

PROGRAMA DE ESTUDIOS: *Propagación y Antenas*

PROTOCOLO

Fechas	Mes/año
Elaboración	Enero 2007
Aprobación	
Aplicación	Marzo 2007

Clave	7TPRA01		Semestre	Séptimo		
Nivel	Licenciatura	X	Maestría		Doctorado	
Ciclo	Integración		Básico		Superior	X
Colegio	H. y C.S.		C. y T.	X	C. y H.	

Plan de estudios del que forma parte:

Ingeniería en Sistemas Electrónicos y de Telecomunicaciones

Propósito(s) general(es) :

El estudiante comprenderá el fenómeno de radiación electromagnética, los modelos de propagación de las ondas electromagnéticas en los distintos medios en los que tienen lugar las ondas radioeléctricas, así como los conceptos principales para el diseño y la caracterización de diversos tipos de antenas.

Carácter		Modalidad				Horas de estudio semestral (16 semanas)					
Indispensable	X	Seminario		Taller		Con Docente	Teóricas	72	Autónomas	Teóricas	72
		Curso	X	Curso-taller			Prácticas	24		Prácticas	24
Optativa *		Laboratorio	X	Clínica		Carga horaria semanal: 6 x 16 = 96			Carga horaria semestral:		96

Asignaturas Previas	Asignaturas Posteriores:
(6TEM01) Teoría Electromagnética (6DIE02) Dispositivos Electrónicos II (6Sea01) Sistemas Electrónicos Analógicos	(8SCO01) Sistemas telefónicos (8SRC01) Radiocomunicaciones (8STC01) Satélites geoestacionarios (8SEA03) Electrónica Analógica Discreta e Integrada (9SCO03) Sistemas de Televisión

Requerimientos para cursar la asignatura	Conocimientos y habilidades:
	Ley de Ampere, Faraday y Ecuaciones de Maxwell (Teoría electromagnética), Leyes de Kirchhoff (Teoría de los circuitos), Cálculo diferencial e integral, cálculo vectorial (sistemas de coordenadas-rectangular, cilíndrico y esférico, operadores diferenciales-gradiente, divergencia, rotacional y laplaciano), funciones de variable compleja y habilidad en el uso de la computadora personal.

Perfil deseable del profesor:	
	Licenciatura en Ingeniería afín a las carreras, con experiencia en el análisis y diseño de medios de transmisión de información.

Academia responsable del programa:	Diseñador (es):
Ingeniería	Ing. Ricardo Galindo Reyes Ing. Alonso Ameneiro Aguilar

* Aquellas en las que se ofrece la posibilidad de cursar una de las asignaturas, para cubrir un requisito INDISPENSABLE será considerada INDISPENSABLE.

Programa de estudios **Propagación y Antenas**

INTRODUCCIÓN

El curso de Propagación y Antenas es de especial relevancia para el estudiante, ya que representa la base fundamental del conocimiento acerca de la transmisión de información por medio de señales radioeléctricas. Es un curso teórico-práctico basado en la aplicación de los fundamentos de la Teoría Electromagnética y la Teoría de los circuitos. Pertenece al ciclo superior de la carrera de Ingeniería en Sistemas Electrónicos y de Telecomunicaciones, impartándose en el séptimo semestre y las materias que le anteceden son los cursos de Teoría Electromagnética, Sistemas Electrónicos Analógicos y Dispositivos Electrónicos II, sirve de base a las asignaturas del ciclo superior como son Sistemas Telefónicos, Radiocomunicaciones, Satélites Geoestacionarios, Electrónica Analógica Discreta e Integrada y Sistemas de Televisión.

La asignatura de Propagación y antenas contribuye al perfil del egresado al permitirle:

- a) Analizar el comportamiento de las ondas electromagnéticas que viajan a través de la superficie terrestre y por el espacio, a fin de contar con los elementos necesarios para evaluar la eficiencia de las antenas (radiadores electromagnéticos).
- b) Proporcionar los métodos de estudio para realizar el análisis y la síntesis de las antenas básicas.
- c) Conocer los principios de funcionamiento de las antenas y los principales parámetros que describen sus características, las cuales son empleadas en sistemas de comunicación inalámbricos para transportar información de un punto a otro.

El curso lleva una secuencia específica de adquisición de conocimientos, en donde los temas deben desarrollarse ascendentemente. En la unidad 1 el estudio inicia con el concepto de espectro radioeléctrico y los parámetros que distinguen una onda radioeléctrica, se dará la definición de una antena y se describirán las fuentes de radiación. Se presentarán las ecuaciones de Maxwell y las condiciones del contorno en que se aplicarán. En la Unidad 2, el estudiante analizará los diagramas de radiación electromagnética y los aplicara a los campos de radiación de una antena, analizando los parámetros relacionados con este fenómeno.

En las unidades 3 y 4 se analizará la propagación de las ondas electromagnéticas emitidas por las antenas en el entorno terrestre y se evaluarán los fenómenos de reflexión y difracción en la superficie terrestre y en las capas atmosféricas, así como los fenómenos de desvanecimiento que se presentan en la propagación de las ondas.

En las unidades 5 y 6, se estudiarán diferentes tipos de antenas, sus patrones de radiación y sus principales características y parámetros.

PROPÓSITOS GENERALES DEL CURSO

El estudiante comprenderá el fenómeno de radiación electromagnética, los modelos de propagación de las ondas electromagnéticas en los distintos medios en los que tienen lugar las ondas radioeléctricas, así como los conceptos principales para el diseño y la caracterización de diversos tipos de antenas.

CONTENIDOS ORGANIZADOS y PROPÓSITOS ESPECÍFICOS POR CADA UNIDAD DE APRENDIZAJE

1. Introducción

Propósito específico: El estudiante identificará los conceptos básicos relacionados con la propagación de las ondas electromagnéticas y la utilización de las mismas en el espectro radioeléctrico dependiendo de su frecuencia o longitud de onda. Realizará un estudio de las ecuaciones de Maxwell para su aplicación en el comportamiento del campo electromagnético.

- 1.1. El espectro radioeléctrico
- 1.2. Concepto de onda y longitud de onda.
- 1.3. Definición de una antena.
- 1.4. Radiación de fuentes reales.
- 1.5. Ecuaciones de Maxwell y condiciones de contorno.

2. Parámetros de la radiación.

Propósito específico: El estudiante analizará las propiedades de las ondas electromagnéticas emitidas por las antenas con el objeto de definir sus parámetros de funcionamiento basado en sus diagramas de radiación, lo cual será utilizado para el diseño de antenas.

- 2.1. Diagramas de radiación
- 2.2. Radiación a partir de un elemento de corriente.
- 2.3. Campos de radiación de una antena.
- 2.4. Intensidad de radiación.
- 2.5. Otros aspectos de la radiación.

3. Propagación de ondas electromagnética en el entorno terrestre.

Propósito específico: El estudiante analizará el comportamiento de las ondas radioeléctricas y los parámetros característicos de éstas cuando se propagan a través del espacio libre. Asimismo, evaluará los efectos de reflexión y difracción ocasionados por obstáculos y las diferentes capas atmosféricas para su posterior aplicación en los enlaces radioeléctricos.

- 3.1. Reflexión sobre tierra esférica.
- 3.2. Radioenlaces con línea de vista.
- 3.3. Difracción debida a obstáculos.
- 3.4. Propagación por onda de superficie.
- 3.5. Efectos de la troposfera.
- 3.6. Efectos de la ionosfera.

4. Fenómenos que se presentan en la propagación

Propósito específico: El estudiante identificará el concepto de desvanecimiento y dispersión y sus efectos durante la propagación de ondas radioeléctricas, así como la propagación de las ondas radioeléctricas cuando se tienen trayectorias múltiples, para su aplicación en el análisis y diseño de antenas.

- 4.1. Desvanecimientos lentos.
- 4.2. Desvanecimientos rápidos y por movimiento del receptor.
- 4.3. Dispersión de frecuencia por movimiento del receptor.
- 4.4. Propagación multitrayectoria.

5. Antenas

Propósito específico: El estudiante identificará las características y parámetros de los diferentes tipos de antenas. Además, analizará las expresiones matemáticas obtenidas a partir del estudio de las antenas con el fin de identificar la aplicación específica de cada una de ellas.

- 5.1. Tipos de antenas
- 5.2. Patrones de radiación
- 5.3. Características de las antenas

6. Antenas lineales

Propósito específico: El estudiante aplicará el método numérico del momento como una herramienta para el análisis de antenas. También evaluará la manera en que los dipolos pueden acoplarse con el objetivo de mejorar la radiación de ondas electromagnéticas.

- 6.1. Método del momento
- 6.2. Acoplamientos mutuos entre dipolos

METODOLOGÍA DEL CURSO

- a) Las clases teóricas consistirán en el desarrollo de los diferentes temas del programa por parte del profesor, siendo la mayor parte de las clases explicadas en pizarrón y utilizando otros medios como material de apoyo como es el caso de programas de computadora propios de la asignatura. A lo largo de las diferentes unidades se propondrán una serie de problemas que el alumno deberá resolver. Es muy importante que el alumno se esfuerce en resolver dichos problemas por sí mismo para poder adquirir dicha capacidad, ya que éste es uno de los objetivos prioritarios de esta asignatura y de toda la carrera. Se hará hincapié en que el estudiante asista a asesorías para complementar los conceptos vistos en el salón de clases.
- b) El curso también es práctico y por lo tanto se deberán realizar las prácticas de laboratorio según corresponda por cada unidad de aprendizaje. Esto le dará al estudiante bases sólidas para analizar la propagación de señales radioeléctricas, ya que se aplicaran los conceptos teóricos estudiados en clase. Lo anterior se logrará mediante el trabajo constante y la entrega de reportes por parte del estudiante hacia el profesor, donde el profesor hará las correcciones necesarias si es que las hay y de esa manera se llevara a cabo la retroalimentación entre ambos, asegurando así la supervisión hacia el estudiante.

EVALUACIONES

Evaluación diagnóstica:

Se aplicará una evaluación de tipo escrito al inicio del curso para tener la certeza de que el estudiante tiene los conocimientos mínimos que son requeridos en los antecedentes para poder cursar la asignatura y así poder aprovechar al máximo los recursos y la metodología empleada. Los cursos recomendados y en los que el estudiante debe tener los conocimientos son: Teoría Electromagnética, Teoría de los circuitos, Cálculo Vectorial, Electricidad y Magnetismo.

Dicha evaluación nos permitirá identificar si el estudiante domina los temas referentes a la solución de problemas los cuales contemplan:

- Campos electromagnéticos: ecuaciones de Maxwell, notación fasorial, dieléctricos y conductores, permitividad, ecuación de onda, Leyes de Faraday, Ampere y Kirchhoff.
- Cálculo: análisis vectorial, funciones de variable compleja, sistemas de coordenadas (rectangular, cilíndrico y esférico), cálculo integral, operadores diferenciales (gradiente, divergencia, rotacional y laplaciano).

Si el estudiante no tiene un dominio satisfactorio de los conocimientos antes mencionados, se le recomendará no cursar la materia. En algunos casos el estudiante podrá solventar sus deficiencias asistiendo a asesorías.

Evaluación formativa:

Estas evaluaciones tienen por objetivo la asimilación de los conceptos vistos en clase, así como la aplicación correcta de éstos en la solución de problemas.

Dichas evaluaciones también sirven para corregir las deficiencias de los estudiantes, las cuáles se les harán saber personalmente para que lleven a cabo un reforzamiento, en base a tareas y asesorías, de los temas que no son de su completo dominio.

Se llevarán a cabo 3 evaluaciones formativas, las cuáles contemplan lo siguiente:

1. La primer evaluación comprenderá las unidades 1 y 2, son la base para comprender conceptos generales acerca de la propagación de las ondas radioeléctricas.
2. La segunda evaluación contempla las unidades 3 y 4 donde se analizará el fenómeno de propagación de las ondas electromagnéticas en el medio terrestre, incluyendo las capas de la atmósfera y los problemas que se presentan durante dicha propagación.
3. La tercera evaluación comprenderá los temas 5 y 6 relacionados con los diferentes tipos de antenas, el análisis de sus características y diseño.

Evaluación para certificación:

La certificación de Propagación y antenas constará de dos partes: Examen teórico escrito y la evaluación de las prácticas de laboratorio.

- En el examen escrito se evaluará la capacidad del estudiante para resolver problemas que involucren los temas vistos en clase, desde conceptos generales hasta la resolución de problemas. Este examen tendrá un valor del 60 % de la calificación final de certificación
- El estudiante presentará un examen práctico de laboratorio, donde deberá demostrar los conocimientos adquiridos a través del uso de simuladores e instrumentos electrónicos utilizados para realizar mediciones sobre los elementos estudiados dentro del curso, incluyendo la elaboración de un reporte. Este examen tendrá un valor del 40 % de la calificación final de certificación

BIBLIOGRAFÍA

Bibliografía básica y complementaria son las mismas tanto para el estudiante y el profesor:

Jordan, E.C. and Balmain, K.G. "**Electromagnetic Waves And Radiating Systems**", Prentice Hall. 1968

Balanis, Constantine A. "**Antenna Theory. Analysis and design**", John Wiley & Sons, 1997.

Milligan, Thomas A. "**Modern Antenna Design**", McGraw-Hill, 1985.

Lonngren, Karl E. "**Electromagnetics with MATLAB**", International Science Publishing, 1997.

Cardama, Angel. "**Antenas**", Alfaomega. 2002.

Kraus, John D. & Marhefka, Ronald J. "**Antennas for all applications**", Mc Graw Hill, 1999.

Stutzman, Warren L. & Thiele, Gary A. "**Antenna Theory and Design**", John Wiley and Sons, 1998.

OTROS RECURSOS DIDÁCTICOS

Para la correcta comprensión de los temas contenidos en este curso, se realizarán simulaciones en programas de cómputo tales como MATLAB y COMMSIM.