

1. Datos generales de la asignatura

Nombre de la asignatura: Clave de la asignatura: SATCA: Carrera:	Energía Eólica ERF-1702 3-2-5 Ingeniería Mecánica
---	--

2. Presentación

Caracterización de la asignatura

Esta asignatura aporta al perfil del Ingeniero Mecánico los conocimientos para formular y desarrollar sistemas de aprovechamiento de la energía eólica. Los conocimientos y habilidades adquiridas harán que el alumno sea capaz de formular, gestionar y administrar proyectos relacionados con este tipo de energía; basados en un pensamiento ético y responsable para comprender los impactos que producen las tecnologías del sector energético en el medio ambiente y la administración de recursos energéticos.

Para la integración de esta asignatura se ha considerado el enfoque en el desarrollo sustentable y el uso eficiente y racional de la energía, con la intención de promover una conciencia ética y responsable del egresado como profesional de la Ingeniería Mecánica.

Esta asignatura consiste en proporcionar al alumno los conocimientos técnicos necesarios para el análisis y evaluación de los sistemas termo-fluidos y mecánicos utilizados para transformar la energía proporcionada por el viento, resaltando el impacto ambiental.

La asignatura de Energía Eólica aplica los conocimientos, habilidades y destrezas adquiridas en las asignaturas como: Dibujo mecánico, Ingeniería de materiales metálicos y no metálicos, Mecánica de materiales, Termodinámica, Mecánica de fluidos, Circuitos y máquinas eléctricas, Diseño, Vibraciones mecánicas, Instrumentación y control, Máquinas de fluidos compresibles. Se trata de una asignatura terminal e integradora.

3. Participantes en el diseño y seguimiento curricular del programa

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Observaciones
Instituto Tecnológico de Morelia del 22 al 26 de Junio del 2015	Academia de Ingeniería Mecánica del Instituto Tecnológico de Morelia	

4. Competencias a desarrollar

Competencias específicas: • Aprovechamiento de la energía eólica. • Comprender los sistemas térmicos y mecánicos para la transformación de la energía eólica en energía eléctrica. • Diseñar y desarrollar sistemas de aprovechamiento eólico tanto individuales como en parques. • Desarrollar una conciencia ciudadana con tendencia a la utilización de fuentes limpias y renovables.	Competencias genéricas: <u>Competencias instrumentales</u> • Capacidad de análisis y síntesis. • Capacidad de organizar y planificar. • Conocimientos básicos de la carrera. • Comunicación oral y escrita. • Habilidades básicas de manejo de la computadora. • Habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas. • Solución de problemas. • Toma de decisiones. <u>Competencias interpersonales</u> • Capacidad crítica y autocrítica. • Trabajo en equipo. • Habilidades interpersonales. • Capacidad de comunicarse con profesionales de otras áreas. • Habilidad para trabajar en un ambiente laboral. • Compromiso ético. <u>Competencias sistémicas</u> • 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. • Habilidad para trabajar en forma autónoma. • Iniciativa y espíritu emprendedor. • Preocupación por la calidad. • Búsqueda del logro. • Liderazgo.
---	--

--	--

5. Competencias previas

- Realizar análisis de la primera y segunda ley de la Termodinámica.
- Conocer el principio de funcionamiento de los instrumentos de medición y control.
- Conocer los ciclos básicos de las máquinas de fluidos compresibles.
- Conocer los conceptos básicos y leyes del movimiento de los fluidos.

6. Temario

Unidad	Tema	Subtema
1	Introducción a la energía eólica.	1.1. La energía eólica en México y en el mundo. 1.2. Desarrollo histórico de los aeromotores. 1.3. Características del viento. 1.4. Medición del viento. 1.5. Estimación de potenciales eólicos. 1.6. Modelos para estimar potenciales eólicos.
2	Tipos y aerodinámica básica de turbinas eólicas.	2.1. Tipos de turbinas eólicas. 2.1.1. Turbinas de palas fijas. 2.1.2. Turbinas de palas móviles. 2.2. Perfiles aerodinámicos. 2.3. Parámetros de una turbina eólica. 2.4. Concepción de una turbina eólica óptima. 2.5. Turbinas comerciales.
3	Componentes básicos de un aerogenerador.	3.1. Cimentación, Torre y Góndola. 3.2. Palas. 3.3. Sistemas hidráulicos y de control. 3.4. Multiplicadora. 3.5. Generador. 3.6. Elevador. 3.7. Transformador. 3.8. Sistemas de seguridad.

4	Dimensionamiento y regla de similitud de una turbina eólica.	4.1. Teoría de la similitud. 4.2. Cálculo del diámetro de una turbina para una potencia a una velocidad determinada. 4.3. Efecto del diámetro de la turbina sobre la potencia, el par, el empuje, la velocidad de rotación, las fuerzas aerodinámicas y la fuerza centrífuga. 4.4. Efecto de los esfuerzos y la frecuencia natural de vibración.
5	Control de aeromotores.	5.1. Propósitos del control. 5.2. Tipos de control. 5.3. Actuación sobre el rotor. 5.4. Sistemas de control simple. 5.5. Sistemas de control rápido.
6	Aerogeneración.	6.1. Conceptos básicos de máquinas generadoras de corriente directa, corriente alterna y sus aplicaciones en aerogeneración. 6.2. Tipos y diseños de las máquinas generadoras síncronas. 6.3. Tipos y diseños de las máquinas de inducción. 6.4. Tipos y diseño de las máquinas de corriente directa.

7. Actividades de aprendizaje de los temas

Unidad 1. Introducción a la energía eólica.	
Competencias.	Actividades de aprendizaje.
• Describir la energía eólica. • Fortalecer su desempeño individual o personal. • Comunicación oral y escrita en su propia lengua. • Generar nuevas ideas (creatividad).	• Analizar y explicar la energía eólica. • Realizar investigación que permita al alumno describir el aprovechamiento de la energía eólica. • Realizar una investigación acerca de la caracterización y los diferentes criterios para estimar el potencial eólico.

	• Conocer y analizar las cartas de recurso eólico. • Conocer los parámetros e instrumentos de medición del viento. • Visita a una estación de medición del recurso eólico.
--	--

Unidad 2. Tipos y aerodinámica básica de turbinas eólicas.	
Competencias.	Actividades de aprendizaje.
• Describir la aerodinámica de las turbinas eólicas. • Fortalecer su desempeño individual o personal. • Comunicación oral y escrita en su propia lengua. • Generar nuevas ideas (creatividad).	• Realizar un trabajo de investigación acerca de los tipos de turbinas eólicas. • Conocer las diferencias entre las turbinas de palas fijas y las de palas móviles. • Realizar un trabajo de investigación acerca de los perfiles aerodinámicos. • Describir los parámetros de una turbina eólica. • Realizar la concepción de una turbina eólica óptima. • Proponer otros diseños de turbinas eólicas. • Realizar una investigación sobre las turbinas comerciales.

Unidad 3. Componentes básicos de un aeromotor.	
Competencias.	Actividades de aprendizaje.
• Conocer los componentes que integran un aerogenerador y su interrelación. • Conocer las etapas para el diseño y construcción de una instalación eólica. • Analizar y promover la utilización de fuentes limpias y renovables de energía	• Conocer, analizar y explicar los elementos principales y auxiliares de una turbina eólica. • Elaborar un trabajo por escrito sobre la multiplicadora en las turbinas eólicas.

como una forma de contribución al desarrollo sustentable. • Fortalecer su desempeño individual o personal. • Comunicación oral y escrita en su propia lengua. • Generar nuevas ideas (creatividad).	• Realizar una investigación sobre los sistemas de seguridad para el cuidado e integridad de los aerogeneradores y del personal que los opera.
--	--

Unidad 4. Dimensionamiento y reglas de similitud de una turbina eólica.	
Competencias.	Actividades de aprendizaje.
• Describir los diferentes métodos para establecer el dimensionamiento de una turbina eólica. • Fortalecer su desempeño individual o personal. • Comunicación oral y escrita en su propia lengua. • Generar nuevas ideas (creatividad).	• Analizar el efecto del diámetro de la turbina sobre la potencia a una determinada velocidad. • Elaborar un trabajo por escrito de la teoría de la similitud aplicada a turbinas eólicas. • Analizar y explicar el efecto del diámetro de la turbina sobre las demás variables. • Describir el efecto de los esfuerzos. • Realizar ejercicios de aplicación para el cálculo de la potencia y la eficiencia de una turbina eólica. • Realizar ensayos y mediciones de desempeño de diversos modelos de turbinas en túnel de viento.

Unidad 5. Control de aeromotores.	
Competencias.	Actividades de aprendizaje.
• Analizar el funcionamiento de los controles en los aeromotores. • Fortalecer su desempeño individual o personal.	• Investigar acerca del propósito y tipos de controles. • Realizar ejercicios de sistemas de control simples.

• Comunicación oral y escrita en su propia lengua. • Generar nuevas ideas (creatividad).	• Realizar ejercicios de sistemas de control rápido. • Investigar el funcionamiento de los sistemas hidráulicos utilizados en el desempeño y control de una turbina eólica. • Elaborar un diagrama del sistema hidráulico de control de una turbina de palas móviles. • Diseñar un dispositivo de control para una turbina de palas fijas.
---	---

Unidad 6. Aerogeneración.	
Competencias.	Actividades de aprendizaje.
• Analizar el impacto que produce el uso indiscriminado de la energía en el desarrollo sustentable de nuestro país. • Fortalecer su desempeño individual o personal. • Comunicación oral y escrita en su propia lengua. • Generar nuevas ideas (creatividad).	• Comprender la importancia de las máquinas generadoras • Comprender los tipos y diseños de las máquinas generadoras alternas. • Comprender y explicar las máquinas generadoras síncronas. • Conocer y explicar las máquinas de inducción y su aplicación en aerogeneradores.

8. Prácticas

- Identificación de componentes del sistema de aerogeneración.
- Operación y funcionamiento del sistema de aerogeneración.
- Balance energético de un aerogenerador.
- Cálculo de la eficiencia de una turbina eólica.
- Cálculo de la eficiencia del sistema de aerogeneración.

9. Proyecto de asignatura

El objetivo del proyecto que planteé el docente que imparta esta asignatura, es demostrar el desarrollo y alcance de las competencias de la asignatura considerando.

- **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

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

- Participa y organiza foros de discusión con sus compañeros sobre centrales eólicas presentando un informe escrito.
- Presenta reportes de los resultados obtenidos de las demostraciones y prácticas realizadas en clase, con sus comentarios y conclusiones.
- Presenta exámenes escritos para solucionar problemas de aplicación práctica.
- Presenta ante el grupo y en exposición el modelo didáctico construido junto con su memoria de cálculo.
- Realiza una presentación y discusión del reporte de visitas a empresas y centrales eólicas.
- Participa en la realización de ejercicios prácticos.
- Desarrolla un proyecto en equipo sobre la solución de generación de energía eléctrica por medio de centrales eólicas, presentando por escrito: cálculos, planos y referencias bibliográficas.
- Participación activa y crítica en clase.
- Presentaciones trabajos en equipos.

11. Fuentes de información

- i. Anaya-Lara, Jenkins, N., Cartwright, P., Hughes, M., **Wind Energy Generation**, J. Wiley and Sons, 2010.

- ii. Burton, T., Sharpe, D., Jenkins, N., **Wind Energy Handbook**, J. Wiley and Sons, 2011.
- iii. Freris, L.I., **Wind Energy Conversion Systems**, Prentice Hall, 1990.
- iv. Gasch, R., **BWind Power Plants**, German Wind Energy Association, 2002.
- v. Harrison, R., Hau, E., Snel, H., **Large Wind Turbines**, J. Wiley and Sons, 2001.
- vi. Jain, P., **Wind Energy Engineering**, McGraw-Hill, 2010.
- vii. Manwell, J., McGowan, J., **Wind Energy Explained**, J. Wiley and Sons, 2010.
- viii. Moreno, C., **Molinos de viento para el bombeo de agua**, Ed. Cuba Solar, 2002.
- ix. Shigley, **Diseño en Ingeniería Mecánica**, McGraw-Hill, 2003.
- x. Villarubia, M., **Energía Eólica**, Ceac España, 2009.