

DISPOSITIVOS OPTOELECTRÓNICOS

Introducción a la asignatura

Lluís Prat Viñas

Departamento de Ingeniería Electrónica

Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Telecomunicación de Barcelona (ETSETB)

Universidad Politécnica de Catalunya (UPC)

e-mail: lluis.prat@upc.edu Despatx: edifici C4, 2^a planta, 204

INTRODUCCIÓN

- I.1.- Objetivos de la asignatura
- I.2.- Temario
- I.3.- Programa
- I.4.- Bibliografía
- I.5.- Evaluación
- I.6.- La optoelectrónica y las TIC

I.1.- Objetivos de la asignatura

Introducir al estudiante en el conocimiento de los dispositivos optoelectrónicos y sus aplicaciones básicas a partir del conocimiento de los fenómenos físicos que los sustentan.

El curso se plantea como una experiencia piloto de enseñanza presencial en la UPC y simultáneamente enseñanza por videoconferencia en la Universidad Nacional Tecnológica del Cono Sur de Lima (UNTECS).

I.2.- Temario

- 1.- Naturaleza y propiedades de la luz
- 2.- Fundamentos de mecánica cuántica
- 3.- Semiconductores
- 4.- Células solares
- 5.- Sensores de luz y de imagen
- 6.- Dispositivos emisores de radiación y fibras ópticas
- 7.- Pantallas electrónicas
- 8.- Otros dispositivos optoelectrónicos

I.3.- Programa

1.- Naturaleza y propiedades de la luz

1.1.- Naturaleza de la luz. De Huygens a Einstein

1.2.- El espectro electromagnético. El espectro visible

1.3.- Naturaleza ondulatoria de la luz. Índice de refracción y velocidad de propagación. Refracción y reflexión. Interferencias de ondas. Polarización. Dispersión.

1.4.- Fenómenos ondulatorios de la luz

1.5.- Naturaleza corpuscular de la luz

1.6.- Fenómenos corpusculares. Radiación del cuerpo negro. Efecto fotoeléctrico. Efecto Compton.

1.7.- Dualidad onda corpúsculo en la luz. El fotón

2.- Fundamentos de mecánica cuántica

2.1.- El modelo atómico de Bohr

2.2.- Dualidad onda corpúsculo en la mecánica cuántica

2.3.- El paquete de ondas

2.4.- Principio de incertidumbre de Heisenberg

2.5.- La ecuación de Schrödinger

2.6.- El efecto tunel

2.7.- El pozo cuántico

2.8.- Modelo cuántico del átomo

3.- Semiconductores

3.1.- Notas sobre la historia de los semiconductores

3.2.- Estructura cristalina y portadores de corriente

3.3.- Bandas de energía en un semiconductor

3.4.- Semiconductor intrínseco, de tipo N y de tipo P.

3.5.- Generación y recombinación de portadores

3.6.- Corrientes de difusión y arrastre. Resistencia de un semiconductor

3.7.- Ecuaciones de continuidad

3.8.- Cargas y campos en un semiconductor

3.9.- Diagrama de bandas de energía

3.10.- Análisis de la unión PN. Ecuación del diodo. Ruptura de la unión

3.11.- Capacidad de transición y de difusión

3.12.- Semiconductores de gap directo y de gap indirecto

3.13.- Absorción de radiación por un semiconductor

3.14.- La unión PN iluminada

4.- Células solares

- 4.1.- Energías renovables y energía solar fotovoltaica. Consumo energético. Limitación de recursos de energía fósiles. Cambio climático y seguridad.
- 4.2.- La radiación solar
- 4.3.- Estructura, operación y característica eléctrica de la célula solar
- 4.4.- Factores que limitan la eficiencia de una célula solar. Desacoplo espectral. Pérdidas por reflexión. Absorción incompleta. Pérdidas por recombinación. Resistencias parásitas.
- 4.5.- Respuesta espectral y eficiencia cuántica de uan célula solar
- 4.6.- Tecnologías fotovoltaicas. Silicio monocristalino, multicristalino, de cinta y amorfo. Teluro de Cadmio. Células CIS y CIGS. Células multiunión.
- 4.7.- El panel fotovoltaico. Efectos de iluminación, temperatura y sombras. Diodos de protección. Sistemas de seguimiento solar. Panel de concentración.
- 4.8.- Sistemas fotovoltaicos. Sistemas autónomos y sistemas conectados a red.
- 4.9.- Componentes de un sistema fotovoltaico. Baterías. Regulador de carga. Convertidores. Cableado. Elementos de control y protección.
- 4.10.- Dimensionado de sistemas fotovoltaicos. Obtención de datos de radiación solar según la inclinación del panel. Método de balance energético. Diseño por peor mes y por media anual. Calculo de paneles. Calculo de baterías. Herramientas softwarer para el diseño de sistemas fotovoltaicos.

5.- Sensores de luz y de imagen

5.1.- Fotorresistencias

5.2.- Fotodiodos PIN y fotodiodos de avalancha

5.3.- El transistor bipolar. Fototransistores

5.4.- Optoacopladores

5.5.- Sensores de imagen CCD

5.6.- El transistor MOS. Sensores de imagen CMOS

6.- Dispositivos emisores de radiación y fibras ópticas

6.1.- Luz, color y visión. Sistemas de unidades fotométricas y radiométricas.

Magnitudes colorímetras.

6.2.- El diodo electroluminiscente (LED). Mecanismos de recombinación.

Semiconductores para LEDs

6.3.- Parámetros característicos de un LED

6.4.- Aplicaciones del LED

6.5.- El laser. Emisión estimulada y luz laser. Tipos de laser

6.6.- El diodo laser. Laser de heterounión y laser de pozos cuánticos

6.7.- Parámetros característicos del diodo laser

6.8.- Aplicaciones del laser

6.9.- La fibra óptica. Principio de funcionamiento. Atenuación de la luz en la fibra. Propagación de la luz en la fibra. Aplicaciones de la fibra óptica

7.- Pantallas electrónicas

- 7.1.- Del disco de Nipkow a la televisión electrónica
- 7.2.- El tubo de rayos catódicos
- 7.3.- Pantallas de plasma
- 7.4.- Pantallas de cristal líquido LCD. El cristal líquido. Matrices pasivas y activas. Pantallas TFT-LCD. Pantallas LED-LCD.
- 7.5.- Pantallas OLED. Semiconductores orgánicos. Estructura de las pantallas OLED. Matrices pasivas y activas. Arquitecturas de pantallas OLED.
- 7.6.- Proyector de video. Proyector LCD. Proyector DLP. Proyector LCoS. Picoproyectores

8.- Otros dispositivos optoelectrónicos

- 8.1.- Papel electrónico. Tecnología gyrycon, electroforética, electrowetting, electrofluídica.
- 8.2.- Visión nocturna. Visión nocturna biológica. Iluminación activa. Intensificador de imagen. Visión nocturna térmica. Aplicaciones.
- 8.3.- Televisión 3D. Principios biológicos de la visión 3D. Estereoscopia. Visualización 3D directa. Estereoscopios. Anaglifos. Gafas polarizadas. Gafas activas. Pantalla autoestereoscópica. Sistema de televisión 3D.
- 8.4.- Escaners 3D. Escaner por tiempo de vuelo. Escaner por triangulación. Escaner de luz estructurada. Aplicaciones.

I.4.- Bibliografía

- Dispositivos Electrónicos y Fotónicos. Fundamentos. L.Prat y J. Calderer. Ediciones UPC, 2006
- Introduction to Electronic Devices. Michael Shur. John Wiley and Sons, 1996.
- Solid State Electronic Devices. B.G. Streetman. Prentice Hall, 1972

Adicionalmente y como fuente de información muy importante: Internet

I.5.- Evaluación

Evaluación continua:

Asistencia a clase: 5%

Tests de repaso de las clases por ATENEA: 25%

Control primera parte: 30%

Control segunda parte: 30%

Trabajo final: 10%

Examen final:

(Solo para los que no aprueben la evaluación continua o para mejorar nota)

* Para tener derecho a la evaluación continua el estudiante debe asistir como mínimo al 70% de las clases.

** Los que aprueben la evaluación continua habrán aprobado por curso.

I.6.- Optoelectrónica y las TIC: una panorámica histórica

La optoelectrónica es una rama de la física que estudia el funcionamiento físico y las aplicaciones de un conjunto de dispositivos electrónicos que generan, detectan y controlan la luz, entendida como radiación electromagnética que incluye, además del espectro visible, radiaciones invisibles como el infrarrojo, ultravioleta y los rayos X y gamma.

Los dispositivos optoelectrónicos son transductores entre el dominio eléctrico y el dominio óptico o instrumentos que usan estos dispositivos en su operación.

Está basada en la interacción entre la luz y la materia, básicamente semiconductores, y se fundamenta en la mecánica cuántica.

Es una rama de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC).

Las siguientes diapositivas ofrecen una visión panorámica de la historia de las TIC.