

## 1.- DATOS DE LA ASIGNATURA

Nombre de la asignatura :	<b>Teoría Electromagnética</b>
Carrera :	<b>Ingeniería Eléctrica</b>
Clave de la asignatura :	<b>ELE-1026</b>
SATCA <sup>1</sup>	<b>3 - 1 - 4</b>

## 2.- PRESENTACIÓN

### Caracterización de la asignatura.

Esta asignatura aporta al perfil del ingeniero los conocimientos de las leyes de la teoría electromagnética y la capacidad para explicar los defectos electromagnéticos en los procesos de producción eléctricos y electrónicos, y la sensibilidad y conocimientos para hacer un uso eficiente de la energía.

Para su integración se ha realizado un análisis de las leyes de la teoría electromagnética, identificando los temas de esta teoría, que tienen mayor aplicación en el quehacer profesional del ingeniero eléctrico.

Esta materia dará soporte algunas áreas del conocimiento como máquinas eléctricas, fenómenos de interferencia electromagnética. Esta se encuentra insertada en el cuarto semestre de la trayectoria escolar; antes de cursar aquellas a las que da soporte.

De manera particular, lo trabajado en esta asignatura se aplica en el estudio de los temas; líneas de transmisión, antenas, guías de onda, generadores y motores eléctricos, entre otros.

### Intención didáctica.

Se organiza el temario, en cuatro unidades, agrupando los contenidos conceptuales de la asignatura en las tres primeras unidades y dejando las aplicaciones para última unidad.

Se abordan los postulados del campo electromagnético en la primera unidad del curso. Al estudiar cada ley se incluyen los conceptos involucrados con ella para hacer un tratamiento más significativo, oportuno e integrado de dichos conceptos. Todas las leyes (Coulomb, Gauss, Kirchhoff, Joule) son esenciales para

---

<sup>1</sup> Sistema de Asignación y Transferencia de Créditos Académicos

fundamentar una visión de teoría electromagnética.

En la unidad dos se analizan las características de las ondas electromagnéticas y su forma de propagación en medios homogéneos. En esta unidad se aplican las ecuaciones de Maxwell para la solución de problemas representativos en la propagación de ondas electromagnéticas.

En la tercera unidad se inicia con los parámetros y las ecuaciones de la línea de transmisión para dar una visión de conjunto y precisar luego el estudio de la carta de Smith y las ecuaciones de Maxwell; que se particularizan en el estudio de las líneas de transmisión.

En la cuarta unidad se inicia con una identificación de las diferentes aplicaciones de las ondas electromagnéticas, tratando de definirlos los elementos básicos de cada una de esas.

La idea es abordar reiteradamente los conceptos fundamentales hasta conseguir su comprensión. Se propone abordar los procesos electromagnéticos desde un punto de vista conceptual, partiendo de la identificación de cada uno de dichos procesos en el entorno cotidiano o el de desempeño profesional.

El enfoque sugerido para la materia requiere que las actividades prácticas promuevan el desarrollo de habilidades para la observación y la experimentación, tales como: comprobación, verificación, medición, manejo y control de variables y datos relevantes; planteamiento de hipótesis; trabajo en equipo; asimismo, propicien procesos intelectuales como inducción-deducción y análisis-síntesis con la intención de generar una actividad intelectual compleja; por esta razón varias de las actividades prácticas se han descrito como actividades previas al tratamiento teórico de los temas, de manera que no sean una mera comprobación de lo visto previamente en clase, sino una oportunidad para conceptualizar a partir de lo observado. En las actividades prácticas sugeridas, es conveniente que el profesor busque solo guiar a sus alumnos para que ellos hagan la elección de las variables a comprobar, verificar, medir y registrar así el alumno tendrá la oportunidad de involucrarse en el proceso de planeación.

La lista de actividades de aprendizaje sugiere como mínimo las necesarias para hacer más significativo y efectivo el aprendizaje. Algunas de las actividades sugeridas pueden hacerse como actividades extraclase y una vez en el aula comenzar con el análisis y discusión de los resultados observados. Se busca partir de experiencias concretas, cotidianas, para que el estudiante se habitúe a reconocer los efectos electromagnéticos en su quehacer diario.

En las actividades de aprendizaje sugeridas, generalmente se propone la formalización de los conceptos a partir de experiencias concretas; se busca que el alumno tenga el primer contacto con el concepto en forma concreta y sea a través de la observación, la reflexión y la discusión que se dé la formalización; la resolución de problemas se hará después de este proceso.

### 3.- COMPETENCIAS A DESARROLLAR

#### Competencias específicas:

Adquirir conocimientos fundamentales de la teoría electromagnética y emplearlas de manera conjunta con herramientas analíticas para resolver ejemplos físicos, teóricos y prácticos en los cuales involucren campos eléctricos y magnéticos.

#### Competencias genéricas:

##### Competencias instrumentales

- Capacidad de análisis y síntesis
- Capacidad de organizar y planificar
- Conocimientos generales básicos
- Conocimientos básicos de la carrera
- Comunicación oral y escrita en su propia lengua
- Conocimiento de una segunda lengua
- Habilidades básicas de manejo de la computadora
- Habilidades de gestión de información (habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas)
- Solución de problemas
- Toma de decisiones.

##### Competencias interpersonales

- Capacidad crítica y autocrítica
- Trabajo en equipo
- Habilidades interpersonales
- Capacidad de trabajar en equipo interdisciplinario
- Capacidad de comunicarse con profesionales de otras áreas
- Compromiso ético

##### Competencias sistémicas

- Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica
- Habilidades de investigación
- Capacidad de aprender
- Capacidad de adaptarse a nuevas situaciones
- Capacidad de generar nuevas ideas (creatividad)
- Liderazgo
- Habilidad para trabajar en forma autónoma
- Búsqueda del logro

#### 4.- HISTORIA DEL PROGRAMA

<b>Lugar y fecha de elaboración o revisión</b>	<b>Participantes</b>	<b>Evento</b>
Instituto Tecnológico Superior de Irapuato del 24 al 28 de agosto de 2009.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Aguascalientes, Chetumal, Chihuahua, Ciudad Guzmán, Ciudad Juárez, Coatzacoalcos, Culiacán, Durango, Hermosillo, La Laguna, Mérida, Nuevo Laredo, Orizaba, Pachuca, Saltillo, Tlalnepantla, Valle De Bravo y Veracruz.	Reunión Nacional de Diseño e Innovación Curricular para el Desarrollo y Formación de Competencias Profesionales de la Carrera de Ingeniería en Eléctrica.
Desarrollo de Programas en Competencias Profesionales por los Institutos Tecnológicos del 1 de septiembre al 15 de diciembre de 2009.	Academias de Ingeniería Eléctrica de los Institutos Tecnológicos de: Chihuahua, Coatzacoalcos y Tlalnepantla	Elaboración del programa de estudio propuesto en la Reunión Nacional de Diseño Curricular de la Carrera de Ingeniería Eléctrica.
Instituto Tecnológico de Mexicali del 25 al 29 de enero del 2010.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Aguascalientes, Chetumal, Chihuahua, Ciudad Guzmán, Ciudad Juárez, Coatzacoalcos, Culiacán, Durango, Hermosillo, La Laguna, Mérida, Mexicali, Orizaba, Pachuca, Saltillo, Tlalnepantla, Valle De Bravo y Veracruz.	Reunión Nacional de Consolidación de los Programas en Competencias Profesionales de la Carrera de Ingeniería Eléctrica.

## 5.- OBJETIVO GENERAL DEL CURSO

Adquirir conocimientos fundamentales de la teoría electromagnética y emplearlas de manera conjunta con herramientas analíticas para resolver ejemplos físicos, teóricos y prácticos en los cuales involucren campos eléctricos y magnéticos.

## 6.- COMPETENCIAS PREVIAS

- Conoce los conceptos básicos de las leyes y principios fundamentales de electricidad y magnetismo, desarrollando habilidades para la resolución de problemas.
- Define y conoce la estructura de conceptos abstractos y su traducción al lenguaje matemático.
- Interpreta y aplica los tres diferentes sistemas básicos de coordenadas y cálculo vectorial.
- Conoce y analiza los campos electrostáticos en el vacío y en el espacio material.
- Interpretar y aplicar la inducción electromagnética.
- Conoce y aplica las leyes del electromagnetismo por medios matemáticos.
- Representa circuitos acoplados magnéticamente mediante circuitos eléctricos

## 7.- TEMARIO

Unidad	Temas	Subtemas
1	Leyes del campo electromagnético en el espacio libre	1.1 Postulados básicos y definiciones. 1.2 Densidad de carga y corriente 1.3 Cuarto postulado. Las ecuaciones del campo electromagnético en el espacio libre. Ecuaciones de Maxwell, de Gauss y de conservación de carga, en forma integral
2	Ondas electromagnéticas	2.1 Ondas electromagnéticas en medios homogéneos 2.2 La ecuación de la propagación de las ondas en medios conductores 2.3 Conductores y dieléctrica 2.4 Campos y potencia en el dominio de la frecuencia
3	Líneas de transmisión	3.1 Introducción. Parámetros de las líneas de transmisión 3.2 Ecuaciones de las líneas de transmisión. 3.3 Impedancia de entrada. 3.4 Relación de onda estacionaria 3.5 Carta de Smith

		<p>3.6 Acoplamiento de una línea de transmisión</p> <p>3.7 Ecuaciones de Maxwell aplicadas a líneas de transmisión.</p> <p>3.8 Líneas de transmisión de microcintas.</p>
4	Aplicaciones de la teoría electromagnética.	<p>4.1 Introducción.</p> <p>4.2 Características electromagnéticas en los equipos eléctricos.</p> <p>4.3 Interferencia electromagnética (EMI)</p> <p>4.4 Aplicaciones.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Diseño de antenas</li> <li>• Interferencia electromagnética</li> <li>• Diseño de circuitos de altas frecuencias (RF)</li> <li>• Óptica aplicada</li> <li>• Fenómenos termo-eléctricos</li> <li>• Motores y transformadores</li> <li>• Celdas solares</li> <li>• Aplicaciones de la salud (CAT)</li> </ul>

## **8.- SUGERENCIAS DIDÁCTICAS**

El profesor debe ser conocedor de la disciplina que está bajo su responsabilidad, conocer su origen y desarrollo histórico para considerar este conocimiento al abordar los temas. Desarrollar la capacidad para coordinar y trabajar en equipo; orientar el trabajo del estudiante y potenciar en él la autonomía, el trabajo cooperativo y la toma de decisiones. Mostrar flexibilidad en el seguimiento del proceso formativo y propiciar la interacción entre los estudiantes.

- Propiciar actividades de búsqueda, selección y análisis de información en distintas fuentes.
- Propiciar el uso de las tecnologías de información y comunicación en el desarrollo de los contenidos de la asignatura.
- Fomentar actividades grupales que propicien la comunicación, el intercambio argumentado de ideas, la reflexión, la integración y la colaboración de y entre los estudiantes.
- Propiciar, en el estudiante, el desarrollo de actividades intelectuales de inducción-deducción y análisis-síntesis, las cuales lo encaminan hacia la investigación, la aplicación de conocimientos y la solución de problemas.
- Llevar a cabo actividades prácticas que promuevan el desarrollo de habilidades para la experimentación, tales como: observación, identificación, manejo y control de variables y datos relevantes, planteamiento de hipótesis, de trabajo en equipo.
- Desarrollar actividades de aprendizaje que propicien la aplicación de los conceptos, modelos y metodologías que se van aprendiendo en el desarrollo de la asignatura.
- Propiciar el uso adecuado de conceptos, y de terminología científico-tecnológica
- Proponer problemas que permitan al estudiante la integración de contenidos de la asignatura y entre distintas asignaturas, para su análisis y solución.
- Relacionar los contenidos de la asignatura con el cuidado del medio ambiente; así como con las prácticas de una ingeniería con enfoque sustentable.
- Observar y analizar fenómenos y problemáticas propias del campo ocupacional.
- Relacionar los contenidos de esta asignatura con las demás del plan de estudios para desarrollar una visión interdisciplinaria en el estudiante.



## 9.- SUGERENCIAS DE EVALUACIÓN

- Participación activa en clase
- Resolución de problemas extra-clase
- Exposición por medio de material de apoyo
- Trabajo de investigación.
- Evaluación escrita
- Reporte prácticas y/o simulaciones.

## 10.- UNIDADES DE APRENDIZAJE

### Unidad 1: Leyes del campo electromagnético en el espacio libre

<i>Competencia específica a desarrollar</i>	<i>Actividades de Aprendizaje</i>
Describir los conceptos y definiciones importantes del campo electromagnético en el espacio libre.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Realizar una investigación de campo de las leyes asociadas.</li><li>• Identificar los postulados importantes que intervienen en el campo electromagnético</li><li>• Describir los postulados asociados con el campo electromagnético.</li><li>• Resolver problemas utilizando las ecuaciones asociadas a las leyes del campo electromagnético.</li></ul>

### Unidad 2: Ondas electromagnéticas

<i>Competencia específica a desarrollar</i>	<i>Actividades de Aprendizaje</i>
Aplicar las ecuaciones de Maxwell en el análisis de la propagación de las ondas electromagnéticas.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Conocer las características de las ecuaciones que describen las ondas electromagnéticas.</li><li>• Identificar las ecuaciones que describen las ondas electromagnéticas.</li><li>• Definir las características de los parámetros que forman parte de las ecuaciones que describen el campo electromagnético.</li><li>• Aplicar en la resolución de problemas las ecuaciones de Maxwell a la propagación de las ondas electromagnéticas.</li></ul>

### Unidad 3: Líneas de transmisión

<i>Competencia específica a desarrollar</i>	<i>Actividades de Aprendizaje</i>
Analizar, identificar y evaluar los parámetros para el funcionamiento y operación de las líneas de	<ul style="list-style-type: none"><li>• Deducir las ecuaciones de las líneas de transmisión y las magnitudes características.</li><li>• Usar la carta de Smith en la solución de problemas.</li></ul>

transmisión.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Resolver problemas de aplicación práctica.</li> </ul>
--------------	--

#### **Unidad 4: Aplicaciones de la teoría electromagnética.**

<i>Competencia específica a desarrollar</i>	<i>Actividades de Aprendizaje</i>
Exponer aplicaciones de la teoría electromagnética y describir mediante el formalismo de las ecuaciones de Maxwell los principios del funcionamiento de estas aplicaciones.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Investigar las principales aplicaciones de la teoría electromagnética.</li> <li>• Realizar una monografía de la investigación documental.</li> <li>• Identificar los elementos básicos de las aplicaciones.</li> <li>• Describir los bloques de las aplicaciones.</li> </ul>

## 11.- FUENTES DE INFORMACIÓN

1. Ulaby, Fawwaz T., *Fundamentos de aplicaciones en electromagnetismo*. Ed. 5ª Edición, Ed. Pearson, 2007
2. Sadiku M., *Elementos de electromagnetismo*, 3ª Edición, Ed. Alfaomega, México, 2009.
3. Cheng David K., *Fundamentos de electromagnetismo para ingeniería*, Ed. Addison-Wesley Iberoamericana, México, 1998.
4. Hayt William H., *Teoría electromagnética*, 7ª Edición, Ed. Mc Graw Hill, México, 2006.
5. Kraus John D., *Electromagnetismo con aplicaciones*, 5ª Edición, Ed. Mc Graw Hill, México, 2006.
6. Wentworth Stuart M., *Applied electromagnetics: early transmission lines approach*, Ed. John Wiley & Sons, 2007.
7. Reitz John, *Fundamentos de la teoría electromagnética*, 4ª Edición, Ed. Addison Wesley Logman, México, 2000.
8. Artigas García D., Diós Otín Víctor F., Canal Bienzobas Ferran, *Campos electromagnéticos resueltos*, Ed. UPC, Barcelona, 2001
9. García-Ochoa García Francisco, *Problemas de campos electromagnéticos*, vol. 15 de colección de ingeniería, Ed. Univ. Pontifica de Comillas, España, 2003.
10. Johnk Carl T.A., *Teoría electromagnéticas: campos y ondas*, Ed. Limusa, 2004
11. Hernández Rueda José Abel, *Teoría de líneas de transmisión e ingeniería de microondas*, 1999, Ed. UABC, Mexicali, 1999

## 12.- PRÁCTICAS PROPUESTAS

- U Comprobación de la existencia de ondas electromagnéticas
- Demostrar como son los campos magnéticos en las figuras de la computadora
- Deducir el comportamiento de una partícula cargada dentro de un campo magnético
- Realizar una simulación de Gradiente de potencial.
- Medir la densidad del flujo magnético en un núcleo
- Modelar la maquina lineal de corriente directa.
- Verificación de la ley de Coulomb.
- Acciones electrodinámicas
- Campo magnético de una bobina: relé
- Inducción electromagnética
- Autoinducción
- Medición de la Impedancia física en las líneas de transmisión.
- Analizar en Simulaciones las líneas de transmisión.
- Analizar en comportamiento en Simulación de transmisión de ondas.
- Usar software actualizado para modelar y resolver problemas que involucren todos los contenidos del programa