



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID  
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR  
DE  
INGENIEROS DE MINAS  
-----

Ríos Rosas, 21  
28003 MADRID.

## **TITULACIÓN: INGENIERO TÉCNICO DE MINAS**

**ESPECIALIDAD EN: RECURSOS ENERGÉTICOS COMBUSTIBLES Y EXPLOSIVOS**

### **DEPARTAMENTO DE SISTEMAS ENERGÉTICOS**

PROGRAMA DE LA ASIGNATURA

#### ***INGENIERÍA ELÉCTRICA***

**Curso** : 2º  
**Semestre** : Anual  
**Carácter** : Troncal

**Créditos totales**  
Teóricos : 5  
Prácticos : 4

## **PLAN DE ESTUDIOS 2002**

Edición 1: 2003-09-22

## INGENIERÍA ELÉCTRICA: PROGRAMA

### a) **OBJETIVOS Y CONTENIDOS**

#### **BLOQUE 1: Fundamentos de los circuitos eléctricos**

##### *OBJETIVOS ESPECÍFICOS*

- 1.1 *Comprender la necesidad del cálculo adecuado de los circuitos eléctricos*
- 1.2 *Conocer los componentes básicos de los circuitos eléctricos*
- 1.3 *Establecer los modelos y ecuaciones de los componentes eléctricos*
- 1.4 *Calcular circuitos en corriente continua utilizando las leyes que los gobiernan*
- 1.5 *Utilizar los conceptos de potencia y energía en circuitos eléctricos*
- 1.6 *Disponer adecuadamente los elementos de medida de variables eléctricas*

##### CONTENIDOS

###### 1.1: INTRODUCCIÓN

- La utilización de la energía eléctrica. Conceptos previos.
- Variables eléctricas y magnitudes.
- Visión previa de los circuitos eléctricos.

###### 1.2: COMPONENTES DE LOS CIRCUITOS ELÉCTRICOS

- Elementos pasivos: resistencia, condensador, inductancia.
- Elementos activos: generadores de corriente y de tensión.
- Acoplamiento magnético: bobinas acopladas.
- Modelos y ecuaciones para los componentes eléctricos. Concepto de generador y de carga.

###### 1.3: RESOLUCIÓN DE CIRCUITOS EN CORRIENTE CONTINUA

- Aplicación de las leyes de Kirchhoff a la resolución de circuitos en corriente continua.
- Circuito equivalente Thevenin y Norton.
- Potencia y energía en circuitos eléctricos.

###### 1.4: MEDIDA DE VARIABLES ELÉCTRICAS

- Aparatos de medida: voltímetro, amperímetro y vatímetros.
- Disposición adecuada para la medida de magnitudes eléctricas.

#### **BLOQUE 2: Circuitos en corriente alterna**

##### *OBJETIVOS ESPECÍFICOS*

- 2.1 *Comprender la necesidad de la utilización de la corriente alterna para la utilización de la energía eléctrica*
- 2.2 *Utilizar las herramientas de cálculo de circuitos en régimen permanente senoidal mediante el método simbólico*
- 2.3 *Aplicar las leyes de Kirchhoff a la resolución de circuitos en corriente alterna*
- 2.4 *Plantear y calcular circuitos de corriente alterna*
- 2.5 *Comprender los conceptos de potencia activa, reactiva y aparente en circuitos eléctricos alimentados en corriente alterna*
- 2.6 *Comprender la importancia de factor de potencia y calcular los elementos necesarios para su corrección*
- 2.7 *Disponer los elementos de medida de variables eléctricas en circuitos de corriente alterna*

## CONTENIDOS

### 2.1: CIRCUITOS EN CORRIENTE ALTERNA

- Justificación.
- Planteamiento de circuitos desde la generación de energía eléctrica hasta la utilización.
- Esquemas básicos.

### 2.2: MÉTODO SIMBÓLICO

- Circuitos en régimen permanente senoidal.
- Conceptos de impedancia y admitancia compleja. Método simbólico.
- Representación vectorial de las magnitudes eléctricas. Versores y fasores.

### 2.3: RESOLUCIÓN DE CIRCUITOS

- Planteamiento de circuitos en régimen senoidal permanente.
- Aplicación de las leyes de Kirchhoff a la resolución de circuitos.
- Cálculo de caídas de tensión.

### 2.4: POTENCIAS EN CIRCUITOS ELÉCTRICOS DE ALTERNA

- Potencia activa y fluctuante.
- Conceptos de potencia activa, reactiva y aparente.
- Factor de potencia. Necesidad de la corrección del factor de potencia.
- Aplicación del teorema de Boucherot para el análisis de los circuitos eléctricos de alterna.

### 2.5: MEDIDA DE VARIABLES ELÉCTRICAS

- Disposición de instrumentos de medida: voltímetros, amperímetros y vatímetros.
- Medida de la potencia reactiva.
- Interpretación de las medidas.

## **BLOQUE 3: Circuitos trifásicos**

### *OBJETIVOS ESPECÍFICOS*

- 3.1 *Justificar la necesidad de sistemas trifásicos*
- 3.2 *Resolver circuitos trifásicos equilibrados*
- 3.3 *Calcular los flujos de potencias en circuitos trifásicos*
- 3.4 *Disponer adecuadamente los elementos de medida en circuitos trifásicos*

## CONTENIDOS

### 3.1: CIRCUITOS TRIFÁSICOS

- Circuitos polifásicos. Magnitudes simples y compuestas.
- Concepto de circuito equilibrado o no equilibrado. Régimen de neutro.
- Representación vectorial de las magnitudes.
- Potencia activa y fluctuante en un circuito trifásico. Justificación de las ventajas.

### 3.2: RESOLUCIÓN DE CIRCUITOS TRIFÁSICOS

- Planteamiento de circuitos trifásicos.
- Resolución de circuitos trifásicos equilibrados. Reducción a un circuito monofásico equivalente.
- Cálculo de caídas de tensión.

### 3.3: POTENCIAS EN CIRCUITOS TRIFÁSICOS

- Potencias activa, reactiva y aparente.
- Corrección del factor de potencia.
- Aplicación del teorema de Boucherot a los circuitos trifásicos.

### 3.4: MEDIDA DE MAGNITUDES ELÉCTRICAS

- Medida de tensiones y corrientes.
- Medida de potencia activa y reactiva según el tipo de conexión.
- Interpretación de las medidas para un circuito dado.

## **BLOQUE 4: Transformadores**

### *OBJETIVOS ESPECÍFICOS*

- 4.1 *Comprender el funcionamiento de un transformador ideal*
- 4.2 *Justificar la necesidad del empleo de transformadores*
- 4.3 *Distinguir y justificar los elementos del circuito equivalente de un transformador de potencia*
- 4.4 *Calcular circuitos conteniendo transformadores*
- 4.5 *Calcular la caída de tensión y rendimiento de un transformador*
- 4.6 *Aplicar lo anterior a transformadores trifásicos*
- 4.7 *Conocer los transformadores de medida y de protección, su aplicación y características principales*

## CONTENIDOS

### 4.1: EL TRANSFORMADOR DE POTENCIA

- Concepto. Transformador ideal. Circuito magnético.

- Necesidad de los transformadores en circuitos y redes eléctricas.
- Ensayos de cortocircuito y vacío. Características principales.
- Circuito equivalente del transformador real de potencia. Diagramas vectoriales.

#### 4.2: EL TRANSFORMADOR EN REDES ELÉCTRICAS

- El transformador en carga. Caída de tensión. Rendimiento.
- Cálculo de circuitos monofásicos conteniendo transformadores.
- Acoplamiento en paralelo.
- Transformadores de ejecución especial: autotransformadores, transformadores de varios secundarios. Características.

#### 4.3: TRANSFORMADORES TRIFÁSICOS

- Circuito equivalente. Características.
- Grupos de conexión. Relación de transformación.
- Transformadores en redes trifásicas.
- Transformadores trifásicos especiales.

#### 4.4: TRANSFORMADORES DE MEDIDA Y PROTECCIÓN

- Necesidad de transformadores de medida y protección.
- Conceptos de clase y potencia de un transformador de medida.
- El transformador de medida de corriente. Circuito equivalente. Características.
- Transformadores de medida y protección en circuitos eléctricos.

### **BLOQUE 5: Máquinas eléctricas rotativas**

#### *OBJETIVOS ESPECÍFICOS*

- 5.1 *Distinguir los diversos tipos de máquinas según su alimentación*
- 5.2 *Comprender los circuitos magnéticos y la generación de campos magnéticos giratorios*
- 5.3 *Comprender el funcionamiento de un motor de corriente continua, sus curvas características y aplicaciones*
- 5.4 *Comprender el funcionamiento de un motor de corriente asíncrono trifásico, sus curvas características y aplicaciones*
- 5.5 *Calcular pérdidas y rendimientos de un motor asíncrono trifásico*
- 5.6 *Comprender el funcionamiento de los generadores eléctricos*
- 5.7 *Conocer el funcionamiento de máquinas eléctricas especiales*
- 5.8 *Seleccionar la máquina eléctrica adecuada para una aplicación dada*
- 5.9 *Conocer los principios de regulación de máquinas eléctricas rotativas*

#### CONTENIDOS

##### 5.1: INTRODUCCIÓN

- Tipos de máquinas eléctricas según su alimentación y aplicación.
- Circuitos magnéticos de máquinas eléctricas. Campos magnéticos giratorios.

##### 5.2: EL MOTOR DE CORRIENTE CONTINUA

- Tipos. Principio de funcionamiento.
- Curvas características. Circuitos equivalentes.
- Aplicaciones.

### 5.3: MOTORES ASÍNCRONOS TRIFÁSICOS

- Tipos: máquinas de rotor en cortocircuito y de rotor bobinado.
- Circuito equivalente. Características eléctricas y curvas características.
- Regímenes de funcionamiento.
- Cálculo de motores eléctricos asíncronos.
- Selección de motores asíncronos trifásicos según la carga y aplicación.
- El motor asíncrono trifásico como generador.

### 5.4: GENERADORES ELÉCTRICOS

- El motor síncrono trifásico. Circuito equivalente. Características eléctricas y curvas características.
- Aplicaciones de los motores síncronos trifásicos.
- Generadores eléctricos síncronos. Características. Regulación.
- El generador síncrono en la generación de energía.

### 5.5: MÁQUINAS ELÉCTRICAS ESPECIALES

- Motores monofásicos. Tipos, características. Arranque de motores monofásicos.
- Motores de reluctancia. Motores paso-a-paso y otros tipos. Aplicaciones.
- Motores lineales. Aplicaciones.

## **BLOQUE 6: Utilización de la energía eléctrica**

### *OBJETIVOS ESPECÍFICOS*

- 6.1 Comprender la topología de las redes eléctricas desde la generación al consumo*
- 6.2 Calcular las corrientes y potencias de cortocircuito en un punto de una red dada*
- 6.3 Seleccionar elementos eléctricos de maniobra y protección*
- 6.4 Interpretar esquemas eléctricos con símbolos normalizados*
- 6.5 Conocer la normativa y legislación básica de instalaciones eléctricas*
- 6.6 Utilizar programas informáticos para el cálculo de redes eléctricas simples*

### CONTENIDOS

#### 6.1: ESTRUCTURA DE LA RED ELÉCTRICA

- Topología de las redes eléctricas.
- Generación y redes de transporte.
- Redes de distribución.
- Circuitos equivalentes simples.
- Potencias y corrientes de cortocircuito.

#### 6.2: MANIOBRA Y PROTECCIÓN

- Interruptores, seccionadores y contactores.
- Fusibles y otros elementos de protección.
- Protección específica de máquinas eléctricas.
- Estructura general de una instalación eléctrica industrial.

### 6.3: SELECCIÓN DE COMPONENTES ELÉCTRICOS

- Selección de cables.
- Selección de aparataje eléctrica de baja tensión.
- Diseño y cálculo de redes de baja tensión utilizando programas informáticos.

### 6.4: NORMATIVA Y LEGISLACIÓN

- Normativa eléctrica.
- Reglamento de baja tensión.
- Directiva europea de baja tensión.

## **b) BIBLIOGRAFÍA**

### BÁSICA:

- FRAILE MORA, J. *Máquinas eléctricas*. Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, Madrid, 2001.
- GARCÍA TRASANCOS, J. *Instalaciones eléctricas en media y baja tensión*. Paraninfo, Madrid, 1999.
- RAS, E. *Teoría de circuitos. Fundamentos*. Marcombo, Barcelona, 1988

### COMPLEMENTARIA:

- ALABERN, X. et al. *Problemas de electrotecnia. (3 tomos)*. Paraninfo, Madrid, 1991-1993
- GÓNZALEZ GALLEGGO, C. *Apuntes de sistemas eléctricos de potencia*. Madrid, 1988
- ROLDÁN, J. *Cálculo y construcción de circuitos con contactores*. Paraninfo, Madrid, 1999
- ROLDÁN, J. *Seguridad en las instalaciones eléctricas*. Paraninfo, Madrid, 2000
- SCOTT, D. *Introducción al análisis de circuitos*. McGraw-Hill, Madrid, 1988

## **c) PRÁCTICAS EN GRUPOS REDUCIDOS**

Se realizará una práctica de laboratorio por cada parte (véase siguiente apartado) en la que los alumnos realizarán un montaje práctico sobre el que tomarán las medidas y notas oportunas para confeccionar un informe que será objeto de calificación. Las prácticas se realizan en grupos de hasta tres alumnos.

## **d) PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN**

La evaluación tendrá dos exámenes correspondientes a dos partes o parciales:

- Parte I: bloques 1, 2 y 3
- Parte II: bloques 4, 5 y 6

La fórmula de evaluación por cada parte será la siguiente:

$$NotaP = 0,4 \cdot Teoría + 0,4 \cdot Ejercicio + 0,2 \cdot Laboratorio + \frac{Interr. Acertadas}{Total Interr.}$$

donde “Teoría” y “Ejercicio” corresponden las notas obtenidas en cada una de las partes de que se compondrá el examen: un ejercicio teórico consistente en cuestiones teórico prácticas (entre cinco y diez), y un ejercicio práctico en el que se desarrolla un supuesto de aplicación. La nota del laboratorio se engloba en “Laboratorio”. Cada una las notas tiene una calificación entre 0 y 10

El último sumando de la fórmula corresponde a las llamadas “interrogaciones de clase”, que son pequeños ejercicios realizados al finalizar algunas clases al objeto de favorecer la asistencia y la atención.

Cada parte deberá ser aprobada independientemente, bien mediante exámenes parciales o examen final. La nota final será la media de ambas partes. Podrán compensarse para obtener el aprobado siempre que la nota de cada parte sea igual o superior a 4,5.

De forma voluntaria, el alumno podrá hacer trabajos adicionales que, una vez aprobada la asignatura, servirán para mejorar la calificación final.