

Prof. Dr. Félix Rodríguez Trelles

I) ELECTROSTATICA

1) CARGAS EN EL VACIO

Análisis vectorial (revisión): campos vectoriales en coordenadas cartesianas ortogonales. Operaciones con vectores. Operadores vectoriales: identidades fundamentales. Interpretación física del gradiente, la divergencia y el rotor. Líneas de campo y tubos de flujo. Trabajo mecánico y fuerzas conservativas: conservación de la energía. Fenómenos electrostáticos cualitativos. Ley de Coulomb: principio de superposición. Campo eléctrico: distribuciones discretas y continuas. Potencial electrostático: su gradiente, diferencia de potencial entre dos puntos, carácter conservativo del campo eléctrico. Potencial de una distribución finita de cargas: primeros momentos de la distribución. Dipolo eléctrico: fuerzas, momentos y energía potencial en un campo inhomogéneo. Concepto de ángulo sólido. Teorema de Gauss: ecuaciones de Poisson y Laplace. Existencia de soluciones de un problema electrostático. Energía de un sistema de cargas puntuales. Densidad de energía electrostática. Teorema de Earnshaw. Método de imágenes: cargas puntuales frente a planos y esferas.

2) CONDUCTORES IDEALES

Descripción cualitativa. Inducción de cargas. Propiedades del campo eléctrico dentro y fuera de superficies equipotenciales en equilibrio. Tensión electrostática: fuerzas sobre una superficie conductora. Efecto de puntas. Campo de ruptura y rigidez dieléctrica. Potencial y cargas de un sistema de conductores extensos: coeficientes de capacidad e inducción. Teorema de reciprocidad: simetría de los coeficientes. Blindaje electrostático. Condensador. Conexiones simples de condensadores: serie y paralelo. Transformación estrella-triángulo. Energía de un condensador cargado, fuerza de atracción entre sus placas. Instrumentos electrostáticos: electrómetro absoluto, voltímetro electrostático. Generador de Van de Graaf.

3) DIELECTRICOS

Descripción cualitativa. Efectos del campo eléctrico sobre átomos y moléculas: polarización, dipolos permanentes e inducidos. Medios isótropos y anisótropos. Electretes y ferroeléctricos: temperatura de Curie. Distribución continua de dipolos puntuales: desplazamiento

eléctrico, densidades equivalentes de carga. Relación entre desplazamiento, campo eléctrico y polarización: permitividad, susceptibilidad y coeficiente dieléctrico. Energía potencial en dieléctricos. Condiciones de contorno en la superficie de separación de dos dieléctricos. Campo interior: cavidades en un dieléctrico. Polarizabilidad molecular: ecuación de Clausius-Mossotti.

II) CORRIENTE ELECTRICA

4) MOVIMIENTO DE CARGAS

Líneas, tubos y elementos de corriente. Densidad de corriente y corriente eléctrica para una o varias especies de portadores de carga. Conservación de la carga: ecuación de continuidad. Campo eléctrico no conservativo. Diferencia de potencial y fuerza electromotriz(fem). Potencia empleada durante el movimiento de cargas. Teoría elemental de la conducción eléctrica. Relación entre corriente y campo eléctrico: ley de Ohm. Conductividad y resistividad: su variación con la temperatura. Descripción cualitativa de los efectos termoeléctricos (Thomson, Peltier y Seebeck). Efectos fotoeléctricos y piezoeléctricos. Conducción de electricidad en líquidos. Descripción cualitativa de pilas voltaicas: pila patrón de Weston.

5) CORRIENTE CONTINUA

Expresión particular de la ley de Ohm. Ley de Joule. Resistencia y conductancia. Conexiones simples de resistencias: serie, paralelo, triángulo-estrella. Ramas, nudos y mallas. Leyes de Kirchhoff. Resolución de circuitos. Método de Maxwell de las corrientes de malla. Teoremas generales de circuitos: de superposición, de reciprocidad y de Thévenin. Fuentes reales: resistencia interna. Potencia disipada y máxima transferencia de potencia. Divisores de tensión y de corriente. Circuitos puente. Puentes de hilo y de Wheatstone: condición de máxima sensibilidad. Potenciómetro. Medición de fem, corriente y resistencia con amperímetro-voltímetro y con potenciómetro.

III) MAGNETOSTATICA

6) CORRIENTES ESTACIONARIAS

Elementos de corriente y cargas en distribuciones continuas. Fuerzas entre cargas en movimiento: Ley de Ampère. Campo magnético. Principio de superposición e invariancia de la fuerza de Lorentz. Conservación de la energía. Definición del Ampère. Sistema internacional de

unidades y sistemas alternativos. Fuerzas y momentos sobre una espira en un campo exterior. Superficie orientada y momento magnético. Teorema de Gauss: conservación del flujo magnético, existencia del potencial vectorial y anulación de la densidad de carga magnética. Teorema circuital de Ampère: formas integral y local. Energía de una espira conductora en un campo exterior. Energía magnética de sistemas de conductores discretos y continuos: densidad de energía magnética. Coeficientes de inductancia: teorema de Neumann.

7) MOVIMIENTO DE CARGAS

Ecuación de movimiento: ley de Newton y sus consecuencias para cargas puntuales. Experiencia de Millikan. Movimiento de cargas en campos eléctricos y magnéticos. Filtro de velocidades. Enfoque helicoidal. Descripción cualitativa del ciclotrón, el betatrón y el espectrómetro de masas. Frecuencia y precesión de Larmor. Efecto Hall.

8) MEDIOS MAGNETICOS

Potencial vectorial de una espira puntual: dipolo magnético. Distribución continua de dipolos: magnetización y corrientes equivalentes. Intensidad magnética H : teorema circuital de Ampère (formas integral y local). Potencial escalar magnético. Descripción cualitativa de los medios magnéticos: permeabilidad, susceptibilidad, efectos magnetomecánicos. Justificación de propiedades para y diamagnéticas. Energía y fuerzas en medios magnéticos. Condiciones de contorno en la superficie de separación entre dos medios. Ferromagnetismo: descripción cualitativa, existencia de dominios, temperatura de Curie. Curvas de magnetización e histéresis: justificación. Circuitos magnéticos: ley de Ohm. Imanes permanentes. Ferrimagnetismo: ferritas. Brújula de tangentes: medición del campo magnético terrestre.

IV) CORRIENTES VARIABLES

9) INDUCCION ELECTROMAGNETICA

Ley de Faraday-Lenz. Fuerza electromotriz de movimiento: reacción electromagnética. Inducción en medios continuos: corrientes de Foucault. Trabajo realizado durante un ciclo de histéresis. Acoplamiento inductivo de circuitos: energía electromagnética. Instrumentos electromagnéticos de medición: galvanómetro, amperímetro, voltímetro, wattímetro. Ecuación de movimiento del galvanómetro. Galvanómetro balístico: determinación de un ciclo de histéresis, medición de cargas eléctricas. Generalización del teorema circuital de Ampère: corriente de desplazamiento. Ecuaciones de Maxwell. Propagación de ondas planas en el vacío.

Vector de Poyting: transferencia de energía.

10) TRANSITORIOS

Resolución de ecuaciones diferenciales ordinarias lineales a coeficientes constantes: método operacional. Soluciones particulares y condiciones iniciales. 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: comportamiento subamortiguado, crítico y sobreamortiguado. Transitorio de dos circuitos RL acoplados (transformador ideal simplificado).

11) CORRIENTE ALTERNA

Amplitudes complejas: impedancias, tensiones y corrientes. Ley de Ohm y leyes de Kirchhoff. Teoremas generales de circuitos. Representación módulo-exponencial de cantidades. Diagramas vectoriales de circuitos. Potencia disipada en un ciclo: valor instantáneo y promedio cuadrático. Valores eficaces de tensiones y corrientes. Potencia activa y reactiva. Generadores reales: máxima transferencia de potencia. Circuito RLC serie: frecuencia de resonancia, factor de mérito, ancho de banda. Resonancia en el circuito RLC paralelo: antirresonancia. Puentes de corriente alterna. Transferencia en circuitos de cuatro terminales. Transformador ideal: arrollamientos, relaciones entre tensiones y corrientes del primario y el secundario. Transformación de impedancias y transferencia de potencia. Transformadores reales.

OBSERVACIONES GENERALES

- La asignatura es anual y consta de dos partes sucesivas:

A) Un curso cuatrimestral de problemas cuyos temas cubren la mayor parte del programa descripto. La aprobación de la parte A requiere la de 3 (tres) exámenes parciales donde se exige al alumno la resolución de problemas de nivel comparable con los de una guía editada por la cátedra.

B) Un curso cuatrimestral de trabajos prácticos de laboratorio que el alumno sólo puede iniciar después de haber aprobado la parte A.

En esta sección se analizan los métodos experimentales, se describen

los instrumentos y se realizan mediciones eléctricas (éstas en la medida que lo permitan los instrumentos y materiales disponibles en el laboratorio de la cátedra). La aprobación de la parte B requiere la confección de informes donde se describen las experiencias realizadas, se resumen los resultados obtenidos y se discuten los errores de medición.

- En todos los casos de interés práctico se analizan las unidades de las distintas magnitudes físicas en los sistemas internacionales (MKSA) y gaussiano.

BIBLIOGRAFIA

1. RODRIGUEZ TRELLES, Félix. "Temas de electricidad y magnetismo", FCEN, Buenos Aires (1976).
2. DUCKWORTH, H.E., "Electricity and magnetism", Holt, Rinehart & Winston (1960)
3. KURRILMEYER, B. y MAIS, W.H., "Electricity and magnetism", Van Nostrand, Princeton (1967)
4. HARNWELL, G.P., "Principios de electricidad y magnetismo", Selecciones Científicas, Madrid (1961)
5. OWEN, G.E., "Introduction to electromagnetic theory", Allyn and Bacon, Boston (1963).