

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO
LICENCIATURA DE INGENIERÍA MECÁNICA



PROGRAMA DE ESTUDIOS

TRANSFERENCIA DE CALOR

Elaboró:	M. en I. Armando Herrera Barrera	Facultad de Ingeniería
	Dra. Miriam Sánchez Pozos	Facultad de Ingeniería
	Dr. Eduardo Rincón Mejía	Facultad de Ingeniería
	Dra. Joanna Juárez Michua	Facultad de Ingeniería

Asesoría técnica:	Lic. Araceli Rivera Guzmán	Dirección de Estudios Profesionales
--------------------------	----------------------------	-------------------------------------

Fecha de aprobación:	H. Consejo Académico 10 de enero de 2022	H. Consejo de Gobierno 12 de enero 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 Tlanguistenco

Estudios profesionales

Licenciatura de Ingeniería Mecánica, 2019

Unidad de aprendizaje

Transferencia de calor

Clave

LMEC20

Carga académica

2

Horas
teóricas

2

Horas
prácticas

4

Total de
horas

6

Créditos

Carácter

Obligatorio

Tipo

Curso-taller

Periodo escolar

Séptimo

Área
curricular

Ciencias de la Ingeniería

Núcleo de
formación

Sustantivo

Seriación

Ninguna

Diseño de equipo térmico

UA Antecedente

UA Consecuente

Formación común

No presenta

X





II. Presentación del programa de estudios.

La transferencia de calor es la ciencia que estudia la energía en tránsito debido a una diferencia de temperaturas. Mediante esta UA se realiza el análisis de sistemas energéticos tiene vital importancia la cuantificación del "calor", el cual se refiere a la transferencia de energía de una parte a otra de un cuerpo, o entre diferentes cuerpos, generalmente en virtud de una diferencia de temperatura entre sistemas. Esta UA persigue como propósito principal introducir a los alumnos en el estudio básico de la transferencia de energía térmica, mostrándoles las bases teóricas que sustentan a la materia y las metodologías de cálculo que emplearán en cursos posteriores para el diseño, la evaluación y la selección de los equipos relacionados con esta operación unitaria.

En esta unidad de aprendizaje (UA) se introducirá primero las ecuaciones generales que gobiernan la conducción, convección y radiación para, posteriormente mostrar cómo aplicar estas ecuaciones en la solución de problemas respectivamente para convección, radiación, conducción permanente y conducción transitoria, y de esta manera poder aplicarlo al diseño de equipo térmico: intercambiadores de calor, condensadores, evaporadores y equipo con transferencia de masa y calor.

La UA contribuye con el perfil de egreso brindando los conocimientos para realizar diseño de sistemas térmicos convencionales y alternativos y para la solución de problemas térmicos en sistemas mecánicos alineados con el objetivo del programa educativo.

Transferencia de calor es una UA base para poder cursar la UA de Diseño de equipo térmico, debido a la importancia de sus conocimientos ya que podrán ser aplicados en esta segunda UA, razón por la que presentan seriación.





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 6	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 6	Ética en ingeniería 2 2 4 6		
	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 I 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 6	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 4	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 1 4 6	Termodinámica 3 2 5 8	Ingeniería térmica 2 3 5 7	Transferencia de calor 2 4 6	Diseño de equipo térmico 1 4 6 7	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 2 3 4	Procesos de manufactura 1 2 4 6	Desarrollo de habilidades directivas 1 2 3 4	Mecánica de fluidos 3 2 5 8	Turbomaquinaria 1 3 4 5			
			Metrología dimensional 0 3 3	Dibujo mecánico II 0 5 5	Análisis de mecanismos 2 3 5 7	Diseño de transmisiones 1 2 3 4	Manufactura aplicada 0 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* - ** ** 6	Termoquímica - 1 3 4 6				
	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 4 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





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 0-4 2-4 4-4			
								Contabilidad administrativa 0-4 2-4 4-4	World class manufacturing 0-4 2-4 4-4		
								Mantenimiento industrial 0-4 2-4 4-4	Proyectos industriales 0-4 2-4 4-4		
								Psicología industrial 0-4 2-4 4-4			
								Producción automatizada 0-4 2-4 4-4			
								Análisis de tolerancias 0-4 2-4 4-4	Die and mold design 0-4 2-4 4-4		
							D i s e ñ o m e c á n i c o	Diseño de mecanismos 0-4 2-4 4-4	Método del elemento finito 0-4 2-4 4-4		
								Diseño mecánico especializado 0-4 2-4 4-4			
								Tribología 0-4 2-4 4-4			
								Diseño de experimentos 0-4 2-4 4-4	Calibración automotriz 0-4 2-4 4-4		
								Ingeniería de manufactura automotriz 0-4 2-4 4-4	Diseño de sistemas de transmisión 0-4 2-4 4-4		
								Engineering in the automotive industry 0-4 2-4 4-4			
						I n g e n i e r í a z	Sistemas automotrices 0-4 2-4 4-4				



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>0.0</td><td>2.0</td><td>2.0</td><td>4.0</td></tr> </table>	Materiales poliméricos	0.0	2.0	2.0	4.0	<table border="1"> <tr><td>Diseño de sistemas de manufactura</td><td>0.0</td><td>2.0</td><td>2.0</td><td>4.0</td></tr> </table>	Diseño de sistemas de manufactura	0.0	2.0	2.0	4.0	
	Materiales poliméricos	0.0	2.0	2.0	4.0															
	Diseño de sistemas de manufactura	0.0	2.0	2.0	4.0															
								<table border="1"> <tr><td>Tecnologías para el reciclado de plásticos</td><td>0.0</td><td>2.0</td><td>2.0</td><td>4.0</td></tr> </table>	Tecnologías para el reciclado de plásticos	0.0	2.0	2.0	4.0	<table border="1"> <tr><td>Computer aided manufacturing</td><td>0.0</td><td>2.0</td><td>2.0</td><td>4.0</td></tr> </table>	Computer aided manufacturing	0.0	2.0	2.0	4.0	
	Tecnologías para el reciclado de plásticos	0.0	2.0	2.0	4.0															
	Computer aided manufacturing	0.0	2.0	2.0	4.0															
								<table border="1"> <tr><td>Tecnologías de procesamiento de plásticos</td><td>0.0</td><td>2.0</td><td>2.0</td><td>4.0</td></tr> </table>	Tecnologías de procesamiento de plásticos	0.0	2.0	2.0	4.0	<table border="1"> <tr><td>Procesos de formado de metales</td><td>0.0</td><td>2.0</td><td>2.0</td><td>4.0</td></tr> </table>	Procesos de formado de metales	0.0	2.0	2.0	4.0	
	Tecnologías de procesamiento de plásticos	0.0	2.0	2.0	4.0															
	Procesos de formado de metales	0.0	2.0	2.0	4.0															
								<table border="1"> <tr><td>Caracterización de plásticos</td><td>0.0</td><td>2.0</td><td>2.0</td><td>4.0</td></tr> </table>	Caracterización de plásticos	0.0	2.0	2.0	4.0							
Caracterización de plásticos	0.0	2.0	2.0	4.0																
							<table border="1"> <tr><td>Ahorro de energía eléctrica</td><td>0.0</td><td>2.0</td><td>2.0</td><td>4.0</td></tr> </table>	Ahorro de energía eléctrica	0.0	2.0	2.0	4.0	<table border="1"> <tr><td>Automatización avanzada</td><td>0.0</td><td>2.0</td><td>2.0</td><td>4.0</td></tr> </table>	Automatización avanzada	0.0	2.0	2.0	4.0		
Ahorro de energía eléctrica	0.0	2.0	2.0	4.0																
Automatización avanzada	0.0	2.0	2.0	4.0																
							<table border="1"> <tr><td>Control de sistemas de potencia</td><td>0.0</td><td>2.0</td><td>2.0</td><td>4.0</td></tr> </table>	Control de sistemas de potencia	0.0	2.0	2.0	4.0	<table border="1"> <tr><td>Diseño mecánico</td><td>0.0</td><td>2.0</td><td>2.0</td><td>4.0</td></tr> </table>	Diseño mecánico	0.0	2.0	2.0	4.0		
Control de sistemas de potencia	0.0	2.0	2.0	4.0																
Diseño mecánico	0.0	2.0	2.0	4.0																
							<table border="1"> <tr><td>Control digital</td><td>0.0</td><td>2.0</td><td>2.0</td><td>4.0</td></tr> </table>	Control digital	0.0	2.0	2.0	4.0	<table border="1"> <tr><td>Instalaciones electro mecánicas</td><td>0.0</td><td>2.0</td><td>2.0</td><td>4.0</td></tr> </table>	Instalaciones electro mecánicas	0.0	2.0	2.0	4.0		
Control digital	0.0	2.0	2.0	4.0																
Instalaciones electro mecánicas	0.0	2.0	2.0	4.0																
							<table border="1"> <tr><td>Robots</td><td>0.0</td><td>2.0</td><td>2.0</td><td>4.0</td></tr> </table>	Robots	0.0	2.0	2.0	4.0								
Robots	0.0	2.0	2.0	4.0																
							<table border="1"> <tr><td>Acondicionamiento de aire</td><td>0.0</td><td>2.0</td><td>2.0</td><td>4.0</td></tr> </table>	Acondicionamiento de aire	0.0	2.0	2.0	4.0	<table border="1"> <tr><td>Diseño de generadores de vapor</td><td>0.0</td><td>2.0</td><td>2.0</td><td>4.0</td></tr> </table>	Diseño de generadores de vapor	0.0	2.0	2.0	4.0		
Acondicionamiento de aire	0.0	2.0	2.0	4.0																
Diseño de generadores de vapor	0.0	2.0	2.0	4.0																
							<table border="1"> <tr><td>Ciclos de potencia avanzados</td><td>0.0</td><td>2.0</td><td>2.0</td><td>4.0</td></tr> </table>	Ciclos de potencia avanzados	0.0	2.0	2.0	4.0	<table border="1"> <tr><td>Thermal engine design</td><td>0.0</td><td>2.0</td><td>2.0</td><td>4.0</td></tr> </table>	Thermal engine design	0.0	2.0	2.0	4.0		
Ciclos de potencia avanzados	0.0	2.0	2.0	4.0																
Thermal engine design	0.0	2.0	2.0	4.0																
							<table border="1"> <tr><td>Diagnósticos energéticos</td><td>0.0</td><td>2.0</td><td>2.0</td><td>4.0</td></tr> </table>	Diagnósticos energéticos	0.0	2.0	2.0	4.0	<table border="1"> <tr><td>Diseño de turbomáquinas</td><td>0.0</td><td>2.0</td><td>2.0</td><td>4.0</td></tr> </table>	Diseño de turbomáquinas	0.0	2.0	2.0	4.0		
Diagnósticos energéticos	0.0	2.0	2.0	4.0																
Diseño de turbomáquinas	0.0	2.0	2.0	4.0																
							<table border="1"> <tr><td>Máquinas de desplazamiento positivo</td><td>0.0</td><td>2.0</td><td>2.0</td><td>4.0</td></tr> </table>	Máquinas de desplazamiento positivo	0.0	2.0	2.0	4.0								
Máquinas de desplazamiento positivo	0.0	2.0	2.0	4.0																



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.

†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:

Desarrollar en el alumno el dominio teórico, metodológico y axiológico del campo de conocimiento donde se inserta la profesión.

Comprender unidades de aprendizaje sobre los conocimientos, habilidades y actitudes necesarias para dominar los procesos, métodos y técnicas de trabajo; los principios disciplinares y metodológicos subyacentes; y la elaboración o preparación del trabajo que permita la presentación de la evaluación profesional.

Objetivos del área curricular o disciplinaria:

Analizar los problemas relacionados con fluidos, transferencia de calor, circuitos eléctricos y de la dinámica a través del estudio de la mecánica de fluidos, la termodinámica, las ciencias de los materiales y los circuitos eléctricos y electrónicos para la explicación de sus condiciones, propiedades y limitaciones en relación con el entorno.

V. Objetivos de la unidad de aprendizaje.

Analizar sistemas que relacionen el contacto de sólidos-fluidos, sólidos-sólidos y fluidos-fluidos empleando conducción, convección y radiación en sistemas estacionarios y transitorios para el diseño, revisión y mantenimiento de máquinas térmicas.



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

Unidad temática 1. Conceptos básicos de transferencia de calor.

Objetivo: Seleccionar los modos de transferencia de calor, aplicando las leyes de Fourier, de Enfriamiento de Newton y de Stefan-Boltzmann, para resolver problemas sencillos y ejercicios donde se aplique la analogía eléctrica.

Temas:

- 1.1 Aspectos matemáticos.
- 1.2 Propiedades térmicas.
- 1.3 Expresiones matemáticas de las leyes de Fourier, de Enfriamiento de Newton y de Stefan-Boltzmann.
- 1.4 Analogía eléctrica.

Unidad temática 2. Convección.

Objetivo: Comparar las correlaciones de transferencia, mediante la convección natural y forzada, para aplicarlas en problemas donde exista transferencia de calor en la interfase sólido-fluido.

Temas:

- 2.1 Fundamentos de la convección: capa límite hidrodinámica y térmica.
- 2.2 Convección forzada externa e interna.
- 2.3 Convección natural.

Unidad temática 3. Radiación.

Objetivo: Calcular la transferencia de energía entre dos cuerpos, mediante transferencia de calor por radiación, para el diseño de hornos, colectores solares y celdas fotovoltaicas.

Temas:

- 3.1 Fundamentos y propiedades de la radiación.
- 3.2 Transferencia de calor entre superficies ideales y reales.



Unidad temática 4. Conducción transitoria y en estado permanente.

Objetivo: Comparar las soluciones a la ecuación de la energía en estado permanente y transitorio, mediante transferencia de calor por conducción en geometrías comunes, para aplicarlas a problemas de calentamiento de cuerpos sólidos, cálculo del radio crítico de aislamiento y selección de aletas.

Temas:

- 4.1 Conducción estacionaria en paredes planas, cilindros y esferas.
- 4.2 Conducción transitoria en sistemas concentrados.
- 4.3 Conducción transitoria en paredes planas, cilindros y esferas.

Unidad temática 5. Equipo de transferencia de calor.

Objetivo: Seleccionar las correlaciones adecuadas de transferencia de masa, de calor y de cambio de fase, a través del análisis de masa y calor en práctica de laboratorio, para su aplicación al diseño de equipo térmico.

Temas:

- 5.1 Intercambiadores de calor.
- 5.2 Sistemas con cambio de fase: condensadores y evaporadores.
- 5.3 Equipo con transferencia de masa y calor.

Acervo bibliográfico:

Básico:

Cengel Y.A., Ghajar A. J, (2020), *Transferencia de Calor y Masa.4 Ed.* McGraw-Hill.

Incropera, F., De Witt, D. P., (2017), *Transferencia de Calor. 4 Ed.* Pearson.

Kreith F., Manglik R. M, Bohn M.S, (2012), *Principios de Transferencia de Calor. 7 Ed.* Cengage.

Complementario:

Holman J.P., (1986), *Transferencia de Calor*, 10 Ed. CECSA.

Sigalés B., (2014), *Transferencia de Calor Técnica. 2 Ed.* Reverté.

Kern D. Q., (1993), *Procesos de Transferencia de Calor.3 Ed.* Grupo Editorial Patria.

Manrique J. A., (2002), *Transferencia de Calor*, 2 Ed. Alfaomega.

Valiente A., (2018), *Problemas de Transferencia de Calor*, 2 Ed.Limusa.

Karlekar B.V., Desdemond R. M (2014), *Transferencia de Calor. 2 Ed.* Mc. Graw Hill.

