



**PROGRAMA EDUCATIVO**  
**LICENCIATURA EN INGENIERÍA MECATRÓNICA**  
**EN COMPETENCIAS PROFESIONALES**  
**PROGRAMA DE ASIGNATURA**  
**MODELADO Y SIMULACIÓN DE SISTEMAS**



**CLAVE: E-MSS-3**

<b>Propósito de aprendizaje de la Asignatura</b>		El estudiante obtendrá modelos matemáticos de sistemas dinámicos, mediante funciones de transferencia y espacio de estados para simular su respuesta			
<b>Competencia a la que contribuye la asignatura</b>		Diseñar sistemas mecatrónicos y robóticos con base en los requerimientos del proceso y la detección de áreas de oportunidad mediante metodologías, herramientas de diseño, 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	7	3.75	Escolarizada	4	60

Unidades de Aprendizaje	Horas del Saber	Horas del Saber Hacer	Horas Totales
	I. Modelado y representación de sistemas con función de transferencia	15	21
II. Modelado y representación de sistemas con espacio de estados	8	16	24
<b>Totales</b>	23	37	60

<b>ELABORÓ:</b>	DGUTYP	<b>REVISÓ:</b>	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-61.1
<b>APROBÓ:</b>	DGUTyP	<b>VIGENTE A PARTIR DE:</b>	Septiembre 2024	

Funciones	Capacidades	Criterios de Desempeño
<p>Desarrollar sistemas mecatrónicos a través del diseño, la integración, administración y la aplicación de nuevas tecnologías para satisfacer las necesidades del sector productivo.</p>	<p>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>	<p>Elabora un reporte de los requerimientos del diseño que incluya:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Requisitos del cliente, necesidades o áreas de oportunidad</li> <li>- Capacidad de producción o de servicio</li> <li>- Costo inicial, de operación y mantenimiento estimado</li> <li>- Dimensionamiento</li> <li>- Apariencia</li> <li>- Funciones del sistema mecatrónico:</li> <li>- Nivel de operabilidad</li> <li>- Desempeño</li> <li>- Requisitos del diseño</li> <li>- Seguridad</li> <li>- Normatividad</li> <li>- Manufacturabilidad</li> <li>- Factibilidad tecnológica</li> <li>- De instalación</li> <li>- Mantenimiento</li> <li>- Ergonomía</li> <li>- Sustentabilidad</li> </ul>
	<p>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 instrumentación; con base en la normatividad aplicable, para satisfacer los requerimientos del</p>	<p>Elabora el proyecto de diseño del sistema mecatrónico que incluya:</p> <p>Diseño conceptual</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Con base en requerimientos</li> <li>- Diagrama de funciones</li> <li>- Metodología y conceptos</li> <li>- Bosquejos</li> <li>- Diseño seleccionado en base a una metodología</li> </ul>

<b>ELABORÓ:</b>	DGUTYP	<b>REVISÓ:</b>	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-61.1
<b>APROBÓ:</b>	DGUTYP	<b>VIGENTE A PARTIR DE:</b>	Septiembre 2024	

	<p>proceso y la validación de la propuesta conceptual</p>	<p>Diseño de detalle</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Cálculos de diseño y control</li> <li>- Selección de elementos y componentes de sistemas, mecánicos, eléctricos, electrónicos, de control, robóticos, interfaces o de visión, con especificaciones técnicas y justificación.</li> <li>- Diagramas y protocolos de comunicación e interacción de sistemas, mecánicos, eléctricos, electrónicos, de control, robóticos, interfaces o de visión.</li> <li>- Planos de manufactura y ensamble</li> <li>- Diagrama de flujo del sistema y pseudocódigo.</li> <li>- Normas y estándares de referencia.</li> </ul>
	<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"> <li>- Resultados teóricos del diseño obtenidos del modelo matemático</li> <li>- Resultados de simulación de los sistemas mecánicos, eléctricos y electrónicos</li> <li>- Programa y resultados de la simulación de sistemas: de control, monitoreo e interfaces</li> <li>- Programa y resultados de la simulación de las trayectorias de robots y CNC para celdas de manufactura flexible</li> <li>- Validación o recomendaciones para rediseño</li> </ul>
	<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,</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>

<b>ELABORÓ:</b>	DGUTYP	<b>REVISÓ:</b>	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-61.1
<b>APROBÓ:</b>	DGUTyP	<b>VIGENTE A PARTIR DE:</b>	Septiembre 2024	

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

<b>ELABORÓ:</b>	DGUTYP	<b>REVISÓ:</b>	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-61.1
<b>APROBÓ:</b>	DGUTyP	<b>VIGENTE A PARTIR DE:</b>	Septiembre 2024	

		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Herramientas</li> <li>- Refacciones y consumibles requeridos</li> <li>- Servicios especiales</li> <li>- Presupuesto estimado</li> </ul>
	<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>

<b>ELABORÓ:</b>	DGUTYP	<b>REVISÓ:</b>	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-61.1
<b>APROBÓ:</b>	DGUTyP	<b>VIGENTE A PARTIR DE:</b>	Septiembre 2024	

## UNIDADES DE APRENDIZAJE

Unidad de Aprendizaje	I. Modelado y representación de sistemas con función de transferencia.					
Propósito esperado	El estudiante obtendrá la función de transferencia de sistemas dinámicos para determinar su respuesta en el dominio del tiempo.					
Tiempo Asignado	Horas del Saber	15	Horas del Saber Hacer	21	Horas Totales	36

Temas	Saber Dimensión Conceptual	Saber Hacer Dimensión Actuacional	Ser y Convivir Dimensión Socioafectiva
Fundamentos de sistemas.	<p>Identificar el procedimiento de solución de ecuaciones diferenciales con la transformada de Laplace y su inversa.</p> <p>Identificar los tipos de sistemas por su aplicación.</p> <p>Describir las propiedades de los sistemas lineales</p>	<p>Determinar la solución de las ecuaciones diferenciales con la transformada de Laplace y su inversa.</p> <p>Organizar los tipos de sistemas por su aplicación</p> <p>Demostrar las propiedades de los sistemas lineales</p>	<p>Promover la responsabilidad y honestidad a través del desarrollo de actividades en forma individual o en equipo de forma proactiva.</p> <p>Fortalecer la actitud proactiva a través de la asignación de actividades y retos específicos</p>
Respuesta de sistemas dinámicos de primer orden y orden superior.	<p>Describir las características de señales de entrada:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Impulso.</li> <li>- Escalón.</li> <li>- Rampa.</li> </ul> <p>Describir la respuesta de la función de transferencia de sistemas dinámicos</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- No amortiguada.</li> <li>- Subamortiguada.</li> </ul>	<p>Planear la aplicación de señales de entrada:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Impulso</li> <li>- Escalón</li> <li>- Rampa</li> </ul> <p>Determinar la respuesta en el tiempo de la función de transferencia de sistemas dinámicos:</p>	

<b>ELABORÓ:</b>	DGUTYP	<b>REVISÓ:</b>	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-61.1
<b>APROBÓ:</b>	DGUTYP	<b>VIGENTE A PARTIR DE:</b>	Septiembre 2024	

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Críticamente amortiguada.</li> <li>- Sobreamortiguada.</li> </ul> <p>Relacionar la respuesta de la función de transferencia con el diagrama de polos y ceros.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- No amortiguada</li> <li>- Subamortiguada</li> <li>- Críticamente amortiguada</li> <li>- Sobreamortiguada</li> </ul> <p>Determinar el tipo de respuesta en el tiempo de la función de transferencia de sistemas dinámicos de 2do orden con el diagrama de polos y ceros.</p>	
Representación de sistemas dinámicos con función de transferencia.	<p>Describir el concepto de función de transferencia.</p> <p>Explicar los modelos dinámicos de sistemas en su representación con función de transferencia.</p> <p>Describir el procedimiento de cálculo de raíces de polinomios.</p> <p>Describir el procedimiento de cálculo de diagrama de polos y ceros.</p> <p>Explicar la analogía entre sistemas eléctricos con otros sistemas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Mecánicos.</li> <li>-Térmicos.</li> <li>-Hidráulicos</li> <li>-Neumáticos</li> </ul> <p>Describir la representación de los modelos dinámicos con diagrama de bloques.</p>	<p>Obtener la función de transferencia.</p> <p>Documentar los modelos dinámicos de sistemas en su representación con función de transferencia</p> <p>Calcular las raíces del polinomio característico de la función de transferencia</p> <p>Elaborar el diagrama de polos y ceros de la función de transferencia.</p> <p>Validar la analogía entre sistemas eléctricos con otros sistemas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mecánicos</li> <li>- Térmicos</li> <li>- Hidráulicos</li> <li>- Neumáticos</li> </ul>	

<b>ELABORÓ:</b>	DGUTYP	<b>REVISÓ:</b>	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-61.1
<b>APROBÓ:</b>	DGUTyP	<b>VIGENTE A PARTIR DE:</b>	Septiembre 2024	

	Explicar el procedimiento de simplificación del diagrama de bloques de sistemas.	Desarrollar los modelos dinámicos con diagramas de bloques  Realizar la simplificación del diagrama de bloques de sistemas	
--	--	--	--

Proceso Enseñanza-Aprendizaje			
Métodos y técnicas de enseñanza	Medios y materiales didácticos	Espacio Formativo	
		Aula	X
Análisis de casos. Aprendizaje basado en problemas	Pintarrón. Proyector. Videos. Material impreso. Software de simulación.	Laboratorio / Taller	
		Empresa	

Proceso de Evaluación		
Resultado de Aprendizaje	Evidencia de Aprendizaje	Instrumentos de evaluación
<p>El estudiante:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modela y simula sistemas dinámicos lineales utilizando funciones de transferencia.</li> <li>• Selecciona y clasifica los componentes clave de un sistema, así como derivar y aplicar funciones de transferencia que describen la relación entre las entradas y salidas del sistema SISO.</li> </ul>	<p>A partir de un caso de estudio de sistemas de primer orden y orden superior integra un reporte que incluya:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Modelo matemático del sistema y su función de transferencia.</li> <li>-Diagrama de polos y ceros de la función de transferencia.</li> <li>-Diagrama de bloques a partir de la función de transferencia.</li> <li>-Modelo matemático y diagramas de sistemas mecánicos, térmicos, hidráulicos y</li> </ul>	<p>Caso de estudio. Lista de cotejo.</p>

<b>ELABORÓ:</b>	DGUTYP	<b>REVISÓ:</b>	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-61.1
<b>APROBÓ:</b>	DGUTYP	<b>VIGENTE A PARTIR DE:</b>	Septiembre 2024	



	<p>neumáticos con base a la analogía de sistemas eléctricos.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Representación gráfica de la respuesta del sistema a partir de la señal de entrada.</li> <li>- Interpretación de la representación gráfica de la respuesta del sistema a partir de la señal de entrada.</li> </ul>	
--	---	--

<b>ELABORÓ:</b>	DGUTYP	<b>REVISÓ:</b>	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-61.1
<b>APROBÓ:</b>	DGUTyP	<b>VIGENTE A PARTIR DE:</b>	Septiembre 2024	

## UNIDADES DE APRENDIZAJE

Unidad de Aprendizaje	II. Modelado y representación de sistemas con espacio de estados.					
Propósito esperado	El estudiante obtendrá el espacio de estados de sistemas dinámicos para determinar su respuesta en el dominio del tiempo.					
Tiempo Asignado	Horas del Saber	8	Horas del Saber Hacer	16	Horas Totales	24

Temas	Saber Dimensión Conceptual	Saber Hacer Dimensión Actuacional	Ser y Convivir Dimensión Socioafectiva
Representación de sistemas dinámicos con espacio de estados.	<p>Identificar el concepto de sistema dinámico con múltiples entradas y múltiples salidas (MIMO).</p> <p>Definir el concepto de espacio de estados.</p> <p>Explicar el procedimiento de representación de los modelos matemáticos de sistemas dinámicos en espacio de estados.</p> <p>Describir el procedimiento de la representación de los sistemas dinámicos con diagrama de bloques y espacio de estados.</p>	<p>Evaluar los sistemas dinámicos con múltiples entradas y múltiples salidas (MIMO)</p> <p>Determinar la estructura que compone la representación en espacio de estados</p> <p>Obtener el modelo matemático de sistemas dinámicos en espacio de estados.</p> <p>Desarrollar el diagrama de bloques del modelo matemático de sistemas dinámicos en espacio de estados.</p>	<p>Promover la responsabilidad y honestidad a través del desarrollo de actividades en forma individual o en equipo de forma proactiva.</p> <p>Fortalecer la actitud proactiva a través de la asignación de actividades y retos específicos</p>
Solución de la ecuación de estado.	<p>Explicar la matriz de transición de estado.</p> <p>Explicar el procedimiento de solución de la ecuación de estado.</p>	<p>Determinar la matriz de transición de estado.</p> <p>Determinar la solución de la ecuación de estados.</p>	

<b>ELABORÓ:</b>	DGUTYP	<b>REVISÓ:</b>	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-61.1
<b>APROBÓ:</b>	DGUTyP	<b>VIGENTE A PARTIR DE:</b>	Septiembre 2024	

Proceso Enseñanza-Aprendizaje			
Métodos y técnicas de enseñanza	Medios y materiales didácticos	Espacio Formativo	
		Aula	X
Análisis de casos. Aprendizaje basado en problemas	Pintarrón. Proyector. Videos. Material impreso. Software de simulación.	Laboratorio / Taller	
		Empresa	

Proceso de Evaluación		
Resultado de Aprendizaje	Evidencia de Aprendizaje	Instrumentos de evaluación
<p>El estudiante:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Analiza y modela sistemas dinámicos lineales (MIMO) utilizando la representación en espacio de estados.</li> <li>Cambia modelos en función de transferencia a representaciones en espacios de estados y viceversa</li> </ul>	<p>A partir de un estudio de caso de sistemas dinámicos:</p> <p>Integra un reporte que incluya:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Modelo matemático del sistema dinámico y su función de transferencia utilizando espacio de estados.</li> <li>-Diagrama de bloques a partir del modelo del sistema utilizando espacio de estados.</li> <li>-Solución de la ecuación del estado del sistema.</li> </ul>	<p>Caso de estudio. Lista de Cotejo.</p>

<b>ELABORÓ:</b>	DGUTYP	<b>REVISÓ:</b>	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-61.1
<b>APROBÓ:</b>	DGUTyP	<b>VIGENTE A PARTIR DE:</b>	Septiembre 2024	

Perfil idóneo del docente		
Formación académica	Formación Pedagógica	Experiencia Profesional
Ingeniería electrónica, automatización, control o mecatrónica.	Cursos de capacitación en docencia y modelo educativo por competencias	Preferentemente experiencia en su área de formación

Referencias bibliográficas					
Autor	Año	Título del documento	Lugar de publicación	Editorial	ISBN
Katsuhiko Ogata	2010	Ingeniería de control moderna	España	PRENTICE HALL PEARSON	ISBN: 9788483226605
Willian H. Hayt, Jr., Jack E. Kemmerly y Steven M. Durbin	2012	Análisis de circuitos en ingeniería	México	Mc Graw Hill	ISBN: 9789701061077
Norman S. Nise	2009	Sistemas de control para ingeniería	México	Patria	ISBN:970-24-0254-9
Pinto Bermudez, Matia Espada	2010	Fundamentos de control con MatLab	España	PRENTICE HALL PEARSON	ISBN: 9788483226605
Giorgiutiu, Victor, Lyshevski, Sergey Edward	2004	Micromechatronics: Modeling, Analysis and Design with MatLab	USA	CRC Press	ISBN: 978 1420078299
Katsuhiko Ogata	2010	Ingeniería de control moderna	España	PRENTICE HALL PEARSON	ISBN: 9788483226605

Referencias digitales			
Autor	Fecha de recuperación	Título del documento	Vínculo

<b>ELABORÓ:</b>	DGUTYP	<b>REVISÓ:</b>	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-61.1
<b>APROBÓ:</b>	DGUTyP	<b>VIGENTE A PARTIR DE:</b>	Septiembre 2024	