

DOCENTE RESPONSABLE

Apellido y Nombre: Ruschetti, Cristian Roberto

Cargo del docente (categoría y dedicación): Profesor Adjunto - Dedicación exclusiva

MARCO DE REFERENCIA

Asignatura	Electromagnetismo para Ingeniería	Código	3005
Carrera	Ingeniería Electromecánica		
Plan de estudios	Ingeniería Electromecánica 2023 - Ord.C.S.Nº 8424/22		
Bloque curricular	Tecnologías Básicas		
Ubicación en el plan de estudios (año y cuatrimestre)	2º año, 2º cuatrimestre		
Asignaturas correlativas cursadas	Matemática III (A) (1008) y Física II (1010)		
Asignaturas correlativas aprobadas	Para cursar una asignatura obligatoria de un cuatrimestre determinado, el estudiante debe tener aprobadas las asignaturas obligatorias correspondientes a los cuatrimestres anteriores, exceptuando las del cuatrimestre inmediato anterior.		
Requisitos cumplidos	Para cursar una asignatura obligatoria de un cuatrimestre determinado, el estudiante debe tener aprobadas las asignaturas obligatorias correspondientes a los cuatrimestres anteriores, exceptuando las del cuatrimestre inmediato anterior.		
Duración o Desarrollo (anual/cuatrimstral/bimestral)	Cuatrimstral	Carácter	Obligatoria
Carga horaria presencial semanal (h)	4	Carga horaria total de dedicación del estudiante (h)	60
		Créditos	6

Carga horaria presencial destinada a la formación práctica (h)

Actividad Experimental	5 h	Problemas de Ingeniería	10 h	Trabajo de campo	0 h	Proyecto y diseño	0 h	Práctica Socio-comunitarias	0 h
------------------------	-----	-------------------------	------	------------------	-----	-------------------	-----	-----------------------------	-----

CONTENIDOS MÍNIMOS SEGÚN PLAN DE ESTUDIOS

Electrostática. Magnetostática. Conducción eléctrica. Energía y fuerza. Campos magnéticos cuasiestáticos. Cálculo de parámetros circuitales. Campo electromagnético variable.

Departamento al cual está adscripta la carrera

Ingeniería Electromecánica

Área a la cual está asociada la asignatura

Electricidad

Número estimado de estudiantes

25

OBJETIVOS

La asignatura Electromagnetismo para Ingeniería tiene como objetivo principal aportar las bases conceptuales para la comprensión de fenómenos electromagnéticos presentes en las instalaciones y circuitos electromecánicos. Además, incorporar el conocimiento y manejo de herramientas de simulación electromagnéticas.

Se espera que el estudiante sea capaz de:

- Analizar e interpretar distribuciones de campos electromagnéticos en dispositivos y sistemas con configuraciones generales.
- Calcular y dimensionar estructuras magnéticas.
- Calcular parámetros eléctricos para líneas de transmisión y cables.
- Comprender el fenómeno de propagación de ondas electromagnéticas producidas por campos variables en medios con y sin pérdidas.

APORTE DE LA ASIGNATURA A LA FORMACION BASICA Y/O PROFESIONAL

Existen fenómenos de origen electromagnético presentes, directa o indirectamente, en cada una de los sistemas o dispositivos con los que tienen contacto los Ingenieros Electromecánicos. La asignatura Electromagnetismo para Ingeniería se orienta a la comprensión de los fenómenos electromagnéticos presentes en los elementos simples que componen un sistema electromecánico complejo. Esto permite fijar las bases de contenidos conceptuales y procedimentales que le permitirán interpretar los fenómenos físicos más complejos, a medida que avance en el proceso de formación académica y, posteriormente, en el ámbito profesional.

Para lograr este aporte se abordan contenidos fundamentales de los campos electromagnéticos, se plantea una directa relación entre los dispositivos reales y sus modelos matemáticos simplificados, considerando cuáles son las leyes que rigen sus principios funcionales y permiten su análisis. Se trabaja con la presentación de temas y problemas prácticos, que apuntan a la interpretación y análisis de problemas concretos de la disciplina.

DESARROLLO DE LA ASIGNATURA

Actividades y estrategias didácticas utilizadas para el desarrollo de las capacidades y competencias

La asignatura se divide en seis capítulos a desarrollarse en las quince semanas de acuerdo al cronograma, incluyendo las evaluaciones.

La metodología de enseñanza y aprendizaje propuesta para el desarrollo de los contenidos y la formación de competencias en esta asignatura se plantea de la siguiente manera:

Desarrollo de clases sincrónicas teórico – prácticas con exposición docente dialogada, resolución de ejercicios y actividad experimental, donde se introducen/refuerzan los temas desde un enfoque conceptual, complementándolos con resolución de ejemplos típicos, basados en modelos de dispositivos reales, contando con una guía de trabajos prácticos.

Realización de tres prácticas de laboratorio, con el objetivo de reforzar los conceptos desarrollados en clase y aportar a la formación práctica experimental. Las actividades son grupales (hasta 5 estudiantes), con una dedicación aproximada de 6hs totales. Para ello se programan tres laboratorios sobre tensión inducida por ley de Faraday-Lenz, pérdidas materiales magnéticos y fuerzas electromagnéticas, cuya guía estará disponibles durante el curso.

Se prevé la realización de una tarea grupal, relacionada con una de las prácticas de laboratorio, que involucra actividades experimentales, de simulación y/o búsqueda bibliográfica. En esta actividad se busca estimular la colaboración entre los miembros del grupo e interacción con otros grupos, procurando crear hábitos de aprendizaje colaborativo.

Simulación de diferentes dispositivos electromagnéticos con el software Finite Element Method Magnetics (FEMM), de distribución libre. Con el mismo pueden visualizarse efectos que no podrían verificarse de manera analítica o experimental.

Para el desarrollo de la asignatura en términos de disposición de los contenidos, vínculos a sitios y videos, comunicación de novedades, uso de foro e interacciones asincrónicas con los estudiantes se utiliza el sitio FIO Virtual, plataforma Moodle, donde se aloja el espacio de la asignatura.

Con el enfoque anterior se considera que se aporta a las siguientes competencias:

Proyectar, diseñar y calcular máquinas, equipos, dispositivos, instalaciones y sistemas eléctricos y/o mecánicos. (Grado de aporte Bajo).

Situaciones de aprendizaje vinculadas: exposición docente dialogada, resolución de ejercicios, simulación y actividad experimental.

Identificar, formular y resolver problemas de ingeniería electromecánica. (Grado de aporte Bajo).

Situaciones de aprendizaje vinculadas: exposición docente dialogada simulación y actividad experimental (trabajo en equipo sobre un problema específico fomentando el aprendizaje colaborativo).

Trabajos experimentales (cuando corresponda listarlos e indicar muy brevemente su objetivo)

Se prevé la realización de las siguientes actividades experimentales:

- Verificación del fenómeno de tensión inducida por ley de Faraday-Lenz.
- Trazado del lazo de pérdidas de un material magnético.
- Verificación de fuerzas producidas por fenómenos electromagnéticos.

Trabajo/s de Proyecto-Diseño (cuando corresponda)

--

Trabajo/s de Campo (cuando corresponda)

--

Prácticas socio comunitarias/socioeducativas (cuando corresponda)

--

Estrategia de evaluación de los alumnos

Regularización de la asignatura

Los estudiantes serán evaluados en diferentes instancias. Una de ellas comprende una actividad teórico-práctica grupal, con presentación de informe escrito, que se presenta en la fecha establecida de acuerdo al cronograma definido. Otra de las instancias comprenderá tres evaluaciones teórico-prácticas. Se dispondrá de una instancia de recuperación general en caso que ésta sea requerida. Se efectuarán tres prácticas de laboratorio, con requisito de asistencia. Cada una de las instancias de evaluación serán calificadas con nota entre 0 y 10 puntos. Se considerarán aprobadas si la nota de cada uno de ellos es igual o superior a 4 puntos.

Para la aprobación de la cursada se deberán aprobar todas las instancias de evaluación.

La calificación final resulta la siguiente ecuación de ponderación:

$NF = 0,3NP1 + 0,3NP2 + 0,3NP3 + 0,1NT$, donde NF: nota final, NT: nota de la tarea y NPn: notas de los exámenes parciales.

Promoción de la asignatura

Aquellos estudiantes que se encuentren en condiciones de promocionar, teniendo las asignaturas correlativas aprobadas a la fecha establecida, y hayan aprobado todas las instancias propuestas de evaluación, habrán promocionado la asignatura con calificación igual a NF.

Examen Final

Los estudiantes que no accedan a la promoción de la asignatura deberán rendir un examen en las fechas previstas de finales en el calendario académico.

Cronograma

Semana	Unidad Temática	Tema de la clase	Actividades
1	1	Presentación de asignatura / Electroestática	Presentación de asignatura y planificación / Introducción / Desarrollo de temas.
2	1	Electroestática	Desarrollo teórico-práctico de temas
3	1-2	Electroestática / Magnetostática	Desarrollo teórico-práctico de temas
4	2	Magnetostática	Desarrollo teórico-práctico de temas
5	2	Magnetostática	Desarrollo teórico-práctico de temas
6	2- 3	Magnetostática / Magnetodinámica / Primer examen parcial.	Desarrollo teórico-práctico de temas / Evaluación
7	3	Magnetodinámica / Laboratorio 1	Desarrollo teórico-práctico de temas / Actividades experimentales en aula taller.
8	3	Magnetodinámica / Laboratorio 2	Desarrollo teórico-práctico de temas / Actividades experimentales en aula taller.
9	4	Energía y fuerzas en los campos electromagnéticos.	Desarrollo teórico-práctico de temas
10	4	Energía y fuerzas en los campos electromagnéticos.	Desarrollo teórico-práctico de temas
11	5	Calculo de parámetros circuitales / Segundo examen parcial / Laboratorio 3	Desarrollo teórico-práctico de temas / Actividades experimentales en aula taller / Evaluación
12	5	Calculo de parámetros circuitales.	Desarrollo teórico-práctico de temas
13	5-6	Calculo de parámetros circuitales / Campo electromagnético variable - Propagación en Medios	Desarrollo teórico-práctico de temas
14	6	Campo electromagnético variable - Propagación en Medios	Desarrollo teórico-práctico de temas
15	6	Campo electromagnético variable - Propagación en Medios / Tercer examen parcial / Recuperatorio	Desarrollo teórico-práctico de temas / Evaluación

RECURSOS PARA EL DESARROLLO DE LA ASIGNATURA**Recursos Docentes de la Asignatura**

Nombre y apellido	Función del docente
Cristian Roberto Ruschetti	Desarrollo de teoría y práctica
Elio Emmanuel Moresco	Desarrollo de práctica
Julio Joaquín Santellán	Desarrollo de práctica

Recursos didácticos (generales, software, aulas híbridas, plataforma Moodle, etc.)

-Software: FEMM (simulación de campo magnético y electrostático, flujo de calor y flujo de corriente)

-Disposición de contenidos de la asignatura: plataforma FIO Virtual (organización de la asignatura, contenidos, vínculos a sitios y videos, comunicación de novedades, uso de foro e interacciones asincrónicas con los estudiantes)

Sitios web de uso habitual:

<https://www.femm.info/wiki/HomePage>

<https://es.symbolab.com>

Principales equipos o instrumentos

-Instrumentos digitales: Multímetros, Osciloscopios.

-Pinzas amperométricas.

-Medidores LCR.

-Placas de adquisición de datos.

-Sensores fuerza.

Espacio en el que se desarrollan las actividades

Aula	Si	Laboratorio	Si	Gabinete de computación	Si	Campo	No
------	----	-------------	----	-------------------------	----	-------	----

Otros

Utilización de aula taller del LABEYEL.

ADEMAS DEL DESARROLLO REGULAR, SE ADOPTA PARA LA ASIGNATURA:

Cursada intensiva	No	Cursado cuatrimestre contrapuesto	No
Examen Libre	Si		



Programa Analítico Asignatura Electromagnetismo para Ingeniería (código: 3005)



Departamento responsable	Ingeniería Electromecánica	Área	Electricidad
Plan de estudios	Ingeniería Electromecánica 2023 - Ord.C.S.Nº 8424/22		

Programa Analítico de la Asignatura – Año 2023

Contenidos conceptuales:

CAPÍTULO 1: Electroestática.

Campos electrostáticos. Leyes. Expresiones integrales y diferenciales. Configuraciones: potencial y campo. Dieléctricos. Condiciones de frontera. Soluciones a problemas de campos estáticos. Unicidad de solución. Superposición. Campo interior. Imágenes – Corrientes de conducción. Leyes. Expresiones integrales y diferenciales. Condiciones de frontera. Imágenes. Análisis de Campos tridimensionales. Ecuaciones de Laplace y de Poisson. Aplicación de métodos numéricos para resolución de campos electrostáticos.

CAPÍTULO 2: Magnetostática.

Campos Magnetostáticos. Leyes. Expresiones integrales y diferenciales. Dipolos y pequeñas espiras de corriente. Potencial magnético escalar y Campo como gradiente. Potencial magnético vectorial y campo como rotor. Configuraciones. Condiciones de frontera. Soluciones a problemas de campos estáticos. Unicidad de solución. Campo interior. Imágenes. Análisis de Campos tridimensionales. Aplicación de métodos numéricos para resolución de campos magnetostáticos. Propiedades de los materiales en CC. Elementos circuitales magnéticos: reluctancia y permeancia, analogía eléctrica, asociación de elementos, circuitos magnéticos ramificados y no ramificados, excitaciones múltiples. Entrehierros, ensanchamiento de líneas de campo. Flujo de dispersión. Métodos de resolución. Circuitos magnéticos con imán permanente.

CAPÍTULO 3: Magnetodinámica.

Leyes básicas aplicables a campos magnéticos cuasi-estáticos. Propiedades del material en CA: pérdidas magnéticas por histéresis y por corrientes parásitas. Formas de onda de la corriente de excitación por no linealidad del núcleo. Circuito equivalente del reactor con núcleo de ferromagnético. Concepto de permeabilidad incremental e inductancia variable.

CAPÍTULO 4: Energía y fuerzas en los campos electromagnéticos.

Análisis de la energía de campos electromagnética. Esfuerzos o tensiones de Maxwell. Fuerza Electroestática y Magnética.

CAPÍTULO 5: Calculo de parámetros circuitales.

Capacitancias. Coeficientes de potencial y de inducción. Capacitancias parciales y de servicio. Resistencias y Conductancias. Inductancias propias y mutuas e inductancias de servicio. Inductancia interna de conductor circular. Aplicación al cálculo de parámetros de líneas. Inductancia de dispersión de conductor en ranura ferromagnética - Inductancia de dispersión de transformador.

CAPÍTULO 6: Campo electromagnético variable - Propagación en Medios.

Formulación de las ecuaciones de Maxwell - Expresiones integrales y diferenciales - El teorema y el vector de Poynting - Ecuación general de la onda - Sentido y velocidad de propagación - Longitud de onda - Constante de propagación, de atenuación y de fase - Impedancia intrínseca del medio - Tipos de onda y modos de propagación - Campo armónico y el vector de Poynting complejo - Análisis en un dieléctrico perfecto, disipativo y en un conductor: conductor cilíndrico, conductores rectangulares en ranuras ferromagnéticas – Penetración eléctrica y magnética: Análisis del efecto pelicular.

Contribución a los contenidos procedimentales:

Aplicación de herramientas para analizar dispositivos y sistemas electromagnéticos. Aplicación de software específico para el modelado y simulación de dispositivos electromagnéticos. Lectura y análisis de material bibliográfico.

Contribución a los contenidos actitudinales:

Potenciar hábitos para el aprendizaje colaborativo. Participación en los procesos de aula/laboratorio. Responsabilidad hacia el trabajo experimental.

Bibliografía Básica

- TEORÍA ELECTROMAGNÉTICA. William H. Hayt, Ed. McGraw-Hill, 1992. (4 Ejemplares)
- INTRODUCCIÓN AL ELECTROMAGNETISMO. Popovic Zoya Y Popovic Branko, Ed. CECSA, 2001. (1 Ejemplar)
- ELEMENTOS DE ELECTROMAGNETISMO. Matthew N. O Sadiku, Ed. Oxford University Press, 2002. (1 Ejemplar)
- ELECTROMAGNETISMO. John D Kraus, Ed. McGraw-Hill, 1993. (7 Ejemplares)
- FUNDAMENTOS DE LA TEORÍA ELECTROMAGNÉTICA. John R. Reitz, Robert W. Christy, Frederick J. Milford, Ed. Addison-Wesley Iberoamericana S.A, 1996. (4 Ejemplares)

Bibliografía de Consulta

- PRINCIPIOS DE ELECTROTECNIA: TEORÍA DEL CAMPO ELECTROMAGNÉTICO. A. V. Netushil, K. M. Polivanov, Ed. Ediciones Nuestro Tiempo, 1965. (3 Ejemplares)
- INTRODUCCIÓN AL ELECTROMAGNETISMO: UN ENFOQUE CONSTRUCTIVISTA BASADO EN COMPETENCIAS. Lara Barragán Gómez, Antonio, Ed. Grupo Editorial Patria, 2014. (Digital - <https://elibro.net/es/ereader/unicen/39451>)
- TEORÍA ELECTROMAGNÉTICA PARA ESTUDIANTES DE INGENIERÍA. Ruz Ruz, Libardo, Ed. Universidad del Norte, 2012. (Digital - <https://elibro.net/es/ereader/unicen/70068>)

- PROBLEMAS DE ELECTROMAGNETISMO PARA LA INGENIERÍA. Schölzel, Urchueguía, Ed. Universidad Politécnica de Valencia, 2016. (Digital - <https://elibro.net/es/ereader/unicen/57428>)
- TEORÍA DEL CAMPO ELECTROMAGNÉTICO. Garcia Talavera, Guillermo, Ed. Instituto Politécnico Nacional, 1999. (Digital - <https://elibro.net/es/ereader/unicen/72110>)
- PUBLICACIONES INTERNAS.


Docente Responsable

Nombre y Apellido	Cristian Roberto Ruschetti
-------------------	----------------------------

Firma	
-------	---


Coordinador/es de Carrera

Carrera	Ingeniería Electromecánica
---------	----------------------------

Firma	 Dr. Ing. Leonel Pico Coordinador de carrera Ingeniería Electromecánica
-------	---

Director de Departamento

Departamento	Ingeniería Electromecánica
--------------	----------------------------

Firma	Roberto de la Vega 
-------	--

Secretaria Académica

Firma	
-------	--

Ing. Isabel C. Riccobene
SECRETARIA ACADÉMICA
Facultad de Ingeniería - UNCPBA