



Programa de

Antenas y Propagación (AyP)

1. NOMBRE DE LA UNIDAD CURRICULAR

Antenas y Propagación

2. CRÉDITOS

10 créditos

3. OBJETIVOS DE LA UNIDAD CURRICULAR

El estudiante adquirirá la formación necesaria para analizar sistemas de enlaces de telecomunicaciones inalámbricas. A los efectos de lograr el objetivo anterior comprenderá y será capaz de calcular la propagación guiada (ya sea en guías de onda o líneas de transmisión), comprenderá el funcionamiento de las antenas y será capaz de elegir una antena apropiada para la realización de un radioenlace, comprenderá y será capaz de calcular la propagación en espacio libre y con obstáculos. Finalmente integrando todos los conocimientos anteriores será capaz de diseñar (elegir antenas, líneas de transmisión o guías, alturas en torres, etc.) y calcular radioenlaces que cumplan con los requerimientos necesarios (frecuencia de trabajo, distancia del enlace, margen de desvanecimiento, polarización, etc.).

4. METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA

- Horas clase (teórico): 60 horas
- Horas clase (práctico): 15 horas
- Horas clase (laboratorio): 4 horas
- Horas consulta: 3 horas
- Horas evaluación: 8 horas
 - Subtotal horas presenciales: 90 horas
- Horas estudio: 30 horas

- Horas resolución ejercicios/prácticos: 30 horas
- Horas proyecto final/monografía: 0
 - Total de horas de dedicación del estudiante: 150 horas

Asistencia a:

1.- Visita a instalaciones donde puedan ver en operación equipos de telecomunicaciones inalámbricas.

2.- Clase de laboratorio donde se establece un radioenlace y se discuten sus características, mostrando un generador, antenas y analizador de espectro y explicando como se operan estos equipos.

La asistencia a estas dos instancias es obligatoria para la aprobación del curso.

5. TEMARIO

Comienza con un repaso del curso de Electromagnetismo para luego introducir las ecuaciones de Maxwell y su utilización en el estudio de varios fenómenos electromagnéticos específicos de la asignatura.

Se analizan con ellas las ecuaciones de ondas planas, reflexión, el efecto pelicular en materiales buenos conductores etc.

Se estudia la conducción de energía electromagnética en líneas y guía ondas, las antenas y la propagación de ondas entre ellas.

El temario de las clases teóricas y las horas asignadas se detallan a continuación.

	Temario del Curso Teórico	Horas	Total Horas
1	Ecuaciones de Maxwell		5
1.1	Repaso de electromagnetismo	2	
1.2	Ecuaciones de Maxwell	3	
2	Ondas		8
2.1	Ecuación de onda plana	2	
2.2	Relación existente entre E y H en una onda plana uniforme	1	
2.3	Ecuación de Maxwell en notación fasorial	1	
2.4	Penetración de una onda en un conductor	1	
2.5	Polarización	1	

12/11

Formato Aprobado por resolución N°113 del CFI de fecha 04.07.2017

	2.6	Reflexión y refracción de ondas planas en conductores y dieléctricos	2	
3		Ondas Guiadas		4
	3.1	Ondas transversales (TE, TM y TEM)	2	
	3.2	Velocidad de propagación y atenuación	1	
	3.3	Impedancia	1	
4		Guías de Onda		4
	4.1	Guías rectangulares (TM y TE)	1,5	
	4.2	Alimentadores de guías	1	
	4.3	Guías cilíndricas	0,5	
	4.4	Impedancia de Onda	0,5	
	4.5	Factores de Atenuación y Calidad	0,5	
5		Líneas de transmisión		12
	5.1	Ondas TEM, tipos de líneas de transmisión	1	
	5.2	Constantes de la línea (R,L,C y G)	1	
	5.3	Velocidad de propagación, atenuación	1	
	5.4	Ecuaciones de la línea	1	
	5.5	Impedancia de entrada, Corto Circ, C.Abierto	2	
	5.6	Líneas de bajas pérdidas	1	
	5.7	Coefficiente de reflexión y estacionarias	1	
	5.8	Carta de Smith, adaptación de impedancia	4	
6		Antenas		16
	6.1	Introducción y tipos de Antenas	1	
	6.2	Parámetros de las antenas	3	
	6.3	Ecuación de Friis	1	
	6.4	Vectores Potencial A y F	1	
	6.5	Dualidad y reciprocidad	2	
	6.6	Campo lejano y cercano	1	
	6.7	Antenas lineales, dipolo elemental y 1/2 onda	2	
	6.8	Arrays	2	
	6.9	Yagui	3	
7		Propagación de ondas		11
	7.1	Propagación entre antenas elevadas (difracción, UTD y GTD, modelado del canal radio)	9	
	7.2	Propagación de ondas terrestres	1	
	7.3	Propagación de ondas ionosféricas	1	

		TOTAL		60
--	--	-------	--	----

6. BIBLIOGRAFÍA

Tema	Básica	Complementaria
1-4	[1]	[4]
5	[2]	
6-7	[3]	[5-6]

6.1 Básica

[1] Jordan, Edward C., Balmain, Keith G. (1983), Ondas Ectromagnéticas y Sistemas Radian-tes, Madrid, Paraninfo, 3era. Edición.

[2] Chipman, Robert A. (1968), Theory and Problems of Transmission Lines, McGraw-Hill, Shacum's Outline Series, ISBN-10 0070107475, ISBN-13 978-0070107472.

[3] Balanis, Constantine A., (1997), Antenna Theory, Analysis and Design, John Wiley and Sons, ISBN 0-471-59268-4.

6.2 Complementaria

[4] Ramo, Simon, Whinnery John R., Van Duzer, Theodore (1994), Field an Waves in Communication Electronics, John Wiley and Sons, ISBN 65-19477.

[5] Cardama, Angel, Jofre, Luis, Rius, Juan M., Romeu, Jordi, Blanch, Sebastián, Ferrando, Mi-guel (2006), Antenas, Alfaomega, 2da edición, ISBN 970-15-1031-3.

[6] Hernando, José M., Riera, José M., Mendo, Luis (2013), Transmisión por Radio, Editorial Universitaria Ramón Areces, 7a. Edición, ISBN 978-84-9961-106-8.

7. CONOCIMIENTOS PREVIOS EXIGIDOS Y RECOMENDADOS

7.1 Conocimientos Previos Exigidos:

Para cursar la asignatura son necesarios sólidos conocimientos de electromagnetismo, matemá-ticas (entre otros, funciones de variable compleja y sistemas lineales) y algunos en temas de teoría de la telecomunicación como ser las técnicas de modulación.

7.2 Conocimientos Previos Recomendados: ANEXO A Para todas las Carreras

A1) INSTITUTO

Instituto de Ingeniería Eléctrica

A2) CRONOGRAMA TENTATIVO

Consiste en un cronograma de avance semanal con detalle de las horas de clase asignadas a cada tema.

Semana 1	Repaso de electromagnetismo (2 hs de clase). Ecuaciones de Maxwell (2hs de clase).
Semana 2	Ecuaciones de Maxwell (1hs de clase). Ecuación de onda plana (2hs de clase). Relación existente entre E y H en una onda plana uniforme (1hs de clase).
Semana 3	Ecuación de Maxwell en notación fasorial (1hs de clase). Penetración de una onda en un conductor (1hs de clase). Polarización (1hs de clase). Reflexión y refracción de ondas planas en conductores y dieléctricos (1hs de clase).
Semana 4	Reflexión y refracción de ondas planas en conductores y dieléctricos (1hs de clase). Ondas transversales (TE, TM y TEM) (2hs de clase). Velocidad de propagación y atenuación (1hs de clase).
Semana 5	Impedancia (1hs de clase). Guías rectangulares (TM y TE) (1.5 hs de clase). Alimentadores de guías (1 hs de clase). Guías cilíndricas (0.5 hs de clase).
Semana 6	Impedancia de Onda (0.5 hs de clase). Factores de Atenuación y Calidad (0.5 hs de clase). Ondas TEM, tipos de líneas de transmisión (1hs de clase). Constantes de la línea (R,L,C y G) (1hs de clase). Velocidad de propagación, atenuación (1hs de clase).
Semana 7	Ecuaciones de la línea (1hs de clase). Impedancia de entrada, Corto Circ., C. Abierto (2hs de clase). Líneas de bajas pérdidas (1hs de clase).
Semana 8	Coefficiente de reflexión y estacionarias (1hs de clase). Carta de Smith, adaptación de impedancia (3hs de clase).
Semana 9	Carta de Smith, adaptación de impedancia (1hs de clase). Introducción y tipos de Antenas (1hs de clase). Parámetros de las antenas (2hs de clase).
Semana 10	Parámetros de las antenas (1hs de clase). Ecuación de Friis (1hs de clase). Vectores Potencial A y F (1hs de clase). Dualidad y reciprocidad (1hs de clase).
Semana 11	Dualidad y reciprocidad (1hs de clase). Campo lejano y cercano (1hs de clase). Antenas lineales, dipolo elemental y 1/2 onda (2hs de clase).
Semana 12	Arrays (2hs de clase). Yagui (2hs de clase).
Semana 13	Yagui (1hs de clase). Propagación entre antenas elevadas (difracción, UTD y GTD, modelado del canal radio) (3hs de clase).
Semana 14	Propagación entre antenas elevadas (difracción, UTD y GTD, modelado del canal radio) (4hs de clase).
Semana 15	Propagación entre antenas elevadas (difracción, UTD y GTD, modelado del canal radio) (2hs de clase). Propagación de ondas terrestres (1hs de clase). Propagación de ondas ionosféricas (1hs de clase).

A3) MODALIDAD DEL CURSO Y PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN

Se realizarán durante el curso dos parciales, ambos con el mismo peso sobre el resultado final. Según el resultado en estos parciales, el estudiante podrá ganar o no el curso y exonerar o no el examen, según se explica a continuación. En caso de ganar el curso pero no exonerar, deberá realizar un examen final que será oral.

Ganancia del curso

1. Asistencia a la totalidad de clases de laboratorio y visita. En caso de que el estudiante no pueda participar de alguna de estas dos actividades por una causa fundada, se acordará con el equipo docente la actividad alternativa a realizar.
2. Más del 20% del total de puntos en cada uno de los parciales.
3. Más del 30% en el promedio de los parciales.

Exoneración del examen

- Más del 40% de los puntos en cada uno de los parciales.
- Más del 60% del total de puntos de los parciales (promedio).

Examen: Oral.

A4) CALIDAD DE LIBRE

No se podrá acceder a la calidad de libres.

A5) CUPOS DE LA UNIDAD CURRICULAR

(En caso de que corresponda, indicar los cupos totales.)

Cupos mínimos:

Cupos máximos:

Nota:

Si se definen cupos, en una nota aparte se deberá incluir:

- *motivo por el cual la unidad curricular tiene cupos (tanto máximos como mínimos).*
- *el mecanismo de selección para cuando se dé la situación de que la cantidad de estudiantes inscriptos supere el cupo máximo.*

Diez



UNIVERSIDAD
DE LA REPÚBLICA
URUGUAY

ANEXO B para la carrera Ingeniería Eléctrica

B1) ÁREA DE FORMACIÓN

Telecomunicaciones

B2) UNIDADES CURRICULARES PREVIAS

Curso:

Examen de Electromagnetismo,

Curso de Teoría de Circuitos,

Curso de Funciones de variable compleja (10 créditos o 5 créditos),

Curso de Señales aleatorias y modulación.

Alternativamente, estarán habilitados al curso quienes tengan aprobados

Curso de Sistemas de Comunicación

Curso de Funciones de variable compleja (10 créditos o 5 créditos)

Examen de Electromagnetismo

Examen: el curso de la propia asignatura

ANEXO B para la carrera Ingeniería em Sistemas de Comunicación

B1) ÁREA DE FORMACIÓN

8 en Transmisión de la Información.
2 en Física

B2) UNIDADES CURRICULARES PREVIAS

Curso: los cursos Electromagnetismo, Teoría de Circuitos (o Sistemas Lineales 2) y Redes de Datos¹ (o Redes de Datos);
Examen: el curso de Antenas y Propagación.

1

APROB. POR CONSEJO DE FAC. ING.
FECHA: 26/11/2019 . 060180-000 918-03 / 060180-001171-03