

UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA
ÁREA: INGENIERÍA APLICADA
Programa de la asignatura de:
COGENERACIÓN Y AUDITORÍA ENERGÉTICA

CARRERA:	LICENCIATURA EN INGENIERÍA MECÁNICA				AÑO o MÓDULO:	OPTATIVO	
ÁREA DE CONOCIMIENTO:	INGENIERÍA APLICADA				ACADEMIA:	TERMOFLUIDOS	
DURACIÓN DEL CURSO							
SEMANAS:	32	HORAS TOTALES:		96	HORAS A LA SEMANA:		3
HORAS EN AULA:		3		HORAS DE PRÁCTICAS EXTERNAS			0
HORAS EN TEORÍA:	3	HORAS DE TALLER:		0	HORAS DE LABORATORIO		0
NÚMERO DE CRÉDITOS:		12		CLAVE DE LA ASIGNATURA		(CLAVE SIIA)	
OBLIGATORIA:	NO		OPTATIVA:	SI	MODALIDAD*:		Presencial
ÚLTIMA ACTUALIZACIÓN:		10/09/2021		No. ACTA H.C.T.		No. 2/2021-2022	

Seriación obligatoria antecedente: ninguna

Seriación obligatoria consecuente: ninguna

OBJETIVO/COMPETENCIA GENERAL DEL CURSO:																							
<div>1. Desarrollar habilidades que permitan el manejo conceptual de la teoría propia de Auditoria y Gestión Energética.</div> <div>2. Capacitar al alumno con temas relacionados con la energía, su gestión y administración en los diferentes entes consumidores.</div> <div>3. Proporcionar los fundamentos para una eficiente gestión y administración de la energía</div> <div>4. Trabajar las herramientas necesarias para trabajar sobre aquellos escenarios que representan oportunidades de ahorro energético, uso eficiente de energía y competitividad en los procesos productivos.</div> <div>5. Presentar e ilustrar experiencias y/o ejemplos prácticos sobre realización de auditorías energéticas y labores de gestión de energía.</div>																							
ATRIBUTOS DE EGRESO QUE IMPACTA:																							
AE1			AE2			AE3			AE4			AE5			AE6			AE7			AE8		
			X			X			X												X		
Nivel			Nivel			Nivel			Nivel			Nivel			Nivel			Nivel			Nivel		
I	M	A	I	M	A	I	M	A	I	M	A	I	M	A	I	M	A	I	M	A	I	M	A
					X			X			X												X

TEMAS DEL PROGRAMA DE COGENERACIÓN Y AUDITORIA ENERGÉTICA

CAPÍTULO	TÍTULO	HORAS	%	% ACUM.
	COGENERACIÓN			
1	ASPECTOS GENERALES DE LA COGENERACIÓN	4	4.17%	4.17%
2	ANÁLISIS DE LOS DISTINTOS SISTEMAS DE COGENERACIÓN	6	6.25%	10.42%
3	PLANIFICACIÓN Y PUESTA EN MARCHA DE PROYECTOS DE INSTALACIONES DE COGENERACIÓN	6	6.25%	16.67%
4	COMBUSTIBLES	6	6.25%	22.92%
5	EQUIPOS Y APARATOS UTILIZADOS EN PLANTAS COGENERADORAS	6	6.25%	29.17%
6	CONSIDERACIONES ENERGÉTICAS Y EXERGÉTICAS	12	12.50%	41.67%
7	DETERMINACIÓN DEL AHORRO DE ENERGÍA EN UNA PLANTA DE COGENERACIÓN	6	6.25%	47.92%
8	PRECIOS DE COMBUSTIBLE Y ENERGÍA ELÉCTRICA PARA COGENERACIÓN	2	2.08%	50.00%
9	ESTUDIO DE VIABILIDAD DE UN PROYECTO DE COGENERACIÓN	6	6.25%	56.25%
	AUDITORÍA ENERGÉTICA			
1	INTRODUCCIÓN	2	2.08%	58.33%
2	CONTROL DE GESTIÓN.	6	6.25%	64.58%

3	IDENTIFICACIÓN DE LOS COSTOS ENERGÉTICOS.	7	7.29%	71.88%
4	USO RACIONAL Y EFICIENTE DE ENERGÍA EN EQUIPO ELÉCTRICO	9	9.38%	81.25%
5	USO RACIONAL Y EFICIENTE DE ENERGÍA EN EQUIPO MECÁNICO	9	9.38%	90.63%
6	USO RACIONAL Y EFICIENTE DE ENERGÍA	9	9.38%	100.00%
	TOTAL	96	100.00%	

**CONTENIDO DEL PROGRAMA DE
COGENERACIÓN Y AUDITORÍA ENERGÉTICA**

COGENERACIÓN COMPETENCIAS:

- 1.- Afianzar los conocimientos termodinámicos que previamente deberán de haber adquirido en las asignaturas de termodinámica, generadores de vapor y plantas térmicas, e introducirse en el estudio del balance exergético de un sistema, especialmente de un sistema con cogeneración
- 2.- Saber realizar un estudio de viabilidad completo y fiable de cualquier instalación a la que se incorpore un sistema de cogeneración, y discernir entre varias posibles alternativas.

CAPÍTULO I.- ASPECTOS GENERALES DE LA COGENERACIÓN.

Objetivo/Competencia: El alumno conoce qué es la cogeneración y la repercusión que ésta tiene y puede tener en un futuro en cuanto al ahorro energético y disminución de contaminación nacional y mundial se refiere.

- 1.1.- Introducción
- 1.2.- Definición de cogeneración
- 1.3.- Evolución y situación actual de la Cogeneración
- 1.4.- Factores que ayudan al crecimiento de la Cogeneración en nuestro país
- 1.5.- Aspectos legales
 - 1.5.1.- El marco legal
 - 1.5.2.- Disposiciones energéticas
 - 1.5.3.- Disposiciones complementarias y procedimiento administrativo.

CAPÍTULO 2.- ANÁLISIS DE LOS DISTINTOS SISTEMAS DE COGENERACIÓN.

Objetivo/Competencia: El alumno conoce y analiza tanto los sistemas de cogeneración existentes como los elementos que lo componen, y escoge el más adecuado a las necesidades de la futura instalación, realizando un diseño previo en el que se incluyan todos los equipos necesarios para llegar a tal fin.

- 2.1.- Sistemas con turbina de vapor
- 2. 2.- Turbinas de vapor a contrapresión
 - 2.2.1.- Turbinas de vapor de condensación con una extracción de vapor
- 2.3.- Sistemas con turbinas de gas
- 2.4.- Sistemas con ciclos combinados
- 2.5.- Sistemas con motores alternativos de combustión interna
- 2.6.- Otros sistemas
- 2.7.- Análisis comparativo entre los distintos sistemas de cogeneración
- 2.8.- Instalación eléctrica. Interconexión y control.
 - 2.8.1.- Acoplamiento a la red
 - 2.8.2.- Sistema de regulación.
- 2.9.- Ventajas e inconvenientes de la cogeneración
 - 2.9.1.- Para la nación
 - 2.9.2.- Para el usuario
 - 2.9.3.- Para las compañías eléctricas.

**CAPÍTULO 3.- PLANIFICACIÓN Y PUESTA EN MARCHA DE PROYECTOS DE
INSTALACIONES DE COGENERACIÓN**

Objetivo/Competencia: El alumno conoce cómo se hace la planificación y la puesta en marcha de una planta de cogeneración.

- 3.1.- Introducción.
- 3.2.- Aspectos legales.
 - 3.2.1.- Permisos previos a la construcción de la instalación.
 - 3.2.2.- LSPEE.
 - 3.2.3.- SENER Y CFE.

- 3.3.- Proyecto de la instalación.
- 3.4.- Explotación de la instalación.
- 3.5.- Requisitos técnicos de conexión
- 3.6.- Pruebas previas a la puesta en marcha
- 3.7.- Información sobre la instalación.

CAPÍTULO 4.- COMBUSTIBLES

Objetivo/Competencia: El alumno describe las características de los distintos combustibles que se utilizan en una planta de cogeneración.

- 4.1.- Introducción
- 4.2.- Definición y familia de gases
 - 3.- Gases naturales
 - 4.3.1.- Distribución y transporte
 - 4.3.2.- Ventajas del gas natural frente a otros combustibles
- 4.4.- Gases licuados del petróleo (GLP)
 - 4.4.1.- Aire propanado
- 4.5.- Gases manufacturados (Gas Ciudad)
 - 4.5.1.- Gasificación del carbón
- 4.6.- Características de los combustibles gaseosos
- 4.7.- Combustibles líquidos. Descripción y características
- 4.8.- Combustibles sólidos: carbón, residuos sólidos urbanos y biomasa.

CAPÍTULO 5.- EQUIPOS Y APARATOS UTILIZADOS EN PLANTAS COGENERADORAS

Objetivo/Competencia: El alumno describe el funcionamiento particular y en conjunto del equipo que conforma una planta de cogeneración.

- 5.1.- Introducción
- 5.2.- Análisis de turbinas
- 5.3.- Motores de combustión interna alternativos
- 5.4.- Intercambiadores de calor
- 5.5.- Generadores de vapor
- 5.6.- Calderas de recuperación de calor residual
- 5.7.- Máquinas frigoríficas de absorción
- 5.8.- Bomba de calor
- 5.9.- Depósitos de calor
- 5.10.- Depósitos de frío.

CAPÍTULO 6.- CONSIDERACIONES ENERGÉTICAS Y EXERGÉTICAS

Objetivo/Competencia: El alumno calcula el rendimiento energético de una planta cogeneradora.

- 6.1.-Criterios de eficiencia en plantas cogeneradoras
 - 6.1.1.- Factor de Utilización de la energía
 - 6.1.2.- Factor de Utilización de la energía Ponderado
 - 6.1.3.- Rendimiento efectivo artificial
 - 6.1.4.- Ahorro de combustible
 - 6.1.5.- Consumo específico.
- 6.2.- Balance exergético. Conceptos generales
 - 6.2.1.- Exergía física o energía disponible de un sistema cerrado
 - 6.2.2.- Exergía de flujo o energía disponible de un sistema abierto
 - 6.2.3.- Flujo de exergía asociado al calor o energía disponible del mismo
 - 6.2.4.- Exergía química
- 6.3.- Interés del balance exergético
- 6.4.- Rendimiento energético.

CAPÍTULO 7.- DETERMINACIÓN DEL AHORRO DE ENERGÍA EN UNA PLANTA DE COGENERACIÓN

Objetivo/Competencia: El alumno determina el ahorro de energía en una planta cogeneradora.

- 7.1.- Introducción.
- 7.2.- Aprovechamiento de energía en los motores. Calor útil recuperado.
 - 7.2.1.- Turbina de vapor a contrapresión
 - 7.2.2.- Turbinas de gas.
 - 7.2.3.- Motores de combustión interna alternativos.
- 7.3.- Análisis de consumos. Curvas de demanda.
- 7.4.- Situación convencional
 - 7.4.1.- Energía eléctrica
 - 7.4.2.- Combustible
- 7.5.- Situación con cogeneración

- 7.5.1.- Excedentes/déficits de energía eléctrica.
- 7.5.2.- Excedentes/déficits de energía térmica.
- 7.6.- Rendimiento energético.

CAPÍTULO 8.-PRECIOS DE COMBUSTIBLE Y ENERGÍA ELÉCTRICA PARA COGENERACIÓN

Objetivo/Competencia: El alumno efectúa un estudio de los precios de los distintos combustibles que se pueden utilizar en una planta cogeneradora.

- 8.1.- Precio de los combustibles usados en cogeneración
 - 8.1.1.- Precio del gas natural para cogeneración.
 - 8.1.3.- Precio de GLP
 - 8.1.4.- Precio de combustibles líquidos
 - 8.1.5.- Precio de combustibles sólidos
- 8.2.- Precio de la energía eléctrica para cogeneración
 - 8.2.1.- Precios en Régimen General
 - 8.2.2.- Precios en Régimen Especial

CAPÍTULO 9.- ESTUDIO DE VIABILIDAD DE UN PROYECTO DE COGENERACIÓN

Objetivo/Competencia: El alumno realiza el análisis para determinar la viabilidad de un proyecto de cogeneración.

- 9.1.- Introducción
- 9.2.- Consideraciones generales previas
- 9.3.- Estudio previo y estudio detallado de viabilidad
- 9.4.- Análisis de consumos y evaluación de la factura energética actual
- 9.5.- Planteamiento de alternativas
- 9.6.- Situación y evaluación de la factura energética con cogeneración.
- 9.7.- Determinación de ahorros netos
- 9.8.- Estimación de la inversión
- 9.9.- Análisis económico
- 9.10.- Financiación
- 9.11.- Proceso esquemático de cálculo

AUDITORÍA ENERGÉTICA

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN.

Objetivo/Competencia: El alumno describe el proceso de auditoría interna.

- 1.1. Nociones Generales de auditoría
- 1.2. Conceptos generales de control
- 1.3. Auditoría interna
 - 1.3.1. Concepto.
 - 1.3.2. Fin primordial.
 - 1.3.3. Beneficios.
 - 1.3.4. Objetivos.
 - 1.3.5. Aspectos legales.
 - 1.3.6. Proceso de auditoría interna.

CAPÍTULO 2. CONTROL DE GESTIÓN.

Objetivo/Competencia: El alumno describe las metodologías que existen para realizar un proceso de auditoría.

- 2.1. Concepto.
- 2.2. Esquemas de interacción de áreas.
- 2.3. Evaluación de áreas.
- 2.4. Evaluación de estructuras.
- 2.5. Determinación de áreas críticas, debilidades y fortalezas
- 2.6. Metodologías del proceso Auditor
- 2.7. Concepto de indicadores.

CAPÍTULO 3. IDENTIFICACIÓN DE LOS COSTOS ENERGÉTICOS.

Objetivo/Competencia: El alumno describe la importancia del control financiero como herramienta de la gestión energética.

- 3.1. En los costos financieros.
- 3.2. En los costos unitarios.
- 3.3. En los costos totales.

- 3.4. En los costos de oportunidad
- 3.5. El control financiero como herramienta de gestión energética

CAPÍTULO 4. USO RACIONAL Y EFICIENTE DE ENERGÍA EN EQUIPO ELÉCTRICO

Objetivo/Competencia: El alumno describe las herramientas existentes para reducir el costo de la energía eléctrica.

- 4.1. Uso racional y eficiente de la energía en instalaciones eléctricas
- 4.2. Uso eficiente de energía en motores eléctricos.
- 4.3. Selección y operación eficiente.
- 4.4. Uso eficiente de energía en transformadores, conductores e instalaciones de iluminación.
- 4.5. Factor de potencia.
- 4.6. Las tarifas de electricidad en la gestión y ahorro de energía.
- 4.7. Manejo de la demanda eléctrica.
- 4.8. Herramientas para reducción de costos de energía eléctrica.
- 4.9. Ejemplos aplicativos y análisis de casos específicos

CAPÍTULO 5. USO RACIONAL Y EFICIENTE DE ENERGÍA EN EQUIPO MECÁNICO

Objetivo/Competencia: El alumno comprende la importancia del uso racional y eficiente de la energía, en un equipo mecánico.

- 5.1. Uso racional y eficiente de la energía en sistemas mecánicos
- 5.2. Uso racional de energía en equipos mecánicos.
- 5.3. Uso racional y eficiente de energía en instalaciones de bombeo y de aire comprimido.
- 5.4. Uso racional y eficiente de energía en sistemas de refrigeración
- 5.5. Eficiencia energética en sistemas o líneas de transporte (tuberías, válvulas y accesorios) de fluidos.
- 5.6. Ejemplos aplicativos y análisis de casos específicos

Capítulo 6. USO RACIONAL Y EFICIENTE DE ENERGÍA DE LA ENERGÍA TÉRMICA

Objetivo/Competencia: El alumno describe las herramientas existentes para disminuir los costos de la energía térmica.

- 6.1. Uso racional y eficiente de la energía en sistemas térmicos
- 6.2. Optimización de sistemas de combustión y uso racional de los combustibles.
- 6.3. Uso eficiente de energía en hornos y generadores de vapor
- 6.4. Recuperación y aprovechamiento de gases de combustión.
- 6.5. Eficiencia energética en líneas y sistemas de distribución de vapor
- 6.6. Optimización de sistemas de aislamientos térmicos.
- 6.7. Herramientas para la disminución de costos de energía térmica.
- 6.8. Ejemplos aplicativos y análisis de casos específicos.

ESTRATEGIA DIDÁCTICA

X	Búsqueda de información documental por parte del alumno.
X	Técnicas grupales para la resolución de ejercicios.
X	Tareas y trabajos extra clase.
X	Utilización de recursos audiovisuales y de tecnología de punta.
X	Exposiciones por parte del alumno.
X	Participación del alumno en clase.
X	Participación activa del alumno en la construcción de su conocimiento.
	Seminarios.
X	Taller para la solución de Problemas.
	Prácticas de Laboratorio.
X	Prácticas de campo.
	Otras:

ELEMENTOS DE EVALUACIÓN

X	Participación en clase.
X	Ejercicios y trabajos realizados en el Taller.
X	Trabajos y tareas extra clase.
X	Exposición de temas de investigación en forma grupal e individual.
	Prácticas de laboratorio reportadas por escrito.
X	Participaciones.

X	Examen por parciales.
X	Examen departamental.
	Otros

PERFIL DEL DOCENTE <i>Licenciatura en Ingeniería Mecánica, Matemáticas, Física o en carreras cuyo contenido en el área de matemáticas sea similar. Deseable haber realizado estudios de posgrado, contar con experiencia docente o haber participado en cursos o seminarios de iniciación en la práctica docente.</i>			
CONOCIMIENTOS	EXPERIENCIA PROFESIONAL	HABILIDADES	ACTITUDES
Termodinámica Cálculo Plantas Térmicas Economía Electricidad	Haber trabajado en el área Haber impartido clase. Formación pedagógica.	Domino de la asignatura Manejo de grupos Comunicación (transmisión de conocimiento). Capacidad de análisis y síntesis. Manejo de materiales didácticos. Creatividad. Capacidad para realizar analogías y comparaciones en forma simple. Capacidad para motivar al Auto Estudio, el Razonamiento y la investigación.	Ética. Honestidad. Compromiso con la docencia. Crítica Fundamentada. Respeto y Tolerancia. Responsabilidad Científica. Liderazgo. Superación personal, docente y profesional. Espíritu cooperativo. Puntualidad. Compromiso social.

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

1. SALA LIZÁRRAGA, J.M. " Cogeneración. Aspectos termodinámicos, tecnológicos y económicos". Ed. Universidad del País Vasco.
2. CATALANA DE GAS Y ELECTRICIDAD S.A. " Aplicaciones de la cogeneración y bomba de calor a gas". Ed. INDEX
3. JUTGLAR Y BANYERAS, L. "Cogeneración de calor y electricidad". Ed. CEACENAGAS.
4. "Sistemas de cogeneración". Jornadas de Cogeneración y gas natural, Madrid, 20 y 21 de noviembre de 1986
5. "Aplicaciones del gas natural en la climatización y cogeneración". Jornada Técnica, 20-29 de marzo de 1996
6. SALA LIZÁRRAGA, J.M. "Termodinámica de fluidos y el método de análisis exergético". Ed. Universidad del País Vasco, 1987