



FCEIA  
FACULTAD DE  
CIENCIAS EXACTAS,  
INGENIERIA Y AGRIMENSURA

# Programa de Laboratorio de Electromagnetismo

Código/s: A4

## Identificación y características de la Actividad Curricular

Carrera/s:	Ingeniería Electrónica		
Plan de Estudios:	2014	Carácter:	Obligatoria
Bloque/Campo:	Tecnologías Básicas	Área:	Dispositivos y Circuitos
Régimen de cursado:	Cuatrimestral		
Cuatrimestre:	5° [ECA]		
Carga horaria:	64 hs. / 4 hs. semanales	Formato curricular:	Taller
Escuela:	Ingeniería Electrónica	Departamento:	
Docente responsable:	BELLAGAMBA, Susana		

## Programa Sintético

Campo Eléctrico Estacionario. Ecuaciones de Maxwell. Campo eléctrico y potencial. Descarga en aislantes. Aplicaciones. Método de las imágenes. Energía y esfuerzos. Campo Magnético Estacionario. Campo creado por corrientes estacionarias. Potencial vectorial. Leyes de Biot y Ampere. Circuitos magnéticos. Coeficientes de inducción. Energía y esfuerzos. Campo Electromagnético. Ley de Lenz. Resistencia. Corrientes parásitas. Puesta a tierra. Ecuaciones diferenciales del CEM. Potenciales electrodinámicos. Balance energético. Vector de Poynting. Vínculo entre la TC y la TEM. Leyes de Kirchhoff generalizadas. Líneas de transmisión. Radiación. Campo próximo y remoto. Ondas Electromagnéticas. Propiedades de la propagación. Ecuaciones de Maxwell en forma compleja. Onda plana. Características. Atenuación. Profundidad de penetración. Blindajes. Efecto pelicular. Incidencia normal. Compatibilidad electromagnética. Aplicaciones.

## Asignaturas Relacionadas

Previas:	FB8 - Cálculo III, FB10 - Física III
Simultaneas Recomendadas:	A6 - Física de los Dispositivos Electrónicos
Posteriores:	A9 - Máquinas Eléctricas

## Vigencia desde 2016

  
Firma Profesor

Fecha

Con el aval del Consejo Asesor:

  
Firma Aprob. Escuela

Fecha

Ing. VICTOR CULASSO  
Director  
Esc. Ing. Electrónica

27/3/15



## Características generales

El Electromagnetismo es indispensable para explicar y comprender el principio de funcionamiento y las características de los dispositivos eléctricos, magnéticos y electromagnéticos utilizados en la ingeniería: Sistemas de conversión de la energía (máquinas y transformadores), cálculo de parámetros de líneas de transmisión, dispositivos eléctricos y electrónicos, microondas, comunicaciones, etc.

En Laboratorio de Electromagnetismo se presenta en forma ordenada y concisa, los principios y fundamentos necesarios para su posterior aplicación en la solución de problemas de Ingeniería dentro del bloque de las Tecnologías Aplicadas, generando ambientes de aprendizaje orientados a desarrollar una serie de saberes que permitan la articulación tanto con las actividades curriculares simultáneas como con las posteriores.

En ese sentido, a partir del planteo de espacios de lectura y análisis, y de la posterior resolución de situaciones problemáticas y experimentales, en las que se promueve el cuestionamiento, la discusión y el trabajo en grupos, se espera que los estudiantes logren desarrollar capacidades de conocimiento y comprensión de las leyes fundamentales del Electromagnetismo, de la fenomenología básica de la interacción electromagnética y el modelado de fenómenos electromagnéticos, trasladando un problema real al lenguaje matemático.

La modalidad taller permite la participación activa de los estudiantes y el trabajo en grupos, propiciando la integración de nuevos conocimientos a los ya adquiridos y su aplicación a nuevas situaciones. Propicia el intercambio entre pares, entre alumno y conocimiento, entre docentes y alumnos, admitiendo un seguimiento permanente del accionar del alumno que posibilita la evaluación continua.

## Objetivos

Se proponen como objetivos de conocimiento que el alumno logre:

- Comprender los conceptos y propiedades fundamentales del campo electromagnético.
- Manejar algunos métodos de cálculo de campos y estimar órdenes de magnitud.
- Comprender el origen de los modelos empleados en la Teoría de Circuitos, el origen de las leyes que los rigen y sus límites de validez.
- Calcular parámetros de líneas de transmisión
- Comprender el origen del fenómeno de radiación y su aplicación a dispositivos tecnológicos.
- Comprender la importancia de la evaluación de campos en el contexto de problemas de compatibilidad electromagnética.

En el plano de los procedimientos, se pretende que el alumno logre desarrollar:

- Capacidad de planificar estrategias de solución de problemas identificando datos, analizando información de distintas fuentes e integrando saberes.
- Capacidad de análisis y síntesis para integrar teoría y práctica.
- Capacidad para transmitir información en forma oral y escrita.
- Capacidad para analizar y discutir los fenómenos que existen detrás de las experiencias que se lleven a cabo.

En el plano actitudinal, se pretende que el alumno logre:

- Asumir una postura responsable, involucrándose en forma activa, cooperando y participando.
- Reflexionar sobre su propia comprensión de los fenómenos, reconceptualizando sus propias construcciones cognitivas.
- Desarrollar habilidades para trabajar en forma autónoma y en equipo.



## Contenido Temático

### Unidad 1 ELECTROSTÁTICA

#### 1.1 SISTEMA DE ECUACIONES DE MAXWELL

1.1.1. Generalidades. Introducción. Clasificación de regímenes. Terminología sobre medios.

1.1.2. Sistemas de Ecuaciones de Maxwell. Relaciones complementarias. Comentarios. Sistema de ecuaciones de Maxwell en régimen estacionario.

1.1.3. Ecuaciones de Laplace y Poisson

1.1.4. Condiciones de contorno en el campo eléctrico. Leyes. Casos particulares.

#### 1.2 CONDENSADORES

1.2.1. Capacidad. Cálculo de capacidades de distintas geometrías. Capacidad de una línea de transmisión bifilar.

1.2.2. Descarga en Aislantes. Campo de ruptura. Tensiones máximas aplicables a capacitores. Efecto corona

#### 1.3 SOLUCIÓN DE LAS ECUACIONES DE LAPLACE Y POISSON

1.3.1. Problemas de contorno en Electrostática. Problema de Dirichlet y de Von Neumann. Unicidad de solución de los problemas de Dirichlet y Von Neumann. Enunciado del Teorema de Helmholtz. Aplicación: Campo creado por una distribución de cargas.

1.3.2. Distintos métodos de solución de la ecuación de Poisson

1.3.3. Método de las imágenes: Fundamento general. Cargas puntuales e hilos cargados frente a planos y diedros conductores. Análisis del modelo. Limitaciones del método. Diedros resolubles.

1.3.4. Métodos Numéricos: Aplicación del método de las Diferencias Finitas y de los Elementos Finitos al modelado de campos.

#### 1.4 ENERGÍA DEL CAMPO ELÉCTRICO Y ESFUERZOS

1.4.1. Energía: Expresión en función de cargas y potenciales. Energía de un sistema de conductores. Expresión en función de los parámetros de Maxwell

1.4.2. Energía de campo y trabajo mecánico. Evoluciones a carga y a potencial constante.

1.4.3. Fuerzas mecánicas en un sistema de conductores. Fuerzas generalizadas.

### Unidad 2 CAMPO MAGNÉTICO

#### 2.1 GENERALIDADES

2.1.1. Magnetostática. Imantación.

#### 2.2 CAMPO MAGNÉTICO CREADO POR CORRIENTES ELÉCTRICAS EN RÉGIMEN ESTACIONARIO

2.2.1. Aspecto de las ecuaciones de Maxwell.

2.2.2. Potencial vectorial. Ecuación diferencial de A. Su solución. Condición de Coulomb

2.2.3. Primera ley de Laplace. Enunciado. Campo creado por sistemas filiformes. Ley de Biot.

2.2.4. Condiciones de contorno. Leyes. Casos particulares. Aplicaciones.

#### 2.3 LEY DE AMPERE-MAXWELL

2.3.1. Expresión. Comentarios sobre su utilidad.

2.3.2 Ejemplo con simetría. Conductor filiforme rectilíneo muy largo. Ejemplo sin simetría. Circuitos magnéticos. Fmm. Reluctancia.

#### 2.4 COEFICIENTES DE INDUCCIÓN

2.4.1. Definiciones: coeficientes de inducción propia, mutua y aparente. Propiedades. Flujo total enlazado.

2.4.2. Formula de Von Neumann.

2.4.3. Expresión de L y M en función de la energía.

2.4.4. Aplicaciones: Cálculo del L de una línea bifilar

#### 2.5 ENERGÍA DEL CAMPO MAGNÉTICO.

2.5.1. Expresión en función de parámetros integrales

2.5.2. Expresión en función de los parámetros locales generadores.

2.5.3. Expresión en función de los campos.

#### 2.6 FUERZAS MECÁNICAS EN EL CAMPO MAGNÉTICO

2.6.1. Fuerzas entre conductores circulares por corrientes

2.6.2. Segunda Ley de Laplace.

### Unidad 3 CAMPO ELECTROMAGNÉTICO

#### 3.1 FUERZA ELECTROMOTRIZ



3.1.1. Fuerza electromotriz (f.e.m.). Comentarios. Campo impreso.

3.1.2. Ley general de la inducción. Fem estática y dinámica. Análisis y comentarios.

### 3.2 RESISTENCIA

3.2.1. Ley de Ohm puntual. Propiedades.

3.2.2. Conductores y Aisladores. Corriente eléctrica

3.2.3. Ley de Ohm en su forma integral. Conductancia

3.2.4. Condiciones de borde entre dos medios conductores.

3.2.5. Relación entre Resistencia y Capacidad

### 3.3 RIESGO ELÉCTRICO

3.3.1. Resistencia de puesta a tierra. Necesidad en entornos de producción y uso. Accidentes por choque eléctrico. Medidas preventivas. Tensión de paso y contacto.

3.3.2. Descarga Electrostática (ESD): Mecanismos de carga y descarga electrostática. Efectos de la descarga electrostática sobre equipos y componentes. Medidas preventivas. Modelos de evaluación de ESD. Protección en entornos de producción y uso. Señalización.

### 3.4 ECUACIONES DE MAXWELL EN RÉGIMEN VARIABLE

3.4.1. Corrientes de desplazamiento.

3.4.2. Reordenamiento volumétrico. Tiempo de relajación. Conductores y aisladores.

3.4.3. Ecuaciones de Maxwell en régimen variable. Su expresión para medios isótropos.

### 3.5 ECUACIONES DIFERENCIALES DE LOS VECTORES CARACTERÍSTICOS DEL CAMPO ELECTROMAGNÉTICO

3.5.1. Ecuaciones diferenciales de B, E, H, D y J .

3.5.2. Ecuaciones de los telegrafistas. Ecuaciones de onda.

3.5.3. Ecuaciones diferenciales del potencial vectorial magnético y del potencial escalar eléctrico. Condición de Lorentz. Su aplicación en las ecuaciones diferenciales del campo electromagnético.

3.5.4. Potenciales electrodinámicos según Lorentz.

### 3.6 BALANCE ENERGÉTICO EN EL CAMPO ELECTROMAGNÉTICO

3.6.1. Introducción y objetivo

3.6.2. Balance energético a partir de las ecuaciones de Maxwell.

3.6.3. Ciclo de histéresis. Características de los materiales magnéticos

3.6.4. Vector de Poynting. Aplicaciones

### 3.7 MÉTODO SIMBÓLICO

3.7.1. Potenciales retardados en forma compleja.

3.7.2. Vector de Poynting complejo. Definición y propiedades

3.7.3. Balance energético en el campo complejo.

### 3.8 VÍNCULO ENTRE LA TEORÍA ELECTROMAGNÉTICA Y LA TEORÍA DE CIRCUITOS

3.8.1. Introducción. No simultaneidad entre causa y efecto.

3.8.2. Primera Ley de Kirchhoff de la Teoría de Circuitos. Corrección según la teoría electromagnética

3.8.3. Líneas de transmisión: Concepto de parámetros distribuidos. Modelos para su introducción. Impedancia de una línea de transmisión.

3.8.4. Segunda Ley de Kirchhoff de la Teoría de Circuitos. Corrección según la teoría electromagnética. Resistencia de radiación.

3.8.5. Incidencia del retardo temporal sobre el campo electromagnético: Campo próximo y remoto.

3.8.6. Aplicaciones: Cálculo de la resistencia de radiación de dos antenas elementales: cuadro pequeño y dipolo corto

## Unidad 4 ONDAS ELECTROMAGNÉTICAS

### 4.1 GENERALIDADES

4.1.1. Introducción. Definiciones

4.1.2. Propiedades de las ondas viajeras y estacionarias

4.1.3. Condiciones de contorno en el campo electromagnético

### 4.2 PROPAGACIÓN DEL CAMPO ELECTROMAGNÉTICO

4.2.1. Propiedades de la propagación del Campo Electromagnético en un Medio Continuo. Velocidad de propagación. Propagación de la energía



#### 4.3 ECUACIONES DEL CAMPO ELECTROMAGNÉTICO EN FORMA COMPLEJA

4.3.1. Forma compleja de las ecuaciones de Maxwell

4.3.2. Comportamiento eléctrico de los medios

4.3.3. Ecuaciones de Helmholtz

#### 4.4 ONDAS PLANAS

4.4.1. Definiciones. Expresiones generales. Polarización

4.4.2. Vector de Poynting de una onda plana

4.4.3. Ecuaciones de Helmholtz de una onda plana. Solución.

4.4.4. Coeficiente de atenuación. Profundidad de penetración. Efecto pelicular

4.4.5. Ondas planas en medios conductores y en medios aislantes. Generalización de la expresión de una onda plana. Vector onda.

4.4.6. Vínculo entre los vectores E, H y k de una onda plana

#### 4.5 INCIDENCIA NORMAL DE UNA ONDA PLANA SOBRE UN PLANO DE DISCONTINUIDAD

4.5.1. Onda reflejada y onda transmitida.

4.5.2. Vector de Poynting a uno y otro lado del plano de separación

4.5.3. Incidencia en medios de distintas características

#### Unidad 5 COMPATIBILIDAD ELECTROMAGNÉTICA

##### 5.1 CONCEPTOS BÁSICOS Y DEFINICIONES

5.1.1. Susceptibilidad electromagnética. Interferencia. Fuentes de interferencia. Interferencia radiada y conducida. Blindajes.

5.1.2. Normativa

##### 5.2 EXPOSICIÓN A CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS

5.2.1. Espectro de frecuencias. Radiaciones ionizantes y no ionizantes. Probables efectos sobre la salud humana. Metodología de la investigación y evaluación de riesgos. Principio de precaución.

5.2.2. Exposición a campos de muy baja frecuencia (industriales) y de alta frecuencia: Evaluación. Probables efectos sobre la salud. Valores límites. Normativa

#### **Modalidades de enseñanza-aprendizaje**

El taller funciona como un ámbito donde se comparte en grupo lo aprendido individualmente.

Plantea una serie de actividades teórico-prácticas que involucra la lectura para la adquisición de conceptos fundamentales, resolución de problemas, diseño y ejecución de experiencias y presentación de informes con datos y conclusiones.

El docente no solo es el transmisor de conocimientos sino también pasa a ser orientador, pudiendo realizarse esta mediación en forma personalizada, individual, como también grupal. De esta manera, estará en condiciones de llevar adelante el seguimiento de los aprendizajes, el proceso de evaluación y el registro del desempeño de cada estudiante.

La teoría y la práctica deben ser integradas, ya que si bien el taller privilegia el "hacer", la teoría aparece como una necesidad para poder realizar la práctica ya que en la búsqueda de caminos de solución para los problemas planteados se utilizan los conocimientos teóricos ya adquiridos.

Las actividades teórico prácticas en el aula se llevan a cabo en grupos de 4 o 5 integrantes, con orientación del equipo docente. El trabajo en grupos favorece el diálogo y el acuerdo sobre puntos de vista conflictivos, y se alternan con sesiones en el aula, donde cada grupo explica los procedimientos aplicados para la obtención de resultados.

Para el desarrollo de estas actividades, los alumnos cuentan con material digital en la plataforma virtual que incluye información teórica completa más una serie de guías de práctica con problemas de diversa complejidad y propuestas de experiencias de aplicación.



### Actividades de Formación Práctica

Dado que la modalidad de trabajo es de tipo taller, las actividades de formación práctica se desarrollan de manera continua en cada una de las clases y consisten en el análisis y resolución de situaciones problemáticas complementadas con experiencias de laboratorio.

Nº	Título	Descripción
1	Cálculo de Campo Eléctrico y Potencial	Propuesta de situaciones problemáticas para el estudio del campo y el potencial eléctrico para distintas distribuciones de cargas
2	Capacidad y descarga en aislantes	Cálculo de la capacidad para distintas geometrías. Análisis de las tensiones máximas aplicables a capacitores. Simulación de la distribución de campo en un capacitor cilíndrico
3	Método de las imágenes	Resolución de problemas de contorno en el campo electrostático para distintas configuraciones
4	Energía y fuerzas mecánicas en el campo eléctrico	Propuesta de situaciones problemáticas para el estudio de la energía del campo electrostático. Cálculo de esfuerzos para distintas configuraciones.
5	Campo magnético creado por corrientes estacionarias	Propuesta de análisis y resolución de situaciones problemáticas para el estudio del campo magnético para distintas distribuciones de corrientes.
6	Coeficientes de inducción L y M	Cálculo de los coeficientes de inducción propia y mutua para distintos sistemas. Introducción del concepto de tubo de flujo.
7	Energía y esfuerzos en el campo magnético	Propuesta de situaciones problemáticas para el estudio de la energía del campo magnético. Cálculo de esfuerzos: análisis cualitativo de la cupla en instrumentos y motores.
8	FEM y dispositivos	Aplicación del concepto de la ley General de la Inducción a problemas de distinta complejidad. Evaluación de la dinámica de movimiento en dispositivos de distintas configuraciones físicas a través de problemas y experiencias de laboratorio.
9	Riesgo eléctrico y puesta a tierra.	Investigación y discusión de la necesidad de la puesta a tierra en entornos de producción y uso.
10	Balance energético y vector de Poynting	Análisis del flujo de energía y balance energético mediante la aplicación del concepto de vector de Poynting en régimen estacionario y variable.
11	Resistencia de radiación	Cálculo de la resistencia de radiación de dos antenas elementales: cuadro pequeño y dipolo corto
12	Ondas planas	Análisis de la propagación de una onda plana. Cálculo de parámetros asociados y comportamiento de los medios. Vector de Poynting complejo.
13	Incidencia normal de una onda plana	Aplicación de la solución de la ecuación de Helmholtz. Cálculo de los coeficientes de reflexión y transmisión. Incidencia sobre distintos medios.
14	Blindajes y Compatibilidad electromagnética	Planteo del problema de la compatibilidad electromagnética mediante la investigación, lectura reflexiva y discusión grupal. Evaluación de blindajes a través de experiencias sencillas.



## Evaluación

La modalidad de evaluación es diagnóstica, continua e integral, orientada a que el estudiante tome conciencia de cómo va llevando a cabo el proceso de aprendizaje, sus logros, sus dificultades y las correcciones a realizar.

Se controlará el desempeño escrito individual en planteos, desarrollos, resultados, análisis de resultados y conclusiones en problemas prácticos, como así también la capacidad de aplicación de conceptos teóricos fundamentales.

Esto permitirá al alumno recibir la devolución sobre lo producido, que le permitirá reflexionar sobre lo que ha aprendido, lo que debe seguir aprendiendo, y lo que debe revisar.

Cada actividad teórico-práctica será evaluada a través de una calificación o un concepto según corresponda.

Los estudiantes alcanzarán la condición de promoción aprobando el 80% de las actividades teórico- prácticas propuestas.

Los alumnos que hayan aprobado el 60% o más de las actividades teórico-prácticas, pero menos del 80%, deberán participar de una instancia de trabajo adicional en la que realizarán, en forma individual y escrita, una actividad similar a aquellas en las que no se alcanzaron los niveles de comprensión esperados.

La aprobación de esta instancia le permitirá la promoción del taller.

Los alumnos que hayan promovido lograrán la aprobación de "Laboratorio de Electromagnetismo" mediante una instancia globalizadora de conocimientos a realizarse en la última semana de clases.

En caso de no cumplimentar las condiciones anteriores, el alumno quedará en condición de Libre.

## Distribución de la carga horaria

### Presenciales

Teóricas		14 Hs.
Prácticas	Experimental de Laboratorio	8 Hs.
	Experimental de Campo	0 Hs.
	Resolución de Problemas y Ejercicios	36 Hs.
	Problemas Abiertos de Ingeniería	6 Hs.
	Actividades de Proyecto y Diseño	0 Hs.
	Práctica Profesional Supervisada	0 Hs.
	<b>Total</b>	
Evaluaciones		8 Hs.
Dedicadas por el alumno fuera de clase		
	Preparación Teórica	10 Hs.
	Preparación Práctica	16 Hs.
	Elaboración y redacción de informes, trabajos, presentaciones, etc.	4 Hs.
	<b>Total</b>	<b>30 Hs.</b>

### Bibliografía básica

Título	Autores	Editorial	Año	Ejem.
Electromagnetismo con aplicaciones	KRAUS-FLEISCH	Mc Graw-Hill	1999	2
Elementos de Electromagnetismo	SADIKU. M	Oxford, Mexico	2003	4
Fundamentos de Electromagnetismo para Ingeniería	CHENG, D. K	Addison-Wesley	1997	3



## Bibliografía complementaria

Título	Autores	Editorial	Año	Ejem.
Electromagnetismo	KRAUS John D	El Ateneo	1960	3

## Recursos web y otros recursos

La cátedra cuenta con:

Apuntes de Teoría

- Capítulo 0: Revisión
- Capítulo 1: Campo Electrostático
- Capítulo 2: Campo Magnético
- Capítulo 3: Campo Electromagnético
- Capítulo 4: Ondas Electromagnéticas
- Capítulo 5: Aplicaciones Tecnológicas
- Compatibilidad Electromagnética
- Riesgo eléctrico y puesta a tierra

Tomos de práctica

- Tomo 0: Revisión
- Tomo 1: Campo Electrostático
- Tomo 2: Campo Magnético
- Tomo 3: Campo Electromagnético
- Tomo 4: Ondas Electromagnéticas

Material extra

Problemas de práctica resueltos

Dispositivos disponibles para experiencias de laboratorio:

- Anillo de Thompson
- Freno magnético
- Garganta de Helmholtz

Software para la simulación de fenómenos electromagnéticos:

- COMSOL Multiphysics 3.5a
- Tutorial para el manejo del software COMSOL Multiphysics 3.5a

Presentaciones de Powerpoint

- Energía y esfuerzo en campo magnético
- Riesgo eléctrico y Descarga electrostática
- Resistencia eléctrica
- Vínculo entre la Teoría de Circuitos y la TEM.
- Ondas Electromagnéticas
- Compatibilidad Electromagnética

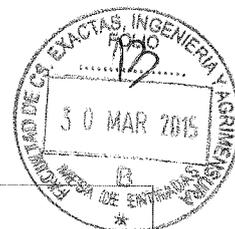
Sitio Web: Plataforma e-educativa, cátedra de "Laboratorio de Electromagnetismo".

Nota: En la plataforma se encuentra todo el material digital listado anteriormente disponible para su descarga



## Cronograma de actividades

Semana	Unidad	Tema	Actividad
1	1	Ecuaciones de Maxwell- Teorema de Earnshaw- Condiciones de contorno en CE Condensadores- Descarga en aislantes-	Actividad N° 1 y N° 2
2	1	Solución de la ecuación de Poisson: problemas de Dirichlet y Von Neumann. Método de las imágenes. Planos y diedros	Actividad N° 3
3	1	Aplicación del método de las imágenes al cálculo de capacidad de distintos sistemas.	Actividad N° 3
4	1	Energía y Esfuerzos en el campo electrostático	Actividad N° 4
5	2	Campo magnético creado por corrientes estacionarias Potencial vectorial. Ley de Biot y Ampere	Actividad N° 5
6	2	Condiciones de contorno en CM. Circuitos magnéticos. Coeficientes L y M.	Actividad N° 6
7	2	Energía y esfuerzos en campo magnético. Aplicación: cupla en instrumentos y máquinas	Actividad N° 7
8	3	Resistencia eléctrica. Ley de Ohm puntual e integral. Ley general de la inducción. Fem estática y dinámica. Casos críticos de fem	Actividad N° 8
9	3	Dinámica de movimiento en dispositivos de distintas configuraciones físicas . Experiencias de laboratorio: Anillo de Thomson- freno magnético	Actividad N° 8
10	3	Riesgo eléctrico. Puesta a tierra. Descarga electrostática Campo electromagnético variable. Ecuaciones de onda. Condición de Lorentz	Actividad N° 9 Desarrollo y análisis de fundamentos teóricos
11	3	Balance energético. Vector de Poynting Balance energético complejo. Vector de Poynting complejo	Actividad N° 10
12	3	Vínculo entre la TC y la TEM. Caracterización de un conductor. Ecuaciones de la línea de transmisión. Resistencia de radiación. Incidencia del retardo temporal sobre los campos	Desarrollo y análisis de fundamentos teóricos Actividad N° 11
13	4	Ondas: Clasificación. Características de la propagación Ondas planas. Ecuaciones de Helmholtz. Soluciones en medios de distintas características. Impedancia intrínseca.	Actividad N° 12



14	4	Expresión general de una onda plana. Vector onda. Análisis de la propagación en distintos medios materiales Atenuación. Efecto pelicular	Actividad N° 12
15	4	Incidencia normal de una onda plana sobre la interfaz entre dos medios	Actividad N° 13
16	5	Compatibilidad electromagnética. Blindajes Evaluación globalizadora	Actividad N° 14

DUPLICADO



FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS,  
INGENIERIA Y AGRIMENSURA  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO

"2015-Año del Bicentenario del Congreso de los Pueblos Libres"

Expediente N° 58081 S/R 051.-

Rosario, 1° de abril de 2015.-

VISTO que Secretaría Académica eleva para su aprobación el programa de la asignatura A4 "Laboratorio de Electromagnetismo", vigente a partir del año 2016, correspondiente al Plan de Estudios de la carrera de Ingeniería Electrónica, aprobado por Resolución C.S. N° 372/14.-

CONSIDERANDO:

Que el mismo responde a los lineamientos establecidos en la Resolución N° 869/14 – C.D. (Formulario de Programas de asignaturas de las distintas carreras que se cursan en esta Facultad).-

Que el tema fue tratado y aprobado en la reunión del Consejo Directivo del día de la fecha.-

Por ello,

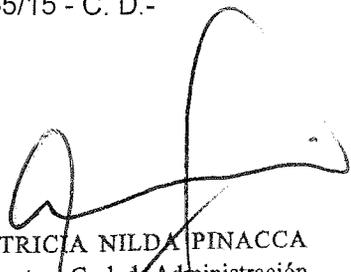
EL CONSEJO DIRECTIVO DE LA FACULTAD DE  
CIENCIAS EXACTAS, INGENIERIA Y AGRIMENSURA  
RESUELVE:

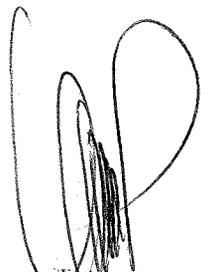
ARTÍCULO 1º: Aprobar el programa de la asignatura A4 "Laboratorio de Electromagnetismo", vigente a partir del año 2016, correspondiente al Plan de Estudios de la carrera Ingeniería Electrónica, aprobado por Resolución C.S. N° 372/14, cuyas fotocopias autenticadas forman parte de la presente resolución.-

ARTICULO 2º: Regístrese, comuníquese, sáquese copia, tome nota Dirección General de Administración a sus efectos, pase a conocimiento de Secretaría Académica, del Departamento Registro de Alumnos y de la Escuela de Ingeniería Electrónica, cumplido, agréguese a sus antecedentes.-

RESOLUCION N° 165/15 - C. D.-

CD
JT
JT
JT

  
PATRICIA NILDA PINACCA  
Directora Gral. de Administración  
F.C.E.I.A.

  
Ing. OSCAR E. PEIRE  
Decano - FCEIA

  
SUSANA B. MIGLIORANZZA  
Directora Operativa  
Consejo Directivo Académico