



## PRESENTACIÓN

### Breve descripción:

El objetivo de esta asignatura es que el alumno comprenda y aplique los conceptos de la Teoría de Circuitos en los modelos de los elementos eléctricos más comunes en la industria y adquiera los conocimientos necesarios en el diseño de instalaciones eléctricas de media y baja tensión. Es la aplicación práctica de la Electrotecnia Industrial.

- **Carácter:** ONLINE.
- **ECTS:** 6.
- **Idioma:** Castellano.
- **Profesor responsable de la asignatura:** Dr. Borja Prieto (bprieto@ceit.es).

## RESULTADOS DE APRENDIZAJE (Competencias)

- CE21 - Capacidad para el cálculo y diseño de instalaciones eléctricas de baja y media tensión.
- CE24 - Conocimiento sobre sistemas eléctricos de potencia y sus aplicaciones.

## PROGRAMA

### MÓDULO I – CONCEPTOS ELÉCTRICOS BÁSICOS

#### Tema 1 - Conceptos previos

- Elementos ideales.
- Leyes de Kirchhoff.
- Representación de fenómenos electromagnéticos.
- Ondas en corriente continua (DC) y corriente alterna (AC).

#### Tema 2 - Representación de sistemas eléctricos

- Corriente continua (DC) en régimen permanente: resistencias.
- Corriente alterna (AC) en régimen permanente: concepto de impedancia compleja.
- Impedancias complejas de los elementos ideales pasivos: R, L, C.
- Impedancias y fasores: representación analítica y gráfica.
- Triángulo de impedancias.

#### Tema 3 - Sistemas trifásicos de AC

- Instalaciones trifásicas de corriente alterna (AC).
- Sistemas equilibrados.
- Representación de sistemas trifásicos: real y monofásico equivalente.

#### Tema 4 - Potencia y energía en corriente continua (DC) y corriente alterna (AC)

- Conceptos básicos y relación entre potencia y energía.
- Potencia en DC.
- Potencia en AC: potencia activa, reactiva, aparente y compleja. Triángulo de potencias - relación con el triángulo de impedancias.

### MÓDULO II – TIPOS DE CARGAS Y SU PREVISIÓN

#### Tema 1 - Introducción a los sistemas eléctricos (AC)



# Universidad de Navarra

- Tipos de instalaciones: rangos de tensión y tipos de red.
- Tipos de líneas: aéreas, subterráneas, embarrados, etc.
- Normativas.

## **Tema 2 - Valores nominales de los elementos eléctricos**

- Introducción: definición de carga eléctrica.
- Representación de cargas AC mediante la tensión, la intensidad, el factor de potencia y frecuencia nominales.
- Impedancia equivalente de una carga eléctrica.
- Cálculos de corrientes y potencias en función de la tensión aplicada.

## **Tema 3 - Cargas eléctricas: Tipos**

- Tipos, representación y estudio básico.
- Bobinas y transformadores.
- Motores eléctricos: máquinas de inducción y máquinas síncronas.
- Iluminación.
- Otras cargas.

## **Tema 4 - Previsión de cargas**

- Introducción al concepto de Previsión de cargas.
- Previsión de cargas en viviendas, comercios e industria.
- Potencias en instalaciones eléctricas: activa, reactiva y aparente.
- Previsión en edificios.
- Previsión en industrias.
- Previsión de cargadores de vehículos eléctricos (VE).
- Normativa.

## **MÓDULO III – CABLEADO Y PROTECCIONES BÁSICAS**

### **Tema 1 - Protección de personas e instalaciones eléctricas**

- Sobrecargas, cortocircuitos y normativas.
- Riesgos de la corriente eléctrica y protección de personas.
- Elementos de mando y protección.
- Cuadros eléctricos.
- Selectividad.

### **Tema 2 - Dimensionado del cableado eléctrico**

- Diseño de instalación eléctrica, REBT, tipos de instalaciones y funcionalidad.
- Dimensionado de cables:
  - I - Criterio Térmico.
  - II - Criterio de Corriente de Cortocircuito.
  - III - Criterio de Caída de Tensión.
  - Dimensionado del neutro.
- Otros criterios.

### **Tema 3 - Fusibles**

- Fusibles: Características y tipos.
- Selectividad entre fusibles.

### **Tema 4 - Interruptores automáticos (IA) magnetotérmicos**

- Tipos y características de protecciones para sobreintensidades.
- Parámetros funcionales IA: Curvas de operación.
- Selectividad entre IA y entre IA y fusibles.
- Normativa.



## Tema 5 - Protección de las personas: Regímenes de neutro e Interruptores diferenciales

- Efectos de la corriente eléctrica en las personas.
- Protección contra contactos directos e indirectos.
- Tomas de tierra y regímenes de neutro.
- El interruptor diferencial.
- Selectividad con interruptores diferenciales.

## ACTIVIDADES FORMATIVAS

Las actividades formativas están concentradas en las grabaciones de las clases de cada tema del módulo.

Siempre se trabajará en primer lugar las grabaciones de la teoría y después, se intentarán resolver los ejercicios planteados en dichas transparencias. Si fuera necesario, se pasará a ver las resoluciones de los ejercicios resueltos, pero es muy recomendable hacer el intento de resolver dichos ejercicios antes de ver la grabación de su resolución.

En ADI se dispondrá de una serie de problemas de cada tema (en aquellos en los que haya problemas) con soluciones, pero sin la resolución.

## EVALUACIÓN

La evaluación de la asignatura se realiza a través de un examen presencial que consta de dos partes:

- Teórico-práctico: 4 puntos sobre 10.
- Problemas: 6 puntos sobre 10.

## CONVOCATORIA ORDINARIA

- Será condición necesaria para realizar la media del examen tener una nota en el Teórico-práctico y en los Problemas **mayor o igual que 4.00 sobre 10.00**.

## Errores de Concepto y de Operaciones

- Los errores graves de concepto darán lugar a *puntuación nula* en el ejercicio (problema o pregunta teórica) en el que se cometa el error. También se utilizarán uno o varios asteriscos en la corrección del examen como señal de errores graves.
- Los errores graves en las operaciones (con resultados incoherentes o fuera de la realidad) harán que las puntuaciones máximas de los apartados siguientes al del error se *reduzcan al 50%*, siempre y cuando no contengan algún nuevo error.
- Los errores leves en las operaciones (con resultados incorrectos, pero plausibles) harán que las puntuaciones máximas de los apartados siguientes al del error se *reduzcan al 75%*, siempre y cuando no contengan algún nuevo error.

## CONVOCATORIA EXTRAORDINARIA

- El examen escrito será análogo al de la Convocatoria Ordinaria.
- Los criterios de corrección y calificación serán los mismos que los explicados para la Convocatoria Ordinaria.

## HORARIOS DE ATENCIÓN



- Disponible por correo electrónico y/o teleconferencia (solicitar cita primero).

## BIBLIOGRAFÍA

### Bibliografía Básica

La bibliografía básica necesaria para seguir esta Asignatura está contenida en las transparencias de clase y las grabaciones de teoría y de resolución de problemas.

Además, las clases grabadas, con los ejercicios de cada tema, permitirán complementar de manera eficiente la información necesaria para que el alumno resuelva sin dificultad los problemas planteados para su resolución personal.

También hay un cierto número de libros que resultan interesantes para el estudio más profundo de algunos temas concretos:

- ELECTRIC CIRCUIT THEORY, R. Yorke. Ed. Pergamon Press, 1986. [Localízalo en la Biblioteca](#)
- DIRECT AND ALTERNATING CURRENT CIRCUITS, B. Grob. Ed. McGraw-Hill, 1986. [Localízalo en la Biblioteca](#)
- INTRODUCCIÓN AL ANÁLISIS DE CIRCUITOS, D.E. Scott. Ed. McGraw-Hill, 1988. [Localízalo en la Biblioteca](#)
- CIRCUITOS Y SEÑALES, R.E. Thomas. Ed. Reverté, 1991. [Localízalo en la Biblioteca](#)
- ANÁLISIS DE CIRCUITOS EN INGENIERÍA, W.H. Hayt. Ed. McGraw-Hill, 1993. [Localízalo en la Biblioteca](#)
- CIRCUITOS ELÉCTRICOS, J.W. Nilsson. Ed. Addison-Wesley Iberoamericana, 1995. [Localízalo en la Biblioteca](#)
- ANÁLISIS BÁSICO DE CIRCUITOS ELÉCTRICOS, D.E. Johnson. Ed. Prentice Hall Hispanoamericana, 1996. [Localízalo en la Biblioteca](#)
- TEORÍA DE CIRCUITOS ELÉCTRICOS, R. Sanjurjo, E. Lázaro, P. de Miguel. Ed. McGraw-Hill, 1997. [Localízalo en la Biblioteca](#)
- Nuevo Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión. Teoría y cuestiones resueltas. A. Lagunas. Editorial Thomson – Paraninfo, 2002 - Está en ADI
- Instalaciones eléctricas en baja tensión: diseño, cálculo, dirección, seguridad y montaje. A. Colmenar, J. L. Hernández. Editorial RA-MA, 2007 [Localízalo en la Biblioteca](#)
- Cálculo de instalaciones y sistemas eléctricos: proyectos a través de supuestos prácticos. D. Carmona. Editorial Abecedario, 2003 [Localízalo en la Biblioteca](#)
- Protección de Instalaciones y Redes Eléctricas. J. M. Suárez Creo. Ed. Tórculo, 2011 [Localízalo en la Biblioteca](#)
- Tratado de alumbrado público. J. I. Urraca. Editorial Donostiarra, 1988 [Localízalo en la Biblioteca](#)
- Choques eléctricos en baja tensión. Riesgos y protecciones. J. L. Torres. Aenor, 1999 [Localízalo en la Biblioteca](#)
- Instalaciones eléctricas en Edificios de Viviendas, Locales Comerciales y Parking

## PRESENTATION

### Brief description:

The aim of this course is for students to understand and apply the concepts of Circuit Theory to models of the most common electrical components used in industry, and to acquire the necessary knowledge for the design of medium- and low-voltage electrical installations. It represents the practical application of Industrial Electrical Engineering.

- **Type:** ONLINE.
- **ECTS:** 6.
- **Language:** Spanish.
- **Lecturer:** PhD. Borja Prieto (bprieto@ceit.es).



## LEARNING OUTCOMES (Competencies)

- CE21 - Ability to calculate and design low- and medium-voltage electrical installations.
- CE24 - Knowledge of electrical power systems and their applications.

## PROGRAMME

### MODULE I – BASIC ELECTRICAL CONCEPTS

#### Topic 1 - Prerequisite concepts

- Ideal elements.
- Kirchhoff's laws.
- Representation of electromagnetic phenomena.
- Direct current (DC) and alternating (AC).

#### Topic 2 - Representation of electrical systems

- Direct current (DC) in steady state: resistors.
- Alternating current (AC) in steady state: concept of complex impedances.
- Complex impedances of ideal passive components: R, L, C.
- Impedances and phasors; analytical and graphical representation.
- Impedance triangle.

#### Topic 3 - Three-phase AC systems

- Three-phase AC installations.
- Balanced systems.
- Representation of three-phase systems: actual and equivalent single-phase representation.

#### Topic 4 - Power and energy in DC and AC

- Basic concepts regarding power and energy.
- Power in DC.
- Power in AC: active, reactive, apparent and complex power. Power triangle - relationship with the impedance triangle.

### MODULE II – TYPES OF ELECTRICAL LOADS AND THEIR ESTIMATION

#### Topic 1 - Introduction to the electrical systems (AC)

- Types of installations: voltage ranges and network types.
- Types of lines: overhead, underground, busbar, etc.
- Regulations.

#### Topic 2 - Rated values of electrical components

- Introduction: definition of electrical load.
- Representation of AC loads using rated voltage, current, power factor & frequency.
- Equivalent impedance of an electrical load.
- Computations of currents and power as a function of the applied voltage.

#### Topic 3 - Electrical loads: Types

- Types, representation and basic study.
- Inductors and transformers.
- Electric motors: induction motors and synchronous motors.



- Lightning.
- Other loads.

## **Topic 4 - Load forecasting**

- Introduction to the concept of load forecasting.
- Load forecasting for residential, commercial and industrial premises.
- Power in electrical installations: active, reactive and apparent.
- Forecasting for buildings.
- Forecasting for industry.
- Forecasting for electric vehicle (EV) chargers.
- Regulations.

## **MODULE III – WIRING AND BASIC SAFETY MEASURES**

### **Topic 1 - Protection of people and electrical installations**

- Overloads, short circuits and regulations.
- Risks associated with electric current and protection of people.
- Control and protection devices.
- Electrical switchboards.
- Selective protection.

### **Topic 2 - Sizing of electrical wiring**

- Design of electrical installations, REBT, types of installations and functionality.
- Cable sizing:
  - I - Thermal criteria.
  - II - Short-circuit current criteria.
  - III - Voltage drop criteria.
  - Sizing of the neutral conductor.
- Other criteria.

### **Topic 3 - Fuses**

- Fuses: characteristics and types.
- Selectivity between fuses.

### **Topic 4 - Circuit breakers (CBs)**

- Types and characteristics of overcurrent protection.
- Functional parameters of CBs: operating curves.
- Selectivity between CBs and between CBs and fuses.
- Regulations.

### **Topic 5 - Personal protection: neutral systems and residual current devices (RCDs)**

- Effects of electric current on people.
- Protection against direct and indirect contact.
- Earth connections and neutral systems.
- Residual current devices (RCDs).
- Selectivity with RCDs.

## **LEARNING ACTIVITIES**

The learning activities focus on recorded lectures for each topic within the module.

The students should always work through the theory recordings first and then attempt to solve the exercises set out in the slides. If necessary, the students will then move on to watching the solutions to the exercises, but it is highly recommended that they attempt to solve the exercises by themselves before watching the recording of the solution.



# Universidad de Navarra

In ADI, a series of problems for each topic (where problems are available) will be provided, along with the answers, but without the step-by-step solution.

## EVALUATION

The course is assessed via an in-person examination consisting of two parts:

- Theory and practical: 4 marks out of 10.
- Problems: 6 marks out of 10.

## ORDINARY EXAMINATION

- To be included in the exam average, student must achieve a **mark of 4.00 out of 10.00 or higher** in both the Theoretical-Practical section and the Problems section..

### Conceptual and Operational errors

- **Serious conceptual errors will result in a score of zero for the exercise (problem or theoretical question) in which the error is made. One or more asterisks will also be used in the marking of the exam to indicate serious errors.**
- **Serious errors in calculations (resulting in inconsistent or unrealistic answers) will cause the maximum marks for the sections following the error to be reduced to 50%, provided they do not contain any further errors.**
- **Minor errors in calculations (with incorrect but plausible results) will result in the maximum marks for the sections following the error being reduced to 75%, provided they do not contain any further errors.**

## EXTRAORDINARY EXAMINATION

- The written examination will be similar to that of the Ordinary Examination.
- The marking and grading criteria will be the same as those explained for the Ordinary Examination.

## QUESTIONS AND CLARIFICATIONS

PhD. Borja Prieto ([bprieto@ceit.es](mailto:bprieto@ceit.es))

- Available via email and/or teleconference (please book an appointment in advance).

## BIBLIOGRAPHY

### Essential readings

The essential reading required for this course is contained in the lecture slides and the recordings of the theory and problem-solving sessions.

In addition, the recorded lectures, which include exercises for each topic, will effectively supplement the information required for students to solve the problems set for them without difficulty.

There are also a number of books for a more in-depth study of specific topics:



# Universidad de Navarra

- ELECTRIC CIRCUIT THEORY, R. Yorke. Ed. Pergamon Press, 1986. [Localízalo en la Biblioteca](#)
- DIRECT AND ALTERNATING CURRENT CIRCUITS, B. Grob. Ed. McGraw-Hill, 1986. [Localízalo en la Biblioteca](#)
- INTRODUCCIÓN AL ANÁLISIS DE CIRCUITOS, D.E. Scott. Ed. McGraw-Hill, 1988. [Localízalo en la Biblioteca](#)
- CIRCUITOS Y SEÑALES, R.E. Thomas. Ed. Reverté, 1991. [Localízalo en la Biblioteca](#)
- ANÁLISIS DE CIRCUITOS EN INGENIERÍA, W.H. Hayt. Ed. McGraw-Hill, 1993. [Localízalo en la Biblioteca](#)
- CIRCUITOS ELÉCTRICOS, J.W. Nilsson. Ed. Addison-Wesley Iberoamericana, 1995. [Localízalo en la Biblioteca](#)
- ANÁLISIS BÁSICO DE CIRCUITOS ELÉCTRICOS, D.E. Johnson. Ed. Prentice Hall Hispanoamericana, 1996. [Localízalo en la Biblioteca](#)
- TEORÍA DE CIRCUITOS ELÉCTRICOS, R. Sanjurjo, E. Lázaro, P. de Miguel. Ed. McGraw-Hill, 1997. [Localízalo en la Biblioteca](#)
- Nuevo Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión. Teoría y cuestiones resueltas. A. Lagunas. Editorial Thomson – Paraninfo, 2002 - Está en ADI
- Instalaciones eléctricas en baja tensión: diseño, cálculo, dirección, seguridad y montaje. A. Colmenar, J. L. Hernández. Editorial RA-MA, 2007 [Localízalo en la Biblioteca](#)
- Cálculo de instalaciones y sistemas eléctricos: proyectos a través de supuestos prácticos. D. Carmona. Editorial Abecedario, 2003 [Localízalo en la Biblioteca](#)
- Protección de Instalaciones y Redes Eléctricas. J. M. Suárez Creo. Ed. Tórculo, 2011 [Localízalo en la Biblioteca](#)
- Tratado de alumbrado público. J. I. Urraca. Editorial Donostiarra, 1988 [Localízalo en la Biblioteca](#)
- Choques eléctricos en baja tensión. Riesgos y protecciones. J. L. Torres. Aenor, 1999 [Localízalo en la Biblioteca](#)
- Instalaciones eléctricas en Edificios de Viviendas, Locales Comerciales y Parking