

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales República Argentina	Programa de: <h2 style="text-align: center;">Máquinas Eléctricas Síncronas y de Corriente Continua</h2> Código:	
Carrera: Ing. Mecánica Electricista Escuela: Ing. Mecánica Electricista Departamento: Electrotecnia Materia N°: 42	Plan: 2005 Carga Horaria: 72 Hs. Semestre: 8 Carácter: Obligatoria	Puntos: 3 Seman:4,5 Año: 4°
Objetivos: Transferir al alumno de Ingeniería Mecánica Electricista los conocimientos necesarios que le permitan resolver los problemas vinculados a los procesos de conversión de la energía electromecánica en las máquinas síncronas. Transferir al alumno de Ingeniería Mecánica Electricista los conocimientos necesarios que le permitan resolver los problemas vinculados a los procesos de conversión de la energía electromecánica en las máquinas de corriente continua.		
Programa Sintético: Maquinas Síncronas Maquinas de Corriente Continua		
Programa Analítico: de foja 2 a foja 9		
Programa Combinado de Examen (si corresponde): de foja a foja .		
Bibliografía: de foja 10 a foja 10.		
Correlativas Obligatorias: Maquinas eléctricas asíncronas y transformadores		
Correlativas Aconsejadas:		
Rige: 2005		
Aprobado HCD, Res.:	Modificado / Anulado / Sust. HCD Res.:	
Fecha:	Fecha:	
El Secretario Académico de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales (UNC) certifica que el programa está aprobado por el (los) número(s) y fecha(s) que anteceden. Córdoba, / / .		
Carece de validez sin la certificación de la Secretaría Académica:		

PROGRAMA ANALITICO

LINEAMIENTOS GENERALES

Esta asignatura corresponde al Cuarto Año (8º Semestre) del cursado de la carrera de Ingeniería Mecánica Electricista. Una vez completado el curso, el alumno deberá comprender perfectamente el funcionamiento de las máquinas de corriente continua y síncronas, siendo capaz de evaluar las características técnicas de las mismas.

En el desarrollo de la asignatura se hará hincapié en la comprensión de los procesos de conversión de la energía electromecánica a través del conocimiento de los motores y generadores de corriente continua y sincrónicos de corriente alternada. Se procurará detallar con profundidad los mecanismos de transferencias energéticas, evaluando sus comportamientos y rendimientos haciendo permanente referencia a los equipamientos utilizados en la práctica. El enfoque del dictado se orienta a proveer al alumno de la capacidad de evaluar y seleccionar las máquinas eléctricas más apropiadas para cada aplicación.

En base a estos lineamientos generales, se pueden establecer los siguientes:

Objetivos Generales: Se espera que al finalizar el curso el alumno de la carrera de Ingeniería Mecánica Electricista haya recibido los conocimientos necesarios que le permitan resolver los problemas vinculados a los procesos de conversión de la energía electromecánica en las máquinas sincrónicas y en las máquinas de corriente continua. Para ello, deberá ser capaz de:

- Explicar detalladamente la constitución de las máquinas eléctricas de corriente continua y de corriente alterna sincrónicas, sus tipos fundamentales y sus relaciones métricas principales, manejando correctamente sus nomenclaturas.
- Definir el conjunto de leyes físicas en las cuales se basa el funcionamiento de estas máquinas.
- Definir, interpretar y formalizar mediante conceptos, leyes, principios, teorías, etc., técnicas, las funciones principales de cada una y todas las partes de las máquinas mencionadas e integrarlas en sus funciones globales.
- Identificar todas las magnitudes, coeficientes y constantes propias de dichas máquinas y deducir las ecuaciones o funciones que las vinculan o definen.
- Determinar los valores numéricos de las magnitudes, coeficientes, constantes, etc., mediante cálculos analíticos o gráficos (diagramas vectoriales, de círculo, etc.) e interpretar los resultados en estado de funcionamiento en régimen permanente y transitorio de las máquinas.
- Evaluar cualitativa y cuantitativamente las funciones principales y globales de las máquinas mediante cálculos teóricos y ensayos de laboratorio.
- Seleccionar adecuadamente las máquinas eléctricas de mayor utilización en los procesos de transformación y conversión electromecánica de la energía.

METODOLOGIA DE ENSEÑANZA

Clases teóricas en aula: En las clases teóricas se pretende una participación activa de los alumnos, en donde al tiempo que el profesor expone los diversos temas se

estimula a los mismos, mediante sucesivas consultas o pedidos de opinión a la clase en general, sobre el tema tratado y fundamentalmente cuando se aplican conceptos vistos en temas anteriores de la materia o de materias afines.

Resolución de ejercicios de aplicación: Las clases teóricas se complementan con ejemplos de aplicación o resolución de problemas según el caso. Los problemas son resueltos en conjunto por toda la clase, orientados por el profesor. El objetivo de estos ejemplos es doble: por una parte afirmar los conceptos teóricos y por otra generar en el alumno una conducta que le permita resolver nuevos ejercicios y problemas valiéndose de los conocimientos adquiridos.

Trabajos prácticos de laboratorio: En el laboratorio se desarrollan dos tipos de actividades: el desarrollo de los trabajos experimentales y la descripción detallada de las máquinas que se encuentran en el mismo. Los alumnos deben confeccionar una carpeta donde figuren los problemas resueltos y los trabajos prácticos desarrollados en el laboratorio, con los circuitos empleados, las mediciones realizadas, los resultados logrados y las conclusiones

EVALUACION

Condiciones para la promoción de la materia

1. Tener aprobadas las materias correlativas.-
2. Asistir al 80% de las clases teóricas, prácticas y de laboratorio.-
3. Aprobar dos exámenes parciales teórico-prácticos consistentes en la resolución de problemas y respuestas a preguntas conceptuales al finalizar los temas correspondientes a máquinas sincrónicas y máquinas de corriente continua. Se podrá recuperar un solo parcial siendo condición para rendir éste haber aprobado al menos uno de los dos parciales.
4. Presentar y aprobar los trabajos que se exijan durante el desarrollo de los trabajos prácticos.-
5. Aprobar un coloquio final que versará sobre la totalidad de los temas desarrollados durante el período de clases.
6. Las condiciones de aprobación para cada categoría de actividad serán las establecidas por el Régimen de Alumno vigente.

Condiciones para la regularización de la materia

De acuerdo con lo establecido por el Régimen de Alumno vigente.

CONTENIDOS TEMATICOS

MAQUINAS SINCRÓNICAS

Capítulo 1: Consideraciones generales sobre las máquinas eléctricas

- Consideraciones generales sobre constitución y clasificación de las máquinas eléctricas rotativas.
- Pérdidas eléctricas, magnéticas, mecánicas y adicionales. Rendimiento.
- Calentamiento. Temperatura límite y máxima. Potencia.
- Revisión de los conceptos y leyes fundamentales de electromagnetismo y de la mecánica, de aplicación en máquinas eléctricas.

Objetivos específicos: Al finalizar este capítulo el alumno deberá ser capaz de:

- Enunciar y describir las partes constitutivas básicas de las máquinas rotativas, los distintos tipos y usos de cada una.
- Analizar los distintos regímenes de funcionamiento de las máquinas y capacidad de sobrecarga.
- Aplicar las leyes del electromagnetismo y la mecánica a la resolución de problemas.

Capítulo 2: Generalidades. Principio de funcionamiento de las máquinas sincrónicas. Formas de onda. Funcionamiento en vacío.

- Máquinas sincrónicas. Principio de funcionamiento. Constitución. Tipos. Factores de forma y amplitud.
- Fuerza electromotriz inducida. Forma de onda en arrollamientos monofásicos concentrados y distribuidos en las ranuras. Factor de arrollamiento.
- Corrientes polifásicas. Rotores de tambor.
- Arrollamiento estáticos.
- Armónicas en los generadores trifásicos. Efectos del paso de bobina sobre las mismas.

Objetivos específicos: Al finalizar este capítulo el alumno deberá ser capaz de:

- Explicar la importancia de la máquina sincrónica en el proceso de producción de la energía eléctrica.
- Enunciar y describir detalladamente el principio de funcionamiento de las máquinas sincrónicas.
- Describir e identificar claramente las partes constitutivas de la máquina sincrónica.
- Distinguir los distintos tipos de máquinas sincrónicas y enunciar las características y usos de cada uno.
- Calcular el valor de la fem inducida, determinar los factores que afectan su forma de onda y dar soluciones para mejorarla.

- Analizar mediante serie de Fourier la onda de inducción magnética en el entrehierro y su influencia sobre la fem inducida.
- Explicar la generación de corrientes polifásicas.
- Trazar los distintos tipos de arrollamientos, identificando las características principales de cada uno de ellos.
- Explicar el origen de las armónicas en la fem inducida en los generadores.
- Demostrar el efecto del paso de los arrollamientos sobre las armónicas y las ventajas y desventajas de los conexiones de los arrollamientos de los generadores.

Capítulo 3: Funcionamiento con carga. Dispersión. Reactancia de dispersión. Reacción del inducido. Reactancia Sincrónica.

- Dispersión. Concepto. Dispersión en el inductor y en el estator.
- Reactancia de dispersión total. Tensión de dispersión.
- Reacción del inducido.
- Campo inducido en los turbogeneradores y los alternadores de polos salientes. Reactancia sincrónica.
- Campo inducido con arrollamientos monofásicos.
- Reacciones longitudinal y transversal en la máquina a polos salientes.

Objetivos específicos: Al finalizar este capítulo el alumno deberá ser capaz de:

- Explicar el concepto de reactancia de dispersión.
- Calcular la dispersión en el inductor y en el estator e identificar los factores que la afectan.
- Analizar la influencia de la corriente de carga y los efectos que produce el flujo disperso.
- Esquematizar y analizar el campo de reacción del inducido originado por los distintos tipos de corriente de carga, en máquinas de polos salientes y de entrehierro constante.
- Analizar el fenómeno de la onda viajera desde un punto de vista físico y matemático.
- Reconocer la importancia del estudio del campo de reacción del inducido para interpretar el funcionamiento de la máquina sincrónica en distintos estados de carga.
- Explicar el concepto de reactancia sincrónica.
- Explicar y analizar la influencia de la saturación.
- Demostrar que el campo monofásico se compone de dos campos rotantes. (Teorema de Leblanc).

Capítulo 4: Diagrama vectorial. Curvas características. Circuito equivalente.

- Diagrama vectorial de la máquina sincrónica con distintas cargas.
- Influencia de la carga.

- Regulación de la máquina síncrona
- Características de las máquinas síncronas: característica de vacío, exterior, en carga, de cortocircuito. Determinación de la excitación para distintas condiciones de carga. Curvas en V.
- Potencia y par en las máquinas síncronas.
- Circuito equivalente de la máquina síncrona
- Determinación de los parámetros del modelo de generador síncrono.
- Diagrama circular de la máquina síncrona. Diagrama de capacidad.

Objetivos específicos: Al finalizar este capítulo el alumno deberá ser capaz de:

- Trazar las curvas de inducción de reacción longitudinal y reacción transversal, fundamentando y explicando las características de las mismas.
- Trazar los diagramas vectoriales para distintos tipos de carga y aplicar los resultados obtenidos en la regulación de la máquina.
- Explicar el funcionamiento del alternador en condiciones de sobreexcitación y subexcitación.
- Analizar las distintas curvas características de las máquinas.
- Trazar las curvas características mediante ensayos, explicando los procedimientos empleados para su trazado.
- Emplear el triángulo de Potier para regular la máquina.
- Trazar el diagrama circular de la máquina síncrona y analizar los distintos puntos del mismo (funcionamiento como generador y como motor).
- Trazar y explicar las curvas en V y los diagramas de potencia y par.

Capítulo 5: Operación del generador síncrono. Funcionamiento en paralelo. Cortocircuito.

- Operación del generador síncrono. Efectos de los cambios de carga.
- Funcionamiento en paralelo. Condiciones de puesta en paralelo.
- Características de frecuencia – potencia y tensión – potencia reactiva.
- Transitorios. Cortocircuito en generadores síncronos.

Objetivos específicos: Al finalizar este capítulo el alumno deberá ser capaz de:

- Explicar el funcionamiento en paralelo de alternadores.
- Explicar los efectos que producen en el funcionamiento de la máquina los cambios de la carga.
- Enumerar e interpretar las condiciones que se deben cumplir para efectuar la puesta en paralelo.
- Seleccionar la máquina más conveniente para una determinada aplicación.
- Explicar los efectos que producen las corrientes de cortocircuito.

Capítulo 6: El motor síncronico.

- Motores síncronos. Característica ω – velocidad. Efecto de los cambios de carga. Efectos del cambio de corriente de excitación.
- El motor síncronico como compensador de fase. Condensador síncronico.
- Arranque del motor síncronico.
- Aplicaciones industriales. Características principales y usos específicos.

Objetivos específicos: Al finalizar este capítulo el alumno deberá ser capaz de:

- Explicar el funcionamiento del motor síncronico y los efectos que producen los cambios de carga y de la corriente de excitación.
- Explicar la importancia del motor síncronico como compensador de fase.
- Seleccionar la máquina más conveniente para una determinada aplicación.

MAQUINAS DE CORRIENTE CONTINUA

Capítulo 7: Principios de funcionamiento de las máquinas de corriente continua.

- Principios de funcionamiento. Tipos y constitución.
- Arrollamientos del inducido, helicoidales y de tambor. Imbricados y ondulados. Características generales de cada uno.
- Condiciones de simetría. Estrella y polígono de tensiones. Conexiones compensadoras de primera categoría.

Objetivos específicos: Al finalizar este capítulo el alumno deberá ser capaz de:

- Analizar el comportamiento interno de la máquina de corriente continua como motor y generador.
- Analizar la funcionalidad del conjunto y de cada parte constitutiva de la misma.
- Determinar con exactitud las funciones técnicas de cada parte constitutiva de las máquinas de CC.
- Trazar los distintos tipos de arrollamiento.
- Determinar el sentido de fuerza electromotriz inducida, según sea motor o generador.
- Ubicar correctamente las escobillas.
- Trazar la estrella y el polígono de tensiones de cada arrollamiento.
- Evaluar las características principales de cada uno de los arrollamientos mediante el uso de los polígonos de tensiones.

Capítulo 8: Magnitudes eléctricas, pérdidas, rendimiento.

- Cálculo de las magnitudes eléctricas en máquinas de excitación independiente.

- Máquinas autoexcitadas. Formas de conexión y magnitudes eléctricas.
- Pérdidas en vacío. Pérdidas por excitación. Pérdidas en carga y adicionales. Clasificación y cálculo.
- Rendimiento. Cálculo y determinación experimental.

Objetivos específicos: Al finalizar este capítulo el alumno deberá ser capaz de:

- Evaluar cuantitativamente mediante expresiones analíticas la fuerza electromotriz inducida, la potencia y la cupla electromecánica.
- Esquematizar los generadores y plantear las ecuaciones de equilibrio eléctrico en las distintas posibilidades de excitación.
- Enunciar las particularidades de los generadores según sea su excitación.
- Identificar los distintos tipos de pérdidas que se producen en el interior de la máquina.
- Describir las pérdidas adicionales por rotación que se producen en el hierro y en el cobre.
- Evaluar cuantitativamente las pérdidas en la máquina de corriente continua.
- Reconocer las distintas pérdidas de energía que tienen lugar en las máquinas y determinar su rendimiento.

Capítulo 9: Circuitos magnéticos. Cálculo. Reacción del inducido.

- Circuitos magnéticos de las distintas máquinas eléctricas rotativas.
- Tensión magnética en el entrehierro, en los dientes del inducido, en los núcleos, culata y corona del inducido.
- Característica de vacío.
- Reacción del inducido en las máquinas de corriente continua y sus inconvenientes.

Objetivos específicos: Al finalizar este capítulo el alumno deberá ser capaz de:

- Analizar las funciones y características de cada uno de los tramos del circuito magnético e integrarlos en sus funciones globales.
- Identificar las magnitudes, coeficientes y constantes propias del circuito magnético y deducir las expresiones que permitan la verificación de un circuito magnético de una máquina predimensionada.
- Analizar la característica de magnetización de una máquina de CC en vacío.
- Explicar detalladamente la reacción de inducido y los efectos que la misma produce.
- Describir la manera de neutralizar los efectos de la reacción del inducido.

Capítulo 10: Conmutación. Curvas características del generador y del motor.

- Conmutación. Análisis.
- Polos de conmutación y arrollamientos compensadores.
- Curvas características de los generadores de corriente continua. Regulación de la tensión.

- Curvas características de los motores de corriente continua. Regulación de la velocidad.
- Usos principales de motores de corriente continua. Aplicaciones.

Objetivos específicos: Al finalizar este capítulo el alumno deberá ser capaz de:

- Analizar la conmutación, los inconvenientes y la neutralización de los mismos.
- Analizar el arrollamiento de compensación en cuanto a la funcionalidad del mismo, la disposición en la máquina, su conexionado y la justificación de su empleo.
- Analizar las características de vacío, en carga y de regulación.
- Calcular los tramos de la resistencia de arranque de un motor de corriente continua.
- Seleccionar el motor más conveniente para una determinada aplicación.

LISTADO DE ACTIVIDADES PRACTICAS Y/O DE LABORATORIO

Actividades Prácticas: Resolución de problemas y ejercicios prácticos de aplicación sobre los siguientes temas:

1. Leyes fundamentales
2. Calentamiento de máquinas eléctricas
3. Pérdidas
4. Circuitos magnéticos
5. Trazado de la característica en vacío
6. Cálculo de fuerza electromotriz. Factores de acortamiento y de distribución en máquinas sincrónicas.
7. Funcionamiento con carga de la máquina sincrónica. Dispersión. Reacción del inducido
8. Diagrama vectorial y triángulo de Potier. Regulación
9. Funcionamiento en paralelo.
10. El motor sincrónico.

Actividades de Laboratorio:

1. Constitución y uso del medidor eléctrico de cupla con fuente de potencia
2. Medición de las características de un generador de corriente continua.
3. Medición de las características de un motor con excitación serie y con excitación paralelo.
4. Medición de las características de máquinas sincrónicas trifásicas. Eensayo.

CARGA HORARIA

Actividades de aula y/o laboratorio: 72 horas (4,5 horas por semana)

Dedicadas por el alumno, fuera de los horarios de clase: 72 horas

BIBLIOGRAFÍA

- La Escuela del Técnico Electricista. Alfred Holtz. Editorial Labor
- Curso Moderno de Máquinas Eléctricas Rotativas. Manuel Cortés. Editorial Técnicos Asociados.
- Máquinas Eléctricas. Kostenko y Piotrovsky. Editorial Montaner y Simón.
- Teoría de las Máquinas de Corriente Continua y de las Máquinas de Corriente Alterna. Langsdorf. Editorial Mc Graw Hill.
- Máquinas Eléctricas. Stephen Chapman. Ed. Mc Graw Hill.