

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO
LICENCIATURA DE INGENIERÍA MECÁNICA



PROGRAMA DE ESTUDIOS

DISEÑO DE EXPERIMENTOS

Elaboró:	Ing. Ricardo Pineda Tapia	Facultad de Ingeniería
	Mtro. Jorge Saul Gallegos Molina	Facultad de Ingeniería

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

Fecha de aprobación:	H. Consejo Académico	H. Consejo de Gobierno
	12 de septiembre de 2022	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.	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.	14





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 experimentos

Clave

LMEC65

Carga académica

0

4

4

4

Horas
teóricas

Horas
prácticas

Total de
horas

Créditos

Carácter

Optativa

Tipo

Taller

Periodo escolar

Octavo

Área
curricular

**Ingeniería Aplicada y Diseño en
Ingeniería**

Núcleo de
formación

Integral

Seriación

Ninguna

Ninguna

Formación común

No presenta

X





II. Presentación del programa de estudios.

La Unidad de Aprendizaje de Diseño de experimentos desarrollará en el alumno la capacidad de seleccionar las pruebas de validación que garanticen la vida del producto con base en el diseño de modo de falla del sistema o componente, permitiendo asegurar la confiabilidad y durabilidad de un sistema, subsistema o componente manufacturado que es sometido a todas las diferentes condiciones de caminos y condiciones climáticas para evitar posibles daños en las personas y/o vehículos. Con base en lo anterior, la presente UA aporta al perfil del Ingeniero Mecánico los conocimientos y habilidades necesarias para el análisis e interpretación de problemas estableciendo hipótesis y aplicando los experimentos con las técnicas y estrategias adecuadas para determinar las mejores condiciones de operación en cualquier proceso.

Se organiza el temario en seis unidades temáticas, agrupando en la primera unidad los contenidos conceptuales de la UA, así como las herramientas administrativas y estadísticas, aquí se abordan las etapas y actividades necesarias para definir un plan de validación de componente, subsistema o sistema del vehículo. Se considera necesaria una aplicación práctica con solución de casos reales de empresas de la región. La segunda unidad temática introduce al alumno en los diseños factoriales 2k. Desarrolla diferentes experimentos multifactoriales, además de la interpretación de resultados y elección de la mejor opción aplicable. La tercera unidad describe como los diseños factoriales fraccionados nos ayudan con el análisis de más de 5 factores, reduciendo la cantidad de tratamientos aplicados al estudio sin sacrificar la calidad de los resultados.

La cuarta unidad introduce al alumno en los Análisis de Modo y Efecto de Falla de Diseño y de Proceso de Manufactura. Desarrolla diferentes AMEF-D y AMEF-P. Con la información del AMEF-D se identificarán que variables pueden afectar al producto, y con la ayuda de los experimentos multifactoriales, se selecciona la mejor opción de validación. En las actividades sugeridas, es conveniente que el profesor explique cuáles son los requerimientos técnicos de un vehículo y como discriminarlos por Sistema, Subsistema y de Componente; explicar cómo realizar un Análisis de Modo y Efecto de Falla de Diseño (AMEF-D), así como identificar las características clave del diseño, y demostrar porque el AMEF-D debe ser analizado y discutido con las áreas de Procesos de Manufactura.

La quinta unidad temática se enfoca en la definición de un plan de Validación de Diseño de un componente o sistema por su funcionalidad (Validación del diseño del Sistema o componente; Desarrollo), ya sea por análisis, inspección y/o pruebas físicas el diseño cumple con los requerimientos de diseño. Sin incluir los efectos de las variaciones de manufactura utilizando la aplicación del diseño de experimentos para obtener productos robustos. Por último, la sexta unidad aborda la definición de un plan de Validación de Producto. Aquí si son incluidos las variaciones de manufactura (Validación del producto por Sistema o componente). Por lo tanto, la aplicación del diseño de experimentos permitirá obtener productos que son obtenidos de componentes que ya son manufacturados en herramientas de producción.





En cada unidad temática se realizarán diferentes actividades que permitirá aplicar los conceptos estudiados y los aprendizajes logrados, así como el empleo de software.

El enfoque sugerido para la UA requiere que las actividades prácticas promuevan el desarrollo de habilidades analíticas y de experimentación tales como: identificación, manejo y control de variables y datos relevantes; manejo de software estadístico, planteamiento de hipótesis; así como habilidades blandas que promuevan el trabajo en equipo, y habilidades cognitivas que propicien procesos intelectuales como inducción-deducción y análisis-síntesis, con la intención de generar una actividad intelectual compleja.

Los alumnos serán capaces de efectuar cálculos, implementar mecanismos de control, y usar la transferencia de conocimientos para elaborar propuestas para la optimización del diseño, y de los procesos de manufactura. Asimismo, se busca que sea capaz de interpretar los requerimientos técnicos y plasmarlos en los formatos de AMEF-D de tal manera, que pueda discutirlos y compartirlos con las áreas de procesos de manufactura.

En el transcurso de las actividades programadas es muy importante que el estudiante aprenda a valorar las actividades que lleva a cabo y entienda que está construyendo su futuro y en consecuencia actúe de una manera profesional; de igual manera, aprecie la importancia del conocimiento y los hábitos de trabajo; desarrolle la precisión y la curiosidad, la puntualidad, el entusiasmo y el interés, la tenacidad, la flexibilidad y la autonomía.





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 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 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 5 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 4 8	Microeconomía 2 2 4 6	Termodinámica 3 2 5 8	Ingeniería térmica 2 3 5 7	Transferencia de calor 2 2 4 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 2 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 3 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				
											Práctica profesional** 30
	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

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 á s t i c o t e c n o l o g í a	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 ¹	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		
								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 electromecánicas	0 4 4 4
								Robotics ¹	0 4 4 4		
								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 ¹	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				
							E l é c t r i c o n t r o l y				
								T e r m o f l u i d o s			

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; turbo maquinaria, 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 mecanismos 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.

Seleccionar las pruebas de validación que garanticen la vida del producto con base en el diseño de modo de falla del sistema o componente y la teoría de diseño de experimentos para asegurar la calidad de un producto manufacturado sometido a todas las condiciones que puede soportar el sistema o componente.





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

Unidad temática 1. El diseño estadístico de experimentos aplicado a la mejora y diseño de productos.

Objetivo: Discriminar y comparar los requerimientos del vehículo organizándolos y contrastándolos con los posibles modos de falla, para seleccionar el diseño de experimentos más adecuado y que tenga rentabilidad.

Temas:

- 1.1 Identificación de los requerimientos por componente, subsistema y sistema
- 1.2 Diferenciación de las Características clave de diseño (KPC), Características clave de producto PQC, Características de atributos de Calidad (AQC) y Documentación requerida (DR)
- Introducción al diseño de experimentos
- 1.3 Etapas y actividades de la planeación y análisis de un experimento.
- 1.4 El diseño de experimentos y el ciclo de Deming.
- 1.5 Diseño de experimentos y su relación con Seis Sigma (DPSS)

Unidad temática 2. Diseños factoriales

Objetivo: Analizar los diseños factoriales y factoriales fraccionados, mediante la examinación del efecto de varios factores sobre una o varias respuestas o características de calidad, a fin de tomar acciones y decisiones que mejoren el desempeño del componente o subsistema del vehículo.

Temas:

- 2.1 El diseño general 2k.
- 2.2 Una sola réplica en el diseño 2k.
- 2.3 Coeficientes de determinación (γ).
- 2.4 Uso de software estadístico.



Unidad temática 3. Diseños factoriales fraccionados

Objetivo: Analizar los diseños factoriales fraccionados a través de examinar el efecto de varios factores sobre una o varias respuestas o características de calidad, para tomar acciones y decisiones que mejoren el desempeño del componente o subsistema del vehículo.

Temas:

- 3.1 Diseño factorial fraccionado $2k-1$.
- 3.2 Construcción de fracciones $2k-p$.
- 3.3 Concepto de resolución.
- 3.4 Fracciones saturadas.
- 3.5 Uso de software estadístico.

Unidad temática 4. Análisis de Modos y Efecto de Fallo (Diseño y Proceso de Manufactura)

Objetivo: Discriminar y comparar los posibles modos y efectos de fallo de un sistema o componente, a través del llenado de forma disciplinada de los formatos de Análisis y Modo de Falla, a fin de identificar la severidad, ocurrencia y detección de las fallas que pueden afectar el funcionamiento del componente o sistema.

Temas:

- 4.1 Introducción
- 4.2 Análisis de Modo y Efecto de Falla de Diseño (AMEF-D)
- 4.3 Categorizar la severidad, ocurrencia y detección del modo de falla
- 4.4 Número de prioridad de riesgo y acciones recomendadas

Unidad temática 5. Plan de Validación de Diseño por componente o sistema (Etapa prototipos)

Objetivo: Formular un Plan de Validación de Diseño por componente o sistema, con base en la funcionalidad en el vehículo (Validación del diseño del Sistema o componente; Desarrollo), para planear el diseño de experimentos más adecuado considerando que las piezas a probar son obtenidas de herramientas prototipos.

Temas:

- 5.1 Proponer un diseño de experimentos con base en los requerimientos del sistema o componente.
- 5.2 Preparar el diseño de experimentos con el uso de herramienta software.
- 5.3 Contrastar resultados de pruebas físicas contra resultados de Elemento Finito.





Unidad temática 6. Plan de Validación de componente o sistema como Producto (manufacturado en herramientas suaves o definitivos)

Objetivo: Formular un Plan de Validación de Diseño por componente o sistema, con base en su funcionalidad en el vehículo (Validación del diseño del Sistema o componente; Validación del Producto), para planear el diseño de experimentos más adecuado, considerando que las piezas a probar son obtenidas de herramientas definitivos.

Temas:

6.1 Proponer un diseño de experimentos con base en los requerimientos del sistema o componente. De componentes obtenidos de herramientas suaves o definitivos.

6.2 Preparar el diseño de experimentos con el uso de herramienta software

6.3 Comparar resultados de pruebas físicas contra resultados de Elemento Finito

VII. Acervo bibliográfico

Básico

Dávila, M.; Yañez De Diego, I., (1991); *Diseño de experimentos y teoría de muestras* (O.C.), 2a. Edición en español, México: Edit. Uned. Universidad Nacional de Educación a distancia.

Dong, W., (2012), *Decision-based design*, 1a. Edición en inglés, EE.UU.: Edit. Springer London.

Peña, D., (2010), *Regresión y diseño de experimentos*, 1a. Edición en español, México: Edit. Alianza Editorial.

Pérez, C., (2013), *Diseño de experimentos*, 1a. Edición en español, México: Edit. Garceta Grupo Editorial.

Gutiérrez Pulido, H; De la Vara Salazar, R., (2012), *Análisis y diseño de experimentos*, 3era. Edición en español, México: Edit. Mc Graw-Hill.

Complementario:

Gutiérrez Pulido, H; De la Vara Salazar, R., (2009), *Control estadístico de calidad y seis sigma*, Mc Graw-Hill.

