



Ministerio de Cultura y Educación  
 Universidad Nacional de San Luis  
 Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas y Naturales  
 Departamento: Física  
 Area: Area V: Electronica y Microprocesadores

(Programa del año 2007)  
 (Programa en trámite de aprobación)  
 (Presentado el 17/05/2007 21:05:43)

### I - Oferta Académica

Materia	Carrera	Plan	Año	Período
ELECTROMAGNETISMO Y MEDIOS DE TRANSMISION	ING. ELECTRONICA	005/05	4	1c

### II - Equipo Docente

Docente	Función	Cargo	Dedicación
TARAZAGA, CARLOS CRISTOBAL	Prof. Responsable	P.ADJ EXC	40 Hs

### III - Características del Curso

Credito Horario Semanal				
Teórico/Práctico	Teóricas	Prácticas de Aula	Práct. de lab/ camp/ Resid/ PIP, etc.	Total
6 Hs	4 Hs	2 Hs	0 Hs	6 Hs

Tipificación	Periodo
C - Teoria con prácticas de aula	1 Cuatrimestre

Duración			
Desde	Hasta	Cantidad de Semanas	Cantidad de Horas
12/03/2007	15/06/2007	15	90

### IV - Fundamentación

El conocimiento de la teoría de los campos electromagnéticos es la principal herramienta para una buena comprensión de los fenómenos sobre los cuales funcionan los dispositivos eléctricos, electrónicos, optoelectrónicos, ópticos, electroópticos, magnetoópticos, etc, además constituye la base física del desarrollo de nuevas tecnologías en las áreas relacionadas a la electrónica u optoelectrónica como son las comunicaciones, desarrollo de semiconductores, nanoelectrónica, sistemas de transmisión de datos etc.

### V - Objetivos

El objetivo general del curso es que el alumno sea capaz de interpretar y analizar correctamente los principios básicos de la teoría electromagnética en lo referente a distribuciones de campos, propagación de ondas electromagnéticas en el vacío y en los medios materiales y la configuración de los campos en la radiación electromagnética. Es necesario que el alumno al finalizar el curso adquiera una idea clara de las aplicaciones a las cuales está destinado el curso y lo asocie con el estudio de líneas de transmisión, guías de ondas y antenas temas necesarios para los cursos de comunicaciones.

### VI - Contenidos

#### UNIDAD DE REVISIÓN

Revisión del concepto físico y matemático de campo. Revisión del concepto físico y matemático de campo. Definición de campo en coordenadas generalizadas. Campos vectoriales. Flujo de un campo vectorial. Teorema de Helmholtz.

**Campos escalares. Curvas de nivel. Otras clasificaciones de campos. Campos dependientes del tiempo. Flujo de un campo sobre una superficie en movimiento. Teoremas importantes de la teoría de campos. Propiedades de la función diferencia. Ejercicios de representación de campos mediante programas de computación. Identidades vectoriales. Distribuciones de cargas eléctricas y corrientes. Fuerza de Lorentz. Lecturas complementarias.**

#### **UNIDAD 1 Ecuaciones de Maxwell. (1.5 semanas, 3 clases)**

Ecuaciones de Maxwell para el espacio vacío. Forma integral y diferencial. Gauss eléctrico. Gauss magnético. Ley de Faraday. Ley circuital de Ampere. Ecuación de continuidad. Forma de las ecuaciones de Maxwell para excitación armónica compleja. Polarización eléctrica. Ecuaciones de Gauss eléctrico y magnético para medios materiales. Polarización magnética. Ecuaciones de Ampere y Faraday para medios materiales. Conductividad compleja (Modelo colisional de Drude). Condiciones de frontera para los vectores eléctrico y magnético. Teorema de Poynting. Unidades de las cantidades electromagnéticas.

#### **UNIDAD 2 Campos Electrostáticos y magnetostáticos.(1.5 semanas, 3 clases)**

Ecuaciones de Maxwell para el caso estático. Función potencial escalar eléctrico. Sistemas de conductores en campos electrostáticos. Coeficientes de potencial. Capacidad. Coeficientes de capacitancia e inducción. Energía del campo electrostático. Ecuación de Poisson y Laplace. Problemas con valores en la frontera. Métodos numéricos iterativos simétricos y asimétricos. Desarrollo multipolar del potencial eléctrico. Término monopolar, dipolar y cuadrupolar. Ley de fuerza de Ampere. Densidad de flujo magnético. Ley de Biot y Savart. Fuerza magnética. Ley de Ampere para el caso estático. Potencial vectorial magnético. Circuitos magnéticos. Coeficientes de autoinductancia y de inductancia mutua. Energía magnética.

#### **UNIDAD 3 Ondas Electromagnéticas.(1 semana, 2 clases)**

Ecuación de onda. Aspectos generales. Onda unidireccional. Onda bidireccional. Solución general de la onda espacial plana. Onda plana y uniforme en el espacio vacío. Factor de fase. Longitud de onda. Velocidad de propagación. Impedancia intrínseca de onda. Densidad y flujo de Energía. Polarización de una onda. Onda plana y uniforme en regiones conductoras. Parámetros de onda. Clasificación de los medios conductores. Ondas monocromáticas. Ondas monocromáticas no planas. Ondas cuasi monocromáticas. Coherencia. Concepto de velocidad de fase y de grupo. Espectro de las Ondas Electromagnéticas. Consideraciones generales. Radiofrecuencia. Microondas. Infrarrojo. Luz visible. Ultravioleta. Rayos X. Rayos .

**UNIDAD 4 Reflexión y Transmisión de Ondas (1.5 semanas, 3 clases) Reflexión de onda plana en un conductor perfecto. Incidencia normal. Análisis para dos regiones materiales cualquiera. Extensión a varias regiones. Reflexión oblicua. Coeficiente de reflexión. Propiedades. Introducción a la gráfica de Smith. Ondas estacionarias. ROE (Relación de Ondas Estacionarias). Reflexión en tierra de una onda. Concepto de reflexión total interna. Absorción y esparcimiento de Ondas Electromagnéticas. Parámetros característicos.**

**UNIDAD 5 Radiación Electromagnética (1.5 semanas, 3 clases) Introducción. Aspectos cualitativos de la radiación. Radiación de un dipolo eléctrico. Concepto de interferencia. Aspectos energéticos de la radiación. Ecuaciones de onda en función de los potenciales electromagnéticos. Potenciales retardados. Integración. Casos particulares. Radiación del elemento infinitesimal de corriente. Análisis de los campos lejanos. Antena lineal. Potencia radiada. Lecturas complementarias, Ecuaciones simétricas de Maxwell y sus potenciales vectoriales. Teorema de equivalencia del campo.**

#### **UNIDAD 6 Teoría general de las líneas de transmisión. (1.5 semanas, 3 clases)**

Modelo general de una línea de transmisión. Ecuaciones diferenciales de línea. Solución para líneas con pérdidas y excitación armónica. Impedancia característica de línea. Constante de propagación. Velocidad de fase y de grupo. Factor de velocidad de una línea. Análisis de líneas de transmisión. Expresiones analíticas para la impedancia de líneas. Casos particulares. Acoplamientos cortos en líneas. Stubs. Transformador de cuarto de onda. Acoplamiento de impedancia. Soluciones gráficas usando la carta de Smith. Medición de impedancia con línea ranurada. Respuesta de una línea a la función escalón. Coeficiente de reflexión. Respuesta de una línea a la corriente alterna. ROE (VSWR) de una línea.

### **UNIDAD 7 (1.5 semanas, 3 clases)**

Guías de onda. Introducción. Tipos de líneas de transmisión. Guías de onda. Ecuaciones de Maxwell aplicadas a guías de onda. Relaciones generales para los modos TE, TM, TEM. Soluciones del modo TM en guías de onda rectangulares. Constante de propagación. Frecuencia de corte. Velocidad de fase. Impedancia. Soluciones del modo TE en guías rectangulares. Constante de propagación. Frecuencia de corte. Velocidad de fase. Impedancia. Dispersión en guías de onda huecas, velocidad de fase y velocidad de grupo. Velocidad de grupo en una región no dispersiva. Velocidad de grupo en una región dispersiva. Atenuación en guías de onda huecas. Simulación computacional en guías de ondas.

### **UNIDAD 8 (1.5 semanas, 3 clases)**

Antenas Campos de radiación y potencia del dipolo elemental. Corriente en el conductor. Campos de radiación de una antena lineal alimentada al centro. Patrón de radiación. Potencia radiada. Parámetros de antena. Diagrama de Radiación. Ganancia. Ganancia directiva. Directividad. Eficiencia. Longitud efectiva. Área efectiva. Impedancia característica de antena. Ancho de banda. Fórmula de Friis. Atenuación del espacio libre.

**UNIDAD 9 Transmisión en Fibras Ópticas (1.5 semanas, 3 clases) Óptica geométrica. Reflexión y refracción de la luz. Utilización de la reflexión total interna. Apertura numérica de una fibra óptica. Modos de propagación. Principales resultados de la teoría modal. Dispersión en una fibra óptica. Definición de dispersión. Dispersión Modal. Dispersión cromática. Reducción de la dispersión modal. Fibras de índice gradual. Fibras ópticas monomodo. Principales tipos de fibras ópticas. Materiales para fibras ópticas. Atenuación. Simulación computacional en fibras ópticas. Lectura complementaria fabricación de fibras ópticas.**

## **VII - Plan de Trabajos Prácticos**

Los trabajos prácticos serán 10:1. - Los ocho primeros trabajos prácticos serán los cuestionarios y resolución de problemas que se corresponden con cada una de las unidades temáticas. 2. - Los dos trabajos prácticos restantes se corresponden con las actividades de investigación sobre temas conexos al curso y vinculados con temas que serán desarrollados en microondas. Todos los trabajos prácticos serán aprobados o no sobre la base del informe presentado por los alumnos y la calificación se encuadrará en los términos fijados para la regularidad.

## **VIII - Regimen de Aprobación**

Para obtener la calificación de regular los alumnos deberán aprobar la totalidad de los trabajos prácticos de aula con su respectiva carpeta de informes que incluye los problemas y los Informes de laboratorio. Deberán presentar además los cuestionarios teóricos de todas las unidades dentro del plazo indicado en cada uno de ellos. La nota final del alumno estará formada de la siguiente manera: 1. -Cuestionarios teóricos. 30% 2. -Parciales I y II. 40% 3. -Exámen final de integración (escrito) 30% El no-cumplimiento de alguno de los requisitos 1 ó 2 dará lugar a que el alumno quede libre. El porcentaje necesario para pasar al examen final no debe ser menor que 70% de cada uno de ellos. Cada parcial incluirá los temas teóricos de los cuestionarios y tareas de investigación, los prácticos vistos hasta la fecha del mismo y problemas similares a los dados en la práctica de aula. Cada parcial tiene una sola recuperación y la no aprobación del mismo tendrá un valor de 0%. El examen final será oral y escrito y se aprobará con una calificación mínima de 65%. La aprobación final del curso Campos Electromagnéticos y Ondas se hará con una calificación igual o superior al 68.5% sobre un máximo de 100%.

### **RÉGIMEN PARA ALUMNOS LIBRES.**

Los alumnos libres que deseen aprobar el curso de Campos Electromagnéticos y Ondas deberán rendir por escrito un examen con problemas y preguntas de las prácticas de aula. El puntaje de aprobación será en este caso del 75% del total. Una vez que ha sido aprobado este examen se pasará a la evaluación en teoría la cual consistirá en el desarrollo de todos los temas que el jurado crea conveniente pedir. Ante una respuesta satisfactoria del alumno se le dará por aprobada la asignatura.

## **IX - Bibliografía Básica**

- [1] 1. Texto guía Teoría Electromagnética. Campos y Ondas. Carl T. A. Johnk (Editorial Limusa). 1999
- [2] 2. Introduction to Electromagnetic Fields. Clayton R. Paul, Keith W. Whites and Syed A Nasar. 1995
- [3] 3. Líneas de transmisión. Rodolfo Neri Vela. Mc Graw Hill 1999
- [4] 4. Sistemas de transmisión. Salmeron Dominguez. Ed. Trillas 2000

## **X - Bibliografía Complementaria**

- |   |
|---|
| [1] 1.Applied Electromagnetism, Liang Chi Shen and Jin Au Kong.PWS publishing Company, 1999, third edition.<br>[2] 2.Campos y Ondas. Alonso -Finn(Editorial Limusa)<br>[3] 3.Ondas electromagnéticas y sistemas radiantes. Edward C.Jordan-Keith and G.Balmain. |
|---|

## **XI - Resumen de Objetivos**

--

## **XII - Resumen del Programa**

Revisión del concepto físico y matemático de campo.Ecuaciones de Maxwell.Campos Electrostáticos y magnetostáticos.Ondas Electromagnéticas.Reflexión y Transmisión de Ondas.Radiación Electromagnética.Teoría general de las líneas de transmisión. Guías de onda.Antenas. Transmisión en Fibras Ópticas.
--

## **XIII - Imprevistos**

.
---

<b>ELEVACIÓN y APROBACIÓN DE ESTE PROGRAMA</b>	
--	--

<b>Profesor Responsable</b>	
-----------------------------	--

Firma:	
--------	--

Aclaración:	
-------------	--

Fecha:	
--------	--