

Plan 277 Lic. en Física

Asignatura 44039 ELECTROMAGNETISMO

Grupo 1

### Presentación

Campos electrostático y magnetostático en el vacío y en medios materiales. Fenómenos electromagnéticos no estacionarios y teoría de circuitos. Ondas electromagnéticas.

### Programa Básico

Electrostática en el vacío.  
 Electrostática en medios materiales: conductores y dieléctricos.  
 Problemas de potencial.  
 Corrientes estacionarias.  
 Magnetostática en el vacío.  
 Inducción electromagnética.  
 Magnetostática en medios materiales.  
 Ecuaciones de Maxwell.  
 Propagación de ondas planas.  
 Teoría de circuitos.  
 Líneas de transmisión.

### Objetivos

Adquirir los conocimientos básicos del Electromagnetismo y sus aplicaciones.

### Programa de Teoría

Tema 1.- Ley de Coulomb  
 Introducción. Reseña histórica. Ley de Coulomb. Carga eléctrica. Ley de Coulomb. Sistemas de cargas puntuales. Distribuciones continuas de carga.

Tema 2.- El campo y potencial eléctrico  
 Campo eléctrico. Líneas de fuerza. La función delta ( $\delta$ ) de Dirac. Formulación diferencial de las ecuaciones del campo. El potencial electrostático. El potencial electrostático: definición y propiedades. Superficies equipotenciales. El potencial electrostático y la energía. Ecuaciones de Poisson y Laplace.

Tema 3.- Ley de Gauss  
 Formulación integral de las ecuaciones del campo: ley de Gauss. Comportamiento del campo eléctrico al atravesar una superficie cargada. Aplicaciones de la ley de Gauss.

Tema 4.- Conductores en equilibrio  
 Conductores y aislantes. Conductores en equilibrio electrostático: resultados generales. Campo en la superficie de un conductor. Sistemas de conductores: coeficientes de potencial. Coeficientes de capacidad e influencia. Influencia total: pantalla eléctrica. Condensadores.

Tema 5.- Energía electrostática  
 Energía de un sistema de cargas. Energía en función del campo eléctrico. Energía de un sistema de conductores. Fuerzas en sistemas electrostáticos.

Tema 6.- Multipolos  
 Desarrollo multipolar del potencial creado por una distribución de carga. El dipolo eléctrico. Dipolo eléctrico en un campo uniforme. El cuadrupolo lineal.

Tema 7.- El campo electrostático en medios dieléctricos

Comportamiento de dieléctricos en un campo electrostático. Polarización. Campo fuera de un dieléctrico. Forma generalizada de la ley de Gauss: el vector desplazamiento eléctrico. Relaciones constitutivas: susceptibilidad y permitividad eléctricas. Condiciones en la frontera entre dos dieléctricos. Medida del campo en los medios materiales: cavidad en el medio. Clasificación de dieléctricos. Energía y fuerzas.

Tema 8.- Corriente eléctrica estacionaria I: resultados generales

Naturaleza de la corriente eléctrica. Densidad e intensidad de corriente. La ecuación de continuidad. Generadores: fuerza electromotriz. Ley de Ohm: conductividad y resistividad. Ley de Joule. Solución de problemas de corrientes estacionarias. Condiciones de contorno. Conductancia y resistencia. Tiempo de relajación.

Tema 9.- Corriente eléctrica estacionaria II: teoría de circuitos

Generadores y resistencias de dos terminales. Circuitos de corriente continua. Leyes de Kirchhoff. Asociación de resistencias. Asociación de generadores. Análisis de redes. Teoremas de redes.

Tema 10.- Problemas de contorno

Planteamiento de los problemas de potencial. Teoremas de Green. Potencial en una región acotada. Unicidad de la solución de la ecuación de Laplace. Condiciones de contorno de Dirichlet y Neumann. El método de las imágenes.

Tema 11.- Métodos analíticos

Separación de variables en coordenadas cartesianas. Separación de variables en coordenadas cilíndricas. Casos especiales armónicos cilíndricos. Separación de variables en coordenadas esféricas. Problemas con simetría acimutal: polinomios de Legendre.

Tema 12.- Métodos numéricos

Introducción. Método de diferencias finitas. Aplicación a problemas de potencial. Resolución del sistema de ecuaciones. Coeficientes de Green. Método de Monte Carlo.

Tema 13.- El campo y potenciales magnetostáticos

Interacción entre corrientes: Ley de Ampère. Ley de Biot-Savart: Inducción magnética. Cargas puntuales en movimiento. Ecuaciones del campo magnetostático. Teorema de Ampère. Potencial vector: definición y propiedades. El potencial escalar magnético

Tema 14.- Inducción electromagnética

Ley de inducción de Faraday. Medios estacionarios. Medios en movimiento. Coeficientes de inducción. Fórmula de Neumann. Coeficiente de acoplamiento. Asociación de inducciones.

Tema 15.- Energía magnética

Energía de un sistema de corrientes. Energía en función del campo magnético. Fuerzas magnéticas sobre circuitos.

Tema 16.- Multipolos magnéticos

Desarrollo multipolar del potencial vector creado por una distribución de corriente. Dipolo magnético. Dipolo en un campo magnético.

Tema 17.- El campo magnético en medios materiales

Introducción. Imanación: corrientes de imanación. Campo magnético creado por un material imanado. Ecuaciones del campo: vector H. Relaciones constitutivas: susceptibilidad y permeabilidad magnéticas. Condiciones en la frontera entre dos medios magnéticos. Energía y fuerzas. Circuitos magnéticos.

Tema 18.- Ecuaciones de Maxwell

Corriente de desplazamiento. Ecuaciones de Maxwell. La ecuación de ondas. Condiciones en los límites. Potenciales electromagnéticos. Energía electromagnética: teorema de Poynting. Momento del campo electromagnético

Tema 19.- Propagación de ondas planas

Campos armónicos: ecuación de Helmholtz. Ondas planas armónicas. Ondas planas en dieléctricos. Ondas planas en conductores. Efecto pelicular (skin): profundidad de penetración. Vector de Poynting complejo.

Tema 20.- Corrientes lentamente variables

Introducción. Leyes de Kirchhoff. Comportamiento transitorio y estacionario de un circuito. Régimen transitorio de algunos circuitos simples.

Tema 21.- Régimen estacionario

Respuesta senoidal. Notación fasorial. Respuesta de elementos pasivos en el dominio de la frecuencia. Impedancia y reactancia. Leyes de Kirchhoff en el dominio de la frecuencia. Asociación de impedancias. Resonancia.

Tema 22.- Técnicas de análisis

Transformaciones de fuentes. Circuitos equivalentes de Thévenin y Norton. Método de voltaje de nodo. Método de corriente de malla. Potencia. Factor de potencia. Máxima transferencia de potencia.

---

Tema 23.- Circuitos de parámetros distribuidos

Líneas de transmisión: parámetros del circuito. Ecuaciones de la línea de transmisión: solución general. Líneas sin pérdidas. Transformación de impedancias. Coeficiente de reflexión. Razón de onda estacionaria. Líneas con pérdidas. Líneas sin distorsión.

---

## Programa Práctico

---

## Evaluación

---

Examen teórico (50%) y examen de problemas (50%).

---

## Bibliografía

---

### TEORIA

LÓPEZ RODRÍGUEZ, V. "Electromagnetismo". UNED. (2002).

NILSSON, J.W. y RIEDEL, S.A. "Circuitos eléctricos". 6ª ed. Prentice Hall. (2001).

REITZ, J., MILFORD, F. y CHRISTY, R. "Fundamentos de la Teoría Electromagnética". 4ª ed. Addison Wesley. (1996).

WANGSNESS, R.K. "Campos Electromagnéticos". Limusa. (1989).

### PROBLEMAS

GASCON LATASA, F. y otros. "Electricidad y Magnetismo". Pearson Educación S.A. (2004).

GONZALEZ FERNANDEZ, A. "Problemas de Campos Electromagnéticos". Schaum. McGraw Hill. (2005).

LÓPEZ RODRÍGUEZ, V. "Problemas Resueltos de Electromagnetismo". 2ª ed. Editorial Centro de Estudios Ramón Areces. (2003).

ORIA, J.F. y COMPAÑ, V. "Problemas sobre el campo Electromagnético". ECIR. (1990).

SERRANO, V., GARCIA, G. y GUTIERREZ, C. "Electricidad y Magnetismo". Prentice Hall. (2001).

---