

Indice

Parte I. Máquinas eléctricas asíncronas

CAPÍTULO 1. FUNCIONAMIENTO DE LA MÁQUINA ASÍNCRONA TRIFÁSICA

Principio de funcionamiento . . .	17
Campo giratorio	19
Deslizamiento. Su medida	26
Comportamiento del motor asíncrono como transformador . . .	29
Par resultante en los motores asíncronos	30
Distribución de flujos magnéticos. Diagrama	34
Devanados, ranuras y entrehierro. Circuito equivalente de un motor de inducción	37

CAPÍTULO 2. TIPOS DE MÁQUINAS ASÍNCRONAS TRIFÁSICAS

Clasificación de los motores asíncronos	45
Resolución sobre un caso práctico de las principales constantes de un motor asíncrono	49
Funcionamiento del motor de jaula de ardilla	53
Variación del par en los motores de jaula de ardilla. Par crítico	54
Elevación del par de arranque. Motores de doble jaula y motores de rotor bobinado	57

CAPÍTULO 3. DETERMINACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE UNA MÁQUINA ASÍNCRONA TRIFÁSICA POR EL DIAGRAMA CIRCULAR

Diagrama circular	63
Determinación de las características de un motor asíncrono a partir del diagrama circular	69
Inconveniente en el trazado del diagrama circular	81

Obtención de los factores de proporcionalidad (escalas)	82
Trazado e interpretación del diagrama circular de un motor trifásico asíncrono en la práctica.	83

CAPÍTULO 4. DISPOSICIÓN CONSTRUCTIVA DE LAS MÁQUINAS ASÍNCRONAS

Generalidades	93
Conjuntos constructivos	93
Rotor	101
Estator	120
Carcasa y dispositivos de ventilación	120
Núcleo magnético	138
Arrollamiento de estator y soportes de arrollamiento	146
Caja de bornes	155
Dispositivos de toma de corriente para el rotor	156
Eje	167
Cojinetes	168
Organos de sustentación de los cojinetes	181

CAPÍTULO 5. EL MOTOR ASÍNCRONO TRIFÁSICO EN SERVICIO

Empalme	189
Puesta en marcha de los motores asíncronos	189
Arranque en estrella-triángulo	191
Arranque por autotransformador.	194
Arranque por reostato	197
Arranque por interruptor de fuerza centrífuga	200
Inversión del sentido de giro	201
Regulación de la velocidad en las máquinas asíncronas	202
Frenado dinámico y a contracorriente	210
Frenado dinámico de corriente continua	212

Motor asíncrono desequilibrado	215	Reacción del inducido	269
Sincronización de motores asín-		Efectos de la subexcitación y de	
cronos	217	la sobreexcitación	271
CAPÍTULO 6. EL MOTOR MONOFÁSICO DE		Reacción del inducido y excita-	
INDUCCIÓN		ción resultante	274
Teoría del motor monofásico de		Diagrama vectorial de la máqui-	
inducción	219	na síncrona	281
Puesta en marcha y funciona-		Influencia del desfase entre co-	
miento del motor monofásico	222	rriente y fuerza electromotriz	
Conexión de un motor trifásico		inducida sobre el efecto magné-	
como monofásico	224	tico de la reacción del inducido.	288
CAPÍTULO 7. GENERADORES ASÍNCRONOS		Variación de la carga de las má-	
TRIFÁSICOS		quinas síncronas	290
Generalidades	227	Variación de la excitación	296
Funcionamiento del generador		Corriente de cortocircuito	301
asíncrono trifásico	227	CAPÍTULO 3. DETERMINACIÓN DE LAS CA-	
El generador asíncrono excitado		RACTERÍSTICAS DE FUNCIONAMIENTO DE	
con condensador	229	LAS MÁQUINAS SÍNCRONAS	
Parte II. Máquinas eléctricas síncro-		Características en vacío	305
nas		Característica en carga	307
CAPÍTULO 1. CONSTITUCIÓN GENERAL DE		Característica de cortocircuito	314
UNA MÁQUINA SÍNCRONA		Método de Behn Eschenburg para	
Generalidades	233	la determinación de la caída de	
Clasificación de las máquinas sín-		tensión y excitación	318
cronas	236	Método de Potier para el cálculo	
Sistema inductor de polos salien-		de la caída de tensión y excita-	
tes	241	ción	319
Sistema inductor de rotor cilín-		Curvas en "V" de los motores sín-	
drico	243	cronos	329
Devanados que se emplean en má-		Determinación del rendimiento	333
quinas síncronas	245	CAPÍTULO 4. DISPOSICIÓN CONSTRUCTIVA	
Refrigeración	245	DE LAS MÁQUINAS SÍNCRONAS	
CAPÍTULO 2. TEORÍA Y FUNCIONAMIENTO		Generalidades	339
DE LAS MÁQUINAS SÍNCRONAS		Conjuntos constructivos	339
Expresión general de la fuerza		Conceptos generales sobre los ro-	
electromotriz de una máquina		tores de las máquinas síncro-	
síncrona	249	nas	354
Expresión de la fuerza electromo-		Rotores de polos salientes (ruedas	
triz de la máquina síncrona en		polares)	358
función de sus parámetros cons-		Rotores de polos distribuidos (tur-	
tructivos	253	borrotoros)	389
Coefficiente de deformación de la		Estator	406
fuerza electromotriz	264	Dispositivos de toma de corriente	
Métodos para atenuar la deforma-		para el rotor	427
ción de la fuerza electromotriz.	265	Cojinetes	431
Flujos de dispersión	267	Organos de sustentación de los	
		cojinetes	439
		CAPÍTULO 5. LA MÁQUINA SÍNCRONA COMO	
		GENERADOR	
		Tensiones nominales	443
		Velocidades normales	444

Potencia de los generadores . . .	445	el funcionamiento en paralelo de generadores síncronos . . .	511
Velocidad de embalamiento . . .	446	Generador trifásico síncrono de pequeña potencia en paralelo con una red importante . . .	514
Momento de inercia	447		
Peso de los generadores	447		
Constante de aceleración	448		
Características eléctricas	448		
Necesidad de la regulación de tensión en los generadores síncronos	450	CAPÍTULO 7. LA MÁQUINA SÍNCRONA EN SERVICIO	
Estudio elemental de un generador síncrono en régimen transitorio	450	Funcionamiento de la máquina síncrona como generador	517
Regulador manual de la tensión	453	Funcionamiento de la máquina síncrona como motor	517
Principio de funcionamiento de un regulador de tensión	454	Excitación de motores síncronos	519
Concepto de sobrerregulación	456	El arranque de los motores síncronos	521
Cualidades de los reguladores de tensión para generadores síncronos	457	Indicador de sincronismo	524
Reguladores automáticos de tensión, de respuesta rápida	458	El motor asíncrono sincronizado	528
Conceptos generales sobre la excitación de los generadores síncronos	466	Conexiones, arranque y funcionamiento del motor asíncrono sincronizado	529
Velocidad de respuesta de las excitatrices para generadores síncronos	467	Principales características de los motores síncronos	531
Características de funcionamiento de las excitatrices para generadores síncronos	468	Aplicaciones de los motores síncronos	532
Sistemas de excitación	469		
Sistemas modernos de excitación de los generadores síncronos	477		
		Parte III. Conmutatrices	
CAPÍTULO 6. ACOPLAMIENTO EN PARALELO DE GENERADORES SÍNCRONOS		CAPÍTULO ÚNICO. TEORÍA Y FUNCIONAMIENTO DE LAS CONMUTATRICES	
Conceptos generales	479	Conceptos generales	539
Condiciones para el acoplamiento en paralelo de generadores trifásicos síncronos	479	Corrientes en el inducido de la conmutatriz	544
Conexiones de los aparatos para el acoplamiento en paralelo	488	Conexiones de las conmutatrices. Relación de tensiones en una conmutatriz monofásica	550
Funcionamiento en paralelo de dos generadores trifásicos síncronos	489	Relaciones entre las fuerzas electromotrices generadas en el inducido de las conmutatrices polifásicas	554
Reparto de la carga entre dos generadores trifásicos síncronos que trabajan acoplados en paralelo	497	Relación entre la corriente alterna y continua en una conmutatriz	555
Regulación de la tensión en los generadores trifásicos síncronos que trabajan acoplados en paralelo	507	Determinación práctica de las relaciones entre tensión y corriente en una conmutatriz	559
Consideraciones prácticas sobre		Distribución de corriente y tensiones en un sistema formado por un transformador y una conmutatriz hexafásica	562
		Regulación de tensión	563
		El arranque de las conmutatrices. Cortocircuito en una conmutatriz.	569
			573

Posibilidad de embalamiento y protección	573
Commutatriz empleada en cascada con un motor asíncrono	574

Parte IV. Motores de colector

CAPÍTULO 1. MOTORES TRIFÁSICOS DE COLECTOR

Conceptos generales	581
Fenómenos eléctricos en un devanado cerrado de un motor de colector	583
Motor serie trifásico de colector. Conexiones y distribución de la corriente	589
Diagramas de las tensiones y de las corrientes	592
Aumento del factor de potencia y mejoramiento del arranque . .	600
Motor serie con transformador .	602
Utilización de los motores serie .	603
Motores shunt trifásicos de colector alimentados por el estator. .	604
Motor shunt trifásico de colector, alimentado por el rotor	607
Consecuencias de la conmutación en los motores trifásicos de colector.	621
Regulación de velocidad empleando máquinas auxiliares de colector.	622
Grupo Scherbius	624
Grupo Kraemer	627

CAPÍTULO 2. MOTORES MONOFÁSICOS DE COLECTOR

Conceptos generales	631
Motor serie monofásico simple de colector	633

Motor serie monofásico compensado de colector	635
Características de funcionamiento de los motores serie monofásicos de colector	636
Aplicaciones del motor serie monofásico de colector	637

Parte V. Motores fraccionales

CAPÍTULO ÚNICO. TEORÍA Y FUNCIONAMIENTO DE LOS MOTORES FRACCIONALES

Conceptos generales	641
Tensiones de alimentación	642
Naturaleza de servicio y calentamiento	643
Velocidad de giro	643
Par motor útil	644
Potencia	645
Clasificación de los motores fraccionales	646
Motores fraccionales de corriente continua	651
Motores fraccionales trifásicos .	651
Motores fraccionales monofásicos. .	653
Motor de fase partida	654
Motor de condensador	659
Motor de polos partidos con espira auxiliar	662
Motor de repulsión propiamente dicho	664
Motor de repulsión en el arranque y de inducción en el régimen	668
Motor de inducción-repulsión . . .	669
Disposición constructiva de los motores de repulsión	671
Motor universal	676
Consideraciones finales sobre los motores fraccionales	681