

Plan 244 Ing. de Telecomunicación

Asignatura 43771 INGENIERIA ELECTROMAGNETICA

Grupo 1

Presentación

Programa Básico

Asignatura: INGENIERÍA ELECTROMAGNÉTICA
Titulación: INGENIERO DE TELECOMUNICACIÓN

Descripción

La signatura está enfocada a que el alumno desarrolle su capacidad de análisis físico y matemático del campo electromagnético macroscópico en diferentes situaciones cuasiestáticas y en diversos medios materiales (dieléctricos simples, conductores ideales y reales, y magnéticos), con énfasis en las aplicaciones.

Breve descripción del contenido

Modelo macroscópico de la interacción electromagnética. Campos cuasiestáticos. Introducción a la electrodinámica.

Programa básico de la asignatura

- Ecuaciones de Maxwell.
- Campo eléctrico cuasiestático en el vacío.
- Conductores perfectos en un campo eléctrico cuasiestático.
- Dieléctricos ideales en un campo eléctrico cuasiestático.
- Corrientes estacionarias y conductores reales.
- El campo magnético cuasiestático en medios no magnéticos.
- Materiales magnéticos en un campo magnético cuasiestático.
- Densidad y flujo de energía electromagnética.

Objetivos

Desarrollar en el alumno su capacidad de análisis físico y matemático del campo electromagnético macroscópico en diferentes situaciones cuasiestáticas y en presencia de diversos medios materiales (dieléctricos simples, conductores ideales y reales, y magnéticos), con énfasis en las aplicaciones.

Programa de Teoría

Cap. 1. INTRODUCCIÓN GENERAL AL ELECTROMAGNETISMO.

- 1.1 Breve revisión de conceptos básicos: Electricidad y magnetismo estáticos. La corriente eléctrica. Acción magnética de la corriente eléctrica. Inducción electromagnética. Ondas electromagnéticas. El campo electromagnético.
- 1.2 Electromagnetismo y tecnología de comunicaciones.

Cap. 2. CÁLCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL DE CAMPOS.

- 2.1 Derivada direccional de un campo escalar. Gradiente. El operador nabla.
- 2.2 Integral de volumen de una densidad escalar: Definición. Objetos puntuales: función delta de Dirac.
- 2.3 Flujo de un campo vectorial. Definición.
- 2.4 Divergencia de un campo vectorial. Teorema de Gauss.
- 2.5 Integral de línea y circulación de un campo vectorial. Definición. Campos conservativos como gradientes.
- 2.6 Rotacional de un campo vectorial. Teorema de Stokes.
- 2.7 Coordenadas curvilíneas ortogonales: Aspectos generales. Coordenadas cartesianas, cilíndricas y esféricas.

- 2.8 Elementos de línea, de área y de volumen. Expresiones de $\text{grad}f$, $\text{div}A$ y $\text{rot}A$ en varios sistemas de coordenadas.
- 2.9 Doble acción del operador nabla.
- 2.10 Acción del operador nabla sobre productos de campos.

Cap. 3. LAS ECUACIONES DE MAXWELL.

- 3.1 Las ecuaciones de Maxwell en el vacío: Formulaciones integral y diferencial.
- 3.2 Ecuaciones de Maxwell en los medios materiales. La influencia de los medios materiales: campos D y B ; ecuaciones constitutivas; limitaciones de esta descripción; el método de Lorentz.
- 3.3 Condiciones en la superficie de separación de dos medios.
- 3.4 Aproximación cuasiestática.

Cap. 4. EL CAMPO ELÉCTRICO CUASIESTÁTICO I.

- 4.1 Campo eléctrico irrotacional y potencial eléctrico. Diferencia de potencial.
- 4.2 Relaciones entre campo y potencial.
- 4.3 La ecuación de Poisson y el principio de superposición. Campos creados por sistemas de cargas puntuales: Carga puntual. Dipolo eléctrico.
- 4.4 Solución de la ecuación de Poisson para distribuciones continuas de carga.

Cap. 5. EL CAMPO ELÉCTRICO CUASIESTÁTICO II.

- 5.1 Conductores perfectos en el campo eléctrico cuasiestático. Consideraciones generales. Capacidad eléctrica.
- 5.2 Planteamiento de problemas eléctricos como problemas de contorno. Unicidad de las soluciones de las ecuaciones de Poisson y Laplace.
- 5.3 Problemas dependientes de una coordenada: Condensador plano (cálculo aproximado). Idem, incluyendo carga espacial uniforme. Conductor y condensador esféricos. Cable coaxial.
- 5.4 Método de las imágenes: Fundamento del método. Ejemplos.
- 5.5 Resolución de la ecuación de Laplace mediante separación de variables. Problemas de contorno simples en coordenadas cartesianas, cilíndricas y esféricas.
- 5.6 Resolución numérica de la ecuación de Laplace.

Cap. 6. DIELECTRICOS EN UN CAMPO ELÉCTRICO CUASIESTÁTICO.

- 6.1 Dieléctricos.
- 6.2 Vector polarización. Cargas de polarización en volumen y en superficie.
- 6.3 Ecuaciones cuasiestáticas con dieléctricos: Ley de Gauss. Condiciones en la superficie de separación de dos dieléctricos.
- 6.4 Densidad de corriente de polarización. Ley de Ampère-Maxwell. Vector desplazamiento eléctrico.
- 6.5 Dieléctricos lineales: relación constitutiva.
- 6.6 Cálculo de campos en presencia de dieléctricos lineales e isotrópicos. Aspectos generales.
- 6.7 Sistemas con un dieléctrico uniforme: condensadores. Condensador plano relleno con dos dieléctricos uniformes. Cable coaxial con dos dieléctricos.
- 6.8 Dieléctricos no homogéneos.
- 6.9 Energía electrostática. Concepto y procedimientos de cálculo.
- 6.10 Aplicación al cálculo de capacidades eléctricas.
- 6.11 Cálculo de fuerzas sobre cuerpos extensos.

Cap. 7. CONDUCTORES REALES EN EL CAMPO ELÉCTRICO CUASIESTÁTICO.

- 7.1 Corriente eléctrica: Intensidad y densidad de corriente. 7.2 Ley de conservación de la carga eléctrica. Corriente de desplazamiento.
- 7.3 Corrientes estacionarias. Primera ley de Kirchhoff.
- 7.4 Modelo elemental de conducción eléctrica. Conducción óhmica. Difusión.
- 7.5 Voltaje y diferencia de potencial. Ley de Ohm.
- 7.6 Campo y densidad de corriente en un conductor óhmico. Problemas de contorno.
- 7.7 Cálculo de la resistencia eléctrica de un conductor óhmico.
- 7.8 Ley de Joule.
- 7.9 Fuerza electromotriz. Segunda ley de Kirchhoff.
- 7.10 Relajación de carga en conductores uniformes.

Cap. 8. EL CAMPO MAGNÉTICO CUASIESTÁTICO.

- 8.1 Ecuaciones y aspectos generales.
- 8.2 El potencial vector. Ecuación de Poisson de A .
- 8.3 Potencial vector de un circuito filiforme: Hilo rectilíneo; dipolo magnético.
- 8.4 Potencial vector de una corriente con distribución bidimensional: Hoja de corriente uniforme.
- 8.5 La ley de Biot y Savart. Ejemplos.
- 8.6 El potencial escalar magnético. Potencial escalar de una espira. Dipolo magnético.
- 8.7 Campo magnético en presencia de conductores perfectos. Consideraciones generales: ley de Faraday. Condiciones en la superficie: corrientes superficiales.
- 8.8 Voltaje en bornas de una bobina de conductor perfecto. Influencia de una conductividad finita.
- 8.9 Campo eléctrico inducido alrededor de conductores perfectos. Consideraciones generales. Campo eléctrico en un

solenoides cilíndricos largos.

8.10 Autoinducción e inductancia mutua: Fórmula de Neumann y simetría de los coeficientes. Ejemplos.

Cap. 9. MAGNETISMO EN MEDIOS MATERIALES.

9.1 Clasificación de los materiales magnéticos.

9.2 Dipolos magnéticos. Vector imanación M .

9.3 Ecuaciones generales en medios magnéticos. Vector campo magnético B .

9.4 Campos en una barra uniformemente magnetizada.

9.5 Materiales magnéticos no lineales. Ciclo de histéresis. Disipación de energía en un ciclo de histéresis.

9.6 Circuitos magnéticos: Inductancia con núcleo magnético, cálculo aproximado de los campos y de la inductancia.

9.7 Transformadores eléctricos.

9.8 Corrientes de Foucault.

9.9 Efecto pelicular en un conductor plano.

Cap. 10. DENSIDAD Y FLUJO DE ENERGÍA ELECTROMAGNÉTICA.

10.1 Energía electromagnética: Disipación de energía electromagnética, almacenamiento de energías eléctrica y magnética y propagación de la energía electromagnética.

10.2 Teorema de Poynting y su expresión para sistemas simples.

10.3 Ilustraciones del vector de Poynting: Flujo de energía durante la carga de un condensador. Flujo de energía en un generador eléctrico y en una resistencia.

10.4 Flujo de energía electromagnética en los circuitos.

10.5 Energía del campo magnético: Aplicación al cálculo de inductancias.

Programa Práctico

Evaluación

Examen final escrito común a todos los alumnos en las fechas aprobadas al efecto por la Junta de Centro. No se admitirá el uso de libros o notas escritas. Constará de dos partes: Un test de respuesta múltiple y un conjunto de ejercicios tipo problema. No se exige una nota mínima en ninguna de esas partes.

Bibliografía

- * Haus, H. A. and J. R. Melcher: "Electromagnetic Fields and Energy", Prentice Hall, Englewood Cliffs, N. J., 1989.
 - * Cheng, D. K.: "Field and Wave Electromagnetics", 2nd Edition, Addison-Wesley, Reading, Massachusetts, 1989.
 - * Cheng, D. K.: "Fundamentos de Electromagnetismo para Ingeniería", Addison-Wesley Iberoamericana, 1997.
 - * Feynman, R.P., R.B. Leighton y M. Sands: "Lecciones sobre Física" (Vol. II): "Electromagnetismo y Materia", Ed. Fondo Educativo Interamericano, Bogotá, 1973.
 - * Purcell, E. M.: "Electricidad y Magnetismo", 2ª Edición, Ed. Reverté, Barcelona, 1973.
 - * Ida, Nathan: "Engineering Electromagnetics", 2nd Edition, Springer-Verlag, New York, 2004.
 - * Zahn, Markus: "Teoría electromagnética", McGraw-Hill/Interamericana, México, 1991.
-