

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO
LICENCIATURA DE INGENIERÍA MECÁNICA



PROGRAMA DE ESTUDIOS

TURBOMAQUINARIA

Elaboró:	<u>M.en I. Armando Herrera Barrera</u>	<u>Facultad de Ingeniería</u>
	<u>Dr. Juan Carlos Posadas Basurto</u>	<u>Facultad de Ingeniería</u>
	<u>Dra. Joanna Juárez Michua</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> <u>12 de septiembre de 2022</u>	<u>H. Consejo de Gobierno</u> <u>13 de septiembre de 2022</u>
-----------------------------	--	--

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.	6
IV. Objetivos de la formación profesional.	10
V. Objetivos de la unidad de aprendizaje.	11
VI. Contenidos de la unidad de aprendizaje y su organización.	12
VII. Acervo bibliográfico.	13





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

Turbomaquinaria

Clave

LMEC48

Carga académica

1

Horas
teóricas

3

Horas
prácticas

4

Total de
horas

5

Créditos

Carácter

Obligatorio

Tipo

Taller

Periodo escolar

Octavo

Área
curricular

**Ingeniería Aplicada y Diseño de
Ingeniería**

Núcleo de
formación

Integral

Seriación

Mecánica de fluidos

Ninguna

UA Antecedente

UA Consecuente

Formación común

No presenta

X





II. Presentación del programa de estudios.

El mundo está avanzando hacia la consecución de energía asequible y no contaminante con indicios alentadores de que la energía se está volviendo más sostenible y ampliamente disponible. El acceso a la electricidad en los países más pobres ha comenzado a acelerarse, la eficiencia energética continúa mejorando y la energía renovable está logrando resultados en el sector eléctrico, aunque aún se tiene que realizar el balance entre la transmisión a kilómetros de distancia o la opción del autoconsumo.

Las turbomáquinas son dispositivos que por lo general suministran o extraen energía de un fluido en movimiento por medio de hélices o aspas giratorios. En esta UA, se destaca el diseño preliminar y, más que dar detalles, se presenta el rendimiento general de las turbomáquinas. Además, se analiza cómo hacer que correspondan los requisitos de un sistema de flujo de fluidos con las características de una turbomáquina.

La actividad del Ingeniero Mecánico es muy amplia debido a las exigencias del sector productivo. De esta forma se puede encargar de la selección de una bomba, determinar fuerzas debido a fluidos estáticos y en movimiento para el diseño de sistemas de tuberías en proyectos de instalación de nuevas plantas industriales, emplear modelos “establecidos” para determinar las características de sistemas con fluidos para el diseño de diferentes sistemas térmicos, etc.

Por otro lado, es innegable que las necesidades de energía en nuestro país y en el mundo son cada vez más apremiantes. De esta forma, para los próximos años se estima que serán necesarias más plantas, sistemas o dispositivos para generar energía eléctrica de una manera sustentable. El mundo actual reclama soluciones tangibles, obteniendo energía de cualquier flujo compresible o incompresible, por eso la importancia de la presente unidad de aprendizaje (UA), ya que, aunque se conoce por un lado el agotamiento de combustibles fósiles, así como las desventajas de presas hidráulicas, debido a los cambios que genera al ecosistema, es importante el conocimiento de dichas turbomáquinas para realizar innovación conocer las bases y antecedentes. En este contexto, el diseño, instalación, operación y mantenimiento de estas es responsabilidad en gran medida del Ingeniero Mecánico.

Uno de los principales equipos de una planta generadora de energía eléctrica, que no utilice motores de combustión interna, es la turbomáquina, la cual es una máquina capaz de transformar energía; dicha transformación se lleva a cabo entre un fluido en movimiento y un elemento rotativo debido a una acción dinámica, lo cual procede un cambio en la presión e impulso del fluido. Por lo tanto, es incuestionable que el diseño, selección, operación y mantenimiento de turbomáquinas es una parte esencial del Ingeniero Mecánico, y por esta razón la unidad de aprendizaje Turbomáquinas es parte integral en la formación de los futuros ingenieros que demanda la sociedad.





La UA se compone de tres unidades temáticas. La primera unidad abarca conocimientos de flujo compresible y parámetros para selección y dimensionamiento de sistemas de bombeo. Parte considerable de este capítulo se dedica a las leyes de semejanza de la tubomaquinaria y aplicación práctica del análisis dimensional.

La segunda unidad da a conocer turbinas hidráulicas y el intercambio de energía en turbomáquinas con la intención de concientizar a los estudiantes de Ingeniería Mecánica a las necesidades sociales respecto al uso de energía eléctrica.

Por último, en la tercera unidad se presentan tipos de turbomáquinas como turbocompresores, turbinas de gas y vapor, así como aerogeneradores, con la intención de dar un panorama general debido a la transición de fuentes renovables y no renovables.





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 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 2 4 6	Termodinámica 3 2 3 8	Ingeniería térmica 2 3 5 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 3 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 0-0 2-2 4-4 6-6			
								Contabilidad administrativa 0-0 2-2 4-4	World class manufacturing 0-0 2-2 4-4		
								Mantenimiento industrial 0-0 2-2 4-4	Proyectos industriales 0-0 2-2 4-4		
								Psicología industrial 0-0 2-2 4-4			
								Producción automatizada 0-0 2-2 4-4			
								D i s e ñ o m e c á n i c o	Análisis de tolerancias 0-0 2-2 4-4	Die and mold design 0-0 2-2 4-4	
							Diseño de mecanismos 0-0 2-2 4-4		Método del elemento finito 0-0 2-2 4-4		
							Diseño mecánico especializado 0-0 2-2 4-4				
							Tribología 0-0 2-2 4-4				
								I n g e n i e r í a	Diseño de experimentos 0-0 2-2 4-4	Calibración automotriz 0-0 2-2 4-4	
							Ingeniería de manufactura automotriz 0-0 2-2 4-4		Diseño de sistemas de transmisión 0-0 2-2 4-4		
						Engineering in the automotive industry 0-0 2-2 4-4					
						Sistemas automotrices 0-0 2-2 4-4					

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							P l a n e a c i o n e s y	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	Computer aided 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		
							E l é c t r i c o l o g í a	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	
								Robots 0 4 4 4		
							T e r m o f l u i d o s	Acondicionamiento 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 turbomquinas 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.
† 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.

Calcular características de sistemas donde interviene turbomaquinaria mediante conocimientos de flujo compresible, balance de energía y fuerzas impulsoras para determinar los parámetros de funcionamiento de turbomáquinas.



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

Unidad temática 1. Flujo de fluido.

Objetivo: Calcular las propiedades del flujo que pasa a través de una turbomáquina generadora o motora, mediante las ecuaciones de estado y de momento, a fin de obtener su eficiencia y las fuerzas impulsoras.

Temas:

- 1.1 Generalidades, definiciones y elementos de una turbomáquina.
- 1.2 Clasificación de las máquinas transformadoras de energía.
- 1.3 Clasificación de las turbomáquinas de acuerdo con el fluido de trabajo (gas, vapor, líquido).
- 1.4 Clasificación de las turbomáquinas de acuerdo con el sentido de circulación del fluido (motoras y generadoras; de acción y de reacción; axiales y radiales).
- 1.5 Campo de aplicación de las turbomáquinas.
- 1.6 Ecuaciones de estado
- 1.7 Eficiencia
- 1.8 Equilibrio de momento

Unidad temática 2. Flujo compresible a través de toberas.

Objetivo: Evaluar la conversión de energía de vapores o gases en las toberas y difusores, aplicando la teoría de dinámica de fluidos, para obtener los cambios de área en flujos subsónicos, sónicos y supersónicos.

Temas:

- 2.1 Número de Mach y la velocidad del sonido
- 2.2 Flujo isentrópico con cambio de área
- 2.3 Choques de onda normales
- 2.4 Influencia de la fricción en el flujo a través de boquillas rectas
- 2.5 Sobresaturación
- 2.6 Expansión de Prandtl-Meyer
- 2.7 Flujo que sale de una tobera de turbina.



Unidad temática 3. Principios del análisis de turbomáquinas.

Objetivo: Formular balances de energía en turbomáquinas, mediante la cantidad de movimiento, para obtener la potencia entregada (o absorbida) por una turbomáquina

Temas:

- 3.1 Triángulos de velocidad
- 3.2 Momento del balance de cantidad de movimiento
- 3.3 Transferencia de energía en turbomáquinas
- 3.4 Utilización
- 3.5 Escalamiento y semejanza
- 3.6 Características de comportamiento

VII. Acervo bibliográfico.

Básico:

Potter, M. C, Wiggert, D. C, (2015), *Mecánica de Fluidos*, 4ª Ed., Thomson.

Complementario:

White, (2008), *Mecánica de Fluidos*, 6ª Ed., McGraw-Hill.

Mataix, (1991), *Turbomáquinas térmicas*, 3ª Ed. CECSA.

Polo E. (1987), *Turbomáquinas*, Ed. LIMUSA.

Ortega A., M, (2004), *Turbocompresores de geometría variable*, Alfaomega.

Mataix, (2009), *Mecánica de Fluidos y Máquinas Hidráulicas*, 2ª ed., Harla

Golden, Batres, Terrones, (1989), *Termofluidos, Turbomáquinas y Máquinas Térmicas*, Ed. CECSA.

Burghardt, (1984), *Ingeniería Termodinámica*, Ed. HARLA.

Huang, (1994), *Ingeniería Termodinámica*, Ed. CECSA.

Stocker, W., (2001), *Design of Thermal Systems*, McGraw Hill.

Eggleston, D. M., Stoddard, F. S., (1987), *Wind Turbine engineering Design*, Van Nostrand Reinhold.

M. Lucini, (1966), *Turbomáquinas de vapor y gas. Diseño y construcción*, 4ª Ed., Dossat, S.A.

