UNIVERSIDAD DE SONORA
Unidad Regional Centro
División de Ingeniería
Departamento de Ingeniería Industrial
LICENCIATURA INGENIERÍA EN MECATRÓNICA

Nombre de la Asignatura: ELECTROMAGNETISMO					
Clave: 9939	**Créditos:** 8	**Horas totales:** 80	**Horas Teoría:** 3	**Horas Práctica:** 0	**Horas Semana:** 5
Modalidad: Presencial			**Eje de Formación:** Básico		
Elaborado por: DR. CARLOS FIGUEROA NAVARRO					
Antecedente: Ninguno			**Consecuente:** Circuitos Eléctricos, Actuadores y Sensores		
Carácter: Obligatoria			**Departamento de Servicio**: Física		

Propósito:
La asignatura pertenece al eje básico, se imparte en el tercer semestre y es de carácter obligatoria. El principal propósito es proporcionar a los estudiantes los aspectos fundamentales y básicos para: formular las leyes de la electrostática y de la magnetostática, comprender los circuitos de corriente directa y alterna, aplicar sus conocimientos a la solución de problemas de electricidad y magnetismo.

I. Contextualización

Introducción:

La asignatura de Electromagnetismo constituye una base esencial en la preparación del Ingeniero en Mecatrónica, en virtud que sus conocimientos son de gran impacto y de aplicación en el buen desempeño profesional. El dominio de estas lecciones tiene como resultado inmediato el poder cursar con eficacia materias posteriores como Circuitos Eléctricos, Electrónica Básica y de Potencia, Actuadores y Sensores, Dinámica de Sistemas referente a sistemas eléctricos. Otra característica del curso es obtener las bases adecuadas para poder entender el funcionamiento de dispositivos eléctricos como resistencias, condensadores, bobinas y transformadores.

Es un curso introductorio a las leyes de la electricidad y del magnetismo el cual parte de las leyes de Coulomb, de Ohm, Ampere y demás propiedades de los campos; se divide en tres ramas temáticas, que son: a) Cargas eléctricas en reposo y campos eléctricos estáticos. b) Corrientes eléctricas de magnitud constante en el tiempo, imanes y campos magnéticos estáticos. c) Corrientes eléctricas de magnitud variable en el tiempo y campos electromagnéticos variables en el tiempo. Sus matemáticas básicas son el álgebra de vectores, que entrena al estudiante en el uso del cálculo diferencial e integral de una variable real y las ecuaciones diferenciales. Estimula el estudio del cálculo de varias variables y se introducen los conceptos de gradiente, divergencia, rotacional; integrales de línea, de superficie y de volumen para formular las leyes de la teoría electromagnética. Este curso establece ciertas bases para la compresión de las ondas electromagnéticas.

En el laboratorio se espera que el estudiante: 1) aprenda a medir cargas eléctricas, a observar campos eléctricos y magnéticos, a medir fuerzas eléctricas y fuerzas magnéticas, aprenda a trazar líneas equipotenciales, a trabajar con arreglos de resistencias eléctricas y de condensadores, en circuitos conectados en serie y en paralelo, y analizar circuitos RC, mediante las mediciones de corrientes y voltajes. 2) manejo de instrumentos de medición y conocimiento de la precisión de tales aparatos, como: multímetros, electrómetros osciloscopios, medidores de

capacitancia, medidores de intensidad magnética, medidores de inductancia, etc. 3) practique procedimientos sistematizados para la toma de datos; 2) mantenga hábitos de trabajo apropiados en el laboratorio; 3) lleve a la práctica conocimientos básicos sobre conceptos tales como errores sistemáticos, aleatorios, cifras significativas, lectura de escalas de medición, propagación de errores e incertidumbres en las mediciones; 4) calcule, en forma elemental, medidas, desviaciones estándar, porcentajes de error y porcentajes de diferencia; 5) refuerce su aprendizaje en el análisis de gráficas para presentar sus resultados.

Las unidades didácticas se describen a continuación:

En la Unidad didáctica I se inicia con un estudio de cargas eléctricas y ley de Coulomb que es válida solo en condiciones estacionarias, es decir, cuando no hay movimiento de las cargas, es por ello que es llamada fuerza electrostática.es importante su verificación experimental y su comparación con la ley de gravitación universal.

En la Unidad didáctica II se abordan el concepto de campo eléctrico, se resuelve problemas con la ley de Gauss, relativa al flujo de campo eléctrico para diferentes geometrías. Importante es deducir la ley de Gauss a partir de la ley de Coulomb, su forma diferencial e integral y las interpretaciones respectivas.

En la Unidad didáctica III se introduce el concepto de corriente eléctrica continua y es posible resolver problemas de circuitos eléctricos RC, RCL. Entender las configuraciones en serie y en paralelo, la función de resistencias capacitores e inductancias en un circuito eléctrico.

En la Unidad didáctica IV se estudia el campo magnético y la ley de Ampere. En física del magnetismo, esta ley relaciona un campo magnético estático con una corriente eléctrica. La ley de Ampere explica que la circulación de la intensidad del campo magnético es proporcional a la corriente, además, el campo magnético disminuye inversamente con la distancia al conductor. Los campos magnéticos producidos por corrientes que pasan por alambres tienen gran interés práctico, muchas aplicaciones del magnetismo, como los electroimanes y los motores eléctricos , se basan en corrientes en conductores para producir campos magnéticos

En la Unidad didáctica V se estudia la inducción electromagnética y la ley de Faraday, así como circuitos de corriente alterna. La ley de inducción electromagnética de Faraday establece que el voltaje inducido en un circuito cerrado es directamente proporcional a la rapidez con que cambia en el tiempo el flujo magnético que atraviesa una superficie cualquiera en el circuito. Esta ley tiene infinitas aplicaciones tecnológicas.

Perfil del(los) instructor(es):	Poseer Licenciatura en Física. Preferentemente con grado académico de maestría o especialidad. Con experiencia docente y desarrollo profesional comprobada cuando menos de dos años en el campo de la materia.

II. Competencias a lograr

Competencias genéricas a desarrollar:

- **Capacidad de aprender y actualizarse permanentemente.** Articula saberes de diversos campos y establece relaciones entre ellos y su vida cotidiana.
- **Trabajo colaborativo.** Asume una actitud constructiva, congruente con los conocimientos y habilidades con los que cuenta dentro de distintos equipos de trabajo.
- **Capacidad para la toma de decisiones.** Evalúa y sopesa información importante para identificar los aspectos relevantes. Define la prioridad para la solución del problema en términos de impacto y urgencia.
- **Capacidad para realizar investigación básica y aplicada.** Identifica los sistemas y reglas o principios medulares que subyacen a una serie de fenómenos.

- **Competencia Digital.** Aplica herramientas digitales para el pensamiento reflexivo, la creatividad y la innovación.

Competencias específicas:

- CAPACIDAD PARA INTEGRAR COMPONENTES ELECTRÓNICOS CON SENSORES Y ACTUADORES.
  - Aplicar los conocimientos de la electricidad y el magnetismo, explicar fenómenos relacionados con los conceptos básicos de las leyes y principios fundamentales del electromagnetismo como las leyes de Coulomb, Kirchhoff, Gauss, Ampere y Faraday.
- CAPACIDAD PARA ANALIZAR LA VARIACIÓN DE PARÁMETROS EN EQUIPOS Y SISTEMAS MECATRÓNICOS Y EMITIR DIAGNÓSTICOS DE EFICIENCIA DE LOS MISMOS.
  - Precisar las variables eléctricas (amperaje, voltaje resistencia óhmica, inductancia) involucradas en un proceso industrial.

Objetivo General:

Obtener conocimientos de electrostática, corrientes eléctricas y circuitos elementales, magnetismo y ondas electromagnéticas. Asimismo, reforzar el enfoque de análisis de fenómenos físicos y la solución de problemas conforme a la pauta estándar en el pensamiento científico y adquirir habilidad en la solución de problemas de electricidad y magnetismo hasta mostrar eficiencia al resolverlos.

Objetivos Específicos:

1. Conocer el concepto de carga eléctrica y comprender la ley de Coulomb.
2. Comprender el flujo eléctrico y la ley de Gauss, además explicar la capacitancia.
3. Identificar la Ley de Ohm, leyes de Kirchhoff y resolver problemas de circuitos RC con corriente continua.
4. Conocer el momento magnético, la ley de Ampere y explicar la inducción magnética.
5. Conocer la ley de Faraday y el comportamiento de la corriente alterna y resolver problemas de circuitos con impedancia. Calcular el factor de potencia.

Unidades Didácticas:

Unidad Didáctica I – CONCEPTO DE CARGAS ELÉCTRICAS Y LEY DE COULOMB.
Unidad Didáctica II – CONCEPTO DE CAMPO ELÉCTRICO EN LA MATERIA.
Unidad Didáctica III – CONCEPTO DE CORRIENTE ELÉCTRICA CONTINUA.
Unidad Didáctica IV – CAMPO MAGNÉTICO.
Unidad Didáctica V – INDUCCIÓN ELECTROMAGNÉTICA Y LEY DE FARADAY.

III. Didáctica del programa

Unidades Didácticas:

Unidad didáctica I. Concepto de cargas eléctricas y Ley de Coulomb.

En la unidad I, el alumno comienza el estudio de carga eléctrica, de la propiedad de los cuerpos cargados y la fuerza eléctrica fundamental entre dos cuerpos cargados. También se examinan los conductores y aislantes, así como la ley de Coulomb en forma vectorial. Se explica la unidad de carga denominada coulomb.

- Ley de Coulomb.
- Distribución de carga volumétrica, superficial y lineal.
- Principio de superposición.

Unidad didáctica II. Concepto de campo eléctrico

En la unidad II, el alumno adquiere los conocimientos sobre el campo estático de cargas en reposo, es decir la interacción del campo eléctrico y cargas. También se estudia la relación entre la ley de Gauss y la ley de Coulomb, son importantes las pruebas experimentales de ambas leyes. La unidad incluye aplicaciones de la ley de Gauss. Se introduce el concepto de energía potencial electrostática, que es un escalar que caracteriza una fuerza electrostática. Por último, la unidad contempla el estudio de capacitores y dieléctricos, que tienen funciones importantes en circuitos electrónicos, especialmente para corrientes y voltajes variables con el tiempo.

- Campo eléctrico de una carga puntual.
- Campo eléctrico creado por una distribución de cargas puntuales.
- Flujo eléctrico.
- Teorema de Gauss.
- El campo eléctrico es conservativo.
- Energía potencial electrostática.
- Función potencial.
- Energía asociada a un campo eléctrico.
- Capacitancia.
- Dieléctricos y polarización.

Unidad didáctica III. **Corriente eléctrica continua**

En la unidad III, el alumno inicia el estudio de corrientes eléctricas, es decir cargas en movimiento. Se define la unidad de un ampere, luego la densidad de corriente y entra a escena conceptos como resistencia, resistividad y conductividad. En este momento se pueden examinar circuitos de corriente continua y entender el concepto de fuerza electromotriz y su unidad física que es el volt. Se calculan corrientes en circuitos en serie y el paralelo. Importante es conocer instrumentos de medición como el amperímetro, voltímetro y potenciómetro y por último resolver circuitos RC.

- Intensidad de una corriente eléctrica.
- Ley de Ohm en forma local.
- Conductividad y resistividad.
- Variación de la resistencia con la temperatura.
- Resistencias en serie y en paralelo.
- Energía eléctrica de una resistencia.
- Fuerza electromotriz.
- Ley general de Ohm.
- Leyes de Kirchhoff.
- Aparatos de medida de corriente continua.
- Circuitos RC.
- Corriente continua en líquidos. Electrolisis.

Unidad didáctica IV. Campo magnético.

En la unidad IV, el alumno inicia el estudio del magnetismo considerando el campo magnético y sus efectos en

carga eléctricas en movimiento. Se define que es un tesla y su conversión a gauss, se analiza la fuerza de lorentz, luego se explica la generación de campos magnéticos por medio de corrientes eléctricas donde entran aplicaciones de la ley de Biot-Savart y la ley de Ampere y se explican los solenoides y toroides.

- Fuerza de Lorentz.
- Momento magnético de una espira.
- Ley de Biot- Savart.
- Inducción magnética.
- Ley de Ampere.
- Permeabilidad magnética.
- Fuerza magnetomotriz.
- Reluctancia.
- Ley de Ohm de circuitos magnéticos.

Unidad didáctica V. Inducción electromagnética y ley de Faraday

En la unidad V, el alumno estudia el origen experimental de ley de inducción de Faraday a través de una espira de corriente dentro de un campo magnético, que experimenta un momento de torsión que hace girar la espira, o el otro caso, donde una espira de alambre sin corriente, se coloca dentro de un campo magnético y si un agente externo aplica un momento de torsión, de tal forma que hace girar la espira, aparece una corriente. Entonces un momento de torsión produce una corriente y una corriente produce un momento de torsión, por tanto, el maestro del curso debe mencionar este ejemplo como caso de la simetría de la naturaleza y a la vez reconocerlo como el principio de muchas máquinas eléctricas.

- Autoinducción, inducción mutua.
- Energía magnética.
- Corrientes alternas.
- Circuitos de corrientes alternas.
- Intensidad y FEM eficaces.
- Intensidad activa y reactiva.
- Potencia teórica y reactiva.
- Impedancia en serie.
- Impedancia en paralelo.
- Método fasorial.
- Resonancia efecto Thomson.

Criterios de desempeño:

1. Participación activa en clase.
2. Ser puntuales.
3. Asistencia. Es muy importante. Tomar en cuenta el Reglamento Escolar.
4. Cumplir cabal y puntualmente con todas las actividades y trabajos.
5. Hacer los exámenes en las fechas programadas.
6. Realizar prácticas de laboratorio programadas.

Experiencias de Enseñanza / procesos y objetos de aprendizaje requeridos:

1. Exposición del maestro con desarrollo de ejercicios y demostraciones importantes.
2. Exposición de alumnos de problemas especiales de electricidad y magnetismo.
3. Facilitar el estudio y entendimiento de lecciones y conceptos con uso de software.

Experiencias de aprendizaje:

1. Asimilar el razonamiento de la física en las actividades de la ingeniería.
2. Exposición de modelos específicos de ejercicios didácticos importantes en la profesión.
3. Resultados didácticos de prácticas en el laboratorio de Física.
4. Lectura previa de los materiales.
5. Investigación de artículos de divulgación científica.

Recursos didácticos y tecnológicos (material de apoyo):

1. Laptop del instructor.
2. Cañón.
3. Pintarrón.
4. Software como MAPLE, MATLAB MATHEMATICA.
5. Prototipos didácticos del laboratorio de física.
6. Conexión a internet.

Bibliografía	***Básica/ Complementaria***
Halliday/Resnick/Krane. (2001). Fundamentos de Física vol. 1. 6ta Edición en Inglés, 3ª Edición en Español. Edit CECSA.	***Básica***
Francis W. Sears, Mark W. Zemansky, Hugh D. Young, Roger A. Freedman. (1999). Física Universitaria (Volumen 2). 9ª edición. México: Edit. Addison Wesley Longman.	***Básica***
Raymond A. Serway. (1999). Física Tomo II. 4ta edición. Edit. McGraw-Hill.	***Básica***
Douglas C. Giancoli. (2002). Física General vol. II. Edit. Prentice Hall	***Básica***
David K. Cheng. (1998). Fundamentos de Electromagnetismo para Ingeniería. Edit. Pearson.	***Complementaria***
John D. Kraus/ Daniel A. Fleisch. (1999). Electromagnetismo con Aplicaciones. 5ta edición. Edit. McGraw-Hill.	***Complementaria***

IV. Evaluación Formativa de las Competencias

#	Tipo (C,H, A)	Evidencias a evaluar	Criterios de evaluación	Técnicas e Instrumentos de Evaluación	Ponderación %
1	C	Examen parcial	Se evaluará el nivel de conocimientos adquiridos en relación a las unidades I y II	Examen escrito	20 %
2	C,H, A	Exposiciones de ejemplos especiales de electricidad y magnetismo	Se evaluará la capacidad, habilidades y actitudes en relación a trabajo en equipo y análisis de ejemplos, exposición, organización de ideas.	Presentación de ejemplos relativos a mecatrónica	15 %
3	C	Examen parcial	Se evaluará el nivel de conocimientos adquiridos en relación a las unidades III y IV	Examen escrito	20 %
4	H, A	Prácticas de laboratorio	Se evaluarán los conocimiento, habilidades y actitudes en la realización de prácticas de laboratorio	Reporte de práctica de laboratorio	15 %
5	C	Examen parcial	Se evaluará el nivel de conocimientos adquiridos en relación a la unidad V	Examen escrito	20 %
6	H, A	Participación activa en clase	Se evaluarán las habilidades de comunicación, organización y actitudes de trabajo y compromiso del alumno	Participación en clases y asistencia	10 %
Total					**100 %**

C: Conocimientos H: Habilidades A: Actitudes