

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN BÁSICA
COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN PROFESIONAL Y VINCULACIÓN UNIVERSITARIA
PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

1. **Unidad Académica:** Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Diseño, Ensenada; Facultad de Ciencias Químicas e Ingeniería, Tijuana y Facultad de Ingeniería, Mexicali.
2. **Programa Educativo:** Ingeniero en Electrónica
3. **Plan de Estudios:** 2020-1
4. **Nombre de la Unidad de Aprendizaje:** Teoría Electromagnética
5. **Clave:** 36159
6. **HC:** 01 **HL:** 00 **HT:** 02 **HPC:** 00 **HCL:** 00 **HE:** 01 **CR:** 04
7. **Etapa de Formación a la que Pertenece:** Disciplinaria
8. **Carácter de la Unidad de Aprendizaje:** Obligatoria
9. **Requisitos para Cursar la Unidad de Aprendizaje:** Ninguno



Equipo de diseño de PUA

David Alejandro Zevallos Castro
Marlenne Angulo Bernal
Arturo Velázquez Ventura
Daniel Hernández Balbuena

Fecha: 19 de febrero de 2019

Firma

**Vo.Bo. de Subdirectores de
Unidades Académicas**

Humberto Cervantes de Ávila
Rocío Alejandra Chávez Santoscóy
Alejandro Mungaray Moctezuma

Firma

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

El estudiante a través de la asignatura de Teoría Electromagnética, logrará comprender los conceptos de campos electromagnéticos y sus aplicaciones en propagación de ondas, desarrollo de equipos, instrumentos, dispositivos y circuitos electromagnéticos que sirven de base en la etapa disciplinaria del plan de estudios.

Esta unidad de aprendizaje pertenece a la etapa disciplinaria con carácter obligatoria, forma parte del área de conocimiento de Ciencias de la Ingeniería.

III. COMPETENCIA DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Interpretar los fenómenos físicos electromagnéticos y sus bases experimentales, a través de la descripción matemática descrita en el formalismo de Maxwell y el uso de herramientas de programación de métodos matemáticos, para predecir el comportamiento de los campos electromagnéticos en medios con diferentes propiedades físicas, con una actitud analítica, de comunicación efectiva y trabajo en equipo.

IV. EVIDENCIA(S) DE DESEMPEÑO

Elabora y presenta una monografía de investigación sobre un tema propuesto por el docente:

Elementos del documento escrito:

- Portada.
- Índice.
- Introducción (explicación general del procesos de investigación).
- Marco teórico (debe estar sustentado con documentos científicos, artículos, libros).
- Desarrollo (metodología, instrumentos, mediciones, simulaciones, uso herramientas y software especializado).
- Análisis de resultados.
- Conclusiones.
- Referencias (formato establecido por el docente).

Nota: la monografía puede realizarse en individual o equipo.

Presentación: demostrar el desarrollo de la monografía ante el grupo y docente, en caso de realizar un producto, debe realizarse la demostración durante la presentación.

V. DESARROLLO POR UNIDADES

UNIDAD I. Revisión de herramientas matemáticas y las ecuaciones de Maxwell

Competencia:

Aplicar el formalismo de Maxwell, mediante las propiedades de las operaciones vectoriales y de los operadores diferenciales en tres sistemas de coordenadas, para predecir el comportamiento de los campos electromagnéticos en medios con diferentes propiedades físicas, con una actitud analítica y disposición para el trabajo en equipo.

Contenido:**Duración:** 6 horas

- 1.1. Revisión de herramientas matemáticas empleadas en la Teoría Electromagnética
 - 1.1.1. Laplaciano, Ecuaciones de Poisson y Laplace
 - 1.1.2. Teoremas de Stokes y de la Divergencia
- 1.2. Las ecuaciones de Maxwell y su formulación Diferencial e Integral
 - 1.2.1. La Ley de Gauss para campos eléctricos y magnéticos
 - 1.2.2. La Ley de Ampere-Maxwell
 - 1.2.3. La Ley de Faraday y la Ley de Lenz
 - 1.2.4. La Ecuación de Continuidad para la densidad de carga y densidad de corriente
 - 1.2.5. Las Ecuaciones Constitutivas y la Ecuación de la Fuerza de Lorentz

UNIDAD II. Propagación de ondas electromagnéticas en el vacío

Competencia:

Derivar la expresión matemática de la propagación de los campos electromagnéticos en el vacío, por medio de las interrelaciones de las ecuaciones de Maxwell, con la finalidad de conocer el comportamiento de los campos en el vacío, con actitud analítica, metódica y con disposición.

Contenido:

Duración: 4 horas

- 2.1. La Energía Electromagnética
- 2.2. El vector de Poynting y la densidad de energía electromagnética
- 2.3. La ecuación de onda
- 2.4. Ondas planas en el vacío
- 2.5. El vector de propagación, la longitud de onda, y la velocidad de fase
- 2.6. Impedancia Intrínseca del vacío
- 2.7. Polarización de una onda electromagnética

UNIDAD III. Propagación de ondas electromagnéticas en dieléctricos y conductores

Competencia:

Derivar la expresión matemática de la propagación de los campos electromagnéticos en medios materiales, a través de las interrelaciones de las ecuaciones de Maxwell, con la finalidad de conocer el comportamiento de los campos en medios materiales, con actitud analítica, ordenada y disposición para el trabajo colaborativo.

Contenido:

Duración: 4 horas

- 3.1. Propagación en dieléctricos
 - 3.1.1. Dieléctricos con pérdidas
 - 3.1.2. Constante de propagación, de fase y de atenuación
 - 3.1.3. Impedancia intrínseca
- 3.2. Reflexión y Refracción en dieléctricos y conductores
 - 3.2.1. Profundidad de penetración
 - 3.2.2. Impedancia Intrínseca del conductores
 - 3.2.3. Polarización Paralela y perpendicular

UNIDAD IV. Aplicaciones de la Teoría Electromagnética

Competencia:

Analizar el comportamiento de los campos electromagnéticos, por medio del estudio de sus diferentes aplicaciones en la Ingeniería Electrónica, para explicar el principio de funcionamiento de cada aplicación, con pensamiento crítico, creatividad, responsabilidad social y orden.

Contenido:

Duración: 2 horas

- 4.1. Diseño de antenas
- 4.2. Interferencia y compatibilidad electromagnética (EMI, EMC)
- 4.3. Circuitos integrados de RF y Microondas
- 4.4. Óptica aplicada
- 4.5. Motores y transformadores
- 4.6. Aplicaciones en Medicina
- 4.7. Aplicaciones en sistemas de transporte
- 4.8. Celdas solares y metamateriales

VI. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER

No. de Práctica	Competencia	Descripción	Material de Apoyo	Duración
UNIDAD I				
1	Aplicar las propiedades de vectores y operadores diferenciales e integrales, a través de ecuaciones matemáticas, para comprender el formalismo matemático de las ecuaciones de Maxwell, con pensamiento analítico, ordenado y disposición para el trabajo colaborativo.	El docente propone problemas y ejercicios de aplicación de conceptos de vectores y calculo diferencia e integrales. El estudiante se reúne en grupo para resolver problemas propuestos por el docente, con la aplicación de propiedades de vectores y operadores diferenciales e integrales. Presentan resultados.	Apuntes del curso, calculadora, bibliografía, pizarrón, pintarrón, borrador, cuaderno, lápices, computadora, internet, impresora y software especializado.	6 horas
2	Resolver problemas enfocados en aplicaciones prácticas en el vacío o medios materiales, por medios del formalismo matemático de las ecuaciones de Maxwell, para interpretar el comportamiento de los campos electromagnéticos, con pensamiento analítico, ordenado y disposición para el trabajo colaborativo.	El estudiante aplica las leyes del electromagnetismo para resolver problemas planteados por el docente, enfocados en aplicaciones prácticas en el vacío o medios materiales por ejemplo: cargas eléctricas puntuales y distribuidas, alambres o láminas con corriente eléctrica y otras. Presenta resultados.	Apuntes del curso, calculadora, bibliografía, pizarrón, pintarrón, borrador, cuaderno, lápices, computadora, internet, impresora y software especializado.	6 horas
UNIDAD II				
3	Identificar los parámetros y características de la onda electromagnética y su propagación en el vacío, mediante la ecuación de onda y su solución, para resolver problemas de propagación de ondas electromagnéticas en el vacío, con pensamiento analítico, ordenado y disposición para el trabajo	El docente propone problemas y ejercicios de aplicación de propagación de ondas electromagnéticas en el vacío. El estudiante se reúne en equipos de trabajo para resolver problemas propuestos por docente en lo que debe identificar los parámetros y características	Apuntes del curso, calculadora, bibliografía, pizarrón, pintarrón, borrador, cuaderno, lápices, computadora, internet, impresora y software especializado.	8 horas

	colaborativo.	de la onda electromagnética y su propagación en el vacío mediante la ecuación de onda y su solución. Presentan resultados.		
UNIDAD III				
4	Identificar los parámetros y características de la onda electromagnética y su propagación en medios materiales, mediante la ecuación de onda y su solución, para resolver problemas propagación de ondas electromagnéticas en medios materiales, con pensamiento analítico, ordenado y disposición para el trabajo colaborativo.	El docente propone problemas y ejercicios de aplicación de propagación de ondas electromagnéticas en medios materiales con pérdidas y sin pérdidas. El estudiante se reúne en equipo de trabajo para resolver problemas propuestos por el docente en lo que debe identificar otros parámetros y características como son: pérdidas, desfaseamiento, constante de propagación compleja, etc. de la onda electromagnética y su propagación en medios materiales mediante la ecuación de onda y su solución. Presentan resultados.	Apuntes del curso, calculadora, bibliografía, pizarrón, pintarrón, borrador, cuaderno, lápices, computadora, internet, impresora y software especializado.	8 horas
UNIDAD IV				
5	Desarrollar una monografía de investigación, por medio del análisis documental científico, instrumentos, mediciones, simulaciones, uso herramientas y software especializado, para describir los fenómenos electromagnéticos en una aplicación de ingeniería electrónica, con pensamiento analítico, creatividad, comunicación efectiva, de manera responsable con la sociedad y medio	El docente establece el alcance de la monografía a desarrollar por los estudiantes. El estudiante realiza búsqueda bibliográfica, establece el marco teórico; dependiendo de la aplicación define la metodología a seguir, así como los instrumentos, mediciones, simulaciones, uso herramientas y software especializado (en caso	Apuntes del curso, calculadora, bibliografía, pizarrón, pintarrón, borrador, cuaderno, lápices, computadora, internet, impresora y software especializado.	4 horas

	ambiente.	de ser requeridos). Elabora el análisis de resultados y conclusiones de su investigación. Presenta ante el grupo y docente.		
--	-----------	---	--	--

VII. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre: El primer día de clase el docente debe establecer la forma de trabajo, criterios de evaluación, calidad de los trabajos académicos, derechos y obligaciones docente-alumno.

Estrategia de enseñanza (docente)

- Exposiciones orales sobre la temática.
- Proporciona bibliografía especializada.
- Explica formulas a través de soluciones prácticas.
- Propicia la participación activa del estudiante.
- Realiza y aplica evaluaciones parciales.
- Asesora avances de la monografía de investigación.
- Explica el uso del software especializado.

Estrategia de aprendizaje (alumno)

- Revisiones bibliográficas.
- Resuelve problemas propuestos por el docente.
- Trabaja en colaboración con compañeros.
- Utiliza software especializado.
- Resuelve exámenes.
- Investiga documentos científicos.
- Revisa casos de estudios de aplicación de la teoría electromagnética.
- Presenta avances de proyecto final.
- Participa activamente en la clase.

VIII. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

La evaluación será llevada a cabo de forma permanente durante el desarrollo de la unidad de aprendizaje de la siguiente manera:

Criterios de acreditación

- Para tener derecho a examen ordinario y extraordinario, el estudiante debe cumplir los porcentajes de asistencia que establece el Estatuto Escolar vigente.
- Calificación en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60.

Criterios de evaluación

- | | |
|--|------|
| - 3 evaluaciones..... | 45% |
| - Tareas, problemas de talleres, simulaciones | 10% |
| - Evidencia de desempeño.....
(Monografía de investigación) | 45% |
| Total..... | 100% |

IX. REFERENCIAS

Básicas

- Edminister, J. A. (2013). *Electromagnetics*. (4^a ed.). México: McGraw-Hill.
- Fleisch, D. (2010). *A Student's Guide to Maxwell Equations* (1st ed.). USA: Cambridge University Press. [clásica]
- Haytt, W. H. y Buck, J. A. (2012). *Teoría electromagnética*. (8th ed.). USA: McGraw-Hill. [clásica]
- John, K. y Carl, T.A. (2004). *Teoría electromagnética. Campos y Ondas*. (1^a ed. 5^a Reimpresión). México: Limusa. [clásica]
- Popovic, Z. (2005). *Introducción al electromagnetismo*. (1^a ed.). México: CECSA. [clásica]
- Sadiku, M. N. O. (2009). *Numerical techniques in electromagnetics with MATLAB* (3^a ed.). USA: CRC Press, [clásica]
- Sadiku, M. N. O. (2013). *Elementos de electromagnetismo* (3^a ed.). Alfaomega: México.
- Sadiku, M. N. O. & Nelatury, S.R. (2015). *Analytical Techniques in electromagnetics* (1^a ed.). México: CRC Press.
- Spiegel, M., Lipschutz, S. y Liu, J. (2014). *Manual de Fórmulas y Tablas Matemáticas* (4^a ed.). USA: Mc Graw-Hill.

Complementarias

- Ball, D. (2014). *Maxwell's Equations of Electrodynamics*. USA: SPIE.
- Collin, R. E. (2000). *The Foundations for Microwave Engineering* (1st ed.). USA: IEEE Press. [clásica]
- Fleisch, D. (2012). *A Student's Guide to Vectors and Tensors*. U.K.: Cambridge University Press. [clásica]
- Jackson, J. D. (1998). *Classical Electrodynamics* (3rd ed.). USA: John Wiley and Sons. [clásica]
- Kraus, J.D. y Fleish, D. (2000). *Electromagnetismo con aplicaciones*. (5^a ed.). México: McGraw-Hill. [clásica]
- Reitz, J. R., Mildford, F.J. y Christy, R.W. (1996). *Fundamentos de la Teoría Electromagnética* (4^a ed.). USA: Addison Wesley.
- Spiegel, M., Lipschutz S., Schiller, J. y Spellman, D. (2011). *Variable Compleja* (2^a ed.). México: McGraw-Hill. [clásica]

X. PERFIL DEL DOCENTE

El docente de esta asignatura debe poseer formación en Física, Ingeniería Electrónica o área afín, preferentemente con grado de maestría o doctorado en ciencias exactas o ingeniería, o con cinco años de experiencia en las áreas mencionadas. Además debe propiciar la participación activa del estudiante, respetuoso, creativo, honesto.