



DATOS IDENTIFICATIVOS

Sistemas trifásicos y máquinas eléctricas

Asignatura	Sistemas trifásicos y máquinas eléctricas			
Código	V12G330V01505			
Titulación	Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática			
Descriptores	Creditos ECTS	Seleccione	Curso	Cuatrimestre
	9	OB	3	1c
Lengua Impartición				
Departamento	Ingeniería eléctrica			
Coordinador/a	Gómez Barbeito, José Antonio Pérez Donsion, Manuel			
Profesorado	Gómez Barbeito, José Antonio Pérez Donsion, Manuel			
Correo-e	barbeito@uvigo.es donsion@uvigo.es			
Web				
Descripción general				

Competencias de titulación

Código	
A23	RI4 Conocimiento y utilización de los principios de teoría de circuitos y máquinas eléctricas.
A32	TIE1 Conocimiento aplicado de electrotecnia.
B1	CT1 Análisis y síntesis.
B2	CT2 Resolución de problemas.
B6	CT6 Aplicación de la informática en el ámbito de estudio.
B10	CS2 Aprendizaje y trabajo autónomos.
B14	CS6 Creatividad.
B16	CP2 Razonamiento crítico.
B17	CP3 Trabajo en equipo.
B19	CP5 Relaciones personales.

Competencias de materia

Resultados previstos en la materia	Resultados de Formación y Aprendizaje	
Competencias específicas	A32	B1
TIE1 Conocimiento aplicado de electrotecnia		B2
Competencias transversales		B6
CT1.- Capacidad de análisis y síntesis.		B10
CT2.- Resolución de problemas		B14
CT6.- Conocimiento de informática relativos al ámbito de estudio		B16
CP2.- Razonamiento crítico		B17
CP3- Trabajo en equipo		B19
CP5.- Habilidades en las relaciones interpersonales		
CS2.- Aprendizaje autónomo		
CS6.- Creatividad		
X1: Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica	A23	
X2: Conocimientos básicos de la profesión		

Conocer y aplicar técnicas para el análisis de circuitos eléctricos trifásicos equilibrados.
 Aplicar técnicas para el análisis y la medida de circuitos eléctricos trifásicos desequilibrados.
 Entender y aplicar las técnicas de análisis de circuitos en régimen transitorio.
 Evaluar y analizar los tipos de faltas en los sistemas eléctricos (UNE-21239)
 Comprender los aspectos básicos de la constitución y funcionamiento de las máquinas eléctricas.
 Estudiar y conocer el proceso experimental seguido para determinar por ensayos los diferentes parámetros de los circuitos equivalentes que caracterización de las diferentes máquinas eléctricas.
 Dominar las técnicas de aplicación a los procesos productivos de los distintos tipos de máquinas eléctricas.
 Conocer los distintos métodos de regulación de velocidad y par de las máquinas eléctricas.
 Interpretar y Analizar la influencia que diferentes parámetros críticos tienen en el eficiente funcionamiento de las máquinas eléctricas.

Contenidos

Tema

Análisis y resolución de circuitos trifásicos equilibrados y desequilibrados. Introducción al funcionamiento de los sistemas eléctricos. Entornos de simulación y análisis: Simulink y SimPowerSystems. Circuitos trifásicos equilibrados. Tensiones e intensidades simples y de línea. Análisis de circuitos trifásicos equilibrados: planteamiento y resolución de problemas. Análisis de circuitos trifásicos desequilibrados: planteamiento y resolución de problemas. Potencia en los sistemas trifásicos. Compensación de la energía reactiva.

ANÁLISIS TRANSITORIO DE LOS SISTEMAS ELÉCTRICOS

Circuitos lineales de 1er y 2ª orden: constantes de tiempo y duración del transitorio. Resolución de la ecuación diferencial. Tipos de respuestas y regímenes en función de la excitación. Identificación de las respuestas. Caracterización de circuitos en función de la ecuación: valores iniciales y finales en bobinas y condensadores. Tipos de fallos en los sistemas eléctricos. Cálculo de cortocircuito trifásico.

TEORÍA GENERAL DE LAS MÁQUINAS ELÉCTRICAS.

Principios fundamentales
 -Importancia de las máquinas eléctricas.
 -Principios básicos de funcionamiento.
 -Principios de la conversión electromecánica.
 -Campos electromagnéticos. Ecuación de Maxwell.
 -Inducción magnética.
 -Flujo magnético.
 -Fuerza magnetomotriz.
 -Reluctancia magnética.
 -Paralelismo entre circuitos eléctricos y circuitos magnéticos.
 - Máquinas eléctricas (ME).
 - Máquinas eléctrica elemental.
 - Máquinas eléctricas rotativas.
 -Fuerza electromotriz inducida.
 -Efecto generador.
 - Creación de campos magnéticos.
 - Fuerza electromagnética.
 -Correlación gráfica.
 -Estudio del generador elemental.
 -Estudio del motor elemental.
 Características generales y específicas de las ME
 -Máquinas eléctricas estáticas y rotativas. Clasificación.
 -Devanados principales de las máquinas eléctricas.
 -Evolución del circuito magnético.
 -Constitución de las máquinas eléctricas.
 -Clasificación y detalles diferenciales de las máquinas eléctricas.
 -Velocidad síncrona.
 -Principio de funcionamiento de los motores síncronos y asíncronos.
 -Aplicaciones: M. asíncronas-M. síncronas.
 -El generador síncrono.
 -El motor síncrono. Inconvenientes.
 -Materiales utilizados en las ME
 -Circuito magnético. Materiales ferromagnéticos.
 -Ciclo de histéresis.
 -Materiales conductores.
 -Materiales aislantes.
 -Clases de aislamiento y temperaturas admisibles.
 -Degradación del aislamiento.
 -Requisitos que debe satisfacer un aislante.
 -Balance de energía.
 -Pérdidas de las máquinas eléctricas.
 -Rendimiento de las máquinas eléctricas.
 -Calentamiento de las máquinas eléctricas.
 -Enfriamiento de las máquinas eléctricas.
 -Clases de servicio de las máquinas eléctricas.

Introducción. Aspectos constructivos. Transformador ideal. Funcionamiento de un transformador real. Circuito equivalente de un transformador: fems y tensiones. Ensayos del transformador. Caída de tensión en un transformador. Pérdidas y rendimiento de un transformador. Corriente de excitación en vacío: armónicos de la corriente. Corriente de conexión de un transformador. Simulación de un transformador de dos devanados. Autotransformadores. Transformadores trifásicos: esquemas de conexión. Transformadores de medida y protección. Resolución de problemas

- Campos magnéticos giratorio y devanados de las ME de ca.
- Campo magnético giratorio.
- Devanados de las máquinas de ca.
- Funcionamiento y aplicaciones de las máquinas asíncrona
- Principio de funcionamiento de las máquinas asíncronas.
- Ley de Biot y Savart.
- Deslizamiento.
- Frecuencias de las corrientes del rotor.
- Máquinas asíncronas. Constitución.
- Devanados de las máquinas asíncronas.
- Circuito equivalente.
- Circuito equivalente con el rotor parado.
- Circuito equivalente con el rotor girando.
- Circuito equivalente: Reducción del rotor al estator.
- Diagrama vectorial.
- Circuito equivalente simplificado.
- Diagrama del círculo
- Funcionamiento de las máquinas asíncronas.
- Funcionamiento en vacío.
- Funcionamiento con rotor parado.
- Funcionamiento en carga.
- Ensayo de vacío o de rotor libre.
- Ensayo de cortocircuito o de rotor bloqueado.
- Ensayo en carga del motor asíncrono.
- Máquinas asíncronas. Balance de potencias.
- Motores asíncronos. Rendimiento.
- Motores asíncronos de alta eficiencia.
- Máquinas asíncronas. Características de par-deslizamiento.
- Funcionamiento como freno.
- Funcionamiento como motor.
- Funcionamiento como generador.
- Máquinas asíncronas. Curvas características.
- Motores asíncronos-Máquinas accionadas.
- Motores asíncronos. Aplicaciones.
- Arranque
- Motores asíncronos. Arranque.
- Arranque directo.
- Arranque por resistencias intercaladas en el estator.
- Arranque por autotransformador.
- Arranque estrella-triángulo.
- Arranque por inserción de resistencias en el circuito del rotor.
- Motor de inducción de doble jaula de ardilla
- Motor de inducción de ranura profunda
- Motores asíncronos. Cambio del sentido de giro.
- Motores asíncronos. Características nominales.
- Motores asíncronos. Regulación de velocidad
- Introducción a la variación de velocidad de los motores de ca.
- Motores asíncronos. Regulación de velocidad.
- Regulación por cambio del número de polos.
- Regulación de velocidad actuando sobre el deslizamiento.
- Por inyección de una fem en el rotor.
- Equipos rectificadores-onduladores entre el estator y la red.
- Equipos rectificadores-onduladores entre el rotor y la red.
- Motores asíncronos. Frenado.
- Variación del par de un motor asíncrono con la tensión de alimentación.
- El motor asíncrono alimentado en corriente.
- El motor asíncrono a frecuencia variable.
- Inversores VSI.
- Inversores CSI.
- Inversores PWM.
- Cicloconvertidores trifásicos.
- Control del motor asíncrono. Características.
- Control escalar.
- Control vectorial.
- Características generales de los bucles de control para accionamientos de ca.
- Fundamentos del control del motor asíncrono (relación V/f cte).
- Zonas de trabajo en el control del motor asíncrono.
- Control en bucle cerrado del motor asíncrono a flujo constante.
- Motores de inducción monofásicos
- Sistema monofásico.
- Constitución y principio de funcionamiento.
- Equivalencia del motor monofásico a dos motores trifásicos. Teorema de Leblanc.
- Circuito equivalente.
- Arranque y características funcionales del motor monofásico.
- Motor de fase partida.
- Motor de arranque por condensador.
- Motor de espira de sombra.
- Aplicaciones del motor de inducción monofásico.

MÁQUINA SÍNCRONA	Introducción. Constitución y clasificación de las máquinas síncronas. Funcionamiento en vacío. Funcionamiento en carga. Reacción de inducido. Circuito equivalente. Funcionamiento de un generador acoplado a una red de potencia infinita: límites de funcionamiento. Funcionamiento como motor. Motor síncrono de imanes permanentes
MÁQUINAS DE CORRIENTE CONTINUA	Aspectos constructivos de la máquina de corriente continua: Inductor e Inducido. Partes del inducido: el devanado, el colector de delgas y las escobillas. Principios de funcionamiento. Circuito equivalente. Magnitudes fundamentales: FEM y Par. La conmutación y la reacción de inducido. Características de funcionamiento de los motores de corriente continua: clasificación.- Regulación de velocidad y del par. Motores especiales: motores paso a paso.
PRACTICAS DE LABORATORIO	Práctica 1: Descripción del laboratorio. Circuitos de mando y control. Medida de potencia trifásica con dos o tres vatímetros. Práctica 2: Determinación de los parámetros del circuito equivalente de un transformador monofásico y de uno trifásico Práctica 3: Determinación de los parámetros del circuito equivalente de un motor asíncrono o de inducción. Práctica 4: Métodos de arranque. Puesta en marcha de un motor asíncrono trifásico con rotor bobinado. Practica 5: Regulación de velocidad de un motor asíncrono con un variador de velocidad electrónico Práctica 6: Características de vacío y cortocircuito de la máquina síncrona
AULA DE INFORMÁTICA. RESOLUCION PRÁCTICA DE PROBLEMAS Y/O EJERCICIOS	Practica 1: Introducción a la simulación eléctrica. Simulación de circuitos eléctricos básicos. Utilización y evaluación de diferentes programas de simulación y cálculo numérico por computador Practica 2: Resolución de problemas/ejercicios de circuitos eléctricos equilibrados y desequilibrados. Simulación y resolución numérica por computador de los casos anteriores. Practica 3: Resolución de problemas/ejercicios de transitorios en circuitos eléctricos con: fuentes, resistencias, bobinas y condensadores. Simulación y resolución numérica por computador de los casos resueltos en el apartado anterior. Determinación de las corrientes de cortocircuito trifásico, según la UNE-21239, de un sistema eléctrico. Practica 4: Resolución de problemas/ejercicios de transformadores monofásicos y trifásicos. Simulación y resolución numérica por computador de los casos anteriores. Practica 5: Resolución de problemas/ejercicios de motores asíncronos. Simulación y resolución numérica por computador de los casos anteriores. Practica 6: Resolución de problemas/ejercicios de máquinas síncronas. Simulación y resolución numérica por computador de los casos anteriores.

Planificación

	Horas en clase	Horas fuera de clase	Horas totales
Sesión magistral	52	104	156
Prácticas de laboratorio	12	21	33
Prácticas en aulas de informática	12	24	36
Otros	1	14	15

*Los datos que aparecen en la tabla de planificación son de carácter orientativo, considerando la heterogeneidad de alumnado

Metodologías

	Descripción
Sesión magistral	Presentación y justificación de los contenidos
Prácticas de laboratorio	Elaboración de los ensayos, justificación y análisis de los resultados
Prácticas en aulas de informática	Resolución numérica de problemas y simulación informática de los mismos
Otros	Asistencia a clase y comportamiento activo tanto en clase de aula como de laboratorio . Realización voluntaria de trabajos tutelados y prueba parcial voluntaria de evaluación.

Atención personalizada

Metodologías	Descripción
Sesión magistral	
Prácticas de laboratorio	
Prácticas en aulas de informática	
Otros	

Evaluación

	Descripción	Calificación
Sesión magistral	Examen tipo test o preguntas cortas	30

Prácticas de laboratorio	Examen tipo test o preguntas cortas	10
Prácticas en aulas de informática	Resolución numérica de problemas y/o ejercicios	30
Otros	Se evaluará la asistencia a clase y el comportamiento activo tanto en clase de aula como de laboratorio (1/10), realización voluntaria de trabajos tutelados (1/10) y prueba parcial voluntaria de evaluación (1/10). Así pues, a esta parte se le asigna un peso de tres puntos sobre diez (3/10).	30

Otros comentarios sobre la Evaluación

Fuentes de información

Jesús Fraile Mora, **Circuitos Eléctricos**, 2012,

Jesús Fraile Mora, **Electromagnetismo y Circuitos eléctricos**, 2005,

Antonio Pastor Gutiérrez, Jesús Ortega Jiménez y Ángel Pérez Coyto, **Circuitos Eléctricos**, 2003,

Jesús Fraile Mora, **Máquinas Eléctricas**, 2003,

Jesús Fraile Mora y Jesús Fraile Ardanuy, **Problemas de Máquinas Eléctricas**, 2005,

Juan Suárez Creo, **Máquinas Eléctricas: Funcionamiento en régimen permanente**,

Javier Sanz Feito, **Máquinas Eléctricas**, 2002,

(*) [Máquinas eléctricas. Análisis y diseño aplicando Matlab]. (*) [Motores trifásicos de baja tensión: manual de proyecto". Siemens M10-1988

(*) [Simulación de sistemas eléctricos]; Inmaculada Zamora Belver y otros. Pearson-Prentice Hall. 2005

(*) [Principles of Electric Machines and Power Electronics]. Sen, P.C. John Wiley & Sons, 1997

Recomendaciones

Asignaturas que continúan el temario

Trabajo de Fin de Grado/V12G330V01991

Asignaturas que se recomienda cursar simultáneamente

Informática: Informática para la ingeniería/V12G330V01203

Fundamentos de automatización/V12G330V01401

Asignaturas que se recomienda haber cursado previamente

Física: Física II/V12G330V01202

Matemáticas: Cálculo II y ecuaciones diferenciales/V12G330V01204

Fundamentos de teoría de circuitos y máquinas eléctricas/V12G330V01303