



Programa de asignatura por competencias de educación superior

Sección I. Identificación del Curso

Tabla 1. Identificación de la Planificación del Curso.

Actualización:	Julio 05, 2022				
Carrera:	Ingeniería Mecatrónica	Asignatura:	Teoría de control II		
Academia:	Control / Control	Clave:	19SME27		
Módulo formativo:	Control	Seriación:	19SME29 - Control digital		
Tipo de curso:	Presencial	Prerrequisito:	19SME19 - Teoría de control I		
Semestre:	Séptimo	Créditos:	5.62	Horas semestre:	90 horas
Teoría:	3 horas	Práctica:	2 horas	Trabajo indpt.:	0 horas
				Total x semana:	5 horas

Sección II. Objetivos educacionales

Tabla 2. Objetivos educacionales

Objetivos educacionales		Criterios de desempeño	Indicadores
OE1	El egresado solucionará problemas del entorno laboral en el que se desempeñe, mediante el uso de conocimientos técnicos adquiridos para la identificación, desarrollo innovador, aplicación y control de las posibles soluciones, utilizando sus habilidades en mecánica, electrónica, control y automatización para dar el resultado adecuado según las condiciones del problema.	El egresado aplicará las técnicas y metodologías para la identificación de problemas referentes a su entorno laboral, proponiendo soluciones creativas e innovadoras para los mismos.	% de alumnos que implementan diversidad de técnicas y metodologías para identificar problemas en su entorno laboral.
OE2	El egresado diseñará, mejorará o mantendrá de forma eficiente y sustentable equipos que cubran adecuadamente las diferentes necesidades del ámbito laboral, utilizando sus competencias técnicas de diseño, con sus conocimientos de materiales, control y procesos para lograr la mejor solución innovadora de la necesidad planteada.	El egresado fundamentará documentalmente la solución a problemas, desde la identificación hasta su resolución.	% de egresados que diseñan, mejoran o dan mantenimiento a equipos.
OE3	El egresado generará relaciones interpersonales y profesionales de otras áreas, para desarrollar habilidades técnicas, administrativas y colaborativas en el desarrollo de proyectos mecatrónicos.	El egresado desarrollará canales de comunicación y de gestión con departamentos y áreas relacionadas con los proyectos que lidera y coordina.	% de egresados que participan en más de un departamento y/o área por proyecto con las que se relaciona.



Atributos de egreso de plan de estudios		Criterios de desempeño	Componentes
AE1	Identificar y resolver problemas en el campo de la mecatrónica aplicando los principios de las ciencias básicas como la matemáticas y física, así como otras ciencias de la ingeniería.	<ul style="list-style-type: none"> - Construir un controlador para regular una variable de proceso aplicando el análisis de respuesta transitoria. - Analizar el lugar geométrico de las raíces y diseñará controladores y compensadores; para mejorar la respuesta transitoria y el error en estado estable. - Analizar y aplicar las técnicas de respuesta en frecuencia para el diseño de compensadores con el fin de satisfacer las especificaciones de respuesta transitoria y error en estado estable. 	<ul style="list-style-type: none"> 1.1 Introducción. <ul style="list-style-type: none"> 1.1.1 El problema del sistema. 1.1.2 Representación Vectorial de los números complejos. 1.2 Definición del lugar geométrico de las raíces. <ul style="list-style-type: none"> 1.2.1 Ubicación de polos y ceros en el plano s. 1.2.2 Definición del lugar geométrico de las raíces. 1.3 Propiedades y trazo del lugar geométrico de las raíces. <ul style="list-style-type: none"> 1.3.1 Dedución de las propiedades. 1.3.2 Puntos de ruptura de entrada y salida sobre el eje real. 1.3.3 Cruces con el eje imaginario. 1.3.4 Frecuencia y ganancia en el cruce con el eje imaginario. 2.1 Introducción. <ul style="list-style-type: none"> 2.1.1 Mejoramiento de la respuesta transitoria. 2.1.2 Mejoramiento del error en estado estable. 2.1.3 Configuraciones. 2.2 Mejoramiento del error en estado estable. <ul style="list-style-type: none"> 2.2.1 Compensación integral ideal. 2.2.2 Compensación en atraso de fase. 2.3 Mejoramiento de la respuesta transitoria. <ul style="list-style-type: none"> 2.3.1 Compensación derivativa ideal. 2.3.2 Compensación en adelanto de fase. 2.4 Mejoramiento del error en estado estable y respuesta transitoria.



Continuación: Tabla 2. Objetivos educacionales (continuación)

No.	Atributos de egreso de plan de estudios	Criterios de desempeño	Componentes
			2.4.1 Diseño de un control PID. 2.4.2 Diseño de un compensador en adelanto?atraso de fase. 2.5 Construcción física de compensadores. 2.5.1 Construcción de un circuito activo. 2.5.2 Construcción de un circuito pasivo. 3.1 Introducción. 3.1.1 Concepto de la respuesta en frecuencia. 3.1.2 Expresiones analíticas para la respuesta en frecuencia. 3.1.3 Gráfica de la respuesta en frecuencia. 3.2 Trazas de Bode. 3.2.1 Factores básicos $G(j\omega)H(j\omega)$. 3.2.2 Aproximaciones asintóticas. 3.3 Criterio de Nyquist. 3.3.1 Deducción del Criterio de Nyquist. 3.3.2 Aplicación del Criterio de Nyquist. 3.3.3 Estabilidad por medio del diagrama de Nyquist. 3.3.4 Margen de ganancia y fase por medio del diagrama de Nyquist. 3.3.5 Estabilidad, margen de ganancia y margen de fase por medio de las trazas de Bode. 3.4 Sistemas con retardo de tiempo. 3.4.1 Modelado del tiempo con retardo. 4.1 Respuesta transitoria por medio del ajuste de ganancia. 4.1.1 Procedimiento de diseño. 4.2 Compensación en adelanto de fase. 4.2.1 Visualización del compensador en adelanto de fase. 4.2.2 Procedimiento de diseño. 4.3 Compensación en atraso de fase.



Continuación: Tabla 2. Objetivos educacionales (continuación)

No.	Atributos de egreso de plan de estudios	Criterios de desempeño	Componentes
			4.3.1 Visualización del compensador en atraso de fase. 4.3.2 Procedimiento de diseño. 4.4 Compensación adelanto?atraso de fase. 4.4.1 Procedimiento de diseño.
AE3	Desarrollar procesos y productos industriales desde un enfoque mecánico, electrónico, robótico, automatización y control, utilizando el juicio ingenieril para establecer conclusiones.	- Construir un controlador para regular una variable de proceso analizando y aplicando las técnicas empleadas para la estabilidad de los sistemas de control en el espacio de estados.	5.1 Conceptos en el espacio de estados. 5.1.1 Estado. 5.1.2 Variable de estado. 5.1.3 Vector de estado. 5.1.4 Espacio de estado. 5.1.5 Ecuaciones en el espacio de estados. 5.2 Representaciones en el espacio de estado. 5.2.1 Forma canónica controlable. 5.2.2 Forma canónica observable. 5.2.3 Forma canónica diagonal. 5.2.4 Forma canónica de Jordan. 5.2.5 Principio de dualidad. 5.3 Valores propios de una matriz nxn. 5.4 Transformaciones de similitud. 5.5 ransformación del espacio de estados a función de transferencia. 5.6 Solución de la ecuación de estado lineal e invariante en el tiempo. 5.6.1 Matriz exponencial o matriz de transición de estados. 5.6.2 Solución de las ecuaciones de estado para el caso homogéneo mediante la transformada de Laplace. 5.6.3 Solución de las ecuaciones de estado para el caso no homogéneo mediante la transformada de Laplace. 5.7 Análisis matricial de utilidad.



Continuación: Tabla 2. Objetivos educacionales (continuación)

No.	Atributos de egreso de plan de estudios	Criterios de desempeño	Componentes
			5.7.1 Teorema de Cayley?Hamilton. 5.7.2 Interpolación de Sylvester. 5.7.3 Polinomio mínimo. 5.8 Controlabilidad. 5.8.1 Definición de controlabilidad. 5.8.2 Controlabilidad completa del estado. 5.8.3 Matriz de controlabilidad. 5.8.4 Forma alternativa de la condición para la controlabilidad completa del estado. 5.8.5 Controlabilidad de la salida. 5.9 Observabilidad. 5.9.1 Definición de observabilidad. 5.9.2 Observabilidad completa del estado. 5.9.3 Matriz de Observabilidad. 5.9.4 Forma alternativa de la condición para la observabilidad completa del estado.
AE7	Aportar soluciones creativas a problemas de ingeniería mecatrónica de manera autónoma y en equipo.	- Construir un controlador para regular una variable de proceso analizando y aplicando los métodos utilizados para el diseño de controladores por asignación de polos y para sistemas de seguimiento.	6.1 Control por asignación de polos. 6.1.1 Condición necesaria y suficiente para la ubicación de polos. 6.1.2 Cálculo de la matriz de ganancia de realimentación por medio de la matriz de transformación lineal. 6.1.3 Cálculo de la matriz de ganancia de realimentación por medio de la fórmula de Ackermann. 6.2 Observadores de estados. 6.2.1 Condición necesaria y suficiente para la observación del estado. 6.2.2 Cálculo de la matriz de ganancia de realimentación por medio de la matriz de transformación lineal.



Continuación: Tabla 2. Objetivos educacionales (continuación)

No.	Atributos de egreso de plan de estudios	Criterios de desempeño	Componentes
			6.2.3 Cálculo de la matriz de ganancia de realimentación por medio de la fórmula de Ackermann. 6.3 Diseño de sistemas de seguimiento. 6.3.1 Sistema de seguimiento de tipo 0 cuando la planta tiene un integrador. 6.3.2 Sistema de seguimiento de tipo 1 cuando la planta no tiene un integrador.

Sección III. Atributos de la asignatura

Tabla 3. Atributos de la asignatura

Problema a resolver		
- Enseñar y dar habilidades al estudiante en el estudio y solucionar problemas de sistemas en tiempo continuo utilizando las herramientas y técnicas más comunes de la Teoría de Control Clásica y Moderna.		
Atributos (competencia específica) de la asignatura		
- Analizar y diseñar controladores para el empleo en diferentes áreas de la industria utilizando las técnicas que ofrece la Teoría de Control en el dominio de la frecuencia y Moderna.		
Aportación a la competencia específica		Aportación a las competencias transversales
Saber	Saber hacer	Saber Ser
<ul style="list-style-type: none"> - Conocer el modelado matemático de diferentes sistemas en el dominio de la frecuencia. - Analizar el plano complejo S ante la respuesta de un sistema al cambiar un parámetro. - Conocer los diferentes tipos de controladores y compensadores empleados para mejorar la respuesta transitoria y el error en estado estable. - Conocer el modelado matemático de diferentes sistemas en el espacio de estado. 	<ul style="list-style-type: none"> - Resolver problemas de diseño de controladores utilizando el lugar geométrico de las raíces. - Analizar la estabilidad de los sistemas en el dominio de la frecuencia mediante el Criterio de Nyquist. - Resolver problemas de diseño de controladores utilizando los diagramas de Bode. - Resolver problemas en el diseño de controladores por retroalimentación de estados. - Resolver problemas para determinar observadores de estado completo. - Construir e Implementar controladores analógicos para su aplicación en tiempo real. - Resolver problemas en clase y extraclase con los métodos empleados en el diseño de controladores. - Utilizar herramientas computacionales para el diseño de controladores y compensadores. - Resolver problemas en clase y extraclase con respecto al espacio de estados. 	<ul style="list-style-type: none"> - Trabajo colaborativo. - Comunicación efectiva. - Autonomía en el aprendizaje.



Continuación: Tabla 3. Atributos de la asignatura		
Saber	Saber hacer	Saber Ser
	<ul style="list-style-type: none">- Utilizar herramientas computacionales en la simulación de sistemas controlados.- Utilizar las técnicas de análisis y diseño de controladores mediante el lugar geométrico de las raíces y de respuesta en frecuencia.- Utilizar las técnicas de análisis y diseño de control por retroalimentación de estados.- Utilizar las técnicas de análisis y diseño de observadores de estado.	
Producto integrador de la asignatura, considerando los avances por unidad		
- Portafolio de evidencias donde se contemplan actividades: tareas, los mapas mentales y/o conceptuales, uso de software para simulación y reporte de una práctica de control de un proceso en tiempo real.		

Sección IV. Desglose específico por cada unidad formativa

Tabla 4.1. Desglose específico de la unidad "Lugar geométrico de las raíces."

Número y nombre de la unidad: 1. Lugar geométrico de las raíces.				
Tiempo y porcentaje para esta unidad:		Teoría: 6 horas	Práctica: 4 horas	Porcentaje del programa: 11.11%
Aprendizajes esperados:		Analizar y comprender qué es lugar geométrico de las raíces, además comprender cualitativamente los cambios de respuesta transitoria y de estabilidad al variar un parámetro de los sistemas.		
Temas y subtemas (secuencia)	Criterios de desempeño	Estrategias didácticas	Estrategias de evaluación	Producto Integrador de la unidad (Evidencia de aprendizaje de la unidad)
1.1 Introducción. 1.1.1 El problema del sistema. 1.1.2 Representación Vectorial de los números complejos. 1.2 Definición del lugar geométrico de las raíces. 1.2.1 Ubicación de polos y ceros en el plano S. 1.2.2 Definición del lugar geométrico de las raíces. 1.3 Propiedades y trazo del lugar geométrico de las raíces. 1.3.1 Deducción de las propiedades. 1.3.2 Puntos de ruptura de entrada y salida sobre el eje real. 1.3.3 Cruces con el eje imaginario. 1.3.4 Frecuencia y ganancia en el cruce con el eje imaginario.	Saber: - Identificar cuál es el problema de un sistema. - Identificar los polos de lazo cerrado y su relación con el lugar geométrico de las raíces. - Identificar las reglas de trazo del lugar geométrico de las raíces. - Identificar las propiedades del lugar de las raíces. - Identificar los puntos de ruptura. - Identificar los cruces con el eje imaginario y su relación con la frecuencia y ganancia.	Estrategia Pre-instruccionales - Rescatar conocimientos previos. Estrategia Co-instruccionales - Exposición del docente con ayuda de herramientas didácticas electrónicas. - Identificación de la información respecto a los contenidos propuestos en la unidad. - Uso de herramientas electrónicas para apoyo didáctico. - Elaboración de mapas mentales y/o conceptuales. - Resolución de dinámicas, tareas, trabajos y/o actividades.	Evaluación diagnóstica. - Examen de diagnóstico por medio de un cuestionario escrito o por medio de plataforma digital. Evaluación formativa: - Actividades y tareas de aprendizaje como mapas mentales y/o conceptuales. - Uso de software para simulación por computadora para análisis de un sistema de control. Evaluación Sumativa: - Examen teórico aplicado en el primer parcial. - Portafolio de evidencias.	- Portafolio de evidencias donde se contemplan las actividades, tareas, los mapas mentales y/o conceptuales, uso de software para simulación por computadora de un sistema de control.



Continuación: Tabla 4.1. Desglose específico de la unidad "Lugar geométrico de las raíces."

Temas y subtemas (secuencia)	Criterios de desempeño	Estrategias didácticas	Estrategias de evaluación	Producto Integrador de la unidad
	<p>Saber hacer:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Aplicar métodos de análisis de errores de cuantificación. <p>Ser:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Trabajo colaborativo. - Comunicación efectiva. - Autonomía en el aprendizaje. 	<p>Estrategia Post-instruccionales</p> <ul style="list-style-type: none"> - Uso de software para simulación por computadoras sobre los subtemas vistos y aprendidos en la unidad. 		
Bibliografía				
<ul style="list-style-type: none"> - Nise, N. S. (2007). Sistemas de Control para Ingeniería. México: Patria. - Ogata, K. (2007). Ingeniería de Control Moderna. México: Pearson. - Dorf, R. C.; Bishop, R. H. (2005). Sistemas de Control Moderno. España: Pearson. - Umez, E. (2001). Dinámica de Sistemas y Control. México: Thomson Learning. 				

Sección IV. Desglose específico por cada unidad formativa

Tabla 4.2. Desglose específico de la unidad "Diseño mediante el lugar geométrico de las raíces."

Número y nombre de la unidad: 2. Diseño mediante el lugar geométrico de las raíces.							
Tiempo y porcentaje para esta unidad:		Teoría:	12 horas	Práctica:	8 horas	Porcentaje del programa:	22.22%
Aprendizajes esperados:		- Analizar el lugar geométrico de las raíces y diseñar controladores y compensadores; para mejorar la respuesta transitoria y el error en estado estable.					
Temas y subtemas (secuencia)	Criterios de desempeño	Estrategias didácticas	Estrategias de evaluación	Producto Integrador de la unidad (Evidencia de aprendizaje de la unidad)			
2.1 Introducción. 2.1.1 Mejoramiento de la respuesta transitoria. 2.1.2 Mejoramiento del error en estado estable. 2.1.3 Configuraciones. 2.2 Mejoramiento del error en estado estable. 2.2.1 Compensación integral ideal. 2.2.2 Compensación en atraso de fase. 2.3 Mejoramiento de la respuesta transitoria. 2.3.1 Compensación derivativa ideal. 2.3.2 Compensación en adelanto de fase. 2.4 Mejoramiento del error en estado estable y respuesta transitoria. 2.4.1 Diseño de un control PID. 2.4.2 Diseño de un compensador en adelanto-atraso de fase.	Saber: - Identificar qué es la respuesta transitoria. - Identificar qué es el error en estado estable. - Identificar las configuraciones de control. - Identificar los tipos de controladores y compensadores. - Identificar las características de actuación de los controladores y compensadores. - Identificar las características físicas de los compensadores.	Estrategia Pre-instruccionales - Rescatar conocimientos previos. Estrategia Co-instruccionales - Exposición del docente con ayuda de herramientas didácticas electrónicas. - Identificación de la información respecto a los contenidos propuestos en la unidad. - Uso de herramientas electrónicas para apoyo didáctico. - Elaboración de mapas mentales y/o conceptuales. - Resolución de dinámicas, tareas, trabajos y/o actividades.	Evaluación diagnóstica. - Examen de diagnóstico por medio de un cuestionario escrito o por medio de plataforma digital. Evaluación formativa: - Actividades y tareas de aprendizaje como mapas mentales y/o conceptuales. - Uso de software para simulación por computadora para análisis de un sistema de control. Evaluación Sumativa: - Examen teórico aplicado en el primer parcial. - Portafolio de evidencias.	- Portafolio de evidencias donde se contemplan las actividades, tareas, los mapas mentales y/o conceptuales, uso de software para simulación por computadoras un sistema de control.			



Continuación: Tabla 4.2. Desglose específico de la unidad "Diseño mediante el lugar geométrico de las raíces."

Temas y subtemas (secuencia)	Criterios de desempeño	Estrategias didácticas	Estrategias de evaluación	Producto Integrador de la unidad
2.5 Construcción física de compensadores. 2.5.1 Construcción de un circuito activo. 2.5.2 Construcción de un circuito pasivo.	<p>Saber hacer:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Aplicar las reglas de trazo del lugar geométrico de las raíces. - Aplicar los métodos vistos para determinar las funciones de transferencia de controladores y compensadores. -Aplicar los conocimientos de circuito activo y pasivo en el diseño en tiempo real. <p>Ser:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Trabajo colaborativo. - Comunicación efectiva. - Autonomía en el aprendizaje. 	<p>Estrategia Post-instruccionales</p> <ul style="list-style-type: none"> - Uso de software para simulación por computadoras sobre los subtemas vistos y aprendidos en la unidad, vistos y aprendidos en la unidad. 		
Bibliografía				
<ul style="list-style-type: none"> - Nise, N. S. (2007). Sistemas de Control para Ingeniería. México: Patria. - Ogata, K. (2007). Ingeniería de Control Moderna. México: Pearson. - Dorf, R. C.; Bishop, R. H. (2005). Sistemas de Control Moderno. España: Pearson. - Umez, E. (2001). Dinámica de Sistemas y Control. México: Thomson Learning. 				

Sección IV. Desglose específico por cada unidad formativa

Tabla 4.3. Desglose específico de la unidad "Análisis de respuesta en la frecuencia."

Número y nombre de la unidad: 3. Análisis de respuesta en la frecuencia.							
Tiempo y porcentaje para esta unidad:		Teoría:	9 horas	Práctica:	6 horas	Porcentaje del programa:	16.67%
Aprendizajes esperados: Analizar y comprender qué es la respuesta en la frecuencia, cómo utilizarla para analizar la respuesta transitoria y el error en estado estable.							
Temas y subtemas (secuencia)	Criterios de desempeño	Estrategias didácticas	Estrategias de evaluación	Producto Integrador de la unidad (Evidencia de aprendizaje de la unidad)			
3.1 Introducción.	Saber:	Estrategia Pre-instruccionales	Evaluación diagnóstica.	- Portafolio de evidencias se contemplan las actividades, tareas, los mapas mentales y/o conceptuales, uso de software para simulación por computadoras un sistema de control.			
3.1.1 Concepto de la respuesta en frecuencia.	- Identificar la repuesta en frecuencia.	- Rescatar conocimientos previos.	- Examen de diagnóstico por medio de un cuestionario escrito o por medio de plataforma digital.				
3.1.2 Expresiones analíticas para la respuesta en frecuencia.	- Identificar los tipos de gráficas a utilizar en el dominio de la frecuencia.	Estrategia Co-instruccionales	Evaluación formativa:				
3.1.3 Gráfica de la respuesta en frecuencia	- Identificar los tipos de factores presentes en una función transferencia en lazo abierto.	- Exposición del docente con ayuda de herramientas didácticas electrónicas.	- Actividades y tareas de aprendizaje como mapas mentales y/o conceptuales.				
3.2 Trazas de Bode.	- Identificar las trazas de cada factor presente en una función de transferencia en lazo abierto (aproximaciones asintóticas).	- Identificación de la información respecto a los contenidos propuestos en la unidad.	- Uso de software para simulación por computadora para análisis de un sistema de control.				
3.2.1 Factores básicos $G(j\omega)H(j\omega)$.	- Identificar el Criterio de Nyquist.	- Uso de herramientas electrónicas para apoyo didáctico.	Evaluación Sumativa:				
3.2.2 Aproximaciones asintóticas.	- Identificar la estabilidad en el sentido de Nyquist.	- Elaboración de mapas mentales y/o conceptuales.	- Examen teórico aplicado en el primer parcial.				
3.3 Criterio de Nyquist.		- Resolución de dinámicas, tareas, trabajos y/o actividades.	- Portafolio de evidencias.				
3.3.1 Dedución del Criterio de Nyquist.		Estrategia Post-instruccionales					
3.3.2 Aplicación del Criterio de Nyquist.		- Uso de software para simulación por					
3.3.3 Estabilidad por medio del diagrama de Nyquist.							
3.3.4 Margen de ganancia y fase por medio del diagrama de Nyquist.							



Continuación: Tabla 4.3. Desglose específico de la unidad "Análisis de respuesta en la frecuencia."

Temas y subtemas (secuencia)	Criterios de desempeño	Estrategias didácticas	Estrategias de evaluación	Producto Integrador de la unidad
<p>3.3.5 Estabilidad, margen de ganancia y margen de fase por medio de las trazas de Bode.</p> <p>3.4 Sistemas con retardo de tiempo.</p> <p>3.4.1 Modelado del tiempo con retardo.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Identificar el margen de ganancia y de fase en un diagrama de Nyquist. - Identificar la estabilidad en un diagrama de Bode. - Identificar el margen de ganancia y fase en un diagrama de Bode. - Identificar los sistemas con retardo de tiempo. <p>Saber hacer:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Aplicar las reglas para el trazo de un diagrama de Bode. - Aplicar las reglas para obtener un diagrama de Nyquist. - Aplicar el criterio de Nyquist en la solución de estabilidad de los sistemas. <p>Ser:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Trabajo colaborativo. - Comunicación efectiva. - Autonomía en el aprendizaje. 	<p>computadoras sobre los subtemas vistos y aprendidos en la unidad.</p>		
Bibliografía				
<ul style="list-style-type: none"> - Nise, N. S. (2007). Sistemas de Control para Ingeniería. México: Patria. - Ogata, K. (2007). Ingeniería de Control Moderna. México: Pearson. - Dorf, R. C.; Bishop, R. H. (2005). Sistemas de Control Moderno. España: Pearson. - Umez, E. (2001). Dinámica de Sistemas y Control. México: Thomson Learning. 				

Sección IV. Desglose específico por cada unidad formativa

Tabla 4.4. Desglose específico de la unidad "Diseño por medio de la respuesta en frecuencia."

Número y nombre de la unidad: 4. Diseño por medio de la respuesta en frecuencia.				
Tiempo y porcentaje para esta unidad:		Teoría: 9 horas	Práctica: 6 horas	Porcentaje del programa: 16.67%
Aprendizajes esperados:		- Analizar y aplicar las técnicas de respuesta en frecuencia para el diseño de compensadores con el fin de satisfacer las especificaciones de respuesta transitoria y error en estado estable.		
Temas y subtemas (secuencia)	Criterios de desempeño	Estrategias didácticas	Estrategias de evaluación	Producto Integrador de la unidad (Evidencia de aprendizaje de la unidad)
1.1 Respuesta transitoria por medio del ajuste de ganancia. 1.1.1 Procedimiento de diseño. 1.2 Compensación en adelanto de fase. 1.2.1 Visualización del compensador en adelanto de fase. 1.2.2 Procedimiento de diseño. 1.3 Compensación en atraso de fase. 1.3.1 Visualización del compensador en atraso de fase. 1.3.2 Procedimiento de diseño. 1.4 Compensación adelanto-atraso de fase 1.4.1 Procedimiento de diseño.	Saber: - Identificar la constante de error estático de velocidad. - Identificar el factor de atenuación presente en una función transferencia de un compensador en adelanto de fase. - Identificar el factor de atenuación presente en una función transferencia de un compensador en atraso de fase. - Identificar el margen de ganancia y margen de fase en un diagrama de Bode. Saber hacer: - Aplicar el método de determinación de un compensador en adelanto de fase	Estrategia Pre-instruccionales - Rescatar conocimientos previos. Estrategia Co-instruccionales - Exposición del docente con ayuda de herramientas didácticas electrónicas. - Identificación de la información respecto a los contenidos propuestos en la unidad. - Uso de herramientas electrónicas para apoyo didáctico. - Elaboración de mapas mentales y/o conceptuales. - Resolución de dinámicas, tareas, trabajos y/o actividades.	Evaluación diagnóstica. - Examen de diagnóstico por medio de un cuestionario escrito o por medio de plataforma digital. Evaluación formativa: - Actividades y tareas de aprendizaje como mapas mentales y/o conceptuales. - Uso de software para simulación por computadora para análisis de un sistema de control. Evaluación Sumativa: - Examen teórico aplicado en el primer parcial.	- Portafolio de evidencias donde se contemplan las actividades, tareas, los mapas mentales y/o conceptuales, uso de software para simulación por computadoras un sistema de control.



Continuación: Tabla 4.4. Desglose específico de la unidad "Diseño por medio de la respuesta en frecuencia."

Temas y subtemas (secuencia)	Criterios de desempeño	Estrategias didácticas	Estrategias de evaluación	Producto Integrador de la unidad
	utilizando diagramas de Bode. - Aplicar el método de determinación de un compensador en atraso de fase utilizando diagramas de Bode. Ser: - Trabajo colaborativo. - Comunicación efectiva. - Autonomía en el aprendizaje.	Estrategia Post-instruccionales - Uso de software para simulación por computadoras sobre los subtemas vistos y aprendidos en la unidad.	- Portafolio de evidencias.	
Bibliografía				
- Nise, N. S. (2007). Sistemas de Control para Ingeniería. México: Patria. - Ogata, K. (2007). Ingeniería de Control Moderna. México: Pearson. - Dorf, R. C.; Bishop, R. H. (2005). Sistemas de Control Moderno. España: Pearson. - Umez, E. (2001). Dinámica de Sistemas y Control. México: Thomson Learning.				

Sección IV. Desglose específico por cada unidad formativa

Tabla 4.5. Desglose específico de la unidad "Análisis de sistemas de control en el espacio de estados."

Número y nombre de la unidad: 5. Análisis de sistemas de control en el espacio de estados.							
Tiempo y porcentaje para esta unidad:		Teoría:	9 horas	Práctica:	6 horas	Porcentaje del programa:	16.67%
Aprendizajes esperados: Analizar y aplicar las técnicas empleadas para la estabilidad de los sistemas de control en el espacio de estados.							
Temas y subtemas (secuencia)	Criterios de desempeño	Estrategias didácticas	Estrategias de evaluación	Producto Integrador de la unidad (Evidencia de aprendizaje de la unidad)			
5.1 Conceptos en el espacio de estados.	Saber:	Estrategia Pre-instruccionales	Evaluación diagnóstica.	- Portafolio de evidencias donde se contemplan las actividades, tareas, los mapas mentales y/o conceptuales, uso de software para simulación por computadoras un sistema de control.			
5.1.1 Estado.	- Identificar las variables y expresiones que componen el espacio de estados.	- Rescatar conocimientos previos.	- Examen de diagnóstico por medio de un cuestionario escrito o por medio de plataforma digital.				
5.1.2 Variable de estado.	- Identificar las formas canónicas empleadas en el espacio de estados.	Estrategia Co-instruccionales	Evaluación formativa:				
5.1.3 Vector de estado.	- Identificar el Principio de Dualidad.	- Exposición del docente con ayuda de herramientas didácticas electrónicas.	- Actividades y tareas de aprendizaje como mapas mentales y/o conceptuales.				
5.1.4 Espacio de estado.	- Identificar el método para la solución de las ecuaciones de estado lineales e invariantes en el tiempo.	- Identificación de la información respecto a los contenidos propuestos en la unidad.	- Uso de software para simulación por computadora para análisis de un sistema de control.				
5.1.5 Ecuaciones en el espacio de estados	- Identificar la matriz de transición de estados.	- Uso de herramientas electrónicas para apoyo didáctico.	Evaluación Sumativa:				
5.2 Representaciones en el espacio de estado.	- Identificar los valores propios de una matriz nxn.	- Elaboración de mapas mentales y/o conceptuales.	- Examen teórico aplicado en el primer parcial.				
5.2.1 Forma canónica controlable.	- Identificar el Teorema de Cayley-	- Resolución de dinámicas, tareas, trabajos y/o actividades.	- Portafolio de evidencias.				
5.2.2 Forma canónica observable.							
5.2.3 Forma canónica diagonal.							
5.2.4 Forma canónica de Jordan.							
5.2.5 Principio de dualidad.							
5.3 Valores propios de una matriz nxn							
5.4 Transformaciones de similitud		Estrategia Post-instruccionales					
		- Uso de software para simulación por					



Continuación: Tabla 4.5. Desglose específico de la unidad "Análisis de sistemas de control en el espacio de estados."

Temas y subtemas (secuencia)	Criterios de desempeño	Estrategias didácticas	Estrategias de evaluación	Producto Integrador de la unidad
5.5 Transformación del espacio de estados a función de transferencia.	Hamilton y el método de Interpolación de Sylvester . - Identificar la controlabilidad y la observabilidad del estado de sistema.	computadoras sobre los subtemas vistos y aprendidos en la unidad.		
5.6 Solución de la ecuación de estado lineal e invariante en el tiempo.	- Identificar la estabilidad de un sistema en el espacio de estados.			
5.6.1 Matriz exponencial o matriz de transición de estados.	Saber hacer:			
5.6.2 Solución de las ecuaciones de estado para el caso homogéneo mediante la transformada de Laplace.	- Aplicar los métodos para obtener las formas canónicas controlables, observable, diagonal y Jordan a partir de la función transferencia.			
5.6.3 Solución de las ecuaciones de estado para el caso no homogéneo mediante la transformada de Laplace.	- Aplicar el método de la transformada de Laplace para la solución de las ecuaciones de estado.			
5.7 Análisis matricial de utilidad.	- Aplicar la transformada de Laplace para solución de la matriz de transición de estados.			
5.7.1 Teorema de Cayley-Hamilton.				
5.7.2 Interpolación de Sylvester.				
5.7.3 Polinomio mínimo.	- Aplicar el procedimiento para determinar la controlabilidad del estado de un sistema.			
5.8 Controlabilidad.				
5.8.1 Definición de controlabilidad.				
5.8.2 Controlabilidad completa del estado.				
5.8.3 Matriz de controlabilidad.				
5.8.4 Forma alternativa de la condición para la controlabilidad completa del estado.				
5.8.5 Controlabilidad de la salida.				



Continuación: Tabla 4.5. Desglose específico de la unidad "Análisis de sistemas de control en el espacio de estados."

Temas y subtemas (secuencia)	Criterios de desempeño	Estrategias didácticas	Estrategias de evaluación	Producto Integrador de la unidad
5.9 Observabilidad.	- Aplicar el procedimiento para determinar la observabilidad del estado de un sistema.			
5.9.1 Definición de observabilidad.				
5.9.2 Observabilidad completa del estado.				
5.9.3 Matriz de Observabilidad.				
5.9.4 Forma alternativa de la condición para la observabilidad completa del estado.	Ser: - Trabajo colaborativo. - Comunicación efectiva. - Autonomía en el aprendizaje.			
Bibliografía				
<ul style="list-style-type: none"> - Nise, N. S. (2007). Sistemas de Control para Ingeniería. México: Patria. - Ogata, K. (2007). Ingeniería de Control Moderna. México: Pearson. - Dorf, R. C.; Bishop, R. H. (2005). Sistemas de Control Moderno. España: Pearson. - Umez, E. (2001). Dinámica de Sistemas y Control. México: Thomson Learning. 				

Sección IV. Desglose específico por cada unidad formativa

Tabla 4.6. Desglose específico de la unidad "Diseño de sistemas de control en el espacio de estados."

Número y nombre de la unidad: 6. Diseño de sistemas de control en el espacio de estados.							
Tiempo y porcentaje para esta unidad:		Teoría:	9 horas	Práctica:	6 horas	Porcentaje del programa:	16.67%
Aprendizajes esperados: Analizar y aplicar los métodos utilizados para el diseño de controladores en el espacio de estados.							
Temas y subtemas (secuencia)	Criterios de desempeño	Estrategias didácticas	Estrategias de evaluación	Producto Integrador de la unidad (Evidencia de aprendizaje de la unidad)			
6.1 Control por reubicación de polos. 6.1.1 Condición necesaria y suficiente para la ubicación de polos. 6.1.2 Cálculo de la matriz de ganancia de realimentación por medio de la matriz de transformación lineal. 6.1.3 Cálculo de la matriz de ganancia de realimentación por medio de la fórmula de Ackermann.	Saber: - Identificar la condición necesaria y suficiente para la ubicación de polos. - Identificar la matriz de ganancia de realimentación. - Identificar la matriz de transformación lineal. - Identificar la fórmula de Ackermann. - Identificar la condición necesaria y suficiente para la observación del estado.	Estrategia Pre-instruccionales - Rescatar conocimientos previos. Estrategia Co-instruccionales - Exposición del docente con ayuda de herramientas didácticas electrónicas. - Identificación de la información respecto a los contenidos propuestos en la unidad. - Uso de herramientas electrónicas para apoyo didáctico. - Elaboración de mapas mentales y/o conceptuales. - Resolución de dinámicas, tareas, trabajos y/o actividades. Estrategia Post-instruccionales ? Uso de software para simulación por	Evaluación diagnóstica. - Examen de diagnóstico por medio de un cuestionario escrito o por medio de plataforma digital. Evaluación formativa: - Actividades y tareas de aprendizaje como mapas mentales y/o conceptuales. - Uso de software para simulación por computadora para análisis de un sistema de control. Evaluación Sumativa: - Examen teórico aplicado en el primer parcial. - Portafolio de evidencias.	- Portafolio de evidencias donde se contemplan las actividades, tareas, los mapas mentales y/o conceptuales, uso de software para simulación por computadoras un sistema de control.			
6.2 Observadores de estados. 6.2.1 Condición necesaria y suficiente para la observación del estado. 6.2.2 Cálculo de la matriz de ganancia de realimentación por medio de la matriz de transformación lineal. 6.2.3 Cálculo de la matriz de ganancia de realimentación por medio de la fórmula de Ackermann.	- Identificar el principio de dualidad. - Identificar la utilidad del observador de estado en el control por realimentación						
6.3 Diseño de sistemas de seguimiento. 6.3.1 Sistema de seguimiento de tipo 0 cuando la planta tiene un integrador.							



Continuación: Tabla 4.6. Desglose específico de la unidad "Diseño de sistemas de control en el espacio de estados."

Temas y subtemas (secuencia)	Criterios de desempeño	Estrategias didácticas	Estrategias de evaluación	Producto Integrador de la unidad
<p>6.3.2 Sistema de seguimiento de tipo 1 cuando la planta no tiene un integrador.</p>	<p>del estado.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Identificar cuando un sistema es de tipo "0" o "1". - Identificar un sistema de seguimiento. <p>Saber hacer:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Aplicar los métodos vistos para el diseño de un sistema controlado por realimentación de estados. - Aplicar los métodos vistos para el diseño de observadores de estados. - Aplicar los procedimientos en la solución de seguimiento en sistemas tipo "0" y tipo "1" <p>Ser:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Trabajo colaborativo. - Comunicación efectiva. - Autonomía en el aprendizaje. 	<p>computadoras sobre los subtemas vistos y aprendidos en la unidad.</p>		

Bibliografía

- Nise, N. S. (2007). Sistemas de Control para Ingeniería. México: Patria.
- Ogata, K. (2007). Ingeniería de Control Moderna. México: Pearson.
- Dorf, R. C.; Bishop, R. H. (2005). Sistemas de Control Moderno. España: Pearson.
- Umez, E. (2001). Dinámica de Sistemas y Control. México: Thomson Learning.



V. Perfil docente

Tabla 5. Descripción del perfil docente

Perfil deseable docente para impartir la asignatura
<p>Carrera(s): - Ingeniería Mecatrónica.</p> <ul style="list-style-type: none">- Ingeniería Mecánica Electricista.- Ingeniería en instrumentación.- Ingeniería Electrónica o carrera afín. o carrera afín<ul style="list-style-type: none">- Deseable que tenga experiencia en instrumentación y control automático.- Experiencia mínima de dos años- Deseable Maestría o Doctorado con especialidad en Control Automático