



## DATOS IDENTIFICATIVOS

### Aplicacións Industriais de Máquinas Eléctricas

|                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |              |            |                    |
|-----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|------------|--------------------|
| Materia               | Aplicacións Industriais de Máquinas Eléctricas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |              |            |                    |
| Código                | V04M141V01326                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |              |            |                    |
| Titulación            | Máster Universitario en Enxeñaría Industrial                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |              |            |                    |
| Descritores           | Creditos ECTS<br>4.5                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Sinale<br>OP | Curso<br>2 | Cuadrimestre<br>1c |
| Lingua de impartición | Castelán                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |              |            |                    |
| Departamento          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |              |            |                    |
| Coordinador/a         | Pérez Donsión, Manuel                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |              |            |                    |
| Profesorado           | Pérez Donsión, Manuel                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |              |            |                    |
| Correo-e              | donsion@uvigo.es                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |              |            |                    |
| Web                   | <a href="http://www.donsion.org">http://www.donsion.org</a>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |              |            |                    |
| Descrición xeral      | A materia *AIME, ten como obxectivos principais: o adquirir coñecementos básicos sobre o funcionamento e estrutura dos *accionamientos eléctricos, coñecer os distintos modos de control electrónico das máquinas eléctricas, coñecer os criterios de selección de máquinas eléctricas e do correspondente control no ámbito da súa aplicación como *accionamiento eléctrico no ámbito industrial |              |            |                    |

## Competencias

|        |                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|--------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Código |                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| A2     | Que os estudantes saiban aplicar os coñecementos adquiridos e a súa capacidade de resolución de problemas en contornos novos ou pouco coñecidos dentro de contextos máis amplos (ou multidisciplinares) relacionados coa súa área de estudo.                                                  |
| A3     | Que os estudantes sexan capaces de integrar coñecementos e se enfrontar á complexidade de formular xuízos a partir dunha información que, sendo incompleta ou limitada, inclúa reflexións sobre as responsabilidades sociais e éticas vinculadas á aplicación dos seus coñecementos e xuízos. |
| C3     | CET3. Realizar investigación, desarrollo e innovación en produtos, procesos e 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. A capacidade de aplicar coñecementos de matemáticas, ciencia e enxeñaría.                                                                                                                                                                                                             |
| D2     | ABET-b. A capacidade para deseñar e dirixir experimentos, así como para analizar e interpretar datos.                                                                                                                                                                                         |
| D4     | ABET-d. A capacidade para actuar en equipos multidisciplinares.                                                                                                                                                                                                                               |
| D11    | ABET-k. A capacidade de utilizar as técnicas, habilidades e ferramentas modernas de enxeñaría necesarias para a práctica da enxeñaría.                                                                                                                                                        |

## Resultados de aprendizaxe

|                                 |                                       |
|---------------------------------|---------------------------------------|
| Resultados previstos na materia | Resultados de Formación e Aprendizaxe |
|---------------------------------|---------------------------------------|

|                                                                                                                                                                         |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| - Adquirir coñecementos básicos sobre o funcionamento e a estrutura dos *accionamientos eléctricos.                                                                     | A2  |
| -Coñecer os distintos modos de control electrónico das máquinas eléctricas.                                                                                             | A3  |
| -Coñecer os criterios de selección das máquinas eléctricas e do correspondente control no ámbito da súa aplicación, como *accionamiento eléctrico no ámbito industrial. | C3  |
|                                                                                                                                                                         | C12 |
|                                                                                                                                                                         | C17 |
|                                                                                                                                                                         | D1  |
|                                                                                                                                                                         | D2  |
|                                                                                                                                                                         | D4  |
|                                                                                                                                                                         | D11 |

## Contidos

### Tema

#### 1. INTRODUCCIÓN Aos \*ACCIONAMIENTOS ELÉCTRICOS E CONTROL DAS MÁQUINAS ELÉCTRICAS

- Variación de velocidade. Introducción
- Características da forza \*motriz de orixe eléctrica
- Estrutura Xeral dos \*accionamientos eléctricos a velocidade variable
- Campos de aplicación dos \*accionamientos eléctricos a velocidade variable
- Importancia de realizar un estudo \*particularizado
- Motores a utilizar para os \*accionamientos eléctricos a velocidade variable
- Interese Económico dos \*accionamientos eléctricos a velocidade variable
- Outras vantaxes da variación de velocidade
- Inconvenientes dos \*variadores de velocidade
- Vantaxes e inconvenientes dos \*semiconductores de potencia
- Obxectivos que se perseguen coa variación de velocidade
- Tecnoloxías e condicionantes na variación de velocidade
- Esixencias mecánicas
- Fases dun movemento
- Dinámica da combinación motor-carga
- A variación de velocidade segundo as esixencias dinámicas e de precisión
- O catro \*cuadrantes
- Tipos de cargas segundo o par resistente
- Regulación de velocidade. Estado actual

#### 2. MOTORES ELÉCTRICOS

- Clasificación e detalles diferenciais das máquinas de corrente alterna
- O motor \*síncrono
- O motor \*síncrono de imáns permanentes
- Imáns permanentes (\*NdFeB e outros)
- \*Composites magnéticos brandos (\*SMCs)
- Técnicas de fabricación
- Principio de funcionamento dos motores \*asíncronos
- Aspectos construtivos da máquina \*asíncrona
- Circuito equivalente
- Balance de potencias
- Curvas características
- Arranque.
- Regulación da velocidade.
- Freado
- Motores de indución en réxime dinámico
- Modelos da \*MA con consideración da saturación
- \*Modelización dos efectos da saturación
- Variables de estado: correntes de \*estator e \*rotor. Modelo 1.
- Variables de estado: os fluxos de \*estator e \*rotor. Modelo 2.
- Variables de estado: a corrente de \*estator e o fluxo \*magnetizante. Modelo 3.
- Variables de estado: as correntes de \*estator e o fluxo do \*rotor. Modelo 4.
- Variables de estado: a corrente de \*estator e a \*magnetizante. Modelo 5.
- Motores de corrente continua

3. REGULACIÓN DE VELOCIDADE E CONTROL DE PAR DOS MOTORES DE \*C.\*C.
- Estrutura xeral dun \*accionamiento regulado. Tipos de \*convertidores
  - \*Cuadrantes de funcionamento \*do un \*accionamiento regulado
  - Fundamento sobre a regulación de velocidade en motores de cc
  - \*Rectificadores \*monofásicos non controlados
  - \*Rectificadores \*trifásicos non controlados
  - \*Rectificadores \*monofásicos totalmente controlados
  - \*Rectificadores \*trifásicos totalmente controlados
  - Comparación entre os distintos tipos de \*rectificadores
  - \*Convertidores \*reversibles baseados en \*rectificadores controlados
  - \*Troceadores ("Choppers" dun só \*cuadrante
  - Freado e \*reversibilidade de \*accionamientos con \*troceadores
  - Criterios de selección para \*accionamientos eléctricos
  - Aplicación dos \*choppers á tracción eléctrica
  - \*Bucles de control para o \*accionamiento de motores de cc
  - Funciones xerais nun \*bucle de control
  - Tipos de \*bucles de control. Regulación en \*bucles converxentes
  - Tipos de \*bucles de control. \*Bucles en ferverza
  - Descrición xeral e propiedades dos elementos integrantes dos \*bucles de control para os \*accionamientos de cc.
  - \*Accionamiento dun \*cuadrante sen enfracuementamento de campo
  - \*Accionamiento de catro \*cuadrantes con investimento de campo
  - \*Accionamiento en catro \*cuadrantes con investimento do inducido
  - \*Accionamiento de catro \*cuadrantes con \*convertidor \*reversible en \*antiparalelo
  - Análise da influencia dos parámetros do \*bucle de control

4. REGULACIÓN DE VELOCIDADE E CONTROL DE PAR DOS MOTORES DE \*C.A.
- Revisión dos conceptos básicos sobre os motores \*asíncronos
  - Variación do par dun motor \*asíncrono coa tensión de alimentación
  - O motor \*asíncrono alimentado en corrente
  - Introducción á variación de velocidade dos motores de \*ca
  - O motor \*asíncrono alimentado a frecuencia variable
  - Inversores \*VSI \*trifásicos
  - Inversores CSI \*trifásicos \*autoconmutados
  - Inversores \*PWM \*trifásicos
  - \*Cicloconvertidores \*trifásicos
  - \*Bucles de control para \*accionamientos de motores de \*ca
  - Características xerais dos \*bucles de control para \*accionamientos de \*ca
  - Fundamentos de control do motor \*asíncrono ( $*V/*f=cte$ ).
  - Zonas de traballo no control do motor \*asíncrono
  - Control de \*bucle pechado do motor \*asíncrono a fluxo constante
  - Control \*vectorial
  - Aplicacións do control \*vectorial

5. REGULACIÓN DE VELOCIDADE DOS MOTORES ELÉCTRICOS ESPECIAIS
- Motores de \*reluctancia \*autoconmutados (\*SRM)
  - Control do par medio
  - Control do par instantáneo
  - Control directo do par instantáneo
  - Estimación \*on-\*line do par instantáneo
  - Control sen sensores de posición
  - Tendencias do control dun \*SRM
  - Vantaxes e inconvenientes do \*SRM
  - Principais aplicacións comerciais do \*SRM
  - Regulación de velocidade dos motores \*síncronos de imáns permanentes
  - Regulación de velocidade do motores paso a paso
  - Selección do \*accionamiento eléctrico máis apropiado para unha aplicación concreta

### Planificación

|                             | Horas na aula | Horas fóra da aula | Horas totais |
|-----------------------------|---------------|--------------------|--------------|
| Lección maxistral           | 30            | 39                 | 69           |
| Prácticas con apoio das TIC | 15            | 21                 | 36           |

\*Os datos que aparecen na táboa de planificación son de carácter orientador, considerando a heteroxeneidade do alumnado.

### Metodoloxía docente

|                   | Descrición                                         |
|-------------------|----------------------------------------------------|
| Lección maxistral | Presentación e xustificación dos contidos teóricos |

### Atención personalizada

| Metodoloxías                | Descrición                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|-----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Lección maxistral           | O profesor impartirá na aula asignada a lección, utilizando como ferramentas o *Power *Point, a lousa e vídeos e responderá a todas as preguntas que sobre a mesma faganlle os alumnos. Calquera consulta posterior realizarase dentro das horas de *tutoría habilitadas ao efecto polo profesor para o primeiro cuatrimestre. No segundo cuatrimestre acordarase previamente co alumno a data e hora máis apropiada                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Prácticas con apoio das TIC | O profesor, utilizando as potencialidades do *MATLAB/*SIMULINK, establecerá modelos de sistemas eléctricos con máquinas eléctricas, e tratará de que os alumnos vexan o comportamento das mesmas ante diferentes incidencias e perturbacións en diferentes puntos do sistema eléctrico, así como ante diferentes métodos de regulación de velocidade. Os alumnos de forma individual *implementarán eses modelos e outros similares para comprobar que os resultados obtidos son razoables e comparables cos obtidos polo profesor e outros compañeiros. Calquera consulta posterior realizarase dentro das horas de *tutoría habilitadas ao efecto polo profesor para o primeiro cuatrimestre. No segundo cuatrimestre acordarase previamente co alumno a data e hora máis apropiada. |

### Avaliación

| Descrición                  | Cualificación | Resultados de Formación e Aprendizaxe |
|-----------------------------|---------------|---------------------------------------|
| Lección maxistral           | 40            | A2 C12 D1 C17                         |
| Prácticas con apoio das TIC | 40            | A2 C12 D11 C17                        |

Avaliarase a docencia teórica, basicamente mediante avaliación continua, e para aqueles alumnos que non superen a avaliación continua, realizarase un exame final a base de preguntas curtas ou preguntas tipo test. A esta parte asígnaselle un peso de catro puntos sobre dez (4/10). Para superar a materia é preciso obter nesta parte un mínimo do 40%, é dicir 1,6/10.

Avaliátese os traballos dirixidos de simulación, basicamente utilizando o \*MATLAB/\*SIMULINK, e as memorias de prácticas presentadas. A esta parte asígnaselle un peso de catro puntos sobre dez (4/10). Para superar a materia é preciso obter nesta parte un mínimo do 40%, é dicir 1,6/10.

### Outros comentarios sobre a Avaliación

Compromiso ético: Espérase que o alumno presente un comportamento ético adecuado. No caso de detectar un comportamento non ético (copia, plaxio, utilización de aparellos electrónicos non autorizado, e outros) considérase que o alumno non reúne os requisitos necesarios para superar a materia. Neste caso a cualificación global no actual curso académico será de suspenso (0.0).

Non se permitirá a utilización de ningún dispositivo electrónico durante as probas de avaliación salvo autorización expresa. O feito de introducir un dispositivo electrónico non autorizado na aula de exame será considerado motivo de non superación da materia no presente curso académico e a cualificación global será de suspenso (0.0).

### Bibliografía. Fontes de información

#### Bibliografía Básica

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

#### Bibliografía Complementaria

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

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

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

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

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

### Recomendacións

#### Materias que se recomenda cursar simultaneamente

Xestión e Calidade da Enerxía Eléctrica/V04M141V01343

#### Materias que se recomenda ter cursado previamente

Ampliación de Electrotecnia/V04M141V01101

### Outros comentarios

Para matricularse nesta materia é necesario superar ou ben estar matriculado de todas as materias dos cursos inferiores ao curso en que está situada esta materia

**Descrición**

---

**=== MEDIDAS EXCEPCIONAIS PLANIFICADAS ===**

Ante a incerta e imprevisible evolución da alerta sanitaria provocada polo \*COVID-19, a Universidade de Vigo establece unha planificación extraordinaria que se activará no momento en que as administracións e a propia institución determinen atendendo a criterios de seguridade, saúde e responsabilidade, e garantindo a docencia nun escenario non presencial ou parcialmente presencial. Estas medidas xa planificadas garanten, no momento que sexa preceptivo, o desenvolvemento da docencia dun modo máis áxil e eficaz ao ser coñecido de antemán (ou cunha ampla antelación) polo alumnado e o profesorado a través da ferramenta normalizada e institucionalizada das guías docentes.

**=== ADAPTACIÓN DAS METODOLOXÍAS ===**

\* Metodoloxías docentes que se manteñen

Non se manterían as metodoloxías que obriguen a unha docencia presencial.

\* Metodoloxías docentes que se modifican

Utilizaríase, na medida do posible, a videoconferencia utilizando para iso os recursos dispoñibles na Sala de Profesor asignada, vídeos e software con licenza da Universidade de Vigo, basicamente \*MATLAB/\*SIMULINK.

\* Mecanismo non presencial de atención ao alumnado (\*tutorías)

As \*tutorías realizaríanse, basicamente, utilizando o correo electrónico, o teléfono e a a videoconferencia da Sala de Profesor.

\* Modificacións (si proceden) dos contidos a impartir

Basicamente, trataríase de manter o programa da materia o máis fielmente posible ao establecido na presente guía docente.

\* Bibliografía adicional para facilitar o auto-aprendizaxe

- Ademais da bibliografía recomendada para a docencia presencial, facilitaríase os \*PDF elaborados polo profesor, vídeos propios e outros que puidesen ser de interese, así unha selección de artigos e documentación existente na rede.

\* Outras modificacións

**=== ADAPTACIÓN DA AVALIACIÓN ===**

\* Probas xa realizadas

Exame final xuño/xullo: [Peso anterior 60%] [Peso Proposto 60%]

\* Novas probas

-Basearíanse en boa media na avaliación continua e, para aqueles alumnos que non superasen a avaliación continua, faríase un exame final utilizando o \*Moodle da Sala de Profesor.

\* Información adicional

---