



# Reglamento de Estudio

Vigencia a partir del Ciclo Lectivo 2017  
Basado en la Ordenanza 1549/2016

## Carrera: Ingeniería Eléctrica

**CÁTEDRA: TEORIA DE LOS CAMPOS**

**Gustavo O AGOSTI, Ing. Dr. – Profesor Titular**



PLAN DE ESTUDIOS:

2005

ORDENANZAS CONSEJO SUPERIOR Nº

1026 / 1549

<b>OBLIGATORIA</b>	<b>X</b>
<b>ELECTIVA</b>	
<b>ANUAL</b>	<b>X</b>
<b>PRIMER CUATRIMESTRE</b>	
<b>SEGUNDO CUATRIMESTRE</b>	
<b>NIVEL / AÑO</b>	<b>II</b>
<b>HORAS CÁTEDRA SEMANALES</b>	<b>3</b>



## ESTRUCTURA DE LA CÁTEDRA

RESPONSABLE DE CÁTEDRA: Gustavo O AGOSTI, Ing. Dr.

## ESTRUCTURA DOCENTE

PROFESOR TITULAR: Gustavo O AGOSTI, Ing. Dr.

### AUXILIAR DOCENTES

Jefe de Trabajos Prácticos: Alberto CATTANEO, Ing.

NÚMERO DE COMISIONES: 1

NÚMERO DE ALUMNOS POR COMISIÓN: 20

ACTIVIDADES TEÓRICAS: 20

### ACTIVIDADES PRÁCTICAS

PROBLEMAS DE EJERCITACIÓN: 20

PROBLEMAS DE INGENIERÍA: 20

FORMACIÓN EXPERIMENTAL: 10

DE PROYECTO Y DISEÑO: 4



## **PROGRAMA SINTÉTICO**

EL PRINCIPIO DE LA RELATIVIDAD

TRANSFORMACIONES DE LORENTZ

POTENCIAL ELÉCTRICO

CAMPO ELECTRICO EN LOS CONDUCTORES

CORRIENTE ELECTRICA

CAMPO DE LAS CARGAS MÓVILES

EL CAMPO ELECTRICO EN LA MATERIA

EL CAMPO MAGNETICO

INDUCCIONE ELECTROMAGNETICA Y

ECUACIONES DE MAXWELL

CAMPOS MAGNETICOS EN LA MATERIA

## **OBJETIVOS DE LA ASIGNATURA**

SE ESPERA QUE EL ALUMNO SEA CAPAZ DE ANALIZAR LOS CAMPOS ELÉCTRICOS Y MAGNÉTICOS ESTUDIADOS EN FÍSICA MEDIANTE LA APLICACIÓN DEL ANÁLISIS VECTORIAL Y SUS OPERADORES DIFERENCIALES. ASIMISMO APLICAR A LOS CAMPOS EN MOVIMIENTO LOS PRINCIPIOS RELATIVISTAS.



## DESARROLLO

Bajo los lineamientos generales del programa sintético, de las horas afectadas a la materia y la institución de la misma en una modalidad anual, se ha confeccionado el siguiente programa. La finalidad es obtener las herramientas y fundamentos que hacen posible satisfacer los objetivos de la misma.

Dentro de cada Unidad Temática y tendiendo a administrar los Contenidos Conceptuales –el aprendizaje de los conceptos de la información -, los Contenidos Procedimentales –conduciendo al saber hacer- y los Contenidos Actitudinales – en relación con escalas de valores y juicios de valor-, se confecciona como estrategia educativa la concepción de Unidades Temáticas (4), que encierran una modalidad Modular (23) y la ejecución de de Laboratorios (4) asociados.

A modo de dar cumplimiento a la **Ordenanza 1549/Capítulo 8/Inciso 8.1 Norma General**, se incluye la Unidad Temática Cero, asociado al Módulo Cero.

**UNIDAD TEMÁTICA 0 (Módulo 0):** Presentación de la Cátedra y Organización de la Cursada.

**Contenidos:** Objetivos Generales. Breve resumen del tratado. Régimen de cursada del Ciclo Lectivo. Régimen de Trabajos Prácticos, Coloquios y Experiencias Prácticas. Bibliografía recomendada obligatoria y complementaria. Publicaciones. Sitios en Internet. Unidades Básicas y Derivadas. Constantes Físicas. Propiedades Físicas. Datos Numéricos. Factores de Conversión. Múltiplos y Submúltiplos. Coeficientes Térmicos. Parámetros Físicos. Tablas Representativas para la conductividad, permitividad, permeabilidad. Operadores Vectoriales. Tablas de conversión. Magnitudes tridimensionales. Resúmenes de las leyes fundamentales. Símbolos, prefijos y abreviaturas. Derivadas. Constantes Físicas. Propiedades Físicas. Datos Numéricos. Factores de Conversión. Múltiplos y Submúltiplos. Coeficientes Térmicos. Parámetros Físicos. Tablas Representativas para la conductividad, permitividad, permeabilidad. Operadores Vectoriales. Tablas de conversión. Magnitudes tridimensionales. Magnitudes Cuadridimensionales. Resúmenes de las leyes fundamentales. Símbolos, prefijos y abreviaturas.

### Objetivos:

- Presentar la Cátedra e identificar los objetivos generales.
- Acordar la modalidad de trabajo y el régimen de cursada.
- Detallar el sistema de evaluación y procedimientos conforme a la Ordenanza vigente 1549/2006.
- Proporcionar información detallada para los módulos temáticos de la materia.



- Informar sobre las unidades temáticas, sus contenidos y objetivos particulares.

**Tiempo asignado:** 2 horas

**UNIDAD TEMÁTICA 1 (Módulo 1):** Sistemas de Coordenadas e Integrales. Operadores Diferenciales.

**Contenidos:** Introducción. Conceptos de “campos” en la física. Campos escalares y vectoriales. Elementos del análisis vectorial: divergencia, rotor, gradiente. Ejemplos físicos y sus aplicaciones. Teoremas fundamentales del análisis vectorial relativos a los campos: Teorema de la divergencia y la divisibilidad del flujo, Teorema de Stokes y la divisibilidad de la circulación. Propiedades. Su significación física. Coordenadas de referencia: cartesianas, cilíndricas, esféricas. Transformaciones de campos escalares, vectoriales y operadores diferenciales en los distintos sistemas.

**Objetivos:**

- Lograr conceptualizar los campos vectoriales y escalares.
- Lograr utilizar los sistemas de coordenadas y los operadores diferenciales.
- Lograr interpretar la significación física de los mismos.
- Adquirir destrezas y habilidades en el manejo matemático vectorial, diferencial de dichos campos.

**Tiempo asignado:** 6 horas

**Materiales Curriculares:** Bibliografía específica de la unidad: R. DuBROFF, S.V. MARSHALL, G.G. SKITEK, “Electromagnetismo, Conceptos y Aplicaciones”, Prentice-Hall Hispanoamericana, S.A., 4ta edición, México, 1999.

**Material audiovisual:** Proyecciones, CD con presentaciones de la Unidad Temática correspondiente.

**UNIDAD TEMÁTICA 2 (Módulo 2):** Campos Electroestáticos.

**Contenidos:** Conceptos Generales. Carga Eléctrica. Cargas lineales, superficiales y volumétricas. La Ley de Coulomb. Campo Eléctrico. Propiedades del Campo Electroestático: Integrales de circulación, Integrales de Flujo (Gauss). Forma puntual de la Ley de Gauss. Líneas y Tubos de Flujo del campo eléctrico. Mapa de campo eléctrico.

- **Objetivos:**
- Conocer el Campo Electroestático y sus propiedades.
- Adquirir conocimientos claros sobre las Leyes de Coulomb y Gauss.
- Lograr interpretar la significación física de los mismos.
- Adquirir destrezas y habilidades en la resolución de ejercicios aplicados a la práctica de la Ingeniería Eléctrica según métodos del análisis vectorial y sus operadores diferenciales y procedimientos avanzados.



- Elaborar la construcción de mapas de campo eléctrico.

**Tiempo asignado:** 8 horas

**Materiales Curriculares:** Bibliografía específica de la unidad: R.DuBROFF, S.V.MARSHALL, G.G.SKITEK, "Electromagnetismo, Conceptos y Aplicaciones", Prentice-Hall Hispanoamericana, S.A., 4ta edición, México, 1999.

J.D.KRAUSS, "Electromagnetismo", McGraw Hill, 3ra edición, México, 1996.

**Material audiovisual:**Proyecciones, CD con proyección en data\_shows, presentaciones de la Unidad Temática correspondiente.

**Software:** Applets dinámicos de demostración de temas involucrados.

**UNIDAD TEMÁTICA 3 (Módulo 3):** Campos Magnetostáticos.

**Contenidos:** Conceptos Generales. Elemento de corriente. Ley de Biot-Savart.

Distribuciones superficiales y volumétricas. Propiedades del Campo

Magnetostático: Integrales de Flujo de campo magnético, Integrales de Circulación de campo magnético. La ley de Ampere. Forma puntual de la ley de Ampere.

Mapas de campos magnéticos.

- **Objetivos:**
- Conocer el Campo Magnetostático y sus propiedades.
- Adquirir conocimientos claros sobre las Leyes de Biot-Savart y de Ampere.
- Lograr interpretar la significación física de los mismos.
- Adquirir destrezas y habilidades en la resolución de ejercicios aplicados a la práctica de la Ingeniería Eléctrica según métodos del análisis vectorial y sus operadores diferenciales y procedimientos avanzados.
- Elaborar la construcción de mapas de campo magnético.

**Tiempo asignado:** 8 horas.

**Materiales Curriculares:** Bibliografía específica de la unidad: R.DuBROFF, S.V.MARSHALL, G.G.SKITEK, "Electromagnetismo, Conceptos y Aplicaciones", Prentice-Hall Hispanoamericana, S.A., 4ta edición, México, 1999.

J.D.KRAUSS, "Electromagnetismo", McGraw Hill, 3ra edición, México, 1996.

**Material audiovisual:**Proyecciones, CD con proyección en data\_shows, presentaciones de la Unidad Temática correspondiente.

**Software:** Applets dinámicos de demostración de temas involucrados.

**UNIDAD TEMÁTICA 4 (Módulo 4):** Potencial.

**Contenidos:** Conceptos Generales. Potencial Escalar Eléctrico. Potencial debido a una distribución de carga. Diferencia de potencial. Líneas de campo y líneas y superficies equipotenciales. Ortogonalidad. Ecuaciones de Laplace y de Poisson para el potencial eléctrico. Soluciones a las ecuaciones de Laplace y Poisson:



unicidad, una variable, método de separación de variables. Soluciones con el métodos de las Imágenes. Potencial Vectorial Magnético. Potencial producido por una distribución de corriente conocida. Ecuación Vectorial de Laplace y Poisson.

**Objetivos:**

- Conocer la introducción de potencial escalar eléctrico y del potencial vectorial magnético como elementos importantes para la resolución de ejercicios
- Adquirir conocimientos claros sobre las Ecuaciones de Laplace y Poisson.
- Lograr interpretar la significación física de los mismos.
- Adquirir destrezas y habilidades en la resolución de ejercicios aplicados a la práctica de la Ingeniería Eléctrica basados en los temas involucrados según desarrollos a procedimientos avanzados.
- Construir mapas de campo y poder gestionar resoluciones e interpretaciones a partir de los mismos.

**Tiempo asignado:** 12 horas

**Materiales Curriculares:** Bibliografía específica de la unidad: R.DuBROFF, S.V.MARSHALL, G.G.SKITEK, "Electromagnetismo, Conceptos y Aplicaciones", Prentice-Hall Hispanoamericana, S.A., 4ta edición, México, 1999.

J.D.KRAUSS, "Electromagnetismo", McGraw Hill, 3ra edición, México, 1996.

**Material audiovisual:**Proyecciones, CD con presentaciones de la Unidad Temática correspondiente.

**Software:** Applets dinámicos de demostración de temas involucrados.

**UNIDAD TEMÁTICA 5 (Módulo 5):** Materiales.

**Contenidos:** Conceptos Generales. Materiales Dieléctricos. Punto de vista macroscópico. Polarización Eléctrica. Cargas Ligadas. vector Densidad de Flujo Eléctrico. La permitividad y la susceptibilidad. Materiales magnéticos. Vector de Magnetización. Corrientes Ligadas. Vector de Intensidad de Campo Magnético. Susceptibilidad y permeabilidad magnética. Conductores Eléctricos. Movilidad y Conductividad. Solución a Laplace para el estado estacionario. Condiciones en la Frontera. Condiciones para los vectores densidad de flujo eléctrico y magnético. Condiciones para los vectores intensidad de flujo eléctrico y magnético.

**Objetivos:**

- Conocer los distintos tipos de materiales electromagnéticos y su relación con los campos
- Comprender los fenómenos producidos en cada material y en las fronteras.
- Interpretar tablas y curvas que muestren las características de cada material y poder inferir sus usos.
- Adquirir conocimientos para la evaluación de distintos tipos de circuitos electromagnéticos aplicando la teoría de campos.



- Conocer cada una de las leyes involucradas como su aplicación plena a la Ingeniería Eléctrica.
- Adquirir destrezas y habilidades en la resolución de ejercicios aplicados a la práctica de la Ingeniería Eléctrica basados en los temas involucrados.

**Tiempo asignado:** 12 horas.

**Materiales Curriculares:** Bibliografía específica de la unidad: R.DuBROFF, S.V.MARSHALL, G.G.SKITEK, "Electromagnetismo, Conceptos y Aplicaciones", Prentice-Hall Hispanoamericana, S.A., 4ta edición, México, 1999.

J.D.KRAUSS, "Electromagnetismo", McGraw Hill, 3ra edición, México, 1996.

**Material audiovisual:** Proyecciones, CD con presentaciones de la Unidad Temática correspondiente.

**Software:** Applets dinámicos de demostración de temas involucrados.

**UNIDAD TEMÁTICA 6 (Módulo 6):** Elementos de un circuito eléctrico.

**Contenidos:** Resistencia, Capacitancia e Inductancia. Ecuación de continuidad. Ley de ohm. Resistencia. Leyes de kirchoff. Introducción a los circuitos eléctricos. Concepto de campos eléctricos no conservativo y campo efectivo. Comparación con el campo electrostático. Analogía entre el campo de corriente estacionarias sin fuente de fem y el campo electrostático. Resolución de problemas de conducción eléctrica por analogía con los electrostáticos correspondientes. Energía, Fuerza y Torca. Conceptos Generales. Energía almacenada en un capacitor. Energía almacenada en un inductor. Electroimanes y circuitos magnéticos. Fuerzas y torcas que actúan en conductores portadores de corriente. Movimientos de partículas cargadas en campos eléctricos y magnéticos uniformes. Circuitos magnéticos. Analogía con los circuitos eléctricos.

**Objetivos:**

- Conocer e interpretar la distribución de energía asociada a cada elemento de un circuito electromagnético.
- Adquirir conocimientos claros sobre el comportamiento de los distintos elementos interaccionando entre sí.
- Adquirir destrezas y habilidades en la resolución de ejercicios aplicados a la práctica de la Ingeniería Eléctrica basados en los temas involucrados según procedimientos avanzados a través de la teoría de campos.

**Tiempo asignado:** 12 horas.

**Materiales Curriculares:** Bibliografía específica de la unidad: R.DuBROFF, S.V.MARSHALL, G.G.SKITEK, "Electromagnetismo, Conceptos y Aplicaciones", Prentice-Hall Hispanoamericana, S.A., 4ta edición, México, 1999.

J.D.KRAUSS, "Electromagnetismo", McGraw Hill, 3ra edición, México, 1996.



**Material audiovisual:**Proyecciones, CD con presentaciones de la Unidad Temática correspondiente.

**Software:** Applets dinámicos de demostración de temas involucrados.

**UNIDAD TEMÁTICA 7 (Módulo 7):** El principio de la Relatividad.

**Contenidos:** Velocidad de propagación de las Interacciones. Intervalo. Tiempo propio. Experiencia de Michelson y Morley. Consecuencia de los postulados de Einstein. Dilatación del tiempo y contracción de las longitudes. La transformación de Lorentz. Transformación de la velocidad. Cuadriectores. Cargas en campos electromagnéticos. Las partículas en teoría de la relatividad. Energía relativista. Cuadripotencial de un campo. Movimiento en un campo electromagnético. Transformación de Lorentz del campo. Ecuaciones del campo electromagnético. El campo de cargas en movimiento. Potenciales retardados.

**Objetivos:**

- Poder describir el objetivo general, el método y el resultado del experimento de Michelson y Morley.
- Establecer los postulados de Einstein y estudiar sus consecuencias.
- Conocer el significado de tiempo propio, longitud y su relación con los intervalos de tiempo.
- Poder discutir los problemas de sincronización de relojes.
- Poder aplicar a los campos en movimiento los principios relativistas.

**Tiempo asignado:** 14 horas.

**Materiales Curriculares:**

L.D.Landau, E.M.LIFSHITZ, "Teoría Clásica de los Campos", Editorial Reverté, España, 1983.

**Material audiovisual:**Proyecciones, CD con presentaciones de la Unidad Temática correspondiente.

**UNIDAD TEMÁTICA 8 (Módulo 8):** Campos que varían con el Tiempo. Ecuaciones de Maxwell.

**Contenidos:** Conceptos Generales. Campos cuasiestáticos. Ley de Faraday y Fem. Circuito estacionario y móvil. Transformadores básicos. Corrientes de desplazamiento. Dieléctricos disipativos. Las ecuaciones de campos y los circuitos. Relaciones en la frontera. Autoinductancia e inductancia mutua. Energía de un sistema de corriente estacionaria. Bobinas. Variación sinusoidal de las corrientes. Vinculación de la teoría de campos con la de circuitos. Expresión generalizada de las leyes de Kirchhoff. Aplicación de las ecuaciones de Lorentz. Aplicación de los Principios Relativistas a campos.



**Objetivos:**

- Conocer e interpretar los efectos producidos por los campos que varían en el tiempo, sus consecuencias y aplicaciones.
- Adquirir conocimientos claros sobre el comportamiento de los distintos elementos de un circuito en relación con estos campos.
- Construir mapas de campo y poder gestionar resoluciones e interpretaciones a partir de los mismos.
- Lograr aplicar a los campos en movimientos los principios relativistas.
- Adquirir destrezas y habilidades en la resolución de ejercicios con procedimientos avanzados.

**Tiempo asignado:** 12 horas.

**Materiales Curriculares:** Bibliografía específica de la unidad: R.DuBROFF, S.V.MARSHALL, G.G.SKITEK, "Electromagnetismo, Conceptos y Aplicaciones", Prentice-Hall Hispanoamericana, S.A., 4ta edición, México, 1999.

J.D.KRAUSS, "Electromagnetismo", McGraw Hill, 3ra edición, México, 1996.

L.D.Landau, E.M.LIFSHITZ, "Teoría Clásica de los Campos", Editorial Reverté, España, 1983.

**Material audiovisual:** Proyecciones, CD con presentaciones de la Unidad Temática correspondiente.

**Software:** Applets dinámicos de demostración de temas involucrados.

**UNIDAD TEMÁTICA 9 (Módulo 9):** Generalidades sobre Ondas Planas, Líneas y Antenas.

**Contenidos:** Conceptos Generales. Ondas planas, su propagación. Vector de Poynting. Ondas en dieléctricos y conductores. Reflexión. Ecuaciones para las líneas en el dominio del tiempo y de la frecuencia. Antenas: concepto de ganancia y apertura del haz. El dipolo elemental. La ecuación del radar.

**Objetivos:**

- Conocer e interpretar la naturaleza y el comportamiento de las ondas.
- Adquirir conocimientos sobre el comportamiento de las líneas y sus propiedades.
- Poder entender el principio de funcionamiento de las antenas.

**Tiempo asignado:** 10 horas.

**Materiales Curriculares:** Bibliografía específica de la unidad: R.DuBROFF, S.V.MARSHALL, G.G.SKITEK, "Electromagnetismo, Conceptos y Aplicaciones", Prentice-Hall Hispanoamericana, S.A., 4ta edición, México, 1999.

J.D.KRAUSS, "Electromagnetismo", McGraw Hill, 3ra edición, México, 1996.



**Material audiovisual:**Proyecciones, CD con presentaciones de la Unidad Temática correspondiente.

**Software:** Applets dinámicos de demostración de temas involucrados.

## BIBLIOGRAFÍA GENERAL

### OBLIGATORIA

Se sugiere como bibliografía básica, la siguiente:

R.DuBROFF, S.V.MARSHALL, G.G.SKITEK, "Electromagnetismo, Conceptos y Aplicaciones", Prentice-Hall Hispanoamericana, S.A., 4ta edición, México, 1999.

J.D.KRAUSS, "Electromagnetismo", McGraw Hill, 3ra edición, México, 1996.

L.D.Landau, E.M.LIFSHITZ, "Teoría Clásica de los Campos", Editorial Reverté, España, 1983.

### COMPLEMENTARIA

P.A.TIPLER, "Física Moderna", Editorial Reverté, España, 1980.

M.ALONSO, "Campos y Ondas", Addison-Wesley Iberoamericana, USA, 1987.

DIAMMOND, "Electromagnetismo Aplicado", Labor, Barcelona, 1976.

WINNERY, "Fields and Waves in Communication Electronics", J Wiley, New York, 1975.

### ARTICULOS:

Akasofu Syun-Ichi. *La aurora dinámica*. Investigación y Ciencia. nº 154, Julio 1989, pp. 42-50.

El origen de las auroras boreales está en la interacción entre el viento solar y el campo magnético terrestre. Las emisiones de luz por la aurora provienen de la excitación de las moléculas en su colisión con electrones acelerados.

Aranda J. *Sobre el movimiento de un conductor en un campo magnético*. Enseñanza de las Ciencias. 1984 pp. 43-48.

Benito Gimeno, Iván Martín, Miguel Angel Sanchís, Manuel Vergara. *Determinación Indirecta de la Velocidad de la Luz en el Vacío mediante un Circuito Resonante*. Revista Española de Física 14 (4) 2000 , 41-44.

Bisquert J., Manzanares J. A., Mafé S. *Determinación experimental del momento dipolar magnético, un modelo estático y dos dinámicos*. Revista Española de Física, V-6, nº 2, 1992, pp. 43-47.



Bloxham J., Gubbins D. *La evolución del campo magnético terrestre*. Mundo Científico, Febrero 1990, nº 161.

Origen y evolución del campo magnético terrestre, que se origina por la influencia de la convección térmica y de la rotación de la Tierra sobre el hierro fundido que circula por el núcleo, y que actúa como dinamo generadora de dicho campo.

Churchill, Noble, *A Demonstration of Lenz Law?*. Am. J. Phys. 39 March 1971, pp 285-287.

Dietz E. *Some pedagogical aspects of motional EMF*. Phys. Educ. 27 (1992). pp. 109-111.

Hall J. *Forces on the jumping ring*. The Physics Teacher, Vol. 35 February 1997 pp, 80-83.

Jones, R. *The rail gun: A popular demonstration of the Lorentz force*. Am. J. Phys. 68 (8) August 2000.

Jones, R. *The Millikan oil-drop experiment. Making it worthwhile*. Am. J. Phys. 63 (11) November 1995. pp. 970-977.

Kessler G, Lucas P. *The plane-parallel magnetron: An analytic and analog computer solution*. Am. J. Phys. 42, November 1974. pp 1035-1036.

Kittel, Knight, Ruderman. *Mecánica, Berkeley Physics Course*. Editorial Reverté (1973).

Nota histórica: el invento del ciclotrón, página 127

von Klitzing K. *El efecto Hall cuántico*. Investigación y Ciencia, nº 116, Mayo 1986, pp. 82-93.

La cuantización de la resistencia Hall se observa a bajas temperaturas y campos magnéticos intensos. Esta cuantización se describe en términos del cociente de constantes fundamentales  $h/e^2$ .

Layton B. Simon M. *A different twist on the Lorentz force and Faraday's law*. The Physics Teacher Vol 36, November 1998. pp. 474-479.

Mak, Young. *Floating metal ring in an alternating magnetic field*. Am. J. Phys. 54 (9) September 1986, pp. 808-811.

Maroto J. A, de Dios J., de las Nieves J. *Evaluation of the Lorentz Law by Using a Barlow Wheel*. IEEE Transactions on Education Vol. 41, nº 3, August 2000.



Milántiev V., Temkó S. *Física del plasma*. Colección Física al alcance de todos, editorial Mir (1987).

Estudia el cuarto estado de la materia. Trata del movimiento de cargas en un campo eléctrico y en un campo magnético, las oscilaciones y ondas en el plasma.

Montgomery H. *Unipolar induction: a neglected topic in the teaching of electromagnetism*. Eur. J. Phys. 20 (1999) 271-280

Mosteo Alonso. J.J. *Thomson, descubridor del electrón*. Revista Española de Física 12(2) 1998.

Mould S. *The energy lost between two capacitors: an analogy*. Phys. Educ. 33(5) September 1998. pp. 323-326

Pascual P., Tarrach R. *Monopolos*. Investigación y Ciencia, nº 24, Septiembre 1978, pp. 4-13.

La existencia de monopolos, cargas magnéticas libres, fue predicha por Dirac en 1931. Su descubrimiento permitiría dar una mayor simetría a las ecuaciones fundamentales del electromagnetismo, y explicar la cuantización observada de la carga eléctrica. Se han realizado infructuosas búsquedas observando los rayos cósmicos, analizando las rocas traídas desde la Luna, etc. No existe, por tanto, prueba concluyente de la existencia de los monopolos.

Rainson, Tranströmer, Viennot. *Students' understanding of superposition of electric fields*. American Journal of Physics, 62 (11) November 1994, pp. 1026-1032.

Se plantean varias cuestiones referentes al campo eléctrico y se analizan las respuestas dadas por estudiantes franceses del nivel universitario. Se concluye que los estudiantes necesitan de un efecto, movimiento de alguna clase, para aceptar la existencia de un campo

Ramírez P., Barbero A. J., Mafé S. *Campo magnético, autoinducción e inductancia mutua de bobinas circulares y solenoides*. Revista Española de Física, 9 (4), 1995, págs, 39-44.

Rees. *El colisionador lineal de Stanford*. Investigación y Ciencia, nº 159, diciembre de 1989. Págs 62-70.

Saslow, *Electromechanical implications of Faraday's law: A problem collection*. Am. J. Phys. 55(11) November 1987, pp. 986-993.

Schneider, Ertel. *A classroom jumping ring*. Am. J. Phys. 66 (8) August 1998, pp 686-692.



Se-yuen Mak. *The RCL circuit and the determination of inductance*. Phys. Educ. 29 (1994). pp. 94-97.

Stewart I. *Gauss*. Investigación y Ciencia, nº 12, Septiembre 1977, pp. 96-107.  
La contribución de Gauss a la geometría, al análisis matemático, a la astronomía, a la geodesia, y al magnetismo.

Stong C. L: *Taller y laboratorio. El campo eléctrico de la tierra aporta energía a los motores electrostáticos*. Investigación y Ciencia. Nº 11 Agosto 1977. Págs 108-115.

Stong C. L.. *Taller y laboratorio. Construcción de un generador electrostático de Van de Graaf*. Investigación y Ciencia nº 4, enero 1977, págs 102-106

Tanner, Loebach, Cook, y Hallen. *A pulsed jumping ring apparatus for demonstration of Lenz's law*. Am. J. Phys. 69 (8) August 2001 pp. 911-916.

Tjossem , Cornejo. *Measurements and mechanisms of Thomson's jumping ring*. Am. J. Phys. 68 (3) March 2000, pp 238-244

Trumper, Gelbman. *Investigating electromagnetic induction through a microcomputer-based laboratory..* Phys. Educ. 35(2) March 2000, pp 90-95

Yuste M., Carreras C. *Fuerzas entre imanes: un experimento casero para medir el campo magnético terrestre*. Revista Española de Física, V-4, nº 3, 1990, pp. 73-79.

Estudia las interacciones entre dipolos magnéticos, y determina

experimentalmente la componente horizontal del campo magnético terrestre

Varios autores. *El electrón cumple 100 años*. Revista Española de Física 11(3) 1997.

Walton. A. *The Kelvin- Thomson atom. Part 1: The one-to six- electron atoms*. Physics Education, July 1977, pp 326-328

## FORMACIÓN PRÁCTICA

HORAS DE FORMACIÓN EXPERIMENTAL: 10 (doce)

HORAS DE RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS DE INGENIERÍA: 20 (veinte)



## ARTICULACIÓN CON OTRAS ASIGNATURAS

### ASIGNATURAS O CONOCIMIENTOS CON QUE SE VINCULA

Conforme a la coordinación vertical anterior, son de importancia los conocimientos previos relativos a:

1) procedimientos matemáticos, algebraicos y trigonométricos de las materias ANÁLISIS MATEMÁTICO I, ANÁLISIS MATEMÁTICO II, ÁLGEBRA Y GEOMETRÍA ANALÍTICA, FUNDAMENTOS PARA EL ANÁLISIS DE LA SEÑAL, sobresaliendo los temas relacionados a sistemas de coordenadas e integrales, análisis y resoluciones de sistemas integro-diferencial, procedimientos con operadores diferenciales vectoriales y cálculo de varias variables y herramientas matemáticas afines.

2) conocimientos básicos y fundamentales del electromagnetismo, de las materias FÍSICA I Y II.

Conforme a la coordinación vertical y atendiendo que se deben alcanzar una comprensión clara de los principios fundamentales del electromagnetismo y una destreza para manejarlas, contribuye a formar parte de toda discusión de aquellas materias que cursen dichos temas.

Por otro lado las materias correspondientes a INTEGRACIÓN ELÉCTRICA I y II coadyudan y fortalecen la amalgamación de conceptos.

CORRELATIVAS PARA CURSAR: Según la Ordenanza 1026 y su modificatorias

CURSADAS : ANÁLISIS MATEMÁTICO I, FÍSICA I.

CORRELATIVAS PARA RENDIR EXAMEN FINAL. Según la Ordenanza 1026 y su modificatorias.

APROBADAS ANÁLISIS MATEMÁTICO I, FÍSICA I



## CARACTERÍSTICAS DE LA ACTIVIDAD CURRICULAR

### METODOLOGÍA Y MODALIDAD DE LA ENSEÑANZA

La metodología se ha organizado a fin de cumplir con el conjunto de objetivos generales y específicos de acuerdo a la materia citada y atendiendo la población involucrada.

La misma está orientada a que todo lo que se estudie, practique o ensaye, esté relacionado con los objetivos generales propuestos y sirva para la formación del futuro ingeniero. Se procura estimular la capacidad deductiva del estudiante, por aplicación de un razonamiento lógico y sencillo.

Durante el período de enseñanza-aprendizaje se convinarán horas cátedras compartiendo horas de teoría, de práctica de resolución de problemas de la ingeniería, de talleres, experiencias de laboratorios asistidos por computadoras (simuladores) y coloquios permanentes.

Se procurará estimular la capacidad deductiva del estudiante, por aplicación de un razonamiento lógico y sencillo.

La práctica docente será un proceso continuo de comunicación con el alumno y el grupo correspondiente con finalidad de adecuar la metodología para que el sistema de enseñanza aprendizaje llegue a su forma mas deseada.

Las actividades teóricas serán desarrolladas en un ambiente de interrelación permanente con el grupo.

En todos los casos se utilizarán proyecciones y simulaciones asistidas por computadoras que verifiquen y reaseguren los conceptos transmitidos.

Las simulaciones se basarán en procedimientos puramente interactivos.

Se formarán grupos reducidos para tareas de laboratorio, simulaciones y ensayos con la finalidad de lograr la interrelación de pares y estimular la participación en clase.

Se incorporarán como parte de procedimientos habituales coloquios que se constituirán al finalizar cada módulo, con el propósito de acentuar los conceptos más sobresalientes.

Se desarrollarán proyectos integradores por grupos con el objetivo de analizarlos, estudiarlo, discutirlo y presentarlo ante sus pares.



Se fijarán horarios fuera del habitual de cursada para consultas con la finalidad de resolver las dudas que surjan conforme el dictado del curso.

Los planteos y resoluciones de ejercicios de la teoría y práctica de la física y la ingeniería aplicada tendrán la finalidad de fijar los conceptos impartidos



PLANIFICACIÓN DE LA CATEDRA

UNIDAD Y /O TEMA	ACTIVIDADES	TIEMPO (semanas)
Unidad Temática 0 Completa	Clase expositiva.	
Unidad Temática 1	Clases inductivo deductivas. Discusiones generales. Aplicaciones Prácticas. Conclusiones.	
Unidad Temática 1	Clases inductivo deductivas. Discusiones generales. Resolución de problemas . Conclusiones.	
Unidad Temática 1	Resolución de Problemas con técnicas Grupales. Confección de informes.	
Unidad Temática 1	Evaluación conceptual continua. Coloquio. Experiencias y Prácticas simuladas por con	3
Unidad Temática 2	Clase expositiva.	
Unidad Temática 2	Clases inductivo deductivas. Discusiones generales. Aplicaciones Prácticas. Conclusiones.	
Unidad Temática 2	Clases inductivo deductivas. Discusiones generales. Resolución de problemas . Conclusiones.	
Unidad Temática 2	Resolución de Problemas con técnicas Grupales. Confección de informes.	
Unidad Temática 2	Evaluación conceptual continua. Coloquio. Experiencias y Prácticas simuladas por con	9
Unidad Temática 3	Clase expositiva.	
Unidad Temática 3	Clases inductivo deductivas. Discusiones generales. Aplicaciones Prácticas. Conclusiones.	
Unidad Temática 3	Clases inductivo deductivas. Discusiones generales. Resolución de problemas . Conclusiones.	
Unidad Temática 3	Resolución de Problemas con técnicas Grupales. Confección de informes.	
Unidad Temática 3	Evaluación conceptual continua.	



	Coloquio. Experiencias y Prácticas simuladas por con	12
Unidad Temática 4	Clase expositiva.	
Unidad Temática 4	Clases inductivo deductivas. Discusiones generales. Aplicaciones Prácticas. Conclusiones.	
Unidad Temática 4	Clases inductivo deductivas. Discusiones generales. Resolución de problemas . Conclusiones.	
Unidad Temática 4	Resolución de Problemas con técnicas Grupales. Confección de informes.	
Unidad Temática 4	Evaluación conceptual continua. Coloquio. Experiencias y Prácticas simuladas por con	15
Unidad Temática 5	Clase expositiva.	
Unidad Temática 5	Clases inductivo deductivas. Discusiones generales. Aplicaciones Prácticas. Conclusiones.	
Unidad Temática 5	Clases inductivo deductivas. Discusiones generales. Resolución de problemas . Conclusiones.	
Unidad Temática 5	Resolución de Problemas con técnicas Grupales. Confección de informes.	
Unidad Temática 5	Evaluación conceptual continua. Coloquio. Experiencias y Prácticas simuladas por con	
	Primer parcial	18
Unidad Temática 6	Clase expositiva.	
Unidad Temática 6	Clases inductivo deductivas. Discusiones generales. Aplicaciones Prácticas. Conclusiones.	
Unidad Temática 6	Clases inductivo deductivas. Discusiones generales. Resolución de problemas . Conclusiones.	
Unidad Temática 6	Resolución de Problemas con técnicas Grupales. Confección de informes.	
Unidad Temática 6	Evaluación conceptual continua. Coloquio. Experiencias y Prácticas simuladas por con	24
Unidad Temática 7	Clase expositiva.	



Unidad Temática 7	Clases inductivo deductivas. Discusiones generales. Aplicaciones Prácticas. Conclusiones.	
Unidad Temática 7	Clases inductivo deductivas. Discusiones generales. Resolución de problemas . Conclusiones.	
Unidad Temática 7	Resolución de Problemas con técnicas Grupales. Confección de informes.	
Unidad Temática 7	Evaluación conceptual continua. Coloquio. Experiencias y Prácticas simuladas por con	
	Exámenes Finales	27
Unidad Temática 8	Clase expositiva.	
Unidad Temática 8	Clases inductivo deductivas. Discusiones generales. Aplicaciones Prácticas. Conclusiones.	
Unidad Temática 8	Clases inductivo deductivas. Discusiones generales. Resolución de problemas . Conclusiones.	
Unidad Temática 8	Resolución de Problemas con técnicas Grupales. Confección de informes.	
Unidad Temática 8	Evaluación conceptual continua. Coloquio. Experiencias y Prácticas simuladas por con	30
Unidad Temática 9	Clase expositiva.	
Unidad Temática 9	Clases inductivo deductivas. Discusiones generales. Aplicaciones Prácticas. Conclusiones.	
Unidad Temática 9	Clases inductivo deductivas. Discusiones generales. Resolución de problemas . Conclusiones.	
Unidad Temática 9	Resolución de Problemas con técnicas Grupales. Confección de informes.	
Unidad Temática 9	Evaluación conceptual continua. Coloquio. Experiencias y Prácticas simuladas por con	
Unidad Temática 9	Segundo parcial	
	Prácticas Integradoras Nro 1	
	Prácticas Integradoras Nro 2	
	Prácticas Integradoras Nro 3	
	Primer recuperatorio del primer	



	y segundo parcial	
	Segundo recuperatorio del primer y segundo parcial	
	Evaluación de Carpetas de Trabajos Prácticos. Firma de Libretas y Cursadas.	32
Evaluaciones teórico-prácticas	Último recuperatorio finalizado el calendario de cursada	1/4 semana



## EVALUACIÓN

A partir del Ciclo Lectivo 2017 y conforme a las nuevas reglamentaciones cursantes según la Ordenanza 1549/2016 se establece que:

El sistema de promoción del alumno, ha sido implementado con cuidadoso criterio pedagógico, basado en un continuo seguimiento y control del trabajo del estudiante, compatibilizando su implementación con las posibilidades del alumno tecnológico en relación a sus obligaciones laborales.

Los alumnos serán evaluados en términos generales según:

- Evaluaciones Formativas: Observación sistemática y pautas del proceso de aprendizaje.
- Evaluaciones Integradas que permitan observar la transferencia de los temas en el marco del aprendizaje.
- Evaluaciones Parciales generales correspondientes a la metodología de la materia.

La evaluación del aprendizaje de los alumnos contempla de manera integrada la adquisición de destrezas, conocimientos, el desarrollo de la capacidad de análisis, la formación de actitudes, y las habilidades para encontrar información y resolver problemas reales.

Se trata entonces, de un sistema evaluativo que posee como premisa fundamental el interpretar en qué grado de magnitud ha alcanzado el alumno los objetivos generales y específicos de cada Unidad Temática. Para tal cometido se proponen evaluaciones conceptuales continuas, y dos evaluaciones parciales generales que vinculen en forma conjunta los diversos conceptos adquiridos.

Se procederá particularmente a evaluar según:

- Evaluación conforme a la participación del estudiante en clases teóricas y prácticas.
- Aprobación de carpeta de Trabajos Prácticos.
- Aprobación de coloquios, y proyectos integradores.
- Parciales teórico/prácticos.

Según dicha Ordenanza el alumno podrá acceder a los siguientes regímenes de aprobación:

### **A) Aprobación DIRECTA (Ord 1549/2016 Capítulo 7 inciso 7.2. El mismo está transcripto en el Módulo 0 de la cátedra):**

A1) Aprobar 2(dos) evaluaciones parciales generales que promedien una calificación de 6 (seis) puntos o superior no pudiendo en ningún caso ser una de



ellas menor a 4 (cuatro) (sobre una escala de 1 a 10). Cada parcial tendrá 2 (dos) recuperatorios. La fecha para los parciales serán expresados al igual que todo el material de enseñanza en la página oficial de la UTN FRLP (<https://profeweb.frlp.utn.edu.ar>) como única vía de comunicación válida. También se incluirá en el Módulo 0, donde el alumno estará obligado a entregar la ficha de inscripción a la cátedra que obra en dicho documento como prueba de conformidad y de conocer toda la reglamentación de la misma. El hecho de que el alumno no utilice las fechas estipuladas para los parciales o recuperatorios, no lo habilitará a contar con una fecha adicional, independientemente de la causa que motivara dicha ausencia.

A2) La calificación se expresará con números enteros, dentro de la escala del 1(uno) al 10(diez), y en caso de promedios con decimales se redondeara al valor más próximo.

A3) Asistir al 75% de la totalidad de las clases.

A4) Se realizarán dos clases de Laboratorio durante el periodo de cursada, para estas cada alumno deberá contar con la guía correspondiente y tendrá que haberla analizado en forma previa, con el objeto de contar con una idea clara de lo que se hará durante el desarrollo de la clase.

A la clase de Laboratorio no se podrá ingresar pasados los 10 minutos de la hora de su inicio, por lo que transcurrido este periodo se contemplará como inasistencia.

Cada grupo de trabajo deberá presentar un informe completo de cada Laboratorio realizado, con los datos tomados (magnitudes), cálculos y conclusiones a las que se lleguen. Si luego de entregar dicho informe, el mismo presenta deficiencias o está incompleto, este será devuelto y deberá ser presentado nuevamente, si en esta última presentación no es aprobado, los integrantes del grupo perderán la posibilidad de promocionar directamente la asignatura. (El informe debe ser entregado dentro de las 3 (tres) semanas posteriores a la fecha de realización del Laboratorio).

Aquellos alumnos que no asistan a la clase de Laboratorio deberán presentarse con el informe correspondiente del grupo al cual pertenecen y demostrar en forma oral que manejan las conclusiones volcadas en el mismo o bien deberán presentar un trabajo de investigación relacionado con el tema tratado en el Laboratorio para su aprobación. En caso de que el alumno no aprobara la mencionada instancia, dispondrá de una segunda oportunidad para poder hacerlo.

A5) Presentar y aprobar la carpeta de trabajos prácticos, problemas en forma individual. La presentación tiene que estar al día a la fecha de cada parcial. Podrá



mejorarse la calificación final con la carpeta completa personal sobre la cual se mantiene un coloquio de los temas en ella incluidos.

**B) Aquellos alumnos que no puedan cumplir con lo establecido para aprobar la asignatura por “AAPROBACIÓN DIRECTA” dispondrán de la posibilidad de aprobarla por “Aprobación no directa -EXAMEN FINAL” (Ordenanza 1549/2016, Capítulo 7. Inciso 7.2.2), para lo cual deberán cumplir con lo siguiente:**

B1) Aprobar 2(dos) evaluaciones parciales con una calificación de 4 (cuatro) o superior. Cada parcial tendrá 2(dos) recuperatorios. La fecha para los parciales serán expresados al igual que todo el material de enseñanza en la página oficial de la UTN FRLP (<https://profeweb.frlp.utn.edu.ar>) como única vía de comunicación válida. También se incluirá en el Módulo 0, donde el alumno estará obligado a entregar la ficha de inscripción a la cátedra que obra en dicho documento como prueba de conformidad y de conocer toda la reglamentación de la cátedra. El hecho de que el alumno no asista a alguna de las fechas estipuladas para los parciales o recuperatorios, no lo habilitará a contar con una fecha adicional, independientemente de la causa que motivara dicha ausencia.

B2) Asistir al 75% de la totalidad de las clases, o bien al 60% de las mismas con previa autorización del Secretario Académico de la UTN FRLP, siguiendo a tal efecto el procedimiento establecido por la Ordenanza N°: 1549.

B3) Se realizarán dos clases de Laboratorio durante el periodo de cursada, para estas cada alumno deberá contar con la guía correspondiente y tendrá que haberla analizado en forma previa, con el objeto de contar con una idea clara de lo que se hará durante el desarrollo de la clase.

A la clase de Laboratorio no se podrá ingresar pasados los 10 minutos de la hora de su inicio, por lo que transcurrido este periodo se contemplará como inasistencia.

Cada grupo de trabajo deberá presentar un informe completo de cada Laboratorio realizado, con los datos tomados (magnitudes), cálculos y conclusiones a las que se lleguen. Si luego de entregar dicho informe, el mismo presenta deficiencias o está incompleto, este será devuelto y deberá ser presentado nuevamente, si en esta segunda oportunidad dicho informe es desaprobado, el total de los integrantes del grupo tendrá que presentarse, en una fecha a coordinar, con el informe corregido para defenderlo en forma oral. (El informe debe ser entregado dentro de las 3 semanas posteriores a la fecha de realización del Laboratorio).



Aquellos alumnos que no asistan a la clase de Laboratorio deberán presentarse con el informe correspondiente del grupo al cual pertenecen y demostrar en forma oral que manejan las conclusiones volcadas en el mismo o bien deberán presentar un trabajo de investigación relacionado con el tema tratado en el Laboratorio para su aprobación. En caso de que el alumno no aprobara la mencionada instancia, dispondrá de una segunda oportunidad para poder hacerlo.

B4) Presentar y aprobar la carpeta de trabajos prácticos y/o problemas en forma individual. La presentación tiene que estar al día a la fecha de cada parcial.

B5) El alumno que no haya podido aprobar alguno de los dos parciales (no ambos), contemplando sus respectivos recuperatorios, dispondrá de una fecha adicional para lograr su aprobación una vez terminada la cursada (parcial flotante).

## **RECURSOS AUXILIARES**

Didácticos: Se entregarán módulos asociados a los descriptos anteriormente.

Los teóricos tendrán actividades con proyecciones a través de equipos informáticos con data\_shows, y las habituales pizarras y marcadores.

Las experiencias de laboratorios y talleres se realizarán conforme a materiales existentes en esta Facultad.

Las experiencias con simuladores informáticos serán incorporadas en la materia.

Se realizarán conexiones a web con la finalidad de obtener información actualizada.