

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE INGENIERÍA



PROGRAMA DE ESTUDIO

CAMPOS Y ONDAS

1561

5°

06

Asignatura

Clave

Semestre

Créditos

Ingeniería Eléctrica

Ingeniería en Telecomunicaciones

Ingeniería en Telecomunicaciones

División

Departamento

Carrera en que se imparte

Asignatura:

Obligatoria

Optativa

Horas:

Teóricas

Prácticas

Total (horas):

Semana

16 Semanas

Aprobado:

Consejo Técnico de la Facultad

Consejo Académico del Área de las Ciencias

Físico Matemáticas y de las Ingenierías

Fecha:

25 de febrero, 17 de marzo y 16 de junio de 2005

11 de agosto de 2005

Modalidad: Curso.

Seriación obligatoria antecedente: Ninguna

Seriación obligatoria consecuente: Ninguna.

Objetivo(s) del curso: El alumno identificará e interpretará las ecuaciones de Maxwell, las empleará para establecer las ecuaciones de onda para los campos eléctrico y magnético, y a partir de estas ecuaciones, analizará la propagación ondas electromagnéticas en diferentes situaciones y medios simples.

Temario

NÚM.	NOMBRE	HORAS
1.	Campos eléctricos y magnéticos. Propiedades electromagnéticas de la materia	12.0
2.	Ecuaciones de Maxwell. Ecuaciones de onda	5.0
3.	Propagación de ondas planas electromagnéticas	15.0
4.	Reflexión y refracción de ondas electromagnéticas	16.0
		48.0
	Prácticas de laboratorio	0.0
	Total	48.0



1 Campos eléctricos y magnéticos. Propiedades electromagnéticas de la materia

Objetivo: El alumno identificará las leyes fundamentales que describen el comportamiento de los campos eléctricos y magnéticos y a partir de ello establecerá las Ecuaciones de Maxwell y analizará los efectos de los campos eléctricos y magnéticos en la materia.

Contenido:

- Campos eléctricos y magnéticos estáticos y estacionarios
 - Carga eléctrica. Distribuciones de carga
 - Corriente eléctrica. Densidad de corriente
 - Principio de conservación de la carga. Ecuación de continuidad
 - Campo eléctrico. Fuerza debida a un campo eléctrico
 - Ley de Gauss
 - Potencial eléctrico
 - Propiedades de los materiales conductores y semiconductores. Corrientes de conducción.
 - Conductividad. Ley de Ohm
 - Propiedades de los materiales dieléctricos. Polarización dieléctrica
 - Capacitancia
 - Ecuaciones de Laplace y Poisson
 - Campo magnético. Fuerza debida a un campo magnético
 - Ley de Ampere
 - Potenciales magnéticos
 - Propiedades magnéticas de los materiales. Magnetización
 - Inductancia
- Campos eléctricos y magnéticos variables en el tiempo
 - Ley de Faraday
 - Ley de Ampere-Maxwell
- Características de los parámetros electromagnéticos de un medio
 - Parámetros electromagnéticos de un medio: permitividad, permeabilidad y conductividad.
 - Relaciones constitutivas
- 1.1.1** Propiedades de homogeneidad, linealidad, isotropía, dispersión e invariancia en el tiempo de los materiales desde el punto de vista electromagnético. Medios materiales simples

2 Ecuaciones de Maxwell. Ecuaciones de onda

Objetivo: El alumno interpretará las ecuaciones de Maxwell y formulará a partir de ellas las ecuaciones de onda para el campo eléctrico y el campo magnético, con lo que explicará el carácter ondulatorio de los campos electromagnéticos variables en el tiempo.

Contenido:

- Ecuaciones de Maxwell
 - Forma integral
 - Forma diferencial
 - Casos particulares: para campos electrostáticos, para campos magnetostáticos y para campos eléctricos y magnéticos estacionarios
- Conceptos básicos de ondas



- Definición de una onda
- Forma de onda
- Interpretación gráfica de una onda
- Clasificaciones de las ondas
- Ecuación diferencial de un movimiento ondulatorio (ecuación de onda)
- Descripción de un fenómeno de transporte. Ecuación de difusión
- Ecuaciones de onda
 - Posibilidad de la existencia de las ondas electromagnéticas a partir de las ecuaciones de Maxwell
 - Ecuaciones de onda para los campos eléctricos y magnéticos en el espacio libre
 - Ecuaciones de onda para los campos eléctricos y magnéticos en un medio material

3 Propagación de ondas planas electromagnéticas

Objetivo: El alumno utilizará las ecuaciones de onda para examinar diversas cuestiones relacionadas con la propagación de las ondas electromagnéticas en el espacio libre y en medios materiales simples.

Contenido:

- Ondas planas uniformes sinusoidales en el espacio libre
 - Campos electromagnéticos que varían sinusoidalmente en el tiempo. Fasores
 - Ecuaciones de Maxwell y ecuación de onda en forma fasorial
 - Solución de la ecuación de onda para campos eléctricos y magnéticos
- 3.1.1** Propiedades y parámetros de las ondas planas sinusoidales en el espacio libre: frecuencia, frecuencia angular, periodo, constante de fase, longitud de onda, velocidad de fase e impedancia intrínseca
- 3.1.2** Representación gráfica de una onda electromagnética sinusoidal viajera en el espacio libre
- 3.1.3** Efecto Doppler
- 3.1.4** El espectro de radiofrecuencias
- Ondas planas uniformes sinusoidales en un medio material simple
 - 3.1.5** Ecuaciones de Maxwell y ecuación de onda en forma fasorial
 - 3.1.6** Solución de la ecuación de onda para campos eléctricos y magnéticos
 - 3.1.7** Características de propagación de las ondas planas uniformes sinusoidales en un medio material
 - 3.1.8** Parámetros de las ondas planas uniformes sinusoidales en un medio material: constante de propagación (constantes de atenuación y de fase), frecuencia, periodo, longitud de onda, velocidad de fase e impedancia intrínseca
 - 3.1.9** Representación gráfica de una onda electromagnética viajera amortiguada en un medio material
 - 3.1.10** Determinación de los parámetros de un medio a partir de la constante de propagación e impedancia intrínseca
 - 3.1.11** Profundidad de penetración
- Análisis de la propagación de ondas planas electromagnéticas no-sinusoidales en un medio material
 - 3.1.12** Análisis de Fourier. Superposición
 - 3.1.13** Distorsión en la propagación
- Dispersión y velocidad de grupo
 - 3.1.14** Señales demoduladas de banda angosta. Señales de amplitud modulada
 - 3.1.15** Velocidad de grupo
 - 3.1.16** Diagrama de dispersión
 - 3.1.17** Velocidad de fase y velocidad de grupo



Clasificación de los medios materiales desde el punto de vista de las ondas electromagnéticas

3.1.18 Tangente de pérdidas

3.1.19 Buenos dieléctricos

3.1.20 Buenos conductores

3.1.21 Cuasi-conductores

3.1.22 Medios ideales: dieléctrico perfecto y conductor perfecto

Vector de Poynting

3.1.23 Interpretación del teorema de Poynting. Vector de Poynting

3.1.24 Vector de Poynting para ondas planas sinusoidales

3.1.25 Velocidad de la energía

3.1.26 Presión de radiación

Polarización de las ondas electromagnéticas

3.1.27 Polarización lineal

3.1.28 Polarización circular

3.1.29 Polarización elíptica

3.1.30 Esfera de Poincaré

4 Reflexión y refracción de ondas electromagnéticas

Objetivo: El alumno haciendo uso de los conceptos básicos de propagación de las ondas electromagnéticas, analizará los fenómenos de reflexión y refracción que surgen cuando las ondas cruzan la frontera entre dos medios diferentes.

Contenido:

Condiciones de frontera para campos electromagnéticos

Leyes de Snell (reflexión y refracción)

Incidencia normal

4.1.1 Incidencia normal con acoplamiento de impedancias

4.1.2 Desacoplamiento de impedancias

4.1.3 Coeficientes de reflexión y de transmisión

4.1.4 Reflexión y transmisión de energía

4.1.5 Casos de reflexión: interfaz dieléctrico-dieléctrico; interfaz dieléctrico-conductor

4.1.6 Ondas estacionarias

4.1.7 Relación de onda estacionaria (SWR)

4.1.8 Coeficiente de reflexión generalizado

4.1.9 Impedancia de entrada

Incidencia normal en varios dieléctricos colocados paralelamente

4.1.10 Métodos de análisis

4.1.11 Técnicas para evitar reflexiones

Ondas planas electromagnéticas en una dirección arbitraria

Incidencia oblicua

4.1.12 Incidencia oblicua en la interfaz de dos dieléctricos

4.1.13 Coeficientes de reflexión y de transmisión para E paralelo al plano de incidencia y para E perpendicular al plano de incidencia

4.1.14 Ángulo de Brewster y transmisión total



- 4.1.15 Ángulo crítico y reflexión interna total
 4.1.16 Incidencia oblicua en una interfaz dieléctrico-conductor
 4.1.17 Análisis de las ondas incidentes y reflejadas para E paralelo al plano de incidencia (onda TM) y para E perpendicular al plano de incidencia (onda TE)
 Efectos de la reflexión en la polarización de las ondas electromagnéticas
 Propagación de ondas planas en gases ionizados y propagación ionosférica
 Óptica geométrica
 4.1.18 Relaciones de amplitud
 4.1.19 Relación fase-polarización
 4.1.20 Reflexión en superficies

Bibliografía básica:**Temas para los que se recomienda:**

WENTWORTH, Stuart M. <i>Fundamentals of Electromagnetics with Engineering Applications</i> New York John Wiley and Sons, 2004	Todos
SADIKU, Matthew N. <i>Elements of Electromagnetics</i> 3rd edition Oxford Oxford University Press, 2000	Todos
HATY, William H. y BUCK, John A. <i>Engineering Electromagnetics</i> 6th edition New York McGraw-Hill Co., 2001	Todos
IDA, Nathan <i>Engineering Electromagnetics</i> New York Springer Verlag, 2004	Todos
RAO, Nannapaneni Narayana <i>Elements of Engineering Electromagnetics</i> 6th edition Englewood Cliffs Pearson Education, 2004	Todos

**Bibliografía complementaria:**

GURU, Bhag S., HIZIROGLU, Huseyin R. y HZOGLU, Huseyin R.
Electromagnetic Field Theory Fundamentals
 Stanford
 Thomson Learning, 1997

BALANIS, Constantine A.
Advanced Engineering Electromagnetics
 New York
 John Wiley and Sons, 1989

JOHNK, T. A.
Engineering Electromagnetics Fields and Waves
 2nd edition
 New York
 John Wiley and Sons, 1988

Temas para los que se recomienda:**Todos****Todos****Todos****Sugerencias didácticas:**

Exposición oral	<input checked="" type="checkbox"/>
Exposición audiovisual	<input checked="" type="checkbox"/>
Ejercicios dentro de clase	<input checked="" type="checkbox"/>
Ejercicios fuera del aula	<input checked="" type="checkbox"/>
Seminarios	<input type="checkbox"/>

Lecturas obligatorias	<input checked="" type="checkbox"/>
Trabajos de investigación	<input checked="" type="checkbox"/>
Prácticas de taller o laboratorio	<input type="checkbox"/>
Prácticas de campo	<input type="checkbox"/>
Otras:	<input type="checkbox"/>

Forma de evaluar:

Exámenes parciales	<input checked="" type="checkbox"/>
Exámenes finales	<input checked="" type="checkbox"/>
Trabajos y tareas fuera del aula	<input checked="" type="checkbox"/>

Participación en clase	<input checked="" type="checkbox"/>
Asistencias a prácticas	<input type="checkbox"/>
Otras:	<input type="checkbox"/>

Perfil profesiográfico de quienes pueden impartir la asignatura

Preferentemente con posgrado en Telecomunicaciones o en Comunicaciones y Electrónica o en Física. Experiencia en el área de Electromagnetismo Aplicado (radiopropagación, antenas, líneas de transmisión, dispositivos de microondas, etc.).