

## INDICE

Prefacio	XV
Capitulo 1. Fundamentos electromecánicos	
1-1. sistemas típico de potencia de C.A.	1
1-2. fundamentos de electromagnetismo	3
1-3. ley de Faraday de la inducción electromagnética	5
1-4. factores que afectan a la magnitud de la FEM inducida	6
1-5. dirección de la FEM inducida, regla de Fleming	
1-6. ley de Lenz	10
1-7. generadores elementales	10
1-8. demostraron de la regla de Fleming de la mano derecha mediante la ley de Lenz	13
1-9. polaridad de un generador de una espira en un campo magnético uniforme a velocidad constante	14
1-11. rectificación mediante un conmutador de anillo bipartido	16
1-12. devanado de anillo de Gramme	18
1-13. valores nominales de voltaje, corriente y potencia de una dinamo	22
1-14. FEM promedio generada en un cuarto de CD para la FEM promedio entre escobillas	26
1-16 fuerza electromagnética	27
1-17 factores que afecta a la magnitud de la fuerza electromagnética	28
1-18 dirección de la fuerza electromagnética y regla de la mano izquierda	29
1-19. fuerza contraelectromotriz	30
1-20. comparación entre la acción de motor y la acción de generador	31
1-21. glosario de términos empleados	33
1-22. preguntas	35
1-23. problemas	36
<b>Capitulo 2. Construcción y devanado de la dinamo</b>	
2-1. posibilidades de la dinamo de corriente directa (CD)	39
2-2. construcción del dinamo de corriente directa (CD)	40
2-3. construcción del dinamo síncrona (campo estacionario)	
2-4. construcción del dinamo síncrona (campo rotatorio)	42
2-5. construcción del dinamo asíncrona de inducción	
2-6. campos y circuitos magnéticos de la dinamo de CD	44
2-7. reactancia de armadura	45
2-8. campos y circuitos magnéticos de la dinamo de CA	46
2-9. cálculos de flujo magnético	47
2-10. devanados de armadura	49
2-11. devanados imbricados y ondulados: semejanzas y diferencias	51
2-12. resumen de devanados	55
2-13. devanados de armadura de l andamio síncrona de CA	57
2-14. devanados de media bobina y de bobina completa	
2-15. devanados acortados o de paso fraccionario	58
2-16. devanados distribuidos y factor de distribución (de arrollamiento)	61
2-17. efecto del paso fraccionario y la distribución de bobina sobre la forma resultante de la onda	64
2-18. FEM generada en una dinamo síncrona de CA	67
2-19. Frecuencia de una dinamo síncrona de CA	69

2-20. glosario de términos empleados	
2-22. preguntas	72
2-23. problemas	73
<b>Capítulo 3. Relaciones de voltaje de la dinamo de CD: generadores de CD</b>	75
3-1. generalidades	
3-2. tipos de generadores de CD	
3-3. diagrama esquemático y circuito equivalente de un generador en derivación	76
3-4. diagrama esquemático y circuito equivalente de un generador en serie	78
3-5. diagrama esquemático y circuito equivalente de un generador serie-paralelo o compuesto	79
3-6. generador con excitación separada	80
3-7. características de voltaje sin carga o en vacío de un generador de CD	81
3-8. líneas de resistencia de campo de un generador en derivación autoexcitado	84
3-9. crecimiento de voltaje en un generador en derivación autoexcitación	85
3-10. repitencia crítica del campo	86
3-11. causas por las cuales no desarrolla voltaje un generador autoexcitado en derivación	87
3-12. efecto de la carga sobre la desacumulación en un generador autoexcitado en derivación	88
3-13. características de carga contra voltaje de un generador en derivación	89
3-14. efecto de la velocidad sobre las características de un generador en derivación con y sin carga	92
3-15. regulación de voltaje de un generador	93
3-16. generador en serie	95
3-17. generador compuesto	96
3-18 características de un generador compuesto acumulado	96
3-19. ajuste del grado de composición de los generador compuestos acumuladas	99
3-20. generador diferencial compuesto	100
3-21. comparación sumaria de características de carga-voltaje en generadores en derivación y compuestos	101
3-22. efecto de la velocidad sobre características de carga-voltaje de los generadores en derivación y compuestos	102
3-23. especificaciones de generadores	
3-24. regla rápida para la relación entre el tamaño de un dinamo y su velocidad	103
3-25. glosario de términos empleados	104
3-26. preguntas	105
3-27. problemas	107
<b>Capítulo 4. Relaciones de par en la dinamo de CD: motores de CD</b>	
4-1. generalidades	109
4-2. relación entre par y fuerza	110
4-3. ecuaciones fundamentales de par en una dinamo de CD	115

4-4. fuerza contraelectromotriz o voltaje generado en un motor	117
4-5. velocidad del motor como función de la fuerza contraelectromotriz	118
4-6. fuerza contraelectromotriz y potencia mecánica desarrollada por un motor	120
4-7. relación entre par y velocidad de un motor	121
4-8. arrancadores para motores de CD	124
4-9. características del par electromagnético en motores de CD	127
4-10. características de velocidad en los Motors de CD	130
4-11. regulación de velocidad	136
4-12. par externo, potencia y velocidad	137
4-13. inversión de dirección de giro en un motor de CD	138
4-14. efecto de la reacción de armadura sobre la regulación de velocidad en todos los motores de CD	142
4-15. glosario de términos empleados	
4-16. preguntas	143
4-17. problemas	144
<b>Capítulo 5. Reacción de armadura y conmutación en dinamos</b>	
5-1. generalidades	148
5-2. campo magnético producido por la corriente de armadura	
5-3. efecto del flujo de armadura sobre el flujo decampo	149
5-4 desplazamiento del plano neutro en el generador comparado con el motor	152
5-5. compensación para reacción de armadura en las dinamos de CD	154
5-6. la conmutación	156
5-7. voltaje de reactancia	160
5-8. reacción de armadura en la dinamo de CA	162
5-9. resumen de la reacción de armadura en todas las dinamos	165
5-10. glosario de términos empleados	166
5-11. preguntas	167
5-12. problemas	168
<b>Capítulo 6. Relaciones de voltaje en dinamos de CA: alternadores</b>	
6-1. generalidades	170
6-2. construcción	
6-3. ventajas de la construcción con armadura estacionaria y campo giratorio	172
6-4. primomotores (maquinas de impulsión)	175
6-5. circuitos equivalente para la dinamo síncrona monofásica y/o polifásica	176
6-6. comparaciones entre el generador de con excitación separad y el alternador síncrono de CA con excitación separada	178
6-7. relación entre voltaje generado y voltaje de terminales de un alternador para varios factores de potencia de carga	
6-8. regulación de voltaje de un alterador síncrono de CA con varios factores de potencia	181
6-9. impedancia síncrona	184
6-10. método de la impedancia síncrona (o FEM) para predicción de la regulación de voltaje	185
6-11. hipótesis inherentes al método de la impedancia síncrona	190
6-12. corrientes de cortocircuito y empleo de reactores limitadores de	193

corriente	
6-13- relaciones de potencia y par	194
6-14. glosario de términos empleados	196
6-15. preguntas	197
6-16. problemas	198
<b>Capítulo 7. Funcionamiento en paralelo</b>	
7-1. ventajas del funcionamiento en paralelo	201
7-2. relaciones de voltaje y corriente para fuentes de FEM en paralelo	202
7-3. funcionamiento en paralelo de generadores derivación	206
7-4. condiciones necesario para el funcionamiento en paralelo de los generadores derivación	208
7-5. funcionamiento en paralelo de generadores compuestos	
7-6. condiciones necesarias para el funcionamiento en paralelo de generadores compuestos	209
7-7. procedimiento para conectar en paralelo de los generadores de CD	210
7-8. condiciones necesarias para conectar los aterradores en paralelo	212
7-9. sincronización de alternadores monofásicos	213
7-10. efectos de la corriente de sincronización (circulación) entre alternadores monofásicos	216
7-11. efecto estabilizador de la corriente de sincronización	223
7-12. fluctuación u oscilación de alternadores	226
7-13. sincronizaron de alternadores polifásicos	227
7-14. sincronoscopios	229
7-15. indicador de secuencia de fases	231
7-16. resumen del procedimiento correcto para conectar en paralelo alternadores polifásicos	234
7-17. control de frecuencia del voltaje en barras en una estación generadora	235
7-18. glosario de términos empleados	236
7-19. preguntas	237
7-20. problemas	238
<b>Capítulo 8. Relaciones de par en la dinamo de CA: motores sincros</b>	241
8-1. generalidades	
8-2. construcción del motor síncrono	242
8-3. funcionamiento del motor síncrono	243
8-4. arranque de motores sincros	245
8-5. arranque de motores sincros como motor de inducción mediante sus devanados amortiguadores	246
8-6. arranque de motores síncrono con carga	248
8-7. funcionamiento del motor síncrono después del periodo de arranque	249
8-8. efecto del aumento de carga a excitación normal en un motor síncrono	253
8-9. efecto de aumento de carga en condiciones de suexcitación	255
8-10. efecto de aumento de carga en condiciones de suexcitación	256
8-11. resumen del efecto de carga in tomar en cuenta los efectos de la reacción de armadura) en condiciones de excitación constante	257
8-12. efectos de la reacción de armadura	
8-13. ajuste del factor de potencia de un motor síncrono con carga	259

constante	
8-14. curvas V para un motor síncrono	263
8-15. calculo del ángulo del par y del voltaje generado por fase para un motor síncrono polifásico	267
8-16. Propiedad única del motor síncrono como dispositivo de corrección del factor de potencia	272
8-17. potencia y para electromagnéticos desarrollados por fase en una motor síncrono	274
8-18. capacidades de motores sincronos co9ntra especificaciones de factor de potencia	279
8-19. capacitores sincronos	280
8-20. ventajas y limites económicos de la corrección del factor de potencia	282
8-21. resolución de problemas de corrección de factor de potencia empleando el triángulo de potencia compleja y la cuadrícula de potencia	285
8-22. empleo de un capacitor síncrono como reactor síncrono	290
8-23. empleo de un motor síncrono como cambiador de frecuencia	291
8-24. motor supersíncrono	293
8-25. motores especiales sincronos que no emplea excitación de campo con CD	294
8-26. motor síncrono de inducción	295
8-27. motor de reluctancia	297
8-28. motor de histéresis	298
8-29 motores subsíncronos	299
8-30. fuente de estado sólido para la CD del campo	
8-31. motor síncrono sin escobillas	300
8-32. glosario de términos empleados	
8-33. preguntas	304
8-34. problemas	305
<b>Capitulo 9. Dinamos polifásicas de inducción (asnincronas)</b>	
9-1 generalidades	308
9-2. construcción	309
9-3. producción de un campo magnético rotatorio por aplicación de CA polifásica a la armadura del estator	310
9-4. principios del motor de inducción	313
9-5. par máximo de motor de inducción	321
9-7. características de funcionamiento del motor de inducción	322
9-8. características de funcionamiento normal del motor de inducción en marcha	324
9-9. efecto de un cambio en la resistencia del rotor	326
9-10. características de arranque de motor de rotor devanado cuando se agrega resistencia al rotor	327
9-11. características de funcionamiento de motor de inducción de rotor devanado agregando resistencia al rotor	332
9-12. par del motor de inducción y potencia desarrollada por el rotor	
9-13. medición del deslizamiento de acuerdo con varios métodos	345
9-14. arranque del motor de inducción	347
9-15. arranque a voltaje reducido con autotransformador	349
9-16. arranque a voltaje reducido con resistor o reactor primarios	351

9-17. arranque en estrella-delta	
9-18. arranque con parte del devanado	352
9-19. arranque del motor de inducción de rotor devanado	353
9-20. motor de deducción de doble jaula de ardilla para arranque en línea	354
9-21. clasificación de los motores comerciales de inducción por sus propiedades eléctricas y mecánicas	355
9-22. generador de inducción	364
9-23. convertidor de frecuencia de inducción	366
9-24. glosario de términos empleados	367
9-25. preguntas	369
9-26. problemas	371
<b>Capítulo 10. Motores monofásicos</b>	
10-1. generalidades	374
10-2. construcción del motor monofásico de inducción	375
10-3. par balanceado de un motor monofásico de inducción en reposo	376
10-4. par resultante de un motor monofásico de inducción como producido del giro del rotor	378
10-5. Motor de inducción de fase partida y arranque por resistencia	381
10-6. Motor de inducción de fase partida y arranque por capacitor	385
10-7. Motor de capacitor de un valor y fase partida permanente	388
10-8. Motor con capacitor de dos valores	391
10-9. Motor de inducción de polo sombreado	393
10-10. Motor de inducción de arranque por reluctancia	397
10-11. motores monofásicos con conmutador	
10-12. motor universal	398
10-13. motor serie de CA	400
10-14. comparación de diversos tipos de motores monofásicos	402
10-15. glosario de términos empleados	406
10-16. preguntas	407
10-17. problemas	409
<b>Capítulo 11. Dinamos especializadas</b>	
11-1. generalidades	412
11-2. dinamo homopolar (acíclica)	
11-3. servomotores de CD	414
11-4. motor de DD sin escobillas	420
11-5. motores de pasos de CD	423
11-6. servomotores de CD	429
11-7. generadores tacométricos de CA	431
11-8. motores lineales de inducción (LIMs)	433
11-9. otros motores lineales de propulsión	436
11-10. dispositivos de levitación magnética	440
11-11. vehículos de levitación magnética (MAGLEV)	443
11-12. maquinas sincronías sincronizadas	447
11-13. glosario de términos empleados	448
11-14. preguntas	449
11-15. problemas	451
<b>Capítulo 12. Relaciones de potencia, energía y eficiencia para dinamos de CD y CA</b>	
	453

12-1. generalidades	
12-2. pérdidas de potencia en la dinamo	455
12-3. diagramas de flujo de potencia	459
12-4. cálculo de las pérdidas	
12-5. eficiencia de la dinamo de CD	460
12-6. eficiencia máxima	467
12-7. separación de las pérdidas de potencia en dinamos de CD	470
12-8. separación de las pérdidas de potencia en dinamos síncronas de CA	475
12-9. prueba convencional en vacío o con carga ligera para una dinamo síncrona de CA	478
12-10. ventilación de los alternadores	480
12-11. eficiencia ( y regulación) de la dinamo síncrona de CA mediante el método del motor de CD calibrado	481
12-12. eficiencia de la dinamo asíncrona	485
12-13. eficiencia del motor de inducción mediante pruebas con carga ligera (sin carga) y de rotor bloqueado	487
12-14. eficiencia del motor de inducción a partir del método del circuito equivalente de carga-deslizamiento	490
12-15. eficiencia del motor de inducción empleando las constantes de máquina	494
12-16. conector de arranque del motor de inducción, a partir de las letras de código para rotor bloqueado	497
12-17. eficiencia de los motores monofásicos de CA	499
12-18. glosario de términos empleados	504
12-19. preguntas	507
12-20. problemas	507
<b>Capítulo 13. capacidades, selección y mantenimiento de las máquinas eléctricas</b>	513
13-1. factores que afectan a la capacidad de las máquinas	514
13-2. información de placa	
13-3. elevación de temperatura y norma de temperatura ambiente	
13-4. tamaño de armazón en función de velocidad y potencia	520
13-5. voltajes nominales	524
13-6. efecto del ciclo de trabajo y la temperatura ambiente sobre el tamaño del armazón y la capacidad	525
13-7. tipos de envolturas (carcasas)	527
13-8. velocidad nominal: clasificación de velocidad y reversibilidad	528
13-9. otros factores que afectan a la selección de la dinamo de CD o CA	531
13-10. el sistema por unidad	533
13-11. mantenimiento preventivo y localización de fallas	538
13-12. glosario de términos empleados	539
13-13. preguntas	541
13-14. problemas	542
<b>Capítulo 14. Transformadores</b>	
14-1. definiciones fundamentales	545
14-2. el transformador ideal	548
14-3. transferencia máxima de potencia mediante un transformador de igualación entre fuente y carga	556

14-4. aplicaciones como transformadores de aislamiento	559
14-5. transformadores prácticos de núcleo de hierro	563
14-6. regulación de voltaje de un transformador practico: la prueba de cortocircuito	572
14-7. eficiencia del transformador	579
14-8. respuesta a la frecuencia del transformador de núcleo de hierro	584
14-9. cálculos de transformadores empleando el sistema por unidad	586
14-10. autotransformadores	598
14-11. eficiencia en el día	604
14-12. faseo, identificación y polaridad de los devanados de los transformadores	606
14-13. conexión en serie y en paralelo de devanados del transformador	609
14-14. transformación trifásica	613
14-15. armónicas en los transformador en transformaciones trifásicas	623
14-17. relación de transformación V-V: sistema de delta abierta	627
14-18. relaciones para transformación T-T	629
14-19. conexión de Scott: transformaciones de 3 a 2 fases, o de 2 a 3 fases	632
14-20. transformaciones trifásicas a seis fases	635
14-21. empleo de transformaciones polifásicas en conversión de potencia (CA a CD)	643
14-22. glosario de términos empleados	650
14-23. preguntas	652
14-24. problemas	656
<b>Apéndice</b>	
A- 1. unidades SI, definiciones y factores de conversión	663
A-2. deducción de las relaciones entre par, potencia y velocidad	669
A-3. secciones aplicables del código nacional eléctrico de EUA (NEC)	670
A-4. deducción y demostración de que los flujos de reacción en la armadura producen una magnitud resultante constante que tiene una relación geométrica constante con el flujo de campo independientemente del tiempo factor de potencia de una armadura trifásica	677
A-5. deducción de relaciones de potencia y par de un alternador síncrono	678
A-6. deducción del voltaje generado por fase y el Angulo del par de los motores síncronos polifásicos y monofásicos	680
A-7. deducción de ecuaciones de potencia y par en un motor síncrono	681
A-8. deducción de la eficiencia máxima de la dinamo de CD	686
A-9. deducción de los valores por unidad para transformadores	687
<b>Respuesta a los problemas de este libro</b>	693