Ministerio de Cultura y Educación
Universidad Nacional de San Luis
Facultad de Ingenieria y Ciencias Economicas y Sociales
Departamento: Ingenieria
Area: Electronica y Control

(Programa del año 2006)
(Programa en trámite de aprobación)
(Presentado el 30/05/2006 10:48:40)

I - Oferta Académica

Materia	Carrera	Plan	Año	Período
Campos Electromagnéticos y Ondas	Ing.Electric.Electró	2/99	3	1c
Campos Electromagnéticos y Ondas	Ing. Electronica	7/02	3	1c

II - Equipo Docente

Docente	Función	Cargo	Dedicación
PULIAFITO, CARLOS MARIO	Prof. Responsable	CONTRATO	Hs
QUERO, JOSE LUCIO	Prof. Co-Responsable	CONTRATO	Hs
SAVINI, CLAUDIO ARIEL	Responsable de Práctico	A.1RA SEM	20 Hs

III - Características del Curso

Credito Horario Semanal				
Teórico/Práctico	Teóricas	Prácticas de Aula	Práct. de lab/ camp/ Resid/ PIP, etc.	Total
5 Hs	3 Hs	1 Hs	1 Hs	5 Hs

Tipificación	Periodo
B - Teoria con prácticas de aula y laboratorio	1 Cuatrimestre

Duración			
Desde	Hasta	Cantidad de Semanas	Cantidad de Horas
13/03/2006	16/06/2006	15	75

IV - Fundamentación

El conocimiento de la teoría de los campos electromagnéticos es la principal herramienta para la comprensión de los fenómenos electromagnéticos sobre los cuales funcionan los dispositivos eléctricos, electrónicos, optoelectrónicos, ópticos, electrópticos, magnetoópticos, etc., además constituye la base física del desarrollo de nuevas tecnologías en las áreas relacionadas a la teoría electromagnética como son las comunicaciones, desarrollo de semiconductores, nanoelectrónica, 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 que pertenecen al curso de microondas.

VI - Contenidos

UNIDAD I:

NOCIONES DE TEORÍA DE CAMPO.

1.1. Introducción a la teoría de campo. Tipos de campos: campos vectoriales, escalares, estacionarios. 1.2 Divergencia. Concepto físico. Relación de Gauss. 1.3. Clases de campos vectoriales: campos irrotacionales, rotacionales, compuestos. 1.4. Trabajo. Circulación. Campos conservativos. Potencial. Superficies equipotenciales. Gradiente de la función potencial. Significado físico del gradiente de la función potencial. Campos solenoidales o rotacionales. Teorema de Stokes. Campos compuestos. Ecuaciones de Laplace y Poisson para campos irrotacionales. Función potencial vectorial.

UNIDAD II:

EL CAMPO ELECTROSTÁTICO.

2.1. Introducción. Ley de Coulomb. Caso para “n” cargas discretas. 2.2. Intensidad del campo eléctrico. Caso para “n” cargas discretas. Caso de una distribución volumétrica continua de cargas. Caso de una distribución superficial continua de cargas. Caso de una distribución lineal continua de cargas. Flujo electrostático. Densidad de flujo electrostático. Ley de Gauss. Flujo emanado de una carga positiva puntual. Expresión diferencial de la Ley de Gauss. Ley de Gauss aplicada a un elemento de superficie. Potencial escalar. Potencial de una distribución discreta y continua de cargas. Relación entre el campo eléctrico y la función potencial.

2.1. Ecuaciones de Poisson y Laplace. Superficies equipotenciales. Medios conductores. Antecedentes experimentales. Campo producido por conductores cargados. Hojas cargadas. Condiciones de contorno sobre la superficie de separación de dos medios dieléctricos. Dipolo eléctrico. Definición. Momento. Energía potencial. Potencial debido a un dipolo eléctrico. Energía de un grupo de cargas puntuales. Energía de una distribución volumétrica de cargas eléctricas. Energía de una distribución superficial de cargas. Densidad volumétrica de energía de un campo electrostático. Sistemas de conductores. Condensadores. Los medios desde el punto de vista eléctrico. Polarización de medios. Resolución de problemas electrostáticos. Descripción de los distintos métodos de resolución.

UNIDAD III :

EL CAMPO MAGNETOSTÁTICO.

3.1. Introducción. La corriente eléctrica como fuente del campo magnético. Corrientes de conducción. Corrientes de convección. Densidad de Corriente. Ecuación de la continuidad. Ley de Ohm. Resistencia. Resistividad de los metales. Naturaleza del campo magnético. Los medios desde el punto de vista magnético. Polarización de medios magnéticos. Densidad de flujo magnético. Flujo magnético total. Campo magnético de corrientes estacionarias. Ley de la Fuerza de Ampere o Primera Ley de Ampere. Segunda Ley de Ampere. Ley de la Fuerza de Lorentz. Fuerza magnetomotriz o integral de trabajo. Ley circuital de Ampere. Dimensiones de B y H en el sistema M.K.S racionalizado. Analogías con E y D. Campo magnético producido por imanes naturales. Ley de Coulomb. Ecuaciones diferenciales del campo magnetostático. Potencial vectorial. Limitación de las leyes de Ampere. Energía de campo electromagnético.

UNIDAD IV :

INDUCCIÓN ELECTROMAGNÉTICA.

4.1. Introducción. Ley de Faraday. Ley de Lenz. Ley de Neumann. 4.2. Expresión diferencial de la Ley de Faraday. 4.3. Ley de inducción mocional. Leyes de las fuerzas de Ampere y Lorentz. Circuito no estacionario en el seno de un campo magnético B estacionario. 4.4. Ley general de inducción electromagnética. Autoinductancia. Mutua inducción. 4.5. Inconsistencia de la Ley de Ampere.

UNIDAD V:

ECUACIONES DE MAXWELL.

Tema A: Ecuaciones generales de Maxwell.

5.A.1. Introducción. Planteo general de las ecuaciones de Maxwell. Discusión. 5.A.2. Ecuaciones de onda. Medio dieléctrico ideal. Medio conductor. 5.A.3. Vector de Hertz. 5.A.4. Las ecuaciones de Maxwell para campos estacionarios.

Tema B: Ondas planas en medios ideales.

5.B.1. Introducción. Superficies equifases o frentes de ondas. Dirección o eje de propagación. Rayos. Tipos de ondas electromagnéticas: ondas planas, cilíndricas, esféricas. Modos de propagación: planos transversos, modo TEM, modo T.E., modo T.M. , modos compuestos. 5.B.2. Ondas planas. Solución general para ondas planas propagándose en un medio dieléctrico ideal. Soluciones en el dominio de la frecuencias. Impedancia intrínseca de un medio dieléctrico ideal. Velocidad de fase. Longitud de onda. Período. Relación entre la velocidad de fase, longitud de onda y frecuencia. Factor de velocidad. Índice de refacción. 5.B.3. Ondas planas propagándose en una dirección arbitraria en el seno de un medio dieléctrico ideal. 5.B.4. Polarización de ondas electromagnéticas. Dirección de polarización de una onda. Polarización lineal, elíptica y circular. Relación axil. Sentido de giro de la polarización. Especificación de la polarización de una onda electromagnética.

UNIDAD VI:
PROPAGACIÓN DE ONDAS PLANAS EN MEDIOS DIELÉCTRICOS IMPERFECTOS Y CONDUCTORES.
Tema A: Ondas en medios dieléctricos imperfectos. 6.A.1. Medios dieléctricos no ideales de reducidas pérdidas. Impedancia intrínseca. Otras constantes características. 6.A.2. Solución general de campo electromagnético propagándose en un medio dieléctrico no ideal. Soluciones en el dominio de la frecuencias.. Impedancia intrínseca. Otras constantes características.
Tema B: Ondas en medios conductores. 6.B.1. Introducción. Constante de Propagación. Profundidad de Penetración. Efecto pelicular. 6.B.2. Solución general de campo electromagnético propagándose en un medio conductor. Soluciones en el dominio de la frecuencias. Impedancia intrínseca de un medio conductor. Velocidad de fase. Longitud de onda. Período. 6.B.3. Tiempo de relajación. 6.B.4. Velocidad de grupo.
Tema C: Energía y potencia de la onda electromagnética. 6.C.1. Introducción. El vector de Poynting. 6.C.2. El vector de Poynting en medios dieléctricos ideales e imperfectos. 6.C.3. Velocidad de Propagación de la energía electromagnética.

UNIDAD VII:
OPTICA ELECTROMAGNETICA
Tema A: Introducción a la Optica Electromagnetica y la optica lineal. Estudio de las condiciones de contorno. Medios dielectricos idelaes, medios conductores ideales, sin distribución de cargas en la superficie. Medios dielectricos y conductores reales. Medios conductyores con distribución de cargas superficiales.
Tema B: Incidencia normal, medio dielectrico ideal, medio conduictor ideal. Onda Estacionaria. Incidencia Oblicua, medio dielectrico ideal, medio conductor ideal. Ley de reflexion.
Tema C: Incidencia oblicua de dos medios dielectricos ideales. Ley de Snell. Angulo de Brewster.

UNIDAD VIII
RADIACIÓN ELECTROMAGNÉTICA.
Tema A: Potenciales electromagnéticos retardados. 7.A.1. Introducción. El fenómeno de la radiación electromagnética. 7.A.2. Potenciales electromagnéticos retardados. 7.A.3. Métodos de cálculo de la radiación electromagnética.
Tema B: Radiación de un dipolo elemental. 7.B.1. Radiación de un dipolo elemental. Resistencia de radiación. Potencia radiada. Discusión del campo radiado: el campo cercano y lejano. El dipolo corto ideal.
Tema C: Radiación de una antena infinitamente delgada. 7.C.1. La antena infinitamente delgada. Campo radiado por dipolos de cualquier longitud. Resistencia de radiación.
Tema D: Propiedades fundamentales de los sistemas radiantes. 7.D.1. El Teorema de Rayleigh-Helmothz. La antena como transmisora y receptora. Impedancia de entrada de un sistema radiante.
Tema E: Propiedades direccionales de los sistemas radiantes. 9.E.1. Diagramas de intensidad de campo y de intensidad de radiación. Diagramas relativos y absolutos. Diagramas de fases. Directividad. Ganancia. Resistencia de radiación y de pérdidas. Ancho de haz. Apertura eficaz. Ancho de banda.
Tema F: Sistemas de antenas. 7F.1. Alimentación por “corriente” y por “tensión”. Adaptación de Impedancias mediante simple y doble stub y transformadores de cuarto de onda.

VII - Plan de Trabajos Prácticos

1. Teoría de Campo.
Ejercitación sobre el uso de las herramientas del análisis vectorial. Divergencia. Gradiente. Rotor. Laplaciano. Expresiones de los mismos en los tres sistemas coordenados: cartesiano, cilíndrico y esférico. Ecuaciones de Poisson y Laplace. La función potencial vectorial.
2. Electrostática y Magnetostática.
Ley de Coulomb. Resolución de problemas electrostáticos clásicos. Resolución de problemas magnetostáticos clásicos.
3. Ecuaciones de Maxwell. Propagación de Ondas.
Ejercicios derivados de la aplicación de las Ecuaciones de Maxwell para distintos medios. Ejercitación de propagación de ondas. Impedancia intrínseca. Velocidad de fase y de grupo. Longitud de onda. Frecuencia. Período de la onda. Energía y Potencia.

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.
El examen final será oral y/o 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. Puliafito Salvador: “Propagación y Radiación de Ondas Electromagnéticas. Parte I: El Campo Electromagnético”. 2° Edición. Editorial Idearium. 1985.
[2] 2. Puliafito Salvador: “Propagación y Radiación de Ondas Electromagnéticas. Parte I: Guías de Ondas”. 2° Edición. Editorial Idearium. 1985.
[3] 3. Puliafito Salvador: “Propagación y Radiación de Ondas Electromagnéticas. Parte I: Radiación Electromagnética”. 2° Edición. Editorial Idearium. 1987.
[4] 4. Teoría Electromagnética. Campos y Ondas. Carl T. A. Johnk (Editorial Limusa). 1999

X - Bibliografia Complementaria

[1] Jordan and Balmain: “Electromagnetic Waves and Radiating Systems”. Second Edition. Prentice Hall. 1968.
[2] Krauss, J.D. : “Electromagnetics”. Mac Graw Hill. 1960.
[3] Jakson, J.D.: “Electrodinámica clásica”. Prentice Hall.
[4] King, Mimno and Wing: “Transmission Lines, Antennas and Waveguides”. Dover Publications. 1965.
[5] Krauss, J.D. : “Antennas”. Mac Graw Hill. 1950.
[6] Theodore Saad Editor: “Microwave Engineers’ Handbook.” Volume one and two. Artech House, Inc. 1971.
[7] H. Jasik Editor: “Antenna Engineering Handbok”. Mac Graw Hill. 1961.

XI - Resumen de 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 que pertenecen al curso de microondas.

XII - Resumen del Programa

Revisión del concepto físico y matemático de campo. Ecuaciones de Maxwell para el vacío y medios materiales. Campos Eléctricos Estáticos. Campos Magnéticos Estáticos. Ondas Electromagnéticas. Ecuación de onda. Ondas monocromáticas. Espectro de las Ondas Electromagnéticas. Reflexión, Refracción y Transmisión de Ondas. Radiación Electromagnética. Principio de las antenas.

XIII - Imprevistos

ELEVACIÓN y APROBACIÓN DE ESTE PROGRAMA	
	Profesor Responsable
Firma:	
Aclaración:	
Fecha:	