

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE
ESCUELA DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA ELECTRICA

IEE1133 MATERIALES ELÉCTRICOS

Créditos y horas:	10 créditos / 10 horas (3 horas de cátedra por trabajo, 1.5 horas sesión de problemas por semana, 5.5 horas de trabajo individual)
Profesor:	Roberto Rodríguez
Coordinador:	Por definir
Bibliografía:	Livingston, James D. Electronic Properties of Engineering Materials. New York, Wiley, 1999.
Descripción:	La tecnología electrónica de estado sólido ha experimentado una revolución en las últimas décadas. Junto con el silicio, hoy coexisten otros tipo de materiales eléctricos como el arsenio-galio, galio-indio e innumerables otros semiconductores. Ello ha generado un cambio importante en áreas como la litografía, óptica, energía solar, comunicaciones, electrónica de potencia e industria del láser; entre otras. El curso se enfoca en el estudio de elementos eléctricos de estado sólido, involucrando tres ingredientes esenciales: i) Física de semiconductores; ii) Dispositivos electrónicos basados en semiconductores y iii) Características dieléctricas, magnéticas y conductoras de los materiales eléctricos.
Prerequisitos:	FIS1533 Electricidad y Magnetismo
Co-requisitos:	No tiene
Tipo de curso:	Curso Mínimo
Objetivos de aprendizaje:	<ol style="list-style-type: none">1. Describir los elementos básicos sobre la naturaleza de la luz. (propiedades ondulatorias y corpusculares de la luz, la correspondencia entre ambas, en particular las relaciones de Einstein entre energía y frecuencia, y entre momentum y longitud de onda).2. Expresar las relaciones de Broglie para los electrones. Explicar el significado de la ecuación de Schrödinger como la ecuación de onda que describe el comportamiento de los electrones, así como el significado probabilístico de la solución de esta ecuación.3. Describir las propiedades espectrales básicas asociadas a la ecuación de Schrödinger (niveles de energía de un electrón en distintos potenciales como se indica en 1.3 del programa) y la relación entre saltos de energía y fotones emitidos.4. Explicar la estructura de bandas para potenciales periódicos que modelan estructuras cristalinas. Usando el Principio de Pauli, explicar conceptos como: Nivel de Fermi, llenado de capas, relación entre el

llenado de capas y las propiedades de aislantes y conductores, densidad de electrones, etc. En casos simples, calcular las propiedades macroscópicas de transporte de carga en distintas situaciones y las propiedades microscópicas de los electrones y de las estructuras de capas.

5. Distinguir el rol de las impurezas en los semiconductores, el concepto de huecos (agujeros), y sus implicancias: distintos tipos de semiconductores, sus propiedades y aplicaciones.
6. Utilizando el concepto de densidad de electrones, y de nivel de Fermi, derivar las propiedades de sólidos en contacto, (en particular deducir al menos cualitativamente) las propiedades térmicas de uniones y sus aplicaciones (efectos Peltier, Seebeck y otros).
7. Describir el origen de las propiedades magnéticas de los materiales y su relación con las propiedades microscópicas de la materia.
8. Derivar las propiedades básicas de distintos tipos de medios magnéticos, y cuáles son sus consecuencias y aplicaciones.
9. Describir el Efecto Hall y sus aplicaciones.
10. Describir la relación entre las propiedades ópticas de distintos tipos de sólidos y la estructura microscópica de los mismos.
11. Distinguir los principios básicos que caracterizan a los lasers, y sus aplicaciones.

**Criterios ABET
relacionados al curso:**

- a. Conocimiento de matemáticas, ciencias e Ingeniería.
- e. Identificar, formular y resolver problemas de Ingeniería.
- j. Conocimiento de temas contemporáneos.
- k. Técnicas, habilidades y herramientas modernas para las prácticas de la Ingeniería.

Contenidos:

1. Fundamentos de la Teoría Electrónica de los Materiales.
 - 1.1. Dualidad onda-partícula.
 - 1.2. Ecuación de Schrödinger.
 - 1.3. Solución de la Ecuación de Schrödinger.
 - 1.3.1. Electrones libres (conducción).
 - 1.3.2. Electrones en un pozo de potencial (aislantes).
 - 1.3.3. Electrones frente a una barrera de potencial finita (Efecto Túnel).
 - 1.3.4. Electrones en el campo periódico de un cristal (semiconductores).
 - 1.4. Bandas de energía en cristales.
 - 1.4.1. Esquema de zonas unidimensional.
 - 1.4.2. Zonas de Brillouin unidimensionales y bidimensionales.
 - 1.4.3. Estructura de bandas de metales y semiconductores.
 - 1.4.4. Curvas y planos de igual energía.
 - 1.5. Electrones en cristales.
 - 1.5.1. Energía de Fermi y superficie de Fermi.
 - 1.5.2. Función de distribución de Fermi.
 - 1.5.3. Estados de densidad.

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE
ESCUELA DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA ELECTRICA

- 1.5.4. Densidad de población de electrones.
- 1.5.5. Función de densidad completa de estados en una banda.
- 1.5.6. Consecuencias del modelo de bandas.
- 2. Propiedades eléctricas de los materiales.
 - 2.1. Conducción eléctrica en metales y aleaciones.
 - 2.1.1. Conductividad – Teoría electrónica clásica.
 - 2.1.2. Conductividad – Consideraciones de mecánica cuántica.
 - 2.1.3. Resultados experimentales (Metales puros y aleaciones).
 - 2.1.4. Superconductividad (Elementos Fundamentales de la Teoría BCS).
 - 2.1.5. Fenómenos termoeléctricos (Efectos Peltier, Seebeck y otros).
 - 2.2. Semiconductores.
 - 2.2.1. Estructura de bandas.
 - 2.2.2. Semiconductores intrínsecos.
 - 2.2.3. Semiconductores extrínsecos.
 - 2.2.4. Efecto Hall.
 - 2.2.5. Semiconductores compuestos.
 - 2.2.5. Dispositivos semiconductores.
 - 2.3. Propiedades eléctricas de polímeros, cerámicas, dieléctricos y materiales amorfos.
 - 2.3.1. Polímeros conductivos y metales orgánicos.
 - 2.3.2. Conducción iónica.
 - 2.3.3. Conducción en óxidos metálicos.
 - 2.3.4. Materiales amorfos (vidrios metálicos).
 - 2.3.5. Propiedades de los dieléctricos.
 - 2.3.6. Ferroelectricidad, piezoelectricidad y Electrostricción.
- 3. Propiedades magnéticas de los materiales.
 - 3.1. Fundamentos del magnetismo.
 - 3.2. Tratamiento clásico de los fenómenos magnéticos.
 - 3.2.1. Diamagnetismo.
 - 3.2.2. Paramagnetismo.
 - 3.2.3. Ferromagnetismo.
 - 3.2.4. Antiferromagnetismo.
 - 3.2.5. Ferromagnetismo.
 - 3.3. Consideraciones cuánticas de los fenómenos magnéticos.
 - 3.3.1. Paramagnetismo.
 - 3.3.2. Diamagnetismo.
 - 3.3.3. Ferromagnetismo.
 - 3.3.4. Antiferromagnetismo.
 - 3.4. Aplicaciones.
 - 3.4.1. Aceros eléctricos.
 - 3.4.2. Imanes permanentes.
 - 3.4.3. Grabación magnética y memorias magnéticas.
- 4. Propiedades ópticas de los materiales.
 - 4.1. Constantes ópticas
 - 4.1.1 Índice de refracción.
 - 4.1.2. Constante de amortiguamiento.
 - 4.1.3. Profundidad de penetración característica y absorbancia.

- 4.1.4. Reflectividad y Transmitancia.
- 4.2. Teoría atómica de las propiedades ópticas.
 - 4.2.1. Electrones libres sin amortiguamiento.
 - 4.2.2. Electrones libres sujetos a amortiguamiento.
 - 4.2.3. Reflectividad.
 - 4.2.4. Enlaces electrónicos.
 - 4.2.5. Contribución de los electrones libres y las oscilaciones armónicas a las constantes ópticas.
- 4.3. Tratamiento cuántico de las propiedades ópticas.
 - 4.3.1. Absorción de luz debida a transiciones interbanda e intrabanda.
 - 4.3.2. Espectro óptico de materiales.
 - 4.3.3. Dispersión.
- 4.4. Aplicaciones.
 - 4.4.1. Medición de las propiedades ópticas.
 - 4.4.2. Espectro óptico de metales puros.
 - 4.4.3. Espectro óptico de aleaciones.
 - 4.4.4. Emisión de luz (Láser y modulación).
 - 4.4.5. Optoelectrónica integrada.
 - 4.4.6. Dispositivos ópticos de almacenamiento de información.