

1. Datos Generales de la asignatura

Nombre de la asignatura:	Teoría Electromagnética
Clave de la asignatura:	ETF-1026
SATCA¹:	3-2-5
Carrera:	Ingeniería Electrónica

2. Presentación

<p>Caracterización de la asignatura</p> <p>La asignatura de Teoría Electromagnética consiste en el análisis de los campos electromagnéticos y su comportamiento sobre los diferentes medios. Por tal motivo, esta asignatura le permite al estudiante desarrollar las habilidades necesarias para aplicar los conceptos de campos electromagnéticos principalmente dentro de las áreas de comunicaciones, control e instrumentación. La importancia de la Teoría Electromagnética está en los fundamentos que rigen y explican el comportamiento de las ondas y su propagación, tanto por medios guiados (líneas de transmisión y guías de onda) como no guiados (antenas).</p>
<p>Intención didáctica</p> <p>La asignatura se desarrollará en cuatro temas donde se tratarán los conceptos y aplicaciones de Ecuaciones de Maxwell y propagación de las ondas electromagnéticas, líneas de Transmisión, guías de onda y antenas. El primer tema analiza las ecuaciones de Maxwell con sus aplicaciones. El segundo tema trata de las líneas de transmisión y sus métodos de acoplamiento para minimizar las pérdidas. El tercer tema aborda las guías de onda y del análisis de la propagación de las ondas electromagnéticas. El último tema aplica la teoría electromagnética a los diferentes sistemas de comunicación inalámbrica a través de las antenas. 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:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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. • 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.

¹ Sistema de Asignación y Transferencia de Créditos Académicos

3. Participantes en el diseño y seguimiento curricular del programa

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Evento
Instituto Tecnológico Superior de Irapuato, del 24 al 28 de agosto de 2009.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Aguascalientes, Apizaco, Cajeme, Celaya, Chapala, Chihuahua, Ciudad Guzmán, Ciudad Juárez, Cosamaloapan, Cautla, Culiacán, 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.	Reunión Nacional de Diseño e Innovación Curricular para el Desarrollo y Formación de Competencias Profesionales de las Carreras de Ingeniería Eléctrica, Ingeniería Electromecánica, Ingeniería Electrónica e Ingeniería Mecatrónica.
Instituto Tecnológico de Mexicali, del 25 al 29 de enero del 2010.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Aguascalientes, Apizaco, Cajeme, Celaya, Chapala, Chihuahua, Ciudad Guzmán, Ciudad Juárez, Cosamaloapan, Cautla, 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.	Reunión Nacional de Consolidación de los Programas en Competencias Profesionales de las Carreras de Ingeniería Eléctrica, Ingeniería Electromecánica, Ingeniería Electrónica e Ingeniería Mecatrónica.
Instituto Tecnológico de la Laguna, del 26 al 29 de noviembre de 2012.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Orizaba, Querétaro, Celaya, Aguascalientes, Alvarado, Cautitlán Izcalli, La Laguna y Lerdo.	Reunión Nacional de Seguimiento Curricular de los Programas en Competencias Profesionales de las Carreras de Ingeniería Eléctrica, Ingeniería Electromecánica, Ingeniería Electrónica, Ingeniería Mecánica e Ingeniería Mecatrónica.

<p>Instituto Tecnológico de Toluca, del 10 al 13 de febrero de 2014.</p>	<p>Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Aguascalientes, Boca del Río, Celaya, Mérida, Orizaba, Puerto Vallarta y Veracruz.</p>	<p>Reunión de Seguimiento Curricular de los Programas Educativos de Ingenierías, Licenciaturas y Asignaturas Comunes del SNIT.</p>
<p>Tecnológico Nacional de México, del 25 al 26 de agosto de 2014.</p>	<p>Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Aguascalientes, Apizaco, Boca del Río, Celaya, Cerro Azul, Cd. Juárez, Cd. Madero, Chihuahua, Coacalco, Coahuila de Zaragoza, Coahuila de Zaragoza, Durango, Ecatepec, La Laguna, Lerdo, Matamoros, Mérida, Mexicali, Motúl, Nuevo Laredo, Orizaba, Pachuca, Poza Rica, Progreso, Reynosa, Saltillo, Santiago Papasquiaro, Tantoyuca, Tlalnepantla, Toluca, Veracruz, Villahermosa, Zacatecas y Zacatepec. Representantes de Petróleos Mexicanos (PEMEX).</p>	<p>Reunión de trabajo para la actualización de los planes de estudio del sector energético, con la participación de PEMEX.</p>

4. Competencia(s) a desarrollar

<p align="center">Competencia(s) específica(s) de la asignatura</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Aplica las leyes electromagnéticas para analizar, identificar y evaluar los parámetros para el funcionamiento y operación de Líneas de Transmisión, Guías de Onda y Antenas. • Calcula acoplamientos para Líneas de Transmisión, guías de onda y diseña antenas.

5. Competencias previas

<ul style="list-style-type: none"> • Aplica los conceptos del cálculo diferencial e integral a las definiciones y leyes fundamentales del electromagnetismo para la solución de problemas. • Aplica los conceptos del análisis vectorial en los campos vectoriales y escalares que rigen las leyes fundamentales del electromagnetismo para la solución de problemas. • Aplica los conceptos de ecuaciones diferenciales ordinarias y parciales aplicados a los campos eléctricos y magnéticos para la solución de los problemas. • Comprende, simula e implementa conocimientos prácticos para crear los Campos Eléctricos y Magnéticos para su aplicación en la solución de problemas. • Aplica el álgebra de números complejos y el método de fasores aplicados al campo electromagnético. • Utiliza las TIC's para resolver problemas que requieran de este apoyo. • Trabaja en equipo en proyectos del curso y de la carrera. • Aplica los fundamentos de la investigación en proyectos. • Interaccionar con sus compañeros manteniendo una actitud ética.
--

6. Temario

No.	Temas	Subtemas
1	Ecuaciones de Maxwell y Propagación de las ondas electromagnéticas.	1.1. Introducción a la electrostática y magnetostática desde un enfoque histórico para deducir las Ecuaciones de Maxwell. 1.2. Forma integral y Diferencial de las Ecuaciones de Maxwell y sus aplicaciones. 1.3. La ecuación de onda. Ondas viajeras y ondas planas uniformes 1.4. Propagación de las Ondas Electromagnéticas Planas en medios con y sin pérdidas. 1.5. Polarización, Potencia y Vector Poynting. 1.6. Reflexión de Ondas en incidencia normal y oblicua.
2	Líneas de Transmisión.	2.1. Ecuaciones y parámetros de las líneas de transmisión. 2.2. Comportamiento de la línea de transmisión con carga, Impedancia de entrada y Relación de Onda Estacionaria. 2.3. Carta de Smith. 2.4. Acoplamiento de una línea de transmisión. 2.5. Análisis y diseño con líneas de transmisión. 2.6. Ecuaciones de Maxwell aplicadas a líneas de transmisión. Líneas de transmisión de microcintas
3	Guías de onda.	3.1. Ecuaciones y parámetros de las guías de onda rectangulares. 3.2. Análisis de los Modos magnéticos transversales (MT). 3.3. Análisis de los Modos eléctricos transversales (ET). 3.4. Propagación de las ondas en la guía de onda. 3.5. Transmisión de potencia y atenuación. 3.6. Resonadores y filtros en las guías de onda.
4	Antenas.	4.1. Parámetros y características básicas de una antena. 4.2. Radiación. 4.3. Análisis del dipolo eléctrico elemental y de media onda. 4.4. Análisis de otros tipos de antena especiales. 4.5. Adaptación de antenas. 4.6. Arreglos de antena. 4.7. Área efectiva y fórmula de transmisión de Friis.

7. Actividades de aprendizaje de los temas

1. Ecuaciones de Maxwell y Propagación de las ondas electromagnéticas.	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> Utiliza las matemáticas para el planteamiento y solución de problemas dentro de la Teoría Electromagnética. Analiza, comprende y aplica las Ecuaciones de Maxwell y de manera especial en la propagación de las Ondas Electromagnéticas. <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> Capacidad de abstracción, análisis y síntesis. Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica. Capacidad de comunicación oral y escrita. Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación. Capacidad de investigación. Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas. Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas. Capacidad de trabajo en equipo. Habilidades interpersonales. Habilidad para trabajar en forma autónoma. 	<ul style="list-style-type: none"> 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. 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. 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. 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 software para el área.
2. Líneas de Transmisión.	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> Analiza, comprende y aplica los conceptos fundamentales que describen el funcionamiento para la operación de las líneas de transmisión. Diseña, analiza e implementa líneas de transmisión para la solución de problemas en el entorno profesional, aplicando normas técnicas y estándares nacionales e internacionales. <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> Capacidad de abstracción, análisis y síntesis. Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica. Capacidad de comunicación oral y escrita. Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación. 	<ul style="list-style-type: none"> 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 en líneas de transmisión. Proponer problemas que fomenten en el estudiante el analizar, identificar y evaluar los parámetros para el funcionamiento y operación de las líneas de transmisión. Promover el diseño de líneas de transmisión a través de la solución de problemas o estudio de casos.

<ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de investigación. • Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas. • Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas. • Capacidad de trabajo en equipo. • Habilidades interpersonales. • Habilidad para trabajar en forma autónoma. 	<ul style="list-style-type: none"> • Propiciar la búsqueda, selección y utilización de software para el diseño de líneas de transmisión. • 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.
3. Guías de onda.	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Analiza, comprende y aplica los conceptos fundamentales que describen el funcionamiento y la operación de las guías de onda para sistemas de comunicaciones. • Analiza, diseña e implementa guías de onda para la solución de problemas en el entorno profesional, aplicando normas técnicas y estándares nacionales e internacionales. <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de abstracción, análisis y síntesis. • Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica. • Capacidad de comunicación oral y escrita. • Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación. • Capacidad de investigación. • Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas. • Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas. • Capacidad de trabajo en equipo. • Habilidades interpersonales. • Habilidad para trabajar en forma autónoma. 	<ul style="list-style-type: none"> • 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 en guías de onda. • Proponer problemas que fomenten en el estudiante el analizar, identificar y evaluar los parámetros para el funcionamiento y operación de las guías de onda. • Promover el diseño de guías de onda a través de la solución de problemas o estudio de casos. • Propiciar la búsqueda, selección y utilización de software para el diseño de guías de onda. • 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.
4. Antenas.	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Analiza, comprende y aplicar los conceptos fundamentales que describen el funcionamiento y la operación de las antenas para implementar sistemas de comunicaciones ondas de radio. • Diseña, analiza y construye Antenas para la solución de problemas en el entorno 	<ul style="list-style-type: none"> • 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 en Antenas.

<p>profesional, aplicando normas técnicas y estándares nacionales e internacionales</p> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de abstracción, análisis y síntesis. • Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica. • Capacidad de comunicación oral y escrita. • Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación. • Capacidad de investigación. • Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas. • Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas. • Capacidad de trabajo en equipo. • Habilidades interpersonales. • Habilidad para trabajar en forma autónoma. 	<ul style="list-style-type: none"> • Proponer problemas que fomenten en el estudiante el analizar, identificar y evaluar los parámetros para el funcionamiento y operación de las Antenas. • Promover el diseño de Antenas a través de la solución de problemas o estudio de casos. • Propiciar la búsqueda, selección y utilización de software para el diseño de Antenas. • 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.
---	--

8. Práctica(s)

<ul style="list-style-type: none"> • Analizar la propagación de la onda electromagnética, su polarización y potencia mediante simulaciones a través de un software matemático. • 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 software. • Analizar de los patrones de radiación de antenas. • Diseño de antenas y arreglos de antenas para frecuencias específicas.
--

9. Proyecto de asignatura

<p>El objetivo del proyecto que planteé el docente que imparta esta asignatura, es demostrar el desarrollo y alcance de la(s) competencia(s) de la asignatura, considerando las siguientes fases:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fundamentación: marco referencial (teórico, conceptual, contextual, legal) en el cual se fundamenta el proyecto de acuerdo con un diagnóstico realizado, mismo que permite a los estudiantes lograr la comprensión de la realidad o situación objeto de estudio para definir un proceso de intervención o hacer el diseño de un modelo. • Planeación: con base en el diagnóstico en esta fase se realiza el diseño del proyecto por parte de los estudiantes con asesoría del docente; implica planificar un proceso: de intervención empresarial, social o comunitario, el diseño de un modelo, entre otros, según el tipo de proyecto, las actividades a realizar los recursos requeridos y el cronograma de trabajo.
--

- **Ejecución:** consiste en el desarrollo de la planeación del proyecto realizada por parte de los estudiantes con asesoría del docente, es decir en la intervención (social, empresarial), o construcción del modelo propuesto según el tipo de proyecto, es la fase de mayor duración que implica el desempeño de las competencias genéricas y específicas a desarrollar.
- **Evaluación:** es la fase final que aplica un juicio de valor en el contexto laboral-profesión, social e investigativo, ésta se debe realizar a través del reconocimiento de logros y aspectos a mejorar se estará promoviendo el concepto de “evaluación para la mejora continua”, la metacognición, el desarrollo del pensamiento crítico y reflexivo en los estudiantes.

10. Evaluación por competencias

- El docente debe realizar evaluación diagnóstica, sumativa y final.
- Reportes escritos de las búsquedas de información y el análisis realizado durante las actividades propuestas, incluyendo conclusiones y observaciones.
- Resúmenes escritos de las investigaciones solicitadas de manera individual y en equipo.
- Exámenes escritos para comprobar el manejo de aspectos teóricos.
- Trabajos para estudio independiente en clase y extra-clase.
- Reportes técnicos de prácticas de laboratorio y de campo.
- Participación en talleres de discusión.
- Portafolio de evidencias que incluya la elaboración de un proyecto de diseño incluyendo: Cálculo y selección de dispositivos, análisis del circuito y simulación, diagramas (esquemático y del circuito impreso) y Prototipo final

11. Fuentes de información

1. Ulaby, Fawwaz T., (2007) Fundamentos de Aplicaciones en Electromagnetismo. 5ª Edición Editorial Prentice Hall.
2. M. Sadiku, (2009) Elementos de Electromagnetismo, México Tercera Edición, Editorial Alfaomega.
3. David K Cheng, (1998) Fundamentos de Electromagnetismo para Ingeniería, México Primera Edición, Ed. Addison-Wesley Iberoamericana.
4. Hayt William H, (2006) Teoría Electromagnética, México, Séptima Edición, EditorialMc Graw Hill.
5. Kraus John D., (2006) Electromagnetismo con Aplicaciones, México Quinta Edición, Editorial Mc Graw Hill.
6. Wentworth Stuart M., (2007) Applied Electromagnetics: Early transmission lines aproach, First Edition, Editorial John Wiley & Sons.
7. Reitz John, (2000) Fundamentos de la Teoría Electromagnética, México 4ª edición Editorial Addison Wesley Logman.
8. Wangsness, Roald K., (2008) Campos electromagnéticos, México 1ª edición Editorial Limusa S.A. DE C.V.
9. Fogiel, M. (1988), The Electromagnetics Problem Solver Staff of Research and Education Association.
10. Fraile Mora, Jesús (2000) Electromagnetismo y Circuitos eléctricos, Editorial McGraw Hill.