

FACULTAD: Ingeniería.		ESCUELA: Ingeniería Eléctrica.		DEPARTAMENTO: Comunicaciones	
ASIGNATURA: Propagación y Antenas				CÓDIGO: 2441	PAG.: 1 DE: 9
REQUISITOS: Comunicaciones I (2426), Teoría Electromagnética (2124)					UNIDADES: 5
HORAS					
TEORÍA	PRÁCTICA	TRAB. SUPERV.	LABORATORIO	SEMINARIO	TOTALES DE ESTUDIO
4	1				

PROPÓSITO

El propósito general de la asignatura es el de suministrar un conjunto de conocimientos concernientes a los elementos denominados antenas, que constituyen el elemento de acoplamiento energético entre un sistema transmisor ó receptor y el de caracterizar el modo de propagación de energía radioeléctrica entre los mismos.

OBJETIVO GENERAL

Al finalizar el curso el alumno será capaz de analizar los elementos radiantes y los elementos captadores que componen los sistemas de transmisión de radio, conjuntamente con los efectos e influencia del medio de propagación como un todo, para así determinar las características globales de desempeño en la transferencia de energía para los sistemas de transmisión basados en enlaces de radio.

OBJETIVOS TERMINALES

- 1- El alumno será capaz de describir las consideraciones físicas más importantes para los distintos casos según la banda de frecuencia en lo concerniente a la propagación de ondas radioeléctricas.
- 2- El alumno estará en capacidad de definir y explicar los conceptos básicos de los parámetros que conciernen al fenómeno de transmisión de señales radioeléctricas, deducir las fórmulas fundamentales en propagación de ondas - Fórmula de Friis.
- 3- El alumno será capaz de explicar claramente el significado de los parámetros básicos de una antena en su condición de transmisión.
- 4- El alumno será capaz de describir el comportamiento de una antena bajo la condición de recepción y determinar la potencia que es capaz de entregar al estar en presencia de un campo electromagnético.
- 5- El alumno será capaz de determinar el diagrama de radiación, las impedancias y la ganancia de arreglos de antenas dipolo en configuración paralela y equispaciada, y podrá deducir las características radiantes de un arreglo de antenas en general.
- 6- El alumno estará en capacidad de a partir de una topografía dada: deducir la condición de visibilidad radioeléctrica, factibilidad de utilizar la óptica geométrica en el cálculo de un radio-enlace, determinar la componente de onda directa y reflejada, coeficientes de reflexión.

Fecha Emisión: Enero 2003		Nro. Emisión 3 ^{ra}		Período Vigente: Mayo de 1994		Ultimo Período:			
Profesor: F. Martínez		Jefe Dpto.: M. Wesolowski		Director: E. Tremamunno		Aprob. Cons. Escuela: Mayo 1994		Aprob. Cons. Facul.: Mayo de 1994	

FACULTAD: Ingeniería.		ESCUELA: Ingeniería Eléctrica.		DEPARTAMENTO: Comunicaciones	
ASIGNATURA: Propagación y Antenas				CÓDIGO: 2441	PAG.: 2 DE: 9
REQUISITOS: Comunicaciones I (2426), Teoría Electromagnética (2124)					UNIDADES: 5
HORAS					
TEORÍA	PRÁCTICA	TRAB. SUPERV.	LABORATORIO	SEMINARIO	TOTALES DE ESTUDIO
4	1				

- 7- El alumno será capaz de a partir de una topografía dada sobre una tierra esférica: determinar el radio equivalente de la tierra, determinar la visibilidad radioeléctrica de un enlace, determinar la atenuación de la señal en el medio de propagación.
- 8- El alumno estará en capacidad de deducir y aplicar la fórmula de atenuación por difracción de una lamina absorbente delgada (filo de cuchillo) para los casos de obstrucción por montañas en un enlace de radio.
- 9- El alumno será capaz de describir el comportamiento general de diversas antenas de uso generalizado en el rango de frecuencias de 30MHz. A 1GHz.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

El alumno debe ser capaz de:

- 1.1.1 Describir los diversos modos de propagación según la banda de frecuencia involucrada.
- 1.1.2 Describir los distintos efectos a considerar en la propagación de ondas radioeléctricas según la banda de frecuencia involucrada.
- 2.1.1 Definir los conceptos de velocidad de propagación, velocidad de grupo, velocidad de fase, atenuación, dispersión.
- 2.1.2 Deducir el Teorema de Poynting, enumerando sus componentes principales y vinculaciones con sistemas radiantes y sistemas de recepción de radio.
- 2.1.3 Deducir y aplicar la fórmula de Friis, como medio para determinar transferencia energética en enlaces de radio.
- 3.1.1. Definir los conceptos de diagrama de radiación, impedancia, ganancia potencia total de radiación y eficiencia de una antena transmisora.
- 3.1.2. Determinar el campo emitido por un dipolo lineal, de cualquier longitud, su diagrama de radiación, su impedancia de radiación y su ganancia.
- 3.1.3. Conociendo la ganancia de una antena cualquiera y la potencia total de radiación disponible, determinar el campo emitido por ella a una cierta distancia.
- 3.1.4. Determinar la modificación del diagrama de radiación de una antena en el espacio libre, por la presencia de la tierra.

Fecha Emisión: Enero 2003		Nro. Emisión 3 ^{ra}		Período Vigente: Mayo de 1994		Ultimo Período:			
Profesor: F. Martínez		Jefe Dpto.: M. Wesolowski		Director: E. Tremamunno		Aprob. Cons. Escuela: Mayo 1994		Aprob. Cons. Facul.: Mayo de 1994	

FACULTAD: Ingeniería.		ESCUELA: Ingeniería Eléctrica.		DEPARTAMENTO: Comunicaciones	
ASIGNATURA: Propagación y Antenas				CÓDIGO: 2441	PAG.: 3 DE: 9
REQUISITOS: Comunicaciones I (2426), Teoría Electromagnética (2124)					UNIDADES: 5
HORAS					
TEORÍA	PRÁCTICA	TRAB. SUPERV.	LABORATORIO	SEMINARIO	TOTALES DE ESTUDIO
4	1				

- 4.1.1. Definir los conceptos de ganancia, impedancia, longitud efectiva, área de captación y potencia disponible de recepción, de una antena receptora.
- 4.1.2. Determinar la tensión inducida en los terminales de un dipolo receptor cualquiera, como también la potencia disponible de recepción, conociendo el campo incidente.
- 4.1.3. Definir el concepto de atenuación de propagación de un radioenlace.
- 4.1.4. Aplicar los parámetros de antenas concernientes a transmisión y recepción en cálculos prácticos globales en enlaces de radio.
- 5.1.1. Definir arreglo de antenas, arreglo lateral de dipolos, arreglo longitudinal de dipolos.
- 5.1.2. Determinar el diagrama de radiación de un arreglo de 2 dipolos de media onda, paralelos entre sí, alimentados por corrientes de igual ó distinta amplitud y desfasadas entre sí.
- 5.1.3. Determinar la impedancia de entrada a cada dipolo en un arreglo de dos dipolos de media onda, paralelos entre sí, al igual que la ganancia que presenta el sistema.
- 5.1.4. Determinar el diagrama de radiación de un arreglo lateral y de un arreglo longitudinal e N dipolos equispaciados, al igual que determinar la impedancia de entrada de cada dipolo y la ganancia del sistema.
- 5.1.5. Determinar el diagrama de radiación de un arreglo de N antenas iguales, conociendo el diagrama de radiación de la celda unitaria.
- 6.1.1. Deducir la Fórmula de Norton para una tierra esférica y atmósfera homogénea, enumerar y describir sus elementos principales.
- 6.1.2. Deducir y aplicar la fórmula de visibilidad radioeléctrica para el cálculo de un radioenlace en condición de tierra esférica y atmósfera homogénea.
- 6.1.3. A partir de una topografía y un sistema de transmisión de radio dado: deducir la componente de campo directo, la componente reflejada de campo, coeficiente de reflexión, factor de divergencia.
- 6.1.4. Aplicar la fórmula de Norton para calcular la transferencia de energía en un radio enlace
- 7.1.1. Definir atmósfera no homogénea como un medio estratificado.
- 7.1.2. Definir la variación la variación del índice de refracción como una función de la altura sobre la superficie de una esfera.
- 7.1.3. Deducir las ecuaciones de Maxwell par un medio no homogéneo en un sistema coordinado pseudo-esférico.

Fecha Emisión: Enero 2003		Nro. Emisión 3 ^{ra}		Período Vigente: Mayo de 1994		Ultimo Período:			
Profesor: F. Martínez		Jefe Dpto.: M. Wesolowski		Director: E. Tremamunno		Aprob. Cons. Escuela: Mayo 1994		Aprob. Cons. Facul.: Mayo de 1994	

FACULTAD: Ingeniería.		ESCUELA: Ingeniería Eléctrica.		DEPARTAMENTO: Comunicaciones	
ASIGNATURA: Propagación y Antenas				CÓDIGO: 2441	PAG.: 4 DE: 9
REQUISITOS: Comunicaciones I (2426), Teoría Electromagnética (2124)					UNIDADES: 5
HORAS					
TEORÍA	PRÁCTICA	TRAB. SUPERV.	LABORATORIO	SEMINARIO	TOTALES DE ESTUDIO
4	1				

- 7.1.4. Deducir la equivalencia de la métrica para un medio estratificado no homogéneo y radio terrestre real con un medio homogéneo con radio de esfera terrestre equivalente.
- 7.1.5. Asociar parámetros atmosféricos de tierra real con la constante de la atmósfera y determinar un radio de la tierra equivalente.
- 7.1.6. Determinar la factibilidad de visibilidad radioeléctrica en un enlace de radio con características reales.
- 8.1.1. Definir el principio de Huygens.
- 8.1.2. Definir los principios fundamentales de la teoría escalar de difracción.
- 8.1.3. Deducir la fórmula integral general de Kirchoff para campos escalares.
- 8.1.4. Deducir la fórmula de Huygens-Fresnel como un caso particular de la fórmula de Kirchoff.
- 8.1.5. Aplicar la fórmula de Huygens-Fresnel para deducir la atenuación por difracción debida a una lámina absorbente delgada semi-infinita (filo de cuchillo).
- 8.1.6. Aplicar la fórmula de atenuación por filo de cuchillo para el caso de obstrucción por montañas en el cálculo de radioenlaces.
- 8.1.7. Calcular transferencias de señal para sistemas de transmisión de radio con características topográficas y atmosféricas reales.
- 9.1.1. Describir las características generales de las diferentes antenas utilizadas en el rango de frecuencias VHF y UHF.
- 9.1.2. Especificar diversos sistemas de alimentación de antenas.
- 9.1.3. Determinar la modificación del diagrama de radiación de una antena en el espacio libre, por la presencia de un plano de tierra infinito perfectamente conductor ó por un plano de tierra infinitamente permeable.
- 9.1.4. Determinar la ganancia de una antena tipo abertura, conociendo el factor de ganancia y el área de la abertura.
- 9.1.5. Determinar la ganancia y la impedancia de una antena con configuración tipo Yagi simple.
- 9.1.6. Determinar el diagrama de radiación, la impedancia de entrada y la ganancia de una antena dipolo con reflector diédrico.

Fecha Emisión: Enero 2003		Nro. Emisión 3 ^{ra}		Período Vigente: Mayo de 1994		Ultimo Período:			
Profesor: F. Martínez		Jefe Dpto.: M. Wesolowski		Director: E. Tremamunno		Aprob. Cons. Escuela: Mayo 1994		Aprob. Cons. Facul.: Mayo de 1994	

FACULTAD: Ingeniería.		ESCUELA: Ingeniería Eléctrica.		DEPARTAMENTO: Comunicaciones	
ASIGNATURA: Propagación y Antenas				CÓDIGO: 2441	PAG.: 5 DE: 9
REQUISITOS: Comunicaciones I (2426), Teoría Electromagnética (2124)					UNIDADES: 5
HORAS					
TEORÍA	PRÁCTICA	TRAB. SUPERV.	LABORATORIO	SEMINARIO	TOTALES DE ESTUDIO
4	1				

CONTENIDO

A- PROGRAMA SINÓPTICO.

Diversos modos de propagación. Consideraciones generales de propagación en medios homogéneos. Propagación en el espacio libre. Conceptos fundamentales de radiación. Parámetros fundamentales de un radioenlace en el espacio libre. Arreglos de antenas. Aplicaciones de la óptica geométrica a los problemas de propagación sobre la superficie terrestre. Propagación superficial. Antenas para frecuencias bajas y medias. Propagación troposférica. Propagación por difracción en bordes montañosos y por dispersión troposférica. Antenas para VHF, UHF y microondas.

B- PROGRAMA DETALLADO

TEMA 1. DIVERSOS MODOS DE PROPAGACION

Visión general sobre los diferentes modos de propagación utilizados en radiocomunicaciones. Características generales.

TEMA 2. CONSIDERACIONES GENERALES DE PROPAGACION EN MEDIOS HOMOGENEOS

Repaso sobre la ecuación general de propagación y sus soluciones en medios dieléctricos y conductores.

Definición de velocidad de propagación, índice de refracción, longitud de onda, constantes de atenuación y fase, polarización.

Significado físico del vector de Poynting.

TEMA 3. PROPAGACION EN EL ESPACIO LIBRE. CONCEPTOS FUNDAMENTALES DE RADIACION

Definición de espacio libre. Repaso sobre los potenciales del campo electromagnético.

Fecha Emisión: Enero 2003		Nro. Emisión 3 ^{ra}		Período Vigente: Mayo de 1994		Ultimo Período:			
Profesor: F. Martínez		Jefe Dpto.: M. Wesolowski		Director: E. Tremamunno		Aprob. Cons. Escuela: Mayo 1994		Aprob. Cons. Facul.: Mayo de 1994	

FACULTAD: Ingeniería.		ESCUELA: Ingeniería Eléctrica.		DEPARTAMENTO: Comunicaciones	
ASIGNATURA: Propagación y Antenas				CÓDIGO: 2441	PAG.: 6 DE: 9
REQUISITOS: Comunicaciones I (2426), Teoría Electromagnética (2124)					UNIDADES: 5
HORAS					
TEORÍA	PRÁCTICA	TRAB. SUPERV.	LABORATORIO	SEMINARIO	TOTALES DE ESTUDIO
4	1				

Radiación de antenas lineales. Dipolos y monopolos, diagramas de radiación, resistencia de radiación, longitud efectiva.

Generalidades sobre radiación de antenas tipo apertura.

TEMA 4. PARAMETROS FUNDAMENTALES DE UN RADIOENLACE EN EL ESPACIO LIBRE.

Parámetros relativos a la emisión. Impedancia de una antena. Ganancia de una antena. Parámetros relativos a la recepción. Características generales de una antena receptora. Area efectiva de captación. Atenuación de propagación de un radioenlace. Zonas y elipsoides de Fresnel.

TEMA 5. ARREGLOS DE ANTENAS

Arreglos de dos o más dipolos. Mejora del campo emitido. Impedancia y ganancia del sistema. Generalidades sobre arreglos de otros tipos de antenas.

TEMA 6. APLICACIÓN DE LA OPTICA GEOMETRICA A LOS PROBLEMAS DE PROPAGACION SOBRE LA SUPERFICIE TERRESTRE.

Concepto de trayectorias. Onda directa y onda reflejada. Coeficiente de reflexión y su dependencia de la irregularidad del terreno. Factor de Divergencia.

Influencia de la tierra en las características de una antena.

Despeje de trayectorias sobre obstáculos. insuficiencia de la óptica geométrica

TEMA 7. PROPAGACION TROPOSFERICA.

Refracción troposférica. Radio equivalente de la tierra.

Fecha Emisión: Enero 2003		Nro. Emisión 3 ^{ra}		Período Vigente: Mayo de 1994		Ultimo Período:			
Profesor: F. Martínez		Jefe Dpto.: M. Wesolowski		Director: E. Tremamunno		Aprob. Cons. Escuela: Mayo 1994		Aprob. Cons. Facul.: Mayo de 1994	

FACULTAD: Ingeniería.		ESCUELA: Ingeniería Eléctrica.		DEPARTAMENTO: Comunicaciones	
ASIGNATURA: Propagación y Antenas				CÓDIGO: 2441	PAG.: 7 DE: 9
REQUISITOS: Comunicaciones I (2426), Teoría Electromagnética (2124)					UNIDADES: 5
HORAS					
TEORÍA	PRÁCTICA	TRAB. SUPERV.	LABORATORIO	SEMINARIO	TOTALES DE ESTUDIO
4	1				

Radioenlace en visibilidad. Atenuación de propagación, distribuciones de fluctuaciones, diversidad. Características generales de los enlaces VHF, UHF, microondas.

TEMA 8. PROPAGACION POR DIFRACCION EN BORDES MONTAÑOSOS Y POR DISPERSION TROPOSFERICA.

Difracción sobre la superficie terrestre esférica. Aspectos teóricos.

Difracción por filo de cuchillo. Difracción en bordes montañosos.

Fluctuaciones de la señal y recepción en diversidad.

TEMA 9. ANTENAS PARA VHF, UHF, Y MICROONDAS

Dipolos. Antenas verticales con plano de tierra. Antena Yagi. Antena con reflector diédrico. Antenas tipo apertura. Antena con reflector parabólico

C- PROGRAMA DE LABORATORIO

Esta asignatura no contempla área con laboratorio

D- REQUISITOS

Haber aprobado las asignaturas:

Comunicaciones I

Teoría Electromagnética

E- PROGRAMACIÓN CRONOLÓGICA

El tiempo total destinado a esta asignatura se distribuirá de la siguiente manera:

Fecha Emisión: Enero 2003		Nro. Emisión 3 ^{ra}		Período Vigente: Mayo de 1994		Ultimo Período:			
Profesor: F. Martínez		Jefe Dpto.: M. Wesolowski		Director: E. Tremamunno		Aprob. Cons. Escuela: Mayo 1994		Aprob. Cons. Facul.: Mayo de 1994	

FACULTAD: Ingeniería.		ESCUELA: Ingeniería Eléctrica.		DEPARTAMENTO: Comunicaciones	
ASIGNATURA: Propagación y Antenas				CÓDIGO: 2441	PAG.: 8 DE: 9
REQUISITOS: Comunicaciones I (2426), Teoría Electromagnética (2124)					UNIDADES: 5
HORAS					
TEORÍA	PRÁCTICA	TRAB. SUPERV.	LABORATORIO	SEMINARIO	TOTALES DE ESTUDIO
4	1				

TEORÍA		PRACTICAS	
TEMA 1.	02 HORAS		00 HORAS
TEMA 2.	06 HORAS		00 HORAS
TEMA 3.	08 HORAS		01 HORAS
TEMA 4.	08 HORAS		01 HORAS
TEMA 5.	04 HORAS		02 HORAS
TEMA 6.	04 HORAS		04 HORAS
TEMA 7.	06 HORAS		02 HORAS
TEMA 8.	08 HORAS		02 HORAS
TEMA 9.	08 HORAS		04 HORAS
TOTALES	54 HORAS		16 HORAS

F- HORAS DE CONTACTO

La asignatura comprende:

54 horas de teoría.

16 horas de prácticas

8 horas de evaluación. (4 evaluaciones de 2 horas c/u)

Lo que permite una distribución semanal de:

4 horas de teoría

1 hora de práctica.

G- PLAN DE EVALUACIÓN

La calificación del alumno se obtendrá de la aplicación de los siguiente instrumentos:

Fecha Emisión: Enero 2003		Nro. Emisión 3 ^{ra}		Período Vigente: Mayo de 1994		Ultimo Período:			
Profesor: F. Martínez		Jefe Dpto.: M. Wesolowski		Director: E. Tremamunno		Aprob. Cons. Escuela: Mayo 1994		Aprob. Cons. Facul.: Mayo de 1994	

FACULTAD: Ingeniería.		ESCUELA: Ingeniería Eléctrica.		DEPARTAMENTO: Comunicaciones	
ASIGNATURA: Propagación y Antenas				CÓDIGO: 2441	PAG.: 9 DE: 9
REQUISITOS: Comunicaciones I (2426), Teoría Electromagnética (2124)					UNIDADES: 5
HORAS					
TEORÍA	PRÁCTICA	TRAB. SUPERV.	LABORATORIO	SEMINARIO	TOTALES DE ESTUDIO
4	1				

TEORÍA.

Instrumento	Contenido A Evaluar	Valor Porcentual
Examen parcial (1 ^{ro})	Tema 1 al Tema 3	25%
Examen parcial (2 ^{do})	Tema 4 y Tema 5	25%
Examen parcial (3 ^{er})	Tema 6 y Tema 7	25%
Examen parcial (4 ^{to})	Tema 8 y Tema 9	25%

SUBTOTAL DE TEORÍA: 100%

LABORATORIO.

Esta asignatura no contempla área con laboratorio

SUBTOTAL DE LABORATORIO: 0%

NOTA DEFINITIVA: 100% teoría.

H- BIBLIOGRAFÍA

- Robert S. Elliott: “**Antenna Theory and Design**”. Prentice-Hall, Inc., 1981
- Constantin A. Balanis: “**Antenna Theory: Analysis and Design**”. John Wiley & Sons, Inc., 1997
- Edward A. Wolff: “**Antenna Analysis**”. John Wiley & Sons, Inc., 1966
- John D. Kraus: “**Antennas**”. McGraw-Hill, 1950

Fecha Emisión: Enero 2003		Nro. Emisión 3 ^{ra}		Período Vigente: Mayo de 1994		Último Período:	
Profesor: F. Martínez		Jefe Dpto.: M. Wesolowski		Director: E. Tremamunno		Aprob. Cons. Escuela: Mayo 1994	
						Aprob. Cons. Facul.: Mayo de 1994	