



en un campo eléctrico exterior. Ecuaciones de Poisson y de Laplace: condiciones de existencia de soluciones únicas. Líneas de campo y superficies equipotenciales. Teorema de Earnshaw. Energía de un sistema de cargas puntuales. Densidad de energía electrostática.

### 3) CONDUCTORES IDEALES

Descripción cualitativa. Inducción de cargas. Propiedades del campo eléctrico dentro y fuera de conductores de equilibrio: conductores huecos, efecto de puntas, tensión electrostática en la superficie. Método de imágenes: carga puntual frente a conductores planos y esféricos. Relación entre los potenciales y las cargas de un sistema de conductores extensos: coeficientes de capacidad e inducción. Simetría de los coeficientes de inducción. Signos de los coeficientes, blindaje electrostático, caja de Faraday. Condensador. Conexiones simples de condensadores: serie, paralelo, transformación estrella-triángulo. Energía y fuerzas de un condensador: voltímetro electrostático. Generador de Van de Graaf.

### 4) DIELECTRICOS

Descripción cualitativa. Efectos del campo eléctrico sobre átomos y moléculas: polarización, dipolos permanentes e inducidos. Rigidez dieléctrica. Distribución continua de dipolos puntuales: potencial, densidades equivalentes de carga. Teorema de Gauss: el desplazamiento eléctrico. Dieléctricos isotrópicos y anisótropos: relaciones entre desplazamiento, campo y polarización. Permitividad, susceptibilidad y coeficiente dieléctrico. Valores típicos de permitividad. Energía potencial en dieléctricos. Comportamiento de un condensador con dieléctrico. Condiciones de contorno en la superficie que separa dos dieléctricos. Campo interior: cavidades en dieléctricos. Polarizabilidad molecular: relación de Clausius-Mossotti. Electretes y ferroeléctricos: histéresis, temperatura de Curie. Piezoelectricidad y piroelectricidad.

## CORRIENTE ELÉCTRICA

### 5) CORRIENTES Y TENSIONES

Intensidad y densidad de corriente eléctrica: líneas, tubos y elementos de corriente. Densidad para varias especies de portadores de carga. Conservación de la carga: ecuación de continuidad. Campos eléctricos no conservativos: diferencia de potencial y fuerza electromotriz (f.e.m.). Potencia empleada en el movimiento de cargas. Modelo elemental de la conducción en metales: relación entre corriente y campo eléctrico, ley de Ohm, conductividad, resistividad. Valores típicos de la resistividad: su variación con la temperatura. Descripción cualitativa de fenómenos termoeléctricos: efectos Thomson, Peltier, Seebeck. Efecto fotoeléctrico.

### 6) CORRIENTE CONTINUA

Fuentes de tensión continua. Descripción cualitativa de pilas voltaicas. Forma integral de la ley de Ohm: resistencia y conductancia. Ley de Joule. Ramas, nudos y mallas. Leyes de Kirchhoff. Fuentes reales de tensión: resistencia interna, potencia disipada, condición de máxima transferencia de potencia. Conexiones simples de resistencias: serie, paralelo, transformación estrella-triángulo. Fuentes de corriente:

*Plout*

fuentes de tensión equivalentes. Conexiones simples entre fuentes. Resolución de circuitos: método general, método de las corrientes de mallas y método de las tensiones de nudos. Teoremas generales de circuitos: de superposición, de reciprocidad, de Thavenin y de Norton. Divisores de tensión y de corriente. Puente de Wheatstone: condiciones de equilibrio y de máxima sensibilidad. Potenciómetro. Medición de f.e.m., corriente y resistencia con amperímetro-voltímetro y con potenciómetro.

## MAGNETOSTATICA

### 7) CORRIENTES ESTACIONARIAS

Descripción cualitativa de cargas magnéticas: ley de Ohm, experiencias de Oersted y de Ampère. Fuerzas sobre cargas en movimiento: campo magnético, fuerza de Lorentz. Principios de superposición e invariancia de las fuerzas. Ley de Ampère: formas de Laplace y de Biot-Savart. Conservación de la energía. Definición del amperio. Sistema internacional de unidades (S.I.) y sistema gaussiano (cgs). Campo magnético de una espira. Superficie orientada y momento magnético. Fuerzas y momentos sobre una espira conductora en un campo magnético exterior. Teorema de Gauss: conservación del flujo magnético, potencial vectorial, nulidad de la densidad de carga magnética. Energía de una espira conductora en un campo magnético exterior. Teorema circuital de Ampère: formas integral y local. Inducción magnética: inductancia, teorema de Neumann. Acoplamiento magnético: coeficientes.

### 8) MEDIOS MAGNETICOS

Potencial vectorial de una espira puntual: equivalencia con un dipolo magnético. Elemento de corriente, potencial y campo magnético de distribuciones discretas y continuas de corrientes: densidades equivalentes de corriente (corriente de Ampère). Fuerza magnetomotriz (f.m.m.) e intensidad magnética  $H$ : teorema circuital de Ampère. Potencial escalar magnético. Descripción cualitativa de medios magnéticos: permeabilidad, susceptibilidad, propiedades de superconductores y plasmas. Momento magnético orbital y espín. Modelo semi-clásico del diamagnetismo y del paramagnetismo. Ferromagnetismo: histéresis, existencias de dominios, modelo de Weiss, temperatura de Curie. Condiciones de contorno en la superficie de separación de dos medios: blindaje magnético. Circuitos magnéticos. Ley de Ohm, reluctancia, electroimanes. Imanes permanentes: campos en el interior y en el exterior, solenoide equivalente. Descripción cualitativa del ferrimagnetismo.

### 9) MOVIMIENTO DE CARGAS

Movimiento de cargas puntuales en campos eléctricos y magnéticos estacionarios. Experiencia de Millikan. Filtro de velocidades. Enfoque helicoidal. Deriva de cargas en campos eléctrico y magnético cruzados. Precesión de Larmor: frecuencia característica. Efecto Hall: justificación de los efectos normal y anómalo. Descripción cualitativa del ciclotrón, el betatrón y el espectrógrafo de masas. Frecuencia de giro.

*plout*

## CORRIENTES VARIABLES

### 10) INDUCCION ELECTROMAGNETICA

Extensión para campos variables de los teoremas de Gauss. Ley de Faraday-Lenz: f.e.m. inducida. Aplicaciones: espiras estacionarias, espira rotante, efecto diamagnético de partículas cargadas. Fuerza de reacción sobre conductores en movimiento. Trabajo realizado durante un ciclo de histéresis. Energía magnética de configuraciones discretas y continuas de corrientes: densidad de energía en medios magnéticos, movimientos de cuerpos para y diamagnéticos en campos no uniformes, balanza magnética. Descripción cualitativa de instrumentos de medición: galvanómetro, amperímetro, voltímetro, watímetro. Generalización del teorema circuital de Ampère: corriente de desplazamiento. Análisis de la descarga de un condensador. Ecuaciones de Maxwell. Normas de Coulomb y de Lorentz. Propagación de ondas electromagnéticas planas en el vacío. Inducción en medios continuos: corrientes de Foucault.

### 11) TRANSITORIOS

Resolución de ecuaciones diferenciales ordinarias a coeficientes constantes: método operacional. Soluciones particulares y condiciones iniciales. Ecuación lineal homogénea: polinomio característico, raíces simples y múltiples. Ecuación lineal inhomogénea: cuasipolinomios. Circuito RC serie: carga y descarga de un condensador. Circuito RL serie: carga y descarga de una inductancia. Circuito LC serie: oscilaciones naturales, amplitud y fase. Circuito RLC serie: comportamientos subamortiguado, crítico y sobre-amortiguado. Transitorio de dos circuitos RL acoplados. Ecuación de movimiento del galvanómetro: sus soluciones, determinación de los parámetros del instrumento. Galvanómetro balístico: medición de cargas eléctricas, medición de un ciclo de histéresis.

### 12) CORRIENTE ALTERNA

Descripción cualitativa de tensiones y corrientes alternas: estado estacionario y transitorio. Amplitudes complejas: representación módulo-exponencial de las cantidades. Resonancia esencial. Ley de Ohm: tensiones, corrientes e impedancias. Teoremas generales de circuitos: ramas, mallas, nudos, admitancia. Diagramas vectoriales de circuitos. Valor eficaz de una cantidad periódicamente variable. Corriente trifásica. Potencia disipada en un circuito de corriente alterna: valor instantáneo, potencia activa, reactiva y aparente. Medición de la potencia: watímetro. Condición de máxima transferencia de potencia. Circuito RLC serie: frecuencia de resonancia, factor de mérito, ancho de banda. Circuito RLC paralelo: antirresonancia. Puentes de corriente alterna: equilibrio, estabilidad. Transferencia en circuitos de cuatro terminales: filtros. Transformadores: relaciones generales entre tensiones y entre corrientes. Transformador ideal: relaciones entre tensiones y entre corrientes, transformación de impedancias, transferencia de potencia. Descripción cualitativa de transformadores reales y autotransformadores.

*Blunt*