



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE INGENIERÍA



PROGRAMA DE ESTUDIO

TEORÍA ELECTROMAGNÉTICA	0879	6	10
Asignatura	Clave	Semestre	Créditos
INGENIERÍA ELÉCTRICA	INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES	INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA	

División	Departamento	Licenciatura
Asignatura:	Horas/semana:	Horas/semestre:
Obligatoria <input checked="" type="checkbox"/>	Teóricas <input type="text" value="4.0"/>	Teóricas <input type="text" value="64.0"/>
Optativa <input type="checkbox"/>	Prácticas <input type="text" value="2.0"/>	Prácticas <input type="text" value="32.0"/>
	Total <input type="text" value="6.0"/>	Total <input type="text" value="96.0"/>

Modalidad: Curso teórico-práctico

Seriación obligatoria antecedente: Electricidad y Magnetismo

Seriación obligatoria consecuente: Ninguna

Objetivo(s) del curso:

El alumno analizará e interpretará las ecuaciones de Maxwell, las empleará para establecer las ecuaciones de onda de los campos eléctrico y magnético, y a partir de estas ecuaciones determinará las características de propagación de las ondas electromagnéticas en diferentes medios. Analizará también, las situaciones en las cuales se presentan los fenómenos de reflexión y refracción de las ondas electromagnéticas y las leyes asociadas a ellos. Finalmente aplicará todos los conceptos anteriores en el estudio de estructuras, como son las líneas de transmisión, que permiten guiar la energía de estas ondas de un lugar a otro.

Temario

NÚM.	NOMBRE	HORAS
1.	Conceptos fundamentales y ecuaciones de Maxwell	12.0
2.	Ondas planas electromagnéticas	18.0
3.	Reflexión y refracción de ondas planas electromagnéticas	14.0
4.	Líneas de transmisión	20.0

		64.0
	Actividades prácticas	32.0

	Total	96.0

1 Conceptos fundamentales y ecuaciones de Maxwell

Objetivo: El alumno interpretará y analizará las leyes fundamentales que describen el comportamiento de los campos eléctricos y magnéticos que forman la base de las ecuaciones de Maxwell.

Contenido:

- 1.1 Campo eléctrico. Densidad de flujo eléctrico. Ley de Gauss.
- 1.2 Potencial eléctrico. Dipolo eléctrico. Capacitancia.
- 1.3 Corriente eléctrica. Densidad de corriente. Ley de Ohm en forma puntual.
- 1.4 Campo magnético. Ley de Ampere.
- 1.5 Ley de Gauss para campos magnéticos (forma diferencial e integral). Potencial magnético vectorial.
- 1.6 Ley de Faraday.
- 1.7 Principio de conservación de la carga y ecuación de continuidad. Corriente de desplazamiento. Ley de Ampere-Maxwell.
- 1.8 Ecuaciones de Maxwell para campos eléctricos y magnéticos variables en el tiempo.
- 1.9 Campos que varían armónicamente en el tiempo. Fasores.
- 1.10 Ecuaciones de Maxwell en forma fasorial.

2 Ondas planas electromagnéticas

Objetivo: El alumno deducirá las ecuaciones de onda a partir de las ecuaciones de Maxwell, determinará la solución de estas ecuaciones para el caso de ondas planas y analizará las características de propagación de estas ondas en diferentes medios.

Contenido:

- 2.1 Ecuaciones de onda del campo eléctrico y campo magnético para el espacio libre y para medios materiales homogéneos isotrópicos y lineales. Forma fasorial de las ecuaciones de onda para campos que varían armónicamente en el tiempo.
- 2.2 Ondas esféricas y ondas planas.
- 2.3 Solución de la ecuación de onda fasorial para ondas planas uniformes en el espacio libre.
- 2.4 Solución de la ecuación de onda fasorial para ondas planas uniformes en un medio material homogéneo, isotrópico y lineal.
- 2.5 La onda transversal electromagnética (TEM) en el espacio libre y en un medio material de extensión ilimitada.
- 2.6 Tangente de pérdida. Clasificación de los medios en función de la tangente de pérdida y comportamiento de las ondas electromagnéticas en ellos: el espacio libre, medios ideales y medios reales.
- 2.7 El teorema de Poynting. Vector de Poynting, Vector de Poynting para campos armónicos en el tiempo.
- 2.8 Polarización de ondas electromagnéticas: lineal, circular y elíptica.
- 2.9 Efecto Doppler en ondas electromagnéticas.

3 Reflexión y refracción de ondas planas electromagnéticas

Objetivo: El alumno aplicará los conceptos relacionados con la propagación de las ondas electromagnéticas para analizar los fenómenos de reflexión y refracción que surgen cuando éstas inciden en la frontera entre dos medios.

Contenido:

- 3.1 Condiciones de frontera para los campos eléctricos y magnéticos.
- 3.2 Reflexión de ondas planas en incidencia normal en dieléctricos y conductores: coeficientes de reflexión y transmisión; ondas estacionarias; relación de onda estacionaria (S.W.R.); coeficiente de reflexión generalizado; impedancia de entrada.
- 3.3 Incidencia normal en varios dieléctricos colocados paralelamente; métodos de análisis. Técnicas para evitar reflexiones (ventana dieléctrica de $\frac{1}{2}$ lambda y capa de $\frac{1}{4}$ lambda). Aplicaciones.
- 3.4 Ondas planas orientadas arbitrariamente.

- 3.5 Reflexión y refracción de ondas planas que inciden oblicuamente: descripción de los elementos de referencia para la reflexión y refracción, leyes de la reflexión y la refracción (ley de Snell).
- 3.6 Incidencia oblicua en un dieléctrico y en un conductor.
- 3.7 Ángulo crítico y reflexión interna total. Ángulo de Brewster.
- 3.8 Aplicaciones en óptica.

4 Líneas de transmisión

Objetivo: El alumno analizará los conceptos y parámetros asociados a estructuras básicas de elementos conductores y dieléctricos que se emplean para guiar la energía electromagnética de un lugar a otro.

Contenido:

- 4.1 Estructuras generales de líneas de transmisión: línea con un plano, líneas paralelas, línea coaxial.
- 4.2 Parámetros distribuidos de las líneas de transmisión. Representación de la línea como un circuito distribuido.
- 4.3 Análisis para señales armónicas. La línea de transmisión uniforme infinita: solución de las ecuaciones de la línea de transmisión.
- 4.4 La línea de transmisión terminada en una carga.
- 4.5 Aproximación de elementos reactivos mediante líneas de transmisión cortas.
- 4.6 Efectos de pérdidas en líneas. Línea sin distorsión: condición de Heaviside.
- 4.7 Cartas de líneas de transmisión. La carta Smith.
- 4.8 Cálculos de líneas de transmisión utilizando carta Smith: determinación de impedancias y admitancias, VSWR, coeficientes de reflexión, acoplamiento con stubs.
- 4.9 El transformador de $l/4$.
- 4.10 La línea de transmisión de placas paralelas. Ondas TEM, TE y TM en las líneas de transmisión.
- 4.11 La guía de onda rectangular metálica.
- 4.12 La guía de onda cilíndrica metálica.

Bibliografía básica

Temas para los que se recomienda:

GRIFFITHS, David J. <i>Introduction to Electrodynamics</i> 4th edition Addison Wesley, 2012	Todos
GURU, Bhag S., HIZIROGLU, Hüseyin R. <i>Electromagnetic Field Theory Fundamentals</i> 2nd edition Cambridge University Press, 2009	Todos
NOTAROS, Branislav M. <i>Electromagnetics</i> 2nd edition Prentice Hall, 2010	Todos
SADIKU, Matthew <i>Elements of Electromagnetism</i> 5th edition Oxford University Press, 2009	Todos

ULABY, Fawwaz T., MICHELSEN, Eric, RAVAJOLI, Umberto

Fundamentals of Applied Electromagnetics

6th edition

Prentice Hall, 2011

Todos

Bibliografía complementaria

Temas para los que se recomienda:

BALANIS, Constantine A.

Advanced Engineering Electromagnetics

2nd edition

John Wiley and Sons, 2012

Todos

CHENG, David K.

Field and Wave Electromagnetics

2nd edition

Addison Wesley, 1989

Todos

FLEISCH, Daniel

A Student's Guide to Maxwell Equations

3rd edition

Cambridge University Press, 2008

Todos

IDA, Nathan

Engineering Electromagnetics

2nd edition

Springer Verlag, 2004

Todos