



## 1. Datos Generales de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura:</b>	Eficiencia Energética y Energías Renovables
<b>Clave de la asignatura:</b>	ENC-2103
<b>SATCA<sup>1</sup>:</b>	<u>(2 – 2 – 4)</u>
<b>Carrera:</b>	Ing. Eléctrica, Ing. Mecánica, Ingeniería Civil

## 2. Presentación

### Caracterización de la asignatura

El programa de la asignatura de Eficiencia Energética y Energías Renovables está diseñado para contribuir en la formación integral de los estudiantes del Sistema Nacional de Educación Superior Tecnológica (SNEST), ya que proporciona las competencias necesarias para:

La finalidad de esta asignatura es promover e inducir, por medio de qué acciones y resultados, que se puede lograr una eficiencia energética, a través de proyectos que permitan la vinculación entre la innovación tecnológica y el consumo de energía eléctrica, mediante la aplicación de tecnologías eficientes y calidad de la energía

Estos conocimientos le aportaran al estudiante tanto en lo personal como en lo profesional, una visión de las herramientas y cálculos técnicos en base a costo y beneficio, que puede emplear para la modernización de instalaciones y aplicación tecnologías de alta eficiencia, que lo ayudaran a contribuir a la conservación de los recursos naturales no renovables y al aprovechamiento sustentable de la energía.

En México es importante asesorar a las empresas, particulares, sector público, sobre el tema de uso eficiente de energía con ello puede tener una disminución en sus costos por energía eléctrica, ahorros desde la interpretación de su recibo de energía eléctrica como de la identificación de pérdidas de energía y la evaluación de los sistemas en cuanto a su eficiencia energética y la implementación de dispositivos de control. Así como el conocimiento del aprovechamiento de las energías renovables.

### Intención didáctica

Las primeras unidades son las bases conceptuales para la eficiencia energética, la calidad de la energía, para posteriormente realizar evaluaciones, de mejoraras energéticas y ahorros económicos. La última unidad está enfocada a la aplicación de energías renovables.

En la primera unidad se proporcionar información para el análisis del sector energético Nacional, así como de las proyecciones de la producción de energía en relación con las políticas que se rigen sobre el tema. También se habla de la situación de generación de

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



energía eléctrica con recursos no renovables para abastecer su demanda eléctrica.

La segunda unidad trata sobre el esquema tarifario, donde se identifican las diferentes categorías de tarifa y los conceptos que se cobran en cada una, para algunos casos se calcula el factor de potencia calculando multas y bonificaciones, compensación de banco de capacitores si es necesario y como punto final el concepto de control de demanda y sus ventajas.

Para la tercera unidad se analizan las pérdidas en equipos mecánicos y la identificación de las variables que afectan la eficiencia energética en; compresores, de ventilación y aire acondicionado, bombas y motores, con ello se realizan casos en los cuales es rentable la sustitución de equipos, así como la implementación de dispositivos de control.

En la cuarta unidad se habla de la importancia de la calidad de la energía, la cual debe ser suministrada a los equipos y dispositivos con las características y condiciones adecuadas que les permita mantener su continuidad, sin que se afecte su desempeño ni provoque fallas a sus componentes. Para ello se realiza un análisis donde se registran las variables que se tienen de las perturbaciones eléctricas y así proponer las posibles soluciones para corregirla.

La quinta unidad consiste en experiencias de casos de aplicación de dispositivos de control de sistemas fotovoltaicos y energía eólica lo cuales aportan una mayor eficiencia al sistema de producción de energía.

México está comprometido con el cumplimiento de las metas de mitigación establecidas en la Ley de Aprovechamiento de las Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética (LAERFTE1) que señala que el sector eléctrico debe transformarse para que al 2024 un máximo de 65% de la electricidad provenga de combustibles fósiles. Esta meta se ratifica en la Ley General de Cambio Climático que estipula que el 35% de la generación eléctrica provenga de energías limpias para el 2024.

Algunas de las actividades que se sugieren en extra-clase es de observación, análisis y discusión de los resultados dentro del aula.

En las actividades de aprendizaje sugeridas generalmente se propone la formalización de los conceptos a partir de experiencias concretas, se busca que el estudiante tenga el primer contacto con el concepto en forma concreta y sea a través de la observación, la reflexión y la discusión de temas vistos con anterioridad y que formulen la integración de varios conceptos y sistemas en un solo o proyecto que consolide la formación como ingeniero.

Durante el desarrollo de las actividades programadas en la asignatura es muy importante que el estudiante aprenda a valorar las actividades que particularmente lleva a cabo y entienda que está construyendo su conocimiento, aprecie la importancia de este y los hábitos de trabajo; desarrolle la precisión y la curiosidad, la puntualidad, el entusiasmo y el interés, la tenacidad, la flexibilidad y la autonomía y en consecuencia actúe de manera profesional.



**3. Participantes en el diseño y seguimiento curricular del programa**

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Observaciones
Instituto Tecnológico de Mérida del 07 de Marzo al 18 de Mayo de 2017	Representantes de la Academia de Ingeniería Eléctrica:  Roger Antonio Anguas Morales Agustín Flores Novelo Ángel Abraham Alcalá Caballero Artemio Alpizar Carrillo Beatriz A. García Cristiano Carlos Ruiz Casanova Francisco Ramos Díaz Javier David López Balam Javier Alejandro Naal Gil Nicté Ha Lara Díaz Rafael de Jesús Solís Noriega Rosendo Rodríguez Chávez Teresa Ramírez Hernández Víctor Sandoval Curmina	Reunión de Academia de Ingeniería Eléctrica
Instituto Tecnológico de Mérida del 10 de febrero al 21 de abril de 2021	Representantes de la Academia de Ingeniería Eléctrica:  Agustín Flores Novelo Beatriz Aurora García Cristiano Francisco Ramos Díaz Javier Alejandro Naal Gil Javier David López Balam José Fidel Rodríguez Huerta Manuel Cordova Ake Nicté Ha Lara Díaz Rafael de Jesús Solís Noriega Roger Antonio Anguas Morales Teresa Ramírez Hernández	Reunión de Academia de Ingeniería Eléctrica
Instituto Tecnológico de Mérida del 10 de febrero al 21 de abril de 2021	Representantes de la Academia de Ingeniería Mecánica:  Dr. Luis Ricalde Castellanos M.C. Emiliano Alberto Canto Quintal M.I. Silvio José Villajuana Cervantes Dr. Hugo Joel Carrillo Escalante Dr. Enrique Josué Chan y Díaz Dr. Joel Odelin Novelo Segura Ing. Juan Alberto González Santillán	Academia de Ingeniería Mecánica



#### 4. Competencia(s) a desarrollar

<b>Competencia(s) específica(s) de la asignatura</b>
Capacidad para proponer mejoras de eficiencia energética en equipos y sistemas a través del desarrollo de estándares nacionales de gestión de energía, por medio de la aplicación de metodologías para una evaluación de mejoras en eficiencia energética y análisis de la calidad de energía en las instalaciones eléctricas. Emplea las energías renovables como parte del desarrollo sustentable, estos temas concientizan al estudiante para fomentar una cultura para el uso eficiente de la energía.

#### 5. Competencias previas

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conocimientos en ecuaciones diferenciales, series y transformadas de Fourier, análisis de circuitos eléctricos, circuitos magnéticamente acoplados, sistemas eléctricos de potencia e instalaciones eléctricas.</li> <li>• Manejo del equipo analizador de redes.</li> </ul>
---

#### 6. Temario

No.	Temas	Subtemas
1	Contexto Nacional e Internación de la Energía	1.1.- Conceptos de energía 1.2.- Oferta y demanda mundial de energía 1.3.- Consumo nacional de energía 1.4.- Consumo energético total por sector 1.5.- Prospectiva energética 1.6.- Impactos ambientales de la energía
2	Tarifas Eléctricas	2.1.- Definición de auditoría energética 2.2.- Esquema de tarifas eléctricas 2.3.- Evaluar factor de potencia 2.4.- Cálculo y selección de elementos compensadores de reactivos 2.5.- Conceptos de control de demanda.
3	Eficiencia Energética en Equipos	3.1.- Conceptos de eficiencia energética 3.2.- Normativa de eficiencia energética en equipos y sistemas 3.3.- Compresores 3.4.- Equipos de ventilación y aire acondicionado 3.5.- Bombas 3.6.- Motores eléctricos en general
4	Calidad de la Energía	4.1.- Importancia de la calidad de la energía eléctrica. 4.2.- Procedimiento de evaluación de la calidad de la energía eléctrica.



		<p>4.3.- Distorsión armónica de voltaje y corriente.</p> <p>4.4 .- Cantidades de sistema bajo condiciones no sinusoidales: Potencia, factor de potencia, Secuencia de fases.</p> <p>4.5.- Índices armónicas: THD, TDD, factor k.</p> <p>4.6.- Normatividad sobre armónicas.</p> <p>4.7.- Efectos de la distorsión armónica.</p>
5	Dispositivos de Control en Energías Renovables.	<p>5.1 Introducción</p> <p>5.2 Tipo de dispositivos de control</p> <p>5.3 Experiencias de aplicación de dispositivos de control en Sistemas Fotovoltaicos</p> <p>5.4 Experiencias de aplicación de dispositivos de control en Sistemas Eólicos.</p> <p>5.5 Evaluación económica del ahorro por aplicación de dispositivos de control.</p>



## 7. Actividades de aprendizaje de los temas

1. Contexto Nacional e Internación de la energía	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p><b>Específicas:</b> Analizar los sectores de mayor consumo de energía, identificar el consumo energético de las principales ramas industriales.</p> <p><b>Genéricas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Propiciar actividades de búsqueda, selección y análisis de información en distintas fuentes.</li> <li>• Propiciar actividades de planeación y organización de distinta índole en el desarrollo de la asignatura.</li> <li>• Fomentar actividades grupales que propicien la comunicación, el intercambio argumentado de ideas, la reflexión, la integración, y la colaboración de y entre los estudiantes.</li> <li>• Propiciar el uso adecuado de conceptos, y de terminología científico-tecnológica</li> <li>• Relacionar los contenidos de la asignatura con el cuidado del medio ambiente; así como con las prácticas de una carrera técnica con enfoque sustentable.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Interpretar y realizar gráficas de comportamiento de la información más relevante del balance nacional de energía.</li> <li>• Elaborar reporte de análisis del consumo energético de las principales ramas industriales, correlacionar varias gráficas.</li> <li>• Habilidad de análisis para toma de decisiones para ejemplos casos.</li> </ul>
2. Tarifas Eléctricas	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p><b>Específica:</b> Conocer el esquema tarifario eléctrico de México, analiza el recibo de energía eléctrica para observar comportamiento de consumo de energía para identificar bajo factor de potencia. Realiza propuesta de mejora y evalúa económicamente.</p> <p><b>Genéricas:</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elaborar herramienta de cálculo para evaluar costo de energía eléctrica, multa, bonificación y compensación de bajo factor de potencia.</li> <li>• Aplica técnicamente un análisis de recibo de energía presentando una propuesta de solución escrita con todos los elementos convincentes</li> </ul>



<ul style="list-style-type: none"> <li>• Propiciar actividades de búsqueda, selección y análisis de información en distintas fuentes.</li> <li>• Propiciar el uso de las nuevas tecnologías en el desarrollo de los temas de la asignatura.</li> <li>• Fomentar actividades grupales que propicien la comunicación, el intercambio argumentado de ideas, la reflexión, la integración, y la colaboración de y entre los estudiantes.</li> <li>• 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.</li> <li>• Desarrollar actividades de aprendizaje que propicien la aplicación de los conceptos, modelos y metodologías que se van aprendiendo en el desarrollo de la asignatura.</li> <li>• Propiciar el uso adecuado de conceptos, y de terminología científico-tecnológica</li> <li>• Observar y analizar fenómenos y problemáticas propias del campo ocupacional.</li> </ul>	<p>para que se lleve a cabo la propuesta.</p>
<p>3. Eficiencia Energética en Equipos.</p>	
<p>Competencias</p>	<p>Actividades de aprendizaje</p>
<p>Específica:</p> <p>Elaborar herramienta para evaluar un uso eficiente en un equipo determinado, el cual contemple todas las posibles alternativas de disminuir su consumo de energía sin afectar su desempeño en el área de trabajo o producción.</p> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Propiciar actividades de búsqueda, selección y análisis de información en distintas fuentes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Definen las variables que deberá de contener la herramienta a realizar, considerando todas las posibles maneras de disminuir su consumo de energía o disminución económica.</li> <li>• Estructura caso de sustitución de equipo fundamentando su sustitución. Expresa de manera escrita y oral el caso realizado de sustitución del equipo.</li> </ul>



<ul style="list-style-type: none"> <li>• Propiciar el uso de las nuevas tecnologías en el desarrollo de los temas de la asignatura.</li> <li>• Propiciar actividades de planeación y organización de distinta índole en el desarrollo de la asignatura.</li> <li>• Fomentar actividades grupales que propicien la comunicación, el intercambio argumentado de ideas, la reflexión, la integración, y la colaboración de y entre los estudiantes.</li> <li>• 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.</li> <li>• 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.</li> <li>• Desarrollar actividades de aprendizaje que propicien la aplicación de los conceptos, modelos y metodologías que se van aprendiendo en el desarrollo de la asignatura.</li> <li>• Observar y analizar fenómenos y problemáticas propias del campo ocupacional.</li> </ul>	
<p>4. Calidad de la Energía.</p>	
<p>Competencias</p>	<p>Actividades de aprendizaje</p>
<p>Específica:</p> <p>Gestiona información e interpretar de información sobre problemas de mala calidad de la energía y proponer soluciones.</p> <p>Genéricas:</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar en la Norma IEEE 519 información de armónicos.</li> <li>• Mide e interpreta las diferentes variables de la distorsión armónica. Elabora un proyecto de un caso real donde analiza la situación actual y</li> </ul>



<ul style="list-style-type: none"> <li>• Propiciar actividades de búsqueda, selección y análisis de información en distintas fuentes.</li> <li>• Propiciar el uso de las nuevas tecnologías en el desarrollo de los temas de la asignatura.</li> <li>• Fomentar actividades grupales que propicien la comunicación, el intercambio argumentado de ideas, la reflexión, la integración, y la colaboración de y entre los estudiantes.</li> <li>• 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.</li> <li>• Desarrollar actividades de aprendizaje que propicien la aplicación de los conceptos, modelos y metodologías que se van aprendiendo en el desarrollo de la asignatura.</li> </ul>	<p>propone mejoras para reducir los armónicos en la instalación.</p>
<p>5. Dispositivos de Control en Energías Renovables.</p>	
<p>Competencias</p>	<p>Actividades de aprendizaje</p>
<p>Específica:</p> <p>Ser capaces de realizar un análisis experiencias de aplicación de dispositivos de control en energías renovables</p> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Propiciar actividades de búsqueda, selección y análisis de información en distintas fuentes.</li> <li>• Propiciar el uso de las nuevas tecnologías en el desarrollo de los temas de la asignatura.</li> <li>• Fomentar actividades grupales que propicien la comunicación, el intercambio argumentado de ideas, la reflexión, la integración, y la colaboración de y entre los estudiantes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizar un análisis de las experiencias que se tienen en un caso aplicado en energías renovables con la aplicación de dispositivos de control.</li> <li>• Argumenta la memoria técnica, indicando el dispositivo que se empleó, las ventajas y desventajas y la factibilidad del caso.</li> <li>• Presentar sus resultados por medio de un informe escrito y por exposición oral.</li> </ul>



- 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.
- Observar y analizar fenómenos y problemáticas propias del campo ocupacional.

## 8. Práctica(s)

- Prácticas de medición de calidad en la energía. Para esto se requiere equipos de medición especiales dedicados para efectuar el diagnóstico de la calidad de la energía eléctrica en prácticas de laboratorio y en instalaciones en el campo.
- Plantear casos de estudio prácticos para cada tema
- Reportes de investigación documental

## 9. Proyecto de asignatura

### Contenido del Proyecto Final

- Planteamiento del Problema
- Objetivo general y objetivos específicos
- Aplicación de conceptos
- Metodología
- Análisis
- Resultados

## 10. Evaluación por competencias

La evaluación de la asignatura se hará con base en el siguiente desempeño:

- Informe de práctica.
- Reportes de investigación documental
- Análisis de Casos
- Ensayo
- Propuesta de mejora de eficiencia energética en un equipo o sistema
- Exposición de clase



- Examen con preguntas de opción múltiple o de preguntas abiertas

## 11. Fuentes de información

1. SENER. (25/02/21). Balance Nacional de Energía 2019. 17/05/2021, de Gobierno de México Sitio  
web: [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/618408/20210218\\_BNE.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/618408/20210218_BNE.pdf)
2. SENER (2019) VI. Demanda y consumo 2019-2033. Obtenido de: [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/475496/PRODESEN\\_VI.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/475496/PRODESEN_VI.pdf)
3. Comisión Federal De Electricidad. (2021). Esquema Tarifario Vigente. 2021, de C.F.E Sitio  
web: <https://app.cfe.mx/Aplicaciones/CCFE/Tarifas/TarifasCRENegocio/Negocio.aspx>
4. CONUEE. (2021). CONUEE. Obtenido de Comisión Nacional para el Uso de Eficiente de la Energía: <https://www.gob.mx/conuee>
5. Ramasami Natarajan. (2019). Power Systems Capacitors. New York: Taylor & Francis Group
6. Calidad De La Energía Eléctrica (2019). Consultado el 17 de mayo de 2021. Extraído de: [http://www.andi.hn/wp-content/uploads/2014/11/3-Calidad-de-la-Energ%C2%A1a\\_sn.pdf](http://www.andi.hn/wp-content/uploads/2014/11/3-Calidad-de-la-Energ%C2%A1a_sn.pdf)
7. Rivera Vento Jorge Luis Vicente y Romero Ruiz Willian Dany. (2020). Facultad De Ingeniería Arquitectura Y Urbanismo. Universidad Señor De Sipan. Evaluación De La Calidad De La Energía Eléctrica En La Empresa Planet Motor's S.A.C. Consultado el 17 de Mayo de 2021. Extraído de <https://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12802/6793/Romero%20Ru%c3%adz%20Willian%20%26%20Rivera%20Vento%20Jorge.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
8. Dra. Victoria Serrano. (2018). Parámetros de Calidad de Energía. Consultado el 17 de Mayo de 2021. Extraído de [https://www.academia.utp.ac.pa/sites/default/files/docente/317/parametros\\_de\\_calidad\\_de\\_energia.pdf](https://www.academia.utp.ac.pa/sites/default/files/docente/317/parametros_de_calidad_de_energia.pdf)



9. Análisis de calidad de energía eléctrica (2018) Consultado el 17 de mayo del 2021. Extraído de: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/2110/13/UPS-GT000145.pdf>
10. Julian Cantos Serrano. (2016). configuración de instalaciones solares fotovoltaicas. España: Paraninfo.
11. Chévez, P. (2017). Energías renovables y eficiencia energética: análisis de medidas orientadas al sector residencial. Buenos Aires, Argentina: Editorial Nobuko. Recuperado de <https://elibro.net/es/lc/biblioitmerida/titulos/77456>.
12. Revista Iberoamericana de Automática e Informática industrial 16 (4), 381-390, 2019 [https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as\\_sdt=0%2C5&q=dispositivos+de+control+en+sistemas+eolicos&btnG=#d=gs\\_qabs&u=%23p%3DXcB1RMWiCWUJ](https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=dispositivos+de+control+en+sistemas+eolicos&btnG=#d=gs_qabs&u=%23p%3DXcB1RMWiCWUJ)