

## 1.- DATOS DE LA ASIGNATURA

Nombre de la asignatura :	<b>Teoría Electromagnética</b>
Carrera :	<b>Ingeniería Electrónica</b>
Clave de la asignatura :	<b>ETF-1026</b>
SATCA <sup>1</sup>	<b>3 – 2 – 5</b>

## 2.- PRESENTACIÓN

### Caracterización de la asignatura.

La asignatura de Teoría Electromagnética consiste en el análisis de los campos eléctricos y magnéticos, su comportamiento sobre los diferentes medios y que permiten el funcionamiento y operación de los dispositivos y sistemas eléctricos o electrónicos. Por tal motivo, esta asignatura le permite al estudiante desarrollar los conceptos y habilidades necesarias para aplicar los conceptos de campos electromagnéticos principalmente dentro de las áreas de comunicaciones, control automático e instrumentación.

La importancia de la Teoría Electromagnética está en los fundamentos que rigen y explican el comportamiento de todos los dispositivos y sistemas eléctricos, y por consiguiente electrónicos; además de que gracias a sus aplicaciones se pueden desarrollar las comunicaciones, tanto por medios guiados (líneas de transmisión y guías de onda) como no guiados (transmisiones inalámbricas).

Las aportaciones que esta asignatura le da al perfil profesional del egresado son:

- Diseñar, analizar y construir equipos y/o sistemas electrónicos para la solución de problemas en el entorno profesional, aplicando normas técnicas y estándares nacionales e internacionales.
- Crear, innovar y transferir tecnología aplicando métodos y procedimientos en proyectos de ingeniería electrónica, tomando en cuenta el desarrollo sustentable del entorno.
- Aplicar las nuevas Tecnologías de la información y de la comunicación, para la adquisición y procesamiento de datos.
- Simular modelos que permitan predecir el comportamiento de sistemas electrónicos empleando plataformas computacional

Para el desarrollo analítico de esta asignatura es necesario que los estudiantes hayan desarrollado las competencias propias de las asignaturas de Cálculo Diferencial, Integral, Vectorial y Ecuaciones Diferenciales. En lo referente a conceptos, se necesita que el estudiante haya trabajado anteriormente con los fundamentos básicos de Electricidad y Magnetismo, es decir conocer y utilizar los campos escalares y vectoriales dentro de los temas de la electrostática y magnetostática. Los conceptos y aplicaciones aprendidos durante el desarrollo de

---

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

esta asignatura serán muy valiosos para el análisis y desarrollo de posteriores asignaturas dentro de la retícula de Ing. Electrónica en las áreas de comunicación, automatización e instrumentación.

### **Intención didáctica.**

La asignatura se desarrollará en 4 unidades donde se tratarán los conceptos y aplicaciones de Ecuaciones de Maxwell y Propagación de las Ondas electromagnéticas, Antenas, líneas de Transmisión y Guías de Onda.

La primera unidad es donde se analizará las ecuaciones de Maxwell con sus aplicaciones.

La unidad dos proporciona los cimientos para la aplicación de la teoría electromagnética a los diferentes sistemas de comunicación inalámbrica a través de las antenas.

La unidad tres comprende temas relacionados con las líneas de transmisión y sus métodos de acoplamiento para minimizar las pérdidas.

La unidad cuatro trata de guías de onda y del análisis de la propagación de las ondas electromagnéticas.

Para vincular la teoría con la práctica es necesaria la realización de prácticas de laboratorio y/o simulaciones con algún tipo de software para el área.

Para el desarrollo de las unidades se recomienda seguir las siguientes actividades:

- Desarrollar en el estudiante actividades intelectuales de inducción-deducción y análisis-síntesis, las cuales lo encaminan hacia la investigación, la aplicación de conocimientos y a la solución de problemas.
  - Desarrollar actividades que permitan la aplicación de las leyes electromagnéticas.
  - Proponer problemas que fomenten en el estudiante el analizar, identificar y evaluar los parámetros en líneas de transmisión y guías de onda.
1. Proponer actividades que hagan en el estudiante indagar, comparar, evaluar y seleccionar los dispositivos para algún tipo de operación, como pueden ser prácticas de laboratorio, visitas a empresas o estudios de casos.

### 3.- COMPETENCIAS A DESARROLLAR

<p><b>Competencias específicas:</b></p> <p>Analizar, comprender y aplicar las Ecuaciones de Maxwell en la propagación de las Ondas Electromagnéticas.</p> <p>Aplicar las leyes electromagnéticas para analizar, identificar y evaluar los parámetros para el funcionamiento y operación de las Antenas, Líneas de Transmisión y Guías de Onda.</p> <p>Diseñar Antenas y calcular acoplamientos para Líneas de Transmisión y Guías de Onda.</p>	<p><b>Competencias genéricas:</b></p> <p><u>Competencias instrumentales</u></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Capacidad de análisis y síntesis.</li><li>• Capacidad de organizar y planificar.</li><li>• Conocimientos generales básicos.</li><li>• Conocimientos básicos de la carrera.</li><li>• Comunicación oral y escrita en su propia lengua.</li><li>• Conocimiento de una segunda lengua.</li><li>• Habilidades básicas de manejo de la computadora.</li><li>• Habilidades de gestión de información (habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas).</li><li>• Solución de problemas.</li><li>• Toma de decisiones.</li></ul> <p><u>Competencias interpersonales</u></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Capacidad crítica y autocrítica.</li><li>• Trabajo en equipo.</li><li>• Habilidades interpersonales.</li><li>• Capacidad de trabajar en equipo interdisciplinario.</li><li>• Compromiso ético.</li></ul> <p><u>Competencias sistémicas</u></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.</li><li>• Habilidades de investigación.</li><li>• Capacidad de aprender.</li><li>• Capacidad de adaptarse a nuevas situaciones.</li><li>• Capacidad de generar nuevas ideas (creatividad).</li><li>• Liderazgo.</li><li>• Habilidad para trabajar en forma autónoma.</li><li>• Capacidad para diseñar y gestionar proyectos.</li><li>• Búsqueda del logro.</li></ul>
--	---

#### 4.- HISTORIA DEL PROGRAMA

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Evento
<p>Instituto Tecnológico Superior de Irapuato del 24 al 28 de agosto de 2009.</p>	<p>Representantes de los Institutos Tecnológicos de:  Aguascalientes, Apizaco, Cajeme, Celaya, Chapala, Chihuahua, Ciudad Guzmán, Ciudad Juárez, Cosamaloapan, Cuautla, Culiacan, Durango, Ecatepec, Ensenada, Hermosillo, Irapuato, La Laguna, Lázaro Cárdenas, Lerdo, Lerma, Los Mochis, Matamoros, Mérida, Mexicali, Minatitlán, Nuevo Laredo, Orizaba, Piedras Negras, Reynosa, Salina Cruz, Saltillo, Sur De Guanajuato, Tantoyuca, Tijuana, Toluca, Tuxtepec, Veracruz y Xalapa</p>	<p>Reunión Nacional de Diseño e Innovación Curricular para el Desarrollo y Formación de Competencias Profesionales de la Carrera de Ingeniería en Electrónica.</p>
<p>Desarrollo de Programas en Competencias Profesionales por los Institutos Tecnológicos del 1 de septiembre al 15 de diciembre.</p>	<p>Academias de Ingeniería Electrónica de los Institutos Tecnológicos de:  Mérida, Los Mochis, Aguascalientes, Lázaro Cárdenas y Minatitlán</p>	<p>Elaboración del programa de Estudio propuesto en la Reunión Nacional de Diseño Curricular de la Carrera de Ingeniería Electrónica.</p>
<p>Reunión Nacional de Consolidación del Diseño e Innovación Curricular para la Formación y Desarrollo de Competencias Profesionales del 25 al 29 de enero del 2010 en el Instituto Tecnológico de Mexicali.</p>	<p>Representantes de los Institutos Tecnológicos de:  Aguascalientes, Apizaco, Cajeme, Celaya, Chapala, Chihuahua, Ciudad Guzmán, Ciudad Juárez, Cosamaloapan, Cuautla, Durango, Ecatepec, Ensenada, Hermosillo, Irapuato, La Laguna, Lázaro Cárdenas, Lerdo, Lerma, Los Mochis, Matamoros, Mérida, Mexicali, Minatitlán, Nuevo Laredo, Orizaba, Piedras Negras, Reynosa, Salina Cruz, Saltillo, Sur De Guanajuato, Tantoyuca, Toluca, Tuxtepec, Veracruz y Xalapa</p>	<p>Reunión Nacional de Consolidación de los Programas en Competencias Profesionales de la Carrera de Ingeniería Electrónica</p>

## 5.- OBJETIVO GENERAL DEL CURSO

Aplicar las leyes electromagnéticas para analizar, identificar y evaluar los parámetros para el funcionamiento y operación de las Antenas, Líneas de Transmisión y Guías de Onda.

Diseñar Antenas y calcular acoplamientos para Líneas de Transmisión y Guías de Onda.

## 6.- COMPETENCIAS PREVIAS

- Aplicar los conceptos del cálculo diferencial e integral a las definiciones y leyes fundamentales del electromagnetismo para la solución de problemas.
- Aplicar los conceptos del análisis vectorial en los campos vectoriales y escalares que rigen las leyes fundamentales del electromagnetismo para la solución de problemas.
- Aplicar los conceptos de ecuaciones diferenciales ordinarias y parciales aplicados a los campos eléctricos y magnéticos para la solución de los problemas.
- Comprender, producir y utilizar los Campos Eléctricos y Magnéticos para su aplicación en la solución de problemas.
- Manejar el álgebra de números complejos y el método de fasores aplicados al campo electromagnético.
- Usar TIC para resolver problemas que requieran de este apoyo.
- Trabajar en equipo en proyectos del curso y de la carrera.
- Aplicar los fundamentos de la investigación en proyectos.
- Interaccionar con sus compañeros manteniendo una actitud ética.

## 7.- TEMARIO

Unidad	Temas	Subtemas
1	Ecuaciones de Maxwell y Propagación de las Ondas electromagnéticas.	1.1. Forma integral y Diferencial de las Ecuaciones de Maxwell y sus aplicaciones. 1.2. Propagación de las Ondas Electromagnéticas Planas en medios con y sin pérdidas. 1.3. Polarización, Potencia y Vector Poynting. 1.4. Reflexión de Ondas en incidencia normal y oblicua. 1.5 La ecuación de onda. Ondas viajeras y ondas planas uniformes

2	Antenas.	<p>2.1. Parámetros y características básicas de una antena.</p> <p>2.2. Radiación</p> <p>2.3. Análisis del dipolo eléctrico elemental y de media onda.</p> <p>2.4. Análisis de otros tipos de antena especiales</p> <p>2.5. Adaptación de antenas.</p> <p>2.6. Arreglos de antena.</p> <p>2.7. Área efectiva y fórmula de transmisión de Friis.</p>
3	Líneas de Transmisión.	<p>3.1. Ecuaciones y parámetros de las líneas de transmisión.</p> <p>3.2. Comportamiento de la línea de transmisión con carga, Impedancia de entrada y Relación de Onda Estacionaria.</p> <p>3.3. Carta de Smith.</p> <p>3.4. Acoplamiento de una línea de transmisión.</p> <p>3.5. Análisis y diseño con líneas de transmisión.</p> <p>3.6 Ecuaciones de Maxwell aplicadas a líneas de transmisión.</p> <p>3.7 Líneas de transmisión de microcintas</p>
4	Guías de onda.	<p>4.1. Ecuaciones y parámetros de las guías de onda rectangulares.</p> <p>4.2. Análisis de los Modos magnéticos transversales (MT).</p> <p>4.3. Análisis de los Modos eléctricos transversales (ET).</p> <p>4.4. Propagación de las ondas en la guía de onda.</p> <p>4.5. Transmisión de potencia y atenuación.</p> <p>4.6. Resonadores y filtros en las guías de onda.</p>

## **8.- SUGERENCIAS DIDÁCTICAS**

- Propiciar la utilización de las matemáticas para el planteamiento y solución de problemas dentro de la Teoría Electromagnética.
- 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 a la solución de problemas.
- Buscar y seleccionar información en textos, Internet, etc. sobre los temas de la asignatura de Teoría Electromagnética para así elaborar resúmenes, ensayos, mapas conceptuales, etc.
- Propiciar el análisis, comprensión y aplicación de las Ecuaciones de Maxwell y de manera especial en la propagación de las Ondas Electromagnéticas.
- Desarrollar actividades que permitan la aplicación de las leyes electromagnéticas en Antenas, Líneas de Transmisión y Guías de Onda.
- Proponer problemas que fomenten en el estudiante el analizar, identificar y evaluar los parámetros para el funcionamiento y operación de las Antenas, Líneas de Transmisión y Guías de Onda.
- Promover el diseño de Antenas, Líneas de Transmisión y Guías de Onda a través de la solución de problemas.
- Propiciar la búsqueda, selección y utilización de software para el diseño de Antenas, Líneas de Transmisión y Guías de Onda.
- Proponer actividades que hagan en el estudiante indagar, comparar, evaluar y seleccionar Antenas, Líneas de Transmisión y Guías de Onda para algún tipo de operación, como pueden ser visitas a empresas y estudios de casos.
- Fomentar actividades grupales que propicien la colaboración, la cooperación y la comunicación con intercambio argumentado de ideas, la reflexión, la integración entre los estudiantes.
- Llevar a cabo actividades prácticas que promuevan la vinculación de la aplicación Teórica en la práctica, con desarrollo de trabajo en equipo.
- Propiciar el uso adecuado de conceptos, y de terminología de los dispositivos a diseñar.
- Proponer problemas que permitan al estudiante la integración de contenidos de la asignatura y de las 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.
- Relacionar los contenidos de esta asignatura con las demás del plan de estudios para desarrollar una visión interdisciplinaria en el estudiante.
- Diseñar a través del Análisis del funcionamiento y comportamiento de las líneas de transmisión y guías de onda en diferentes situaciones de operación
- Proponer problemas que permitan al estudiante la integración de contenidos de la asignatura y de las 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.
- Relacionar los contenidos de esta asignatura con las demás del plan de estudios para desarrollar una visión interdisciplinaria en el estudiante.
- Seleccionar fuentes de información para documentar las aplicaciones de la teoría electromagnética en diferentes etapas evolutivas.

- Participar en foros de discusión sobre las leyes básicas del electromagnetismo para propiciar el aprendizaje reflexivo e integrador.
- Desarrollar las diferentes etapas de la investigación en la aplicación de los conocimientos en un problema.
- Realizar visitas a las industrias afines a los temas de la asignatura y elaborar un reporte técnico que constituya una reflexión crítica.
- Elaborar un reporte técnico sobre las tendencias del desarrollo científico y tecnológico en el contexto de la teoría electromagnética.

## 9.- SUGERENCIAS DE EVALUACIÓN

- Realización de prácticas
- Exposición de temas
- Examen escrito
- Reportes o informes de prácticas
- Participación
- Dinámicas grupales
- Reportes de investigación

## 10.- UNIDADES DE APRENDIZAJE

### Unidad 1: Ecuaciones de Maxwell y Propagación de las Ondas electromagnéticas

<i>Competencia específica a desarrollar</i>	<i>Actividades de Aprendizaje</i>
<p>Utilizar las matemáticas para el planteamiento y solución de problemas dentro de la Teoría Electromagnética.</p> <p>Analizar, comprender y aplicar las Ecuaciones de Maxwell y de manera especial en la propagación de las Ondas Electromagnéticas.</p>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Propiciar la utilización de las matemáticas para el planteamiento y obtención de las Ecuaciones de Maxwell en su forma integral y diferencial necesarias para la solución de problemas dentro de la Teoría Electromagnética mediante la participación del estudiante durante y fuera de la clase.</li><li>• Desarrollar en el estudiante actividades intelectuales de inducción-deducción y análisis-síntesis, las cuales lo encaminan hacia la investigación, la aplicación de conocimientos y a la solución de problemas.</li><li>• Buscar y seleccionar información en textos, Internet, etc. sobre las aplicaciones de las Ecuaciones de Maxwell y la propagación de la onda electromagnética para así elaborar resúmenes, ensayos, mapas conceptuales, etc.</li><li>• Desarrollar en el estudiante el análisis, comprensión y aplicación de las Ecuaciones de Maxwell y de manera especial en la propagación de las Ondas Electromagnéticas a través de la realización de prácticas de laboratorio y/o simulaciones con algún tipo de software para el área.</li></ul>

### Unidad 2: Antenas

<i>Competencia específica a desarrollar</i>	<i>Actividades de Aprendizaje</i>
<p>Analizar, comprender y aplicar los conceptos fundamentales que describen el funcionamiento y la operación de las antenas.</p> <p>Diseñar, analizar y construir Antenas para la solución de problemas en el entorno profesional, aplicando normas técnicas y estándares nacionales e internacionales</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desarrollar en el estudiante actividades intelectuales de inducción-deducción y análisis-síntesis, las cuales lo encaminan hacia la investigación, la aplicación de conocimientos y a la solución de problemas.</li> <li>• Desarrollar actividades que permitan la aplicación de las leyes electromagnéticas en Antenas.</li> <li>• Proponer problemas que fomenten en el estudiante el analizar, identificar y evaluar los parámetros para el funcionamiento y operación de las Antenas.</li> <li>• Promover el diseño de Antenas a través de la solución de problemas o estudio de casos.</li> <li>• Propiciar la búsqueda, selección y utilización de software para el diseño de Antenas.</li> <li>• Proponer actividades que hagan en el estudiante indagar, comparar, evaluar y seleccionar Antenas para algún tipo de operación, como pueden ser prácticas de laboratorio, visitas a empresas o estudios de casos.</li> </ul>

### **Unidad 3: Líneas de transmisión**

<i>Competencia específica a desarrollar</i>	<i>Actividades de Aprendizaje</i>
<p>Analizar, comprender y aplicar los conceptos fundamentales que describen el funcionamiento y la operación de las líneas de transmisión.</p> <p>Diseñar, analizar y construir líneas de transmisión para la solución de problemas en el entorno profesional, aplicando normas técnicas y estándares nacionales e internacionales</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desarrollar en el estudiante actividades intelectuales de inducción-deducción y análisis-síntesis, las cuales lo encaminan hacia la investigación, la aplicación de conocimientos y a la solución de problemas.</li> <li>• Desarrollar actividades que permitan la aplicación de las leyes electromagnéticas en líneas de transmisión.</li> <li>• Proponer problemas que fomenten en el estudiante el analizar, identificar y evaluar los parámetros para el funcionamiento y operación de las líneas de transmisión.</li> <li>• Promover el diseño de líneas de transmisión a través de la solución de</li> </ul>

	<p>problemas o estudio de casos.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Propiciar la búsqueda, selección y utilización de software para el diseño de líneas de transmisión.</li> <li>• Proponer actividades que hagan en el estudiante indagar, comparar, evaluar y seleccionar líneas de transmisión para algún tipo de operación, como pueden ser prácticas de laboratorio, visitas a empresas o estudios de casos.</li> </ul>
--	--

#### Unidad 4: Guías de onda

<i>Competencia específica a desarrollar</i>	<i>Actividades de Aprendizaje</i>
<p>Analizar, comprender y aplicar los conceptos fundamentales que describen el funcionamiento y la operación de las guías de onda.</p> <p>Diseñar, analizar y construir guías de onda para la solución de problemas en el entorno profesional, aplicando normas técnicas y estándares nacionales e internacionales</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desarrollar en el estudiante actividades intelectuales de inducción-deducción y análisis-síntesis, las cuales lo encaminan hacia la investigación, la aplicación de conocimientos y a la solución de problemas.</li> <li>• Desarrollar actividades que permitan la aplicación de las leyes electromagnéticas en guías de onda.</li> <li>• Proponer problemas que fomenten en el estudiante el analizar, identificar y evaluar los parámetros para el funcionamiento y operación de las guías de onda.</li> <li>• Promover el diseño de guías de onda a través de la solución de problemas o estudio de casos.</li> <li>• Propiciar la búsqueda, selección y utilización de software para el diseño de guías de onda.</li> <li>• Proponer actividades que hagan en el estudiante indagar, comparar, evaluar y seleccionar guías de onda para algún tipo de operación, como pueden ser prácticas de laboratorio, visitas a empresas o estudios de casos.</li> </ul>

Haga clic aquí para escribir texto.

## 11.- FUENTES DE INFORMACIÓN

1. Ulaby, Fawwaz T., Fundamentos de Aplicaciones en Electromagnetismo. Ed. Prentice Hall. 5ta Edición. 2007
2. M. Sadiku, Elementos de Electromagnetismo, Tercera Edición, Ed. Alfaomega, México, 2009.
3. David K Cheng, Fundamentos de Electromagnetismo para Ingeniería, Primera Edición, Ed. Addison-Wesley Iberoamericana, México, 1998.
4. Hayt William H., Teoría Electromagnética, Séptima Edición, Ed. Mc Graw Hill, México, 2006.
5. Kraus John D., Electromagnetismo con Aplicaciones, Quita Edición, Ed. Mc Graw Hill, México, 2006.
6. Wentworth Stuart M., Applied Electromagnetics: Early transmission lines aproach, First Edition, Ed. John Wiley & Sons, 2007.
7. Reitz John, Fundamentos de la Teoría Electromagnética, Ed. Addison Wesley Logman, Cuarta Edición, México, 2000.
8. Dios O. F. Artigas G. D. Recolonos M. A. Camerón T. A. Canal B. F. **CAMPOS ELECTROMAGNETICOS.** Editorial Alfaomega
9. Graus, Fleish. **ELECTROMAGNETISMO CON APLICACIONES.** Editorial McGraw Hill,
10. M. Zhan. **TEORIA ELECTROMAGNÉTICA.** Editorial Interamericana
11. Jaramillo, M. G, A. Alvarado, C. A. A. **ELECTRICIDAD Y MAGNETISMO.** Editorial, Trillas

## 12.- PRÁCTICAS PROPUESTAS

- Analizar la propagación de la onda electromagnética, su polarización y potencia mediante simulaciones a través de un software.
- Comprobar del funcionamiento de una antena de media longitud de onda.
- Analizar el patrón de radiación de una antena mediante simulaciones a través de un software.
- Comprobar el funcionamiento de un arreglo de antenas con medidores de campo.
- Simular el comportamiento de una Línea de Transmisión a través de su circuito equivalente.
- Comprobar el comportamiento de una Línea de Transmisión y guías de onda con diferentes tipos de acoplamiento.
- Analizar los diferentes tipos de acoplamiento de una línea de transmisión y guías de onda mediante simulaciones a través de un software.
- Análisis de los patrones de radiación de antenas
- Diseño de antenas y arreglos de antenas para frecuencias específicas