GUÍA DOCENTE

DENOMINACIÓN DE LA ASIGNATURA

Denominación: **CONTROL DE MÁQUINAS Y ACCIONAMIENTOS**
Código: 101300
Plan de estudios: **GRADO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA** Curso: 3
Denominación del módulo al que pertenece: ESPECÍFICO TECNOLOGÍA ELÉCTRICA I
Materia: CONTROL DE MÁQUINAS Y ACCIONAMIENTOS
Carácter: OBLIGATORIA Duración: SEGUNDO CUATRIMESTRE
Créditos ECTS: 6.0 Horas de trabajo presencial: 60
Porcentaje de presencialidad: 40.0% Horas de trabajo no presencial: 90
Plataforma virtual: https://moodle.uco.es/m2324/

DATOS DEL PROFESORADO

Nombre: MORALES LEAL, TOMAS (Coordinador)
Departamento: INGENIERÍA ELÉCTRICA Y AUTOMÁTICA
Área: INGENIERÍA ELÉCTRICA
Ubicación del despacho: Edificio Leonardo da Vinci, planta 1
E-Mail: el1molet@uco.es Teléfono: 957218356

Nombre: MORENO MUÑOZ, ANTONIO
Departamento: INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y DE COMPUTADORES
Área: ELECTRÓNICA
Ubicación del despacho: Edificio Leonardo da Vinci, planta 1
E-Mail: el1momua@uco.es Teléfono: 957318373

REQUISITOS Y RECOMENDACIONES

Requisitos previos establecidos en el plan de estudios

Ninguno.

Recomendaciones

Haber superado la asignatura Electrotecnia, la asignatura Electrónica Industrial y la asignatura Máquinas Eléctricas.

GUÍA DOCENTE

COMPETENCIAS

CB1	Que los estudiantes hayan demostrado poseer y comprender conocimientos procedentes de la vanguardia del campo de la Ingeniería Eléctrica.
CB4	Que los estudiantes puedan transmitir información, ideas, problemas y soluciones a un público tanto especializado como no especializado.
CU2	Conocer y perfeccionar el nivel de usuario en el ámbito de las TIC.
CEE2	Conocimientos sobre el control de máquinas y accionamientos eléctricos y sus aplicaciones.
CEE7	Conocimiento aplicado de electrónica de potencia.

OBJETIVOS

Dotar a los alumnos de los conocimientos específicos sobre cálculo y diseño de los accionamientos electromecánicos. Se pretende, más concretamente, facilitar los conocimientos prácticos necesarios para el diseño completo de un variador de velocidad. Adicionalmente ampliar los conocimientos sobre componentes y convertidores electrónicos de potencia, basado en el desarrollo de los bloques temáticos, con el fin de proporcionar los conocimientos y el saber hacer ajustados a las necesidades que demanda la sociedad actual, capacitando al alumno con las competencias precisas para el ejercicio profesional conveniente y competitivo.

CONTENIDOS

1. Contenidos teóricos

CONTENIDOS

Bloque 1: Conocimiento aplicado de electrónica de potencia

1.1.-La electrónica de potencia en los accionamientos electromecánicos.

Introducción.
Dispositivos electrónicos de potencia.
Características deseables en un dispositivo controlable.
Evolución de los dispositivos controlables.
Tendencias en los Convertidores de Potencia.

1.2.-Convertidor CC-CC aplicado al accionamiento de corriente continua

Aplicación del convertidor reductor
Revisión de sus parámetros más determinantes.
Aplicación del convertidor elevador.
Regulación del convertidor.
Principio de frenado.
Aplicación del troceador reversible en corriente.
Troceador en puente completo.
Aplicaciones a vehículos eléctricos de tracción.

1.3.-Convertidor CA-CC aplicado al accionamiento de corriente continua

Consideraciones generales y parámetros de mérito
Clasificación de las topologías de los convertidores CA-CC
Rectificadores polifásicos serie: ecuaciones fundamentales
Regímenes de conducción continua y discontinua.
Fenómeno de la conmutación.
Función de transferencia del convertidor de la máquina asociada.

GUÍA DOCENTE

Regulación del variador.
El convertidor de CA-CC reversible
Convertidores multipulso
Topología utilizadas para la inversión del par: modos de funcionamiento
Reacción sobre la red de los convertidores de CA-CC

1.4.-Accionamiento de CA por regulación de tensión en el estator.
Principios de regulación de fase con carga resistiva.
Regulación de ciclos completos.
Regulación de fase con carga resistiva e inductiva.
Variación de velocidad mediante alimentación con tensión no sinusoidal.
Consideraciones sobre arrancadores estáticos comerciales.

1.5.-Accionamiento de CA por regulación de tensión en el rotor.
Principios de la variación de resistencia en el secundario..
Utilización del regulador de c.a. estático.
Utilización del troceador de c.c.
Recuperación energética mediante el convertidor estático de Kramer.

1.6.-Accionamiento de CA mediante frecuencia y tensión ajustables.
Inversor en onda rectangular.
Revisión de sus características más importantes.
Inversor en fuente de tensión con modulación de anchura de impulso.
Revisión de sus características más importantes.
Inversor multinivel
Inversor en fuente de corriente.
Soluciones comerciales.

1.7.-Accionamiento de CA con motor síncrono.
Regulación a frecuencia variable mediante inversor.
Aplicación al motor brushless
Regulación a frecuencia variable mediante cicloconvertidor.
Variador síncrono autopilotado
Aplicaciones Industriales.
Aplicaciones a vehículos eléctricos de tracción.

Bloque 2: Conocimiento aplicado de ingeniería eléctrica

2.1.-Introducción a los sistemas de accionamiento eléctricos.
Introducción.
Definición de accionamiento eléctrico.
Aplicaciones típicas de los accionamientos eléctricos.
Tipos de carga.
Cuadrantes de operación.
2.2.-Motores de cc. Variación y control de velocidad de los motores cc
Espira giratoria sencilla entre caras polares curvas
Conmutación en una máquina cd sencilla de cuatro espiras
Reacción de inducido y voltaje L di/dt
Soluciones a los problemas de conmutación en máquinas reales
Flujo de potencias y pérdidas en la máquinas de cd
Circuito equivalente del motor cc

GUÍA DOCENTE

Motor cc en derivación
Control de velocidad del motor en derivación
Motor cc serie
Control de velocidad del motor serie
Motor compuesto
Control de velocidad del motor compuesto
Arrancadores para motores cc
Sistema Ward-Leonard y controladores de velocidad de estado sólido
Control con convertidores de estado sólido para motores CD

2.3.-Motor de inducción, su variación y control de velocidad.

Construcción del motor de inducción
Conceptos básicos del motor de inducción
Circuito equivalente del motor de inducción
Potencia y par en los motores de inducción
Características par-velocidad de los motores de inducción
Variaciones en las características par-velocidad del motor de inducción
Variación de velocidad mediante el cambio de polos
Variación de velocidad mediante el cambio en la frecuencia de la línea. Variación V-f
Variación de velocidad mediante el cambio en el voltaje de la línea
Variación de velocidad mediante el cambio de la resistencia del rotor
Controladores de estado sólido para motores de inducción
Rampas de aceleración y desaceleración ajustables independientemente
Control de motores de inducción con variadores de velocidad, llamado control V-F, también designado control escalar
Control vectorial

2.4.-Arranque y frenado del motor de inducción

Tiempo de arranque
Tipos de servicio
Coordinación
Tipos de arranque
Frenado eléctrico

2.5.-Motores síncronos, su control de velocidad

Introducción a los motores síncronos: generadores síncronos
Principios básicos de la operación de los motores síncronos
Operación del motor síncrono en estado estacionario
Arranque de los motores síncronos
Introducción al control de velocidad del motor asíncrono
Control tensión-frecuencia en lazo abierto del motor síncrono
Motor síncrono autopilotado

2. Contenidos prácticos

CONTENIDOS prácticos

Bloque 1: Conocimiento aplicado de electrónica de potencia

- Práctica 1.- Convertidor CC-CC en puente completo para un accionamiento con Motor CC. Control bipolar y unipolar
- Práctica 2.- Convertidor CA-CC en puente completo para un accionamiento con Motor CC. Se estudiarán dos casos: control en lazo abierto, y en lazo cerrado, tanto con el doble convertidor de seis pulsos para 4 cuadrantes, como con un rectificador de 12 pulsos.
- Práctica 3.- Convertidor CA-CA para un arrancador estático de Motor de inducción asíncrono trifásico.
- Práctica 4.- Convertidor CC-CA "VSI"para un accionamiento con Motor de inducción

GUÍA DOCENTE

asíncrono trifásico. Se estudiarán los siguientes casos: Inversor "six step", Inversor con PWM e Inversor con PWM y control vectorial
- Práctica 5.- Inversor con modulacion vectorial, para un accionamiento con Motor de inducción asíncrono trifásico.
- Práctica 6.- Inversor Multinivel, para un accionamiento con Motor de inducción asíncrono trifásico.

Bloque 2: Conocimiento aplicado de ingeniería eléctrica
Práctica 1
Variación de velocidad de motores de corriente continua
Variación de velocidad del motor derivación mediante reducción del voltaje del rotor con carga fija.
Variación de velocidad del motor derivación mediante aumento de la resistencia de campo con carga fija
Variación de velocidad del motor derivación mediante reducción de voltaje del circuito de campo con carga fija
Variación de velocidad del motor serie con carga fija
Variación de velocidad del motor compuesto acumulativo con carga fija
Motor compuesto diferencial a velocidad fija con carga fija

Práctica 2

Variación de velocidad de motores asíncronos
Estudio y uso del variador vectorial de velocidad VARISPEED V7
Variación de velocidad en modo V/f
Variación de velocidad en modo vectorial
Práctica 3
Arranque del motor de inducción.
Arrancador suave

OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE RELACIONADOS CON LOS CONTENIDOS

Fin de la pobreza
Hambre cero
Salud y bienestar
Educación de calidad
Igualdad de género
Agua limpia y saneamiento
Energía asequible y no contaminante
Trabajo decente y crecimiento económico
Industria, innovación e infraestructura
Reducción de las desigualdades
Ciudades y comunidades sostenibles
Producción y consumo responsables
Acción por el clima
Vida submarina
Vida de ecosistemas terrestres
Paz, justicia e instituciones sólidas
Alianzas para lograr los objetivos

GUÍA DOCENTE

METODOLOGÍA

Adaptaciones metodológicas para alumnado a tiempo parcial y estudiantes con discapacidad y necesidades educativas especiales

Para los estudiantes a tiempo parcial se tendrá en cuenta su condición y disponibilidad en la asignatura, tanto en el desarrollo de la misma como en su evaluación. La adaptación se llevará a cabo de mutuo acuerdo entre el profesor responsable de la asignatura y los alumnos implicados al inicio del cuatrimestre.

Actividades presenciales

Actividad	Grupo completo	Grupo mediano	Total
Actividades de evaluación	4	-	4
Laboratorio	-	24	24
Lección magistral	26	-	26
Seminario	6	-	6
Total horas:	***36***	***24***	***60***

Actividades no presenciales

Actividad	Total
Búsqueda de información	10
Consultas bibliográficas	10
Ejercicios	10
Estudio	45
Problemas	15
Total horas:	***90***

MATERIAL DE TRABAJO PARA EL ALUMNO

Cuaderno de Prácticas - *https://moodle.uco.es/m2223/*
Dossier de documentación - *https://moodle.uco.es/m2223/*
Ejercicios y problemas - *https://moodle.uco.es/m2223/*
Presentaciones PowerPoint - *https://moodle.uco.es/m2223/*

Aclaraciones

Ell material estará disponible en la plataforma moodle, o se podrá adquirir mediante fotocopias en reprografia.

GUÍA DOCENTE

EVALUACIÓN

Competencias	Diarios	Exámenes	Pruebas de ejecución de tareas reales y/o simuladas
CB1	X	X	X
CB4	X	X	X
CEE2	X	X	X
CEE7	X	X	X
CU2	X	X	X
Total (100%)	***10%***	***80%***	***10%***
Nota mínima (*)	***0***	***5***	***5***

(*)Nota mínima (sobre 10) necesaria para que el método de evaluación sea considerado en la calificación final de la asignatura. En todo caso, la calificación final para aprobar la asignatura debe ser igual o superior a 5,0.

Valora la asistencia en la calificación final:

No

Aclaraciones generales sobre los instrumentos de evaluación:

Aclaraciones de evaluación para el Bloque 1

1) El instrumento de evaluación Diarios (equivalente a Listas de Control del Verifica) corresponde a un 10 % de la calificación final del bloque 1, y se refiere a la participación activa del alumno en clase.

2) El instrumento de evaluación exámenes comprende tanto la resolución de preguntas relativas a los contenidos teóricos como problemas, con un peso del 70 % sobre el bloque 1.

3) Con el instrumento de evaluación pruebas de ejecución de tareas reales y/o simuladas se evalúan las prácticas de laboratorio y simulación. Se realizará mediante memorias de prácticas y seguimiento o presentación del trabajo individual desarrollado en las mismas. Tiene un peso del 20 % sobre el Bloque 1.

Aclaraciones de evaluación para el Bloque 2

En el Bloque 2 la evaluación se realizará de dos modos:

1) Con el instrumento de evaluación exámenes se propondrá al alumno que realice una prueba tipo test donde se evaluarán los conocimientos teóricos y de aplicación. Siendo el peso de la prueba tipo test el 90 % sobre el Bloque 2.

La prueba tipo test constará de dos partes. La primera parte se corresponde con la primera mitad del temario del bloque 2 y el alumno podrá superarla en la prueba parcial o en las pruebas oficiales. La segunda parte corresponde con la segunda mitad del temario y el alumno podrá superarla en la prueba parcial o en las pruebas oficiales de la asignatura.

En la convocatoria de junio (o julio en su caso), si un alumno suspende una de las dos partes del examen tipo test, y aprueba la otra, se le guardará la nota de la parte aprobada hasta la convocatoria de julio (o extraordinaria de septiembre en su caso) En ningún caso, se hará media entre las dos partes hasta no obtener una puntuación mínima de cinco (nota obtenida en la prueba, antes de aplicar el porcentaje de Diarios) en cada parte.

2) Con el instrumento de evaluación Diarios (equivalente a Listas de Control del Verifica) se evalúa la asistencia y participación activa en clase. Tendrá un peso del 10 % de la nota sobre el Bloque 2. Es necesario asistir y

GUÍA DOCENTE

participar en al menos un 80 % del total de las clases del Bloque 2 para poder obtenerla. Es necesario asistir y participar habitualmente en clase para poder optar a realizar los parciales.

Aclaraciones sobre los dos Bloques

Es necesario conseguir como mínimo un 5 sobre 10 en cualquiera de las partes de cada uno de los dos Bloques (excepto Diarios) para aprobar la asignatura.

En caso de aprobar un Bloque y suspender el otro Bloque en la convocatoria de junio, se conservará la nota del bloque aprobado hasta la convocatoria de julio. En caso de aprobar un Bloque y suspender el otro Bloque en la convocatoria de julio, se conservará la nota del bloque aprobado hasta la convocatoria de septiembre. En estos casos constará en el acta una nota de cuatro con cinco, aunque la media entre los dos Bloques sea mayor de cinco.

Para los alumnos repetidores se seguirán los criterios de evaluación del presente curso pero serán respetadas las notas de trabajos y practicas realizados el año anterior.

Los alumnos que trabajan serán evaluados de la misma forma que los de a tiempo parcial.

Aclaraciones sobre la evaluación para el alumnado a tiempo parcial y necesidades educativas especiales:

Para los estudiantes a tiempo parcial se tendrá en cuenta su condición y disponibilidad para su evaluación. El acuerdo sobre evaluación se llevará a cabo al principio del cuatrimestre entre el profesor responsable de la asignatura y los alumnos en tal situación.

Aclaraciones sobre la evaluación de la convocatoria extraordinaria y convocatoria extraordinaria de finalización de estudios:

La convocatoria extraordinaria de abril es para estudiantes que cumplan los requisitos de la convocatoria extraordinaria de finalización de estudios (artículo 74 del RRA). Serán examinados según la guía del curso anterior.

La convocatoria extraordinaria de septiembre es para aquellos alumnos que hayan consumido, al menos, una convocatoria, ya sea en el curso académico actual o anteriores. Para la evaluación se regirán por los contenidos y criterios reflejados en la guía docente del curso actual.

Criterios de calificación para la obtención de Matrícula de Honor:

Los propios contemplados en la normativa de la UCO

BIBLIOGRAFIA

1. Bibliografía básica

Bloque 1: Conocimiento aplicado de electrónica de potencia:
- Ned Mohan (2012) Electric Machines and Drives, ISBN 978-1-1180-7481-7 John Wiley & Sons
- Bin Wu (2006). High-Power Converters and AC Drives ISBN: 978-0-471-73171-9, John Wiley & Sons-IEEE Press

Bloque 2: Conocimiento aplicado de ingeniería eléctrica:
- Stephen J. Chapman (2005) Máquinas eléctricas, Mc Graw-Hill
- J. M. Merino Azcárraga. Accionamientos eléctricos
- ABB. El motor asíncrono trifásico. 6. Cuadernos de aplicaciones técnicas
- Telemecanique (Schneider) Manual electrotécnico
- Sofstarter Handbook ABB
- Roberto Cárdenas Dobson. Control Vectorial de máquinas de inducción jaula de ardilla
- Roberto Faure Benito. Máquinas y accionamientos eléctricos

GUÍA DOCENTE

2. Bibliografía complementaria

Bloque 1: Conocimiento aplicado de electrónica de potencia:

- Rashid M.H. Electronica de Potencia: Circuitos, dispositivos y aplicaciones. Prentice Hall 1993.
- Mohan N. Undeland & Robbins. Power Electronics: Converters, Applications & Design. J.Wiley 1995.

Textos recomendados para ampliar sobre aspectos concretos de la electrónica de potencia:

- Kassakian, Schlecht & Verghese. Principles of Power Electronics. Addison Wesley, 1991.
- Seguier G y otros. Electrónica de Potencia. Editorial Gustavo Gili, 1985
- Seguier G. & others. Power Electronics Converters. DC-DC Conversion. Springer-Verlag, 1993.
- Seguier G. & others. Power Electronics Converters. DC-AC Conversion. Springer-Verlag, 1993..
- Lander C.W. Power Electronics. McGrawHill, 1993.
- Bühler H. Electrónica Industrial. Electronica de Potencia. Editorial Gustavo Gili, 1985

Bloque 2: Conocimiento aplicado de ingeniería eléctrica:

- Fundamentals of Electric Drives. El-Sharkawi
- Control of Induction Motors. Trzynadlowski

CRITERIOS DE COORDINACIÓN

Actividades conjuntas: conferencias, seminarios, visitas...
Organización de salidas
Realización de actividades

CRONOGRAMA

Periodo	Actividades de evaluación	Laboratorio	Lección magistral	Seminario
1ª Semana	0,0	2,0	3,0	0,0
2ª Semana	0,0	2,0	2,0	1,0
3ª Semana	0,0	2,0	3,0	0,0
4ª Semana	0,0	2,0	2,0	1,0
5ª Semana	0,0	2,0	3,0	0,0
6ª Semana	2,0	2,0	1,0	0,0
7ª Semana	0,0	2,0	2,0	1,0
8ª Semana	0,0	2,0	3,0	0,0
9ª Semana	0,0	2,0	2,0	1,0

GUÍA DOCENTE

Periodo	Actividades de evaluación	Laboratorio	Lección magistral	Seminario
10ª Semana	0,0	2,0	3,0	0,0
11ª Semana	0,0	2,0	1,0	2,0
12ª Semana	2,0	2,0	1,0	0,0
Total horas:	***4,0***	***24,0***	***26,0***	***6,0***

Las estrategias metodológicas y el sistema de evaluación contempladas en esta Guía Docente serán adaptadas de acuerdo a las necesidades presentadas por estudiantes con discapacidad y necesidades educativas especiales en los casos que se requieran.