

## 1. Datos Generales de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura:</b>	Sistemas Eólicos
<b>Clave de la asignatura:</b>	PRi-1709
<b>SATCA<sup>1</sup></b>	3-4-7
<b>Carrera:</b>	Profesional Asociado en Energías Renovables

## 2. Presentación

### Caracterización de la asignatura.

Debido a que la asignatura de sistemas eólicos es la primera materia de especialidad enfocada a sistemas de generación eólica, su contenido es relevante al proporcionar al estudiante una visión amplia de los componentes y sistemas que conforman un aerogenerador, sirviendo de base para las materias de Mantenimiento Mecánico de Aerogeneradores y Mantenimiento Eléctrico y de Control de Aerogeneradores

### Intención didáctica.

La asignatura en sus primeros temas tiene como objetivo estudiar los principios básicos de conversión de energía eólica, cimentando las bases de lo que será el estudio de las partes específicas que componen un aerogenerador, visto desde una perspectiva general, donde se analiza la parte mecánica, eléctrica y electrónica del sistema; aplicando los conocimientos adquiridos en las asignaturas de: física y química aplicadas, introducción a las energías renovables, matemáticas aplicadas I y II, electricidad y magnetismo.

Se sugiere que el docente aborde la asignatura con prácticas de forma tal que se afiance lo adquirido de manera conceptual, fomentando en todo momento la participación activa de los estudiantes. Haciendo hincapié en todo momento la importancia de realizar todas las actividades cumpliendo con las normas de seguridad.

Las competencias genéricas que se están desarrollando con el tratamiento de los contenidos de esta asignación son:

Capacidad de abstracción, análisis y síntesis.

Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica

Capacidad para organizar y planificar el tiempo.

Capacidad de comunicación oral y escrita.

Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación

Capacidad de investigación

Capacidad de aprender y actualizarse permanentemente.

Habilidades para buscar, procesar y analizar información de fuentes diversas

Capacidad para actuar en nuevas situaciones

Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas

Habilidad para trabajar en forma autónoma.

Capacidad de trabajo en equipo.

Compromiso con la calidad.

Capacidad para tomar decisiones

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

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Evento
Instituto Tecnológico de Aguascalientes en mayo de 2017.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Aguascalientes, Culiacán, Durango, La Laguna y Morelia.	Reunión de Diseño e Innovación Curricular para la Formación y Desarrollo de Competencias Profesionales de los Programas Educativos de Profesional Asociado en Energías Renovables y Profesional Asociado en Energía Eléctrica.
Instituto Tecnológico de La Laguna en junio de 2017.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Aguascalientes, Culiacán, Durango, La Laguna y Morelia.	Reunión de Diseño e Innovación Curricular para la Formación y Desarrollo de Competencias Profesionales de los Programas Educativos de Profesional Asociado en Energías Renovables y Profesional Asociado en Energía Eléctrica.
Instituto Tecnológico de La Laguna en septiembre de 2017.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Aguascalientes, Durango y La Laguna.	Reunión de Consolidación Curricular para la Formación y Desarrollo de Competencias Profesionales de los Programas Educativos de Profesional Asociado en Energías Renovables y Profesional Asociado en Energía Eléctrica.

### 4. Competencia(s) a desarrollar

Competencia(s) específica(s) de la asignatura
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprende los principios básicos para el funcionamiento de un aerogenerador</li> <li>• Interpreta las diferentes variables que influyen en el sistema.</li> <li>• Identifica plenamente los elementos eléctricos, electrónicos y mecánicos, así como su papel en los sistemas eólicos.</li> </ul>

### 5. Competencias Previas

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplica conocimientos de matemáticas aplicadas I y II.</li> <li>• Emplea conocimientos de física y química aplicadas.</li> <li>• Identifica elementos eléctricos electrónicos.</li> <li>• Interpreta y aplica las leyes de electricidad y magnetismo.</li> <li>• Aplica los conceptos de introducción a las energías renovables.</li> </ul>
---

## 6. Temario

No	Temas	Subtemas
1	El recurso eólico	1.1 Generalidades. 1.2 Medición del viento. 1.3 La distribución de frecuencias. 1.4 Interpretación de la rosa de los vientos. 1.5 Potencial energético de una región geográfica.
2	Funcionamiento de un aerogenerador	2.1 Principio de funcionamiento del aerogenerador. 2.2 Coeficiente de potencia. 2.3 Rendimiento de un aerogenerador. 2.4 Velocidad y par de una turbina eólica. 2.5 Potencia versus velocidad de giro. 2.6 Curva de potencia de un aerogenerador.
3	El rotor de un aerogenerador	3.1 Nociones generales. 3.2 Fuerzas aerodinámicas presentes en la pala. 3.3 Acción del viento sobre el perfil de la pala. 3.4 Freno mecánico 3.5 Caja multiplicadora
4	Sistema eléctrico y electrónico en un aerogenerador	4.1 Generador síncrono, de imanes permanentes y asíncrono. 4.2 Convertidores de potencia. 4.3 Equipo eléctrico auxiliar. 4.4 Protección contra descargas atmosféricas
5	Aspectos de control en aerogeneradores	5.1 Sistemas de control en aerogeneradores 5.2 Sensores de velocidad y dirección del viento. 5.3 Sistemas de control de alabeo 5.4 Control de orientación

## 7. Actividades de aprendizaje de los temas

<b>Tema 1. El recurso eólico</b>	
Competencias	Actividades de Aprendizaje
<p><b>Específica(s):</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Conoce los fundamentos básicos de los sistemas eólicos, así como las características del viento en el enfoque de potencial energético.</li> </ul> <p><b>Genéricas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Organiza y planifica.</li> <li>• Realiza búsqueda de información y discrimina por relevancia.</li> <li>• Capacidad oral y escrita.</li> <li>• Toma de decisiones.</li> <li>• Soluciona problemas.</li> <li>• Desarrolla habilidad para investigar.</li> <li>• Trabajo en equipo.</li> <li>• Capacidad para aplicar los conocimientos a la práctica.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Buscar fuentes de información de recurso eólico en el contexto local, nacional y mundial.</li> <li>• Utilizar software para análisis de sistemas eólicos.</li> <li>• Comprender las diferentes clases de viento.</li> </ul>
<b>Tema 2. Funcionamiento de un aerogenerador</b>	
Competencias	Actividades de Aprendizaje
<p><b>Específica(s):</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprende cómo se realiza la conversión de energía electromecánica en los sistemas eólicos.</li> </ul> <p><b>Genéricas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Organiza y planifica.</li> <li>• Realiza búsqueda de información y discrimina por relevancia.</li> <li>• Capacidad oral y escrita.</li> <li>• Toma de decisiones.</li> <li>• Soluciona problemas.</li> <li>• Desarrolla habilidad para investigar.</li> <li>• Trabajo en equipo.</li> <li>• Capacidad para aplicar los conocimientos a la práctica.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estudiar el principio de conversión de energía eólica.</li> <li>• Utilizar software para realizar simulaciones de la operación de un aerogenerador.</li> </ul>

<b>Tema 3. El rotor de un aerogenerador</b>	
Competencias	Actividades de Aprendizaje
<p><b>Específica(s):</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Obtiene las nociones básicas de las fuerzas presentes en la operación de un aerogenerador.</li> </ul> <p><b>Genéricas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Organiza y planifica.</li> <li>• Realiza búsqueda de información y discrimina por relevancia.</li> <li>• Capacidad oral y escrita.</li> <li>• Toma de decisiones.</li> <li>• Soluciona problemas.</li> <li>• Desarrolla habilidad para investigar.</li> <li>• Trabajo en equipo.</li> <li>• Capacidad para aplicar los conocimientos a la práctica.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estudiar el principio aerodinámico aplicado a una pala.</li> <li>• Utilizar software para realizar simulaciones del comportamiento aerodinámico del perfil de una pala.</li> </ul>
<b>Tema 4. Sistema eléctrico y electrónico en un aerogenerador</b>	
Competencias	Actividades de Aprendizaje
<p><b>Específica(s):</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Identifica y conoce los diferentes elementos eléctricos presentes en un aerogenerador, así como su funcionamiento y características.</li> </ul> <p><b>Genéricas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Organiza y planifica.</li> <li>• Realiza búsqueda de información y discrimina por relevancia.</li> <li>• Capacidad oral y escrita.</li> <li>• Toma de decisiones.</li> <li>• Soluciona problemas.</li> <li>• Desarrolla habilidad para investigar.</li> <li>• Trabajo en equipo.</li> <li>• Capacidad para aplicar los conocimientos a la práctica.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estudiar el sistema eléctrico y electrónico en un aerogenerador</li> <li>• Utilizar software para realizar simulaciones del comportamiento eléctrico y electrónico de un aerogenerador.</li> <li>• Experimentar la puesta en marcha de un aerogenerador.</li> </ul>

Tema 5. Aspectos de control en aerogeneradores	
Competencias	Actividades de Aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Analiza los diferentes panoramas de control de sistemas eólicos, así como conocer los diferentes sistemas de regulación utilizados en los aerogeneradores.</li> </ul> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Organiza y planifica.</li> <li>Realiza búsqueda de información y discrimina por relevancia.</li> <li>Capacidad oral y escrita.</li> <li>Toma de decisiones.</li> <li>Soluciona problemas.</li> <li>Desarrolla habilidad para investigar.</li> <li>Trabajo en equipo.</li> <li>Capacidad para aplicar los conocimientos a la práctica.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Estudiar el sistema de control del aerogenerador</li> <li>Utilizar software para simular el comportamiento de un aerogenerador ante perturbaciones de viento.</li> <li>Realizar una práctica para comprender la influencia de la variación del viento en el sistema de control.</li> </ul>

## 8. Prácticas

<ol style="list-style-type: none"> <li>Identificar y comprender los componentes de un sistema eólico.</li> <li>Relación entre el viento y un sistema de control de alabeo (pitch) y de orientación (yaw).</li> <li>Análisis de los parámetros mecánicos y eléctricos de un generador de inducción.</li> <li>Uso de convertidores.</li> <li>Operación de un generador de inducción doblemente alimentado aplicado en un aerogenerador.</li> <li>Operación de un generador síncrono de imanes permanentes aplicado en un aerogenerador.</li> <li>Método de arranque de un sistema eólico.</li> </ol>
--

## 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"> <li><b>Fundamentación:</b> 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.</li> <li><b>Planeación:</b> 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</li> </ul>
---

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 debe ser un proceso continuo, dinámico y flexible enfocado a la generación de conocimientos sobre el aprendizaje, la práctica docente y el programa en sí mismo.
- Debe realizarse una evaluación diagnóstica al inicio del semestre para partir de saberes previos, expectativas e intereses que tengan los estudiantes.
- Durante el desarrollo del curso debe llevarse a cabo una evaluación formativa que permita retroalimentar el proceso de aprendizaje y establecer las estrategias para el logro de los objetivos establecidos.
- Al finalizar el curso debe realizarse una evaluación sumativa que se vincula con aquellas acciones que se orientan a dar cuenta de productos, saberes, desempeños y actitudes que se deben considerar para la calificación.
- Para la evaluación se sugiere utilizar diferentes herramientas tales como: Ejercicios, Reportes de búsqueda de información Portafolio del estudiante, Reporte de proyecto; Presentaciones.

### 11. Fuentes de información

1. Villarrubia López, M. (2012). Ingeniería de la Energía Eólica. Marcombo.
2. Manwell, J.F., McGowan, J.G., Rogers, A.L. Wind Energy Explained Theory, Design and Application. John Wiley & Sons.
3. Wood, D. (2011). Small Wind Turbines, Analysis, Design and Application. Springer.
4. Gipe, P. Energía Eólica Práctica. Progensa.
5. Burton, T., Sharpe, D., Jenkins, N. and Bossanyi, E., Wind Energy Handbook, Wiley.