



A) CURSO

Clave	Asignatura
5981	Ingeniería de Control I

Horas de teoría por semana	Horas de práctica por semana	Horas trabajo adicional estudiante	Créditos	Horas Totales
3	2	3	8	48 Hrs. Teoría 32 Hrs. Práctica

B) DATOS BÁSICOS DEL CURSO

	IEA	IM	IMA	IME	IMT
Nivel:	VI			VI	VI
Tipo (Optativa, Obligatoria)	Obligatoria			Obligatoria	Obligatoria
Prerrequisito:	Modelado y Simulación			Modelado de Sistemas Electromecánicos	Electrónica I y Modelado y Simulación de Sistemas
Clasificación CACEI:	CI			CI	CI

C) OBJETIVO GENERAL DEL CURSO

Al finalizar el curso el estudiante será capaz de:
Proporcionar al estudiante las herramientas para el análisis y el diseño de sistemas de control en lazo cerrado para sistemas lineales de tiempo continuo mediante el enfoque clásico.



D) CONTENIDOS Y MÉTODOS POR UNIDADES Y TEMAS

1. INTRODUCCION		2 h
Objetivo Especifico:	Conocer los conceptos de básicos utilizados en un sistema de control	
1.1 Conceptos básicos de un sistema de control. 1.2 Lazo abierto y lazo cerrado. 1.3 Función de transferencia.		
Lecturas y otros recursos		
Métodos de enseñanza		
Actividades de aprendizaje		
2. RESPUESTA EN TIEMPO		5 h
Objetivo Especifico:	Conocer y analizar la respuesta en tiempo de sistemas de distinto orden ante diferentes entradas.	
2.1 Respuestas natural y forzada de un sistema. 2.2 Regímenes transitorio y estacionario. 2.3 Sistemas de primer orden. 2.3.1 Características de la respuesta ante distintas entradas. 2.4 Sistemas de segundo orden. 2.4.1 Características de la respuesta ante la entrada escalón unitario. 2.5 Sistemas de orden superior. 2.5.1 Polos dominantes de una función de transferencia. 2.6 Efecto de los ceros de la función de transferencia en la respuesta en el tiempo.		
Lecturas y otros recursos	Se recomienda leer los temas correspondientes de la bibliografía sugerida. Lecturas para investigación de conceptos, así como para complementar y fortalecer los temas analizados en clase.	
Métodos de enseñanza	Se presentan los conceptos teóricos y posteriormente ejercicios de aplicación. Exposición de temas de parte del profesor y/o alumnos; uso técnicas didácticas como trabajo colaborativo, aprendizaje basado en problemas y/o proyectos; desarrollo de prácticas de laboratorio acorde a los temas desarrollados en clase.	
Actividades de aprendizaje	Exposición de temas, análisis de los principios expuestos y ejemplificación de los mismos, ejercicios numéricos, discusión de resultados y tareas, exámenes parciales y prácticas de laboratorio.	
3. REDUCCIÓN DE SUBSISTEMAS MÚLTIPLES		3 h
Objetivo Especifico:	Conocer y aplicar los métodos para simplificar diagramas y gráficas de sistemas complejos.	
3.1 Diagramas de bloques. 3.2 Gráficas de flujo de señales. 3.2.1 Fórmula de ganancia de Mason.		
Lecturas y otros recursos	Se recomienda leer los temas correspondientes de la bibliografía sugerida. Lecturas para investigación de conceptos, así como para complementar y fortalecer los temas analizados en clase.	
Métodos de enseñanza	Se presentan los conceptos teóricos y posteriormente ejercicios de aplicación. Exposición de temas de parte del profesor y/o alumnos; uso técnicas didácticas como trabajo colaborativo, aprendizaje basado en problemas y/o proyectos; desarrollo de prácticas de laboratorio acorde a los temas desarrollados en clase.	
Actividades de aprendizaje	Exposición de temas, análisis de los principios expuestos y ejemplificación de los mismos, ejercicios numéricos, discusión de resultados y tareas, exámenes parciales y prácticas de laboratorio.	
4. ANÁLISIS DE ESTABILIDAD		6 h
Objetivo Especifico:	Conocer y aplicar diferentes criterios para determinar la estabilidad de un sistema.	



4.1 Conceptos de estabilidad. 4.2 Estabilidad entrada acotada – salida acotada. 4.3 Estabilidad interna. 4.4 Criterio de estabilidad Routh-Hurwitz.	
Lecturas y otros recursos	Se recomienda leer los temas correspondientes de la bibliografía sugerida. Lecturas para investigación de conceptos, así como para complementar y fortalecer los temas analizados en clase.
Métodos de enseñanza	Se presentan los conceptos teóricos y posteriormente ejercicios de aplicación. Exposición de temas de parte del profesor y/o alumnos; uso técnicas didácticas como trabajo colaborativo, aprendizaje basado en problemas y/o proyectos; desarrollo de prácticas de laboratorio acorde a los temas desarrollados en clase.
Actividades de aprendizaje	Exposición de temas, análisis de los principios expuestos y ejemplificación de los mismos, ejercicios numéricos, discusión de resultados y tareas, exámenes parciales y prácticas de laboratorio.

5. ERRORES EN RÉGIMEN ESTACIONARIO		2 h
Objetivo Específico:	Conocer y analizar la respuesta en estado estable de sistemas de distinto orden ante distintas entradas.	
5.1 Error en régimen estacionario. 5.2 Clasificación de los sistemas con respecto al número de integradores. 5.2.1 Errores ante diferentes señales de entrada y constantes de error estático.		
Lecturas y otros recursos	Se recomienda leer los temas correspondientes de la bibliografía sugerida. Lecturas para investigación de conceptos, así como para complementar y fortalecer los temas analizados en clase.	
Métodos de enseñanza	Se presentan los conceptos teóricos y posteriormente ejercicios de aplicación. Exposición de temas de parte del profesor y/o alumnos; uso técnicas didácticas como trabajo colaborativo, aprendizaje basado en problemas y/o proyectos; desarrollo de prácticas de laboratorio acorde a los temas desarrollados en clase.	
Actividades de aprendizaje	Exposición de temas, análisis de los principios expuestos y ejemplificación de los mismos, ejercicios numéricos, discusión de resultados y tareas, exámenes parciales y prácticas de laboratorio.	

6. INTRODUCCIÓN AL DISEÑO DEL CONTROL RETROALIMENTADO		6 h
Objetivo Específico:	Analizar el efecto de distintos tipos de controlador en lazo cerrado en la respuesta de un sistema y conocer métodos de sintonización de éstos.	
6.1 Especificaciones de desempeño. 6.2 Preliminares de diseño. 6.3 Controladores P, PI, PID. 6.4 Reglas de sintonización de Ziegler-Nichols.		
Lecturas y otros recursos	Se recomienda leer los temas correspondientes de la bibliografía sugerida. Lecturas para investigación de conceptos, así como para complementar y fortalecer los temas analizados en clase.	
Métodos de enseñanza	Se presentan los conceptos teóricos y posteriormente ejercicios de aplicación. Exposición de temas de parte del profesor y/o alumnos; uso técnicas didácticas como trabajo colaborativo, aprendizaje basado en problemas y/o proyectos; desarrollo de prácticas de laboratorio acorde a los temas desarrollados en clase.	
Actividades de aprendizaje	Exposición de temas, análisis de los principios expuestos y ejemplificación de los mismos, ejercicios numéricos, discusión de resultados y tareas, exámenes parciales y prácticas de laboratorio.	

7. ANÁLISIS Y DISEÑO POR EL MÉTODO DEL LUGAR GEOMÉTRICO DE LAS RAÍCES		8 h
Objetivo Específico:	Diseñar un sistema de control en lazo cerrado a través del método del lugar geométrico de las raíces.	
7.1 Conceptos fundamentales. 7.2 Condiciones magnitud y ángulo. 7.3 Reglas para construir el lugar geométrico de las raíces. 7.4 Diseño de un controlador de adelanto. 7.5 Diseño de un controlador de atraso.		



7.6 Diseño de un controlador de adelanto-atraso.	
Lecturas y otros recursos	Se recomienda leer los temas correspondientes de la bibliografía sugerida. Lecturas para investigación de conceptos, así como para complementar y fortalecer los temas analizados en clase.
Métodos de enseñanza	Se presentan los conceptos teóricos y posteriormente ejercicios de aplicación. Exposición de temas de parte del profesor y/o alumnos; uso técnicas didácticas como trabajo colaborativo, aprendizaje basado en problemas y/o proyectos; desarrollo de prácticas de laboratorio acorde a los temas desarrollados en clase.
Actividades de aprendizaje	Exposición de temas, análisis de los principios expuestos y ejemplificación de los mismos, ejercicios numéricos, discusión de resultados y tareas, exámenes parciales y prácticas de laboratorio.

8. ANÁLISIS Y DISEÑO EMPLEANDO DIAGRAMAS DE BODE		8 h
Objetivo Específico:	Diseñar un sistema de control en lazo cerrado a través de la técnica de diagramas de Bode.	
8.1 Diagramas de Bode. 8.2 Márgenes de estabilidad. 8.3 Diseño de un controlador de adelanto. 8.4 Diseño de un controlador de atraso. 8.5 Diseño de un controlador de adelanto-atraso.		
Lecturas y otros recursos	Se recomienda leer los temas correspondientes de la bibliografía sugerida. Lecturas para investigación de conceptos, así como para complementar y fortalecer los temas analizados en clase.	
Métodos de enseñanza	Se presentan los conceptos teóricos y posteriormente ejercicios de aplicación. Exposición de temas de parte del profesor y/o alumnos; uso técnicas didácticas como trabajo colaborativo, aprendizaje basado en problemas y/o proyectos; desarrollo de prácticas de laboratorio acorde a los temas desarrollados en clase.	
Actividades de aprendizaje	Exposición de temas, análisis de los principios expuestos y ejemplificación de los mismos, ejercicios numéricos, discusión de resultados y tareas, exámenes parciales y prácticas de laboratorio.	

9. ANÁLISIS DE NYQUIST		8 h
Objetivo Específico:	Que el alumno sea capaz de analizar la estabilidad de sistemas de control en el dominio de la frecuencia, utilizando el método de Nyquist.	
9.1 Definiciones básicas. 9.2 El postulado fundamental de Nyquist. 9.3 Criterio de estabilidad de Nyquist. 9.4 Márgenes de estabilidad. 9.5 Diseño de controladores.		
Lecturas y otros recursos	Se recomienda leer los temas correspondientes de la bibliografía sugerida. Lecturas para investigación de conceptos, así como para complementar y fortalecer los temas analizados en clase.	
Métodos de enseñanza	Se presentan los conceptos teóricos y posteriormente ejercicios de aplicación. Exposición de temas de parte del profesor y/o alumnos; uso técnicas didácticas como trabajo colaborativo, aprendizaje basado en problemas y/o proyectos; desarrollo de prácticas de laboratorio acorde a los temas desarrollados en clase.	
Actividades de aprendizaje	Exposición de temas, análisis de los principios expuestos y ejemplificación de los mismos, ejercicios numéricos, discusión de resultados y tareas, exámenes parciales y prácticas de laboratorio.	

En este espacio de formación se realizan 16 prácticas con duración de 32 h en total. Los temas de las prácticas son los siguientes:

- Herramientas del laboratorio de control
- Transformadas de Laplace
- Función de transferencia
- Análisis de la función de transferencia
- Implementación de funciones de transferencia mediante elementos eléctricos/electrónicos
- Introducción a la retroalimentación



- Análisis de la retroalimentación
- Desempeño de los sistemas retroalimentados
- Diseño de sistemas de control en base a lugar de las raíces
- Análisis en frecuencia de sistemas de control

E) ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE

- En clase se desarrollarán de forma individual y por equipo, ejercicios de los temas para promover el razonamiento abstracto y analítico.
- Se utilizarán algunas técnicas didácticas que estimulen el aprendizaje significativo, en algunos de los temas de la asignatura.
- Se promoverá el manejo, búsqueda e interpretación de información asociados a los temas.
- Se promoverá el uso de TIC's, a través de tareas o proyectos.

F) EVALUACIÓN Y ACREDITACIÓN

La calificación de la materia es el promedio de los dos exámenes parciales y un examen final ordinario.

Elaboración y/o presentación de:	Periodicidad	Abarca	Ponderación
Primer parcial <ul style="list-style-type: none">• Examen escrito teórico práctico 80%• Tareas, Simulaciones, Técnicas Didácticas: 20%• Total 100%	Sesión 16	Temas 1, 2 y 3	33.33 %
Segundo parcial <ul style="list-style-type: none">• Examen escrito teórico práctico 80%.• Tareas, Simulaciones, Técnicas Didácticas: 20%• Total 100%	Sesión 32	Temas 4,5 y 6	33.33 %
Tercer parcial <ul style="list-style-type: none">• Examen escrito teórico práctico 80%• Tareas, Simulaciones, Técnicas Didácticas: 20%• Total 100%	Sesión 48	Temas 7, 8 y 9	33.33 %
TOTAL ORDINARIO Promedio de los parciales	48 sesiones (16 semanas)		100%
Examen Extraordinario	Semana 17 del semestre en curso	100% Examen escrito teórico práctico	100% Temario
Examen a título	De acuerdo a programación de Secretaría Escolar	100% Examen escrito teórico práctico	100% Temario
Examen de regularización	De acuerdo a programación de Secretaría Escolar	100% Examen escrito teórico práctico	100% Temario



Otras actividades académicas requeridas	Para acreditar el curso es necesario haber acreditado el laboratorio correspondiente. La calificación del laboratorio no forma parte de la evaluación del curso.
---	--

Se asignarán tareas obligatorias que deberán entregarse en la fecha estipulada. Cada una de las tareas, deberán tener una portada con la siguiente información: Nombre del curso, nombre del alumno, número de la tarea y la fecha de entrega. Cada problema deberá estar bien organizado y mostrar los detalles de los cálculos. Se recomienda usar hojas blancas de máquinas para los cálculos y hojas de papel cuadriculado o milimétrico para gráficas y dibujos. No es conveniente usar carpetas, lo mejor es engrapar cada tarea.

G) BIBLIOGRAFÍA Y RECURSOS INFORMÁTICOS

Textos básicos:

- Nise N. S., Sistemas de control para ingeniería, 3ª Edición, CECSA, 2002.
- Ogata K., Ingeniería de control moderna, 5ª edición, McGraw-Hill, 2010.
- Franklin G.F., Powell J. D., Emami-Naeini A., Control de sistemas dinámicos con retroalimentación, Addison-Wesley Iberoamericana, 1991.
- Kuo B.C. Sistemas de control automático, 7ª edición, Prentice-Hall, 1996.
- Bolton W., Ingeniería de control, Alfaomega, 2001.