>	312
<i>Figura 362. Componente imaginaria de las corrientes estatóricas. fe=1000Hz - fr=0.05Hz - s=0.999.</i>	312
Figura 363. Componente real de la densidad de campo B. fe=1000Hz - fr=0.05Hz - s=0.999. Distribución	por
par de polos $p=20$ .	313
Figura 364. Componente imaginaria de la densidad de campo B. fe=1000Hz - fr=0.05Hz - s=0 999	
Distribución por par de polos $p=20$ .	313
Figura 365 Componente real de la I del rótor fe=3000Hz - fr=120Hz - s=0.20 Distribución por par de r	 nolos
n=20	314
F 20. Figura 366 Componente imaginaria de la I del rótor fa=3000Hz - fr=120Hz - s=0.20 Distribución por r	ar de
Figure 500. Componente integinaria de la 5 del rolor. $je=5000112 - jr=120112 - s=0.20$ . Distribución por p polos $n=20$	211
poios p=20	