



## ORIENTACIONES PARA LA PRUEBA DE ACCESO A LA UNIVERSIDAD (P.A.U.)

### **1. NOMBRE DE LA MATERIA:**

ELECTROTECNIA

### **2. NOMBRE DEL COORDINADOR:**

Juan V. Míguez Camiña

Teléfono y horario de contacto: 913988240, lunes de 16:00 a 20:00.

Las consultas se atenderán preferentemente a través del siguiente correo electrónico: [jmiguez@ieec.uned.es](mailto:jmiguez@ieec.uned.es)

### **3. PRESENTACIÓN DE LA MATERIA:**

La Electrotecnia es una disciplina que trata del aprovechamiento técnico de las propiedades físicas de la materia en cuanto a sus características eléctricas y magnéticas. Por lo tanto se fundamenta en la Física, especialmente en el Electromagnetismo. Históricamente se considera que esta disciplina nace durante el siglo XIX con los trabajos de Oersted (1820), Henry y Faraday (1831) y aunque su desarrollo prosiguió continuamente puede aceptarse que alcanza un momento determinante con la exposición por parte de Maxwell de sus famosas ecuaciones (1873). Posteriormente son muchos los científicos e ingenieros que tomando estos conocimientos como base se dedicaron a utilizarlos de forma práctica para alcanzar el actual progreso tecnológico. Durante el tiempo transcurrido se fue desarrollando primero la Electrotecnia para alcanzar los actuales conocimientos acerca de la generación, transporte y utilización de la energía eléctrica. Por otro lado, el control de dicha energía hizo necesario el mejorar los procedimientos de control, lo que dio lugar al nacimiento de la Electrónica, primero basada en válvulas y posteriormente (mediados del siglo XX) en dispositivos semiconductores, que son los actualmente utilizados de forma mayoritaria.

A la vista de la anterior reseña histórica se puede intuir fácilmente que en el programa que se presentará posteriormente se hace un repaso, necesariamente superficial, a la mayoría de los conceptos, teorías y aplicaciones de la citada evolución teórica y técnica, empezando con unos mínimos conceptos de Electromagnetismo, y prosiguiendo con la teoría de la Electricidad y la aplicación de ambas a las máquinas eléctricas; para finalizar con una visión superficial de los dispositivos electrónicos de mayor interés en el control de la energía eléctrica.

Según las directrices ministeriales el programa de Electrotecnia debe estudiar las aplicaciones técnicas de la electricidad con fines tanto científicos como técnicos y debe proporcionar conocimientos relevantes que propicien posteriores desarrollos más especializados. Además se especifica que sus contenidos se agruparán en tres grandes campos de conocimiento:

- Los conceptos y leyes científicas que expliquen los fenómenos físicos que tienen lugar en los dispositivos eléctricos.

- Los elementos constitutivos de los circuitos y aparatos eléctricos y su disposición y conexiones características.
- Las técnicas de análisis, cálculo y predicción del comportamiento de circuitos y dispositivos eléctricos.

#### **4. OBJETIVOS GENERALES:**

Los fundamentales objetivos fijados son:

1. Explicar el comportamiento de los dispositivos eléctricos sencillos atendiendo a los principios y leyes físicas que los fundamentan.
2. Seleccionar y conectar correctamente distintos componentes para formar un circuito que responda a una finalidad determinada.
3. Calcular el valor de las principales magnitudes de un circuito eléctrico compuesto por elementos discretos y que esté trabajando en régimen permanente.
4. Analizar e interpretar esquemas y planos de instalaciones y equipos eléctricos característicos, e identificar la función de un elemento o grupo funcional de elementos en el conjunto.
5. Seleccionar e interpretar información adecuada para plantear y valorar soluciones, en el ámbito de la Electrotecnia, a problemas técnicos comunes.
6. Elegir y conectar el aparato adecuado para medir una magnitud eléctrica, estimar anticipadamente su orden de magnitud y valorar el grado de precisión que exige el caso.
7. Expresar las soluciones a un problema con un nivel de precisión coherente con el de las diversas magnitudes que intervienen en él.

#### **5. ORIENTACIÓN PARA EL ESTUDIO:**

Para el estudio de esta materia se requieren unos conocimientos matemáticos básicos, dentro de los que se destacan los siguientes:

- Relaciones trigonométricas elementales.
- Representación de vectores en el plano, tanto en forma cartesiana como en forma polar, conocimiento de cómo operar con ellos de forma elemental.
- Conocimiento y representación de las funciones trigonométricas seno y coseno.
- Conocimiento de la técnica de resolución de sistemas de ecuaciones lineales sencillos.

#### **6. PROGRAMA:**

El programa a seguir ha sido establecido por el Ministerio en el B.O.E., ORDEN ESD/1729/2008, de 11 de junio, y que se comenta brevemente a continuación, aclarando algunos de los conceptos indicados que pueden resultar confusos. Las indicaciones

como [3] muestran en qué textos de la bibliografía se pueden encontrar las diversas partes del programa siguiente.

1. Conceptos y fenómenos eléctricos [1], [2].

- Magnitudes y unidades eléctricas.
- Intensidad y densidad de corriente.
- Resistencia y conductancia. Ley de Ohm.
- Diferencia de potencial (tensión) y fuerza electromotriz (f.e.m.)
- Condensador: carga y descarga. Capacidad de un condensador.
- Potencia, trabajo y energía.
- Efecto térmico de la corriente eléctrica. Ley de Joule.
- Efecto fotovoltaico.

Es muy importante que el estudiante no confunda las principales unidades eléctricas. Dado que estos conceptos se utilizarán durante todo el programa resultan fundamentales y deben ser completamente asimilados, sin duda alguna.

2. Conceptos y fenómenos electromagnéticos [1], [2].

- Magnetismo y fuentes del campo magnético: bobinas e imanes.
- Inducción y flujo magnéticos ( $\vec{B}$  y  $\phi$ ).
- Campos y fuerzas magnéticas creados por corrientes eléctricas.
- Fuerzas electromagnética y electrodinámica (fuerzas sobre cargas en movimiento y sobre conductores atravesados por corrientes eléctricas).
- Propiedades magnéticas de la materia. Momento magnético y vector imanación,  $\vec{M}$ . Intensidad del campo magnético,  $\vec{H}$ . Permeabilidades absoluta, del vacío y relativa,  $\mu$ ,  $\mu_0$  y  $\mu_r$ . Relación con la inducción magnética ( $\vec{B} = \mu\vec{H} + \vec{M}$ ). Curva de magnetización y ciclo de histéresis.
- Circuitos magnéticos: Ley de Ampère, fuerza magnetomotriz (f.m.m.), reluctancia y ley de Ohm de los circuitos magnéticos.
- Inducción electromagnética. Leyes de Faraday y Lenz. Bobina o inductor e inductancia (cociente  $\phi/i$ ). Autoinducción ( $L$ ) e inducción mutua ( $M$ ). Influencia de una inductancia en un circuito eléctrico.

En este apartado se han añadido muchas precisiones pues la enumeración original de contenidos puede conducir a interpretaciones erróneas. Por otra parte, los conceptos fundamentales son los de inducción y flujo magnéticos y su relación con una corriente eléctrica que los origina. También son imprescindibles las leyes de Faraday, Lenz y Ampère. La comprensión de la existencia de unas fuerzas electromotrices inducidas y de fuerzas electrodinámicas resultarán fundamentales para comprender las máquinas eléctricas.

3. Circuitos eléctricos [1], [3].

- Circuitos eléctricos de corriente continua (c.c.)
  - Resistencias y condensadores: características e identificación. Pilas y acumuladores.

- Análisis de circuitos de corriente continua: Leyes y procedimientos; acoplamiento de receptores: tipos de asociaciones de elementos (serie, paralelo, triángulo, . . .), máxima transferencia de potencia; divisores de tensión y de intensidad.
- Características de la corriente alterna (c.a.)
  - Magnitudes y representación de magnitudes senoidales, fasores.
  - Comportamiento de resistencias, inductancias y de condensadores en corriente alterna.
  - Impedancia: resistencia y reactancia (inductiva o capacitiva). Variación de la reactancia con la frecuencia.
  - Representación gráfica de fasores.
- Análisis de circuitos de corriente alterna monofásicos.
  - Leyes y procedimientos.
  - Circuitos simples: R–L serie y paralelo, R–C serie y paralelo, R–L–C serie y paralelo.
  - Factor de potencia.
  - Resonancia serie y paralelo.
- Potencia en corriente alterna monofásica.
  - Potencias instantánea, activa, reactiva y aparente.
  - Corrección del factor de potencia.
  - Representación gráfica: triángulo de potencias.
- Sistemas polifásicos.
  - Generación.
  - Formas de conexión. Magnitudes y características.
  - Potencias. Mejora del factor de potencia.

En este apartado resulta fundamental el saber aplicar correctamente las leyes fundamentales (Ohm, Kirchhoff, . . .) a circuitos eléctricos muy simples. Para ello resulta imprescindible el dibujar y denotar correctamente el esquema del circuito que deba analizarse. Este esquema facilitará el planteamiento de la resolución mediante la adecuada aplicación de las leyes fundamentales a los nudos y mallas existentes.

#### 4. Electrónica, [4].

- Semiconductores: características e identificación.
- Diodos, transistores y tiristores. Características y comprobación.
- Amplificadores operacionales: características.
- Operadores lógicos: tipos.
- Circuitos electrónicos básicos (esquemas típicos elementales e ideas básicas de funcionamiento):
  - rectificadores (media y doble onda, filtro de salida con condensador),
  - amplificadores (con bipolares polarizado con cuatro resistencias y acoplado en alterna, inversor y no inversor con operacionales),
  - multivibradores (astable básico),
  - fuentes de alimentación (disipativa con transistor y zener),

- circuitos básicos de control de potencia y de tiempo.
5. Dispositivos eléctricos [5].
- Conversión eléctrica/lumínica.
    - Convertidores de energía eléctrica en energía luminosa.
    - Incandescencia.
    - Tipos de lámparas de incandescencia.
    - Luminiscencia.
    - Tipos de luminiscencia.
    - Tipos de lámparas de luminiscencia.
    - Diodos emisores de luz.
    - Eficiencia y ahorro energéticos.
  - Paneles fotovoltaicos.
    - Tipos y características.
    - Aplicaciones.
6. Máquinas eléctricas, [5].
- Transformadores.
    - Constitución: núcleo, devanados, relación de espiras.
    - Funcionamiento: relación de tensiones (ley de Faraday) y relación de intensidades (ley de Ampère).
    - Pérdidas y rendimiento.
  - Generadores de corriente alterna síncronos o alternadores. Constitución y tipos. Funcionamiento (ley de Faraday).
  - Máquinas de corriente continua (c.c.): partes constitutivas: estátor o campo e inducido; colector de delgas. Conexión.
    - Generadores de c.c: funcionamiento, pérdidas y rendimiento.
    - Motores de c.c: funcionamiento, par electromagnético, arranque e inversión, ensayos básicos.
  - Motores de corriente alterna de inducción o asíncronos. Motores trifásicos y monofásicos. Conexión. Funcionamiento y tipos de motores trifásicos. Arranque e inversión del sentido de giro. Ensayos básicos.
- Aquí se ha optado por reordenar la enumeración original para evitar la separación entre los motores y los generadores de corriente continua ya que al tratarse de una máquina reversible su estudio conjunto puede facilitar la asimilación de sus características fundamentales.
- Este apartado tiene cierta relación, desde el punto de vista de las aplicaciones, con el segundo apartado de este temario, por lo que deberían repasarse fundamentalmente los fenómenos magnéticos para proceder al estudio de las máquinas eléctricas aquí explicadas.
7. Medidas electrotécnicas, [5].
- Medidas en circuitos de corriente continua.
    - Medida de magnitudes de corriente continua. Errores.

- Instrumentos.
- Procedimientos de medida.
- Medidas en circuitos de corriente alterna.
  - Medida de magnitudes de corriente alterna monofásica y trifásica. Errores.
  - Instrumentos.
  - Procedimientos de medida.
- Medidas en circuitos electrónicos.
  - Medida de magnitudes básicas.
  - Instrumentos.
  - Procedimientos de medida.

## 8. Protección y seguridad, [5].

- Protecciones eléctricas básicas.
  - Protección térmica.
  - Fusibles.
  - Protección magnética.
  - Protección contra sobretensiones.
  - Protección diferencial.

Obsérvese que al estudiar estas protecciones debería distinguirse entre la función y el mecanismo de actuación utilizado para conseguir la funcionalidad perseguida. Por ejemplo, la protección térmica se basa en el efecto Joule por el que un conductor se calienta debido al paso de una intensidad de corriente lo que, en el caso de los fusibles, se utiliza para que el conductor se interrumpa por fusión del mismo si el paso de corriente excede un cierto umbral. La funcionalidad es la de detectar y evitar un funcionamiento anómalo de un receptor por absorción una intensidad de corriente superior a la prevista en funcionamiento normal.

- Seguridad en instalaciones eléctricas. Normas básicas de prevención del riesgo eléctrico.
- Efectos fisiológicos del paso de la corriente eléctrica por el cuerpo humano.
  - Quemaduras, tetanización y fibrilación ventricular.
  - Gráfica intensidad/tiempo y curvas de efectos fisiológicos.
- Efectos medioambientales del uso de dispositivos eléctricos.

## 7. BIBLIOGRAFÍA:

La preparación de este amplio temario es complicada debido a la necesaria utilización de múltiples textos. Como indicación general, se aconseja utilizar de forma introductoria los textos propios de secundaria referentes a Física y a Tecnología eléctrica y Tecnología electrónica. A continuación se citan otros textos que pueden encontrarse fácilmente y que abordan, en conjunto, el citado programa.

1. J.V. MÍGUEZ, J. CARPIO, M.A. CASTRO y F. MUR: “*Fundamentos físicos de la ingeniería: electricidad y electrónica*”. 2ª edición. Ed. McGraw-Hill, 2010.

Este texto abarca los aspectos generales de Electromagnetismo, el análisis de circuitos de corriente continua y de corriente alterna, así como una introducción a los circuitos electrónicos.

2. R.A. SERWAY: “*Electricidad y magnetismo*”. (Tercera edición revisada). Ed. McGraw-Hill, 1993.

Se trata de un texto muy claro pero que sólo aborda los conceptos básicos del Electromagnetismo.

3. J. LÓPEZ GALVÁN y J. M. SALCEDO CARRETERO: “*Circuitos Eléctricos. Primer Contacto*”. Anaya, 2005.

Es un texto excelente y muy conciso (147 páginas), que aborda de forma muy clara el estudio del análisis de circuitos eléctricos en continua, alterna y de los circuitos trifásicos.

4. A. MALVINO y D. BATES: “*Principios de electrónica*”. McGraw-Hill, 2007.

Se trata de un texto excelente, así como las ediciones anteriores, en las que se encontrarán perfectamente explicados la mayoría de los contenidos de la parte correspondiente a Electrónica.

5. F. MARTÍNEZ DOMÍNGUEZ: “*Tecnología eléctrica*”. Paraninfo, 2003.

Se trata de un texto enfocado hacia la formación profesional pero que permitirá al estudiante cubrir algunos aspectos del temario como las protecciones y las máquinas eléctricas y, en menor medida, las medidas electrotécnicas.

Estos textos podrían facilitar la confección de apuntes a los coordinadores y/o profesores de cada centro de estudio.

Otros textos complementarios son los siguientes:

- AGUSTÍN CASTEJÓN Y GERMÁN SANTAMARÍA, “*Tecnología eléctrica*”. McGraw-Hill, 1997.

Se trata de un libro dirigido a alumnos de bachillerato o de formación profesional. A pesar de su concisión aborda con bastante claridad la mayor parte de los contenidos de este programa.

- JESÚS FRAILE MORA, “*Electromagnetismo y circuitos eléctricos*”. McGraw-Hill, 2005.

Se trata de un libro de nivel universitario y dirigido a estudiantes de ingeniería, por lo que su nivel es mucho más elevado que el del programa antes indicado. Sin embargo si el alumno pretende realizar estudios de este tipo

puede resultarle de interés este texto pues es muy claro, especialmente en lo referente al análisis de circuitos de corriente continua, alterna y trifásica. Existe un segundo tomo dedicado a las máquinas eléctricas, pero creemos que su nivel es demasiado elevado para el aquí perseguido.

## 8. ENLACES WEB DE INTERÉS:

En la siguiente página Web del Ministerio de Educación se pueden encontrar bien explicados la mayoría de los conceptos matemáticos necesarios para estudiar el programa. Si el alumno encuentra carencias de este tipo entonces puede utilizar este enlace para repasar aquellos conceptos o procedimientos matemáticos que necesite:

<http://www.cnice.mecd.es/Descartes/descartes.htm>

En la página del Ministerio también hay un enlace con conceptos (muy elementales) de electricidad:

<http://www.cnice.mecd.es/recursos/fp/electricidad/index.html>

La profesora Pilar Latorre del IES Salvador Victoria, con el apoyo de la Comunidad de Aragón, ha impulsado un canal web denominado “*AraTecno, Portal temático para la enseñanza de la tecnología*” y que como su propio nombre indica, está dedicado a la enseñanza de la Tecnología en secundaria. Los apartados dedicados a electricidad y electrónica contienen materiales de gran interés que pueden facilitar el estudio. El enlace es:

<http://www.catedu.es/aratecno/>

También resulta muy interesante su apartado de “*enlaces*”, que permite visitar otras muchas páginas web con contenidos relacionados.

El capítulo 11 de la guía “La seguridad industrial: fundamentos y aplicaciones” del Ministerio de Industria, se dedica a la seguridad eléctrica. En dicho capítulo pueden encontrarse explicaciones acerca del *riesgo eléctrico* y cuestiones relacionadas con su protección. Esta guía puede encontrarse en el enlace:

[http://www.ffii.es/publicaciones/libro\\_seguridad\\_industrial/LSI\\_Cap11.pdf](http://www.ffii.es/publicaciones/libro_seguridad_industrial/LSI_Cap11.pdf)  
aunque una búsqueda en Internet de esta referencia puede mostrar otras ubicaciones de dicha guía.

Los fabricantes de material eléctrico (Siemens, Schneider, etc.) suelen ofrecer manuales técnicos en sus páginas web que pueden complementar el estudio de las partes relacionadas con las instalaciones eléctricas. Por ejemplo, en la página web de Schneider, puede encontrarse el documento titulado “*Guía de diseño de instalaciones eléctricas*” de 476 páginas. Su contenido es muy superior al exigido en este curso, pero sí contiene elementos cuya lectura pueden ayudar a preparar algunos temas, por ejemplo, en su capítulo E.2 se explican los esquemas de distribución de tierras (no exigible) que junto con el capítulo F.4 dedicado a protección contra corrientes de defecto, pueden facilitar la comprensión del mecanismo protección diferencial (sí exigible).

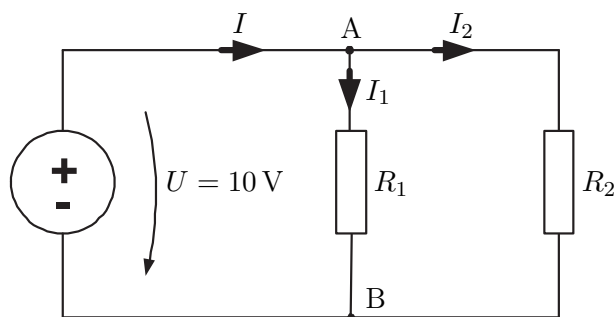
Debe comentarse que aquí se han aportado unas direcciones url válidas en el momento de la confección de esta guía, pero los administradores de los servidores pueden cambiar en cualquier momento dichos. Afortunadamente las modificaciones no suelen ser grandes por lo que una sencilla búsqueda mediante algún buscador (p.ej. Google) puede facilitar los enlaces actualizados.



## 9. EVALUACIÓN:

Los criterios de evaluación también se recogen en la orden ministerial anteriormente citada. De ellos se prestará especial atención a la capacidad del estudiante de explicar cualitativamente los fenómenos que fundamentan esta materia y a representar y analizar cuantitativamente los circuitos y elementos básicos que se estudian, primando la claridad de exposición del trabajo realizado.

Con respecto a lo anterior, se valorará positivamente el realizar esquemas correctos y convenientemente denotados, cuando el ejercicio lo requiera. Así, por ejemplo, en el esquema de una fuente de tensión continua conectada a dos resistencias en paralelo, deben indicarse la magnitud de la tensión de la fuente (denotada por  $U$ , por ejemplo), su polaridad (qué terminal tiene valor positivo y cuál es el negativo) y, si es conocido, su valor (por ejemplo,  $U = 10\text{ V}$ ). Lo mismo puede decirse de las resistencias: símbolo y magnitudes involucradas (no sólo la resistencia, sino tensión e intensidad en cada una de ellas). En la figura siguiente se muestra el mencionado esquema, completamente denotado. El respeto a este requerimiento no sólo permitirá conocer si el estudiante comprende la estructura del circuito y las magnitudes involucradas, sino que le facilitará el planteamiento de la resolución del ejercicio propuesto.



Se debe advertir que se valorará muy negativamente la incorrecta aplicación de las leyes fundamentales. Así, para el citado ejemplo anterior, no se admite decir que la tensión en la fuente es de  $10\text{ V}$  y que en cualquiera de las resistencias la tensión es diferente, ya que no sólo es obvio en este caso, sino que se quebranta la segunda ley de Kirchhoff. Este tipo de errores debe evitarse revisando los esquemas correspondientes, como el antes comentado. Por tanto, no se considerarán como meros despistes.

En cuanto a la valoración, como orientación general, salvo en caso de cometer errores como los antes comentados, el correcto planteamiento de la resolución de un ejercicio de tipo práctico (problema) permitirá obtener el 70 % de la nota del mismo. Lógicamente, es difícil anticipar la valoración exacta ya que dependiendo del ejercicio puede haber distintos apartados.

## 10. ORIENTACIONES ESPECÍFICAS PARA EL EXAMEN:

Con objeto de que el alumno se haga una idea clara del tipo de ejercicio al que ha de responder se muestra a continuación un modelo.

### ATENCIÓN:

**MATERIAL:** Sólo se permite utilizar calculadora no programable.

**VALORACIÓN:** En cada cuestión se indica su valor.

**INSTRUCCIONES:** Debe responder a cuatro ejercicios de los seis del enunciado **pero** eligiendo dos ejercicios de 3 puntos y otros dos de 2 puntos.

J1

### EJERCICIOS DE 3 PUNTOS: elegir dos de ellos.

**EJERCICIO 1:** Una espira rectangular de  $100 \text{ cm}^2$  gira a una velocidad de 1000 r.p.m. en el seno de un campo magnético de magnitud constante y de valor igual a 1 Tesla. Calcule la f.e.m. inducida en la espira si:

1. el campo magnético tiene la misma dirección que el eje de giro de la espira.
2. el campo magnético tiene una dirección perpendicular al eje de giro de la espira.

**EJERCICIO 2:** Dibuje un rectificador de media onda que alimenta a una carga resistiva pura que debe estar sometida a 12 V y que debe disipar 120 A. Este circuito debe alimentarse desde una fuente de tensión alterna de 100 V eficaces, a través de un transformador ideal. Calcule la relación de transformación adecuada.

**EJERCICIO 3:** Un circuito R-L-C serie se alimenta con una fuente de tensión alterna de 100 V de valor eficaz y de 100 Hz. Calcule la intensidad de corriente que circula por este circuito si se sabe que  $R=50 \Omega$ ,  $L=30 \text{ mH}$  y  $C=50 \mu\text{F}$ .

### EJERCICIOS DE 2 PUNTOS: elegir dos de ellos.

**EJERCICIO 4:** Explique brevemente qué leyes del Electromagnetismo determinan las ecuaciones características (la relación de tensiones y la relación de intensidades) de un transformador ideal de  $N_1$  espiras en el primario y de  $N_2$  espiras en el secundario. Comente estas leyes en menos de 12 líneas.

**EJERCICIO 5:** Enumere los instrumentos de medida que permiten medir tensiones y explique brevemente sus características (en menos de 30 líneas).

**EJERCICIO 6:** Dibuje el esquema de un operacional y explique brevemente sus características (en menos de 30 líneas) haciendo hincapié en la relación que liga su tensión de salida con las tensiones de entrada.