

Plan 72 Ing.Tec.Agrí-c.Esp Ind Agr y Aliment

Asignatura 17599 ELECTRIFICACION

Grupo 1

### Presentación

Estudio de los principios teóricos y de las aplicaciones técnicas en el diseño de las instalaciones eléctricas y de automatización de utilización en el sector agroforestal y medioambiental

### Programa Básico

PROGRAMA DE TEORÍA:

BLOQUE TEMÁTICO I. FUNDAMENTOS DE ELECTROTECNIA  
BLOQUE TEMÁTICO II. EL PROYECTO ELÉCTRICO EN BAJA TENSIÓN  
BLOQUE TEMÁTICO III. CABLES ELÉCTRICOS DE BAJA TENSIÓN  
BLOQUE TEMÁTICO IV. REDES ELÉCTRICAS EN BAJA TENSIÓN  
BLOQUE TEMÁTICO V. INSTALACIONES DE INTERIOR  
BLOQUE TEMÁTICO VI. LUMINOTECNIA  
BLOQUE TEMÁTICO VII. LÍNEAS ELÉCTRICAS DE MEDIA TENSIÓN  
BLOQUE TEMÁTICO VIII. CENTROS DE TRANSFORMACIÓN  
BLOQUE TEMÁTICO IX. SISTEMAS DE PROTECCIÓN Y SEGURIDAD ELÉCTRICOS  
BLOQUE TEMÁTICO X. OTRAS INSTALACIONES DE BAJA TENSIÓN

### Objetivos

La asignatura ha sido diseñada y programada con el objetivo de conseguir que los alumnos adquieran el adiestramiento necesario para realizar un proyecto eléctrico en las instalaciones en las que van a desarrollar su actividad profesional. Esto conlleva proporcionarles la formación suficiente referida a:

1. Los conocimientos sobre electromagnetismo y teoría de circuitos que sirven de base para las aplicaciones de la Electrotecnia.
2. El conocimiento de los documentos, especificaciones y normativas que incluyen los proyectos eléctricos.
3. La elección razonada del sistema más adecuado para el suministro de energía eléctrica de una explotación o industria agroalimentaria.
4. El conocimiento de los tipos de conductores, aisladores, apoyos y demás material auxiliar, que se emplean para el transporte de energía eléctrica en media tensión, así como de las herramientas existentes para la comprobación del comportamiento mecánico de las líneas aéreas.
5. El dimensionamiento y selección de centros de transformación.
6. El procedimiento de selección de los conductores, canalizaciones y cuadros que se utilizan para distribuir energía eléctrica en baja tensión, y la aplicación de los métodos de cálculo para el diseño de las líneas eléctricas y las instalaciones receptoras.
7. El dimensionamiento de instalaciones de iluminación, analizando los tipos de lámparas y luminarias más adecuadas para cada situación.
8. La elección de la aparatada de maniobra, protección y seguridad de las instalaciones eléctrica en media y baja tensión, así como su ubicación y métodos de cálculo.
9. La realización de proyectos eléctricos en instalaciones agroalimentarias, y en particular, en instalaciones de características especiales según la reglamentación vigente, como estaciones de bombeo, instalaciones frigoríficas, silos de cereales y molinos.

### Programa de Teoría

BLOQUE TEMÁTICO I. FUNDAMENTOS DE ELECTROTECNIA

El bloque temático I comprende las seis primeras lecciones del programa y se dedica al desarrollo de los conceptos básicos sobre electrostática, electrocinética, inducción magnética y circuitos de corriente alterna, tanto monofásica como trifásica. Aunque estas materias deben haber sido objeto de estudio en las asignaturas de Física cursadas con anterioridad, la experiencia indica que es recomendable recordar a los alumnos los conceptos que se emplearán con posterioridad en la asignatura.

## Lección 1. ELECTROSTÁTICA Y ELECTROKINÉTICA.

- 1.1 Cargas eléctricas. Ley de Coulomb.
- 1.2 Campo eléctrico. Potencial eléctrico.
- 1.3 Condensadores. Asociación de condensadores en serie y paralelo.
- 1.4 Intensidad de eléctrica. Ley de Ohm.
- 1.5 Resistencia eléctrica. Asociación de resistencias en serie y paralelo.
- 1.6 Potencia eléctrica. Ley de Joule.
- 1.7 Fuentes de tensión. Fuerza electromotriz.
- 1.8 Leyes de Kirchhoff. Diferencia de potencial en un circuito de corriente continua.

## Lección 2. ELECTROMAGNETISMO.

- 2.1 Inducción magnética. Ley de Biot y Savart. Flujo magnético.
- 2.2 Fuerza y trabajo electromagnético.
- 2.3 Fuerza electromotriz inducida. Ley de Faraday. Ley de Lenz.
- 2.4 Inducción mutua y coeficiente de inducción mutua.
- 2.5 Autoinducción y coeficiente de autoinducción.
- 2.6 Energía asociada a una autoinducción.

## Lección 3. CORRIENTES ALTERNAS I.

- 3.1 Valores asociados y formas de representar las funciones senoidales.
- 3.2 Circuito R-L-C en corriente alterna. Régimen permanente.
- 3.3 Reactancia e impedancia.
- 3.4 Expresión simbólica de la ley de Ohm.
- 3.5 Leyes de Kirchhoff en regímenes senoidales.

## Lección 4. CORRIENTES ALTERNAS II.

- 4.1 Circuitos serie. Método de cálculo.
- 4.2 Conductancia, susceptancia y admitancia.
- 4.3 Circuitos paralelos. Método de cálculo.
- 4.4 Circuitos mixtos. Método de cálculo.
- 4.5 Potencia activa, reactiva y aparente. Potencia compleja.
- 4.6 Teorema de Boucherot.

## Lección 5. SISTEMAS TRIFÁSICOS I.

- 5.1 Sistemas polifásicos de corrientes y tensiones. Leyes de Kirchhoff.
- 5.2 Sistemas trifásicos. Conexión en estrella y triángulo. El hilo neutro.
- 5.3 Sistemas trifásicos equilibrados y desequilibrados.
- 5.4 Equivalencia entre receptores trifásicos en estrella y en triángulo.

## Lección 6. SISTEMAS TRIFÁSICOS II.

- 6.1 Potencia de los sistemas trifásicos.
- 6.2 Potencia de los sistemas trifásicos equilibrados.
- 6.3 Medida de potencia activa en circuitos equilibrados y no equilibrados, a tres o cuatro hilos.
- 6.4 Método de los dos vatímetros.

Selección de textos para la preparación del programa teórico

DAWES C.L. Tratado de Electricidad, 1989.

DE FRANCISCO A., FERNÁNDEZ-GOLFÍN J.J., ILLANES R. Fundamentos de Electricidad y Magnetismo. Teoría de Circuitos, 1993.

DE FRANCISCO A., HIDALGO M., FERNÁNDEZ-GOLFÍN J.J., ILLANES R. Problemas de Electrotecnia, 1995.

DE LA PLAZA S. Electrotecnia y Electrificación Rural, 2001.

EDMINISTER J.A., NAHVI M. Circuitos Eléctricos, 1997.

FOUILLÉ A. Problemas Resueltos de Electrotecnia, 1967.

FOUILLÉ A. Electrotecnia para Ingenieros. Tomo I: Electricidad Fundamental, 1977.

FRAILE J. Electromagnetismo y Circuitos Eléctricos, 1990.

FRAILE J. Ejercicios de Electromagnetismo y Circuitos Eléctricos, 1996.

GARCÍA E., ADRADOS C., GUTIÉRREZ J.L. Problemas de Electrotecnia. Tomo I. 1994.

GONZÁLEZ B., TOLEDANO J.C. Sistemas Polifásicos, 1994.

GUTIÉRREZ J.L., GARCÍA E., ADRADOS C. Electrotecnia y Electrificación Rural, 1991.

HAYT W.H., KEMMERLY J.E. Análisis de Circuitos en Ingeniería, 1990.  
KIP A.F. Fundamentos de Electricidad y Magnetismo, 1988.  
MORRIS N.M., SENIOR F.W. Circuitos Eléctricos, 1994.  
SANCHO J.A. Problemas de Circuitos Trifásicos, 1987.  
SANCHO J.A. Problemas de Electricidad y Magnetismo, 1989.  
SANCHO J.A. Problemas de Circuitos Monofásicos, 1990.  
SANCHO J.A., BENAVENTE R.M. Resolución de Circuitos Trifásicos Equilibrados y Desequilibrados, 2001.  
RUIZ-AYUCAR J. Problemas de Circuitos Trifásicos, Cálculo de Líneas y Redes de Distribuciones Eléctricas, 1997  
RUIZ-AYUCAR J. Fundamentos de Electrotecnia y Electrificación Rural, 1999  
RUIZ-AYUCAR J. Problemas de Corriente Continua y Alterna Monofásica, 1999

## BLOQUE TEMÁTICO II. EL PROYECTO ELÉCTRICO EN BAJA TENSIÓN

El bloque temático II comprende dos lecciones y en él se hace una descripción formal del proyecto eléctrico en baja tensión, especificándose las diferentes fases de su elaboración y tramitación. Se analizan las instalaciones eléctricas y situaciones para las que es necesaria la redacción de un proyecto eléctrico o una memoria técnica de diseño.

### Lección 7. EL PROYECTO ELÉCTRICO EN BAJA TENSIÓN.

- 7.1 Ámbito. Necesidad de redacción.
- 7.2 Estructura del proyecto eléctrico.
- 7.3 Memoria técnica de diseño.
- 7.4 Desarrollo del proyecto eléctrico.
- 7.5 Ejecución y tramitación de las instalaciones.

### Lección 8. ESQUEMAS Y SÍMBOLOS ELÉCTRICOS.

- 8.1 Esquemas explicativos.
- 8.2 Diagramas. Planos.
- 8.3 Representación de esquemas eléctricos.
- 8.4 Símbolos. Codificación de elementos eléctricos y de su funcionalidad.

Selección de textos para la preparación del programa teórico

BARRY J. Esquemas de Electricidad, 1977.  
DE FRANCISCO A., CASTILLO M., TORRES J.L. La Energía Eléctrica en la Explotación Agraria y Forestal, 1993.  
DE LA PLAZA S. y otros. Seminario sobre Proyectos Eléctricos de Media y Baja Tensión en Instalaciones Rurales, 1989.  
DE LA PLAZA S. Electrotecnia y Electrificación Rural, 2001.  
GARCÍA J.L., NAVAS L.M., HERNÁNDEZ E., SANCHO J.A., LUNA L. Proyecto Eléctrico en Baja Tensión de una Instalación Agrícola o Ganadera, 1998.  
LUNA L., GARCÍA J.L., BENAVENTE R.M. Instalaciones Eléctricas de Baja Tensión, 2001  
TRASHORRAS J. Proyectos Eléctricos. Planos y Esquemas, 2000.

## BLOQUE TEMÁTICO III. CABLES ELÉCTRICOS DE BAJA TENSIÓN

El bloque temático III está dedicado a los cables y conductores eléctricos de baja tensión, destinados al transporte de la energía eléctrica hasta los puntos de utilización, en condiciones seguras y de la forma más eficaz posible. La elección del tipo y de las características de un cable son factores importantes para la seguridad de las personas y la fiabilidad en la continuidad del suministro. El término de eficacia en el transporte está relacionado con la minoración de las pérdidas eléctricas.

Este bloque temático se centrará en el estudio de los cables eléctricos aislados, debido a su utilización generalizada en redes e instalaciones receptoras en baja tensión.

### Lección 9. CONSTITUCIÓN.

- 9.1 Partes constituyentes.
- 9.2 Materiales conductores. Materiales aislantes termoplásticos y termoestables.
- 9.3 Protecciones eléctricas y mecánicas. Configuraciones especiales.
- 9.4 Clases de conductores en función de su flexibilidad.
- 9.5 Designación de los cables eléctricos.

### Lección 10. CÁLCULO DE SECCIONES.

- 10.1 Criterios reglamentarios: Densidad de corriente (calentamiento) y caída de tensión.

- 10.2 Fórmulas para el cálculo de secciones.
- 10.3 Criterios para la elección de los cables eléctricos. Ejemplos en el sector agroforestal.
- 10.4 Almacenamiento y transporte de los cables eléctricos.
- 10.5 Manejo y tendido de cables eléctricos.

Selección de textos para la preparación del programa teórico

- DE FRANCISCO A., CASTILLO M., TORRES J.L. La Energía Eléctrica en la Explotación Agraria y Forestal, 1993.  
DE LA PLAZA S. y otros. Seminario sobre Proyectos Eléctricos de Media y Baja Tensión en Instalaciones Rurales, 1989.  
DE LA PLAZA S. Electrotecnia y Electrificación Rural, 2001.  
ENRÍQUEZ G. Elementos de Diseño de Instalaciones Eléctricas Industriales, 1996.  
FLORES J.J. Tecnología de Electricidad, 1990.  
FRAILE J. Introducción a las Instalaciones Eléctricas, 1996.  
GARCÍA J.L., NAVAS L.M., HERNÁNDEZ E., SANCHO J.A., LUNA L. Proyecto Eléctrico en Baja Tensión de una Instalación Agrícola o Ganadera, 1998.  
HEINHOLD L. Cables y Conductores para Transporte de Energía, 1973.  
LLORENTE M. Cables Eléctricos Aislados, 1994.  
LUNA L., GARCÍA J.L., BENAVENTE R.M. Instalaciones Eléctricas de Baja Tensión, 2001  
MARTÍN F. Instalaciones Eléctricas en la Edificación, 1996.  
SANZ J.L. Aplicaciones Prácticas del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, 1992.

#### BLOQUE TEMÁTICO IV. REDES ELÉCTRICAS EN BAJA TENSIÓN

El bloque temático IV analiza en primer lugar las redes o líneas de distribución en baja tensión, tanto privadas como públicas, encargadas de transportar la energía eléctrica a los puntos de utilización. Se estudian sus dos configuraciones básicas, aérea y subterránea, caracterizando para cada una de ellas los materiales empleados, las canalizaciones posibles y las distintas formas de instalación. A continuación, se describen las acometidas aéreas y subterráneas desde la red pública, así como las instalaciones de enlace con los cuadros generales de mando y protección, los cuales constituyen el comienzo de las instalaciones interiores receptoras. En definitiva, este extenso bloque comprende la caracterización detallada del conjunto de instalaciones eléctricas de suministro en baja tensión a los dispositivos o elementos receptores de interior. Se trata de transmitir a los alumnos las herramientas para el cálculo de las líneas eléctricas y que dispongan de criterios para la elección de los materiales y configuraciones más adecuados en cada situación.

#### Lección 11. CÁLCULO MECÁNICO DE REDES AÉREAS.

- 11.1 Conductores.
- 11.2 Condiciones reglamentarias para el cálculo mecánico de conductores.
- 11.3 Tensiones y flechas de tendido. Tablas de tendido.
- 11.4 Apoyos y cimentaciones.
- 11.5 Distancias de seguridad. Cruzamientos y paralelismos.
- 11.6 Formas de instalación. Materiales auxiliares.

#### Lección 12. CANALIZACIONES DE REDES SUBTERRÁNEAS.

- 12.1 Conductores. Tipos de canalizaciones.
- 12.2 Líneas entubadas en zanja.
- 12.3 Líneas directamente enterradas en zanja.
- 12.4 Líneas al aire alojadas en galerías.
- 12.5 Cruzamientos y paralelismos.

#### Lección 13. CÁLCULO ELÉCTRICO DE REDES.

- 13.1 Resistencia y reactancia inductiva.
- 13.2 Intensidad máxima admisible para cables de redes aéreas. Factores de corrección.
- 13.3 Intensidad máxima admisible para cables de redes subterráneas. Factores de corrección.
- 13.4 Intensidad máxima de cortocircuito.
- 13.5 Caída de tensión máxima permitida y pérdida de potencia.
- 13.6 Puesta a tierra del neutro.

#### Lección 14. ACOMETIDAS.

- 14.1 Consideraciones de diseño.
- 14.2 Tipos de acometidas: aéreas, subterráneas y mixtas.
- 14.3 Cajas generales de protección. Características, emplazamiento e instalación.

- 14.4 Elementos de protección fusibles.
- 14.5 Cajas generales de protección y medida.

## Lección 15. LÍNEAS GENERALES DE ALIMENTACIÓN.

- 15.1 Constitución de las líneas generales de alimentación.
- 15.2 Constitución de las derivaciones individuales.
- 15.3 Caída de tensión máxima permitida.
- 15.4 Cuadros de contadores.
- 15.5 Dispositivos generales de mando y protección.

Selección de textos para la preparación del programa teórico

- CASTEJÓN A., SANTAMARÍA G. Tecnología Eléctrica, 1993.  
DE FRANCISCO A., CASTILLO M., TORRES J.L. La Energía Eléctrica en la Explotación Agraria y Forestal, 1993.  
DE LA PLAZA S. y otros. Seminario sobre Proyectos Eléctricos de Media y Baja Tensión en Instalaciones Rurales, 1989.  
DE LA PLAZA S. Electrotecnia y Electrificación Rural, 2001.  
ENRÍQUEZ G. Elementos de Diseño de Instalaciones Eléctricas Industriales, 1996.  
FLORES J.J. Tecnología de Electricidad, 1990.  
FRAILE J. Introducción a las Instalaciones Eléctricas, 1996.  
GARCÍA J.L., NAVAS L.M., HERNÁNDEZ E., SANCHO J.A., LUNA L. Proyecto Eléctrico en Baja Tensión de una Instalación Agrícola o Ganadera, 1998.  
GUTIÉRREZ J.L., GARCÍA E., ADRADOS C. Electrotecnia y Electrificación Rural, 1991.  
HEINHOLD L. Cables y Conductores para Transporte de Energía, 1973.  
LAGUNAS A. Instalaciones Eléctricas en Baja Tensión en Edificios de Viviendas, 1997.  
LAGUNAS A. Instalaciones Eléctricas en Baja Tensión Comerciales e Industriales, 1997.  
LLORENTE M. Cables Eléctricos Aislados, 1994.  
LUNA L., GARCÍA J.L., BENAVENTE R.M. Instalaciones Eléctricas de Baja Tensión, 2001  
NAVAS L.M., SANCHO J.A., HERNÁNDEZ E., GARCÍA J.L., LUNA L. Tarifación Eléctrica en Alta y Baja Tensión: Análisis y Aplicaciones, 2001.  
SANCHO J.A. Tarifas Eléctricas, 1996.  
SANZ J.L. Aplicaciones Prácticas del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, 1992.  
SCHMELCHER T. Manual de Baja Tensión, 1984.

## BLOQUE TEMÁTICO V. INSTALACIONES DE INTERIOR

Las instalaciones eléctricas de alimentación a los puntos de consumo son analizadas en las tres lecciones que componen el bloque temático V. Se describirán las diferentes formas de instalación interior existentes, marcando sus ventajas e inconvenientes y mencionando las aplicaciones del sector agroalimentario donde son más aconsejables cada una de ellas.

Con este bloque se busca que el alumno, conociendo las alternativas de instalación interior existentes y los métodos para su dimensionamiento, desarrolle su capacidad de análisis y decisión en la localización de las soluciones más adecuadas ante situaciones reales. Se les pedirá que adopten la posición de un Ingeniero que tiene que buscar la mejor opción de entre varias posibles.

## Lección 16. GENERALIDADES.

- 16.1 Condiciones de diseño.
- 16.2 Subdivisión de las instalaciones. Equilibrado de cargas.
- 16.3 Maniobra en carga de las instalaciones. Ubicación de dispositivos de maniobra.
- 16.4 Resistencia de aislamiento y rigidez dieléctrica.
- 16.5 Grados de protección.
- 16.6 Clasificación de los materiales y dispositivos por su nivel de protección contra contactos.

## Lección 17. SISTEMAS DE INSTALACIÓN.

- 17.1 Cables aislados en instalación aérea.
- 17.2 Canalizaciones con cables aislados bajo tubos protectores.
- 17.3 Canalizaciones con cables aislados fijados directamente sobre las paredes.
- 17.4 Cables aislados enterrados.
- 17.5 Cables aislados en el interior de huecos de la construcción.
- 17.6 Conductores aislados bajo molduras.
- 17.7 Tubos protectores. Instalación.
- 17.8 Canales protectoras. Instalación.

## Lección 18. CÁLCULOS ELÉCTRICOS.

- 18.1 Conductores eléctricos.
- 18.2 Intensidad máxima admisible. Factores de corrección.
- 18.3 Caída de tensión máxima permitida.
- 18.4 Previsión de cargas.
- 18.5 Instalación de receptores.

Selección de textos para la preparación del programa teórico

- CASTEJÓN A., SANTAMARÍA G. Tecnología Eléctrica, 1993.  
DE FRANCISCO A., CASTILLO M., TORRES J.L. La Energía Eléctrica en la Explotación Agraria y Forestal, 1993.  
DE LA PLAZA S. y otros. Seminario sobre Proyectos Eléctricos de Media y Baja Tensión en Instalaciones Rurales, 1989.  
DE LA PLAZA S. Electrotecnia y Electrificación Rural, 2001.  
ENRÍQUEZ G. Elementos de Diseño de Instalaciones Eléctricas Industriales, 1996.  
FLORES J.J. Tecnología de Electricidad, 1990.  
FRAILE J. Introducción a las Instalaciones Eléctricas, 1996.  
GARCÍA J.L., NAVAS L.M., HERNÁNDEZ E., SANCHO J.A., LUNA L. Proyecto Eléctrico en Baja Tensión de una Instalación Agrícola o Ganadera, 1998.  
GUERRERO A. Instalaciones Eléctricas en las Edificaciones, 1997.  
GUTIÉRREZ J.L., GARCÍA E., ADRADOS C. Electrotecnia y Electrificación Rural, 1991.  
HEINHOLD L. Cables y Conductores para Transporte de Energía, 1973.  
LAGUNAS A. Instalaciones Eléctricas en Baja Tensión en Edificios de Viviendas, 1997.  
LAGUNAS A. Instalaciones Eléctricas en Baja Tensión Comerciales e Industriales, 1997.  
LÓPEZ A., GUERRERO-STRACHAN J. Instalaciones Eléctricas para Proyectos y Obras, 2000.  
LLORENTE M. Cables Eléctricos Aislados, 1994.  
LUNA L., GARCÍA J.L., BENAVENTE R.M. Instalaciones Eléctricas de Baja Tensión, 2001  
MARTÍN F. Instalaciones Eléctricas en la Edificación, 1996.  
SANZ J.L. Aplicaciones Prácticas del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, 1992.  
SCHMELCHER T. Manual de Baja Tensión, 1984.

## BLOQUE TEMÁTICO VI. LUMINOTECNIA

Este extenso bloque temático comprende siete lecciones en las que se aborda la aplicación de las fuentes eléctricas de radiación luminosa en la iluminación de locales y exteriores, así como los tipos de luminarias y lámparas adecuadas para cada uso. Asimismo, se estudian las instalaciones dedicadas a la irradiación de plantas, con la descripción de los equipos diseñados para las mismas y de los métodos de cálculo aplicables, así como las especificaciones de los dispositivos empleados en iluminación de jardines y en alumbrado decorativo. Se trata así de formar profundamente a los alumnos en la tecnología del alumbrado, ya que esta técnica es de aplicación muy habitual en las instalaciones de la industria agroalimentaria y en las instalaciones agroforestales en general.

## Lección 19. CONCEPTOS FUNDAMENTALES.

- 19.1 Naturaleza de la luz.
- 19.2 El espectro electromagnético.
- 19.3 Curvas de sensibilidad del ojo humano y de las plantas. Efecto Purkinje.
- 19.4 Magnitudes y unidades fotométricas.

## Lección 20. LEYES FUNDAMENTALES. PRINCIPIOS DE LAS FUENTES DE LUZ.

- 20.1 Leyes fundamentales de la luminotecnica.
- 20.2 Distribución de la luz. Curva fotométrica.
- 20.3 Principios de las fuentes de luz: Termorradiación y luminiscencia.
- 20.4 Leyes de la termorradiación.
- 20.5 Propiedades de los fenómenos de descargas eléctricas en gases.

## Lección 21. LÁMPARAS.

- 21.1 Lámparas de incandescencia.
- 21.2 Lámparas de halógenas.
- 21.3 Lámparas fluorescentes.

- 21.4 Lámparas compactas.
- 21.5 Lámparas de vapor de mercurio a alta presión.
- 21.6 Lámparas de luz mezcla.
- 21.7 Lámparas de halógenos metálicos.
- 21.8 Lámparas de vapor de sodio.
- 21.9 Criterios para la elección de lámparas.

## Lección 22. ALUMBRADO DE INTERIORES.

- 22.1 Sistemas de alumbrado de interiores.
- 22.2 Niveles de iluminación en alumbrado de interiores.
- 22.3 Tipos de lámparas y luminarias de interiores.
- 22.4 Criterios de diseño.
- 22.5 Alumbrado de emergencia

## Lección 23. CÁLCULO DEL ALUMBRADO DE INTERIORES.

- 23.1 Método del flujo o de los lúmenes.
- 23.2 Método punto a punto.
- 23.3 Evaluación del alumbrado de interiores.
- 23.4 Líneas eléctricas para alumbrado de interiores.

## Lección 24. ALUMBRADO DE EXTERIORES.

- 24.1 Niveles de iluminación en alumbrado de exteriores.
- 24.2 Tipos de lámparas y luminarias de exteriores.
- 24.3 Criterios de diseño.
- 24.4 Disposición y altura de las luminarias.
- 24.5 Métodos de cálculo.
- 24.6 Evaluación del alumbrado de exteriores.
- 24.7 Líneas eléctricas para alumbrado de exteriores.

## Lección 25. TÉCNICAS DE IRRADIACIÓN DE PLANTAS.

- 25.1 Magnitudes y unidades radiométricas.
- 25.2 Influencia del espectro luminoso en el desarrollo vegetal.
- 25.3 Irradiación fotosintética. Tipos de lámparas.
- 25.4 Irradiación fotoperiódica. Tipos de lámparas.
- 25.5 Métodos de cálculo.

## Selección de textos para la preparación del programa teórico

- DE FRANCISCO A., CASTILLO M., TORRES J.L. La Energía Eléctrica en la Explotación Agraria y Forestal, 1993.
- DE LA PLAZA S. y otros. Seminario sobre Proyectos Eléctricos de Media y Baja Tensión en Instalaciones Rurales, 1989.
- DE LA PLAZA S. y otros. Curso de Aplicaciones de la Electricidad en Agricultura. Proyectos Eléctricos en la Industria Agroalimentaria, 1991.
- DE LA PLAZA S. Electrotecnia y Electrificación Rural, 2001.
- FRAILE J. Introducción a las Instalaciones Eléctricas, 1996.
- GARCÍA J.L., NAVAS L.M., HERNÁNDEZ E., SANCHO J.A., LUNA L. Proyecto Eléctrico en Baja Tensión de una Instalación Agrícola o Ganadera, 1998.
- GUERRERO A. Instalaciones Eléctricas en las Edificaciones, 1997.
- IDAE. Cuadernos de Eficiencia Energética en Iluminación, 1996.
- LAGUNAS A. Instalaciones Eléctricas en Baja Tensión en Edificios de Viviendas, 1997.
- LAGUNAS A. Instalaciones Eléctricas en Baja Tensión Comerciales e Industriales, 1997.
- LLORENTE M. Cables Eléctricos Aislados, 1994.
- LUNA L., GARCÍA J.L., BENAVENTE R.M. Instalaciones Eléctricas de Baja Tensión, 2001
- MARTÍN F. Instalaciones Eléctricas en la Edificación, 1996.
- PHILIPS. Manual de Alumbrado, 1988.
- RAMÍREZ J. Luminotecnia, 1990.
- SANZ J.L. Aplicaciones Prácticas del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, 1992.
- TABOADA J.A. Manual de Luminotecnia, 1983.
- WEIGEL R.G. Luminotecnia. Sus Principios y Aplicaciones, 1966.

## BLOQUE TEMÁTICO VII. LÍNEAS ELÉCTRICAS DE MEDIA TENSIÓN

---

El bloque temático VII se dedica al diseño de líneas eléctricas de media tensión, aéreas y subterráneas, incluyendo su cálculo eléctrico y, en el caso de líneas aéreas, también su comprobación mecánica. Se trata así de instruir a los Ingenieros Técnicos en Industrias y Alimentarias en la técnica del transporte de energía en media tensión desde la distribución de compañía, situación que se encontrarán en su futuro ejercicio profesional cuando el punto de conexión a la red pública se encuentre alejado de la explotación o industria que estén proyectando.

En el programa se hará una incidencia especial en el procedimiento de cálculo mecánico de las líneas aéreas, dada su implantación en el ámbito agroforestal, por ser más económicas que las subterráneas para medias y largas distancias. Mencionar asimismo que la última lección del programa analiza las repercusiones medioambientales del tendido de líneas eléctricas, fundamentalmente aéreas, por la importancia de su consideración desde el punto de vista normativo y social.

#### Lección 26. EL PROYECTO ELÉCTRICO DE UNA LÍNEA DE MEDIA TENSIÓN.

- 26.1 Documentos del proyecto.
- 26.2 Proyectos Tipo UNESA y UNESA-PLANER.
- 26.3 Cálculos eléctricos: Densidad de corriente, caída de tensión y pérdida de potencia.

#### Lección 27. LÍNEAS SUBTERRÁNEAS.

- 27.1 Cables eléctricos aislados.
- 27.2 Cálculo de secciones. Factores de corrección.
- 27.3 Canalizaciones subterráneas. Zanjas y arquetas. Cruzamientos y paralelismos.
- 27.4 Instalaciones. Manejo de cables y tendido de líneas.

#### Lección 28. CÁLCULO MECÁNICO DE LÍNEAS AÉREAS I.

- 28.1 Curva de equilibrio de los conductores.
- 28.2 Cálculo de la tensión, flecha y longitud de los conductores.
- 28.3 Vanos a distinto nivel.
- 28.4 Sobrecargas en los conductores.

#### Lección 29. CÁLCULO MECÁNICO DE LÍNEAS AÉREAS II.

- 29.1 Ecuación del cambio de condiciones.
- 29.2 Condiciones reglamentarias de cálculo.
- 29.3 Vano ideal de regulación.
- 29.4 Distribución de apoyos.
- 29.5 Distancias de seguridad. Cruzamientos y paralelismos.

#### Lección 30. CÁLCULO MECÁNICO DE LÍNEAS AÉREAS III.

- 30.1 Cálculo mecánico de apoyos. Hipótesis de cálculo. Coeficientes de seguridad.
- 30.2 Esfuerzo libre en punta de los apoyos.
- 30.3 Cálculo de cimentaciones. Coeficientes de seguridad.

#### Lección 31. MATERIALES DE LAS LÍNEAS AÉREAS I.

- 31.1 Cables eléctricos desnudos.
- 31.2 Cables y tomas de tierra.
- 31.3 Empalmes y conexiones.
- 31.4 Herrajes y grapas.

#### Lección 32. MATERIALES DE LAS LÍNEAS AÉREAS II.

- 32.1 Niveles de aislamiento de las líneas.
- 32.2 Aisladores.
- 32.3 Apoyos.
- 32.4 Crucetas. Tipos de armado
- 32.5 Seccionadores y disyuntores. Autoválvulas.

#### Lección 33. IMPACTO AMBIENTAL DE LAS LÍNEAS AÉREAS.

- 33.1 Estudio de impacto ambiental de las líneas eléctricas.
- 33.2 Medidas cautelares y correctoras, anticolidión y antielectrocución, de las líneas aéreas.
- 33.3 Criterios medioambientales en el trazado de líneas aéreas.

## Selección de textos para la preparación del programa teórico

ÁLVAREZ R., MENDÍA J. Cálculo de los Tendidos de Líneas Aéreas de Alta Tensión, 1972.  
CHECA L.M. Líneas de Transporte de Energía, 1988.  
DEL HIERRO E. Apuntes de Líneas Aéreas de Transporte y Distribución de Energía Eléctrica, 1973.  
DE FRANCISCO A., HIDALGO M. Proyecto de Línea de Media Tensión, 1984.  
DE FRANCISCO A. Elementos Constructivos de Líneas Eléctricas, 1985.  
DE FRANCISCO A., HIDALGO M. Estudio de Línea Eléctrica Aérea de Media Tensión (20 kV), 1988.  
DE LA PLAZA S. Líneas Aéreas de Media Tensión. Materiales y Proyecto, 1996.  
DE LA PLAZA S. Electrotecnia y Electrificación Rural, 2001.  
ENRÍQUEZ G. Líneas de Transmisión y Redes de Distribución de Potencia Eléctrica, 1984.  
HEINHOLD L. Cables y Conductores para Transporte de Energía, 1973.  
LLORENTE M. Cables Eléctricos Aislados, 1994.  
RAS E. Redes Eléctricas y Multipolos, 1980.  
RAS E. Teoría de Líneas Eléctricas, 1973.  
ZOPPETHI G. Redes Eléctricas, 1968.

## BLOQUE TEMÁTICO VIII. CENTROS DE TRANSFORMACIÓN

En este bloque temático se destinarán tres lecciones a explicar centros de transformación, sus diferentes tipos, elementos integrantes, apartada, y a desarrollar la metodología de dimensionamiento de los mismos. Se analizarán los centros de interior, de intemperie y sobre todo los prefabricados, dada su cada vez mayor implantación.

### Lección 34. GENERALIDADES.

- 34.1 Clasificación y tipos.
- 34.2 Terminología.
- 34.3 Símbolos y esquemas.
- 34.4 Reglamentos y normas.

### Lección 35. CÁLCULOS.

- 35.1 Transformadores trifásicos de potencia. Tipos y protecciones.
- 35.2 Embarrados.
- 35.3 Red de puesta a tierra.
- 35.4 Tensiones de paso.
- 35.5 Tensiones de contacto.

### Lección 36. APARAMENTA E INSTALACIONES AUXILIARES.

- 36.1 Dispositivos de maniobra. Interruptores y seccionadores.
- 36.2 Dispositivos de protección contra sobrecargas y sobretensiones.
- 36.3 Transformadores de medida y protección.
- 36.4 Aisladores.
- 36.5 Instalaciones contra incendios, alumbrado y ventilación.
- 36.6 Mantenimiento y utilización.

## Selección de textos para la preparación del programa teórico

DE FRANCISCO A., HIDALGO M. Estudio Teórico y Práctico de Instalaciones de Transformación, 1983.  
DE FRANCISCO A., CASTILLO M., TORRES J.L. La Energía Eléctrica en la Explotación Agraria y Forestal, 1993.  
DE LA PLAZA S. y otros. Seminario sobre Proyectos Eléctricos de Media y Baja Tensión en Instalaciones Rurales, 1989.  
DE LA PLAZA S. Electrotecnia y Electrificación Rural, 2001.  
ENRÍQUEZ G. Elementos de Diseño de Instalaciones Eléctricas Industriales, 1996.  
FLORES J.J. Tecnología de Electricidad, 1990.  
FRAILE J. Máquinas Eléctricas, 1993.  
FRAILE J. Introducción a las Instalaciones Eléctricas, 1996.  
HEINHOLD L. Cables y Conductores para Transporte de Energía, 1973.  
LLORENTE M. Cables Eléctricos Aislados, 1994.  
NAVARRO J.A., MONTAÑÉS A., SANTILLÁN A. Instalaciones Eléctricas de Alta Tensión, 1998.  
RAMÍREZ J. Estaciones de Transformación y Distribución. Protección de Sistemas Eléctricos, 1974.  
ZOPPETTI J. Estaciones Transformadoras y de Distribución, 1966.

Este bloque de lecciones comprende una materia de gran importancia en la tecnología eléctrica, como es el conjunto de sistemas existentes para proteger a las instalaciones contra defectos en su funcionamiento (sobreintensidades y sobretensiones) y para proteger a los usuarios de las mismas. Se formará a los alumnos para que conozcan la aparatada de protección y seguridad, sean capaces de elegir el dispositivo de protección más adecuado para cada situación y sepan situarlo correctamente en la instalación. También se les instruirá en la coordinación de las protecciones, con objeto de que las soluciones que proyecten cumplan apropiadamente su función.

### Lección 37. ESQUEMAS DE DISTRIBUCIÓN.

- 37.1 Tipos.
- 37.2 Esquema TN.
- 37.3 Esquema TT.
- 37.4 Esquema IT.
- 37.5 Aplicación de los esquemas de distribución.

### Lección 38. CORTOCIRCUITOS.

- 38.1 Definición y tipos.
- 38.2 Corriente de cortocircuito permanente y de choque.
- 38.3 Corriente de cortocircuito simétrica y asimétrica.
- 38.4 Cálculo de la corriente de cortocircuito. Impedancias equivalentes a la red de media tensión, al transformador en cortocircuito, a los embarrados de distribución y a los cables.

### Lección 39. INTERRUPTORES AUTOMÁTICOS.

- 39.1 Interruptores magnetotérmicos.
- 39.2 Interruptores automáticos en caja moldeada.
- 39.3 Curvas de disparo. Poder de ruptura.
- 39.4 Elementos accesorios.
- 39.5 Selectividad de las protecciones.
- 39.6 Criterios de elección.

### Lección 40. FUSIBLES CORTACIRCUITOS Y RELÉS TÉRMICOS.

- 40.1 Constitución de los fusibles cortacircuitos. Tipos de cartuchos fusibles.
- 40.2 Curvas de disparo de los fusibles cortacircuitos.
- 40.3 Criterios de elección de los fusibles cortacircuitos.
- 40.4 Relés térmicos. Curvas características.
- 40.5 Interruptores guardamotors.

### Lección 41. PROTECCIÓN CONTRA SOBRETENSIONES.

- 41.1 Tipos de sobretensiones transitorias. Parámetros característicos de las sobretensiones.
- 41.2 Dispositivos de protección. Varistores.
- 41.3 Conexión de los dispositivos de protección.
- 41.4 Tipos de protección contra sobretensiones: protector de cabecera y protector secundario.
- 41.5 Pararrayos. Niveles de protección y procedimiento de elección.

### Lección 42. EFECTOS DE LA CORRIENTE ELÉCTRICA EN EL HOMBRE.

- 42.1 Efectos de la corriente eléctrica sobre el cuerpo humano.
- 42.2 Factores influyentes en la gravedad del accidente eléctrico.
- 42.3 Influencia del recorrido de la corriente eléctrica.
- 42.4 Influencia de la intensidad de la corriente, de la tensión de contacto y de la frecuencia.

### Lección 43. SISTEMAS DE SEGURIDAD.

- 43.1 Tipos de contactos eléctricos.
- 43.2 Sistemas de seguridad contra contactos directos.
- 43.3 Sistemas de seguridad clase A contra contactos indirectos.
- 43.4 Sistemas de seguridad clase B contra contactos indirectos.

### Lección 44. DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD.

- 44.1 Principio de la protección diferencial.
-

44.2 Interruptor diferencial. Tipos.  
44.3 Transformadores toroidales y relés diferenciales.  
44.4 Selectividad de las protecciones diferenciales.  
44.5 Controladores de aislamiento.  
Lección 45. PUESTAS A TIERRA.

45.1 Elementos constituyentes.  
45.2 Tipos de electrodos.  
45.3 Resistencia de tierra.  
45.4 Procedimiento de cálculo.  
45.5 Instalación y mantenimiento.

Selección de textos para la preparación del programa teórico

CASTEJÓN A., SANTAMARÍA G. Tecnología Eléctrica, 1993.  
DE FRANCISCO A., CASTILLO M., TORRES J.L. La Energía Eléctrica en la Explotación Agraria y Forestal, 1993.  
DE LA PLAZA S. y otros. Seminario sobre Proyectos Eléctricos de Media y Baja Tensión en Instalaciones Rurales, 1989.  
DE LA PLAZA S. y otros. Curso de Aplicaciones de la Electricidad en Agricultura. Proyectos Eléctricos en la Industria Agroalimentaria, 1991.  
DE LA PLAZA S. Electrotecnia y Electrificación Rural, 2001.  
FLORES J.J. Tecnología de Electricidad, 1990.  
FRAILE J. Introducción a las Instalaciones Eléctricas, 1996.  
GARCÍA J.L., NAVAS L.M., HERNÁNDEZ E., SANCHO J.A., LUNA L. Proyecto Eléctrico en Baja Tensión de una Instalación Agrícola o Ganadera, 1998.  
GUERRERO A. Instalaciones Eléctricas en las Edificaciones, 1997.  
GUTIÉRREZ J.L., GARCÍA E., ADRADOS C. Electrotecnia y Electrificación Rural, 1991.  
LAGUNAS A. Instalaciones Eléctricas en Baja Tensión en Edificios de Viviendas, 1997.  
LAGUNAS A. Instalaciones Eléctricas en Baja Tensión Comerciales e Industriales, 1997.  
LUNA L., GARCÍA J.L., BENAVENTE R.M. Instalaciones Eléctricas de Baja Tensión, 2001  
MARTÍN F. Instalaciones Eléctricas en la Edificación, 1996.  
MARTÍNEZ J.J., TOLEDANO J.C. Puesta a Tierra en Edificios y en Instalaciones Eléctricas, 2001.  
RAVINDRANATH B., CHANDER M. Protección de Sistemas de Potencia e Interruptores, 1980.  
ROEPPER R. Corriente de Cortocircuito en Redes Trifásicas, 1985.  
ROLDAN J. Seguridad en las Instalaciones Eléctricas, 2000.  
SANZ J.L. Aplicaciones Prácticas del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, 1992.  
SCHMELCHER T. Manual de Baja Tensión, 1984.

## BLOQUE TEMÁTICO X. OTRAS INSTALACIONES DE BAJA TENSIÓN

El programa de la asignatura finaliza con el bloque temático X, donde se explican otros elementos de las instalaciones eléctricas en baja tensión no estudiados con anterioridad, como son los cuadros eléctricos y la aparamenta de maniobra. El bloque también incluye la aplicación de la tecnología eléctrica en algunas instalaciones del sector agroalimentario de especial interés.

Lección 46. CUADROS ELÉCTRICOS.

46.1 Generalidades.  
46.2 Tipos de cuadros según su funcionalidad.  
46.3 Tipos de cuadros según sus características constructivas.  
46.4 Formas de montaje.  
46.5 Dimensionamiento.

Lección 47. APARAMENTA DE MANIOBRA.

47.1 Proceso de apertura de un circuito.  
47.2 Interruptores. Seccionadores.  
47.3 Contactores. Elementos constituyentes y elección.

Lección 48. OTRA APARAMENTA DE BAJA TENSIÓN.

48.1 Arrancadores electrónicos. Métodos de arranque.  
48.2 Reguladores de velocidad.  
48.3 Equipos de mejora del factor de potencia.  
48.4 Armónicos. Dispositivos de protección contra armónicos.  
48.5 Grupos electrógenos.

## Lección 49. INSTALACIONES DE INTERÉS AGRÍCOLA Y AGROALIMENTARIO.

- 49.1 Estaciones de bombeo.
  - 49.2 Invernaderos.
  - 49.3 Instalaciones frigoríficas.
  - 49.4 Silos de cereales, molinos y otras instalaciones con riesgo de incendio y explosión.
  - 49.5 Cercas eléctricas.
  - 49.6 Instalaciones temporales para obras.
- Selección de textos para la preparación del programa teórico

DE FRANCISCO A., GÓMEZ A. Proyecto de Electrificación de una Almazara de Aceituna, 1980.  
DE FRANCISCO A., CASTILLO M., TORRES J.L. La Energía Eléctrica en la Explotación Agraria y Forestal, 1993.  
DE LA PLAZA S. y otros. Seminario sobre Proyectos Eléctricos de Media y Baja Tensión en Instalaciones Rurales, 1989.  
DE LA PLAZA S. y otros. Curso de Aplicaciones de la Electricidad en Agricultura. Proyectos Eléctricos en la Industria Agroalimentaria, 1991.  
DE LA PLAZA S. Electrotecnia y Electrificación Rural, 2001.  
FRAILE J. Introducción a las Instalaciones Eléctricas, 1996.  
GARCÍA J.L., NAVAS L.M., HERNÁNDEZ E., SANCHO J.A., LUNA L. Proyecto Eléctrico en Baja Tensión de una Instalación Agrícola o Ganadera, 1998.  
GÓMEZ DE TEJADA L. Tecnología Electrónica, 1994.  
GUERRERO A. Instalaciones Eléctricas en las Edificaciones, 1997.  
LAGUNAS A. Instalaciones Eléctricas en Baja Tensión en Edificios de Viviendas, 1997.  
LAGUNAS A. Instalaciones Eléctricas en Baja Tensión Comerciales e Industriales, 1997.  
LUNA L., GARCÍA J.L., BENAVENTE R.M. Instalaciones Eléctricas de Baja Tensión, 2001  
MARTÍN F. Instalaciones Eléctricas en la Edificación, 1996.  
MAZDA F.F. Electrónica de Potencia, 1995.  
MINISTERIO DE TRABAJO. Curso sobre Instalaciones Eléctricas en Ambientes Inflamables y Explosivos, 1991.  
MINISTERIO DE TRABAJO. Especificaciones para la Instalación Eléctrica de Graneros. Especificación para la Instalación Eléctrica de Silos con Depósitos Cerrados. Especificaciones para la Instalación Eléctrica de Silos con Depósitos Abiertos, 1991.  
PUIG A., JUTGLAR J. Contactores Electromagnéticos, 1971.  
SANZ J.L. Aplicaciones Prácticas del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, 1992.  
SCHMELCHER T. Aparatos de Maniobra en Baja Tensión, 1975.  
SUAREZ J. Electrificación de un Matadero, 1992

### Programa Práctico

#### PRÁCTICA 1. Montajes simples de puntos de luz.

Instalación para el encendido de lámparas de incandescencia desde dos puntos.  
Funcionamiento de los interruptores magnetotérmico y diferencial.

#### PRÁCTICA 2. Montajes complejos de puntos de luz.

Instalación para el encendido de lámparas de incandescencia desde tres puntos. Alumbrado conmutado.  
Generalización para el encendido desde múltiples puntos.

#### PRÁCTICA 3. Alumbrado de escalera.

Instalación de un alumbrado de escalera con lámparas de incandescencia.  
Empleo de interruptores de escalera.  
Empleo de telerruptores.

#### PRÁCTICA 4. Alumbrado de galería.

Instalación de un alumbrado de galería con lámparas de incandescencia.  
Establecimiento de iluminaciones zonales múltiples.

#### PRÁCTICA 5. Instalación de una lámpara de vapor de mercurio a alta presión.

Estudio del funcionamiento de las lámparas de descarga en gases.  
Instalación completa de una lámpara de vapor de mercurio a alta presión, incorporando los elementos auxiliares de funcionamiento.

#### PRÁCTICA 6. Instalación de una lámpara fluorescente.

Instalación completa de una lámpara fluorescente, incorporando los elementos auxiliares de encendido y funcionamiento.  
Mejora del factor de potencia de la instalación con condensadores.  
Empleo de balastos electrónicos.

---

**PRÁCTICA 7. Instalación de alumbrado exterior.**

Instalación de alumbrado alimentada con una distribución trifásica.

Encendido automático de lámparas mediante interruptor crepuscular e interruptor horario.

**PRÁCTICA 8. El contactor.**

Descripción y características del contactor como aparato de maniobra.

Conexión de un contactor. Accionamiento mediante pulsadores de marcha y parada.

Circuitos de potencia y mando.

Enclavamiento simple y mutuo de contactores.

**PRÁCTICA 9. Arranque directo de un motor trifásico.**

Descripción y funcionamiento del relé térmico como aparato de protección.

Conexión estrella y conexión triángulo de un motor trifásico a una línea trifásica.

Circuitos de potencia y mando para el arranque directo de motor trifásico a través de guardamotor.

**PRÁCTICA 10. Arranque estrella-triángulo de un motor trifásico.**

Descripción y funcionamiento del relé temporizador.

Circuitos de potencia y mando para el arranque estrella-triángulo de un motor trifásico a través de guardamotor.

Comportamiento de un motor conectado en estrella y en triángulo.

**PRÁCTICA 11. Inversor de giro de un motor trifásico.**

Circuitos de potencia y mando para el arranque directo de un motor trifásico con inversión de giro.

Maniobra con cajas de pulsadores de la instalación enclavada.

Señalización del sentido de giro actual.

**PRÁCTICA 12. Medida de la potencia de un motor trifásico mediante el método de los vatímetros. Mejora del factor de potencia.**

Circuito de alimentación de un motor trifásico con dispositivos de maniobra, protección y medida de la potencia consumida por el método de los dos vatímetros.

Esquema de conexión de una batería de condensadores para mejorar el factor de potencia de un motor trifásico.

Medida de intensidades y potencias activa y reactiva del motor trifásico y de los condensadores.

Cálculo del factor de potencia del motor trifásico y constatación de su mejora al conectar la batería de condensadores.

Comprobación de la disminución de la intensidad en la línea de alimentación del motor trifásico.

**PRÁCTICA 13. Marcha programada I.**

Marcha secuencial de tres motores trifásicos regulada con relés temporizadores.

Funcionamiento cíclico y no cíclico del conjunto.

**PRÁCTICA 14. Marcha programada II.**

Arranque estrella-triángulo del grupo motobomba trifásico de una instalación de riego.

Marcha secuencial de cuatro electroválvulas monofásicas, mediante relés temporizadores.

**PRÁCTICA 15. Marcha combinada I.**

Marcha en cascada inversa de los tres motores trifásicos que mueven las máquinas de una bodega.

Accionamiento de los motores con guardamotors.

Influencia del disparo de las protecciones térmicas en el funcionamiento de la instalación.

**PRÁCTICA 16. Marcha combinada II.**

Marcha en cascada inversa de los tres motores trifásicos que mueven las máquinas de una línea de producción en una industria alimentaria.

Secuencia de arranque temporizado de los motores.

**PRÁCTICA 17. Maniobra de las ventanas de un vivero.**

Control más/menos con zona neutra de un motor trifásico con inversión de giro, en función de la temperatura.

Utilización de interruptores finales de carrera de apertura y cierre de las ventanas.

**PRÁCTICA 18. Maniobra del sistema de calefacción de una granja ganadera.**

Control escalonado con solapamiento de conmutación del sistema de calefacción de una granja ganadera, en función de la temperatura.

Temporizaciones en el arranque de los circuitos de calefacción, para evitar maniobras continuadas.

**PRÁCTICA 19. Maniobra de una puerta corrediza en una industria alimentaria.**

Apertura de la puerta mediante sensores volumétricos de presencia. Cierre temporizado tras apertura y sin detección de presencia.

Protección de las personas mediante células fotoeléctricas y detectores de presión.

---

## PRÁCTICA 20. Equipo de medida.

Instalación de un equipo de medida monofásico con contador de energía activa y reactiva.

Conexión de transformadores de intensidad para los aparatos de medida.

Caracterización del consumo eléctrico de una instalación.

---

## Evaluación

### I. OBJETIVOS DOCENTES

La asignatura ha sido programada con el objetivo fundamental de conseguir que los alumnos adquieran la formación necesaria para diseñar la instalación eléctrica de una industria agraria y alimentaria, incluyendo tanto la parte de baja como de alta tensión. Esto conlleva proporcionar a los alumnos la formación suficiente para:

1. El conocimiento de los documentos, especificaciones y normativa que incluye el proyecto eléctrico.
2. La elección razonada del sistema más adecuado para el suministro de energía eléctrica de la explotación, en cada caso.
3. El conocimiento de los tipos de conductores, canalizaciones y cuadros que se utilizan para distribuir energía eléctrica, y de los métodos de cálculo para el diseño de las líneas eléctricas.
4. La elección de la aparatada de protección, maniobra y seguridad que se debe incluir en una instalación eléctrica, así como su ubicación y métodos de cálculo.
5. El diseño de instalaciones de iluminación de interior y exterior.
6. La especificación del centro de transformación necesario para la alimentación eléctrica.
7. El funcionamiento eléctrico de la maquinaria incluida en los procesos productivos del sector agroindustrial, lo que implica el conocimiento de las máquinas eléctricas rotativas desde el punto de vista de su constitución.
8. El control del accionamiento de las máquinas eléctricas rotativas y de la maquinaria en general, para el diseño de sistemas de automatización.
9. Las características de la instalación eléctrica en aplicaciones agroindustriales de interés.

### II. PROCEDIMIENTOS DE EVALUACION Y CONTROL

1. IDENTIFICACIÓN PERSONAL. Los alumnos que deseen seguir una evaluación continuada durante el curso (ver Apartado 5) deberán comunicarlo al Profesor de la asignatura con la entrega de una ficha personal, con el fin de poder organizar los grupos de prácticas de laboratorio.

2. TEORIA. Se desarrollará según el Programa Oficial de la Asignatura.

La base documental se basará en la información aportada durante las clases y la bibliografía recomendada por el Profesor de la asignatura.

3. PRACTICAS. Las enseñanzas prácticas constarán de Prácticas de Laboratorio y Problemas.

#### 3.1. Prácticas de Laboratorio.

Se realizarán de acuerdo con la información que se facilitará a los alumnos.

La programación de las clases prácticas será anunciada con antelación suficiente por el Profesor de la asignatura.

#### 3.2. Problemas.

Consistirá en la resolución de problemas y ejercicios numéricos en el aula.

---

4. TRABAJOS DE CURSO. Cada alumno realizará uno o varios trabajos de aplicación sobre los temas que previamente se señalen. Para ello dispondrá de la información necesaria.

## 5. EVALUACION CONTINUADA DURANTE EL CURSO

5.1. Exámenes parciales. Se convocarán dos exámenes parciales, en las fechas que establezca la Jefatura de Estudios, sobre las enseñanzas impartidas del programa de la asignatura, tanto teóricas como prácticas, correspondientes a cada periodo de examen parcial.

Los exámenes parciales serán compensatorios, siempre que en ninguno de ellos se obtenga una nota inferior a 3. Los alumnos que hayan obtenido nota inferior a 3 en el primer parcial tendrán que examinarse del examen final. Un examen parcial se considerará suspendido si en algún ejercicio el alumno obtiene una nota inferior a 3. Cada examen parcial constará de dos ejercicios en los que se incluirán:

1. Contenidos teóricos impartidos durante el período de examen parcial.
2. Aspectos de aplicación práctica de la asignatura, basados en los problemas, prácticas y trabajos realizados durante el período de examen parcial.

5.2. Tests. A lo largo del curso se realizarán varios tests sobre partes concretas de la asignatura, una vez se haya completado la correspondiente explicación teórica en clase. Se obtendrá una calificación media del conjunto de los tests realizados en cada periodo de exámenes parciales, la cual, siempre que sea superior a 0, influirá positivamente en un coeficiente lineal de mayorización  $k_1$ , comprendido entre 1 y 1.10, que se aplicará a cada uno de los exámenes parciales.

5.3. Prácticas de Laboratorio. Cada práctica realizada por los alumnos será valorada, obteniéndose una calificación global como media del conjunto de prácticas de laboratorio realizadas durante el curso. El alumno que tenga una calificación global de prácticas de laboratorio igual o superior a 5 obtendrá un coeficiente lineal de mayorización  $k_2$ , comprendido entre 1 y 1.10, que se aplicará a la nota media de los exámenes parciales para aprobar por curso y a la nota de los exámenes finales de la asignatura.

5.4. Trabajos de Curso. Los trabajos de curso deberán entregarse antes de la fecha tope que se establezca y que será anunciada con antelación suficiente. Los trabajos de curso serán calificados obteniéndose una nota global de los mismos. El alumno que tenga una calificación global de trabajos de curso igual o superior a 5 obtendrá un coeficiente lineal de mayorización  $k_3$ , comprendido entre 1 y 1.10, que se aplicará a la nota media de los exámenes parciales para aprobar por curso y a la nota de los exámenes finales de la asignatura.

Las notas obtenidas en los tests sólo tendrán validez durante el curso académico en que fueron obtenidas. Las notas obtenidas en las prácticas de laboratorio y trabajos de curso se mantendrán durante cursos sucesivos siempre que no se pierda la continuidad de la matrícula del alumno en la asignatura.

## 6. APROBADOS POR CURSO

Para aprobar por curso se precisará:

1. Tener nota igual o superior a 5 en la calificación global de prácticas de laboratorio.
2. Tener nota igual o superior a 5 en la calificación global de los trabajos de curso.
3. Tener una nota de curso igual o superior a 5, siempre que se hayan obtenido notas superiores o iguales a 3 en los exámenes parciales.

La nota de curso será la nota media de los exámenes parciales multiplicada por los coeficientes lineales de mayorización  $k_2$  y  $k_3$ , en los que intervienen las notas de prácticas de laboratorio y de trabajos de curso.

## 7. EXÁMENES FINALES DE LA ASIGNATURA

Los exámenes finales de la asignatura se celebrarán en las fechas que establezca la Jefatura de Estudios y constarán de cuatro ejercicios en los que se incluirán:

1. Contenidos teóricos impartidos durante el curso.
2. Aspectos de aplicación práctica de la asignatura, basados en los problemas, prácticas y trabajos realizados durante el curso.

En los exámenes finales, la nota será la media del conjunto de los ejercicios que lo componen, multiplicada por los coeficientes lineales de mayorización  $k_2$  y  $k_3$ , en los que intervienen las notas de prácticas de laboratorio y de

---

trabajos de curso.

Un examen final se considerará suspendido si en algún ejercicio el alumno obtiene una nota inferior a 3.

---

## Bibliografía

Ya incluida en la sección PROGRAMA TEÓRICO

---