



Planificaciones

8206 - Electromagnetismo

Docente responsable: REY VEGA LEONARDO JAVIER

OBJETIVOS

El objetivo general es presentar temas del electromagnetismo con aplicaciones en el campo de la Ingeniería Electrónica: campos estáticos y cuasi-estáticos, circuitos de constantes distribuidas, propagación de ondas libres y guiadas y emisión de radiación electromagnética.

Como objetivos específicos, el estudiante debe:

- Asimilar los principios teóricos que permitan explicar los fenómenos electromagnéticos que son de interés en la Ingeniería Electrónica.
- Reconocer los límites y aplicabilidad de los modelos de descripción teórica de los fenómenos en su aplicación a la Ingeniería Electrónica.
- Poder resolver problemas simples y aplicados a casos de interés en la Ingeniería Electrónica.
- Conocer los métodos numéricos y de simulación fundamentales de uso en la profesión.
- Tomar decisiones frente a situaciones problemáticas que permitan una aproximación a la solución del problema propuesto.
- Cumplir con los objetivos del curso en los plazos acordados.
- Comunicarse correctamente en forma oral y escrita.

CONTENIDOS MÍNIMOS

-

PROGRAMA SINTÉTICO

1. INTRODUCCION.

Ecuaciones de Maxwell. Representaciones en el dominio del tiempo y de la frecuencia. Fasores. Entornos de modelación en el dominio de la frecuencia. Repaso matemático.

2. CAMPOS ELÉCTRICOS ESTATICOS

Ley de Coulomb. Superposición. Campo electrostático de distribuciones discretas y continuas de carga. Ley de Gauss. Potencial electrostático y trabajo. Campo electrostático en conductores y dieléctricos. Aplicación: Nociones de triboelectricidad y descarga electrostática (ESD). Ecuaciones de Laplace y Poisson. Método de imágenes. Polarización dieléctrica y campo creado por cuerpos polarizados. Cargas equivalentes de polarización. Forma general de la ley de Gauss. Condiciones de frontera del campo eléctrico. Capacidad de conductores. Coeficientes de potencial y de capacidad/inducción. Energía electrostática. Energía y capacidad. Energía y fuerzas.

3. CORRIENTES ESTACIONARIAS Y CAMPOS MAGNÉTICOS ESTATICOS

Corriente eléctrica. Ecuación de continuidad. Corriente estacionaria y cuasiestacionaria. Ley de Ohm. Fem y resistencia en un circuito. Tiempo de relajación. Potencia y ley de Joule para corrientes estacionarias. Condiciones de frontera para el vector densidad de corriente. Aplicación: Mediciones de resistividad. Aplicaciones geofísicas y de puesta a tierra.

Fuerzas magnéticas sobre cargas móviles. Fuerza de Lorentz. Fuerza y cupla sobre una corriente. Momento magnético de un circuito. Efecto Hall. Aplicaciones. El campo de inducción magnética debido a una corriente estacionaria. Ley de Biot-Savart. Propiedades del campo de inducción magnética. Ley de Ampère. Potencial vectorial magnético. Potencial escalar magnético. Materiales magnetizados. Corrientes equivalentes de magnetización y cargas equivalentes de magnetización. Forma general de la ley de Ampère. Susceptibilidad magnética y permeabilidad. Condiciones de frontera para el campo magnético. Flujo magnético. Autoinductancia e inductancia mutua. Fórmulas de Neumann.

4. MATERIALES MAGNETICOS

Materiales magnéticos. Diamagnetismo y paramagnetismo. Ferro- ferri- y antiferromagnetismo. Imanes. Histéresis. Circuitos magnéticos. Fuerzas. Materiales magnéticos modernos. Aplicaciones: Magnetorresistencia. Refrigeración magnética. Levitación diamagnética. Sistemas magnéticos de acondicionamiento de fluidos.

5. ELECTRODINAMICA Y ECUACIONES DE MAXWELL

Inducción electromagnética. Ley de Faraday. Efectos transformador y motor. Energía magnética. Ecuaciones de Maxwell. Teorema de Poynting. La aproximación cuasi-estática y la teoría de circuitos. Superconductividad. Descripción elemental. Superconductores de alta temperatura. Aplicaciones técnicas.

6. LINEAS DE TRANSMISION

Modelos de campo y circuitual de parámetros distribuidos. Línea bifilar ideal. Ecuaciones del telegrafista. Ondas de tensión y corriente. Velocidad de propagación e impedancia característica. Líneas con pérdidas. Ecuaciones del telegrafista. Soluciones armónicas. Línea de bajas pérdidas. Propagación de potencia. Parámetros circuitales de líneas comunes. Línea cargada. Coeficientes de reflexión y transmisión de tensión y potencia. Ondas estacionarias. Pérdida de retorno. Impedancia y admitancia de onda. ROE (WSVR). Adaptación de impedancias. Carta de Smith. Descripción y ejemplos de uso. Líneas resonantes. Modelos de líneas en el dominio del tiempo. Aplicación: Reflectometría en el dominio del tiempo (TDR).

7. METODOS NUMERICOS EN BAJA FRECUENCIA

Introducción. Problema de potencial. Separación de variables. Coordenadas cartesianas, cilíndricas y esféricas. Método de diferencias finitas. Sobrerrelajación. Método de Monte Carlo. Método de elementos finitos.

6. PROPAGACION DE ONDAS ELECTROMAGNETICAS

Ondas electromagnéticas en el vacío. Ondas elementales planas linealmente polarizadas. Ondas monocromáticas o armónicas. Vector de Poynting y densidad de energía. Valores medios. Ondas no armónicas. Ondas esféricas y cilíndricas elementales. Superposición coherente e incoherente de ondas. Interferencia. Polarización.

Modelos simples de comportamiento electrodinámico de materiales. Dieléctricos. Conductores. Plasma. Frecuencia de plasma. Permitividad y conductividad equivalentes. Ondas electromagnéticas en medios materiales. Factor de propagación y factor de atenuación. Profundidad de penetración. Velocidad de fase y longitud de onda. Impedancia intrínseca compleja. Energía del campo y propagación de potencia. Propagación en dieléctricos sin y con pérdidas. Índice de refracción. Conductividad equivalente. Propagación en buenos conductores. Efecto pelicular. Propagación en un plasma. La ionosfera. Medios dispersivos. Señales de banda angosta. Velocidad de fase y velocidad de grupo. Dispersión normal y anómala.

Incidencia normal sobre una interfase. Analogía con la propagación de ondas en una línea cargada. Impedancia de onda. Aplicaciones.

Incidencia oblicua. Reflexión y refracción. Leyes de Snell. Ecuaciones de Fresnel. Difracción. Principio de Huygens. Difracción por un borde. Zonas de Fresnel.

9. ONDAS GUIADAS

Circuitos, líneas y guías. Modos de propagación. Ecuaciones generales de las ondas guiadas. Ondas guiadas por planos conductores paralelos. Modos TEM, TM y TE. Modos normales. Frecuencias de corte. Impedancia de onda. Velocidad de fase y velocidad de grupo. Dispersión.

Propagación de potencia. Pérdidas conductoras y factor de atenuación. Guías abiertas. Guiado por desadaptación de impedancia. Guías de capa dieléctrica. Nociones de fibra óptica.

10. RADIACIÓN ELECTROMAGNETICA Y ANTENAS

Radiación electromagnética. Potenciales electrodinámicos retardados.

Parámetros básicos de una antena. Tipos básicos de radiadores.

Radiación dipolar eléctrica. Campos de inducción y de radiación

Radiación dipolar magnética. Radiador isotrópico. Dipolo eléctrico largo. Antenas de onda viajera. Redes o arreglos de radiadores. Diagramas de interferencia. Redes lineales. Antenas bicónica, Yagi-Uda y logperiódica.

Antenas de abertura. Método de Kirchhoff-Huygens. Nociones de radio propagación. Fórmula de Friis.

Nociones de compatibilidad electromagnética (EMC). Susceptibilidad, inmunidad y compatibilidad.

Interferencia radiada y conducida. Normas. Efectos biológicos de los campos electromagnéticos (EMF).

Organismos internacionales de control. Pautas de la ICNIRP. Informes recientes.

11. METODOS NUMERICOS EN ALTA FRECUENCIA

Ecuación de Helmholtz. Separación de variables en coordenadas cartesianas, cilíndricas y esféricas. Método de diferencias finitas. Sobrerrelajación. Diferencias finitas en el dominio del tiempo (FDTD). Método de momentos (MOM). Aplicación a antenas. Método de la matriz de líneas de transmisión (TLM).

PROGRAMA ANALÍTICO

PROGRAMA ANALÍTICO

1. INTRODUCCION.

Las ecuaciones del electromagnetismo. Ecuaciones de Maxwell. Campos y fuentes. Soluciones generales de las ecuaciones de Maxwell en el vacío. Potenciales electrodinámicos. Representaciones en el dominio del tiempo y de la frecuencia. Serie e integral de Fourier. Parámetros dependientes de la frecuencia. Fasores. Promedio temporal. Entornos de modelación en el dominio de la frecuencia. Modelo estático. Modelo cuasiestático o cuasi-estacionario. Modelo general.

Sistema Internacional de unidades.

El decibel.

Introducción matemática. Números complejos. Relaciones trigonométricas e hiperbólicas básicas. Cálculo y análisis vectorial. Sistemas lineales. Representación de funciones por conjuntos de funciones ortogonales. Representación delta. Transformada de Fourier y de Laplace.

2. CAMPOS ELÉCTRICOS ESTATICOS

Carga eléctrica. Cuerpos cargados. Inducción electrostática. Ley de Coulomb. Superposición. Campo electrostático. Modelo de acción a distancia y modelo de campo. Líneas de campo. Campo de distribuciones continuas de carga. Divergencia del campo electrostático. Ley de Gauss. Rotor del campo electrostático. Potencial electrostático y trabajo. Campo electrostático en conductores y dieléctricos.

Aplicación: Nociones de triboelectricidad y descarga electrostática (ESD). Fallas, testeo, técnicas de protección y normas.

Ecuaciones de Laplace y Poisson. Propiedades básicas de las soluciones. Método de imágenes. Polarización dieléctrica. Modelo elemental. Ruptura dieléctrica y efecto corona. Dipolo elemental. Campo lejano. Cuerpos polarizados. Potencial inducido. Vector polarización. Cargas equivalentes de polarización. Forma general de la ley de Gauss. Vector desplazamiento. Susceptibilidad dieléctrica y permitividad. Condiciones de frontera del campo eléctrico. Capacidad de conductores. Capacitores. Coeficientes de potencial y de capacidad/inducción. Energía electrostática. Energía asociada al campo electrostático. Energía y capacidad. Energía y fuerzas.

3. CORRIENTES ESTACIONARIAS Y CAMPOS MAGNÉTICOS ESTATICOS

Corriente eléctrica. Vector densidad de corriente. Conservación de la carga. Ecuación de continuidad. Corriente estacionaria y cuasi-estacionaria. Ley de Ohm. Conductividad, resistividad y movilidad. Coeficiente térmico. Fem y resistencia en un circuito. Tiempo de relajación. Potencia y ley de Joule para corrientes estacionarias. Condiciones de frontera para el vector densidad de corriente.

Aplicación: Mediciones de resistividad. Aplicaciones geofísicas y de puesta a tierra.

Fuerzas magnéticas sobre cargas móviles. Campo de inducción magnética. Fuerza de Lorentz. Fuerza y cupla sobre una corriente. Momento magnético de un circuito. Efecto Hall. Aplicaciones. El campo de inducción magnética debido a una corriente estacionaria. Ley de Biot-Savart. Propiedades del campo de inducción magnética. Ley de Ampère. Potencial vectorial magnético. Ecuación diferencial. Campo dipolar magnético. Potencial escalar magnético. Materiales magnetizados. Vector magnetización. Potencial vectorial creado por materiales magnetizados. Corrientes equivalentes de magnetización. Potencial escalar creado por materiales magnetizados. Cargas equivalentes de magnetización. Campo magnético. Forma general de la ley de Ampère. Susceptibilidad magnética y permeabilidad. Condiciones de frontera para el campo magnético. Flujo magnético. Autoinductancia e inductancia mutua. Fórmulas de Neumann.

4. MATERIALES MAGNETICOS

Materiales magnéticos. Diamagnetismo y paramagnetismo. Ferro- y ferrimagnetismo. Imanes. Histéresis. Análisis energético elemental. Remanencia, coercividad y máximo producto BH. Circuitos magnéticos. Fuerzas. Materiales magnéticos modernos. Ferritas, samario-cobalto y neodimio-hierro-boro. Propiedades, comparación y aplicaciones. Aplicaciones: Magnetorresistencia. Aplicación a lectoras magnéticas y discos duros. Refrigeración magnética. Levitación diamagnética. Sistemas magnéticos de acondicionamiento de fluidos.

5. ELECTRODINAMICA Y ECUACIONES DE MAXWELL

Inducción electromagnética. Experiencias de Faraday. Ley de Faraday. Efectos transformador y motor. Ejemplos. Energía magnética. De Faraday a Maxwell. Breve reseña histórica de las contribuciones de Maxwell.

Conservación de la energía. Teorema de Poynting. Ejemplos. Ecuaciones de Maxwell y teorema de Poynting en notación fasorial. La aproximación cuasi-estática y la teoría de circuitos.

Superconductividad. Descripción elemental. Superconductores de alta temperatura. Aplicaciones técnicas. Cables superconductores. Trenes de levitación magnética (Maglev). Inductrack.

6. LINEAS DE TRANSMISION

Guías de onda y líneas de transmisión. Modelos de campo y circuital de parámetros distribuidos. Línea bifilar ideal. Modelo circuital. Ecuaciones del telegrafista. Ecuación de ondas. Ondas de tensión y corriente. Velocidad de propagación e impedancia característica. Líneas con pérdidas. Modelo circuital. Ecuaciones del telegrafista. Soluciones armónicas. Número de onda e impedancia característica complejos. Línea de bajas pérdidas.

Propagación de potencia. Parámetros circuitales de líneas comunes. Líneas de cinta. Stripline y microstrip. Línea de par trenzado. Línea cargada. Coeficientes de reflexión y transmisión de tensión y potencia. Ondas estacionarias. Pérdida de retorno. Impedancia y admitancia de onda. Impedancia de entrada. ROE (WSVR). Valores máximo y mínimo de tensión y corriente a lo largo de una línea. Coeficiente de reflexión generalizado. Adaptación de impedancias. Adaptador de cuarto de onda. Adaptador paralelo (stub). Línea con generador y carga. Carta de Smith. Descripción y ejemplos de uso. Líneas resonantes. Frecuencias de resonancia. Energía almacenada. Potencia perdida, Q y ancho de banda. Modelos de líneas en el dominio del tiempo. Transitorios en líneas. Diagramas de Bewley. Ejemplos. Aplicación: Reflectometría en el dominio del tiempo (TDR).

7. METODOS NUMERICOS EN BAJA FRECUENCIA

Introducción. Problema de potencial. Separación de variables. Coordenadas cartesianas, cilíndricas y esféricas. Método de diferencias finitas. Sobrerrelajación. Método de Monte Carlo. Método de elementos finitos.

8. PROPAGACION DE ONDAS ELECTROMAGNETICAS

Ondas electromagnéticas en el vacío. Ecuación de D'Alembert. Velocidad de propagación. Ondas elementales planas linealmente polarizadas. Transversabilidad. Impedancia intrínseca. Propagación de potencia. Ondas monocromáticas o armónicas. Frecuencia, periodo, número de onda, longitud de onda. Vector de onda. Ecuación de Helmholtz. Vector de Poynting y densidad de energía. Valores medios. Ondas no armónicas. Ondas esféricas y cilíndricas elementales. Superposición coherente e incoherente de ondas. Interferencia. Nociones de interferometría e interferómetros. Aplicaciones. SAR y speckle. Polarización. Nociones de polarizadores y electroóptica. Modelos simples de comportamiento electrodinámico de materiales. Dieléctricos. Modelo de Drude-Lorentz. Susceptibilidad y permitividad complejas dependientes de la frecuencia. Relaciones de Kramers-Krönig. Causalidad. Conductores. Modelo de Drude. Conductividad compleja dependiente de la frecuencia. Plasma. Frecuencia de plasma. Permitividad y conductividad equivalentes. Ondas electromagnéticas en medios materiales. Número de onda complejo. Factor de propagación y factor de atenuación. Profundidad de penetración. Velocidad de fase y longitud de onda. Impedancia intrínseca compleja. Energía del campo y propagación de potencia. Propagación en dieléctricos sin y con pérdidas. Índice de refracción. Conductividad equivalente. Propagación en buenos conductores. Efecto pelicular para ondas planas. Efecto pelicular en conductores cilíndricos. Propagación en un plasma. La ionosfera. Medios dispersivos. Señales de banda angosta. Velocidad de fase y velocidad de grupo. Dispersión normal y anómala. Incidencia normal sobre una interfase. Analogía con la propagación de ondas en una línea cargada. Impedancia de onda. Incidencia sobre un dieléctrico sin y con pérdidas y sobre un buen conductor. Incidencia sobre una capa material. Recubrimientos antirreflectivos. Recubrimiento de cuarto de onda. Ancho de banda. Cámaras anecoicas. Incidencia oblicua. Reflexión y refracción. Leyes de Snell. Ecuaciones de Fresnel. Angulo límite o de reflexión total. Angulo de Brewster. Difracción. Principio de Huygens. Difracción por un borde. Zonas de Fresnel.

9. ONDAS GUIADAS

Circuitos, líneas y guías. Modos de propagación. Ecuaciones generales de las ondas guiadas.

Ondas guiadas por planos conductores paralelos. Modo TEM. Analogía con el modelo de parámetros distribuidos. Modo TM. Modos normales. Frecuencias de corte. Impedancia de onda. Velocidad de fase y velocidad de grupo. Dispersión. Modo TE. Consideraciones energéticas. Propagación de potencia. Pérdidas conductoras y factor de atenuación. Guías abiertas. Guiado por desadaptación de impedancia. Guías de capa dieléctrica. Nociones de fibra óptica.

10. RADIACIÓN ELECTROMAGNETICA Y ANTENAS

Radiación electromagnética. Campos originados por fuentes electrodinámicas. Potenciales electrodinámicos. Condición de Lorentz. Potenciales retardados. Parámetros básicos de una antena: resistencia de radiación, diagrama de radiación, potencia media radiada, área de haz, directividad, ganancia, impedancia de entrada y área efectiva. Tipos básicos de radiadores. Radiación dipolar eléctrica. Dipolo eléctrico corto. Campos de inducción (cercanos) y de radiación (lejanos). Radiación dipolar magnética. Radiador isotrópico. Campo de radiación lejano de un radiador fuera del origen. Dipolo eléctrico largo. Regla de multiplicación de diagramas. Influencia de la tierra. Antenas de onda viajera. Redes o arreglos de radiadores. Diagramas de interferencia. Redes lineales. Formaciones laterales y de punta. Redes en fase. Antenas bicónica, Yagi-Uda y log-periódica. Antenas de abertura. Método de Kirchhoff-Huygens. Relación entre el campo lejano y el campo sobre la abertura. Método de las corrientes equivalentes. Nociones de radio propagación. Fórmula de Friis. Nociones de compatibilidad electromagnética (EMC). Susceptibilidad, inmunidad y compatibilidad. Fuentes de interferencia. Interferencia radiada y conducida. Normas. Efectos biológicos de los campos electromagnéticos (EMF). Espectro electromagnético. Radiación ionizante y no ionizante. Efectos sobre la salud humana. Organismos internacionales de control. Metodología de la investigación y evaluación de riesgos. Pautas de la ICNIRP. Campos, corrientes inducidas y SAR. Restricciones básicas y niveles de referencia. Informes recientes. Estudios publicados sobre campos estáticos, de frecuencia industrial y telefonía celular.

11. METODOS NUMERICOS EN ALTA FRECUENCIA

Ecuación de Helmholtz. Separación de variables en coordenadas cartesianas, cilíndricas y esféricas. Método de diferencias finitas. Sobrerrelajación. Diferencias finitas en el dominio del tiempo (FDTD). Celda de Yee. Método de momentos (MOM). Sistemas lineales y funciones de base. Método de Galerkin. Aplicación a antenas. Método de la matriz de líneas de transmisión (TLM). Ejemplos.

BIBLIOGRAFÍA

Básica:

Apuntes de la Cátedra

Complementaria:

- 1) Ingeniería Electromagnética I - Modelos estáticos y circuitales, Juan C. Fernandez, EUDEBA, Bs. As., 2013.
- 2) Fields and Waves in Communication Electronics, Simon Ramo, John R. Whinnery and Theodore Van Duzer, 3rd. Ed., John Wiley and Sons, 1994.
- 3) Electromagnetic Waves & Antennas, Sofocles Orfanidis, 2013. Disponible en <http://eceweb1.rutgers.edu/~orfanidi/ewa/>.
- 4) Elementos de Electromagnetismo, 2da. Ed. Matthew N.O. Sadiku. Cía. Editorial Continental, México, 1998.
- 4) Teoría Electromagnética, Markus Zahn, McGraw-Hill, 1991.
- 5) Classical Electromagnetic Theory, Jack Vanderlinde, 2nd. Ed., Kluwer Acad. Publ., 2004.
- 6) Electromagnetic Theory, Julius A. Stratton, McGraw Hill, 1941.

RÉGIMEN DE CURSADA

Metodología de enseñanza

Se trata de clases teórico-prácticas. Se considera de la máxima importancia el trabajo realizado por los alumnos, por lo que las guías de ejercitación son extensivas y con varios niveles de problemas. En el curso se realizan trabajos de laboratorio demostrativos y trabajos de simulación por computadora. Los resultados de estos trabajos de laboratorio se discutirán con el turno en pleno. Se exige la presentación de informes de acuerdo a un formato estándar y se corrigen todos los aspectos que llevan a un buen informe técnico profesional.

Modalidad de Evaluación Parcial

La evaluación parcial es teórico-práctica. Se compone de los temas básicos (ver calendario) que se necesitan para las aplicaciones. La modalidad de toma es escrita aunque se puede discutir los temas con calificación no definida en forma oral. Se dividen los contenidos en cuatro unidades:

I - Campos eléctricos y corrientes estacionarias

II - Campos magnéticos

III - Electrodinámica

IV - Líneas de transmisión

Se puede recuperar parcialmente uno (1) de estos módulos.

CALENDARIO DE CLASES

Semana	Temas de teoría	Resolución de problemas	Laboratorio	Otro tipo	Fecha entrega Informe TP	Bibliografía básica
<1> 09/03 al 14/03	Introducción Ec. de Maxwell Modelos. Electrostática en el vacío	Introducción Matemática. Electrostática en el vacío				
<2> 16/03 al 21/03	Electrostática en dieléctricos.	Electrostática en dieléctricos.				
<3> 23/03 al 28/03	Corrientes estacionarias. Campos Magnetostáticos	Corrientes estacionarias. Campos Magnetostáticos				
<4> 30/03 al 04/04	Materiales magnéticos. Electrodinámica. Ley de Faraday	Circuitos magnéticos. Aplicaciones de la ley de Faraday				
<5> 06/04 al 11/04	Ecs. de Maxwell. Electrodinámica. Poyting.	Ecs. de Maxwell. Líneas. Línea ideal.				
<6> 13/04 al 18/04	Líneas. Línea real. Líneas de cinta. Adaptación.	Líneas. Línea real. Líneas de cinta. Adaptación.				
<7> 20/04 al 25/04	Líneas. Carta de Smith. Líneas resonantes. TDR.	Líneas. Carta de Smith. Líneas resonantes. TDR.	Presentación del TP1 (Adaptación)			
<8> 27/04 al 02/05	Métodos numéricos I	Métodos numéricos I				
<9> 04/05 al 09/05	Repaso.		Presentación del TP2 (Métodos Numéricos I)	Repaso.		
<10> 11/05 al 16/05	Ondas EM. Ondas en el vacío. Polarización.	Ondas EM. Ondas en el vacío. Polarización.				
<11> 18/05 al 23/05	Modelos EM de medios materiales. Ondas EM en medios materiales.	Modelos EM de medios materiales. Ondas EM en medios materiales.			Entrega de Informe del TP1	
<12> 25/05 al 30/05	Ondas EM. Incidencia normal y oblicua.	Ondas EM. Incidencia normal y oblicua.			Entrega de Informe del TP2	
<13> 01/06 al 06/06	Ondas EM. Incidencia oblicua. Difracción. Ondas guiadas. Guías metálicas.	Ondas EM. Incidencia oblicua. Difracción. Ondas guiadas. Guías metálicas.				
<14> 08/06 al 13/06	Ondas guiadas. Guías abiertas y dieléctricas. Radiación EM. Dipolo corto.	Ondas guiadas. Guías abiertas y dieléctricas. Radiación EM. Dipolo corto.				
<15> 15/06 al 20/06	Radiación EM. Dipolo magnético. Dipolo largo. Arreglos y	Radiación EM. Dipolo magnético. Dipolo largo. Arreglos y	Presentación del TP3 (Antenas)			

Semana	Temas de teoría	Resolución de problemas	Laboratorio	Otro tipo	Fecha entrega Informe TP	Bibliografía básica
	antenas especiales.	antenas especiales.				
<16> 22/06 al 27/06	EMC. Efectos biológicos. Métodos numéricos II	EMC. Efectos biológicos. Métodos numéricos II			Entrega de Informe del TP3 (en semana 17)	

CALENDARIO DE EVALUACIONES

Evaluación Parcial

Oportunidad	Semana	Fecha	Hora	Aula
1º	10	14/05	18:00	
2º	13	04/06	18:00	
3º	16	25/06	18:00	
4º				
Observaciones sobre el Temario de la Evaluación Parcial				
La Evaluación Parcial consta de tres puntos: 1. Campos cuasi-estáticos y Corrientes cuasi-estacionarias 2. Electrodinámica. Aproximación cuasi-estática 3. Líneas de transmisión				
Otras observaciones				
La tercera instancia se toma en la semana siguiente de la finalización de clases.				