

Tecnológico Nacional de México  
Dirección Académica  
*Instrumentación Didáctica para la Formación y Desarrollo de Competencias Profesionales*

Periodo Febrero – Julio 2023

Nombre de la Asignatura: Control  
Plan de Estudios: IMCT-2010-229  
Clave de la Asignatura: MTJ-1006  
Horas teoría-horas prácticas-Créditos: 4-2-6

**1. Caracterización de la asignatura:**

Esta asignatura aporta al perfil del ingeniero mecatrónico la capacidad para implementar el control lineal de los sistemas dinámicos. Permite la utilización de herramientas que simulan y analizan el desempeño del diseño de controladores para sistemas de control. La materia en su constitución tiene especial interés en abordar los diferentes campos de las ingenierías y de la tecnología donde se da la mayor aplicación de enfoques de control, sin dejar de lado la importancia que reviste en los campos diversos en el quehacer profesional.

La asignatura es columna vertebral de las diversas ingenierías, pues ofrece el conocimiento de diversos sistemas dinámicos y sus características fundamentales de funcionamiento. Temas como estabilidad, margen de error, rapidez, robustez y optimización son considerados con especial atención contemplando los enfoques clásico y moderno en el tratamiento de las señales en el proceso de control. El ingeniero mecatrónico en el desempeño cotidiano es capaz de comprender las características, parámetros y propiedades intrínsecas de un sistema de control al analizar su respuesta ante diversas entradas, y podrá realizar ajustes que permitan la optimización de los sistemas con enfoques actuales.

**2. Intención didáctica:**

La asignatura considera cinco temas, contemplando la identificación de los sistemas y sus diferentes características como primer tema. El segundo tema comprende el entendimiento del significado y de la aplicabilidad del concepto de función de transferencia del sistema. Considera la identificación de los sistemas analizando su respuesta a la salida ante diferentes tipos de entradas en la determinación del orden de operación.

Centralmente se evalúa la estabilidad de los sistemas mediante diferentes criterios. Se considera el análisis de la respuesta transitoria y de estado estable. Dentro de los temas determinantes en esta unidad esta la evaluación del error. El tercer tema es dedicado al estudio del concepto de controlador en el tiempo y sus diferentes formas de análisis y diseño. Se implementan diferentes técnicas de diseño de controladores. El cuarto tema implica una evaluación de los sistemas de control desde una perspectiva diferente, el estudio del control en el dominio de la frecuencia para obtener las diferentes formas de compensación en adelanto y/o atraso.

El quinto tema es para apreciar el diseño de controladores desde un enfoque moderno. Para el estudio se emplea la teoría de espacio de estado, que es un recurso promisorio para la eficiente implementación de controladores. Decididamente, el énfasis fundamental de la materia es brindar todo el conocimiento existente en el terreno del estudio de los sistemas clásicos de control y prepararse para materias posteriores, donde los conceptos clave persistirán, pero las técnicas a base de microprocesadores enriquecerán el análisis y diseño de sistemas de control. Todos los temas están interrelacionados y es necesario contar con cierto dominio matemático. Es necesario conocer los conceptos

fundamentales de la transformada de Laplace, destacando que se vuelve una herramienta imprescindible en el estudio de los modelos matemáticos.

Dentro del curso se contempla el desarrollo de actividades prácticas que promuevan, de los temas básicos a los avanzados, el desarrollo de habilidades para la experimentación tales como identificación, manejo y control de variables de sistemas físicos de naturaleza fundamentalmente eléctrica, electrónica y mecánica; considerando sus datos relevantes, el planteamiento de hipótesis y trabajo en equipo. Asimismo, se busca propiciar procesos intelectuales como inducción-deducción y análisis-síntesis con la intención de generar una actividad intelectual compleja. Por lo anterior, varias de las actividades prácticas se han descrito como actividades previas al tratamiento teórico de los temas, de manera que no sean una mera corroboración de lo analizado previamente en clase, sino una oportunidad para la conceptualización a partir de lo observado. Así, por ejemplo, la dinámica de los sistemas es posible observarla en aplicaciones prácticas que brinden una mejor comprensión de sus características. En las prácticas sugeridas es conveniente que el profesor busque sólo guiar a sus alumnos para que ellos hagan la elección de las variables a registrar y controlar.

Se sugiere una actividad integradora o proyecto final que permita aplicar los conceptos de control estudiados en la asignatura con el propósito de dar un cierre a la materia mostrándola como útil por sí misma en el desempeño profesional, independientemente de la utilidad que representa en el tratamiento de temas en materias posteriores. La lista de actividades no es exhaustiva, se sugieren sobre todo las necesarias para hacer más significativo y efectivo el aprendizaje. Algunas de las actividades sugeridas pueden desempeñarse como actividad extra clase y comenzar el tratamiento en clase a partir de la discusión de los resultados de las observaciones. Se busca partir de experiencias concretas, cotidianas, para que el estudiante se acostumbre a reconocer los fenómenos físicos en su alrededor y no sólo se hable de ellos en el aula. Es importante ofrecer distintos escenarios, ya sean artificiales, virtuales o naturales.

Cabe perfectamente la posibilidad de utilizar herramientas de apoyo y materiales diversos que en la actualidad se encuentran disponibles para la comprensión de los diferentes temas. Las herramientas sugeridas para la evaluación de sistemas dinámicos son Matlab/Simulink, Simnon, LabView, CircuitMaker, entre otros; los cuales se encuentran como una opción de simulación de sistemas físicos de diferente naturaleza. En las actividades de aprendizaje sugeridas generalmente se propone la formalización de los conceptos a partir de experiencias concretas; se busca que el alumno tenga el primer contacto con el concepto en forma concreta y sea a través de la observación, la reflexión y la discusión que se dé la formalización. La resolución de problemas se hará después del proceso comentado con anterioridad. Esta resolución de problemas no se especifica en la descripción de actividades, por ser más familiar en el desarrollo de cualquier curso. Se sugiere que se diseñen problemas con datos faltantes o excedentes de manera que el alumno se ejercite en la identificación de datos relevantes y elaboración de supuestos.

Se pretende que durante el curso se conforme, de manera integral, una visión del futuro profesionista y se pueda crear la confianza en la persona que le permita interpretar el mundo que le rodea, donde fundamentalmente el enfoque sistemático es una herramienta de desempeño de la profesión, así mismo del desarrollo humano. Durante el desarrollo de las actividades programadas en la asignatura es muy importante que el estudiante aprenda a valorarlas y entienda que está construyendo su conocimiento, aprecie la importancia del mismo y de los hábitos de trabajo; desarrolle la precisión, la curiosidad, la puntualidad, el entusiasmo, el interés, la tenacidad, la flexibilidad y la autonomía y en consecuencia actúe de manera profesional.

Es necesario que el profesor preste atención y cuidado a los aspectos anteriores y los considere en el desarrollo de las actividades de aprendizaje de la asignatura en cuestión.

### **3. Competencia de la asignatura:**

Analiza, construye, sintoniza, controla y mantiene sistemas dinámicos invariantes en el tiempo para diferentes procesos industriales.

#### 4. Análisis por competencias específicas:

Competencia No.	1	Descripción	Conoce el principio de operación de sistemas de control de lazo abierto y de lazo cerrado para identificar sistemas en la vida real y de estos poder distinguir sus características principales.
-----------------	---	-------------	--

Temas y subtemas para desarrollar la competencia específica	Actividades de aprendizaje	Actividades de enseñanza	Desarrollo de competencias genéricas	Horas teórico-práctica
<p>Introducción a la teoría de control.</p> <p>1.1. Reseña del desarrollo de los sistemas de control.</p> <p>1.2. Definiciones</p> <p>1.2.1. Elementos que conforman los sistemas de control.</p> <p>1.2.1.1. Lazo abierto</p> <p>1.2.1.2. Lazo cerrado</p> <p>1.2.2. Ejemplos de sistemas de control</p> <p>1.3. Control clásico contra control moderno.</p>	<p>Resuelve la <b>evaluación diagnóstica</b> en el salón de clases.</p> <p>Realiza una búsqueda de información confiable para consultar artículos científicos y tesis que permitan Conocer y comprender la teoría de control realizados en los últimos 5 años, <b>elaborar un reporte</b> de actividad para subir en la plataforma Google Classroom.</p> <p>Elabora una <b>exposición</b> con los resultados de su investigación sobre los elementos que conforman los sistemas de control. Elabora la presentación para subir en la plataforma Google Classroom.</p> <p>Desarrolla y conecta circuitos eléctricos de control utilizando diagramas de bloques aplicados en la industria seleccionando cada uno de los elementos para la automatización de procesos. Realizar los <b>gráficos</b> de las practicas realizadas mediante software especializado de simulación de circuitos eléctricos.</p>	<p>Evaluar al estudiante mediante una <b>evaluación diagnóstica</b> para identificar el nivel de conocimientos en el salón de clases.</p> <p>Propiciar la búsqueda de artículos y tesis que permitan Conocer y comprender la teoría de control realizados en los últimos 5 años, solicita un <b>reporte de actividad</b> para subir en la plataforma Google Classroom</p> <p>Propiciar el uso de las nuevas tecnologías en el desarrollo de la <b>exposición</b> de los resultados y presenta en clase, lo sube a la plataforma Google Classroom.</p> <p>El docente evalúa los <b>gráficos</b> de las practicas realizadas mediante software especializado de simulación de circuitos eléctricos y electrónicos.</p>	<p>Comunicación oral y escrita.</p> <p>Habilidad de investigación.</p> <p>Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes confiables.</p> <p>Capacidad de análisis y síntesis.</p> <p>Trabajo en equipo.</p> <p>Solución de problemas.</p> <p>Habilidad para organizar y planificar sus tareas.</p>	<p>6 – 6 Hrs</p>

Indicadores de Alcance	Valor de Indicador
Demuestra la habilidad para búsqueda de información confiable, distingue los tipos de investigación, así como los métodos y técnicas de cada uno de ellos, conoce los elementos mínimos que debe contener un <b>reporte de actividad</b> , tales como: portada, contenido, procedimiento de solución, referencias bibliográficas.	30 %
Analiza la información del tema investigado realizando una síntesis y abstracción mediante <b>gráficos</b> (cuadro sinóptico, mapa mental etc.).	30 %
Demuestra su capacidad de <b>exposición</b> crítica y autocrítica del trabajo realizado frente al grupo, así como la habilidad en el uso de las TIC para la elaboración de su presentación, trabaja en equipo, presenta dominio del tema e incluye ejemplos claros y precisos para la comprensión de los temas de exposición.	40 %

Niveles de desempeño:

Desempeño	Nivel de desempeño	Indicadores de Alcance	Valoración numérica
Competencia Alcanzada	Excelente	<p>Cumple al menos 5 de los siguientes indicadores</p> <ol style="list-style-type: none"> <li><b>Se adapta a situaciones y contextos complejos:</b> Puede trabajar en equipo, refleja sus conocimientos en la interpretación de la realidad.</li> <li><b>Hace aportaciones a las actividades académicas desarrolladas:</b> Pregunta integrando conocimientos de otras asignaturas o de casos anteriores de la misma asignatura. Presenta otros puntos de vista que complementen al presentado en la clase, presenta fuentes de información adicionales (internet y documental etc.) y usa más bibliografía.</li> <li><b>Propone y/o explica soluciones o procedimientos no visto en clase (creatividad):</b> Ante problemas o caso de estudio propone perspectivas diferentes, para abordarlos y sustentarlos correctamente. Aplica procedimientos aprendidos en otra asignatura o contexto para el problema que se está resolviendo.</li> <li><b>Introduce recursos y experiencias que promueven un pensamiento crítico:</b> Ante los temas de la asignatura introduce cuestionamientos de tipo ético, ecológico, histórico, político, económico, etc. que deben tomarse en cuenta para comprender mejor o a futuro dicho tema. Se apoya en foros, autores, bibliografía, documentales, etc. para sustentar su punto de vista.</li> <li><b>Incorpora conocimientos y actividades interdisciplinarios en su aprendizaje:</b> En el desarrollo de los temas de la asignatura incorpora conocimientos y actividades desarrolladas en otras asignaturas para lograr la competencia.</li> <li><b>Realiza su trabajo de manera autónoma y autorregulada.</b> Es capaz de organizar su tiempo y trabajar sin necesidad de una supervisión estrecha y/o coercitiva. Realiza actividades de investigación para participar de forma activa durante el curso.</li> </ol>	95-100
	Notable	Cumple cuatro de los indicadores definidos en desempeño excelente.	85-94
	Bueno	Cumple tres de los indicadores definidos en desempeño excelente.	75-84

	Suficiente	Cumple dos de los indicadores definidos en desempeño excelente.	70-74
Competencia No Alcanzada	Insuficiente	No se cumple con el 100 % de evidencias conceptuales, procedimentales y actitudinales de los indicadores definidos en el desempeño excelente.	N. A.

Matriz de Evaluación:

Evidencia de Aprendizaje	%	Indicador de Alcance					Evaluación formativa de la competencia
		A	B	C	D	N	
Investigación documental (Lista de cotejo)	30	28.5-30	25.5-28.2	22.5-25.2	21-22.2	0	Demuestra la habilidad para búsqueda de información confiable, distingue los tipos de investigación, así como los métodos y técnicas de cada uno de ellos, conoce los elementos mínimos que debe contener un <b>reporte de actividad</b> , tales como: portada, contenido, procedimiento de solución, referencias bibliográficas.
Elaboración de gráficos (Reporte de Practica; Lista de cotejo)	30	28.5-30	25.5-28.2	22.5-25.2	21-22.2	0	Analiza la información del tema investigado realizando una síntesis y abstracción mediante <b>gráficos</b> (cuadro sinóptico, mapa mental etc.).
Exposición (guía de observación)	40	47.5-50	42.5-47	37.5-42	35-37	0	Demuestra su capacidad de <b>exposición</b> crítica y autocrítica del trabajo realizado frente al grupo, así como la habilidad en el uso de las TIC para la elaboración de su presentación, trabaja en equipo, presenta dominio del tema e incluye ejemplos claros y precisos para la comprensión de los temas de exposición.
Total	100	95 - 100	85 - 94	75 - 84	70 - 74	N. A.	

Competencia No.: 1 Descripción Evalúa sistemas realimentados ante diferentes señales de entrada para conocer la respuesta en estado transitorio y estable, el error en estado estacionario y dinámico.

Temas y subtemas para desarrollar la competencia específica	Actividades de aprendizaje	Actividades de enseñanza	Desarrollo de competencias genéricas	Horas teórico-práctica
<p>Análisis de sistemas realimentados</p> <p>2.1. Tipos de señales de entrada de un sistema de control.</p> <p>2.2. Identificación del orden del sistema.</p> <p>2.3. Concepto polos y ceros y su efecto en la respuesta del sistema.</p> <p>2.4. Análisis de la respuesta de un sistema.</p> <p>2.4.1. Respuesta transitoria.</p> <p>2.4.2. Respuesta de estado estable.</p> <p>2.5. Tipos de sistemas y error de estado estacionario y dinámico</p> <p>2.5.1. Tipos de sistemas</p> <p>2.5.2. Análisis de error</p> <p>2.5.2.1. Coeficientes estáticos del error</p> <p>2.5.2.2. Error de estado estacionario.</p> <p>2.5.2.3. Coeficientes de error dinámico</p>	<p>Realiza una búsqueda de información confiable para consultar artículos científicos y tesis que permitan Conocer y comprender los análisis de sistemas realimentados de control en los procesos industriales realizados en los últimos 5 años, <b>elaborar un reporte</b> de actividad para subir en la plataforma Google Classroom.</p> <p>Elabora una <b>exposición</b> con los resultados de su investigación sobre sistemas realimentados en los dispositivos de control en los procesos industriales. Elabora la presentación para subir en la plataforma Google Classroom.</p> <p>Desarrolla y conecta circuitos básicos de control</p>	<p>El facilitador desarrolla diagramas de los sistemas realimentados en los sistemas de control con ejercicios prácticos; así como diagramas de control por el Propiciar la búsqueda de artículos y tesis que permitan Conocer y comprende los sistemas realimentados en los dispositivos de control en los procesos industriales realizados en los últimos 5 años, solicita un <b>reporte de actividad</b> para subir en la plataforma Google Classroom</p> <p>Propiciar el uso de las nuevas tecnologías en el desarrollo de la <b>exposición</b> de los resultados y presenta en clase, lo sube a la plataforma Google Classroom.</p> <p>El docente evalúa los <b>gráficos</b> de las practicas realizadas mediante software especializado de simulación de circuitos de control realimentados seleccionando cada uno de sus elementos para su aplicación en maquinaria</p>	<p>Capacidad de solucionar ejercicio individual y por equipos.</p> <p>Capacidad de abstracción, análisis y síntesis.</p> <p>Capacidad de relacionar y aplicar los conocimientos en la práctica.</p> <p>Habilidad en el manejo de software especializado.</p> <p>Capacidad para comunicarse por escrito.</p> <p>Habilidad para organizar y planificar sus tareas.</p>	6 – 18 Hrs

<p>2.5.3. Criterios de error. 2.5.4. Introducción a la optimización de sistemas 2.6. Criterios de estabilidad de Routh-Hurwitz 2.7. Análisis de estabilidad mediante la técnica del lugar de las raíces 2.8. Reubicación de polos y ceros</p>	<p>de Motores, transformadores y dispositivos de control en los procesos industriales seleccionando cada uno de sus elementos para su aplicación en maquinaria. Realizar los <b>gráficos</b> de las prácticas realizadas mediante software especializado de simulación de circuitos eléctricos. Elabora la presentación para subir en la plataforma Google Classroom.</p>			
---	---	--	--	--

Indicadores de Alcance	Valor de Indicador
Demuestra la habilidad para búsqueda de información confiable, distingue los tipos de investigación, así como los métodos y técnicas de cada uno de ellos, conoce los elementos mínimos que debe contener un <b>reporte de actividad</b> , tales como: portada, contenido, procedimiento de solución, referencias bibliográficas.	30 %
Analiza la información del tema investigado realizando una síntesis y abstracción mediante <b>gráficos</b> (cuadro sinóptico, mapa mental etc.).	30 %
Demuestra su capacidad de <b>exposición</b> crítica y autocrítica del trabajo realizado frente al grupo, así como la habilidad en el uso de las TIC para la elaboración de su presentación, trabaja en equipo, presenta dominio del tema e incluye ejemplos claros y precisos para la comprensión de los temas de exposición.	40 %

Niveles de desempeño:

Desempeño	Nivel de desempeño	Indicadores de Alcance	Valoración numérica
Competencia Alcanzada	Excelente	<p>Cumple al menos 5 de los siguientes indicadores</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Se <b>adapta a situaciones y contextos complejos</b>: Puede trabajar en equipo, refleja sus conocimientos en la interpretación de la realidad.</li> <li>2. <b>Hace aportaciones a las actividades académicas desarrolladas</b>: Pregunta integrando conocimientos de otras asignaturas o de casos anteriores de la misma asignatura. Presenta otros puntos de vista que complementen al presentado en la clase, presenta fuentes de información adicionales (internet y documental etc.) y usa más bibliografía.</li> </ol>	95-100

		<p>3. <b>Propone y/o explica soluciones o procedimientos no visto en clase (creatividad):</b> Ante problemas o caso de estudio propone perspectivas diferentes, para abordarlos y sustentarlos correctamente. Aplica procedimientos aprendidos en otra asignatura o contexto para el problema que se está resolviendo.</p> <p>4. <b>Introduce recursos y experiencias que promueven un pensamiento crítico:</b> Ante los temas de la asignatura introduce cuestionamientos de tipo ético, ecológico, histórico, político, económico, etc. que deben tomarse en cuenta para comprender mejor o a futuro dicho tema. Se apoya en foros, autores, bibliografía, documentales, etc. para sustentar su punto de vista.</p> <p>5. <b>Incorpora conocimientos y actividades interdisciplinarios en su aprendizaje:</b> En el desarrollo de los temas de la asignatura incorpora conocimientos y actividades desarrolladas en otras asignaturas para lograr la competencia.</p> <p>6. <b>Realiza su trabajo de manera autónoma y autorregulada.</b> Es capaz de organizar su tiempo y trabajar sin necesidad de una supervisión estrecha y/o coercitiva. Realiza actividades de investigación para participar de forma activa durante el curso.</p>	
	Notable	Cumple cuatro de los indicadores definidos en desempeño excelente.	85-94
	Bueno	Cumple tres de los indicadores definidos en desempeño excelente.	75-84
	Suficiente	Cumple dos de los indicadores definidos en desempeño excelente.	70-74
Competencia No Alcanzada	Insuficiente	No se cumple con el 100 % de evidencias conceptuales, procedimentales y actitudinales de los indicadores definidos en el desempeño excelente.	N. A.

Evidencia de Aprendizaje	%	Indicador de Alcance					Evaluación formativa de la competencia
		A	B	C	D	N	
Investigación (Lista de cotejo)	30	28.5-30	25.5-28.2	22.5-25.2	21-22.2	0	Demuestra la habilidad para búsqueda de información confiable, distingue los tipos de investigación, así como los métodos y técnicas de cada uno de ellos, conoce los elementos mínimos que debe contener un <b>reporte de actividad</b> , tales como: portada, contenido, procedimiento de solución, referencias bibliográficas.
Elaboración de gráficos (Reporte de Practica; Lista de cotejo)	30	28.5-30	25.5-28.2	22.5-25.2	21-22.2	0	Analiza la información del tema investigado realizando una síntesis y abstracción mediante <b>gráficos</b> (cuadro sinóptico, mapa mental etc.).
Exposición (guía de observación)	40	47.5-50	42.5-47	37.5-42	35-37	0	Demuestra su capacidad de <b>exposición</b> crítica y autocrítica del trabajo realizado frente al grupo, así como la habilidad en el uso de las TIC para la elaboración de su presentación, trabaja en equipo, presenta dominio del tema e incluye ejemplos claros y precisos para la comprensión de los temas de exposición.
Total	100	95 - 100	85 - 94	75 - 84	70 - 74	N.A.	

Matriz de Evaluación:  
Competencia No.:

1

Descripción

Comprende y aplica el funcionamiento de un controlador en un sistema para diseñar los diferentes tipos de estructuras de control al emplear controladores del tipo proporcional, tipo derivativo y tipo integral.

Temas y subtemas para desarrollar la competencia específica	Actividades de aprendizaje	Actividades de enseñanza	Desarrollo de competencias genéricas	Horas teórico-práctica
<p>Análisis y diseño de controladores en el tiempo</p> <p>3.1. Definición de características de un controlador.</p> <p>3.2. Tipos de controladores: Proporcional (P), proporcional-integral (PI), proporcional-derivativo (PD) y proporcional-integral-derivativo (PID)</p> <p>3.3. Diseño de controladores por la técnica del lugar de las raíces</p> <p>3.4. Controladores Clásicos por realimentación</p> <p>3.4.1. Regla de Ziegler-Nichols</p> <p>3.4.2. Aplicación de la reglas de</p>	<p>Realiza una búsqueda de información confiable para consultar artículos científicos y tesis que permitan Diseñar, desarrollar y documentar el análisis y diseño de controladores en el tiempo en los procesos industriales para activar o desactivar maquinaria realizados en los últimos 5 años, <b>elaborar un reporte</b> de actividad para subir en la plataforma Google Classroom.</p> <p>Elabora una <b>exposición</b> con los resultados de su investigación sobre Diseños, desarrollos y documentos del análisis y diseño de controladores en el tiempo en los procesos industriales para activar o desactivar maquinaria. Elabora la presentación para subir en la plataforma Google Classroom.</p> <p>Desarrolla y conecta circuitos electrónicos de control en los procesos industriales para activar o desactivar maquinaria. Realizar los <b>gráficos</b> de las practicas realizadas mediante software especializado de simulación. Elabora la presentación para subir en la plataforma Google Classroom.</p>	<p>El facilitador desarrolla diagramas de circuitos electrónicos de control de ejercicios prácticos; así como diagramas de circuitos de control en los procesos industriales por el Propiciar la búsqueda de artículos y tesis que permitan Diseñar, desarrollar y documentar los análisis y diseños de controladores en el tiempo de aplicación industrial respetando las normas establecidas para la automatización de procesos realizados en los últimos 5 años, solicita un <b>reporte de actividad</b> para subir en la plataforma Google Classroom</p> <p>Propiciar el uso de las nuevas tecnologías en el desarrollo de la <b>exposición</b> de los resultados y presenta en clase, lo sube a la plataforma Google Classroom.</p> <p>El docente evalúa los <b>gráficos</b> de las practicas realizadas mediante software especializado de simulación de sistemas de control de aplicación industrial respetando las normas establecidas para la automatización de procesos</p>	<p>Comunicación oral y escrita.</p> <p>Habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas.</p> <p>Capacidad de análisis y síntesis.</p> <p>Trabajo en equipo.</p> <p>Capacidad de abstracción, análisis y síntesis.</p> <p>Capacidad de relacionar y aplicar los conocimientos en la práctica.</p> <p>Capacidad para comunicarse por escrito.</p> <p>Habilidad para organizar y planificar sus tareas.</p>	<p>12 – 6 Hrs</p>

<p>Ziegler-Nichols</p> <p>3.4.3. Selección y sintonización del controlador</p> <p>3.5. Aplicaciones en la solución de problemas reales</p>				
--	--	--	--	--

Indicadores de Alcance	Valor de Indicador
<p>Demuestra la habilidad para búsqueda de información confiable, distingue los tipos de investigación, así como los métodos y técnicas de cada uno de ellos, conoce los elementos mínimos que debe contener un <b>reporte de actividad</b>, tales como: portada, contenido, procedimiento de solución, referencias bibliográficas.</p>	30 %
<p>Analiza la información del tema investigado realizando una síntesis y abstracción mediante <b>gráficos</b> (cuadro sinóptico, mapa mental etc.).</p>	30 %
<p>Demuestra su capacidad de <b>exposición</b> crítica y autocrítica del trabajo realizado frente al grupo, así como la habilidad en el uso de las TIC para la elaboración de su presentación, trabaja en equipo, presenta dominio del tema e incluye ejemplos claros y precisos para la comprensión de los temas de exposición.</p>	40 %

Niveles de desempeño:

Desempeño	Nivel de desempeño	Indicadores de Alcance	Valoración numérica
Competencia Alcanzada	Excelente	<p>Cumple al menos 5 de los siguientes indicadores</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <b>Se adapta a situaciones y contextos complejos:</b> Puede trabajar en equipo, refleja sus conocimientos en la interpretación de la realidad.</li> <li>2. <b>Hace aportaciones a las actividades académicas desarrolladas:</b> Pregunta integrando conocimientos de otras asignaturas o de casos anteriores de la misma asignatura. Presenta otros puntos de vista que complementen al presentado en la clase, presenta fuentes de información adicionales (internet y documental etc.) y usa más bibliografía.</li> <li>3. <b>Propone y/o explica soluciones o procedimientos no visto en clase (creatividad):</b> Ante problemas o caso de estudio propone perspectivas diferentes, para abordarlos y sustentarlos correctamente. Aplica procedimientos aprendidos en otra asignatura o contexto para el problema que se está resolviendo.</li> </ol>	95-100

		<p>4. <b>Introduce recursos y experiencias que promueven un pensamiento crítico:</b> Ante los temas de la asignatura introduce cuestionamientos de tipo ético, ecológico, histórico, político, económico, etc. que deben tomarse en cuenta para comprender mejor o a futuro dicho tema. Se apoya en foros, autores, bibliografía, documentales, etc. para sustentar su punto de vista.</p> <p>5. <b>Incorpora conocimientos y actividades interdisciplinarios en su aprendizaje:</b> En el desarrollo de los temas de la asignatura incorpora conocimientos y actividades desarrolladas en otras asignaturas para lograr la competencia.</p> <p>6. <b>Realiza su trabajo de manera autónoma y autorregulada.</b> Es capaz de organizar su tiempo y trabajar sin necesidad de una supervisión estrecha y/o coercitiva. Realiza actividades de investigación para participar de forma activa durante el curso.</p>	
	Notable	Cumple cuatro de los indicadores definidos en desempeño excelente.	85-94
	Bueno	Cumple tres de los indicadores definidos en desempeño excelente.	75-84
	Suficiente	Cumple dos de los indicadores definidos en desempeño excelente.	70-74
Competencia No Alcanzada	Insuficiente	No se cumple con el 100 % de evidencias conceptuales, procedimentales y actitudinales de los indicadores definidos en el desempeño excelente.	N. A.

Matriz de Evaluación:

Evidencia de Aprendizaje	%	Indicador de Alcance					Evaluación formativa de la competencia
		A	B	C	D	N	
Investigación documental (Lista de cotejo)	30	28.5-30	25.5-28.2	22.5-25.2	21-22.2	0	Busca y analiza información proveniente de fu Demuestra la habilidad para búsqueda de información confiable, distingue los tipos de investigación, así como los métodos y técnicas de cada uno de ellos, conoce los elementos mínimos que debe contener un <b>reporte de actividad</b> , tales como: portada, contenido, procedimiento de solución, referencias bibliográficas diversas, demuestra la habilidad de investigación y el manejo bibliográfico.
Elaboración de gráficos (Reporte de Practica; Lista de cotejo)	30	28.5-30	25.5-28.2	22.5-25.2	21-22.2	0	Analiza la información del tema investigado realizando una síntesis y abstracción mediante <b>gráficos</b> (cuadro sinóptico, mapa mental etc.).
Exposición (guía de observación)	40	38 - 40	34-37.6	30-33.6	28-29.6	0	Demuestra su capacidad de <b>exposición</b> crítica y autocrítica del trabajo realizado frente al grupo, así como la habilidad en el uso de las TIC para la elaboración de su presentación, trabaja en equipo, presenta dominio del tema e incluye ejemplos claros y precisos para la comprensión de los temas de exposición.
Total 100		95 - 100	85 - 94	75 - 84	70 - 74	N . A .	

Competencia No.

1

Descripción

Comprende y aplica las herramientas que proporcionan las gráficas de Bode para diseñar compensadores en sistemas de control en el dominio de la frecuencia

Temas y subtemas para desarrollar la competencia específica	Actividades de aprendizaje	Actividades de enseñanza	Desarrollo de competencias genéricas	Horas teórico-práctica
<p>Análisis y diseño de compensadores en la frecuencia</p> <p>4.1. Gráfica de Bode</p> <p>4.2. Criterio de estabilidad por Bode (Margen de ganancia y fase)</p> <p>4.3. Compensación con Bode</p> <p>4.3.1. Compensación en adelanto</p> <p>4.3.2. Compensación en atraso</p> <p>4.3.3. Compensación en adelanto-atraso</p> <p>4.4. Aplicaciones en la solución de problemas reales</p>	<p>Realiza una búsqueda de información confiable para consultar artículos científicos y tesis que permitan el Análisis y diseño de compensadores en la frecuencia realizados en los últimos 5 años, <b>elaborar un reporte</b> de actividad para subir en la plataforma Google Classroom.</p> <p>Elabora una <b>exposición</b> con los resultados de su investigación sobre el Análisis y diseño de compensadores en la frecuencia. Elabora la presentación para subir en la plataforma Google Classroom.</p> <p>Análisis y diseño de compensadores en la frecuencia. Realizar los <b>gráficos</b> de las practicas realizadas mediante software especializado de simulación para Conocer, identificar y desarrollar el control eléctrico. Elabora la presentación para subir en la plataforma Google Classroom.</p>	<p>El facilitador desarrolla describe y argumenta los análisis y diseño de compensadores en la frecuencia en los elementos de control para la automatización de procesos industriales por el Propiciar la búsqueda de artículos y tesis que permitan Diseñar, desarrollar y documentar las aplicaciones en la solución de problemas de aplicación industrial respetando las normas establecidas para la automatización de procesos realizados en los últimos 5 años, solicita un <b>reporte de actividad</b> para subir en la plataforma Google Classroom</p> <p>Propiciar el uso de las nuevas tecnologías en el desarrollo de la <b>exposición</b> de los resultados y presenta en clase, lo sube a la plataforma Google Classroom.</p> <p>El docente evalúa los <b>gráficos</b> de las practicas realizadas mediante software especializado de simulación para Conocer, identificar y desarrollar el control eléctrico mediante los controladores lógicos programables utilizados en la industria para la automatización de procesos.</p>	<p>Habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas.</p> <p>Comunicación oral y escrita.</p> <p>Capacidad de análisis y síntesis.</p> <p>Capacidad para comunicarse por escrito.</p> <p>Habilidad para organizar y planificar sus tareas.</p>	<p>12 – 6 Hrs</p>

Indicadores de Alcance	Valor de Indicador
Demuestra la habilidad para búsqueda de información confiable, distingue los tipos de investigación, así como los métodos y técnicas de cada uno de ellos, conoce los elementos mínimos que debe contener un <b>reporte de actividad</b> , tales como: portada, contenido, procedimiento de solución, referencias bibliográficas.	50 %
Analiza la información del tema investigado realizando una síntesis y abstracción mediante <b>gráficos</b> (cuadro sinóptico, mapa mental etc.).	10 %
Elabora gráficos sin faltas de ortografía, describiendo las ideas principales. Demuestra su capacidad de <b>exposición</b> crítica y autocrítica del trabajo realizado frente al grupo, así como la habilidad en el uso de las TIC para la elaboración de su presentación, trabaja en equipo, presenta dominio del tema e incluye ejemplos claros y precisos para la comprensión de los temas de exposición.	40 %

Niveles de desempeño:

Desempeño	Nivel de desempeño	Indicadores de Alcance	Valoración numérica
Competencia Alcanzada	Excelente	<p>Cumple al menos 5 de los siguientes indicadores</p> <ol style="list-style-type: none"> <li><b>Se adapta a situaciones y contextos complejos:</b> Puede trabajar en equipo, refleja sus conocimientos en la interpretación de la realidad.</li> <li><b>Hace aportaciones a las actividades académicas desarrolladas:</b> Pregunta integrando conocimientos de otras asignaturas o de casos anteriores de la misma asignatura. Presenta otros puntos de vista que complementen al presentado en la clase, presenta fuentes de información adicionales (internet y documental etc.) y usa más bibliografía.</li> <li><b>Propone y/o explica soluciones o procedimientos no visto en clase (creatividad):</b> Ante problemas o caso de estudio propone perspectivas diferentes, para abordarlos y sustentarlos correctamente. Aplica procedimientos aprendidos en otra asignatura o contexto para el problema que se está resolviendo.</li> <li><b>Introduce recursos y experiencias que promueven un pensamiento crítico:</b> Ante los temas de la asignatura introduce cuestionamientos de tipo ético, ecológico, histórico, político, económico, etc. que deben tomarse en cuenta para comprender mejor o a futuro dicho tema. Se apoya en foros, autores, bibliografía, documentales, etc. para sustentar su punto de vista.</li> <li><b>Incorpora conocimientos y actividades interdisciplinarios en su aprendizaje:</b> En el desarrollo de los temas de la asignatura incorpora conocimientos y actividades desarrolladas en otras asignaturas para lograr la competencia.</li> <li><b>Realiza su trabajo de manera autónoma y autorregulada.</b> Es capaz de organizar su tiempo y trabajar sin necesidad de una supervisión estrecha y/o coercitiva. Realiza actividades de investigación para participar de forma activa durante el curso.</li> </ol>	95-100

	Notable	Cumple cuatro de los indicadores definidos en desempeño excelente.	85-94
	Bueno	Cumple tres de los indicadores definidos en desempeño excelente.	75-84
	Suficiente	Cumple dos de los indicadores definidos en desempeño excelente.	70-74
Competencia No Alcanzada	Insuficiente	No se cumple con el 100 % de evidencias conceptuales, procedimentales y actitudinales de los indicadores definidos en el desempeño excelente.	N. A.

Matriz de Evaluación:

Evidencia de Aprendizaje	%	Indicador de Alcance					Evaluación formativa de la competencia
		A	B	C	D	N	
Investigación documental (Lista de cotejo)	50	47.5-50	42.5-47	37.5-42	35-37	0	Demuestra la habilidad para búsqueda de información confiable, distingue los tipos de investigación, así como los métodos y técnicas de cada uno de ellos, conoce los elementos mínimos que debe contener un <b>reporte de actividad</b> , tales como: portada, contenido, procedimiento de solución, referencias bibliográficas.
Elaboración de gráficos (Reporte de Practica; Lista de cotejo)	10	9.5-10	8.5-9.4	7.5-8.4	7-7.4	0	Analiza la información del tema investigado realizando una síntesis y abstracción mediante <b>gráficos</b> (cuadro sinóptico, mapa mental etc.). Elabora gráficos sin faltas de ortografía, describiendo las ideas principales.
Exposición (guía de observación)	40	38 - 40	34– 37.6	30– 33.6	28- 29.6	0	Demuestra su capacidad de <b>exposición</b> crítica y autocrítica del trabajo realizado frente al grupo, así como la habilidad en el uso de las TIC para la elaboración de su presentación, trabaja en equipo, presenta dominio del tema e incluye ejemplos claros y precisos para la comprensión de los temas de exposición.
Total	100	95 - 100	85 – 94	75 – 84	70 – 74	N.A.	

Competencia No.	1	Descripción	Conoce el principio de operación de sistemas de control de lazo abierto y de lazo cerrado para identificar sistemas en la vida real y de estos poder distinguir sus características principales.
-----------------	---	-------------	--

Temas y subtemas para desarrollar la competencia específica	Actividades de aprendizaje	Actividades de enseñanza	Desarrollo de competencias genéricas	Horas teórico-práctica
<p>Sistema de control en espacio de estado</p> <p>5.1. Introducción.</p> <p>5.2. Conversión entre función de transferencia y espacio de estado</p> <p>5.3. Estabilidad en el espacio de estado: Punto de equilibrio o punto crítico</p> <p>5.4. Controlabilidad y estabilizabilidad</p> <p>5.5. Control por realimentación de estados</p> <p>5.5.1. Diseño por ubicación de polos</p> <p>5.5.2. Fórmula de Ackermann</p> <p>5.6. Observabilidad y detectabilidad</p> <p>5.7. Diseño de observadores</p> <p>5.8. Control Integral (Control por modelo interno)</p> <p>5.9. Regulador cuadrático lineal</p>	<p>Realiza una búsqueda de información confiable para consultar artículos científicos y tesis que permitan Conocer y comprender los sistemas de control en espacio de estado realizados en los últimos 5 años, <b>elaborar un reporte</b> de actividad para subir en la plataforma Google Classroom.</p> <p>Elabora una <b>exposición</b> con los resultados de su investigación sobre los sistemas de control en espacio de estado. Elabora la presentación para subir en la plataforma Google Classroom.</p> <p>Desarrolla y conecta sistemas de control en espacio de estado. Realizar los <b>gráficos</b> de las practicas realizadas mediante software especializado de Matlab.</p>	<p>Propiciar la búsqueda de artículos y tesis que permitan Conocer y comprender sistemas de control en espacio de estado realizados en los últimos 5 años, solicita un <b>reporte de actividad</b> para subir en la plataforma Google Classroom</p> <p>Propiciar el uso de las nuevas tecnologías en el desarrollo de la <b>exposición</b> de los resultados y presenta en clase, lo sube a la plataforma Google Classroom.</p> <p>El docente evalúa los <b>gráficos</b> de las practicas realizadas mediante software especializado de Matlab.</p>	<p>Comunicación oral y escrita.</p> <p>Habilidad de investigación.</p> <p>Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes confiables.</p> <p>Capacidad de análisis y síntesis.</p> <p>Trabajo en equipo.</p> <p>Solución de problemas.</p> <p>Habilidad para organizar y planificar sus tareas.</p>	<p>6 – 6 Hrs</p>

(LQR, Linear Quadratic Regulator)			
-----------------------------------	--	--	--

Indicadores de Alcance	Valor de Indicador
Demuestra la habilidad para búsqueda de información confiable, distingue los tipos de investigación, así como los métodos y técnicas de cada uno de ellos, conoce los elementos mínimos que debe contener un <b>reporte de actividad</b> , tales como: portada, contenido, procedimiento de solución, referencias bibliográficas.	30 %
Analiza la información del tema investigado realizando una síntesis y abstracción mediante <b>gráficos</b> (cuadro sinóptico, mapa mental etc.).	30 %
Demuestra su capacidad de <b>exposición</b> crítica y autocrítica del trabajo realizado frente al grupo, así como la habilidad en el uso de las TIC para la elaboración de su presentación, trabaja en equipo, presenta dominio del tema e incluye ejemplos claros y precisos para la comprensión de los temas de exposición.	40 %

Niveles de desempeño:

Desempeño	Nivel de desempeño	Indicadores de Alcance	Valoración numérica
Competencia Alcanzada	Excelente	<p>Cumple al menos 5 de los siguientes indicadores</p> <p><b>6. Se adapta a situaciones y contextos complejos:</b> Puede trabajar en equipo, refleja sus conocimientos en la interpretación de la realidad.</p> <p><b>7. Hace aportaciones a las actividades académicas desarrolladas:</b> Pregunta integrando conocimientos de otras asignaturas o de casos anteriores de la misma asignatura. Presenta otros puntos de vista que complementen al presentado en la clase, presenta fuentes de información adicionales (internet y documental etc.) y usa más bibliografía.</p> <p><b>8. Propone y/o explica soluciones o procedimientos no visto en clase (creatividad):</b> Ante problemas o caso de estudio propone perspectivas diferentes, para abordarlos y sustentarlos correctamente. Aplica procedimientos aprendidos en otra asignatura o contexto para el problema que se está resolviendo.</p> <p><b>9. Introduce recursos y experiencias que promueven un pensamiento crítico:</b> Ante los temas de la asignatura introduce cuestionamientos de tipo ético, ecológico, histórico, político, económico, etc. que deben tomarse en cuenta para comprender mejor o a futuro dicho tema. Se apoya en foros, autores, bibliografía, documentales, etc. para sustentar su punto de vista.</p> <p><b>10. Incorpora conocimientos y actividades interdisciplinarios en su aprendizaje:</b> En el desarrollo de los temas de la asignatura incorpora conocimientos y actividades desarrolladas en otras asignaturas para lograr la competencia.</p>	95-100

		<b>6. Realiza su trabajo de manera autónoma y autorregulada.</b> Es capaz de organizar su tiempo y trabajar sin necesidad de una supervisión estrecha y/o coercitiva. Realiza actividades de investigación para participar de forma activa durante el curso.	
	Notable	Cumple cuatro de los indicadores definidos en desempeño excelente.	85-94
	Bueno	Cumple tres de los indicadores definidos en desempeño excelente.	75-84
	Suficiente	Cumple dos de los indicadores definidos en desempeño excelente.	70-74
Competencia No Alcanzada	Insuficiente	No se cumple con el 100 % de evidencias conceptuales, procedimentales y actitudinales de los indicadores definidos en el desempeño excelente.	N. A.

Matriz de Evaluación:

Evidencia de Aprendizaje	%	Indicador de Alcance					Evaluación formativa de la competencia
		A	B	C	D	N	
Investigación documental (Lista de cotejo)	30	28.5-30	25.5-28.2	22.5-25.2	21-22.2	0	Demuestra la habilidad para búsqueda de información confiable, distingue los tipos de investigación, así como los métodos y técnicas de cada uno de ellos, conoce los elementos mínimos que debe contener un <b>reporte de actividad</b> , tales como: portada, contenido, procedimiento de solución, referencias bibliográficas.
Elaboración de gráficos (Reporte de Práctica; Lista de cotejo)	30	28.5-30	25.5-28.2	22.5-25.2	21-22.2	0	Analiza la información del tema investigado realizando una síntesis y abstracción mediante <b>gráficos</b> (cuadro sinóptico, mapa mental etc.).
Exposición (guía de observación)	40	47.5-50	42.5-47	37.5-42	35-37	0	Demuestra su capacidad de <b>exposición</b> crítica y autocrítica del trabajo realizado frente al grupo, así como la habilidad en el uso de las TIC para la elaboración de su presentación, trabaja en equipo, presenta dominio del tema e incluye ejemplos claros y precisos para la comprensión de los temas de exposición.
Total	100	95 - 100	85 - 94	75 - 84	70 - 74	N. A.	

5. Fuentes de información y apoyos didácticos:  
Fuentes de información:

Fuentes de información

- ✓ 1. Dorf, R. C., & Bishop, R. H. (2011). Modern control systems (12th ed.). Upper Saddle River, NJ: Pearson Education, Inc.
- ✓ 2. Nise, N. S. (2011). Control systems engineering (6th ed.). Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, Inc.
- ✓ 3. Ogata K. (2010). Modern control engineering (5th ed.). Upper Saddle River, NJ: Pearson Education, Inc.
- ✓ 4. Franklin, G. F., David Powell, J., & Emami-Naeini, A. (2010). Feedback control of Dynamic systems (6th ed.). Upper Saddle River, NJ: Pearson Higher Education, Inc.
- ✓ 5. Chen, C. T. (2009). Linear system theory and design (3rd ed.). Oxford University Press.
- ✓ 6. Davison, D. E., & Chen, J. (2007, February). Classical control revisited. IEEE Control Systems Magazine, 27(1).
- ✓ 7. Davison, D. E., & Chen, J. (2007, June). Classical control revisited: Part II. IEEE Control Systems Magazine, 27(3).
- ✓ 8. Bernstein, D. S. (2006, February). PID 2006. IEEE Control Systems Magazine, 26(1).
- ✓ 9. Stevens, B. L., & Lewis, F. L. (2003). Aircraft control and simulation (2nd ed.). Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, Inc.
- ✓ 10. Umez-Eronini, E. (2001). Dinámica de sistemas y control (1a. Ed.). México: International Thomson Editores, S. A. de C. V.
- ✓ 11. Goodwin, G. C., Graebe, S. F., & Salgado, M. E. (2000) Control system design. Prentice Hall.
- ✓ 12. Kuo, B. C. (1996). Sistemas de control automático (7a. Ed.). Prentice Hall.
- ✓ 13. Ogata, K. (1992). Ingeniería de control moderna (3a. Ed.). Prentice Hall.
- ✓ D'Azzo, J. J., & Houpis, C. H. (1981). Linear control system analysis and design (2nd ed.). McGrawHill Kogakusha, Ltd. Autor: Miguel Carrulla. Libro: Circuitos Básicos de Neumática. Editorial: Marcombo, 1993.

Apoyos didácticos:

- Computadora
- Internet
- Plataforma educativa Google Classroom
- Pintarron
- Cañón proyecto
- Laboratorio de Manufactura Avanzada:
  - Equipo eléctrico, Tablero eléctrico didáctico, Sensores, solenoides, motores.
- Controlador Lógico Programable:
  - Allen Brandlley 1100 Serie B, SIEMENS
- Interfaz:
  - RS-232-USB (Win 7, Win 8, Win 10), RS-232-USB(Win7).
- Software:
  - RSLinx, RSLogix, V4.0 STEP STEP7 Microwin SP9.

6. Calendarización de evaluación en semanas:

Semana	1	2	3	4	5
TP	ED	EF1	EF2	EF3	EF4
TR					
SD	SD	SD	SD	SD	SD

TP: Tiempo Planeado  
ED: Evaluación diagnóstica

TR: Tiempo Real  
EFn: Evaluación formativa (Competencia específica n)  
SD: Seguimiento departamental  
ES: Evaluación sumativa

Fecha de elaboración 13 de Febrero 2023

DR. GUILLERMO REYES MORALES.  
Nombre y firma del (de la) profesor(a)

ING. YOSAFAT MORTERA ELIAS  
Nombre y firma del(de la) Jefe(a) de Departamento Académico