

### Identificación y características de la Actividad Curricular

Carrera:	Ingeniería Electrónica		
Plan de Estudios:	2014	Carácter:	Electiva
Bloque/Campo:	Tecnologías Aplicadas	Área:	Comunicaciones
Régimen de cursado:	Cuatrimestral		
Cuatrimestre:	9º [ECA]		
Carga Horaria:	64 hs. / 4 hs. semanales	Formato Curricular:	ECE
Escuela:	Ingeniería Electrónica	Departamento:	Electrónica
Docente Responsable:	ARRAIGADA, Fernando VILA, Héctor		

### Programa Sintético

Parámetros fundamentales de las antenas. Integrales de radiación y funciones potenciales auxiliares. Antenas de alambres lineales. Antenas de lazo. Antenas con reflector. Mediciones en antenas. Espectro radioeléctrico y usos. Modelos de propagación. Cuestiones regulatorias. Radioenlaces digitales. Disponibilidad y calidad. Equipamiento utilizado. Proyecto y diseño de enlaces. Sistemas punto a multipunto. Comunicaciones satelitales. Mecánica orbital. Elementos de un satélite. Modelo del enlace de RF. Estaciones terrenas. Redes de comunicación vía satélite. Arsat. GPS.

### Asignaturas Relacionadas

Previas Aprobadas: A13-Fundamentos de las Comunicaciones Eléctricas

Simultáneas Recomendadas:

Posteriores:

Vigencia desde: 2018

-----  
Firma Profesor

-----  
Fecha

-----  
Firma Aprob. Escuela

-----  
Fecha

Aval del Consejo Asesor en Reunión del 28/02/2018.

## Características Generales

Pertenece al noveno semestre. Aporta al alumno los conocimientos básicos sobre el comportamiento de las antenas y las comunicaciones inalámbricas y contribuye a la adquisición del perfil tecnológico necesario para el ejercicio de la profesión, mediante las estrategias didácticas empleadas que favorecen el desarrollo del espíritu crítico, pensamiento flexible, capacidad de tomar decisiones, creatividad y adaptación del conocimiento adquirido al caso en análisis. Para ello se nutre de los conocimientos teóricos sobre electromagnetismo, materiales, y comunicaciones adquiridos en materias previas y enfatiza los aspectos de la ingeniería de antenas y propagación de ondas electromagnéticas, cubriendo tres puntos claves no tratados previamente en el plan de estudios: los fundamentos, las técnicas y el diseño. Finalmente, y a partir de lo anterior, cubre el estudio de los sistemas de comunicaciones inalámbricos terrestres y satelitales. La bibliografía es coherente con las características mencionadas, siendo útil como texto guía y en el ejercicio práctico de la profesión.

## Objetivos

Analizar el funcionamiento de antenas, identificando los distintos tipos utilizados en la práctica.

Aplicar los principios y reglas de oro en el diseño de algunos tipos de antenas.

Utilizar el software MATLAB para el análisis, diseño y simulación del funcionamiento de antenas.

Entender los fundamentos que rigen las técnicas avanzadas para el análisis y el diseño de antenas.

Contar con los criterios para la selección de antenas de acuerdo al diseño de un enlace.

Reconocer los elementos constitutivos de un sistema de comunicaciones por ondas de radio.

Tener un conocimiento de los distintos tipos de sistemas de comunicación basados en satélites, o en enlaces terrestres, sus características básicas y sus respectivas aplicaciones.

Efectuar el diseño de enlaces de comunicaciones teniendo como punto de partida los requerimientos básicos que se encuentran habitualmente en la industria cubriendo aspectos técnicos, de entorno y también regulatorios.

Realizar un análisis de un sistema de comunicaciones en funcionamiento, efectuando las mediciones adecuadas, para poder diagnosticar su grado de desempeño, y en el caso de que este no sea satisfactorio, proponer e implementar mejoras.

Unidad 1 PARAMETROS FUNDAMENTALES DE LAS ANTENAS

- 1.1 Introducción.
- 1.2 Patrón de radiación. Densidad de potencia radiada. Intensidad de radiación. Ancho del haz. Directividad.
- 1.3 Técnicas numéricas.
- 1.4 Eficiencia de una antena. Ganancia. Eficiencia de haz.
- 1.5 Ancho de banda. Polarización. Impedancia de entrada.
- 1.6 Eficiencia de radiación de una antena. Vector longitud efectiva y área efectiva de una antena. Directividad máxima y área efectiva máxima.
- 1.7 Ecuación de transmisión de Friis y ecuación del alcance de un radar.
- 1.8 Temperatura de una antena

Unidad 2 INTEGRALES DE RADIACION Y FUNCIONES POTENCIALES AUXILIARES

- 2.1 Introducción.
- 2.2 El vector potencial A para una fuente de corriente eléctrica J. El vector potencial F para una fuente de corriente magnética M. Campos eléctricos y magnéticos para fuentes de corriente eléctricas (J) y magnéticas (M).
- 2.3 Solución de la ecuación de onda no homogénea del vector potencial.
- 2.4 Radiación de campo lejano.
- 2.5 Teorema de dualidad. Teoremas de reciprocidad y de reacción.

Unidad 3 ANTENAS DE ALAMBRES LINEALES

- 3.1 Introducción.
- 3.2 Dipolo infinitesimal. Dipolo pequeño.
- 3.3 Región de separación.
- 3.4 Dipolo de longitud finita. Dipolo de media longitud de onda.
- 3.5 Elementos lineales cercanos a un conductor infinito perfecto.
- 3.6 Efectos de la tierra.

Unidad 4 ANTENAS DE LAZO

- 4.1 Introducción.
- 4.2 Lazo circular pequeño. Lazo circular con corriente constante. Lazo circular con corriente no uniforme.
- 4.3 Efectos de la tierra y su curvatura en los lazos circulares.
- 4.4 Antenas de lazo poligonales.
- 4.5 Lazo de ferrita.
- 4.6 Aplicaciones en sistemas de comunicaciones móviles.

Unidad 5 ARRAYS DE ANTENAS

- 5.1 Introducción.
- 5.2 Array de dos elementos.
- 5.3 Array lineal de n elementos con amplitud y espaciado uniformes.
- 5.4 Array lineal de n elementos con amplitud y espaciado no uniformes.
- 5.5 Superdirectividad.
- 5.6 Array plano.
- 5.7 Array circular.

Unidad 6 MEDICIONES EN ANTENAS

- 6.1 Introducción.
- 6.2 Rangos de las antenas.
- 6.3 Patrones de radiación.
- 6.4 Mediciones de ganancia.
- 6.5 Mediciones de directividad.
- 6.6 Eficiencia de radiación.
- 6.7 Mediciones de impedancia.
- 6.8 Mediciones de corriente.
- 6.9 Mediciones de polarización.
- 6.10 Mediciones de modelos a escala.

Unidad 7 ESPECTRO RADIOELÉCTRICO.

- 7.1 Denominación de las bandas.
- 7.2 Servicios que utilizan el espectro radioeléctrico.
- 7.3 Administración del espectro: Aspectos regulatorios. Organismos nacionales e internacionales.

#### Unidad 8 PROPAGACIÓN.

- 8.1 Propagación en el entorno terrestre.
- 8.2 Efectos de la tierra y de la atmosfera. Reflexión. Refracción y radio efectivo de la tierra. Difracción, zonas de Fresnel, influencia de los obstáculos.
- 8.3 Modelos de propagación: Propagación terrestre, ionosférica y troposférica

#### Unidad 9 COMUNICACIONES TERRESTRES PUNTO A PUNTO.

- 9.1 Introducción. Estructura general y principales componentes de un radioenlace.
- 9.2 Comportamiento de radioenlaces digitales. Trayecto ficticio de referencia. Relación con el Circuito hipotético de referencia. Calidad: Su medida. Objetivos y distribución proporcional de los objetivos. Disponibilidad: Causas de indisponibilidad. Objetivos y distribución proporcional de los objetivos. Recomendaciones aplicables. Relación entre UIT-R y UIT-T.
- 9.3 Equipamiento para radioenlaces. Esquemas típicos y diagramas en bloque para equipamiento de Tx y Rx. Modulaciones empleadas. Análisis crítico y comparación. Ecuaciones
- 9.4 Utilización del espectro radioeléctrico. Planes de frecuencia. Bandas de frecuencia utilizadas. Distribución de portadoras en tramos de una cadena y en nodos concentradores.
- 9.5 Propagación atmosférica. Propagación por caminos múltiples: Modelos; Desvanecimiento plano y selectivo; Evaluación de los efectos sobre la calidad y disponibilidad. Firma de un receptor. Hidrometeoros: Efectos sobre la calidad y la disponibilidad.
- 9.6 Protecciones. Protección mediante diversidad. Diversidad de frecuencia, de espacio y combinada. Polarización cruzada. Evaluación de la mejora.
- 9.7 Mediciones sobre Radioenlaces. Clasificación: según el punto y según el momento. Instrumental
- 9.8 Proyecto y cálculo de radioenlaces. Metodología general. Nociones sobre programación de proyectos. Sistemas auxiliares a los enlaces de radio. Estudio de casos reales y ejercitación

#### Unidad 10 COMUNICACIONES TERRESTRES PUNTO A MULTIPUNTO

- 10.1 Necesidad de comunicaciones punto a multipunto.
- 10.2 Redes LAN Inalámbricas: Wi-Fi (802.11).
- 10.3 Redes MAN Inalámbricas: WiMAX.
- 10.4 Redes PAN Inalámbricas: Bluetooth.

#### Unidad 11 COMUNICACIONES SATELITALES.

- 11.1 Antecedentes Históricos, Conceptos Básicos, Bandas Asignadas.
- 11.2 Mecánica Orbital. Fundamentos. Ecuación de la órbita. Tipos de Órbita. Área de Cobertura.
- 11.3 Satélite. Descripción de los Sistemas Básicos. Transponders: funciones, diagrama en bloques.
- 11.4 Enlace de RF. Modelo del Enlace. Sistemas de Antenas y Pisadas. Interferencia.
- 11.5 Modulación y Multiplexado. Transmisión: TV AAG / Voz DIG / Datos.
- 11.6 Acceso Múltiple. Significado. FDMA, TDMA, CDMA.
- 11.7 Estaciones Terrenas. Componentes y Sistemas de Estaciones Terrenas.
- 11.8 Redes de Comunicación Vía Satélite. Aplicaciones.
- 11.9 Satélites ARSAT. Red GPS.

#### Modalidades de enseñanza-aprendizaje:

Clases tipo teórico-prácticas básicas con medios multimediales. Resoluciones de problemas individuales y grupales. Trabajos en los laboratorios y de campo con la elaboración y exposición de informes grupales.

### Actividades de Formación Práctica:

Consisten en la resolución de problemas y en la realización de trabajos prácticos en el aula y de experiencias de laboratorio en los Laboratorios de Instrumentos Especiales (LIE) y de Informática de la Escuela de Ingeniería Electrónica.

N°	Título	Descripción
1	Desarme de antenas.	Obtención de circuitos equivalentes de antenas a partir de la observación de su construcción (desarme).
2	Radiación.	Visualización de la radiación utilizando software Matlab.
3	Antenas de alambre.	Resolución de problemas de antenas de alambre.
4	Antenas de lazo.	Resolución de problemas de antenas de lazo.
5	Arrays de antenas.	Resolución de problemas de arrays de antenas.
6	Mediciones de antenas.	Medición de diferentes antenas en el LIE.
7	Propagación	Resolución de problemas de propagación
8	Comportamiento de radioenlaces	Resolución de problemas de calidad y disponibilidad
9	Proyecto y cálculo de radioenlaces	Diseño de un radioenlace en forma manual y mediante software específico

### Evaluación:

Los alumnos obtendrán la condición de APROBADO habiendo superado todas las instancias de evaluación con un piso de 60% y con un porcentaje de asistencia a clases del 70%.

### Distribución de la carga horaria:

Presenciales	Horas
Teóricas	28
Prácticas:	
Experimental de Laboratorio	6
Experimental de Campo	4
Resolución de Problemas y Ejercicios	12
Problemas Abiertos de Ingeniería	8
Actividades de Proyecto y Diseño	0
Práctica Profesional Supervisada	0
Evaluaciones	6
<b>Total</b>	<b>64</b>

Dedicadas por el alumno fuera de clase:	Horas
Preparación Teórica	20
Preparación Práctica	20
Elaboración y redacción de informes, trabajos, presentaciones, etc.	24
<b>Total</b>	<b>64</b>

### Bibliografía básica

Título	Autor(es)	Editorial	Año de edición	Ejemplares disponibles
"Elementos de Electromagnetismo"	SADIKU, M.	Oxford México	2003	4
"Electromagnetismo con Aplicaciones"	KRAUS-FLEISCH	Mc Graw-Hill	1999	2
"Antenna Theory Analysis and Design, Constantine A. Balanis, third edition"	BALANIS C.A.	Wiley	2005	
Radio System Design for Telecommunication	Freeman, Roger	Wiley	2007	1
Satellite Communications	Timothy Pratt, Charles W. Bostian, Jeremy E. Allnutt	Wiley	2003	
Comunicaciones por Satélite	Rodolfo Neri Vela	Paraninfo	2003	
Recomendaciones e Informes	UIT	UIT		

### Bibliografía complementaria

Título	Autor(es)	Editorial	Año de edición	Ejemplares disponibles
"Electronic Communication Systems"	FENZEL L. E.	Mc Graw-Hill	2014	
Satellite Communication Systems	Richharia, M	Mc Graw-Hill	2003	
Satellite Communications Systems Engineering	Wilbur Pritchard, Henri Suyderhoud, Robert A. Nelson	Prentice Hall	1993	
Telecommunication Transmission Systems	Winch, Robert G.	Mc Graw-Hill	1998	

### Recursos web y otros recursos

Ares, Roberto. Manual de Telecomunicaciones. robertoares.com.ar [Consulta 5/12/2017]

Los materiales didácticos de la asignatura "Comunicaciones Inalámbricas" están disponibles en el campus virtual de la cátedra.

### Cronograma de actividades

SEMANA	UNIDAD	TEMA	ACTIVIDAD
01	1 y 7	1.1 Parámetros Fundamentales de las Antenas. 1.2 Patrón de radiación. Densidad de potencia radiada. Intensidad de radiación. Ancho del haz. Directividad. 1.3 Técnicas numéricas. 1.4 Eficiencia de una antena. Ganancia. Eficiencia de haz. ESPECTRO RADIOELÉCTRICO. 7.1 Denominación de las bandas. 7.2 Servicios que utilizan el espectro radioeléctrico. 7.3 Administración del espectro: Aspectos regulatorios.	Teoría y práctica
02	1 y 8	1.5 Ancho de banda. Polarización. Impedancia de entrada. 1.6 Eficiencia de radiación de una antena. Vector longitud efectiva y área efectiva de una antena. Directividad máxima y área efectiva máxima. 1.7 Ecuación de transmisión de Friis y ecuación del alcance de un radar. 1.8 Temperatura de una antena. PROPAGACIÓN. 8.1 Propagación en el entorno terrestre. 8.2 Efectos de la tierra y de la atmósfera. Reflexión. Refracción y radio efectivo de la tierra. Difracción, zonas de Fresnel, influencia de los obstáculos. 8.3 Modelos de propagación.	Teoría y práctica
03	2 y 9	2.1 Integrales de Radiación y Funciones Potenciales Auxiliares. Introducción. 2.2 El vector potencial A para una fuente de corriente eléctrica J. El vector potencial F para una fuente de corriente magnética M. Campos eléctricos y magnéticos para fuentes de corriente eléctricas (J) y magnéticas (M). 9.1 Introducción. Estructura general y principales componentes de un radioenlace. 9.2 Comportamiento de radioenlaces digitales. Trayecto ficticio de referencia. Relación con el Circuito hipotético de referencia. Calidad. Disponibilidad. Causas de indisponibilidad. Recomendaciones aplicables. Relación entre UIT-R y UIT-T.	Teoría y práctica
04	2 y 9	2.3 Solución de la ecuación de onda no homogénea del vector potencial. 2.4 Radiación de campo lejano. 2.5 Teorema de dualidad. Teoremas de reciprocidad y de reacción. 9.3 Equipamiento para radioenlaces. Esquemas típicos y diagramas en bloque para equipamiento de Tx y Rx. Modulaciones empleadas. Análisis crítico y comparación. Ecualesadores	Teoría y práctica

05	2 y 9	Medición de parámetros S. Analizador vectorial de redes. Acoplador direccional. Detectores. Puente de ROE. 9.4 Utilización del espectro radioeléctrico. Planes de frecuencia. Bandas de frecuencia utilizadas. 9.5 Propagación atmosférica. Propagación por caminos múltiples: Modelos; Desvanecimiento plano y selectivo; Evaluación de los efectos sobre la calidad y disponibilidad. Firma de un receptor. Hidrometeoros. 9.6 Protecciones. Diversidad de frecuencia, de espacio y combinada. 9.7 Mediciones sobre Radioenlaces. Clasificación: según el punto y según el momento. Instrumental	Laboratorio y teoría
06	3 y 9	3.1 Antenas de Alambres Lineales. Introducción. 3.2 Dipolo infinitesimal. Dipolo pequeño. 3.3 Región de separación. 9.8 Proyecto y cálculo de radioenlaces. Metodología general. Nociones sobre programación de proyectos. Sistemas auxiliares a los enlaces de radio. Estudio de casos reales y ejercitación	Teoría y práctica
07	3 y 10	3.4 Dipolo de longitud finita. Dipolo de media longitud de onda. 3.5 Elementos lineales cercanos a un conductor infinito perfecto. 3.6 Efectos de la tierra. COMUNICACIONES TERRESTRES PUNTO A MULTIPUNTO 10.1 Necesidad de comunicaciones punto a multipunto. 10.2 Redes LAN Inalámbricas. 10.3 Redes MAN Inalámbricas. 10.4 Redes PAN Inalámbricas.	Teoría y práctica
08	4	4.1 Antenas de Lazo. Introducción. 4.2 Lazo circular pequeño. Lazo circular con corriente constante. Lazo circular con corriente no uniforme.	Teoría y práctica. Examen
09	4 y 11	4.3 Efectos de la tierra y su curvatura en los lazos circulares 4.4 Antenas de lazo poligonales. 4.5 Lazo de ferrita. COMUNICACIONES SATELITALES. 11.1 Antecedentes Históricos, Conceptos Básicos, Bandas Asignadas.	Teoría y práctica
10	4 y 11	4.6 Aplicaciones en sistemas de comunicaciones móviles. 11.2 Mecánica Orbital. Fundamentos. Ecuación de la órbita. Tipos de Órbita. Área de Cobertura	Teoría y práctica
11	5 y 11	5.1 Arrays de antenas. Introducción. 5.2 Array de dos elementos. 5.3 Array lineal de n elementos con amplitud y espaciado uniformes. 11.3 Satélite. Descripción de los Sistemas Básicos. Transponders: funciones, diagrama en bloques.	Teoría y práctica
12	5 y 11	5.4 Array lineal de n elementos con amplitud y espaciado no uniformes. 5.5 Superdirectividad. 11.4 Enlace de RF. Modelo del Enlace. Sistemas de Antenas y Pisadas. Interferencia. 11.5 Modulación y Multiplexado. Transmisión: TV AAG / Voz DIG / Datos.	Teoría y práctica
13	5 y 11	5.6 Array plano. 5.7 Array circular. 11.6 Acceso Múltiple. Significado. FDMA, TDMA, CDMA. 11.7 Estaciones Terrenas. Componentes y Sistemas de Estaciones Terrenas.	Teoría y práctica
14	6 y 11	6.1 Mediciones en Antenas. Introducción. 6.2 Rangos de las antenas. 6.3 Patrones de radiación. 11.8 Redes de Comunicación Vía Satélite. Aplicaciones.	Teoría y práctica
15	6 y 11	6.4 Mediciones de ganancia. 6.5 Mediciones de directividad. 6.6 Eficiencia de radiación. 6.7 Mediciones de impedancia. 11.9 Satélites ARSAT. Red GPS.	Teoría y práctica
16	6 y 11	6.8 Mediciones de corriente. 6.9 Mediciones de polarización. 6.10 Mediciones de modelos a escala.	Teoría y práctica. Examen