

TEORÍA DE MÁQUINAS ELÉCTRICAS

1. LA MÁQUINA ELÉCTRICA EN GENERAL

1.1. La máquina eléctrica como convertidor de energía. Principios fundamentales: F.e.m. inducida y fuerzas electromagnéticas. Constitución general. Circuito eléctrico y circuito magnético. Clasificación y detalles diferenciales.

1.2. Análisis de funcionamiento. Balance de potencia. Pérdidas, rendimiento, calentamiento y servicios. Régimen nominal. Placa de características.

2. MÁQUINAS DE CORRIENTE CONTÍNUA

2.1. Generalidades. Principio de funcionamiento como generador y como motor. Constitución. Justificación. Misión del colector de Delgas. Máquinas multipolares. 2.1.1. Circuitos eléctricos de la máquina de c.c. Devanados del inducido; generalidades. Tipos de excitación. Esquema de conexiones. Nomenclatura.

2.1.2. Magnitudes fundamentales. Resistencia. F.e.m. Tensión en bornes. Corriente del inducido. Velocidad. Balance de potencia. Par interno y potencia interna. Potencia absorbida y útil. Rendimiento. Funcionamiento reversible: sentidos de giro comparados.

2.1.3. Campo magnético. Campo inductor. Campo de reacción de inducido. Campo resultante. Calado de escobillas. Reacción longitudinal y transversal. Inconvenientes de la reacción de inducido.

2.1.4. Conmutación. Conmutación rectilínea. Conmutación real. Mejoras de la conmutación. Decalado de escobillas. Polos de conmutación. Devanado de compensación.

2.2. Generadores en c.c. en servicio. Relaciones fundamentales. Curvas características. Concepto de estabilidad.

2.2.1. Generador de excitación independiente. Característica de vacío. Característica de carga. Característica externa. Característica de regulación. Coeficiente de regulación.

2.2.2. Generador autoexcitado; principio dinamoeléctrico. Generador derivación. Funcionamiento en vacío. Resistencia crítica y velocidad crítica. Funcionamiento en carga. C. externa.

2.2.3. Generador de excitación serie. Característica externa. Resistencia crítica de la carga.

2.2.3. Generador de excitación compuesta. Casos posibles. Característica externa en los distintos casos. Estudio comparativo de los distintos tipos de excitación y aplicaciones.

2.2.5. Funcionamiento en paralelo de los dinamos. Justificación. Condiciones necesarias para el acoplamiento. Estudio de la estabilidad según el tipo de excitación. Reparto de la carga.

2.3. Motores de c.c. en servicio. Magnitudes fundamentales. Curvas características.

2.3.1. Fases sucesivas de la puesta en marcha. Estabilidad. Adaptación automática del par motor al par resistente. Arranque.

2.3.2. Curvas características de los distintos tipos de motores: excitación independiente y derivación, serie y compound. Comparación y aplicaciones.

2.3.3. Regulación de velocidad; por campo, por tensión y mixta. Grupo War-Leonard. Inversión del sentido de giro. Frenado eléctrico.

- 2.4. Máquinas especiales de c.c.. Ideas generales. Generador de Rosemberg. Amplidina y retotrol.

3. TRANSFORMADORES

- 3.1. Generalidades. Fundamento del transformador. Objeto. Constitución. Clasificación. Representación. Características nominales (C.E.I.). Placa de características.
- 3.2. Transformador monofásico. Corriente de vacío y diagrama en el caso ideal. Corriente de vacío y diagrama vectorial en el caso real; consideración de las pérdidas en el hierro, la resistencia del devanado, y los flujos de dispersión. Diagrama vectorial real y simplificado. Ensayo en vacío.
- 3.2.1. Transformador monofásico en carga. Convenios representativos. Procesos físicos del transformador en carga. Diagrama vectorial del transformador en carga.
- 3.2.2. Reducción de un transformador a la tensión de uno de sus arrollamientos. Diagrama vectorial. Esquema equivalente del transformador. Esquema equivalente simplificado. Resistencia y reactancia de cortocircuito.
- 3.2.3. Ensayo en cortocircuito. Esquema y diagrama. Tensión de cortocircuito. Pérdidas en el cobre. Corriente permanente de cortocircuito. Corriente transitoria; ideas generales.
- 3.2.4. Balance de potencia; pérdidas fijas y pérdidas variables. Determinación. Rendimiento. Influencia de la carga y del factor de potencia. Rendimiento máximo. Rendimiento energético diario.
- 3.2.5. Caída de tensión de un transformador. Determinación directa. Determinación analítica. Método de Kapp: Influencia del factor potencia; Efecto Ferranti.
- 3.2.6. Transformadores de medida. Transformador de intensidad. Transformador de tensión. Precauciones. Aplicaciones.
- 3.3. Transformación trifásica. Justificación. Bancos trifásicos. Núcleos trifásicos. Comparación. Teoría del transformador en régimen equilibrado.
- 3.3.1. Conexiones trifásicas. Polaridad y desfase. Grupos de conexiones. Diagramas vectoriales y determinación de los índices horarios. Comparación de los tipos de conexión y aplicaciones.
- 3.3.2. Trabajo en paralelo de transformadores. Justificación. Condiciones de acoplamiento de transformadores monofásicos, ídem trifásicos. Normas sobre la comprobación de la posibilidad de un acoplamiento.
- 3.4. Regulación de tensiones. Autotransformador monofásico. Estudio comparativo con el transformador. Potencia propia y potencia de paso. Aplicaciones. Autotransformador trifásico. Regulador de inducción monofásico. Transformador con tomas de regulación.
- 3.6. Transformador con tres arrollamientos. Conexión en V. Transformación de sistemas trifásicos en monofásicos, ídem en exafásicos. ídem en dodecafásicos. Transformaciones para electrónica .

4. MAQUINAS ROTATIVAS DE CORRIENTE ALTERNA

- 4.1. Principios comunes. F.em. inducida en devanados de c.a. Factor de distribución, de paso, de inclinación y de devaneo. Forma de la onda de tensión. Factor de forma. Reducción de armónicos. Generalidades sobre devanados.
- 4.1.1. Campos magnéticos. Campo producido por un devaneo monofásico. Expresión general de un campo giratorio. Campo producido por un devaneo trifásico. Valor resultante.

- 4.2. Máquinas asíncronas. Principio de funcionamiento. Constitución. Tipos de rotor. Deslizamiento y frecuencia del rotor. Campo del rotor y campo resultante.
- 4.2.1. Diagrama vectorial de f.m.m. Fuerzas tangenciales y par motor. F.e.m. y reactancia de dispersión del rotor.
- 4.2.2. Motor de inducción como transformador. Comparación. Sustitución del segundo móvil por otro fijo. Reducción del segundo al primero. Circuito equivalente. Diagrama vectorial. Balance de potencia. Rendimiento.
- 4.2.3. Circuito equivalente aproximado. Diagrama del círculo; Demostración. Magnitudes representadas. Ensayos a efectuar y trazado. Separación de pérdidas.
- 4.2.4. Motor asíncrono en servicio. Características par-deslizamiento. Par máximo. Grado de estabilidad.
- 4.2.5. Estudio de la puesta en marcha. Arranque directo. Arranque a tensión reducida. Arranque por regulación del c. del rotor.
- 4.2.6. Regulación de velocidad. Generalidades. Regulación por variación de la velocidad del campo. Regulación por variación del deslizamiento. Inversión de giro. Frenado eléctrico.
- 4.2.7. Ejecuciones y trabajos especiales: Generalidades. Rotor de doble jaula y de ranura profunda. Motor de inducción lineal. La máquina asíncrona como generador. Regulador de inducción trifásico. Convertidor de frecuencia. Transmisión Seisyn. Motor bifásico.
- 4.2.8. Motor de inducción monofásico. Constitución y uso. Estudio cualitativo. Curva par-deslizamiento. Puesta en marcha. El motor de fase partida y el motor de espira de sombra.
- 4.3. Máquinas síncronas. Generalidades. Principio de funcionamiento como generador y como motor. Constitución y clasificación. Sistemas de excitación. Características nominales.
- 4.3.1. Funcionamiento en vacío; Características de vacío. Funcionamiento en carga. Flujos de dispersión. Reacción de inducido en máquinas síncronas monofásicas según el tipo de carga, ídem. de una máquina trifásica. Influencia de la saturación. Reactancia de dispersión, principal y síncrona.
- 4.3.2. Diagrama vectorial de la máquina síncrona de rotor cilíndrico no saturada, ídem saturada. Diagrama vectorial de la máquina síncrona de polos salientes. Característica de cortocircuito. Característica reactiva
- 4.3.3. Cálculo de la excitación y del coeficiente de regulación. Método de Behn-Eschemburg y de Rother. Método de Potier. Método de Blondel.
- 4.3.4. Par y potencia de las máquinas síncronas. Características externa y de regulación. Rendimiento.
- 4.3.5. Funcionamiento en paralelo. Justificación. Condiciones de acoplamiento. Sincronización. Estabilidad del acoplamiento. Funcionamiento en paralelo con una red de potencia infinita; Análisis vectorial como generador y como motor. Reparto de la potencia activa y reactiva.
- 4.3.6. Motor síncrono. Puesta en marcha. Motor síncrono como compensador de fase. Curvas en V de Mordey. Aplicaciones.
- 4.4. Máquinas especiales. Generalidades. Conmutatriz. Motor de reductancia y motor de histéresis. Motores de alterna con colector de delgas: Generalidades. Motor monofásico serie. Motor universal. Motor de repulsión. Motor de repulsión-inducción. Motor paso a paso.

BIBLIOGRAFÍA

- Teoría General de Máquinas Eléctricas. M. Cortés y Enseñat. U.N.E.D. (Ministerio de Educación).
- Curso Moderno de Máquinas Eléctricas Rotativas". M. Cortés. Editorial Técnicos Asociados.
- Transformadores de potencia, medida y protección. E. Ras. Editorial Marcombo. –
- Instalaciones y Líneas Eléctricas. Equipo E.P.S. Zaragoza. Editorial Bruño. -
- Problemas de Máquinas Eléctricas, J. Palacios. E.T.S.I.I. Madrid. –
- Problemas de Sistemas Electromecánicos y Transformadores. A. Varios U.P.B. (Vilanova) o Prob . de Electrotecnia, Electrónica y Control de S. –
- Problemas resueltos de Electrotecnia. Fouillé. Editorial Mar-combo . -
- Enciclopedia C.E.A.C. de Electricidad. A. Varios. Editorial C.E.A.C. –
- Máquinas Eléctricas y Transformadores. I.L. Kosow. Editorial Reverte. -
- Electrotecnia general aplicada. Tomo II. Moeller-Wern. Edito-rial Labor. -
- Máquinas Eléctricas y sus aplicaciones. Hindmarsh. Editorial Urmo. –
- Máquinas Eléctricas. Kostenko y L. Potrovwky. Editorial Montaner y Simón, S.A. –
- Principios de Máquinas de C.C. y Teoría de M. de C.A. Langsdorf. Editorial Castillo. –
- Electrotecnia. Gray-Mallace. Editorial Aguilar. –
- Problemas de Electricidad. Vieweger. Editorial Gustavo Gili.