

# **Universidad Católica de Córdoba**

## **Facultad de Ingeniería**

### **Radiación y Propagación - Año 2008**

**Titular: Ing. John Coppens**

**Prácticos: Ing. John Coppens**

#### **1 Objetivos generales**

Conocimientos de todo lo que se desarrolla entre dos equipos radioeléctricos (transmisor y receptor), en cada aspecto: cables de transporte de energía, antenas, atmósfera, ionósfera, etc.

#### **2 Objetivos específicos**

Adquisición de conocimientos prácticos y teóricos sobre temas referidos a: propagación terrestre y espacial, el comportamiento de las capas ionosféricas, comunicación satelital, cálculo de enlaces.

Sobre antenas: conceptos básicos, derivación de las características desde las ecuaciones de líneas de transmisión. Análisis y diseño de antenas: dipolos, arreglos de dipolos, arreglos con dipolos parásitos, reflectores de diferentes tipos. Interpretación de diagramas de radiación.

Particular importancia al uso de la simulación por computadora para el análisis y diseño de los elementos.

#### **3 Síntesis conceptual de la asignatura (abstract)**

Luego de un repaso de las características básicas de líneas de transmisión, con énfasis sobre los aspectos prácticos, se realiza una transformación de estos conocimientos a antenas (de línea a dipolo). Se tratan las definiciones y terminología específica de las antenas, y los elementos comunes necesarios.

Luego se deriva del dipolo, una cantidad de antenas para diferentes aplicaciones, con mención de las principales aplicaciones, tanto arreglos excitado de antenas, como arreglos con elementos parásitos.

Se trata la propagación de la energía por los medios - propagación terrestre, ionosférica.

Cálculo de enlace entre dos estaciones.

Goniometría, radar, telescopios etc.

#### **4 Contenidos**

##### **4.1 Unidad 1 - Propagación**

Propagación terrestre, espacial: ionosféricas y otras. Descripción de las características de las diferentes capas. Propagación especial: E-esporádica, meteoros, satelitales. Análisis de un enlace. Uso de herramientas de computación para predecir la factibilidad de enlaces terrestres y satelitales.

##### **4.2 Unidad 2 - Introducción a líneas de transmisión**

Términos utilizados, clasificación, comportamiento. Comportamiento en corriente continua - reflectometría en dominio del tiempo (práctico). Comportamiento en corriente alterna - Ábaco de Smith. (Catalogación de los problemas. Ejercicios con líneas y componentes discretos, uso del ábaco impreso y por computadora. Efectos de frecuencia en redes diseñadas. Técnicas especiales de adaptación. )

### **4.3 Unidad 3 - Fundamentos de antenas**

Concepto de 'ganancia' y directividad. El dipolo - derivación de una línea de transmisión (equivalencia entre línea de transmisión y dipolo). Propiedades características. Diagrama de radiación. Medición del diagrama de radiación. Impedancia de alimentación. Dependencia de las características físicas y cercanía de objetos. Simulación por computadora.

### **4.4 Unidad 4 - Antenas elementales derivadas**

Antenas verticales y horizontales directamente derivados de un dipolo. Antena de 1/4 de onda, de 5/8, de 9/8 lambda. Antena Marconi. Análisis del diagrama de radiación y simulación por computadora.

### **4.5 Unidad 5 - Arreglos de antenas**

Compuestos de antenas elementales alimentados individualmente. Antenas físicamente existentes y reflejadas. Construcción del diagrama de radiación. Aplicaciones.

### **4.6 Unidad 6 - Antenas con elementos parásitos y reflectores**

Antena Yagi-Uda y derivados. Descripción del funcionamiento y uso de programas para la simulación y diseño de antenas Yagi. Antenas con diferentes tipos de reflectores. Parabólicas con alimentación directa e indirecta. Reflector plano e hiperbólico.

### **4.7 Unidad 7 - Antenas para uso especializado**

Goniometría, radar, telescopios etc. Sistemas de radionavegación aérea y marina.

## **5 Bibliografía**

### **5.1 Bibliografía obligatoria**

- *The ARRL Antenna Handbook*  
(Varios autores), American Radio Relay League, ISBN 0-87259-172-7
- *Material didáctico propio*  
Sitio del profesor <http://www.jcoppens.com/univ/radpr>

### **5.2 Bibliografía de consulta**

- *The ARRL Antenna Handbook*  
(Varios autores), American Radio Relay League, ISBN 0-87259-904-3
- *Antenna Impedance Matching*  
Wilfred N. Caron, American Radio Relay League, ISBN 0-87259-220-0
- *Ionospheric Radio*  
Kenneth Davies, IEE, ISBN 08641-186-X
- *The ARRL Handbook*  
(Varios autores), American Radio Relay League, ISBN 0-87259-172-7
- *VHF-UHF Manual*  
D.S. Evans, G3RPE, G.R. Jessop G6JP, Radio Society of Great Britain, ISBN 0-900612-31-2
- *HF Antennas*  
L.A.Moxon, G6XN, Radio Society of Great Britain, ISBN 0-900612-57-6

- *Radio Communication Handbook (Vol 1 y 2)*  
(Varios autores), Radio Society of Great Britain, ISBN 0-900612-28-2
- *The Satellite Experimenter's Handbook*  
Martin Davidoff, K2UBC., American Radio Relay League, ISBN 0-87259-004-6
- *Microwave Handbook (Vol 1, 2, 3)*  
M.W. Dixon, G3PFR, Radio Society of Great Britain, ISBN 0-900612-88-6
- *Radio Data Reference Handbook*  
T.G. Giles, G4CDY, G.R. Jessop, G6JP, Radio Society of Great Britain, ISBN 0-900612-32-0
- *Antennenbuch*  
Karl Rothammel, Y21BK, TelekosmosVerlag, Franckh'sche Verlagshandlung, Stuttgart, ISBN 3-440-04791-1
- *How to use the slotted line for transmission-line measurements*  
Bob Stein, W6NBI, Ham Radio, May 1977, p56-63
- *The antenna-transmission line analog (1/2)*,  
Joseph Boyer, Ham Radio, Abril 1977, p52
- *The antenna-transmission line analog (2/2)*,  
Joseph Boyer, Ham Radio, Mayo 1977, p20
- *Material didáctico propio sobre antenas y simulación*  
Sitio sobre antenas <http://www.jcoppens.com/ant>
- *Material didáctico propio sobre aplicaciones e investigación en la radio*  
Sitio sobre radio y propagación <http://www.jcoppens.com/radio/>

## 6 Metodología

Particularmente importante resulta la conexión de los conocimientos teóricos de este curso y de los cursos anteriores, con la realidad física. Por ello se intenta de realizar prácticos que afianzan el conocimiento con experimentos. En cada paso del curso se intenta:

1. transferir la base teórica,
2. las características físicas,
3. métodos para simular el comportamiento por computadora,
4. si es posible, lograr un práctico.

En la actualidad se están realizando experiencias de propagación en colaboración con otras personas en Gran Bretaña, Brasil, Estados Unidos y otros países. Se tratará de involucrar a los alumnos en estas actividades.

Además, el actual experimento Globo 4, será de interés por sus características de gran altura.

## 7 Calendario

Fecha	Unidad	Tipo	Tema/actividad
13/03	1	T	Introduccion a la materia. Calificacion de la bandas de frecuencias/largos de onda/terminos. Propagacion: Ionosfera, origen, efectos, medicion.
14/03		P	(Combinada con practico del 28/3)
20/03			Jueves Santo (feriado)
21/03			Viernes Santo (feriado)
27/03	1	T	Propagacion: Modos de propagacion segun las frecuencias. Calculo del enlace Introduccion para el practico siguiente.
28/03	2	P	Construccion de un reflectometro.
03/04	2	T	Fundamentos de antenas - antenas elementales - isotrópica y dipolo. Diagramas de irradiación.
10/04	3	T	Antenas derivadas para diferentes aplicaciones. Arreglos de antenas dipolos alimentadas simultáneamente. Diagramas de irradiación: construcción gráfica, simulación por computadora.
11/04	3	P	Medicion de cables con reflectometria.
17/04	4	T	Antenas con elementos parásitos y reflectores: Yagi-Uda, cuad cúbica, quagi. Diagramas. Simulación por computadora - fundamentos de los algoritmos de simulación y análisis.
24/04	5	T	Antenas con elementos parásitos y reflectores de mayor directividad. Análisis, discusión de problemas. Criterios de selección de antenas.
25/04	5	P	Instrumental relacionado con mediciones sobre antenas y líneas de transmision. Actuales mediciones y evaluacion de los resultados.
01/05			Dia del trabajo (Feriado)
08/05	5	T	Antenas para uso especializado - goniometría, interferometría, uso satelital, industrial, etc.
09/05	5	P	Medicion del diagrama de radiacion de una antena.
15/05	6	T	Problemas de adaptacion con líneas de transmision. Uso de diferentes herramientas para lograr adaptaciones (calculo/simulacion)
22/06	7	T	Efectos de desaptacion en circuitos analogicas de alta frecuencia y en sistemas digitales. Soluciones adaptadas.
23/06	7	P	Diseno, simulacion, construccion y evaluacion de una red de adaptacion.
18/06			<i>Segundo Parcial</i>

## 8 Trabajos prácticos

Reflectometría - interpretación de anomalías en una línea de transmisión, mediante un reflectómetro sencillo construido en el laboratorio.

Antenas - Análisis de una antena Yagi de 3 o mas elementos en VHF o UHF. Medición de las características y diagrama de radiación.

Propagación - Análisis de señales recibidos en HF, y VHF. Prueba de distancia entre equipos y antenas.

Se prevé la participación activa de los alumnos en un proyecto de investigación de propagación basado en trabajos de Peter Martinez, haciendo uso secundario de estaciones de sondeo ionosféricos.

## **9 Criterios y formas de evaluación**

### **9.1 Durante el semestre**

En la parte práctica, se presentarán por lo mínimo 3 trabajos durante el semestre. Estos trabajos se evaluarán por su: originalidad, solidez de implementación, estructura, documentación.

### **9.2 Parciales**

En la parte teórica se realizarán además dos parciales, evaluando el conocimiento sobre la materia en forma individual. Si se considera apropiado, se realizará un trabajo escrito de investigación, en reemplazo del parcial. En el caso que se realice el trabajo en grupo, se hará luego una evaluación personalizada del mismo.

En las notas finales se agregará una evaluación de la participación del alumno en las actividades.

### **9.3 Final**

El examen final teórico consistirá en dos partes: una evaluación de los conocimientos teóricos de la materia y una confirmación individual de la participación en la realización de los trabajos presentados.

El responsable de la parte práctica, se encargará de la misma manera de evaluar los conocimientos absolutos e individuales de los alumnos.

## **10 Condiciones para obtener la regularidad**

Las condiciones formales son las que actualmente rigen para todas las cátedras, según el reglamento vigente.