1.- DATOS DE LA ASIGNATURA.

Nombre de la asignatura:	**Eficiencia Energética**
Carrera:	**Ingeniería Electromecánica**
Clave de la asignatura:	**AHF-2304**
SATCA[1]	**3 - 2 - 5**

2.- PRESENTACIÓN.

Caracterización de la asignatura.

Esta asignatura aporta al perfil profesional del Ingeniero Electromecánico conocimientos que le permiten adquirir competencias en el campo del **Eficiencia Energética** y lo involucran en los procesos para su uso eficiente; consecuentemente se ha hecho un análisis de este campo, identificando toda la información que existe sobre nuevas tecnologías que cumplan con el principio de evitar al máximo el grado de contaminación del medio ambiente y que tienen una mayor aplicación en el desempeño profesional en esta disciplina.

Es importante destacar que se trata de una asignatura terminal que puede generar al profesionista un autoempleo, además de ser un campo de aplicación con demanda creciente.

Intención didáctica.

Se organiza el temario, en seis unidades, agrupando los contenidos conceptuales de la asignatura, lo que permite visualizar cada tema a estudiar buscando una visión de conjunto, para hacer un tratamiento más significativo, oportuno e integrado.

La idea es abordar los conceptos fundamentales hasta conseguir su comprensión. Se propone desarrollar cada tema desde un punto de vista conceptual, partiendo de la identificación en el entorno cotidiano y el desempeño profesional.

Se sugiere una actividad que integre y permita aplicar los temas estudiados y como materia terminal, que sea útil, por sí misma.

El enfoque sugerido para la materia requiere que las actividades prácticas promuevan el desarrollo de habilidades para la experimentación, tales como: identificación, manejo y control de variables; planteamiento de problemas reales, trabajo en equipo; que permitan al alumno desarrollar procesos lógicos como *inducción-deducción* y *análisis-síntesis.*

En las actividades prácticas sugeridas, es conveniente que el profesor busque sólo guiar a sus alumnos para que ellos hagan la elección de las actividades a realizar y registrar sus observaciones, se sugieren sobre todo las actividades necesarias para hacer más significativo y efectivo el aprendizaje. Algunas de las actividades sugeridas pueden hacerse como actividad extra clase y comenzar el tratamiento en clase a partir de la discusión de los resultados de las observaciones.

[1] *Sistema de Asignación y Transferencia de Créditos Académicos.*

Se busca partir de experiencias concretas, cotidianas, para que el estudiante se acostumbre a reconocer los fenómenos físicos en su alrededor y no sólo se hable de ellos en el aula. Es importante ofrecer escenarios distintos en las actividades de aprendizaje sugeridas, generalmente se propone la formalización de los conceptos a partir de experiencias concretas; se busca que el alumno tenga el primer contacto con el concepto en forma concreta y sea a través de la observación, la reflexión y la discusión que se dé la formalización; la resolución de problemas se hará después de este proceso. Esta resolución de problemas no se especifica en la descripción de actividades, por ser más familiar en el desarrollo de cualquier curso pero se sugiere que se diseñan problemas con datos faltantes o excedentes de manera que el alumno se ejercite en la identificación de datos relevantes.

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

Es necesario que el profesor ponga atención y cuidado en estos aspectos y los considere en el desarrollo de las actividades de aprendizaje de esta asignatura.

3.- COMPETENCIAS A DESARROLLAR

Competencias específicas:	**Competencias genéricas:**
∗ Diseñar, evaluar y mantener sistemas de conversión de energía, utilizando tecnologías de la información y software para programar mantenimientos correctivo y preventivo, evaluando el impacto ambiental y el ahorro de energía.	*Competencias instrumentales.* ∗ Capacidad de análisis y síntesis. ∗ Capacidad de organizar y planificar. ∗ Conocimientos básicos de la carrera. ∗ Comunicación oral y escrita. ∗ Conocimiento de una segunda lengua. ∗ Habilidades básicas de manejo de la computadora. ∗ Habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas. ∗ Solución de problemas. ∗ Toma de decisiones. *Competencias interpersonales.* ∗ Capacidad crítica y autocrítica. ∗ Trabajo en equipo. ∗ Habilidades interpersonales. ∗ Capacidad para comunicarse con expertos de otras áreas. ∗ Liderazgo. ∗ Iniciativa y espíritu emprendedor. ∗ Preocupación por la calidad. ∗ Compromiso ético.

	Competencias sistémicas * Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica. * Capacidad de aprender. * Habilidades de investigación. * Capacidad de generar nuevas ideas (creatividad). * Habilidad para trabajar en forma autónoma. * Búsqueda del logro.

4.- HISTORIA DEL PROGRAMA.

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Evento
Instituto Tecnológico de Acapulco, del 8 de mayo al 7 de octubre del 2023.	Javier Gutiérrez Ávila Arturo de Jesus Aparicio Villalobos. Noe García Escobar	Taller para la Integración del Módulo de Especialidad de Ingeniería Electromecánica, Retícula 2023: Ahorro de Energía.

5.- OBJETIVO GENERAL DEL CURSO

El alumno obtendrá los conocimientos teóricos y prácticos en el manejo eficiente de los diferentes energéticos, renovables y no renovables que intervienen en los procesos de transformación de la energía de manera ambiental y sustentable.

6.- COMPETENCIAS PREVIAS

* Interpretar y aplicar los conceptos básicos y las leyes de la transformación de la energía y los energéticos requeridos, así como seleccionar y evaluar sistemas y equipos térmicos relacionados con la ingeniería electromecánica.
* Determinación de las propiedades los energéticos.
* Habilidades en el manejo de software y equipo de cómputo.

7.- TEMARIO.

Unidad	Temas	Subtemas
1	Elementos generales de los diagnósticos de consumo de energía.	1.1.- Conceptos básicos del ahorro de energía. 1.2.- Diagnósticos de consumo de energía. 1.3.- Requerimiento de los procesos, para edificios, diferentes tipos de empresas y de oficinas. 1.4.- Clasificación de los Diagnósticos de la administración de energía. 1.5.- Desarrollo del Diagnostico nivel 1, Nivel 2 y Nivel 3. 1.6.- Aplicación de las tarifas eléctricas. 1.7.- Análisis para aplicar los diagnósticos a corto, mediano y largo plazo. 1.6.- Diagnóstico, conclusiones y sugerencias.

2	Sistemas de refrigeración.	2.1.- Definición y aplicaciones de la refrigeración. 2.2.- Aplicación del Diagrama de Mollier (p-h) y (T-s). 2.3.- Clasificación se los Refrigerantes. 2.4.- Diferentes sistemas de refrigeración. 2.5.- Cálculo de la Relación de eficiencia energética (EER), Coeficiente de Operación (COP).. 2.6.- Selección de los diferentes equipos de refrigeración.
3	Sistemas de aire acondicionado y ventilación.	3.1.- Definición y clasificación del sistema de aire acondicionado. 3.2.- Aplicación de la carta psicrométrica. 3.3.- Procesos psicrométricos de aire acondicionado. 3.4.- Definición y aplicación de Ventilación. 3.5.- Cálculo de la carga térmica de enfriamiento. 3.6.- Relación de Eficiencia Energética Estacional (SEER) y el Coeficiente de Operación estacional (SCOP). 3.7.- Selección de equipos, para aire acondicionado.
4	Sistemas de bombeo.	4.1.- Elementos característicos de las bombas. 4.2.- Balance energético en las bombas. 4.3.-Condiciones de cavitación. 4.4.-Curvas de funcionamiento de las bombas. Características y funcionamiento de la instalación. 45.-Determinación de pérdidas de energía en tuberías y accesorios, y selección de diámetros económicos. 4.6.- Calcular la carga total (TDH) y la carga de succión (NPSH). 4.7.- Calcular la potencia y rendimientos de bombas centrífugas. 4.8.- Consumo energético y medidas de ahorro de la instalación. 4.9.- Leyes de afinidad para bombas centrífugas. 4.10.- Modo de operación de sistemas alternos (variadores de frecuencia).
5	Iluminación de bajo consumo y alta eficiencia.	5.1.- Generalidades en la calidad de la energía. 5.2.- Parámetros y elementos dentro de la calidad de la energía en iluminación. 5.3.- Relación de los sistemas de fuerza e iluminación en la calidad de la energía. 5.4.- Comparación y tipos de lámparas y luminarias. 5.5.- Medidas desde punto de vista de gestión de la demanda y calidad (usuario). 5.5.1.- Sustitución de las fuentes de energía tradicionales por fuentes de energías alternativas.
6	Proyecto Final.	6.1.- Clasificación. 6.2.- Programación del proyecto. 6.3.- Plan de ejecución. 6.4.- Conclusiones y recomendaciones.

8.- SUGERENCIAS DIDÁCTICAS

- Conocer la disciplina que, está bajo su responsabilidad, conocer su origen y desarrollo histórico, para considerar este conocimiento al abordar los temas.
- Desarrollar la capacidad, para coordinar y trabajar en equipo; orientar el trabajo del estudiante y potenciar en él la autonomía, el trabajo cooperativo y la toma de decisiones.
- Mostrar flexibilidad en el seguimiento del proceso formativo y propiciar la interacción entre los estudiantes.
- Tomar en cuenta el conocimiento de los estudiantes como punto de partida y para la construcción de nuevos conocimientos.
- Propiciar actividades de metacognición ante la ejecución de una actividad, señalar o identificar el tipo de proceso intelectual que se realizó: una identificación de patrones, un análisis, una síntesis, la creación de un heurístico, etc. al principio lo hará el profesor, luego será el alumno quien lo identifique. Ejemplos: el uso ineficiente de los energéticos, la estructura de los energéticos, aprende a distinguir el efecto que provocan.
- Propiciar actividades de búsqueda, selección y análisis de información en distintas fuentes. Ejemplo: buscar otros métodos de cálculo de sistemas de conversión de la energía, haciendo comparaciones entre ellos, identificando puntos de coincidencia.
- Fomentar actividades grupales que propicien la comunicación, el intercambio de ideas, la reflexión, la integración y la colaboración de y entre los estudiantes. Ejemplo: al socializar los resultados de las investigaciones y las experiencias prácticas solicitadas como trabajo extra clase.
- Observar y analizar fenómenos y problemáticas propias del campo ocupacional. Ejemplos: uso de los energéticos en la generación de electricidad
- Relacionar los contenidos de esta asignatura con las demás del plan de estudios a las que ésta da soporte para desarrollar una visión interdisciplinaria en el estudiante. Ejemplos: identificar los energéticos en la generación de calor.
- Propiciar el desarrollo de capacidades intelectuales relacionadas con la lectura, la escritura y la expresión oral. Ejemplos: trabajar las actividades prácticas a través de guías escritas, redactar reportes e informes de las actividades de experimentación, exponer al grupo las conclusiones obtenidas durante las observaciones.
- Facilitar el contacto directo con materiales e instrumentos, al llevar a cabo actividades prácticas, para contribuir a la formación de las competencias para el trabajo experimental como: identificación, manejo y control de variables y datos relevantes, planteamiento de hipótesis, trabajo en equipo.
- Propiciar el desarrollo de actividades intelectuales de inducción-deducción y análisis-síntesis, que encaminen hacia la investigación.
- Desarrollar actividades de aprendizaje que propicien la aplicación de los conceptos, modelos y metodologías que se van aprendiendo en el desarrollo de la asignatura.
- Proponer problemas que permitan al estudiante la integración de contenidos de la asignatura y entre distintas asignaturas, para su análisis y solución.
- Relacionar los contenidos de la asignatura con el cuidado del medio ambiente.
- Cuando los temas lo requieran, utilizar medios audiovisuales para una mejor comprensión del estudiante.
- Propiciar el uso de las tecnologías de la información y comunicación en el desarrollo de la asignatura (procesador de texto, hoja de cálculo, base de datos, graficador, internet, software, entre otras).

9.- SUGERENCIAS DE EVALUACIÓN

La evaluación debe ser continua y formativa por lo que se debe considerar el desempeño en cada una de las actividades de aprendizaje, haciendo especial énfasis en:

* Reportes escritos de las observaciones hechas durante las sesiones de laboratorio y las conclusiones obtenidas.
* Reporte de búsqueda de información de las investigaciones solicitadas.
* Descripción de otras experiencias concretas que podrían realizarse adicionalmente.
* Exámenes (escritos, orales).
* Exposiciones en el aula, conferencias, paneles.
* Elaboración de proyectos.

10.- UNIDADES DE APRENDIZAJE

Unidad 1.- Elementos generales de los diagnósticos de consumo de energía.

Competencia específica a desarrollar:	*Actividades de Aprendizaje*
* Establecer la aplicación de un conjunto de etapas, para determinar el nivel de eficiencia en que, se utiliza la energía. * Realizar el estudio de todas las formas y fuentes de energía, por medio de un análisis crítico en una instalación consumidora de energía, para así, establecer el punto de partida para la implantación y control del Programa de Ahorro de Energía.	* Analizar las funciones administrativas de control, que están diseñados los niveles de diagnósticos, para la medición y corrección del desempeño de los diferentes sistemas que, asegura que los objetivos de Administración de la Energía y los planes diseñados son realizados con éxito. * Clasificar las tarifas eléctricas y calcular los costos en la facturación al reducir la Energía, la Demanda o ambos. * Clasificar el grado de eficiencia que, se utiliza la energía. Así también, realizar un análisis crítico en una instalación consumidora de energía, para establecer el punto de partida del primer nivel a corto plazo de revisión sin costo, el segundo nivel de medición, correspondiente a mediano plazo con costo y finalmente el tercer nivel que, corresponde a los cambios necesarios que, tiene costo. La omplementación y control de un Programa de Ahorro de Energía. * Realizar una inspección visual del estado de conservación de las instalaciones, en el análisis de los registros de operación y mantenimiento. Así también, el análisis de información estadística de consumos y pagos de energía eléctrica y combustibles. * Identificar una evaluación de la eficiencia energética en áreas y equipos intensivos en su uso, como los motores eléctricos y los equipos que accionan. Así también, los equipos de

	comprensión y bombeo, que integran el área de servicios. * Desarrollar un análisis exhaustivo de las condiciones de operación y las bases de diseño de una instalación, mediante el uso de equipo especializado de medición y control. Debe realizarse con la participación de especialistas de cada área, auxiliados por el personal de ingeniería. * Fundamentar las recomendaciones derivadas de los diagnósticos aplicados a mediano plazo, que implican modificaciones a los equipos, procesos e incluso de las tecnologías utilizadas. Además, las inversiones de estos diagnósticos son altas, la evaluación económica es rigurosa, en cuanto al período de recuperación de la inversión.

Unidad 2.- Sistemas de refrigeración.

Competencia específica a desarrollar:	*Actividades de Aprendizaje*
* Definir y aplicar los conceptos y principios básicos de sistemas de refrigeración. * Calcular los parámetros para el rendimiento de los sistemas de refrigeración. * Seleccionar los tipos de refrigerantes utilizados en los sistemas de refrigeración. * Seleccionar la capacidad de los equipos de refrigeración para lograr el máximo rendimiento de los sistemas de refrigeración. * Aplicar los parámetros de eficiencia energética, para obtener los coeficientes de funcionamiento de los sistemas de refrigeración.	* Aplicar los conceptos fundamentales de refrigeración, mediante un modelo didáctico. * Aplicar los diagramas de Molliere, para los sistemas de refrigeración mediante uso de gráficas y tablas. * Analizar las propiedades de los refrigerantes utilizados en los equipos de refrigeración a través de tablas, cálculos y equipo didáctico. * Describir los tipos de equipos de refrigeración en base a cálculos teóricos y visitas a empresas. * Aplicar los conocimientos de eficiencia energética para la selección de equipos de refrigeración mediante cálculos, análisis y uso de tablas, monogramas y gráficas.

Unidad 3.- Sistemas de aire acondicionado y ventilación.

Competencia específica a desarrollar:	*Actividades de Aprendizaje*
* Aplicar los conceptos y principios básicos de la importancia del aire acondicionado en la industria.	* Aplicar los conceptos fundamentales de aire acondicionado y determina la importancia de estos principios con un modelo didáctico.

* Calcular los parámetros para el rendimiento de los sistemas de aire acondicionado. * Aplicar los procesos de enfriamiento – deshumidificación en los sistemas de aire acondicionado. * Utilizar los parámetros y requisitos de ventilación para locales comerciales. * Aplicar la carga total de refrigeración para la selección de equipos de aire acondicionado. * Aplicar los parámetros de eficiencia energética, para obtener los coeficientes de funcionamiento *de los sistemas de aire acondicionado.*	* Aplicar la carta Psicrométrica. para los sistemas de aire acondicionado mediante uso de gráficas y tablas. * Analizar los procesos típicos mediante el empleo de diagramas, tablas y gráficas. * Determinar los requerimientos de ventilación para los diferentes locales comerciales mediante catálogos, manuales, tablas y el empleo de normas para ventilación. * Analizar la carga total de calor para un sistema de aire acondicionado. * Seleccionar la capacidad de cada uno de los componentes mediante el cálculo y catálogo del fabricante. * Aplicar los conocimientos de eficiencia energética para la selección de equipos de aire acondicionado mediante cálculos, análisis y uso de tablas, monogramas y gráficas

Unidad 4.- Sistemas de bombeo.

Competencia específica a desarrollar:	*Actividades de Aprendizaje*
* Determinar las pérdidas de energía en las tuberías de los sistemas de bombeo. * Seleccionar el diámetro económico de tuberías para los diferentes tipos y clases. * Calcular la TDH y NPSH para su instalación y operación. * Determinar la potencia y rendimiento de las bombas centrífugas para su instalación y funcionamiento. * Seleccionar los parámetros involucrados para operar el sistema de bombeo. * Comprender las leyes de afinidad y semejanza de las bombas centrífugas y su aplicación. * Determinar el modo de operación de los sistemas alternos de bombeo.	* Determinar a través de tablas, gráficas y nomogramas las pérdidas de energía en las tuberías. * Determinar a través de cálculos y tablas el diámetro económico. * Determinar a través de análisis y cálculo la TDH y NPSH. * Analizar la potencia y rendimiento de las bombas centrífugas. * Investigar los parámetros necesarios en la instalación de un sistema de bombeo. * Resolver problemas de aplicación de las leyes de afinidad y semejanza de bombas centrífugas. * Seleccionar las capacidades de operación de los variadores de frecuencia para un sistema de bombeo.

Unidad 5.- Iluminación de bajo consumo y alta eficiencia.

Competencia específica a desarrollar:	*Actividades de Aprendizaje*
∗ Realizar la recolección virtual o escrita, estudiar y analizar el funcionamiento, características y aplicaciones de las diferentes y principales lámparas de alta eficiencia y bajo consumo.	∗ Interpretar las características fotométricas de las lámparas. ∗ Identificar, clasificar y exponer en equipos las características, aplicaciones y usos de las lámparas mediante tabla comparativa técnico-económica. ∗ Seleccionar, aplicar y exponer, mediante tabla costo-beneficio de las lámparas de alta eficiencia.

Unidad 6.- Proyecto Final.

Competencia específica a desarrollar:	*Actividades de Aprendizaje*
∗ Realizar el proyecto de un sistema electromecánico, aplicando equipos de alta eficiencia.	∗ Proponer la sustitución de equipos convencionales por equipos de alta eficiencia en instalaciones electromecánicas. Ejemplo: A/A, Refrigeración, alumbrado, equipo de bombeo.

11.- FUENTES DE INFORMACIÓN.

1. Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica (FIDE).
2. Publicaciones técnicas relacionadas con el ahorro de energía del Programa de Ahorro de Energía del Sector Eléctrico (PAESE).
3. Gutiérrez A., Javier. Estudio Técnico-Experimental del Uso de la Energía en Sistema de Refrigeración con los Refrigerantes de Sustitución. Tesis de Doctorado en Ciencias en Ingeniería Mecánica. 2002.
4. Gutiérrez A., Javier. Análisis Energético y Exergético de los Sistemas de Refrigeración por Compresión Mecánica de Vapores. Editorial Instituto Tecnológico de Acapulco. 2012.
5. Dossat J., Roy. Principios de Refrigeración. Ed. CECSA. 2008.
6. Alarcón C., José. Tratado de Refrigeración Automática. Ed. Marcombo. 1998.
7. Manuales de la Asociación Nacional de Energía Solar (ANES).
8. L. Mott, Robert. Mecánica de Fluidos. Ed. Pearson Prentice Hall. 2006.
9. Yunus A., Cengel. M. Cimbala, John. Mecánica de Fluidos. Ed. McGraw Hill. 2012.
10. Polo Encinas, Manuel. Turbomáquinas Hidráulicas. Ed. LIMUSA. 1983.
11. W. Fox, Robert y T. McDonald, Alan. Introducción a la Mecánica de Fluidos. Ed. McGraw Hill. 1999.
12. G. Saldarriaga V., Juan. Hidráulica de Tuberías. Ed. McGraw Hill. 1998.
13. Fraile Vilarraza, Jorge y Gago Calderón, Alfonso. Iluminación con tecnología led. Ed. A. Madrid Vicente. 2012.

12.- PRÁCTICAS PROPUESTAS

- Instalación, operación y mantenimiento de motores eléctricos.
- Motores de alta eficiencia, medición de magnitudes eléctricas.
- Medidas de ahorro de energía eléctrica en sistemas energéticos.

- Balanceo de cargas eléctricas.
- Corrección de factor de potencia.
- Banco de capacitores.
- Variadores de frecuencia.
- Equipos electromecánicos tipo inverter.
- Obtención de parámetros como parte de un programa de eficiencia energética.
- Balanceo en la distribución de aire de ventilación para sistemas de aire acondicionado.