



PROGRAMA DE ESTUDIO POR COMPETENCIAS
DISEÑO DE EQUIPO TÉRMICO

I. IDENTIFICACIÓN DEL CURSO

Espacio Académico: Facultad de Ingeniería								
Programa Educativo: Licenciatura de Ingeniería Mecánica					Área de docencia: Termofluidos			
Aprobación de los HH Consejos Académico y de Gobierno			Fecha:		Programa elaborado por: Ma. Dolores Durán			
Nombre de la unidad de aprendizaje: Diseño de Equipo Térmico					Fecha de elaboración: 9 de octubre de 2009			
Clave	Horas de Teoría	Horas de Práctica	Total de Horas	Créditos	Tipo de unidad de aprendizaje	Carácter de la unidad de aprendizaje	Núcleo de formación	Modalidad
L41228	3	1	4	8	curso	Obligatoria	integral	Presencial
Prerrequisitos: <i>1ª y segunda ley de la termodinámica</i> <i>Propiedades de las sustancias puras.</i> <i>Ley de los gases ideales</i> <i>Manejo de tablas de vapor</i> <i>Mezclas de gases</i> <i>Combustión</i> <i>Ciclos termodinámicos</i> <i>Ingeniería Térmica</i> <i>Transferencia de calor</i>				Unidad de aprendizaje antecedente: Termoquímica e Ing. Térmica		Unidad de aprendizaje consecuente: Ninguna		
Programas educativos o espacios académicos en los que se imparte: Ingeniería Mecánica								



II. PRESENTACIÓN DEL PROGRAMA

Durante su desempeño profesional, el Ingeniero Mecánico emplea equipo que transforma energía o la emplea para realizar una cierta función. Él debe ser conciente de que la energía, tanto térmica como eléctrica, es un insumo vital y debe saber emplearla de la manera más eficiente. Asimismo, un ingeniero Mecánico puede encontrarse con problemas que le soliciten el diseño de sistemas que transforman energía, estos sistemas pueden ser generadores de vapor, hornos, hogares, intercambiadores de calor, turbinas, etc. Los sistemas térmicos se pueden clasificar de muchas formas, algunos, como las calderas, en el hogar, transforman la energía química de un combustible en energía térmica que se transfiere a un fluido y se emplea para un proceso industrial o para su transformación en energía de potencia (trabajo). Otros sistemas, como los intercambiadores de calor, transfieren la energía térmica de una sustancia (en cualquier estado físico) a otra, para ser empleada en un proceso o para generación de potencia. Para que el Ingeniero mecánico pueda diseñar estos sistemas es necesario que conozca las bases de los equipos que lo conforman y que sea capaz de aplicar los conocimientos adquiridos durante los cursos del área de termofluidos, para analizarlos y evaluar su eficiencia. En el presente curso el estudiante realizará el análisis de algunos de estos sistemas. Es importante destacar que si bien no se revisarán a profundidad todos los equipos térmicos, si se le dará una base teórica general para el análisis y diseño de los mismos.

III. LINEAMIENTOS DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

DEL DOCENTE	DEL DISCENTE
<ul style="list-style-type: none">▪ Establecer las políticas del curso.▪ Respetar el horario del curso y la forma de evaluarlo.▪ Cumplir el temario y el número de horas asignadas al curso.▪ Asesorar y guiar el trabajo de las unidades de aprendizaje.▪ Retroalimentar el trabajo de los alumnos.▪ Fomentar la creatividad en los alumnos a través del desarrollo de proyectos.	<ul style="list-style-type: none">▪ Asistir puntualmente▪ Contar con la asistencia establecida en el reglamento de Facultades:<ul style="list-style-type: none">○ 80% para examen ordinario○ 60% para examen extraordinario○ 30% para examen a título de suficiencia▪ Cumplir con las actividades encomendadas entregando con calidad en tiempo y forma los trabajos requeridos



<ul style="list-style-type: none">▪ Preparar material y utilizar estrategias que permitan alcanzar los propósitos del curso.▪ Asistir a todas las sesiones y estar a tiempo.▪ Mantener el control dentro del aula y fomentar el trabajo en equipo.▪ Mantener una actitud de respeto y tolerancia a los discentes.	<ul style="list-style-type: none">▪ Participar activa y críticamente en el proceso de enseñanza-aprendizaje
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

IV. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Al finalizar el curso el estudiante, aplicando los conocimientos adquiridos durante los cursos relacionados con el área térmica, será capaz de diseñar equipo térmico para transformar energía; como generadores de vapor, intercambiadores de calor, etc.

V. COMPETENCIAS GENÉRICAS

Diseño, Selección y mantenimiento de Sistemas Térmicos

- Diseñar y seleccionar sistemas térmicos de uso industrial a través de la investigación de las fuentes energéticas.

VI. ÁMBITOS DE DESEMPEÑO PROFESIONAL

Evaluación de la eficiencia de equipos que involucren procesos de combustión, tales como motores de combustión interna, hornos, hogares, calderas, turbinas de gas, etc.

VII. ESCENARIOS DE APRENDIZAJE

En aula
Biblioteca
En laboratorio de termofluidos



VIII. ESTRUCTURA DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

- Diseño y análisis de sistemas de combustión
- Diseño y análisis generadores de calor
- Diseño y análisis de intercambiadores de calor
- Análisis termoeconómico de sistemas y equipos térmicos.

IX. DESARROLLO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

UNIDAD DE COMPETENCIA I	ELEMENTOS DE COMPETENCIA		
	Conocimientos	Habilidades	Actitudes/Valores
Diseñar y analizar térmicamente sistemas de combustión que apliquen distintos combustibles.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Principios para el diseño de hogares. ➤ Principios para el diseño de quemadores de gas. ➤ Principios para el diseño de quemadores de combustible líquido. ➤ Características de los hogares de lecho ➤ Características de los hogares de lecho fluidizado. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Diseñar un quemador de gas autotranspirante. ➤ Aplicar los principios de diseño de los quemadores de combustible líquido para evaluar su desempeño. ➤ Diferenciar los diferentes sistemas para quemar combustible sólido. ➤ Identificar algunas tecnologías para disminuir emisiones en los sistemas de combustión. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Positiva para aprender. ➤ Trabajo en equipo. ➤ Actitud participativa ➤ Compromiso con las actividades del grupo.
ESTRATEGIAS DIDÁCTICAS: <ul style="list-style-type: none"> ➤ Lectura de materiales generados para el curso. Sistemas de combustión. ➤ Trabajos de investigación. Hogares de lecho fluidizado. ➤ Gráfica de recuperación tipo 1: Sistemas de combustión ➤ Evaluación diagnóstica. Al iniciar el curso para establecer el nivel del 	RECURSOS REQUERIDOS <ul style="list-style-type: none"> ➤ Cañón ➤ Copias del material a emplear. ➤ Pintarrón. ➤ Bibliografía [1 y 5] 	TIEMPO DESTINADO 9 h. (6 h en aula, 1 h para leer material en casa y 1 h para	



mismo.		realizar trabajos en casa)	
CRITERIOS DE DESEMPEÑO I	EVIDENCIAS		
	DESEMPEÑO	PRODUCTOS	
No tiene valor para la calificación. Sólo sirve como orientación para el curso.	Terminar en el tiempo establecido.	Evaluación diagnóstica	
Debe estar completa la información de la gráfica de recuperación y correcta, es decir deben haberse identificado correctamente 3 aplicaciones que presenten mezclas de gases reales. <u>Rubrica</u> Identifica los tipos más comunes de quemadores de gas, comb. Líquido y sólido (25%) Identifica en qué forma influyen las propiedades del combustible en el diseño del sist. de comb. (30%) Explica 3 ejemplos de quemadores comerciales (45%)	Identificar las diferencias entre los sistemas de combustión empleados para combustible sólido, líquido y gaseoso. Se empleará una rúbrica para ponderar la calificación de cada ejercicio.	Gráfica de recuperación tipo I de los sistemas de combustión, llena.	
Escala de evaluación del quemador. Prototipo Construcción adecuada (20%) Realiza la mezcla correctamente y quema todo el combustible (20%) Estabiliza la llama en todos los grados de carga (10%) Memoria Planos del prototipo. Limpios y con especificaciones (20%) Incluye consideraciones de diseño (15%) Incluye iteraciones y metodología (15%)	Que se entregue a tiempo, que esté bien construido y realice la mezcla correctamente. Se evaluará con respecto a la escala que se describe.	Diseño y construcción de un quemador autotranspirante (prototipo, memoria y planos)	
RUBRICA DE EXAMEN Teoría (60%) Planteamiento del problema (20%) Desarrollo del problema (20%)	Responder las preguntas correctamente, identificando las características de los diferentes sistemas de combustión. Calcular correctamente los componentes de un quemador de aceite.	Examen que incluya 1 ejercicio de diseño de quemadores y teoría	



UNIDAD DE COMPETENCIA II	ELEMENTOS DE COMPETENCIA		
	Conocimientos	Habilidades	Actitudes/Valores
<i>Diseñar y analizar térmicamente un generador de vapor</i>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Características de las calderas pirotubulares. ➤ Características de las calderas acuotubulares. ➤ Criterios para el diseño térmico de calderas. ➤ Parámetros de diseño de calderas de combustión y de recuperación de calor. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Realizar balances de energía a un generador de vapor. ➤ Diferenciar las características de los distintos tipos de calderas. ➤ Identificar los parámetros de diseño de las calderas. ➤ Analizar térmicamente y por transferencia de calor un generador de vapor. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Positiva para aprender. ➤ Trabajo en equipo. ➤ Actitud participativa ➤ Compromiso con las actividades del grupo.
ESTRATEGIAS DIDÁCTICAS: <ul style="list-style-type: none"> ➤ Lectura del material ➤ Cuestionario sobre las características y parámetros de diseño de las calderas. 		RECURSOS REQUERIDOS <ul style="list-style-type: none"> ➤ Apuntes: Generadores de vapor ➤ Cañón. ➤ Tablas de vapor ➤ Bibliografía [1,4 y 5] 	TIEMPO DESTINADO 8 h. (6 h en aula, 1 h para leer material en casa y 1 h para realizar ejercicios en casa)
CRITERIOS DE DESEMPEÑO I	EVIDENCIAS		
	DESEMPEÑO	PRODUCTOS	
Escala del examen RUBRICA DE EXAMEN Teoría (60%) Planteamiento del problema (20%) Desarrollo del problema (20%)	Identificar las diferentes partes de las calderas y los criterios para el diseño de estos sistemas.	Examen de características y criterios de diseño de las calderas. Incluye 1 ejercicio de análisis de calderas.	
Debe estar completa la información entregar a tiempo y cumplir con los criterios de la rubrica. <u>Rubrica</u> Determina la energía transferida en cada sección de la caldera (35%) Dimensiona las superficies de intercambio (35%)	Aplica los conocimientos de termodinámica, termoquímica y transferencia de calor para diseñar una caldera de recuperación de calor con ciertos criterios establecidos. Calcula la energía transferida en cada sección de la caldera, y el área de superficie de intercambio.	Diseñar una caldera de recuperación, con ciertos criterios y parámetros de diseño establecidos. (memoria de cálculo y esquema)	



Justifica sus resultados (30%)		
--------------------------------	--	--

UNIDAD DE COMPETENCIA III	ELEMENTOS DE COMPETENCIA		
	Conocimientos	Habilidades	Actitudes/valores
Diseñar y analizar un intercambiador de calor.	<ul style="list-style-type: none"> - Materiales para el diseño de intercambiadores de calor. - Tipos de intercambiadores de calor y sus características. - Metodologías para el diseño y análisis de intercambiadores de calor. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Seleccionar adecuadamente el intercambiador de calor para un proceso determinado. ➤ Analizar intercambiadores de calor con el método NTU y DTML. ➤ Diseñar intercambiadores de calor. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Positiva para aprender. ➤ Trabajo en equipo ➤ Compañerismo ➤ Respeto ➤ Puntualidad
ESTRATEGIAS DIDÁCTICAS:		RECURSOS REQUERIDOS	TIEMPO DESTINADO
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Equipos de trabajo. ➤ Gráfica de recuperación tipo 2. Tipos de intercambiadores ➤ Que lean, sintetizen y critiquen ➤ Proyecto. Diseño de un intercambiador de calor 		<ul style="list-style-type: none"> ➤ Pintarrón. ➤ Apuntes de intercambiadores de calor. ➤ Tablas ➤ Bibliografía [2,3 y 4] 	8 h. (4 h en el aula y 4 h para leer el material en casa y realizar el ensayo).
CRITERIOS DE DESEMPEÑO III	EVIDENCIAS		
	DESEMPEÑO	PRODUCTOS	
Debe estar completa la información de la gráfica de recuperación y correcta, es decir deben haberse identificado correctamente los intercambiadores de calor.	Identificar las características de los diferentes intercambiadores de calor.	Grafica de recuperación tipo 2 de los tipos de intercambiadores de calor.	
El proyecto debe tener <ul style="list-style-type: none"> - Justificación acerca del diseño (15%) - Ortografía (5%) - Programa de cálculo que permita hacer modificaciones durante el diseño (40%) - Aplicación correcta de la metodología y descripción clara del proceso de diseño (30%) - Que se ajuste a las especificaciones (10%) 	Debe aplicar correctamente la metodología para el diseño de intercambiador de calor. Debe adecuarse a las características señaladas y justificar su diseño. Evaluar con base en la rúbrica.	Proyecto del diseño de un intercambiador de calor (memoria, programa elaborado para el cálculo)	



UNIDAD DE COMPETENCIA IV	ELEMENTOS DE COMPETENCIA		
	Conocimientos	Habilidades	Actitudes
Analizar termoeconómicamente un sistema térmico.	<ul style="list-style-type: none"> - Análisis exergético de sistemas térmicos. - Principios del análisis termoeconómico de sistemas térmicos. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Evaluar exergéticamente un sistema térmico, como una central de cogeneración o un sistema que emplea energías renovables. ➤ Diseñar un sistema térmico teniendo en cuenta consideraciones termoeconómicas y ambientales. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Positiva para aprender. ➤ Trabajo en equipo ➤ Compañerismo ➤ Conciencia ambiental
ESTRATEGIAS DIDÁCTICAS: <ul style="list-style-type: none"> ➤ Equipos de trabajo. Planteamiento del sistema que diseñarán Aprendizaje <ul style="list-style-type: none"> ➤ Que lean, sintetizen y critiquen ➤ Realización del proyecto en equipo 		RECURSOS REQUERIDOS <ul style="list-style-type: none"> ➤ Cañón ➤ Copias del material a emplear. ➤ Programa para el diseño: Matlab, Mathematica, EES, Excel, etc. ➤ Bibliografía [5 y 6] 	TIEMPO DESTINADO 8 h. (2 h en aula, 6 h para elaborar el proyecto)
CRITERIOS DE DESEMPEÑO IV	EVIDENCIAS		
	DESEMPEÑO	PRODUCTOS	
El proyecto debe tener <ul style="list-style-type: none"> - Justificación acerca del diseño (10%) - Especificaciones y consideraciones del diseño (10%) - Programa de cálculo que permita hacer modificaciones durante el diseño (40%) - Análisis exergético (10%) - Análisis termoeconómico (10%) - Conclusiones (10%) - Planos (10%) 	El proyecto debe ser diseñado con condiciones reales. Incluir un análisis exergético y termoeconómico. Los costos deben ser reales. Evaluar conforme a la escala propuesta.	Proyecto que consiste en el diseño de un sistema, realizando un análisis termoeconómico del mismo. El proyecto puede ser el diseño de un sistema que emplea energía renovable o uno que promueva ahorro de energía como un sistema de cogeneración.	



X. EVALUACIÓN Y ACREDITACIÓN

Para evaluar el curso se tomarán en consideración los trabajos realizados durante clase y las actividades indicadas en las unidades de competencia.

Rubro	Valor
Actividades de clase	10%
Actividades extra clase	5%
Proyecto unidad I	10%
Proyecto unidad III	10%
Proyecto final (unidad IV)	20%
Exámenes parciales	25%
Examen ordinario	30%
Total	100%

XI. REFERENCIAS

1. Barskakov A.P. Termotecnia, Ed. Mir, Moscu 1982.
2. Cengel Y., Transferencia de Calor y Masa, Ed. Mc. Graw Hill, 3ª. Ed. 2005.
3. Ramesh K. S. Heat exchanger design, Ed. Willey, 2003.
4. Kakac S. Boilers, evaporators and condensers, Ed. Willey, 1a ed.
5. Varios, Steam: Its generation and use, Babcock y Wilcox Co. 41a. Ed. 2000.
6. Barclay F. Combined Power and process –an exergy approach-. Ed. Prof. Eng. Publishing, 1998.