UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SUR BAHÍA BLANCA --- ARGENTINA	
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y DE COMPUTADORAS	
PROGRAMA DE: PROPAGACION Y RADIACION	CÓDIGO: 2812 ÁREA Nº: I

HORAS DE CLASE				Tipificación CSU 497/2002	PROFESOR RESPONSABLE
TEÓRICAS		PRÁCTICAS			ING. RAUL HORACIO GALIANA PROFESOR ADJUNTO
Por semana	Por cuatrimestre	Por semana	Por cuatrimestre	2 A	
4	64	3	48		

CARRERAS Y PLANES				
CARRERA	PLAN	CARÁCTER	AÑO	CUATRIMESTRE
INGENIERÍA ELECTRÓNICA	2006	OBLIGATORIA	5TO	PRIMERO
			-	-

ASIGNATURAS CORRELATIVAS PRECEDENTES	
PARA CURSAR	PARA APROBAR
2710 – Fundamentos de Sistemas de Comunicaciones (CURSADA)	2710 – Fundamentos de Sistemas de Comunicaciones (CURSADA)

DESCRIPCIÓN / OBJETIVOS

La Asignatura comprende el estudio de la ingeniería de propagación de ondas electromagnéticas en medios acotados (líneas de transmisión) y en medios no acotados (radiación).

En lo referente a líneas de transmisión, se comienza por la modelación de circuitos a parámetros distribuídos, abarcando los aspectos teóricos básicos, para posteriormente ingresar en la tecnología de estructuras de cableado metálico, tales como coaxil , bifilares, líneas planares y guias de onda . Luego se incursiona en la transmisión por fibra óptica, sus principios y tecnologías actuales.

En lo referente a propagación en medios no acotados, el estudio inicia con los mecanismos básicos de radiación, pasando por los esquemas básicos de antenas alámbricas, Progresa hacia el estudio de arreglos lineales de antenas simples, y culmina con una introducción al cálculo de enlaces inalámbricos para ambientes de exterior..

COMPETENCIAS A SATISFACER POR LOS ESTUDIANTES AL INICIO DEL CURSO

Para tomar la asignatura, el alumno debe tener formación previa en Teoria de Campos Electromagnéticos y en particular, en lo referente a Ondas Electromagnéticas.
Asimismo, requiere un conocimiento general de Comunicaciones Analógicas y Digitales, en cuanto a sus esquemas básicos de modulación , acceso al medio, etc.

COMPETENCIAS A SATISFACER POR LOS ESTUDIANTES AL FINAL DEL CURSO

El curso proporciona al alumno un panorama acabado de las estructuras de transmisión de señal actuales, asi como un conocimiento básico de los mecanismos de radiación , de las antenas elementales y del cálculo de enlace.

Vigencia Años	2018					

PROGRAMA SINTÉTICO

1 – Propagación Electromagnética en Líneas de Transmisión
2 – Transitorios en Líneas de Transmisión
3 – Estado estacionario en Líneas de Transmisión
4 – Parámetros para Líneas de Transmisión particulares
5 – Potencia y adaptación de impedancias en Lineas de Transmisión
6 – Componentes para procesamiento de señal en Líneas de Transmisión
7 – Mediciones en y con Líneas de Transmisión
8 – Guías de Onda
9 – Fibra Optica
10 – Radiación
11 – Parámetros de Antenas
12 – Elementos radiantes simples
13 – Arreglos de antenas
14 – Propagación de ondas en el espacio

PROGRAMA ANALÍTICO

1 - Propagación Electromagnética en Líneas de Transmisión

1.1 Propagación de ondas delectromágnéticas en medios acotados
1.2 Modelos y herramientas de análisis de líneas de transmisión (LT). Clasificación de medios de transmisión.
1.3 Modelo circuital de una LT. Parámetros concentrados vs. Distribuídos
1.4 Propagación de ondas en la LT: ecuaciones del telegrafista. Modos de propagación.
1.5 Análisis de campos electromagnéticos en una LT
1.6 Parámetros básicos de LT : constante de propagación, impedancia característica.
1.7 Configuraciones típicas de LT : coaxiles, unifilares, bifilares, stripline, microstrip, guía de onda, fibra óptica, etc.
1.8 El espectro electromagnético. El espectro de radiofrecuencia. Asignación de bandas. Usos del espectro de RF. Modulación : concepto, razones para su uso, tipos básicos.

2 - Transitorios en Líneas de Transmisión

2.1 Soluciones en el dominio tiempo de las ecuaciones de LT
2.2 Efectos de discontinuidades en una LT. Coeficientes de reflexión y de transmisión
2.3 Métodos para la resolución de transitorios : Diagrama Rebote ; Schnyder-Bergeron ; Método analítico
2.4 Análisis de transitorios para diversas excitaciones : escalón, pulso, sinusoidales, rampas, etc. Principio de superposición
2.5 Casos de LT en cascada y en paralelo. Casos para cargas complejas. Casos de cargas no lineales
2.6 Aplicaciones : cableados en sistemas digitales ; sobrecargas en líneas de potencia ; generador de pulsos, reflectometría, etc.
2.7 Soluciones generales en transformada de Laplace para líneas sin pérdidas

3 - Estado estacionario en Líneas de Transmisión

3.1 Solución estacionaria de las ecuaciones de LT con excitación sinusoidal
3.2 Constante de propagación . Determinación y significado de sus componentes (cte. de atenuación y cte. de fase) . Respuesta en frecuencia. Aproximaciones
3.3 Impedancia característica : determinación, significado, respuesta en frecuencia, aproximaciones.
3.4 Coeficiente de reflexión de tensión y corriente. Coeficiente de transmisión.
3.5 Velocidad de grupo y de fase. Dispersión. Longitud de onda
3.6 Análisis fasorial de la propagación TEM en LT
3.7 Ondas estacionarias. Relación de onda estacionaria. Envolventes de onda estacionaria
3.8 Soluciones particulares para LT sin pérdidas y LT de bajas pérdidas. Determinación de tensiones, corrientes y potencias. Determinación de impedancias
3.9 Soluciones particulares para LT terminadas en corto circuito, circuito abierto, carga resistiva pura, etc.
3.10 Solución general para el caso de carga compleja y LT con pérdidas
3.11 Ayudas gráficas para la determinación de parámetros en un sistema con LT : el Ábaco de Smith. Deducción del diagrama polar de impedancias vs. Coeficiente de reflexión. Usos generales
3.12 Ábaco de Smith : uso gráfico para el cálculo de tensiones y corrientes : diagrama de Krankl. Escalas adicionales al Ábaco de Smith

4 - Parámetros para líneas de transmisión particulares

4.1 Líneas bifilares para transmisión telefónica en bada base
- 4.1.1 Respuesta en frecuencia de parámetros
- 4.1.2 Cálculo de r,l,g,c, Z_o y γ a partir de la conformación geométrica de conductores
- 4.1.3 Distorsión. Ecualización mediante bobinas de carga (pupinización)
- 4.1.4 Pérdida de retorno. Crosstalk
- 4.1.5 Características de la red telefónica

4.2 Líneas de pares trenzados para transmisión de datos
- 4.2.1 Tipos : UTP, STP, etc.
- 4.2.2 Respuesta en frecuencia de parámetros
- 4.2.3 Particularización para el caso de transmisión tipo xDSL

4.3 Líneas con cables coaxiles
- 4.3.1 Respuesta en frecuencia de parámetros
- 4.3.2 Cálculo de r,l,g,c, Z_o y γ a partir de la conformación geométrica de conductores
- 4.3.3 Consideraciones particulares : apantallamiento, respuesta a pulsos, condiciones ambientales.
- 4.3.4 Construcción. Criterios de optimización de diseño utilizados por los fabricantes
- 4.3.5 Selección de coaxiles según las aplicaciones. Uso de catálogos

4.4 Otras líneas de transmisión: microstrip, stripline, etc. : modelación, funcionamiento, parámetros, respuesta en frecuencia, diseño y usos.

5 - Potencia y adaptación de impedancias en Lineas de Transmisión

5.1 Cálculo general de la potencia en LT. Casos particulares para LT con Z_o real y bajas pérdidas.
5.2 Definición y clasificación de pérdidas: disipativas y no disipativas. Pérdidas por reflexión. Pérdida de retorno. Pérdida por inserción
5.3 Desadaptación de impedancias : consecuencias en los sistemas de transmisión. Causas reales de la desadaptación .
5.4 Rendimiento de transmisión de potencia en función de la desadaptación de la carga. Capacidad portante de una LT.

5.5 Diversos tipos de adaptación de impedancias. Clasificación de técnicas. Objetivos de las técnicas según su ubicación. Beneficios y costos
5.6 Adaptación con redes de elementos concentrados (T, π, L)
5.7 Adaptación con LT en paralelo (stub simple, doble y triple) : cálculo, respuesta en frecuencia, consideraciones prácticas de implementación.
5.8 Adaptación con transformadores de λ / 4 : cálculo, respuesta en frecuencia, consideraciones prácticas de implementación.
5.9 Adaptación con cascada de transformadores : técnica binomial y Chebyshev. Cálculo, respuesta en frecuencia, consideraciones prácticas de implementación
5.10 Adaptación con transformadores de impedancia continuamente variable: técnica exponencial, triangular y Klopfenstein. Cálculo, respuesta en frecuencia, consideraciones prácticas de implementación

6 - Componentes para procesamiento de señal en Líneas de Transmisión

6.1 Caracterización de elementos n-polares.
6.2 La matriz de dispersión (parámetros S) : definición, significado y usos. Evaluación de parámetros S para redes recíprocas, sin pérdidas, etc.
6.3 La matriz de transmisión (ABCD) : definición, significado y usos
6.4 Redes de 3 puertos : condiciones de realizabilidad. Casos prácticos. Divisores de potencia : con líneas de transmisión, resistivo, el divisor Wilkinson . Análisis por el método de excitaciones par-impar. Respuesta en frecuencia y desempeño
6.5 Redes de 4 puertos : condiciones de realizabilidad, parámetros . Híbridos de cuadratura, acopladores direccionales a línea de transmisión, Híbridos de 180° (rat-race)
6.6 Filtros de microondas : conceptos generales. Implementación : transformación de Richard, identidades de Kuroda. Otros filtros : de impedancia escalonada, con lineas acopladas, con resonadores acoplados.
6.7 Introducción a otros elementos de procesamiento de señal : aisladores, desplazadores de fase, circuladores, amplificadores, detectores, mezcladores, diodos PIN, circuitos integrados para microondas

7 - Mediciones en y con Líneas de Transmisión

7.1 Técnicas de medición de los parámetros de las LT : Z_o, v_p, l_e, γ, resistencia de aislación, pérdidas por radiación, parámetros por unidad de longitud : r,l,g,c.
7.2 Mediciones en sistemas de transmisión de RF y microondas
7.2.1 Métodos de medición de atenuación : relación de potencia ; método de inserción
7.2.2 Medición de ROE
7.2.3 Medición de impedancias
7.2.4 Medición de parámetros de dispersión (S)
7.2.5 Medición de potencia : clasificación, técnicas, transductores y elementos de medición.
7.3 Mediciones dinámicas. Reflectometría en el dominio temporal
7.4 Introducción al instrumental de medición para RF y microondas

8 - Guías de Onda

8.1 Guiado de ondas entre planos paralelos. Modos TEM, TE y TM
8.2 Guias de onda rectangulares (GOR) : modos TE y TM. Atenuación. Parámetros. Respuesta en frecuencia. Usos. Guias ranuradas
8.3 Guias de onda cilíndricas (GOC) : modos, parámetros, respuesta en frecuencia
8.4 Selección de guias de onda. Uso de catálogos. Parámetros constructivos

9 - Fibra Óptica

9.1 Herramientas para el análisis de Fibras Ópticas : teoría electromagnética vs. Óptica geométrica
9.2 Introducción a los sistemas de comunicaciones por FO. Ventajas y aplicaciones de las FO. Comparación con otros medios de transmisión
9.3 Fundamentos de óptica y ondas lumínicas. Teoría de rayos. Apertura numérica. Reflexión y ángulos críticos
9.4 Dispersión en FO : dispersión en el material, dispersión modal, dispersión por guía de onda
9.5 Mecanismos de la atenuación en FO : absorción, dispersión de Rayleigh, microcurvaturas, etc.
9.6 Perfiles de FO. Fibras de índice gradual. Fibras de índice escalonado. Modos. Ventanas de frecuencia . Distorsión de pulsos. Tasa de información. Ancho de banda
9.7 Construcción de cables de FO. Tipos : vidrio, PCS, plásticas Manejo de catálogos. Criterios de selección de FO.
9.8 Fuentes lumínicas. LED y laser. Detectores : PIN y APD
9.9 Introducción al cálculo de enlaces de FO basado en el método de balance de potencia

10 - Radiación

10.1 Mecanismo básico de la radiación
10.2 Tipos básicos de antenas
10.3 Solución de las Ecuaciones de Maxwell para problemas de radiación
10.4 Integrales de radiación y funciones potenciales auxiliares
10.5 El dipolo ideal de Hertz
10.6 Radiación a partir de fuentes " línea de corriente "
10.7 Regiones de campo. Condiciones de radiación en campo lejano
10.8 Pasos generales para la evaluación de los campos radiados
10.9 Teoremas fundamentales : dualidad, reciprocidad .

11 - Parámetros de Antenas

11.1 Patrones de radiación
11.2 Densidad de potencia de radiación
11.3 Intensidad de radiación
11.4 Directividad y ganancia. Eficiencia
11.5 Ancho de haz de media potencia
11.6 Ancho de banda
11.7 Polarización
11.8 Impedancia de entrada . Impedancia de antena
11.9 Areas y largos efectivos
11.10 Temperatura de antena

12 - Elementos radiantes simples

12.1 Dipolos : cortos, $\lambda/2$, largos
12.2 Antenas dipolo sobre planos conductores. Teoría imagen. Monopolos
12.3 Efectos de tierra sobre antenas dipolo
12.4 Dipolos gruesos : distribución de corriente, patrones de radiación, impedancia, respuesta en frecuencia
12.5 Dipolos V. Dipolos plegados
12.6 Antenas lazo pequeñas
12.7 Introducción general a otras tipos de antena : aperturas, bocinas, reflectoras, microstrip, etc.
12.8 Adaptación de impedancias para el caso de antenas dipolo

13 - Arreglos de Antenas

13.1 Factor de arreglo para disposiciones lineales
13.2 Arreglos uniformemente excitados y equiespaciados
13.3 Tipos de arreglos : broadside, end-fire ordinario, endfire Hansen – Woodyard , superdirectividad
13.4 Principio de multiplicación de patrones
13.5 Parámetros de arreglos. Directividad de arreglos. Métodos de diseño
13.6 Arreglos no uniformemente espaciados : distribución binomial y Dolph – Chebyshev
13.7 Introducción a los arreglos multidimensionales
13.8 Arreglos desfasados y técnicas de alimentación. Principio de rastreo
13.9 El arreglo de Yagi-Uda

14 - Propagación de ondas en el espacio

14.1 Efectos ambientales : atenuación, absorción, reflexión, refracción, difracción, interferencia.
14.2 Propagación en línea de vista (LOS)
14.3 Ecuación de transmisión de Friis. Ecuación de radar
14.4 Consideraciones para el cálculo de enlaces. Desvanecimiento. Paraboloide de Fresnel. Radiohorizonte. Modelos de propagación
14.5 Propagación de ondas de tierra (superficiales)
14.6 Propagación ionosférica : mecanismo de refracción características de las capas ionosféricas y sus variaciones
14.7 Otros mecanismos de propagación : dispersión troposférica, vínculos satelitales. etc.

BIBLIOGRAFÍA

Principal

1 POZAR, David M.
Microwave Engineering, 4th. Edition
John Wiley, 2012
2 PALAIS, J.C.
Fiber Optic Communications, 5th Edition
Prentice Hall, 2005
3 STUTZMAN, W. & THIELE, G.
Antenna theory and design, 3rd Edition
John Wiley, 2013
4 BALANIS, C.
Antenna Theory, analysis and design - 2nd Edition
John Wiley, 1996

Complementaria

5 BIANCHI, Aldo

Sistemas de ondas guiadas
Marcombo, 1980

6 KRAUS, J.D., FLEISCH, D.
Electromagnetics with applications ; 5th edition
McGraw-Hill, 1998

7 SENIOR, John M.
Optical Fiber Communications. Principles and Practice, 3rd Edition
Prentice Hall, , 2009

8 RAMO, S.; WHINNERY, & VAN DUZER
Fields and waves in communications electronics, 3rd. Edition
John Wiley, 1995

9 SEYBOLD, John
Introduction to RF Propagation
John Wiley, 2005

10 PARSONS, J.D.
The Mobile Radio Propagation Channel, 2nd Ed.
John Wiley, 2000

METODOLOGÍAS DE ENSEÑANZA

a) Clases teóricas en base a la bibliografía principal. Además , en cierta temáticas , se proporcionan artículos de difusión tecnológica, que los alumnos deben leer como trabajo personal, y que se discuten en clase posteriormente
b) Clases de resolución de problemas, varios de ellos con apoyatura informática (resolución y simulación) .
c) Laboratorios experimentales sobre seis ejes temáticos

MECANISMOS DE EVALUACIÓN

Cursado :

+ los alumnos deben aprobar dos parciales. Cada parcial tiene la posibilidad de un examen recuperatorio

+ asimismo, deben concurrir a los laboratorios y presentar un informe sobre los trabajos experimentales desarrollados

Final .

+ se ofrece la posibilidad de promoción mediante 2 Coloquios teóricos, o bien el método tradicional de un examen final

+ el desempeño global del alumno en clase de teoría, parciales, laboratorios y trabajos personales es tenida en cuenta para la calificación final de la asignatura, junto con sus calificaciones en coloquios y/o examen final.

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SUR

BAHÍA BLANCA --- ARGENTINA

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y DE COMPUTADORAS

PROGRAMA DE:

PROPAGACION Y RADIACION

CÓDIGO: 2812

ÁREA Nº: I

VIGENCIA DE ESTE PROGRAMA			
AÑO	PROFESOR RESPONSABLE (firma aclarada)	AÑO	PROFESOR RESPONSABLE (firma aclarada)
2015	Raúl H. Galiana	2018	Raúl H. Galiana
2016	Raúl H. Galiana		
2017	Raúl H. Galiana		

V I S A D O		
COORDINADOR AREA	SECRETARIO ACADÉMICO	DIRECTOR DECANO
Fecha:	Fecha:	Fecha: