



## DATOS IDENTIFICATIVOS

### Aplicaciones Industriales de Máquinas Eléctricas

|                     |   |                  |            |                    |
|---------------------|---|------------------|------------|--------------------|
| Asignatura          | Aplicaciones Industriales de Máquinas Eléctricas  |                  |            |                    |
| Código              | V04M141V01326   |                  |            |                    |
| Titulación          | Máster Universitario en Ingeniería Industrial   |                  |            |                    |
| Descriptores        | Creditos ECTS<br>4.5  | Seleccione<br>OP | Curso<br>2 | Cuatrimestre<br>1c |
| Lengua Impartición  | Castellano  |                  |            |                    |
| Departamento        | Ingeniería eléctrica  |                  |            |                    |
| Coordinador/a       |   |                  |            |                    |
| Profesorado         | Pérez Donsión, Manuel   |                  |            |                    |
| Correo-e            |   |                  |            |                    |
| Web                 | <a href="http://www.donsion.org">http://www.donsion.org</a>   |                  |            |                    |
| Descripción general | La materia AIME, tiene como objetivos principales: el adquirir conocimientos básicos sobre el funcionamiento y estructura de los accionamientos eléctricos, conocer los distintos modos de control electrónico de las máquinas eléctricas, conocer los criterios de selección de máquinas eléctricas y del correspondiente control en el ámbito de su aplicación como accionamiento eléctrico en el ámbito industrial |                  |            |                    |

## Competencias

|        |   |
|--------|---|
| Código |   |
| A2     | Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio.  |
| A3     | Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios. |
| C3     | CET3. Realizar investigación, desarrollo e innovación en productos, procesos y métodos.   |
| C12    | CTI1. Conocimiento y capacidad para el análisis y diseño de sistemas de generación, transporte y distribución de energía eléctrica.   |
| C17    | CTI6. Conocimientos y capacidades que permitan comprender, analizar, explotar y gestionar las distintas fuentes de energía.   |
| D1     | ABET-a. La capacidad de aplicar el conocimiento de las matemáticas, la ciencia y la ingeniería.   |
| D2     | ABET-b. La capacidad para diseñar y realizar experimentos, así como analizar e interpretar los datos.   |
| D4     | ABET-d. La capacidad de funcionar en equipos multidisciplinares.  |
| D11    | ABET-k. La capacidad de utilizar las técnicas, habilidades y herramientas modernas de ingeniería necesarias para la práctica de la ingeniería.  |

## Resultados de aprendizaje

|                                    |                                       |
|------------------------------------|---------------------------------------|
| Resultados previstos en la materia | Resultados de Formación y Aprendizaje |
|------------------------------------|---------------------------------------|

- Adquirir conocimientos básicos sobre el funcionamiento y la estructura de los accionamientos eléctricos. A2
- Conocer los distintos modos de control electrónico de las máquinas eléctricas. A3
- Conocer los criterios de selección de las máquinas eléctricas y del correspondiente control en el ámbito de su aplicación, como accionamiento eléctrico en el ámbito industrial. C3
- C12
- C17
- D1
- D2
- D4
- D11

## Contenidos

### Tema

|  |  |
|--|--|
| 1. INTRODUCCIÓN A LOS ACCIONAMIENTOS ELÉCTRICOS Y CONTROL DE LAS MÁQUINAS ELÉCTRICAS | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Variación de velocidad. Introducción</li> <li>- Características de la fuerza motriz de origen eléctrico</li> <li>- Estructura General de los accionamientos eléctricos a velocidad variable</li> <li>- Campos de aplicación de los accionamientos eléctricos a velocidad variable</li> <li>- Importancia de realizar un estudio particularizado</li> <li>- Motores a utilizar para los accionamientos eléctricos a velocidad variable</li> <li>- Interés Económico de los accionamientos eléctricos a velocidad variable</li> <li>- Otras ventajas de la variación de velocidad</li> <li>- Inconvenientes de los variadores de velocidad</li> <li>- Ventajas e inconvenientes de los semiconductores de potencia</li> <li>- Objetivos que se persiguen con la variación de velocidad</li> <li>- Tecnologías y condicionantes en la variación de velocidad</li> <li>- Exigencias mecánicas</li> <li>- Fases de un movimiento</li> <li>- Dinámica de la combinación motor-carga</li> <li>- La variación de velocidad según las exigencias dinámicas y de precisión</li> <li>- Los cuatro cuadrantes</li> <li>- Tipos de cargas según el par resistente</li> <li>- Regulación de velocidad. Estado actual</li> </ul>   |
| 2. MOTORES ELÉCTRICOS  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Clasificación y detalles diferenciales de las máquinas de corriente alterna</li> <li>- El motor síncrono</li> <li>- El motor síncrono de imanes permanentes</li> <li>- Imanes permanentes (NdFeB y otros)</li> <li>- Composites magnéticos blandos (SMCs)</li> <li>- Técnicas de fabricación</li> <li>- Principio de funcionamiento de los motores asíncronos</li> <li>- Aspectos constructivos de la máquina asíncrona</li> <li>- Circuito equivalente</li> <li>- Balance de potencias</li> <li>- Curvas características</li> <li>- Arranque.</li> <li>- Regulación de la velocidad.</li> <li>- Frenado</li> <li>- Motores de inducción en régimen dinámico</li> <li>- Modelos de la MA con consideración de la saturación</li> <li>- Modelización de los efectos de la saturación</li> <li>- Variables de estado: corrientes de estator y rotor. Modelo 1.</li> <li>- Variables de estado: los flujos de estator y rotor. Modelo 2.</li> <li>- Variables de estado: la corriente de estator y el flujo magnetizante. Modelo 3.</li> <li>- Variables de estado: las corrientes de estator y el flujo del rotor. Modelo 4.</li> <li>- Variables de estado: la corriente de estator y la magnetizante. Modelo 5.</li> <li>- Motores de corriente continua</li> </ul> |

|  |   |
|--|---|
| <p>3. REGULACIÓN DE VELOCIDAD Y CONTROL DE PAR DE LOS MOTORES DE C.C.</p> <hr/> <p>4. REGULACIÓN DE VELOCIDAD Y CONTROL DE PAR DE LOS MOTORES DE C.A.</p> <hr/> <p>5. REGULACIÓN DE VELOCIDAD DE LOS MOTORES ELÉCTRICOS ESPECIALES</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Estructura general de un accionamiento regulado. Tipos de convertidores</li> <li>- Cuadrantes de funcionamiento de un accionamiento regulado</li> <li>- Fundamento sobre la regulación de velocidad en motores de cc</li> <li>- Rectificadores monofásicos no controlados</li> <li>- Rectificadores trifásicos no controlados</li> <li>- Rectificadores monofásicos totalmente controlados</li> <li>- Rectificadores trifásicos totalmente controlados</li> <li>- Comparación entre los distintos tipos de rectificadores</li> <li>- Convertidores reversibles basados en rectificadores controlados</li> <li>- Troceadores ("Choppers" de un solo cuadrante</li> <li>- Frenado y reversibilidad de accionamientos con troceadores</li> <li>- Criterios de selección para accionamientos eléctricos</li> <li>- Aplicación de los chopers a la tracción eléctrica</li> <li>- Bucles de control para el accionamiento de motores de cc</li> <li>- Funciones generales en un bucle de control</li> <li>- Tipos de bucles de control. Regulación en bucles convergentes</li> <li>- Tipos de bucles de control. Bucles en cascada</li> <li>- Descripción general y propiedades de los elementos integrantes de los bucles de control para los accionamientos de cc.</li> <li>- Accionamiento de un cuadrante sin debilitamiento de campo</li> <li>- Accionamiento de cuatro cuadrantes con inversión de campo</li> <li>- Accionamiento en cuatro cuadrantes con inversión del inducido</li> <li>- Accionamiento de cuatro cuadrantes con convertidor reversible en antiparalelo</li> <li>- Análisis de la influencia de los parámetros del bucle de control</li> </ul> <hr/> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Revisión de los conceptos básicos sobre los motores asíncronos</li> <li>- Variación del par de un motor asíncrono con la tensión de alimentación</li> <li>- El motor asíncrono alimentado en corriente</li> <li>- Introducción a la variación de velocidad de los motores de ca</li> <li>- El motor asíncrono alimentado a frecuencia variable</li> <li>- Inversores VSI trifásicos</li> <li>- Inversores CSI trifásicos autoconmutados</li> <li>- Inversores PWM trifásicos</li> <li>- Cicloconvertidores trifásicos</li> <li>- Bucles de control para accionamientos de motores de ca</li> <li>- Características generales de los bucles de control para accionamientos de ca</li> <li>- Fundamentos de control del motor asíncrono (<math>V/f=cte</math>).</li> <li>- Zonas de trabajo en el control del motor asíncrono</li> <li>- Control de bucle cerrado del motor asíncrono a flujo constante</li> <li>- Control vectorial</li> <li>- Aplicaciones del control vectorial</li> </ul> <hr/> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Motores de reluctancia autoconmutados (SRM)</li> <li>- Control del par medio</li> <li>- Control del par instantáneo</li> <li>- Control directo del par instantáneo</li> <li>- Estimación on-line del par instantáneo</li> <li>- Control sin sensores de posición</li> <li>- Tendencias del control de un SRM</li> <li>- Ventajas e inconvenientes del SRM</li> <li>- Principales aplicaciones comerciales del SRM</li> <li>- Regulación de velocidad de los motores síncronos de imanes permanentes</li> <li>- Regulación de velocidad de los motores paso a paso</li> <li>- Selección del accionamiento eléctrico más apropiado para una aplicación concreta</li> </ul> |
|--|---|

| <b>Planificación</b>           |                |                      |               |
|--------------------------------|----------------|----------------------|---------------|
|                                | Horas en clase | Horas fuera de clase | Horas totales |
| Lección magistral              | 30             | 39                   | 69            |
| Prácticas con apoyo de las TIC | 15             | 21                   | 36            |

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

| <b>Metodologías</b> |   |
|---------------------|---|
|                     | Descripción   |
| Lección magistral   | Presentación y justificación de los contenidos teóricos |

### Atención personalizada

| Metodologías                   | Descripción  |
|--------------------------------|--|
| Lección magistral              | El profesor impartirá en el aula asignada a lección, utilizando como herramientas el Power Point, la pizarra y videos e responderá a todas las preguntas que sobre la misma le hagan los alumnos. Cualquier consulta posterior se realizará dentro de las horas de tutoría habilitadas al efecto por el profesor para el primer cuatrimestre. En el segundo cuatrimestre se acordará previamente con el alumno la fecha y hora más apropiada   |
| Prácticas con apoyo de las TIC | El profesor, utilizando las potencialidades del MATLAB/SIMULINK, establecerá modelos de sistemas eléctricos con máquinas eléctricas, y tratará de que los alumnos vean el comportamiento de las mismas ante diferentes incidencias y perturbaciones en diferentes puntos del sistema eléctrico, así como ante diferentes métodos de regulación de velocidad. Los alumnos de forma individual implementarán esos modelos y otros similares para comprobar que los resultados obtenidos son razonables y comparables con los obtenidos por el profesor y otros compañeros. Cualquier consulta posterior se realizará dentro de las horas de tutoría habilitadas al efecto por el profesor para el primer cuatrimestre. En el segundo cuatrimestre se acordará previamente con el alumno la fecha y hora más apropiada. |

### Evaluación

|                                | Descripción  | Calificación | Resultados de Formación y Aprendizaje |
|--------------------------------|--|--------------|---------------------------------------|
| Lección magistral              | Se evaluará la docencia teórica, básicamente mediante evaluación continua, y para aquellos alumnos que no superen la evaluación continua, se realizará un examen final a base de preguntas cortas o preguntas tipo test. A esta parte se le asigna un peso de cuatro puntos sobre diez (4/10). Para superar la asignatura es preciso obtener en esta parte un mínimo del 40%, es decir 1,6/10. | 40           | A2 C12 D1 C17                         |
| Prácticas con apoyo de las TIC | Se evaluará los trabajos dirigidos de simulación, básicamente utilizando el MATLAB/SIMULINK, y las memorias de prácticas presentadas. A esta parte se le asigna un peso de cuatro puntos sobre diez (4/10). Para superar la asignatura es preciso obtener en esta parte un mínimo del 40%, es decir 1,6/10.  | 40           | A2 C12 D11 C17                        |

### Otros comentarios sobre la Evaluación

Compromiso ético: Se espera que el alumno presente un comportamiento ético adecuado. En el caso de detectar un comportamiento no ético (copia, plagio, utilización de aparatos electrónicos no autorizado, y otros) se considera que el alumno no reúne los requisitos necesarios para superar la materia. En este caso la calificación global en el actual curso académico será de suspenso (0.0).

No se permitirá la utilización de ningún dispositivo electrónico durante las pruebas de evaluación salvo autorización expresa. El hecho de introducir un dispositivo electrónico no autorizado en el aula de examen será considerado motivo de no superación de la materia en el presente curso académico y la calificación global será de suspenso (0.0).

### Fuentes de información

#### Bibliografía Básica

Jesús Fraile Mora, **Máquinas Eléctricas**, 7ª edición, 2015,

#### Bibliografía Complementaria

Jean Bonal, **Accionamientos Eléctricos a velocidad variable**, 1999,

B.K. Bose, **Power Electronic and AC Drives**, 1986,

I. Zamora Belver, **Introducción a los accionamientos eléctricos a velocidad variable**, 1995,

W. Leonhard, **Control of Electrical Drives**, 1985,

G. Séguier, **Électronique de Puissance: fonctions de base, principales applications**, 6ª edición, 1990,

### Recomendaciones

#### Asignaturas que se recomienda cursar simultáneamente

Gestión y Calidad de la Energía Eléctrica/V04M141V01343

#### Asignaturas que se recomienda haber cursado previamente

Ampliación de Electrotecnia/V04M141V01101

### Otros comentarios

Para matricularse en esta materia es necesario haber superado o bien estar matriculado de todas las materias de los cursos

## **Plan de Contingencias**

---

### **Descripción**

---

#### === MEDIDAS EXCEPCIONALES PLANIFICADAS ===

Ante la incierta e imprevisible evolución de la alerta sanitaria provocada por el COVID-19, la Universidad de Vigo establece una planificación extraordinaria que se activará en el momento en que las administraciones y la propia institución lo determinen atendiendo a criterios de seguridad, salud y responsabilidad, y garantizando la docencia en un escenario no presencial o parcialmente presencial. Estas medidas ya planificadas garantizan, en el momento que sea preceptivo, el desarrollo de la docencia de un modo más ágil y eficaz al ser conocido de antemano (o con una amplia antelación) por el alumnado y el profesorado a través de la herramienta normalizada e institucionalizada de las guías docentes.

#### === ADAPTACIÓN DE LAS METODOLOGÍAS ===

\* Metodologías docentes que se mantienen

No se mantendrían las metodologías que obliguen a una docencia presencial.

\* Metodologías docentes que se modifican

Se utilizaría, en la medida de lo posible, la videoconferencia utilizando para ello los recursos disponibles en la Sala de Profesor asignada, videos y software con licencia de la Universidad de Vigo, básicamente MATLAB/SIMULINK.

\* Mecanismo no presencial de atención al alumnado (tutorías)

Las tutorías se realizarían, básicamente, utilizando el correo electrónico, el teléfono y la videoconferencia del Sala de Profesor.

\* Modificaciones (si proceden) de los contenidos a impartir

Básicamente, se trataría de mantener el programa de la asignatura lo más fielmente posible al establecido en la presente guía docente.

\* Bibliografía adicional para facilitar el auto-aprendizaje

- Además de la bibliografía recomendada para la docencia presencial, se facilitarían los PDF elaborados por el profesor, videos propios y otros que pudiesen ser de interés, así una selección de artículos y documentación existente en la red.

\* Otras modificaciones

#### === ADAPTACIÓN DE LA EVALUACIÓN ===

\* Pruebas ya realizadas

Examen final junio/julio: [Peso anterior 60%] [Peso Propuesto 60%]

\* Nuevas pruebas

-Se basarían en buena media en la evaluación continua y, para aquellos alumnos que no superasen la evaluación continua, se haría un examen final utilizando el Moodle de la Sala de Profesor.

\* Información adicional

---