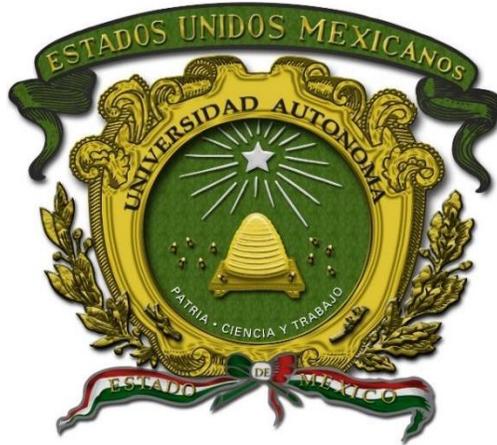


UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO
LICENCIATURA DE INGENIERÍA MECÁNICA



PROGRAMA DE ESTUDIOS

DISEÑO DE EQUIPO TÉRMICO

Elaboró:	<u>Dra. María Dolores Durán García</u>	<u>Facultad de Ingeniería</u>
	<u>Dr. Bernd Weber</u>	<u>Facultad de Ingeniería</u>
	<u>Ing. Eduardo González Mora</u>	<u>Facultad de Ingeniería</u>
Asesoría técnica:	<u>Lic. Araceli Rivera Guzmán</u>	<u>Dirección de Estudios Profesionales</u>
Fecha de aprobación:	<u>H. Consejo Académico</u> 12 de septiembre de 2022	<u>H. Consejo de Gobierno</u> 13 de septiembre de 2022

Facultad de Ingeniería

DIRECCIÓN DE ESTUDIOS
PROFESIONALES



Departamento de Desarrollo Curricular

Programa de Estudios
Aprobado por los HH. Consejos
Académico y de Gobierno



Índice

	Pág.
I. Datos de identificación.	3
II. Presentación del programa de estudios.	4
III. Ubicación de la unidad de aprendizaje en el mapa curricular.	5
IV. Objetivos de la formación profesional.	9
V. Objetivos de la unidad de aprendizaje.	10
VI. Contenidos de la unidad de aprendizaje y su organización.	11
VII. Acervo bibliográfico.	12





I. Datos de identificación.

Espacio académico
donde se imparte

Facultad de Ingeniería
Unidad Académica Profesional Tianguistenco

Estudios profesionales

Licenciatura de Ingeniería Mecánica, 2019

Unidad de aprendizaje

Diseño de equipo térmico

Clave

LMEC38

Carga académica

1

Horas
teóricas

4

Horas
prácticas

5

Total de
horas

6

Créditos

Carácter

Obligatorio

Tipo

Taller

Periodo escolar

Octavo

Área
curricular

**Ingeniería Aplicada y Diseño de
Ingeniería**

Núcleo de
formación

Integral

Seriación

Transferencia de calor

Ninguna

UA Antecedente

UA Consecuente

Formación común

No presenta

X





II. Presentación del programa de estudios.

La Unidad de Aprendizaje (UA) Diseño de equipo térmico pretende capacitar a los alumnos en el análisis, desarrollo y manejo de algunos equipos y sistemas para la generación, aportación y/o recuperación de energía térmica e intercambio de calor.

La UA está ubicada en el octavo periodo del mapa curricular y presenta seriación con la UA de Transferencia de calor. El diseño de equipo térmico se basa en el intercambio de calor de diferentes fluidos de trabajo, de aquí la importancia de la seriación con Transferencia de calor, donde se analizan los tres tipos diferentes para transmitir calor. Asimismo, diseño de equipo térmico permitirá aplicar de forma práctica los conocimientos adquiridos en unidades de aprendizaje (UUAA) previas, como Termodinámica, ingeniería térmica, Mecánica de fluidos, Transferencia de calor y Termoquímica, para diseñar y analizar algunos equipos y sistemas térmicos.

Para su desarrollo la presente UA está dividida en 4 unidades temáticas, a través de las cuales se exponen las bases del diseño de equipos térmicos; además de métodos de diseño y evaluación para algunos intercambiadores de calor de importancia a nivel industrial, principalmente.

Es muy importante tomar en cuenta que, la información proporcionada a los alumnos sea contextualizada y relacionada con ejemplos y ejercicios prácticos, de tal forma que ayude al entendimiento de los conceptos y análisis de estos y, principalmente, para que sea congruente con el tipo establecido en la UA que es taller.





III. Ubicación de la unidad de aprendizaje en el mapa curricular

MAPA CURRICULAR DE LA LICENCIATURA DE INGENIERÍA MECÁNICA, 2019

	PERIODO 1	PERIODO 2	PERIODO 3	PERIODO 4	PERIODO 5	PERIODO 6	PERIODO 7	PERIODO 8	PERIODO 9	PERIODO 10	
O B L I G A T O R I A S	El ingeniero y su entorno socioeconómico 3 1 4 7	Epistemología 3 1 4 7	Cultura y comunicación 2 1 3 5	Métodos numéricos 1 3 4 5	Problemas socioeconómicos de México 1 2 3 4	Investigación de operaciones 3 2 5 8	Administración industrial 1 3 4 5	Administración de la producción 1 3 4 5	Ética en ingeniería 2 2 4 5		
	Álgebra superior 3 1 4 7	Álgebra lineal 3 1 4 7	Probabilidad y estadística 3 1 4 7	Mecánica del medio continuo 3 2 5 8	Ciencia de materiales II 1 3 4 5	Dinámica de sistemas 1 2 3 4	Control clásico 2 1 3 5	Automatización de procesos industriales 2 4 6 8	Informes técnicos en ingeniería 3 2 5 8		
	Geometría analítica 3 1 4 7	Cálculo II 3 1 4 7	Cálculo III 3 1 4 7	Electricidad y magnetismo 3 2 5 8	Metrología eléctrica y electrónica 1 2 3 4	Máquinas eléctricas 1 4 5 6	Instalaciones eléctricas industriales 1 3 4 5	Diseño de elementos de máquinas 2 3 6 7	Diseño de herramientas 1 3 4 5		
	Cálculo I 3 1 4 7	Ecuaciones diferenciales 3 1 4 7	Dinámica 3 1 4 7	Vibraciones mecánicas 2 1 3 5	Circuitos eléctricos 1 3 4 5	Electrónica 1 3 4 5	Ingeniería económica 1 3 4 5	Proyectos de ingeniería 1 2 3 5	Gestión empresarial 1 3 4 5		
	Mecánica de la partícula 3 2 5 8	Estática 3 1 4 7	Mecánica de materiales 3 2 5 8	Microeconomía 2 2 4 6	Termodinámica 3 2 5 8	Ingeniería térmica 2 3 6 7	Transferencia de calor 2 2 5 6	Diseño de equipo térmico 1 4 5 6	Control ambiental 1 2 3 4		
	Programación básica 2 2 4 6	Dibujo mecánico I 1 3 4 5	Química 3 1 4 7	Ciencia de materiales I 1 1 3 4	Procesos de manufactura 1 4 5 6	Desarrollo de habilidades directivas 1 2 3 4	Mecánica de fluidos 3 2 5 8	Turbomaquinaria 1 2 4 5			
			Metrología dimensional 0 3 5 3	Dibujo mecánico II 0 5 5 5	Análisis de mecanismos 2 3 5 7	Diseño de transmisiones 1 2 3 4	Manufactura aplicada 0 4 4 4				
		Inglés 5 2 2 4 6	Inglés 6 2 2 4 6	Inglés 7 2 2 4 6	Inglés 8 2 2 4 6	Integrativa profesional* - - - 8	Termoquímica 1 3 4 5				
	O P T A T I V A S								Optativa 1 0 4 4 4	Optativa 3 0 4 4 4	
								Optativa 2 0 4 4 4	Optativa 4 0 2 4 4		
									Optativa 5 0 4 4 4		
	HT 17 HP 8 TH 25 CR 42	HT 18 HP 10 TH 28 CR 46	HT 19 HP 12 TH 31 CR 50	HT 14 HP 19 TH 33 CR 47	HT 12 HP 21 TH 33 CR 45	HT 10 HP 18** TH 28** CR 46	HT 11 HP 21 TH 32 CR 43	HT 8 HP 27 TH 35 CR 43	HT 8 HP 24 TH 32 CR 40	HT -- HP -- TH -- CR 30	

DIRECCIÓN DE ESTUDIOS
PROFESIONALES



Departamento de Desarrollo Curricular

Programa de Estudios
Aprobado por los HH. Consejos
Académico y de Gobierno



Proyecto curricular de la Licenciatura de Ingeniería Mecánica
Reestructuración, 2019
Secretaría de Docencia • Dirección de Estudios Profesionales



DISTRIBUCIÓN DE LAS UNIDADES DE APRENDIZAJE OPTATIVAS

	PERIODO 1	PERIODO 2	PERIODO 3	PERIODO 4	PERIODO 5	PERIODO 6	PERIODO 7	PERIODO 8	PERIODO 9	PERIODO 10
O P T A T I V A S							A d m i n i s t r a t i v a	Calidad y normatividad		
								Contabilidad administrativa	World class manufacturing	
								Mantenimiento industrial	Proyectos industriales	
								Psicología industrial		
								Producción automatizada		
							D i s e ñ o m e c á n i c o	Análisis de tolerancias	Dies and mold design	
								Diseño de mecanismos	Método del elemento finito	
								Diseño mecánico especializado		
								Tribología		
							I A n u t e o n m i e t r i i a z	Diseño de experimentos	Calibración automotriz	
						Ingeniería de manufactura automotriz		Diseño de sistemas de transmisión		
						Engineering in the automotive industry				
						Sistemas automotrices				

DIRECCIÓN DE ESTUDIOS
PROFESIONALES



Departamento de Desarrollo Curricular

Programa de Estudios
Aprobado por los HH. Consejos
Académico y de Gobierno



Proyecto curricular de la Licenciatura de Ingeniería Mecánica
Reestructuración, 2019
Secretaría de Docencia • Dirección de Estudios Profesionales



	PERIODO 1	PERIODO 2	PERIODO 3	PERIODO 4	PERIODO 5	PERIODO 6	PERIODO 7	PERIODO 8	PERIODO 9	PERIODO 10																
O P T A T I V A S								<table border="1"> <tr> <td>Materiales poliméricos</td> <td>0-4-4-4</td> <td>Diseño de sistemas de manufactura</td> <td>0-4-4-4</td> </tr> <tr> <td>Tecnologías para el reciclado de plásticos</td> <td>0-4-4-4</td> <td>Computaridad manufacturing</td> <td>0-4-4-4</td> </tr> <tr> <td>Tecnologías de procesamiento de plásticos</td> <td>0-4-4-4</td> <td>Procesos de formado de metales</td> <td>0-4-4-4</td> </tr> <tr> <td>Caracterización de plásticos</td> <td>0-4-4-4</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	Materiales poliméricos	0-4-4-4	Diseño de sistemas de manufactura	0-4-4-4	Tecnologías para el reciclado de plásticos	0-4-4-4	Computaridad manufacturing	0-4-4-4	Tecnologías de procesamiento de plásticos	0-4-4-4	Procesos de formado de metales	0-4-4-4	Caracterización de plásticos	0-4-4-4				
	Materiales poliméricos	0-4-4-4	Diseño de sistemas de manufactura	0-4-4-4																						
	Tecnologías para el reciclado de plásticos	0-4-4-4	Computaridad manufacturing	0-4-4-4																						
	Tecnologías de procesamiento de plásticos	0-4-4-4	Procesos de formado de metales	0-4-4-4																						
	Caracterización de plásticos	0-4-4-4																								
								<table border="1"> <tr> <td>Ahorro de energía eléctrica</td> <td>0-4-4-4</td> <td>Automatización avanzada</td> <td>0-4-4-4</td> </tr> <tr> <td>Control de sistemas de potencia</td> <td>0-4-4-4</td> <td>Diseño mecatrónico</td> <td>0-4-4-4</td> </tr> <tr> <td>Control digital</td> <td>0-4-4-4</td> <td>Instalaciones electro-mecánicas</td> <td>0-4-4-4</td> </tr> <tr> <td>Robotics</td> <td>0-4-4-4</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	Ahorro de energía eléctrica	0-4-4-4	Automatización avanzada	0-4-4-4	Control de sistemas de potencia	0-4-4-4	Diseño mecatrónico	0-4-4-4	Control digital	0-4-4-4	Instalaciones electro-mecánicas	0-4-4-4	Robotics	0-4-4-4				
	Ahorro de energía eléctrica	0-4-4-4	Automatización avanzada	0-4-4-4																						
	Control de sistemas de potencia	0-4-4-4	Diseño mecatrónico	0-4-4-4																						
	Control digital	0-4-4-4	Instalaciones electro-mecánicas	0-4-4-4																						
	Robotics	0-4-4-4																								
								<table border="1"> <tr> <td>Accondicionamiento de aire</td> <td>0-4-4-4</td> <td>Diseño de generadores de vapor</td> <td>0-4-4-4</td> </tr> <tr> <td>Ciclos de potencia avanzados</td> <td>0-4-4-4</td> <td>Thermal engine design</td> <td>0-4-4-4</td> </tr> <tr> <td>Diagnósticos energéticos</td> <td>0-4-4-4</td> <td>Diseño de turbomáquinas</td> <td>0-4-4-4</td> </tr> <tr> <td>Máquinas de desplazamiento positivo</td> <td>0-4-4-4</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	Accondicionamiento de aire	0-4-4-4	Diseño de generadores de vapor	0-4-4-4	Ciclos de potencia avanzados	0-4-4-4	Thermal engine design	0-4-4-4	Diagnósticos energéticos	0-4-4-4	Diseño de turbomáquinas	0-4-4-4	Máquinas de desplazamiento positivo	0-4-4-4				
	Accondicionamiento de aire	0-4-4-4	Diseño de generadores de vapor	0-4-4-4																						
Ciclos de potencia avanzados	0-4-4-4	Thermal engine design	0-4-4-4																							
Diagnósticos energéticos	0-4-4-4	Diseño de turbomáquinas	0-4-4-4																							
Máquinas de desplazamiento positivo	0-4-4-4																									

DIRECCIÓN DE ESTUDIOS
PROFESIONALES



Departamento de Desarrollo Curricular

Programa de Estudios
Aprobado por los HH. Consejos
Académico y de Gobierno



SIMBOLOGÍA

Unidad de aprendizaje	HT: Horas Teóricas
	HP: Horas Prácticas
	TH: Total de Horas
	CR: Créditos

→ 28 líneas de seriación.
Créditos mínimos 22 y máximos 54 por periodo escolar.
*Actividad académica.
**Las horas de la actividad académica.
i UA optativa que debe impartirse, cursarse y acreditarse en el idioma inglés.

	Núcleo básico obligatorio.
	Núcleo sustantivo obligatorio.
	Núcleo integral obligatorio.
	Núcleo integral optativo

PARÁMETROS DEL PLAN DE ESTUDIOS

Núcleo básico obligatorio: cursar y acreditar 21 UA	53
	30
	83
	136

Total del núcleo básico:
acreditar 21 UA para cubrir
136 créditos

Núcleo sustantivo obligatorio: cursar y acreditar 27 UA	44
	66
	110
	154

Total del núcleo sustantivo
acreditar 27 UA para
cubrir 154 créditos

Núcleo integral obligatorio: cursar y acreditar 15 UA + 2*	20
	44**
	64**
	122

Núcleo integral optativo: cursar y acreditar 5 UA	0
	20
	20
	20

Total del núcleo integral
acreditar 20 UA + 2* para
cubrir 142 créditos

TOTAL DEL PLAN DE ESTUDIOS	
UA obligatorias	63 + 2 Actividades académicas
UA optativas	5
UA a acreditar	68 + 2 Actividades académicas
Créditos	432





IV. Objetivos de la formación profesional.

Objetivos del programa educativo:

Son objetivos de los estudios profesionales de la Licenciatura de Ingeniería Mecánica formar profesionales con alto sentido de responsabilidad, críticos, creativos y con vocación de servicio para la solución de problemas relacionados con la conversión de energía en sus diversas formas con la finalidad de favorecer a la sociedad para contribuir al desarrollo social, económico, tecnológico y sustentable del país.

Generales

- Ejercer el diálogo y el respeto como principios de la convivencia con sus semejantes, y de apertura al mundo.
- Reconocer la diversidad cultural y disfrutar de sus bienes y valores.
- Adquirir los valores de cooperación y solidaridad.
- Participar activamente en su desarrollo académico para acrecentar su capacidad de aprendizaje y evolucionar como profesional con autonomía.
- Asumir los principios y valores universitarios, y actuar en consecuencia.
- Aprender los modelos, teorías y ciencias que explican el objeto de estudio de su formación.
- Emplear habilidades lingüístico-comunicativas en una segunda lengua.
- Tomar decisiones y formular soluciones racionales, éticas y estéticas.
- Comprender y aplicar los principios subyacentes a los métodos, técnicas e instrumentos empleados en la intervención profesional.
- Emplear las habilidades técnicas y tecnológicas para evolucionar en el campo laboral.
- Desarrollar un juicio profesional basado en la responsabilidad, objetividad, credibilidad y la justicia.

Particulares

- Diseñar sistemas y procesos de control, en tiempo continuo y discreto empleando conocimientos de electricidad y magnetismo, circuitos eléctricos y electrónicos, máquinas eléctricas, control clásico, dinámica de sistemas, metrología eléctrica y electrónica; y automatización de procesos industriales para la automatización de procesos y sistemas industriales que contribuyan al aumento de la calidad y cantidad de la producción.





- Diseñar sistemas térmicos convencionales y alternativos utilizando los conocimientos de la termodinámica, mecánica de fluidos, termoquímica, transferencia de calor; turbomaquinaria, diseño térmico y control ambiental para contribuir a la disminución de: costos de producción, emisiones de contaminantes al ambiente utilizando la energía de manera eficiente y sustentable.
- Crear sistemas y procesos de control, en tiempo continuo y discreto empleando conocimientos de electricidad y magnetismo, circuitos eléctricos y electrónicos, máquinas eléctricas, control clásico, dinámica de sistemas, metrología eléctrica y electrónica; y automatización de procesos industriales para automatizar procesos y sistemas industriales que contribuyan al aumento de la calidad y cantidad de la producción.
- Evaluar proyectos de producción y manufactura utilizando los principios del valor de la inversión a través del tiempo, el tiempo de retorno de inversión, microeconomía, investigación de operaciones, administración industrial y de la producción, así como gestión empresarial para seleccionar de manera óptima los recursos humanos, materiales, técnicos y económicos de la producción industrial.

Objetivos del núcleo de formación:

Proveer al alumno de escenarios educativos para la integración, aplicación y desarrollo de los conocimientos, habilidades y actitudes que le permitan el desempeño de funciones, tareas y resultados ligados a las dimensiones y ámbitos de intervención profesional o campos emergentes de la misma.

Objetivos del área curricular o disciplinaria:

Proponer soluciones a problemas de flujo de fluidos, intercambio de energía, fallas en máquinas y procesos, así como de control y automatización de sistemas de producción aplicando los conocimientos de control, hidráulica, neumática, diseño de: equipo térmico, de elementos de máquinas, de herramienta y de mecanismo para construir máquinas, procesos y sistemas que den respuesta a las necesidades de confort humano a través de la conversión de energía.

V. Objetivos de la unidad de aprendizaje.

Diseñar equipos térmicos mediante el análisis del uso de combustibles alternativos y su factibilidad en el corto, mediano y largo plazo para proponer alternativas y evitar el uso de combustibles fósiles.



VI. Contenidos de la unidad de aprendizaje, y su organización.

Unidad temática 1. Sistemas de combustión

Objetivo: Analizar los diferentes sistemas de combustión que utilizan combustibles sólidos, líquidos y gaseosos, aplicando la estequiometría de reacciones de combustión en función de sus propiedades termodinámicas y cinéticas de reacción, para seleccionar un sistema de combustión adecuado a la demanda térmica.

Temas:

- 1.1 Propiedades fisicoquímicas de los combustibles
- 1.2 Estequiometría de reacciones de combustión de combustibles sólidos, líquidos y gaseosos
- 1.3 Cinética de las reacciones de combustión
- 1.4 Principios de diseño de hogares y quemadores
- 1.5 Control de contaminación

Unidad temática 2. Intercambiadores de calor

Objetivo: Diseñar intercambiadores de calor, utilizando las metodologías de la diferencia media logarítmica de temperatura y la de efectividad-NTU y Q-DT, para dimensionarlos y seleccionarlos de acuerdo con las aplicaciones industriales.

Temas:

- 2.1 Clasificación de los intercambiadores de calor
- 2.2. Método de la diferencia media logarítmica de temperatura
- 2.3 Método de efectividad-NTU y Q-DT
- 2.4 Irreversibilidad en intercambiadores de calor
- 2.5 Determinación de los coeficientes de transferencia de calor en los intercambiadores de calor
- 2.6 Estrategias para el diseño de intercambiadores de calor bajo los criterios de efectividad, mecánica de fluidos y mantenimiento



Unidad temática 3. Calderas y generadores de vapor

Objetivo: Analizar y evaluar el comportamiento térmico de calderas de vapor, mediante balances energético y exergético, para la producción de potencia y/o recuperación de calor.

3.1 Clasificación de las calderas

3.2 Componentes principales de las calderas

3.3 Parámetros y fundamentos de diseño

3.4 Análisis térmico de una caldera según de la primera ley de termodinámica

3.5 Análisis energético y exergético de calderas

Unidad temática 4. Análisis termo-económico

Objetivo: Evaluar los elementos de optimización en sistemas energéticos; por medio del análisis exergético y la aplicación de costos, a fin de proponer una estrategia de optimización.

4.1 Análisis exergético simple y avanzado

4.2 Optimización de sub-sistemas y de la operación

4.3 Aplicación de un esquema de costos a los requerimientos de optimización

4.4 Estrategias de optimización

VII. Acervo bibliográfico.

Básico:

Annaratone, D., (2008), *Steam generators: description and design*, Springer Science & Business Media.

Bejan, A., Tsatsaronis, G., & Moran, M. J., (1995), *Thermal design and optimization*, John Wiley & Sons.

Bergman, T. L., Incropera, F. P., DeWitt, D. P., & Lavine, A. S., (2018), *Fundamentals of heat and mass transfer*, John Wiley & Sons.

Cengel, Y. A. y Boles, M. A., (2012), *Termodinámica*, 7ª. Edición, México: Editorial Mc Graw-Hill. ISBN 978-6071507433.

Cengel Y., (2005), *Transferencia de Calor y Masa*, 3ª. Edición, Mc. Graw Hill.

Durán, M.D., (2011), *Diseño de equipo térmico*, Notas de clase. [Online].

Moran, M. J., Shapiro, H. N., Boettner, D. D., & Bailey, M. B., (2008), *Interactive Thermodynamics*, (Versión 3.2).

Bergman, T. L., Incropera, F. P., DeWitt, D. P., & Lavine, A. S., (2011), *Interactive Heat Transfer (Versión 4.0)*.





Complementario:

Adiutori, E. F., (2017), *The new engineering*, Ventuno Press.

Babcock & Wilcox Company, (2005), *Steam: its generation and use*. Babcock & Wilcox Company.

Bejan, A., & Kraus, A. D., (Eds.), (2003), *Heat transfer handbook*, John Wiley & Sons.

Kern, D. Q., (2008), *Procesos de transferencia de calor* (No. TJ263 K45).

Querol, E., Gonzalez-Regueral, B., & Perez-Benedito, J. L., (2013), *Practical approach to exergy and thermoeconomic analyses of industrial processes*, Vol. 92, London: Springer.

Shah, R. K., & Sekulic, D. P., (2003), *Fundamentals of heat exchanger design*, John Wiley & Sons.

