



| Guía Docente          |   |                    |                     |          |
|-----------------------|---|--------------------|---------------------|----------|
| Datos Identificativos |   |                    |                     | 2013/14  |
| Asignatura (*)        | Máquinas Eléctricas II                                      | Código             | 770511303           |          |
| Titulación            | Enxeñeiro Técnico Industrial-Especialidade en Electricidade |                    |                     |          |
| Descritores           |   |                    |                     |          |
| Ciclo                 | Período   | Curso              | Tipo                | Créditos |
| 1º e 2º Ciclo         | 1º cuatrimestre   | Terceiro           |                     | 7.5      |
| Idioma                | Castelán  |                    |                     |          |
| Prerrequisitos        |   |                    |                     |          |
| Departamento          | Enxeñaría Industrial  |                    |                     |          |
| Coordinación          | Chouza Gestoso, Jesus Diego                                 | Correo electrónico | jesus.chouza@udc.es |          |
| Profesorado           | Chouza Gestoso, Jesus Diego                                 | Correo electrónico | jesus.chouza@udc.es |          |
| Web                   |   |                    |                     |          |
| Descrición xeral      |   |                    |                     |          |

| Competencias da titulación |  |
|----------------------------|--|
| Código                     | Competencias da titulación   |
| A1                         | Aplicar o coñecemento de matemáticas, ciencia e enxeñaría.   |
| A2                         | Deseñar e realizar experimentos así como analizar e interpretar resultados.  |
| A3                         | Deseñar, proxectar e construír calquera obra, sistema, compoñente ou proceso que deba cumprir certas necesidades e/ou requirimentos, coñecendo e aplicando a lexislación e normativa vixente.  |
| A4                         | Dominar as técnicas tradicionais e modernas necesarias para poder realizar adecuadamente planos, gráficos e esquemas, con obxecto de plasmar graficamente ideas e solucións; así como interpretar a realización de calquera traballo de enxeñaría. |
| A5                         | Traballar de forma efectiva como individuo e como membro de equipos diversos e multidisciplinares.   |
| A6                         | Identificar, formular e resolver problemas de enxeñaría.   |
| A9                         | Necesidade dun aprendizaxe permanente e continuo. (life-long learning).  |
| A10                        | Capacidade de usar as técnicas, habilidades e ferramentas modernas para a práctica da enxeñaría.   |
| B1                         | Aprender a aprender.   |
| B2                         | Resolver problemas de forma efectiva.  |
| B3                         | Aplicar un pensamento crítico, lóxico e creativo.  |
| B4                         | Traballar de forma autónoma con iniciativa.  |
| B5                         | Traballar de forma colaborativa.   |
| B6                         | Capacidade de comunicación oral e escrita de maneira efectiva con ética e responsabilidade social como cidadán e como profesional.   |
| B10                        | Capacidade de Análise e síntese.   |
| B12                        | Coñecemento de polo menos unha lingua estranxeira.   |
| B13                        | Coñecementos de informática.   |
| C1                         | Expresarse correctamente, tanto de forma oral coma escrita, nas linguas oficiais da comunidade autónoma.   |
| C3                         | Utilizar as ferramentas básicas das tecnoloxías da información e as comunicacións (TIC) necesarias para o exercicio da súa profesión e para a aprendizaxe ao longo da súa vida.  |

| Resultados da aprendizaxe   |                            |     |    |
|---|----------------------------|-----|----|
| Competencias de materia (Resultados de aprendizaxe)                 | Competencias da titulación |     |    |
| Principios de funcionamiento y aplicaciones de los transformadores. | A1                         | B1  | C1 |
|   | A2                         | B3  |    |
|   | A4                         | B4  |    |
|   | A5                         | B5  |    |
|   | A6                         | B10 |    |
|   | A9                         |     |    |
|   | A10                        |     |    |



|   |   |   |          |
|---|---|---|----------|
| Aspectos y usos de los transformadores industriales, normas   | A1<br>A2<br>A3<br>A4<br>A5<br>A6<br>A9<br>A10 | B1<br>B2<br>B3<br>B5<br>B6<br>B10<br>B12<br>B13 | C1<br>C3 |
| Ser capaz de deducir los parámetros de los circuitos equivalentes a partir de los datos que proporcionan los ensayos de las máquinas. | A1<br>A2<br>A3<br>A4<br>A5<br>A6<br>A9<br>A10 | B1<br>B2<br>B3<br>B5<br>B6<br>B10<br>B12<br>B13 | C1<br>C3 |
| Saber utilizar los circuitos equivalentes para predecir su comportamiento en los distintos regímenes de funcionamiento.               | A1<br>A2<br>A3<br>A4<br>A5<br>A6<br>A9<br>A10 | B1<br>B2<br>B3<br>B5<br>B6<br>B10<br>B12<br>B13 | C1<br>C3 |
| Normas de usos  | A1<br>A2<br>A3<br>A4<br>A5<br>A6<br>A9<br>A10 | B1<br>B2<br>B3<br>B5<br>B6<br>B10<br>B12<br>B13 | C1<br>C3 |

| Contidos |          |
|----------|----------|
| Temas    | Subtemas |



## Bloque Temático I. Transformadores.

### Tema 1. Transformadores monofásicos.

- 1.1. Finalidad de los transformadores. Clasificación y simbolismos.
- 1.2. Principios de funcionamiento de los transformadores de potencia.
- 1.3. Constitución de un transformador monofásico.
- 1.4. Características de las chapas magnéticas industriales.
- 1.5. Potencia asignada de un transformador.
- 1.6. Finalidades de los transformadores, clasificación, representación y constitución.

#### PUNTOS CLAVE

Representación.  
Principios de funcionamiento.  
Potencia asignada.

### Tema 2. Teoría del transformador monofásico de potencia en vacío.

- 2.1. Corriente de vacío en el transformador sin pérdidas.
- 2.2. Armónicos en la corriente de vacío.
- 2.3. Avance de la corriente de vacío de un transformador con pérdidas por histéresis.
- 2.4. Diagrama vectorial del transformador en vacío. Resistencia y reactancia de dispersión en el primario.
- 2.5. Ensayo del transformador en vacío. Interés práctico.

#### PUNTOS CLAVE

Diagrama vectorial del transformador en vacío y ensayo.

### Tema 3. El transformador monofásico en carga.

- 3.1. Convenios relativos a los sentidos de las magnitudes fundamentales.
- 3.2. Procesos físicos en los transformadores ideales y reales en carga.
- 3.3. Diagrama vectorial.
- 3.4. Reducción de los valores de un transformador a la tensión de uno de sus arrollamientos.
- 3.5. Reducción a valores unitarios.
- 3.6. Esquema equivalente simplificado. Resistencia y reactancia de cortocircuito en un transformador.
- 3.7. Ensayo del transformador en cortocircuito. Tensión de cortocircuito. Triángulo de Kapp.
- 3.8. Pérdidas y rendimiento de un transformador.
- 3.9. Balance energético.
- 3.10. Caída de tensión en un transformador: Efecto Ferranti.
- 3.11. Corriente de cortocircuito.
- 3.12. Corriente de conexión.
- 3.13. Trabajo en paralelo de transformadores monofásicos.
- 3.14. Alteraciones de un transformador de potencia al variar la tensión o la frecuencia aplicadas.



## PUNTOS CLAVE

Diagrama vectorial.  
Esquema equivalente del transformador.  
C.d.t. en un transformador.  
Corriente de cortocircuito y de conexión.

## Tema 4. Transformadores trifásicos.

- 4.1. Bancos trifásicos a base de transformadores monofásicos.
- 4.2. Transformador trifásico de columnas.
- 4.3. Teoría de los transformadores trifásicos en régimen equilibrado.
- 4.4. Estudio de la corriente de vacío: armónicos en la corriente de excitación, en los flujos y en las tensiones.
- 4.5. Estudio de los transformadores trifásicos con cargas desequilibradas.
- 4.6. Arrollamiento terciario o de compensación.
- 4.7. Conexiones de transformadores. Desfases, trabajo en paralelo.
- 4.8. Cargas desequilibradas en los tipos de acoplamientos normalizados
- 4.9. Terceros armónicos en las corrientes de excitación en los flujos y en las tensiones secundarias de los acoplamientos normalizados.
- 4.10. Propiedades de los diversos grupos de conexión. Ejemplos de aplicación
- 4.11. Cálculo de tensiones de cortocircuito correspondientes a conjuntos de transformadores. Aplicaciones.

## PUNTOS CLAVE

Diagrama vectorial.  
Grupos de desfase. Trabajo en paralelo.

## Tema 5. Transformadores especiales.

- 5.1. Autotransformadores.
  - 5.1.1. Autotransformadores monofásicos; potencia de paso y potencia propia.
  - 5.1.2. Autotransformadores trifásicos.
  - 5.1.3. Ventajas e inconvenientes de los autotransformadores
- 5.2. Transformadores con tomas de regulación
- 5.3. Conexión Scott.
- 5.4. Transformación de sistemas trifásicos en monofásicos.
- 5.5. Transformación de sistemas trifásicos en exafásicos y dodecafásicos.

## PUNTOS CLAVE

El autotransformador.

## Tema 6. Transformadores de medida y de protección.

- 6.1. Transformadores de intensidad y de tensión.



6.2. Funcionamiento del transformador de corriente. Errores de intensidad, de relación y de fases. Exigencias constructivas.

6.3. Carga y potencia de precisión en los transformadores de corriente.

6.4. Elección del transformador de corriente. Conexiones y formas de trabajo

6.5. Funcionamiento del transformador de tensión. Conexiones y formas de trabajo

## PUNTOS CLAVE

El transformador de corriente.

Errores en la medida.

Clases de precisión.

Potencia de precisión.

## PRÁCTICAS DE LABORATORIO

Práctica 1. Ensayo de un transformador trifásico de potencia. Relación de transformación. Terminales homólogos. Grupos de conexión.

Práctica 2. Ensayo de vacío de un transformador trifásico de potencia. Medida de la resistencia de los arrollamientos. Pérdidas en el hierro. Reactancia magnetizante.

Práctica 3. Ensayo en cortocircuito de un transformador trifásico. Pérdidas en el cobre. Tensión de cortocircuito.

Práctica 4. Rendimiento de un transformador trifásico.

Práctica 5. Caída de tensión de un transformador trifásico. Triángulo de Kapp.

Práctica 6. Determinación del grupo de conexiones mediante un voltímetro y un amperímetro.

Práctica 7. Acoplamiento en paralelo de transformadores.

Práctica 8. Autotransformadores. Conexiones.

Práctica 9. Conexión de transformadores de corriente. Medidas indirectas.



BLOQUE TEMATICO II. Máquinas eléctricas de inducción.

Tema 1. Constitución y funcionamiento de la máquina de inducción.

- 1.1.- Introducción.
- 1.2.- Onda de campo de un devanado de ca monofásico concentrado de paso diametral.
- 1.3.- Onda de campo de un devanado distribuido de paso acortado.
- 1.4.- Onda de campo de un devanado trifásico. Campo magnético giratorio.
- 1.4.1.- Teorema de Ferraris.
- 1.5. Constitución y principios de funcionamiento.
- 1.6. Devanados de corriente alterna.
- 1.7. Magnitudes fundamentales.
- 1.8. Diagrama en el espacio del motor de inducción.
- 1.9. Fuerzas tangenciales y par motor
- 1.10. El motor de inducción como transformador.
- 1.11. Diagrama vectorial en vacío.
- 1.12. Circuito equivalente y diagrama vectorial en carga.
- 1.13. Circuitos equivalentes aproximados.
- 1.14. Balance de potencia.
- 1.15. Rendimiento eléctrico.

PUNTOS CLAVE

- Teorema de Ferraris.
- Diagrama vectorial del motor de inducción.
- Circuito equivalente.
- Balance de potencias.

Tema 2. El motor de inducción en servicio.

- 2.1. Características funcionales.
- 2.2. Curva de velocidad.
- 2.3. Curva de intensidad absorbida.
- 2.4. Curva de rendimiento.
- 2.5. Curva de factor de potencia.
- 2.6. Característica par-deslizamiento y límite de estabilidad.
- 2.7. Diagrama circular. Deducción y trazado.
  - 2.7.1 Representación de las magnitudes más importantes.
  - 2.7.2. Representación de las potencias, de los pares y deslizamientos.
  - 2.7.3. Determinación del diagrama circular a partir de los ensayos.
- 2.8. La máquina de inducción funcionando como generador y freno electromagnético.

PUNTOS CLAVE

- Características.
- Diagrama circular.

Tema 3. Arranque del motor de inducción.

- 3.1. Arranque directo.
- 3.2. Por regulación del circuito del estator.
  - 3.2.1. Introducción de una impedancia en el estator.
  - 3.2.2. Arranque por autotransformador.



3.2.3. Conmutación estrella-triángulo.

3.3. Por regulación del rotor.

## PUNTOS CLAVE

Variación de la tensión de alimentación.

Inserción de resistencias en el circuito del rotor.

## Tema 4. Regulación de la velocidad.

4.1. Métodos de regulación de la velocidad.

4.2. Variación del número de polos.

4.3. Regulación por variación en la frecuencia de alimentación.

4.4. Regulación de la velocidad actuando sobre el deslizamiento

4.4.1. Regulación por variación de la tensión de la línea.

4.4.2. Regulación por variación de la resistencia del rotor.

4.4.3. Regulación por recuperación de energía rotórica.

4.5. Regulación electrónica de los motores de inducción.

4.6. Frenado de los motores de inducción

4.6.1. Frenado por recuperación (regenerativo).

4.6.2. Frenado por contracorriente o en contramarcha.

4.6.3. Frenado dinámico.

## PUNTOS CLAVE

Regulación por variación de la frecuencia.

Reguladores electrónicos.

## Tema 5. Motores de inducción de ejecución especial.

5.1. Motor de inducción de doble jaula.

5.2. Motor de inducción de ranura profunda.

5.3. Motor de inducción de rotor macizo.

5.4. Motor de inducción lineal.

## Tema 6. Generadores asíncronos.

6.1. La máquina de inducción como generador.

6.2. Excitación del generador de inducción por condensadores.

6.3. Regulador de inducción trifásico.

6.4. Decalador de fase.

6.5. Convertidor dinámico rotativo de frecuencia.

## PUNTOS CLAVE

Excitación del generador de inducción.



## Tema 7. Motor de inducción monofásico.

7.1. Introducción.

7.2. Teoría del doble campo giratorio.

7.3. Circuito equivalente y características.

7.4. Teoría del campo transversal.

7.5. Arranque de los motores monofásicos.

7.5.1. Motor de fase partida.

7.5.2. Motor con arranque por condensador.

7.6. Otros motores monofásicos de inducción.

7.6.1. Motor con espira de sombra.

7.6.2. Motor monofásico de inducción con arranque por reluctancia.

7.7. Aplicaciones de los motores monofásicos de inducción.

## PUNTOS CLAVE

Arranque de los motores monofásicos.

## PRÁCTICAS DE LABORATORIO

Práctica 1. Arranque automático directo de un motor asíncrono trifásico.

Práctica 2. Ensayo de vacío y de corto de un motor asíncrono trifásico.

Práctica 3. Diagrama del círculo. Rendimiento.

Práctica 4. Característica par-velocidad.

Práctica 5. Montaje de una instalación de arranque, protección e inversión de marcha de un motor trifásico de rotor en jaula de ardilla (Inversor estrella-triángulo).

Práctica 6. Motor trifásico de varias velocidades. Conexiones Dahlander.

Práctica 7. Arranque automático de un motor asíncrono de rotor bobinado mediante la adición de resistencia al rotor (2 escalones).





## Planificación

| Metodoloxías / probas    | Horas presenciais | Horas non presenciais / traballo autónomo | Horas totais |
|--------------------------|-------------------|---|--------------|
| Sesión maxistral         | 0                 | 145                                       | 145          |
| Prácticas de laboratorio | 0                 | 31  | 31           |
| Proba obxectiva          | 5.5               | 0   | 5.5          |
| Solución de problemas    | 3                 | 0   | 3            |
| Atención personalizada   | 3                 | 0   | 3            |

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

## Metodoloxías

| Metodoloxías             | Descrición   |
|--------------------------|--|
| Sesión maxistral         | Ofrecer una visión general y estructurada de los temas, destacando los puntos importantes. Se desarrollaran en el aula, intercalando aplicaciones prácticas con desarrollos teóricos, se emplearan medios audiovisuales. En el curso 2012-2013 sin docencia. |
| Prácticas de laboratorio | Realizará experiencias prácticas de lo desarrollado en los contenidos de la asignatura. En el curso 2012-2013 sin docencia, los alumnos que no las tengan aprobadas de otros años deberán realizar un examen de las mismas.                                  |
| Proba obxectiva          | Deberá demostrar su grado de aprendizaje de una manera objetiva, deberá quitar sus propias conclusiones a fin de autoevaluar su aprendizaje, y si fuese necesario introducir medidas correctoras   |
| Solución de problemas    | A pesar de que no hay docencia de la asignatura en el horario de tutorías se resuelven dudas y problemas a iniciativa del alumno.  |

## Atención personalizada

| Metodoloxías          | Descrición  |
|-----------------------|---|
| Solución de problemas | A pesar de que no hay docencia de la asignatura en el horario de tutorías se resuelven dudas y problemas a iniciativa del alumno. |

## Avaliación

| Metodoloxías    | Descrición   | Cualificación |
|-----------------|--|---------------|
| Proba obxectiva | Prueba objetiva, en la que se valorará los conocimientos adquiridos. | 100           |
| Outros          |  |               |

## Observacións avaliación

|  |
|--|
| Constará de una prueba objetiva, en la que se valorará los conocimientos adquiridos, constará de un número no menor de 15 preguntas, cada pregunta vendá acompañada de seis posibles respuestas, de las cuales sólo una es la correcta, la puntuación del examen se obtendrá de la que resulte de aplicar la siguiente fórmula: $(\text{Aciertos-Errores}/6) \cdot 10/15$ . Si el alumno no tiene aprobadas las prácticas de años anteriores, se incluirá una prueba relacionada con las prácticas de laboratorio. |
|--|

## Fontes de información

|                             |          |
|-----------------------------|----------|
| Bibliografía básica         | - ( ). . |
| Bibliografía complementaria |          |

## Recomendacións

### Materias que se recomenda ter cursado previamente

Transporte de Enerxía Eléctrica/770511301  
Aplicación Máquinas Eléctricas/770511306

### Materias que se recomenda cursar simultaneamente



Transporte de Enerxía Eléctrica/770511301

Materias que continúan o temario

Teoría de Circuitos/770511103

Electrometría/770511201

Máquinas Eléctricas I/770511206

Observacións

(\*A Guía docente é o documento onde se visualiza a proposta académica da UDC. Este documento é público e non se pode modificar, salvo casos excepcionais baixo a revisión do órgano competente dacordo coa normativa vixente que establece o proceso de elaboración de guías