

Electromagnetismo I

CONTENIDOS MÍNIMOS:

Electrostática. Problemas de contorno. Múltiplos. Dieléctricos. Magnetostática. Campos variables. Ecuaciones de Maxwell. Leyes de Conservación. Guías y cavidades de ondas.

PROGRAMA ANALÍTICO:

UNIDAD 1. HERRAMIENTAS MATEMÁTICAS

Teoría de distribuciones. Definición. Propiedades y soporte de una distribución. Distribución delta de Dirac y de Heaviside. Series de Fourier. Expansión de una función en serie de Fourier. Transformadas integrales de Fourier. Producto de convolución. Campos vectoriales. Transformaciones propias e impropias. Campo vectorial, escalar, pseudovectorial y pseudoescalar. Campos rotacionales y solenoidales. Teoremas integrales de Stokes y de Gauss. Función de Green para la ecuación de Laplace. Potenciales vectores y escalares. Densidades de fuente y de circulación. Condición de calibre. Ecuación de Laplace. Problemas con condiciones de contorno: a) Armónicos circulares. b) Armónicos esféricos. Ecuación y polinomios de Legendre. Propiedades. Autofunciones de la superficie esférica. c) Ecuación y funciones de Bessel. Propiedades. Desarrollo en serie de autofunciones cilíndricas en regiones finitas. Series de Fourier - Bessel.

UNIDAD 2: INTRODUCCIÓN AL ELECTROMAGNETISMO

Ecuaciones de Maxwell en el vacío. Ecuación de continuidad. Ecuación de Lorentz. Densidades de cargas y de corrientes. Relaciones constitutivas entre los campos electromagnéticos. Ecuaciones de Maxwell microscópicas. Características de los medios materiales. Condiciones de frontera en la interfase entre dos medios materiales diferentes.

UNIDAD 3: ELECTROSTÁTICA

Ley de Coulomb. Campo eléctrico. Distribuciones de carga. Ley de Gauss. Potencial escalar. Ecuaciones de Poisson y de Laplace. Energía potencial electrostática y densidad de energía. Teorema de reciprocidad de Green. Método de las imágenes. Grupos de cargas puntuales y desarrollo multipolar. Distribuciones superficiales de cargas y de dipolos. Discontinuidades en el campo y el potencial eléctrico. El potencial en términos de una distribución de carga. Condiciones Dirichlet y Neumann; unicidad de las soluciones. Solución por la función de Green.

UNIDAD 4: ELECTROSTÁTICA EN MEDIOS MATERIALES

Desarrollo multipolar del potencial para una distribución arbitraria de carga. Momento dipolar y cuadrupolar. Tratamiento de la electrostática en presencia de medios materiales. Polarización inducida y desplazamiento eléctrico. Condiciones de contorno. Método de las imágenes. Energía electrostática en medios dieléctricos. Relaciones entre energía y fuerzas en el campo electrostático. Tensor de tensiones de Maxwell.

UNIDAD 5: MAGNETOSTÁTICA

Introducción y definiciones. Ley de Biot y Savart. Ecuaciones diferenciales de la magnetostática. Ley de Ampere. Potencial vector. Condición de Coulomb. Aplicaciones. Campo magnético de una distribución localizada de corriente; momento magnético. Campo y potencial de un dipolo magnético. Fuerza y momento sobre una distribución localizada de corriente en un campo de inducción magnético. Ecuaciones macroscópicas de la magnetostática. Relaciones

constitutivas. Sustancias paramagnéticas, diamagnéticas y ferromagnéticas; propiedades. Métodos de resolución para problemas de contorno en magnetostática por medio de a) el potencial vector, b) el potencial escalar. Aplicaciones: problemas con condiciones de contorno en dos y tres dimensiones.

UNIDAD 6: CAMPOS VARIABLES CON EL TIEMPO

Ley de inducción de Faraday. Energía en un campo magnético. Corriente de desplazamiento de Maxwell. Potencial escalar y vector. Ecuaciones de D'Alembert. Transformaciones de Lorentz, condición de Lorentz y de Coulomb. Función de Green para la ecuación de ondas. Teorema de Poynting y leyes de conservación de la energía. Balance de energía y momento. Teorema de Poynting para campos armónicos; impedancia y admitancia.

UNIDAD 7: ONDAS ELECTROMAGNÉTICAS PLANAS

Ondas planas en un medio no conductor. Polarización lineal y circular. Reflexión y refracción de ondas electromagnéticas en la interfase que separa dos medios dieléctricos; propiedades cinemáticas y dinámicas. Dispersión en dieléctricos, conductores y plasmas. Modelos de dispersión. Dispersión anómala y absorción resonante. Modelo de Drude para la conductividad eléctrica; límite de bajas frecuencias. Frecuencia de plasma; límite de altas frecuencias. Ondas en un medio conductor o disipativo; longitud de penetración.

UNIDAD 8: GUIAS DE ONDAS Y CAVIDADES RESONANTES

Campos junto a la superficie y en el interior de un conductor. Cavidades y guías de ondas cilíndricas: modos de propagación. Guía de ondas rectangular. Flujo de energía y atenuación en una guía de ondas. Perturbación de las condiciones de contorno. Cavidades resonantes. Pérdidas de potencia en una cavidad. Guías de ondas dieléctricas.

BIBLIOGRAFIA:

H. Stumpf y W. Schuler. Elektrodynamik. Vieweg, 1973.

W. Panofsky y M. Philips, Classical Electricity and Magnetism, Addison - Wesley, 1972

J.D. Jackson, Electrodinámica Clásica, Alambra (Madrid) 1980.