

# Índice

Prólogo .....	1
<b>1. Máquinas de corriente continua .....</b>	<b>3</b>
1.1 F.e.m. $E$ de una máquina de corriente continua .....	5
1.2 Potencia electromagnética $P_{em}$ .....	9
1.3 Par electromagnético $M_{em}$ .....	12
1.4 Índice de calentamiento del devanado inducido ( $A\Delta$ ).....	13
1.5 Caída óhmica y pérdidas por efecto Joule en el inducido en valores relativos $\dot{u}_R$ y $\dot{p}_R$ .....	16
1.6 Caída de tensión $u_{2e}$ y pérdidas de potencia $p_{2e}$ en las escobillas .....	18
1.7 F.m.m. de reacción transversal $\theta_q$ .....	19
1.8 F.m.m. de reacción longitudinal o antagónica $\theta_d$ .....	22
1.9 Excitación por polo $\theta_r$ para compensar la reacción transversal .....	23
1.10 Excitación por polo $\theta_l$ para contrarrestar la reacción antagónica o longitudinal .....	25
1.11 Excitación polar en carga $\theta_{exc}$ .....	25
1.11.1 Generadores .....	25
1.11.2 Motores .....	26
1.12 Tensión entre delgas $u_K$ .....	27
1.13 F.e.m. autoinductiva media de conmutación $\bar{e}_x$ .....	28
1.13.1 Inductancia $\mathcal{L}$ [H] de una bobina .....	28
1.13.2 Tiempo o periodo de conmutación T [s] .....	30
1.13.3 F.e.m. autoinductiva media de conmutación $\bar{e}_x$ [V] ....	30

1.14	Polos auxiliares o de conmutación .....	32
1.14.1	Inducción media $\bar{B}_{\delta_a}$ en el entrehierro de los polos auxiliares .....	32
1.14.2	F.m.m. $\theta_a$ por polo auxiliar .....	34
1.14.3	Bobinas de los polos auxiliares .....	35
1.14.4	Caída de tensión total, $u_A$ , en las bobinas auxiliares ..	36
1.14.5	Pérdidas de potencia $p_A$ .....	37
1.14.6	Caída óhmica y pérdidas relativas $\dot{u}_A$ y $\dot{p}_A$ .....	38
1.14.7	Calentamiento .....	39
1.15	Devanado compensador .....	39
1.15.1	F.m.m. compensadora por polo $\theta_{dc}$ .....	39
1.15.2	Número de barras de compensación por expansión polar, $Z_{dc}$ .....	40
1.15.3	Caída óhmica $u_{dc}$ en el devanado compensador .....	41
1.15.4	Pérdida de potencia $p_{dc}$ .....	42
1.15.5	Caída óhmica y pérdidas relativas, $\dot{u}_{dc}$ y $\dot{p}_{dc}$ .....	42
1.15.6	Modificación de la f.m.m. de los polos auxiliares $\theta$ en virtud de la compensación .....	43
1.16	Excitación shunt o en derivación $\theta_{sh}$ .....	43
1.16.1	Potencia perdida en el devanado shunt, $p_{sh}$ .....	45
1.17	Excitación serie $\theta_{sc}$ .....	46
1.17.1	Caída de tensión en el devanado serie, $u_{tsc}$ .....	47
1.17.2	Pérdidas de potencia, por bobina serie, $p_{sc}$ y total $p_{tsc}$ ..	48
1.17.3	Caída óhmica y pérdidas relativas, $\dot{u}_{tsc}$ y $\dot{p}_{tsc}$ , en la excitación serie .....	49
1.18	Pérdidas en el hierro, $p_{Fe}$ .....	49
1.19	Pérdidas mecánicas, $p_m$ .....	50
1.19.1	Por rozamiento de las escobillas $p_{rc}$ .....	50
1.19.2	Por rozamiento de los cojinetes $p_{rc}$ .....	51
1.19.3	Pérdidas por ventilación $p_v$ .....	53
1.19.4	Calentamiento del colector $\vartheta_k$ [ $^{\circ}C$ ] .....	53
1.20	Tensión en bornas $U$ .....	54
1.20.1	Generadores .....	54
1.20.2	Motores .....	55
1.21	Rendimientos .....	55
1.21.1	Generadores .....	56
1.21.2	Motores .....	58
1.22	Aplicaciones .....	59
1.23	Ejemplo 1.º Rebobinado de un generador para tensión distinta .....	60
1.24	Ejemplo 2.º Acortamiento axial del inducido .....	64
1.25	Ejemplo 3.º Disminución radial .....	70
<b>2.</b>	<b>Máquinas de corriente alterna .....</b>	<b>77</b>
2.1.	Máquinas polifásicas en general .....	79

2.1.1	<i>F.e.m. <math>\dot{E}_\delta</math> debida al flujo del entrehierro <math>\phi_\delta</math></i> .....	79
2.1.2	<i>Potencia electromagnética aparente <math>\mathcal{P}_{em}</math></i> .....	82
2.1.3	<i>Par electromagnético aparente <math>\mathcal{M}_{em}</math></i> .....	83
2.1.4	<i>Caída óhmica y pérdidas relativas, <math>\dot{u}_R</math> y <math>\dot{p}_R</math>, en el inducido</i> .....	85
2.1.5	<i>Índice de calentamiento</i> .....	87
2.1.6	<i>Caída relativa <math>\dot{E}_\sigma</math> por reactancia de dispersión</i> .....	87
2.1.7	<i>F.m.m. equivalente a la reacción de inducido</i> .....	90
	2.1.7.1 <i>Devanado monofásico</i> .....	90
	2.1.7.2 <i>Devanados polifásicos</i> .....	93
2.2	<i>Máquinas síncronas</i> .....	95
	2.2.1 <i>Carácter de la reacción de inducido</i> .....	96
	2.2.2 <i>Reacción de inducido en las máquinas de polos salientes</i> .....	98
	2.2.3 <i>Turbomáquinas. Diagrama fasorial</i> .....	100
	2.2.4 <i>Máquinas síncronas de polos salientes</i> .....	102
2.3	<i>Motores de inducción polifásicos</i> .....	104
	2.3.1 <i>Características generales</i> .....	104
	2.3.2 <i>Reducción del secundario al primario</i> .....	109
	2.3.3 <i>Circuito equivalente</i> .....	111
	2.3.4 <i>Nota sobre los motores de jaula de ardilla</i> .....	111
	2.3.5 <i>Diagrama circular</i> .....	113
	2.3.6 <i>Características del motor en servicio</i> .....	118
2.4	<i>Ejemplo 4.º Cálculo de un alternador para distinta tensión y adecuada potencia</i> .....	125
2.5	<i>Ejemplo 5.º Aplicación de un tipo de plancha magnética para motores asíncronos</i> .....	131
<b>Apéndice</b> .....		137
	Costo aproximado de una máquina eléctrica .....	139