

CLAVE: E-DAPC-3

PROGRAMA DE ASIGNATURA: INGENIERÍA ASISTIDA POR COMPUTADORA

Propósito de aprendizaje de la Asignatura		El estudiante evaluará el diseño de componentes mecánicos a través de Método de Elementos Finitos (MEF) y software de ingeniería asistida por computadora (CAE), para cumplir con las especificaciones estructurales de los sistemas mecatrónicos.			
Competencia a la que contribuye la asignatura		Diseñar sistemas mecatrónicos con base en los requerimientos del proceso y la detección de áreas de oportunidad mediante metodologías, herramientas de diseño, control, simulación y manufactura para brindar soluciones tecnológicas innovadoras a las necesidades de los procesos productivos y servicios.			
Tipo de competencia	Cuatrimestre	Créditos	Modalidad	Horas por semana	Horas Totales
Específica	9	4.69	Escolarizada	5	75

Unidades de Aprendizaje	Horas del Saber	Horas del Saber Hacer	Horas Totales
I. Introducción al Método de Elementos Finitos.	5	10	15
II. Análisis estructural de esfuerzos y deformaciones utilizando software especializado	10	20	30
III. Optimización del diseño.	10	10	20

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-61.6
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE 2024	

IV. Implementación CAE	0	10	10
Totales	25	50	75

Funciones	Capacidades	Criterios de Desempeño
Desarrollar sistemas mecatrónicos a través del diseño, la integración, administración y la aplicación de nuevas tecnologías para satisfacer las necesidades del sector productivo.	Determinar requerimientos de procesos industriales y de servicios mediante técnicas de medición de variables físicas, técnicas de análisis de las necesidades y del proceso para establecer las especificaciones de diseño.	<p>Elabora reporte de las especificaciones del diseño que incluya:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Requisitos del cliente, necesidades o áreas de oportunidad --Capacidad de producción o de servicio --Costo inicial, de operación y mantenimiento estimado --Dimensionamiento --Apariencia -Funciones del sistema mecatrónico o robótico: --Nivel de operabilidad --Desempeño -Requisitos del diseño --Seguridad --Normatividad. --Manufacturabilidad. --Factibilidad tecnológica. --De instalación. --Mantenimiento. --Ergonomía. --Sustentabilidad.
	Construir los componentes del sistema mecatrónicos mediante el cálculo y especificaciones de los elementos mecánicos, eléctricos, electrónicos y de control y su interacción, empleando software de diseño mecánico, electrónico y de	<p>Elabora proyecto de diseño de un sistema mecatrónico o robótico que incluya:</p> <ul style="list-style-type: none"> Diseño conceptual -Requerimientos, -Diagrama de funciones, -Metodología y conceptos -Bosquejos

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-61.6
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE 2024	

	<p>instrumentación; con base en la normatividad aplicable, para satisfacer los requerimientos del proceso y la validación de la propuesta conceptual</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Diseño seleccionado en base a una metodología Diseño de detalle -Cálculos de diseño y control -Selección de elementos y componentes de sistemas, mecánicos, eléctricos, electrónicos, de control, robóticos, interfaces o de visión, con especificaciones técnicas y justificación. -Diagramas y protocolos de comunicación e interacción de sistemas, mecánicos, eléctricos, electrónicos, de control, robóticos, interfaces o de visión. -Planos de manufactura y ensamble -Diagrama de flujo del sistema y pseudocódigo. -Normas y estándares de referencia. 	
	<p>Validar diseños de sistemas mecatrónicos a través del uso de modelos matemáticos y de software especializado de simulación, para evaluar la funcionalidad y en su caso adecuar la propuesta de diseño, con base a la normatividad aplicable</p>	<p>Elaborar un reporte de la simulación de sistemas mecatrónicos usando un software especializado que incluya:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Resultados teóricos del diseño obtenidos del modelo matemático. - Resultados de simulación de los sistemas mecánicos, eléctricos y electrónicos. - Programa y resultados de la simulación de sistemas: de control, monitoreo e interfaces. - Programa y resultados de la simulación de las trayectorias de robots y CNC para celdas de manufactura flexible. - Validación o recomendaciones para rediseño. 	
Integrar Sistemas eléctricos, mecánicos y electrónicos a través de tecnologías de vanguardia a partir de las especificaciones de diseño.	a	<p>Seleccionar los elementos del sistema mecatrónico mediante el cálculo y especificaciones de los elementos mecánicos, eléctricos, electrónicos y de control y su interacción, empleando software de diseño mecánico, electrónico</p>	<p>Elabora un reporte en donde se describen los cálculos y criterios de selección de los elementos mecatrónicos. Asimismo, se muestran las condiciones de frontera y resultados de las simulaciones que llevan a la validación de los elementos mecatrónicos empleados.</p>

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-61.6
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE 2024	

	<p>y de instrumentación; con base en la normatividad aplicable, para satisfacer los requerimientos del proceso y la validación de la propuesta conceptual.</p>	
	<p>Ejecutar la instalación, conexión y programación del sistema mecatrónico, de los elementos mecánicos, eléctricos, electrónicos y de control y su interacción, empleando software de programación, sistemas de comunicación, control e instrumentación industrial; con base en la normatividad aplicable, para satisfacer los requerimientos del proceso y la validación de la propuesta conceptual.</p>	<p>Realiza un informe del procedimiento para incorporar el sistema mecatrónico a un proceso que incluya lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ensamble y conexiones de acuerdo a planos, manuales técnicos, estándares y normas establecidas. - Programación de los sistemas de control e interfaces de acuerdo a los requerimientos del proceso - Calibración de los sistemas de medición de acuerdo a los parámetros del proceso. - Pruebas de operación y ajustes - Planos y diagramas del equipo a integrar - Layout de la planta - Requerimiento de instalaciones y servicios -Procedimientos de calibración -Resultados de pruebas de funcionamiento y ajustes. -Manual de usuario -Manual de mantenimiento del equipo.
<p>Gestionar proyectos y sistemas mecatrónicos para el desarrollo, conservación, control y mejoras mediante la metodología de administración de recursos humanos, materiales, técnicos y energéticos.</p>	<p>Administrar recursos humanos, materiales, técnicos y energéticos para el desarrollo y conservación de proyectos de ingeniería, mediante la metodología de administración por proyectos.</p>	<p>Elabora un programa anual de mejora y mantenimiento que incluya los siguientes aspectos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Requerimientos - Cronograma de Actividades - Periodicidad - Horas de trabajo - Tiempo de ejecución - Responsable de actividad - Personal requerido - Herramientas - Refacciones y consumibles requeridos

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-61.6
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE 2024	

		<ul style="list-style-type: none"> - Servicios especiales - Presupuesto estimado
	<p>Evaluar los indicadores de desempeño de sistemas mecatrónicos a través del uso de herramientas estadísticas y gráficas de control, para determinar su calidad e impacto.</p>	<p>Realiza un estudio comparativo de los indicadores de desempeño en condiciones reales de operación contra los establecidos en el diseño, identificando áreas de mejora.</p>

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-61.6
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE 2024	

UNIDADES DE APRENDIZAJE

Unidad de Aprendizaje	I. Introducción al Método de Elementos Finitos.					
Propósito esperado	El estudiante conocerá qué es el Método de Elementos Finitos, las aplicaciones más comunes y los tipos de software especializados para tal propósito.					
Tiempo Asignado	Horas del Saber	5	Horas del Saber Hacer	10	Horas Totales	15

Temas	Saber Dimensión Conceptual	Saber Hacer Dimensión Actuacional	Ser y Convivir Dimensión Socioafectiva
Generalidades de los métodos numéricos.	<p>Conocer los antecedentes de los métodos numéricos.</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Bisección. ● Newton. ● Gauss. <p>Explicar los conceptos básicos sobre los métodos numéricos:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Aproximación numérica. ● Iteraciones. ● Convergencias. 	Identificar las variaciones en los resultados de acuerdo con el método utilizado, el número de iteraciones y la convergencia.	Desarrollar el pensamiento analítico a través de la resolución de problemas utilizando los métodos numéricos.
Fundamentos sobre el Método de Elementos Finitos.	Conocer el fundamento del Método de Elementos Finitos y sus aplicaciones industriales.	Conocer los tipos de software que se basan en el Método de Elementos Finitos.	
Discretización, principios e importancia.	<p>Explicar el concepto de discretización.</p> <p>Comprender la aproximación numérica en función de la discretización.</p>	Identificar problemas en la solución de problemas numéricos generados por la discretización.	

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-61.6
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE 2024	

	Explicar los errores más comunes en un análisis numérico debido a la discretización.		
--	--	--	--

Proceso Enseñanza-Aprendizaje			
Métodos y técnicas de enseñanza	Medios y materiales didácticos	Espacio Formativo	
		Aula	X
Ejercicios prácticos. Aprendizaje basado en proyectos. Casos de estudio.	Software de simulación. Pintarrón y/o proyector de video.	Laboratorio / Taller	X
		Empresa	

Proceso de Evaluación		
Resultado de Aprendizaje	Evidencia de Aprendizaje	Instrumentos de evaluación
El estudiante identifica las aplicaciones del Método de Elementos Finitos para la solución de problemas de ingeniería.	<p>Elaborar un reporte que contiene:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Presentación. • Antecedentes del Método de Elementos Finitos. • Tipos de análisis que se pueden resolver con dicha herramienta. • Fundamentos de la discretización de un continuo. • La matriz de rigidez. • Conclusiones. • Referencias bibliográficas consultadas con formato APA. 	<p>Lista de cotejo.</p>

UNIDADES DE APRENDIZAJE

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-61.6
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE 2024	

Unidad de Aprendizaje	II. Análisis estático estructural de esfuerzos y deformaciones utilizando software especializado.					
Propósito esperado	El estudiante determinará esfuerzos y deformaciones bajo la acción de cargas en elementos mecánicos para determinar el comportamiento estructural de un sistema mecánico.					
Tiempo Asignado	Horas del Saber	10	Horas del Saber Hacer	20	Horas Totales	30

Temas	Saber Dimensión Conceptual	Saber Hacer Dimensión Actuacional	Ser y Convivir Dimensión Socioafectiva
Conceptos básicos entre CAD/CAE.	Explicar la relación entre CAD y CAE durante el diseño de componentes mecánicos.	Identificar la importancia del modelo CAD/CAE en el desarrollo de componentes mecánicos	
Condiciones de frontera.	<p>Comprender el concepto condiciones de frontera (restricciones y fuerzas) para simular el funcionamiento de un componente mecánico.</p> <p>Explicar las diferentes herramientas para poder restringir en elemento mecánico y cumplir las condiciones de la estática.</p> <p>Explicar las diferentes herramientas para aplicar agentes externos en un componente mecánico:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fuerza. • Presión. • Temperatura. • Etc. 	<p>Aplicar las herramientas pertinentes para simular el funcionamiento de un componente mecánico.</p>	Desarrollar el pensamiento analítico a través de la utilización de herramientas CAE

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-61.6
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE 2024	

	Uso de pares cinemáticos (Joints) para representar el funcionamiento de componentes articulados.		
Discretización.	<p>Distinguir las técnicas de discretización locales y globales en los componentes mecánicos.</p> <p>Conocer el análisis de factibilidad de la discretización para mejorar la aproximación numérica.</p>	<p>Aplicar la discretización en los componentes mecánicos para tener una mejor convergencia en los resultados con el menor tiempo de cómputo.</p>	
Interpretación de resultados.	<p>Realizar un análisis de esfuerzos generado en el componente mecánico y comparar con las propiedades del material.</p> <p>Calcular el factor de seguridad.</p> <p>Calcular reacciones y transmisión de fuerzas.</p>	<p>Realizar un análisis estructural de acuerdo con los esfuerzos alcanzados, las propiedades del material y el factor de seguridad.</p>	

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-61.6
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE 2024	

Proceso Enseñanza-Aprendizaje			
Métodos y técnicas de enseñanza	Medios y materiales didácticos	Espacio Formativo	
		Aula	
Prácticas demostrativas. Lista de cotejo. Equipos colaborativos.	Cañón y equipo de cómputo. Software de Método de Elementos Finitos.	Laboratorio / Taller	X
		Empresa	

Proceso de Evaluación		
Resultado de Aprendizaje	Evidencia de Aprendizaje	Instrumentos de evaluación
<p>El estudiante</p> <p>Aplica las condiciones de frontera adecuados para poder simular el funcionamiento de los componentes mecánicos y poder realizar un análisis de esfuerzos y deformaciones.</p> <p>Evalúa la integridad estructural de componentes mecánicos para su implementación en sistemas mecatrónicos.</p>	<p>A partir de un caso de estudio, el alumno deberá proponer las condiciones de frontera, así como, los tipos de conexiones para poder realizar simulaciones de piezas y ensambles.</p>	<p>Rúbrica de evaluación.</p>

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-61.6
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE 2024	

UNIDADES DE APRENDIZAJE

Unidad de Aprendizaje	III. Optimización en el diseño.					
Propósito esperado	El estudiante determinará la geometría y dimensiones que favorezcan más a un componente estructural con base al análisis de esfuerzos y deformaciones obtenido durante la simulación numérica de dicha pieza.					
Tiempo Asignado	Horas del Saber	10	Horas del Saber Hacer	10	Horas Totales	20

Temas	Saber Dimensión Conceptual	Saber Hacer Dimensión Actuacional	Ser y Convivir Dimensión Socioafectiva
Fundamentos del diseño óptimo.	Explicar los objetivos de la optimización en el diseño mecánico. Describir las restricciones y alcances. Identificar las variables en el diseño. Identificar las diferentes herramientas para la optimización de piezas (topología de diseño mecánico).	Proponer los parámetros de diseño necesarias para realizar un análisis óptimo.	Fomentar el autoaprendizaje a través de actividades de gestión de la información de acuerdo con los resultados obtenidos mediante el Método de Elementos Finitos.
Técnicas de optimización.	Explicar la teoría de vigas e inercia. Identificar las herramientas topológicas para la reducción de material en los componentes mecánicos.	Identificar las herramientas necesarias para mejorar el diseño de los componentes mecánicos bajo los parámetros de diseño utilizados.	
Introducción a la ingeniería inversa.	Definir la diferencia entre ingeniería directa e ingeniería inversa. Explicar el análisis inverso de componentes mecánicos:	Propone mejoras en el diseño de una máquina de acuerdo con los resultados obtenidos en cada uno de los eslabones.	

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-61.6
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE 2024	

	<ul style="list-style-type: none"> • ¿Qué es el objeto? • ¿De qué material está hecho? • ¿Cómo funciona? <p>¿Qué oportunidades de mejora tiene?</p>		
Rediseño de piezas.	<p>Proponer cambios de geometría en los componentes mecánicos de una máquina o mecanismo con el fin de distribuir mejor los esfuerzos generados durante el análisis.</p>	<p>Implementa mejoras en el diseño con la finalidad de distribuir mejor los esfuerzos generados durante el análisis.</p>	

Proceso Enseñanza-Aprendizaje			
Métodos y técnicas de enseñanza	Medios y materiales didácticos	Espacio Formativo	
		Aula	
Prácticas de laboratorio. Aprendizaje basado en proyectos. Equipos colaborativos.	Cañón y equipo de cómputo. Software de Método de Elementos Finitos.	Laboratorio / Taller	X
		Empresa	

Proceso de Evaluación		
Resultado de Aprendizaje	Evidencia de Aprendizaje	Instrumentos de evaluación
El alumno podrá realizar el análisis de la integridad estructural de componentes mecánicos en base a los criterios de diseño que proponga para satisfacer una necesidad, y con los resultados obtenidos proponer mejoras para optimizar el diseño de los componentes.	A partir de un caso de estudio, el alumno deberá proponer los criterios de diseño y con los resultados obtenidos realizar mejoras para satisfacer la necesidad planteada.	Rúbrica de evaluación.

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-61.6
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE 2024	

UNIDADES DE APRENDIZAJE

Unidad de Aprendizaje	IV. Implementación CAE.					
Propósito esperado	El estudiante podrá utilizar la ingeniería asistida por computadora para proponer cambios en los sistemas mecatrónicos con base a los resultados obtenidos en la simulación numérica.					
Tiempo Asignado	Horas del Saber	0	Horas del Saber Hacer	10	Horas Totales	10

Temas	Saber Dimensión Conceptual	Saber Hacer Dimensión Actuacional	Ser y Convivir Dimensión Socioafectiva
Proyecto	<p>Realizar un proyecto que involucre:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Planteamiento del problema. ● Justificación y condiciones de diseño. ● Selección del material a utilizar. ● Propuesta de factor de seguridad. ● Diseño preliminar. ● Optimización del diseño. ● Conclusiones. ● Redacción de reporte. 	<p>Proponer un proyecto donde utilice la ingeniería asistida por la computadora para adaptar un mecanismo ya existente y proponer mejoras de acuerdo a los criterios de diseño empleados.</p>	<p>Impulsar la iniciativa y liderazgo a través de actividades colaborativas e interdisciplinarias para el desarrollo de proyectos.</p>

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-61.6
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE 2024	

Proceso Enseñanza-Aprendizaje			
Métodos y técnicas de enseñanza	Medios y materiales didácticos	Espacio Formativo	
		Aula	
Aprendizaje basado en proyectos. Equipos colaborativos.	Cañón y equipo de cómputo. Software de Método de Elementos Finitos.	Laboratorio / Taller	X
		Empresa	

Proceso de Evaluación		
Resultado de Aprendizaje	Evidencia de Aprendizaje	Instrumentos de evaluación
El estudiante propondrá el análisis de componentes mecatrónicos bajo los criterios de diseño establecidos por el estudiante y proponer una solución para satisfacer una necesidad.	Desarrollar un proyecto que incluya un planteamiento del problema, justificación, condiciones de diseño, material, factor de seguridad, diseño preliminar, optimización, conclusiones y reporte.	Lista de cotejo. Rúbrica de evaluación.

Perfil idóneo del docente		
Formación académica	Formación Pedagógica	Experiencia Profesional
Ingeniería mecánica o mecatrónica	Cursos de capacitación en docencia y modelo educativo por competencias.	Preferentemente dos años realizando análisis de esfuerzos mediante software de elemento finito.

Referencias bibliográficas					
Autor	Año	Título del documento	Lugar de publicación	Editorial	ISBN
CARLOS RUBIO GONZÁLEZ; VÍCTOR ROMERO MUÑOZ	2008	METODO DEL ELEMENTO FINITO: FUNDAMENTOS Y APLICACIONES CON ANSYS	México	LIMUSA	ISBN: 9786070501470

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-61.6
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE 2024	

Moaveni, Saeed	1999	Finite Element Analysis: Theory and Application with ANSYS	United States	Prentice Hall	ISBN: 0-13-785098-0
Huei-Huang Lee	2010	Finite Element Simulations with ANSYS Workbench, Theory, Applications, Case Studies	United States	SDS Publications	ISBN: 978-1630570880
M. Asghar Bhatti	2005	Fundamental Finite Element Analysis and Applications: with Mathematica and Matlab Computations	United States	Wiley	ISBN: 9780471648086
George R. Buchanan	1995	Finite Element Analysis	United States	Schaum's, Mc Graw Hill	ISBN: 9780071502887
Robert D Cook	1995	Finite Element Modeling for Stress Analysis	United States	Wiley	ISBN: 9780471107743
Jacob Fish	2007	A First Course in Finite Elements	United States	Wiley	ISBN: 9780470035801
Peter Kattan	2008	Matlab Guide to Finite Elements	German	Springer	ISBN: 9783540706977
Chandrupatla, Tirupathi R.	1999	Introducción al estudio del Elemento Finito en Ingeniería	México	Prentice Hall	ISBN: 9701702603

Referencias digitales				
Autor	Fecha de recuperación	Título del documento	Vínculo	
ANSYS Notas Ingeniería.	06/02/24	Soporte - Ansys Workbench	https://www.youtube.com/watch?v=Fly6Jy_5jiM	
ANSYS Notas Ingeniería.	06/02/24	Ansys workbench - Mesa elevadora para motos	https://www.youtube.com/watch?v=T2GMd161WUI	

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-61.6
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE 2024	

ANSYS Notas Ingeniería.	06/02/24	Ansys workbench - Pneumatic Gripper	https://www.youtube.com/watch?v=ERdCasp5aSM
ANSYS Notas Ingeniería.	06/02/24	Mecanismo biela corredera - Ansys workbench	https://www.youtube.com/watch?v=Wa9O47jac1o
ANSYS Notas Ingeniería.	06/02/24	Ansys workbench - Scissor lifting	https://www.youtube.com/watch?v=gENoBF5Sc1A

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-61.6
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE 2024	