



PROGRAMA ANALÍTICO

DEPARTAMENTO: MECÁNICA

CARRERA: INGENIERÍA MECÁNICA

ASIGNATURA: CONTROL AVANZADO DE SISTEMAS MECÁNICOS

CÓDIGO: 0372

AÑO ACADÉMICO: 2016

PLAN DE ESTUDIO: 2005

UBICACIÓN EN EL PLAN DE ESTUDIO: 2DO. CUATRIMESTRE DE 5TO. AÑO

DOCENTE RESPONSABLE: Mg. Ing. José Daniel Carmona – Profesor Adjunto

EQUIPO DOCENTE: Mg. Ing. José Daniel Carmona – Profesor Adjunto
Dr. Ing. Juan Fontana – Profesor Adjunto
Dr. Ing. Ronald O'Brien. – Ayudante de Primera

RÉGIMEN DE ASIGNATURAS:

<i>Aprobada</i>	<i>Regular</i>
0405	0336
0403	-
0328	-

ASIGNACIÓN DE HORAS:

Semanales: 6

Totales → Teóricas: 50
 → Prácticas: → Resolución de Problemas: 30
 → Laboratorio: 10
 → Proyecto: -
 → Trabajo de campo: -

CARÁCTER DE LA ASIGNATURA: Optativa



OBJETIVOS DE LA ASIGNATURA:

- Estudiar los principios y fundamentos de los sistemas de control automáticos con aplicación directa en sistemas mecánicos.
- Adquirir los conocimientos que permitan el análisis y simulación de sistemas mecánicos en el dominio del tiempo y de la frecuencia.
- Entrenar al alumno en el diseño e implementación de controladores destinados al control automático de sistemas mecánicos.

CONTENIDOS:

PROGRAMA

Unidad 1. Modelado matemático de sistemas mecánicos

- 1.1. Repaso de los fundamentos de los sistemas de control: Función de Transferencia y Ecuaciones de estado.
- 1.2. Ecuaciones y funciones de transferencia de sistemas mecánicos.
- 1.3. Trenes de engranajes, palancas y bandas. Juego y zona muerta.
- 1.4. Modelado de detectores y codificadores: tacómetros y potenciómetros.
- 1.5. Modelado de sistemas con Matlab y Simulink.

Unidad 2. Modelado matemático de sistemas de fluidos y sistemas térmicos

- 2.1. Sistemas de nivel de líquido.
- 2.2. Sistemas neumáticos.
- 2.3. Sistemas hidráulicos.
- 2.4. Sistemas térmicos.
- 2.5. Ejemplos.

Unidad 3. Sistemas de control en un vehículo

- 3.1. Identificación de sistemas de control en un vehículo.
- 3.2. Respuesta de sistemas mecánicos de primer y segundo orden a diferentes entradas.
- 3.3. Análisis de la respuesta de sistemas mecánicos con Matlab.
- 3.4. Respuesta de sistemas a perturbaciones.
- 3.5. Suspensión de un vehículo: modelado y análisis en el dominio del tiempo.

Unidad 4. Sistemas de control en la industria

- 4.1. Identificación de sistemas de control en la industria.
- 4.2. Respuesta en frecuencia de un sistema Masa-Resorte-Amortiguador.
- 4.3. Diagramas de respuesta en frecuencia de sistemas mecánicos.
- 4.4. Estabilidad en sistemas mecánicos; interpretación y efectos.
- 4.5. Brazo robótico: modelado y análisis en el dominio de la frecuencia.

Unidad 5. Diseño de controladores.

- 5.1. Características y efectos de las acciones de control en el comportamiento de un sistema.
- 5.2. Análisis y diseño de controladores PD, PI, y PID para sistemas mecánicos.
- 5.3. Reglas de Zieger-Nichols para la sintonía de controladores PID.
- 5.4. Diseño de controladores PID mediante el método de respuesta en frecuencia.



5.5. Ejemplos.

Unidad 6. Control de procesos. Aplicaciones

- 6.1. Control de temperatura.
- 6.2. Control de nivel de líquido.
- 6.3. Control de presión.
- 6.4. Control de velocidad y posición en servosistemas.
- 6.5. Control de vibraciones.

Unidad 7. Control de sistemas mecánicos en el espacio de estados

- 7.1. Representación de sistemas mecánicos en el espacio de estados.
- 7.2. Péndulo invertido: modelado y análisis.
- 7.3. Métodos de diseño.
- 7.4. Diseño de servosistemas.
- 7.5. Péndulo invertido: diseño de un controlador.

Unidad 8. Control automático por computador

- 8.1. Adquisición y procesamiento de datos.
- 8.2. Análisis de sistemas discretos.
- 8.3. Implementación de controladores mediante PLC.
- 8.4. Aplicaciones de PLC en control de sistemas mecánicos.



PROGRAMA DE TRABAJOS PRÁCTICOS

- Unidad 1.** Modelado matemático de sistemas mecánicos lineales – Derivación de ecuaciones diferenciales de sistemas de traslación y rotación – Derivación de funciones de transferencia de sistemas con detectores – Implementación en Simulink.
- Unidad 2.** Obtención de funciones de transferencia de sistemas de fluidos con diferentes niveles de complejidad – Funciones de transferencia de sistemas térmicos – Identificación de polos y ceros en cada sistema.
- Unidad 3.** Control de velocidad crucero de un automóvil: cálculo y análisis de la respuesta transitoria y estacionaria – Análisis con Matlab para comprobar resultados.
- Unidad 4.** Trazado de diagramas de Bode y Nyquist para sistemas con resorte y amortiguación – Reconocimiento de un sistema estable e inestable.
- Unidad 5.** Identificación de variables a controlar en un sistema – Selección de la configuración óptima de control de acuerdo con las especificaciones de diseño – Cálculo y optimización de parámetros.
- Unidad 6.** Implementación de un controlador PID en Simulink – Ajuste del controlador en base a ensayos experimentales sobre sistemas mecánicos reales.
- Unidad 7.** Identificación de las variables de estado en un sistema mecánico – Derivación de ecuaciones de estado y matriz de transición de estado. Diseño de un controlador en el espacio de estados.
- Unidad 8.** Implementación de un controlador mediante el uso de un PLC – Programación de un PLC - Control de un sistema real.

Se realizará un trabajo final evaluador que consistirá en el diseño de un sistema de control para un sistema mecánico a determinar. El mismo deberá incluir la definición de los objetivos principales y de las especificaciones de diseño, la identificación de las variables a controlar, el modelado del sistema a controlar, el diseño del sistema de control propiamente dicho y la posterior simulación y análisis del sistema completo mediante Matlab.

METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA:

El curso se llevará a cabo mediante dos clases por semana de igual duración dictadas por el docente a cargo de la Asignatura. Las clases se desarrollarán en aula, con exposición oral, uso de pizarrón y de retro-proyector. Se utilizarán Matlab y Simulink como herramientas computacionales para la simulación y análisis de los sistemas de control presentados en clase.

Con el objetivo de fortalecer los conceptos estudiados, el alumno deberá completar un total de 8 trabajos prácticos que estarán estrechamente relacionados con los contenidos dados en las clases. Cada práctico será asignado al culminar las unidades 1 a la 8, los cuales deberán ser completados y entregados en término al responsable de la Asignatura. Seis de ellos serán trabajos prácticos de aula y consistirán en la resolución de problemas en papel y lápiz y el posterior modelado y simulación en computadora a fin de comprobar los resultados obtenidos. Los restantes trabajos prácticos serán prácticas de laboratorio sobre sistemas reales destinados a la familiarización del alumno con el control de sistemas mecánicos y a la integración de los conceptos. En cada uno de los prácticos de laboratorio se respetarán los procedimientos de seguridad general y particular del equipamiento utilizado así como también se respetarán los procesos de operación de cada equipo para garantizar la seguridad del alumno en todo momento.



MODALIDAD DE EVALUACIÓN:

Para regularizar:

- Asistencia al 80% de las clases.
- Entrega del 100% de los trabajos prácticos asignados.
- Aprobación de un examen y un trabajo Final Evaluador.

Con estas exigencias se pretende garantizar que el alumno adquiera los conocimientos mínimos indispensables para alcanzar los objetivos estipulados para la Asignatura.

Para Aprobar:

- Promoción: La nota obtenida en el examen parcial y en el trabajo final evaluador deberá ser igual o mayor que 7 (siete), y deberá obtener un promedio de 7 (siete) en los trabajos prácticos (sin registrar notas inferiores a 6 (seis)).
- Alumnos Regulares: Examen final con sorteo de tres temas del programa y desarrollo oral.
- Alumnos Libres:
 1. Un examen escrito con preguntas a elección múltiple de todo el programa, aprobándose con un valor mínimo de 5 (cinco).
 2. Si el alumno no ha cursado la materia, deberá presentar las tareas semanales asignadas.

Examen final con sorteo de tres temas del programa y desarrollo oral.



CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES:

Clase N°	Temas	Trabajos Prácticos
1	Repaso de los fundamentos de los sistemas de control: Función de Transferencia y Ecuaciones de estado.	
	Ecuaciones y funciones de transferencia de sistemas mecánicos.	
2	Trenes de engranajes, palancas y bandas. Juego y zona muerta. Modelado de detectores y codificadores.	
	Modelado de sistemas con Matlab y Simulink	T.P. N° 1
3	Sistemas de nivel de líquido. Sistemas neumáticos.	
	Sistemas hidráulicos. Sistemas térmicos.	T.P. N° 2
4	Identificación de sistemas de control en un vehículo.	
	Respuesta de sistemas mecánicos de primer y segundo orden a diferentes entradas.	
5	Análisis de la respuesta de sistemas mecánicos con Matlab. Respuesta de sistemas a perturbaciones.	
	Suspensión de un vehículo: modelado y análisis en el dominio del tiempo	T.P. N° 3
6	Identificación de sistemas de control en la industria. Respuesta en frecuencia de un sistema Masa-Resorte-Amortiguador.	
	Diagramas de respuesta en frecuencia de sistemas mecánicos. Estabilidad en sistemas mecánicos: interpretación y efectos.	
	Brazo robótico: modelado y análisis en el dominio de la frecuencia.	T.P. N° 4
7	EXAMEN PARCIAL	
8	Características y efectos de las acciones de control en el comportamiento de un sistema.	
	Análisis y diseño de controladores PD, PI, y PID.	T.P. N° 5
	Reglas de Zieger-Nichols para la sintonía de controladores PID.	
9	Feriado	
10	Control de temperatura. Control de nivel de líquido.	
	Control de presión. Control de velocidad y posición en servos.	
11	Control de vibraciones	T.P. N° 6
	Representación de sistemas mecánicos en el espacio de estados.	
12	Péndulo invertido: modelado y análisis.	
	Métodos de diseño. Diseño de servosistemas.	
13	Péndulo invertido: diseño de un controlador.	T.P. N° 7
	Adquisición y procesamiento de datos. Análisis de sistemas discretos.	
14	Implementación de controladores mediante PLC.	
	Aplicaciones de PLC en control de sistemas mecánicos	T.P. N° 8
15	Trabajo Final Evaluador	



BIBLIOGRAFÍA:

Titulo	Autor/es	Editorial	Año de Edición	Ejemplares disponibles
Sistemas de Control Automático	Benjamin Kuo	Prentice Hall	1996	4
Ingeniería de Control Moderna	Katsuhiko Ogata	Prentice Hall	2010	2
Modern Control Systems	Dorf & Bishop	Addison-Wesley	1998	1
Modern Control Systems: Analysis and Design	Robert H. Bishop	Addison-Wesley	1997	1
Sistemas de Control para Ingeniería	Norman S. Nise	C.E.C.S.A	2002	4
Control de Sistemas Dinámicos con Realimentación	Franklin, Powell, & Emami-Naeini	Addison-Wesley Iberoamericana	1991	1
Process Dynamics and Control	Seborg, Edgar & Doyle	Wiley	2010	1
Vehicle Dynamics and Control	Rajesh Rajamani	Springer	2005	1
Active Control of Vibration	Fuller, Elliot & Nelson	Academic Press	1996	1
Advanced Control Engineering	Burns	Butterworth Heinemann	2001	1
Control System Design	Goodwin, Graebe & Salgado	Prentice Hall	2001	1
Neural Networks for Modelling and Control of Dynamic Systems	Norgaard, Ravn, Poulsen, & Hansen	Springer	2003	1
Información de actualidad obtenida de la WWW	Varios	-	Reciente	Dominio público


Firma Docente Responsable


Firma Secretario Académico