

Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales y de Telecomunicación

GUÍA DOCENTE DE LA ASIGNATURA

G288 - Dispositivos Electrónicos y Fotónicos

Grado en Ingeniería de Tecnologías de Telecomunicación
Básica. Curso 1

Curso Académico 2023-2024

1. DATOS IDENTIFICATIVOS

| | | | | | |
|--------------------------|---|------------------|----------------------|----------------------|------------|
| Título/s | Grado en Ingeniería de Tecnologías de Telecomunicación | | Tipología y Curso | Básica. Curso 1 | |
| Centro | Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales y de Telecomunicación | | | | |
| Módulo / materia | MATERIA ELECTRÓNICA MÓDULO DE FORMACIÓN BÁSICA | | | | |
| Código y denominación | G288 - Dispositivos Electrónicos y Fotónicos | | | | |
| Créditos ECTS | 6 | Cuatrimestre | Cuatrimestral (2) | | |
| Web | | | | | |
| Idioma de impartición | Español | English friendly | Sí | Forma de impartición | Presencial |

| | | | | | |
|-------------------------|---|--|--|--|--|
| Departamento | DPTO. TECNOLOGIA ELECTRONICA E INGENIERIA DE SISTEMAS Y AUTOMATICA | | | | |
| Profesor responsable | JOSE MIGUEL LOPEZ HIGUERA | | | | |
| E-mail | miguel.lopezhiguera@unican.es | | | | |
| Número despacho | Edificio Ing. de Telecomunicación Prof. José Luis García García. Planta: - 3. DESPACHO PROFESORES (S324) | | | | |
| Otros profesores | OLGA MARIA CONDE PORTILLA FRANCISCO JAVIER MADRUGA SAAVEDRA MARIA ANGELES QUINTELA INCERA | | | | |

2. CONOCIMIENTOS PREVIOS

- Definir y calcular parámetros de los circuitos eléctricos (energía, potencia, carga, intensidad, corriente, voltaje).
- Aplicar los teoremas de circuitos: Thévenin, Norton, superposición, máxima transferencia de potencia, otros.
- Analizar circuitos en corriente continua y alterna.
- Aplicar matemáticas básicas (resolución de ecuaciones y sistemas, derivadas, integrales, trigonometría, geometría).
- Interpretar y usar gráficas lineales y logarítmicas para extracción de datos.

3. COMPETENCIAS GENÉRICAS Y ESPECÍFICAS DEL PLAN DE ESTUDIOS TRABAJADAS

Competencias Genéricas

Resolución de problemas.

Experimentalidad y manejo de instrumentación.

Manejo del Inglés.

Trabajo en equipo.

Conocimiento de materias básicas y tecnologías, que le capacite para el aprendizaje de nuevos métodos y tecnologías, así como que le dote de una gran versatilidad para adaptarse a nuevas situaciones.

Facilidad para el manejo de especificaciones, reglamentos y normas de obligado cumplimiento.

Capacidad de trabajar en un grupo multidisciplinar y en un entorno multilingüe y de comunicar, tanto por escrito como de forma oral, conocimientos, procedimientos, resultados e ideas relacionadas con las telecomunicaciones y la electrónica.

Pensamiento analítico y sintético.

Modelado de problemas reales.

Gestión de proyectos.

Competencias Específicas

Comprensión y dominio de los conceptos básicos de sistemas lineales y las funciones y transformadas relacionadas, teoría de circuitos eléctricos, circuitos electrónicos, principio físico de los semiconductores y familias lógicas, dispositivos electrónicos y fotónicos, tecnología de materiales y su aplicación para la resolución de problemas propios de la ingeniería.

3.1 RESULTADOS DE APRENDIZAJE

- BLOQUE 1

- Define, identifica y aplica en diseños los conceptos de valor nominal, valor efectivo, tolerancia, característica V-I de los componentes y dispositivos electrónicos y fotónicos.
- Aplica los conceptos de recta de carga y características V-I para determinar el punto de polarización de los componentes y dispositivos electrónicos y fotónicos.
- Define y calcula la resistencia estática y dinámica de un componente y dispositivo electrónico y fotónico dado un circuito de polarización.
- Clasifica los componentes electrónicos respecto de, al menos, tres criterios diferentes.
- Maneja el osciloscopio digital y todas sus funciones: disparo, medida alterna-continua, composición XY.
- Compone señales alterna - continua con un generador de funciones.
- Obtiene e interpreta características IV de un componente.
- Mide puntos de trabajo y rectas de carga de componentes.
- Busca en internet e interpreta documentación técnica sobre componentes identificando parámetros significativos.
- Identifica y descifra la codificación de parámetros (colores, alfanumérica) de componentes.

- BLOQUE 2

- Define los tipos de materiales respecto a su comportamiento eléctrico usando la teoría de bandas.
- Define que es densidad de corriente y corriente eléctrica en materiales sólidos conductores.
- Calcula y mide la resistividad de un material y la resistencia que presenta al paso de la corriente eléctrica.
- Define los conceptos de conductividad y resistencia térmica.
- Calcula la temperatura de un componente o dispositivo electrónico que disipa potencia a partir de circuitos equivalentes térmicos y la ley de Ohm térmica.
- Explica las implicaciones de los efectos térmicos sobre el comportamiento de los componentes.
- Define que es un material semiconductor.
- Distingue los tipos de materiales semiconductores y los conceptos de hueco y electrón.
- Define los conceptos de impureza/dopante, nivel adicional, portadores mayoritarios y minoritarios y concentraciones volumétricas de portadores.
- Define que es la función de Fermi y el nivel de Fermi.
- Calcula las concentraciones volumétricas de concentraciones y huecos utilizando el teorema del producto, la ecuación de neutralidad de la carga y la energía del nivel de fermi en semiconductores.
- Distingue entre semiconductores homogéneos y no homogéneos y degenerados y no degenerados.
- Calcula las corrientes de arrastre y difusión en un semiconductor.
- Aplica la solución de la ecuación de continuidad de la carga a exposiciones luminosas uniformes e inyección constante de portadores minoritarios
- Obtiene en laboratorio la respuesta de un material semiconductor.
- Adquisición y asimilación de los conocimientos claves de los materiales semiconductores necesarios para los dispositivos electrónicos y fotónicos.

- BLOQUE 3

- Distingue los diferentes tipos de uniones PN
- Describe el comportamiento de los portadores libres alrededor de una unión PN abrupta y las zonas que se forman.
- Calcula el potencial de contacto de una unión PN
- Calcula la concentración volumétrica de portadores a lo largo de una estructura PN abrupta en equilibrio y polarizada.
- Calcula las corrientes de arrastre y difusión de portadores a lo largo de una estructura PN abrupta en equilibrio y polarizada.
- Obtiene de forma teórica la característica V-I de una unión PN y sus dependencias.
- Definir e identificar en la características V-I de una unión PN la corriente inversa de saturación la tensión inversa máxima, la corriente en directo máxima, la tensión umbral y la tensión en directo máxima.
- Aplicar las características V-I linealizadas de la unión PN para el cálculo de corrientes y tensiones en circuitos con diodos.
- Definir el efecto de ruptura de una unión PN y el componente a que da lugar.
- Identificar y definir cada elemento del circuito eléctrico equivalente de una unión PN obtenido desde el modelo de control de la carga.
- Calcular las capacidades que presenta una unión PN.
- Analizar circuitos con diodos en continua, gran señal y pequeña señal.
- Caracterizar diodos interpretando sus zonas de operación.
- Diseñar fuentes de alimentación con estabilizadores de tensión y diodos zéner.
- Identificar las características básicas de un componente de tres terminales con respecto a uno de dos.
- Identificar y definir las diferencias entre un transistor bipolar NPN y PNP.
- Describir el comportamiento interno de un transistor bipolar basándose en modelo de Ebers moll
- Calcular el punto de polarización de un transistor bipolar aplicando sus curvas de entrada y salida y las rectas de carga de los circuitos de polarización correspondientes.
- Diseñar circuitos de polarización para transistores bipolares.
- Definir, calcular y medir los elementos del circuito equivalente en pequeña señal de un transistor bipolar conocido su punto de polarización.
- Calcular corrientes y tensiones en pequeña señal para circuitos con transistores bipolares.
- Definir, calcular y medir ganancias de tensión, intensidad y potencia, impedancias de entrada y salida en amplificadores construidos con transistores bipolares.
- Analizar circuitos digitales construidos con transistores bipolares.
- Diferenciar entre transistores bipolares y unipolares.
- Diferenciar entre transistores JFET y MOS.
- Describir el funcionamiento interno de los transistores JFET.
- Calcular el punto de polarización de un transistor FET aplicando sus curvas de entrada y salida y las rectas de carga de los circuitos de polarización correspondientes.
- Describir el funcionamiento interno de los transistores MOS.
- Calcular el punto de polarización de un transistor MOS aplicando sus curvas de entrada y salida y las rectas de carga de los circuitos de polarización correspondientes.
- Diseña circuitos de polarización para transistores unipolares.
- Calcula el circuito equivalente en pequeña señal de un transistor unipolar conocido el punto de polarización.
- Calcula corrientes y tensiones en pequeña señal para circuitos con transistor unipolar.
- Analiza circuitos digitales construidos con transistores MOS.
- Diseña y mide circuitos de polarización de transistores bipolares identificando sus zonas de operación.
- Diseña y caracteriza circuitos de amplificación con transistores bipolares midiendo su ganancia, impedancia de entrada e impedancia de salida.
- Diseña y mide circuitos de polarización de transistores unipolares identificando sus zonas de operación.
- Diseña y caracteriza experimentalmente circuitos con transistores unipolares: efecto campo y MOS.
- Comprensión y utilización de las estructuras semiconductoras básicas y en especial la unión PN.
- Definición y utilización de los conceptos generales y básicos relacionados con los dispositivos electrónicos y fotónicos basados en semiconductores.

- BLOQUE 4

- Define el concepto de Fotónica y enumera sus diferentes áreas
- Define los conceptos y utiliza las terminologías básicas sobre componentes fotónicos
- Distingue componentes fotónicos pasivos de activos
- Describe la constitución y funcionamiento elemental de fibras ópticas (F.O.)
- Distingue y clasifica los diferentes tipos de F.O.
- Describe el funcionamiento de diodos emisores de luz (LEDS) y enumera sus características básicas
- Describe el funcionamiento de diodos láser y enumera sus características básicas
- Describir el funcionamiento de componentes fotodetectores de luz (fotorresistivos, fotodiodos y fototransistores)
- Usa las curvas características de LEDS, LASERES, RESISTORES Y DIODOS FOTODETECTORES
- Analiza circuitos con componentes fotónicos (fibras, LED, LASER, fotodetectores de estado sólido, optoacopladores, células solares...)
- Polariza un diodo LED en el punto de trabajo adecuado.
- Configura un opto-acoplador para acoplo de señales eléctricas.
- Explica el funcionamiento de un fotorresistor y lo caracteriza experimentalmente.

- BLOQUE 5

- Diseña una estrategia de funcionamiento de un micro-robot integrando sensores realizado con componentes electrónicos y fotónicos.
- Presenta y defiende públicamente los resultados de un trabajo conjunto.

- Asentamiento y comprensión de conceptos y técnicas consecuencias de la resolución de ejercicios y de la realización de prácticas en el laboratorio.

Utilización optimizada de instrumentación electrónica básica.

Adquisición del hábito de analizar y resolver problemas tanto teórica como prácticamente.

Utilización de los recursos de internet para la búsqueda de información relacionada con dispositivos electrónicos y fotónicos: bases de datos, distribuidores de componentes, fabricantes, etc.

Responsabilizarse del trabajo.

Participar y colaborar activamente en las tareas del equipo y fomentar la confianza, la cordialidad y la orientación a la tarea conjunta.

Adquisición de conocimientos y uso habitual del Inglés técnico mediante la interpretación de características de dispositivos y de los circuitos.

Interpretación de las características técnicas ofrecidas por los fabricantes de dispositivos.

Selección optimizada de los dispositivos electrónicos y fotónicos para cada aplicación.

Entender, analizar y diseñar, circuitos electrónicos y optoelectrónicos básicos basados en componentes discretos

4. OBJETIVOS

Conocer los conceptos generales y básicos relacionados con los componentes electrónicos y una introducción a su comportamiento.

Identificar, decodificar y seleccionar los componentes más apropiados para realizar aplicaciones concretas.

Conocer, entender, practicar y dominar los principios básicos de la conducción en sólidos claves para los componentes.

Conocer, entender, analizar y practicar con los fundamentos, conceptos, detalles constructivos, características técnicas y funciones de los componentes electrónicos pasivos más representativos.

Conocer, entender, analizar y practicar con los fundamentos, conceptos, estructuras, características técnicas y funciones de los componentes electrónicos activos más representativos.

Conocer y entender, en términos muy generales y descriptivamente, las estructuras básicas y su funcionamiento de los componentes fotónicos más significativos

Conocer y obtener el comportamiento de los principales componentes electrónicos y fotónicos.

Redactar memorias técnicas.

| 5. MODALIDADES ORGANIZATIVAS Y MÉTODOS DOCENTES | |
|---|------------------------|
| ACTIVIDADES | HORAS DE LA ASIGNATURA |
| ACTIVIDADES PRESENCIALES | |
| HORAS DE CLASE (A) | |
| - Teoría (TE) | 27,5 |
| - Prácticas en Aula (PA) | 10 |
| - Prácticas de Laboratorio Experimental(PLE) | 30 |
| - Prácticas de Laboratorio en Ordenador (PLO) | |
| - Prácticas Clínicas (CL) | |
| Subtotal horas de clase | 67,5 |
| ACTIVIDADES DE SEGUIMIENTO (B) | |
| - Tutorías (TU) | 7,5 |
| - Evaluación (EV) | 7,5 |
| Subtotal actividades de seguimiento | 15 |
| Total actividades presenciales (A+B) | 82,5 |
| ACTIVIDADES NO PRESENCIALES | |
| Trabajo en grupo (TG) | 45 |
| Trabajo autónomo (TA) | 22,5 |
| Tutorías No Presenciales (TU-NP) | |
| Evaluación No Presencial (EV-NP) | |
| Total actividades no presenciales | 67,5 |
| HORAS TOTALES | 150 |

| 6. ORGANIZACIÓN DOCENTE | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------|---|-------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|-----------|-----------|--------|
| CONTENIDOS | | TE | PA | PLE | PLO | CL | TU | EV | TG | TA | TU- NP | EV- NP | Semana |
| 1 | <p>BLOQUE 1.</p> <p>TEMA 0. Presentación</p> <p>TEMA 1. Generalidades de los componentes</p> <ul style="list-style-type: none"> - Definición y clasificación de los componentes. - Características básicas de los componentes. <p>Característica I-V</p> <ul style="list-style-type: none"> - Punto de polarización Resistencias estáticas y dinámica. - Normalización | 2,00 | 0,00 | 6,00 | 0,00 | 0,00 | 1,00 | 1,00 | 4,00 | 2,50 | 0,00 | 0,00 | 1 |
| 2 | <p>BLOQUE 2.</p> <p>TEMA 2. La conducción en sólidos I conductores y aislantes</p> <ul style="list-style-type: none"> - Conductores. Resistores - Aislantes. Condensadores - Conducción térmica. Disipación de calor. <p>TEMA 3. La conducción en sólidos II. Semiconductores</p> <ul style="list-style-type: none"> - Fundamentos materiales semiconductores - Semiconductores intrínsecos y extrínsecos - La conducción en semiconductores - Ecuación de continuidad de la carga | 4,50 | 2,50 | 4,00 | 0,00 | 0,00 | 1,00 | 1,50 | 5,00 | 4,00 | 0,00 | 0,00 | 1,2,3 |
| 3 | <p>BLOQUE 3.</p> <p>TEMA 4. La unión p-n: diodos</p> <ul style="list-style-type: none"> - Unión p-n en equilibrio - Unión p-n polarizada - Conducción en unión PN - Modelo de control de carga - Circuito aplicación <p>TEMA 5. Transistores bipolares. Fundamentos y aplicaciones</p> <ul style="list-style-type: none"> - Efecto transistor - Comportamiento en régimen continuo - Curvas características y polarización - Comportamiento en régimen dinámico - Aplicaciones y circuitos básicos <p>TEMA 6. Transistores unipolares. Fundamentos y aplicaciones</p> <ul style="list-style-type: none"> - Principio de funcionamiento - Transistor JFET. Curvas características y polarización - Transistor MOSFET. Curvas características y polarización - Comportamiento en régimen dinámico - Aplicaciones y circuitos básicos | 17,00 | 6,50 | 8,00 | 0,00 | 0,00 | 1,00 | 2,00 | 12,00 | 10,00 | 0,00 | 0,00 | 4-11 |
| 4 | <p>BLOQUE 4.</p> <p>COMPONENTES FOTÓNICOS</p> <p>TEMA 7. Introducción a los componentes fotónicos</p> <ul style="list-style-type: none"> - Fibra óptica. Fundamentos básicos de guiado de luz - Diodos LED y Láser. Fundamentos Básicos. - Detectores: Fotorresistor, fotodiodo, fototransistor | 4,00 | 1,00 | 2,00 | 0,00 | 0,00 | 1,00 | 1,00 | 4,00 | 3,50 | 0,00 | 0,00 | 12,13 |

| | | | | | | | | | | | | | |
|---|--|--------------|--------------|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|--------------|-------------|-------------|-----------|
| 5 | BLOQUE 5. Configuración, diseño y programación de un micro-robot. En este bloque se plantea una actividad de aprendizaje colaborativo en la que se integren los conocimientos sobre componentes electrónicos y fotónicos para cumplir una estrategia global. Se diseñarán sensores de movimiento, visión, iluminación, señalización, etc. basados en los componentes electrónicos y fotónicos estudiados. | 0,00 | 0,00 | 10,00 | 0,00 | 0,00 | 3,50 | 2,00 | 20,00 | 2,50 | 0,00 | 0,00 | 6,9,11-15 |
| TOTAL DE HORAS | | 27,50 | 10,00 | 30,00 | 0,00 | 0,00 | 7,50 | 7,50 | 45,00 | 22,50 | 0,00 | 0,00 | |
| Esta organización tiene carácter orientativo. | | | | | | | | | | | | | |

| | |
|-------|--|
| TE | Horas de teoría |
| PA | Horas de prácticas en aula |
| PLE | Horas de prácticas de laboratorio experimental |
| PLO | Horas de prácticas de laboratorio en ordenador |
| CL | Horas de prácticas clínicas |
| TU | Horas de tutoría |
| EV | Horas de evaluación |
| TG | Horas de trabajo en grupo |
| TA | Horas de trabajo autónomo |
| TU-NP | Tutorías No Presenciales |
| EV-NP | Evaluación No Presencial |

7. MÉTODOS DE LA EVALUACIÓN

| Descripción | Tipología | Eval. Final | Recuper. | % |
|--|---|-------------|----------|-------|
| Evaluación de conjunto: tests y ejercicios | Examen escrito | Sí | Sí | 50,00 |
| Calif. mínima | 0,00 | | | |
| Duración | 2,5 horas | | | |
| Fecha realización | En la fecha a tal efecto establecida por el Centro. Al final de la asignatura. | | | |
| Condiciones recuperación | Serán recuperables en la siguiente convocatoria oficial | | | |
| Observaciones | Prueba individual que comenzará por un test que consistirá en cuestiones con cuatro posibles respuestas de las que una es la correcta y en el que se penalizará las contestaciones erróneas. Se proseguirá con ejercicios y/o cuestiones en las que se defina, desarrolle o se efectúen cálculos sobre los contenidos de la asignatura. | | | |
| Pruebas de progreso: tests y ejercicios | Otros | No | No | 25,00 |
| Calif. mínima | 0,00 | | | |
| Duración | | | | |
| Fecha realización | En el transcurso del curso. | | | |
| Condiciones recuperación | | | | |
| Observaciones | Se realizarán pruebas distribuidas a lo largo de la asignatura que posibilitan tanto al alumno como al profesor evaluar el progreso de lo aprendido tras ser desarrollados los consiguientes temas de la asignatura, por lo que esta actividad no es recuperable en la convocatoria extraordinaria. | | | |
| Prueba práctica individual en el laboratorio | Evaluación en laboratorio | No | Sí | 10,00 |
| Calif. mínima | 0,00 | | | |
| Duración | | | | |
| Fecha realización | Al finalizar la asignatura | | | |
| Condiciones recuperación | | | | |
| Observaciones | Trata de determinar el grado de aprendizaje (de cada alumno) de las temáticas practicadas en el laboratorio así como el manejo de instrumentación sencilla. | | | |
| Evaluación cotidiana de actividades y resultados en el laboratorio | Otros | No | No | 5,00 |
| Calif. mínima | 0,00 | | | |
| Duración | | | | |
| Fecha realización | a lo largo del curso | | | |
| Condiciones recuperación | | | | |
| Observaciones | Cada alumno realizará un cuaderno de laboratorio en el que quedará reflejadas las actividades realizadas y sus resultados. En base a ello y a las observaciones y cuestiones orales según se efectúan las prácticas los profesores emitirán una calificación que puede representar hasta el 5 % de la calificación global final (0.5 puntos sobre 10). Por lo que esta actividad no es recuperable en la convocatoria extraordinaria. | | | |
| Evaluación de la actividad grupal | Evaluación en laboratorio | No | No | 10,00 |
| Calif. mínima | 0,00 | | | |
| Duración | | | | |
| Fecha realización | Al final de la asignatura | | | |
| Condiciones recuperación | | | | |

| | |
|---|--|
| Observaciones | Para que los alumnos visionen los componentes como piezas claves para realizar circuitos y equipos, y para que practiquen con la selección de componentes para aplicaciones específicas, los usen adecuadamente, diseñen monten y caractericen circuitos sencillos, etc. se ha diseñado una práctica distribuida de conjunto en la que reúnen "armoniosamente" componentes para un fin real (bloque V). Ello lo realizarán necesariamente en grupo para que desarrollen esta capacidad de trabajo colectivo. Al final de la actividad cada grupo presentará y defenderá su actividad ante los profesores que la evaluarán pudiendo incidir el resultado hasta un 10% de la nota final (1 punto sobre 10). Por lo que esta actividad no es recuperable en la convocatoria extraordinaria. |
| TOTAL | 100,00 |
| Observaciones | La superación de la asignatura se logrará cuando se alcancen, al menos el 50% de la nota total resultante de agregar los resultados de toda las evaluaciones mencionadas (es decir 5 puntos sobre 10). Tras la convocatoria extraordinaria, no se tendrá 'memoria' alguna. Es decir en las siguientes convocatorias oficiales de la asignatura se partirá como si se cursase la citada por primera vez. |
| Criterios de evaluación para estudiantes a tiempo parcial | Efectuarán una prueba de laboratorio y una prueba de conjunto escrita en aula que tendrán unos pesos del 25% y del 75 % de la nota final, respectivamente. |

8. BIBLIOGRAFÍA Y MATERIALES DIDÁCTICOS

BÁSICA

Teoría

1. "Dispositivos y circuitos electrónicos", J. Millman y C.C. Halkias. Editorial Piramide. 10ª Edición.
2. "Componentes electrónicos", Felipe Espinosa y otros. Servicio de publicaciones. Universidad de Alcalá 3ª Edición.
3. "Física de los dispositivos electrónicos" Vol.I y Vol.II, G.L. Araujo, G. Sala, J.M.Ruiz. 2ª Edición
4. "Electronic Components", Víctor Meeldijk, 1996.

Problemas

5. "Componentes electrónicos" Tomos I, II, y III, José Miguel López Higuera. DPTO. de publicaciones EUITT de UPM.1989
6. Problemas de componentes electrónicos y fotónicos", Jose Miguel López Higuera y Fco Javier Madruga. Febrero 2010

Laboratorio

6. R. Alvarez Santos, "Materiales y componentes electrónicos pasivos", EDITESA, 1996.
7. R. Alvarez Santos, "Materiales y componentes electrónicos activos", EDITESA, 1992.
8. A.P. Malvino, "Principios de Electrónica", McGraw-Hill, 2000.
9. J.M. Angulo, "Enciclopedia de Electrónica Moderna", Tomos 1-7, Paraninfo, 1991-1995.
10. A.D.Sedra, K.C.Smith, "Circuitos Microelectrónicos", Oxford University Press, 1999.

Complementaria

1. José Miguel López Higuera, "Componentes Electrónicos: Teoría y ejercicios resueltos componentes pasivos" 1987
2. José Miguel López Higuera, "Componentes Electrónicos: Ejercicios resueltos de semiconductores y diodos" 1990
3. José Miguel López Higuera, "Componentes Electrónicos: Ejercicios resueltos de transistores" 1991
4. F. Espinosa, R. García, J.L. Lázaro, J. Ureña, "Comoponentes Electrónicos". Servicio de Publicaciones de la Universidad de Alcalá 1995
5. Robert F. Pierret, "Fundamentos de semiconductores". Editorial Addison-Wesley Iberoamericana. 2ª Edicion, 1994
6. Gerold W. Neudeck, "El diodo PN de unión". Editorial Addison-Wesley Iberoamericana. 2ª Edicion, 1994
7. Robert F. Pierret, "Dispositivos de efecto de campo". Editorial Addison-Wesley Iberoamericana. 2ª Edicion, 1994
8. Gerold W. Neudeck, "El transistor bipolar de unión". Editorial Addison-Wesley Iberoamericana. 2ª Edicion, 1994
9. H. Carter y M. Donker, "Optoelectrónica Aplicada", Editorial Paraninfo. 1981

9. SOFTWARE

| PROGRAMA / APLICACIÓN | CENTRO | PLANTA | SALA | HORARIO |
|-----------------------|--------|--------|------|---------|
|-----------------------|--------|--------|------|---------|

10. COMPETENCIAS LINGÜÍSTICAS

- Comprensión escrita
- Comprensión oral
- Expresión escrita
- Expresión oral
- Asignatura íntegramente desarrollada en inglés

Observaciones