



## PROGRAMA ANALÍTICO

DEPARTAMENTO: MECÁNICA

CARRERA: INGENIERÍA MECÁNICA

ASIGNATURA: CONTROL AVANZADO DE SISTEMAS MECÁNICOS

CÓDIGO: 0372

AÑO ACADÉMICO: 2018

PLAN DE ESTUDIO: 2005

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

MODALIDAD DE CURSADO: PRESENCIAL

DOCENTE RESPONSABLE: Dr. Ing. Juan Fontana – Profesor Adjunto Simple

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

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: -  
→ Laboratorio: 40  
→ 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
- 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 herramientas computacionales.

#### **Unidad 2. Controladores PID.**

- 2.1. Repaso de las características principales.
- 2.2. Efectos de las acciones de control en el comportamiento de un sistema mecánico.
- 2.3. Análisis y diseño de controladores PD, PI, y PID para sistemas mecánicos.
- 2.4. Sintonía de controladores PID.
- 2.5. Ejemplos.

#### **Unidad 3. Sistemas de fluidos y sistemas térmicos**

- 3.1. Sistemas térmicos. Sensores y control de temperatura.
- 3.2. Sistemas de nivel de líquido. Sensores de nivel y control.
- 3.3. Sistemas neumáticos. Sistemas hidráulicos. Sensores y control de presión
- 3.4. Control de velocidad y posición en servosistemas.

#### **Unidad 4. Adquisición y acondicionamiento de señales**

- 4.1. Repaso de los sistemas de adquisición de señales.
- 4.2. Muestreo. Teorema del muestreo. Cuantificación. Aliasing.
- 4.3. Placas de adquisición de señales. Arquitectura y parámetros característicos.
- 4.4. Filtros pasivos. Configuraciones. Funciones de transferencia y diagramas de bode.
- 4.5. Filtros activos usando amplificadores operacionales.
- 4.6. Amplificación de señales. Amplificador diferencial. Amplificador de instrumentación.

#### **Unidad 5. Implementación de sistemas de control en un microcontrolador**

- 5.1. Introducción a Arduino. Características principales de una placa Arduino.
- 5.2. Software y lenguaje de programación.
- 5.3. Adquisición de señales analógicas y digitales.
- 5.4. Comando de actuadores.
- 5.5. Implementación de un controlador PID.



### **Unidad 6. Sistemas de control en la industria**

- 6.1. Identificación de sistemas de control en la industria.
- 6.2. Repaso de principios básicos de un controlador lógico programable (PLC)
- 6.3. Lenguaje de programación. Programación escalera.
- 6.4. Implementación de controladores mediante PLC.

### **Unidad 7. Sistemas de control en acústica y vibraciones**

- 7.1. Introducción a la Acústica y Vibraciones.
- 7.2. Adquisición de señales acústicas mediante placa de sonido.
- 7.3. Respuesta en frecuencia de un sistema Masa-Resorte-Amortiguador
- 7.4. Análisis modal experimental. Conceptos básicos y caso de estudio.
- 7.5. Cálculo de frecuencias naturales en estructuras.
- 7.6. Control de vibraciones.

### **Unidad 8. Control de sistemas mecánicos en el espacio de estados**

- 8.1. Representación de sistemas mecánicos en el espacio de estados
- 8.2. Péndulo invertido: modelado y análisis.
- 8.3. Métodos de diseño.
- 8.4. Diseño de servosistemas.
- 8.5. Péndulo invertido: diseño de un controlador

## **PROGRAMA DE TRABAJOS PRÁCTICOS**

**Práctico 1.** Adquisición de datos mediante una placa adquisidora. Ejercicios simples para adquirir señales analógicas y digitales provenientes de sensores reales y luego almacenarlas en una memoria. Familiarización con el tiempo y la frecuencia de muestro.

**Práctico 2.** Comando de actuadores. Se utilizarán las salidas digitales de las placas adquisidoras para el comando de motores de CC, relés, etc.

**Práctico 3.** Implementación práctica de un sistema de control usando una placa adquisidora y una computadora. Sensado de la variable a controlar, procesamiento de los datos adquiridos y control de un actuador.

**Práctico 4.** Programación de microcontroladores. Ejercicios simples para el manejo de entradas y salidas digitales y analógicas. Implementación práctica de un sistema de control en un microcontrolador.

**Práctico 5.** Programación de PLCs. Utilización de entradas y salidas para el control de un proceso.

**Práctico 6.** Adquisición de señales acústicas usando una placa de sonido. Análisis en frecuencia de las señales adquiridas.

**Seminario de Investigación.** Consistirá en la búsqueda y lectura de artículos científicos relacionados con el control de algún sistema mecánico. El alumno deberá seleccionar 1 artículo





publicado en idioma inglés en los últimos 10 años. Luego deberá preparar una presentación que describa el trabajo realizado por los autores del artículo elegido que será presentado de forma oral en un seminario a realizarse sobre el final del semestre.

### **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 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 6 trabajos prácticos que estarán estrechamente relacionados con los contenidos dados en las clases. Cada práctico deberá ser completado y entregado en término al responsable de la Asignatura. Los trabajos prácticos serán actividades de laboratorio sobre sistemas reales. Los mismos estarán destinados a la familiarización del alumno con la adquisición y procesamiento de señales provenientes de sensores y con el comando de actuadores utilizando diferentes herramientas. Estas tareas son parte indispensable para el control de cualquier sistema mecánico. El equipamiento necesario para la realización de dichos prácticos se encuentra disponible en el laboratorio del Grupo de Acústica y Vibraciones de la Facultad de Ingeniería. 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 parcial.
- Aprobación de un Seminario de Investigación.

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 y en el Seminario de Investigación 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 5 (cinco)).
- 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.





## CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES:

Semana N°	Temas	Trabajos Prácticos
1	Unidad 1. Modelado matemático de sistemas mecánicos	
2	Unidad 2. Controladores PID	
3	Unidad 3. Sistemas de fluidos y sistemas térmicos	
4	Unidad 4. Adquisición y acondicionamiento de señales	T.P. N° 1
5	Unidad 4. Adquisición y acondicionamiento de señales	T.P. N° 2
6	Unidad 4. Adquisición y acondicionamiento de señales	T.P. N° 3
	<b>Examen Parcial</b>	
7	Unidad 5. Implementación de sistemas de control en un microcontrolador	
8	Unidad 5. Implementación de sistemas de control en un microcontrolador	T.P. N° 4
9	Unidad 6. Sistemas de control en la industria	
10	Unidad 6. Sistemas de control en la industria	T.P. N° 5
11	Unidad 7. Sistemas de control en acústica y vibraciones	
12	Unidad 7. Sistemas de control en acústica y vibraciones	T.P. N° 6
13	Unidad 8. Control de sistemas mecánicos en el espacio de estados	
14	<b>Recuperación Examen Parcial</b>	
15	<b>Presentación Seminario</b>	

## HORARIOS DE CLASES:

Lunes de 14 a 17 hs. (Aula de Informática #3 – DTQ)

Jueves de 8:00 a 11:00 hs. (Aula de Simulación – FI-UNRC)

## HORARIOS DE CONSULTA:


Martes de 11 a 13 hs. y miércoles de 9 a 11 hs. (Juan M. Fontana)

## BIBLIOGRAFÍA:

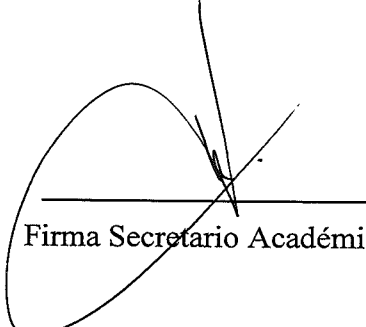
Título	Autor/es	Editorial	Año de Edición	Ejemplares disponibles
Sistemas de Control Automático	Benjamin Kuo	Prentice Hall	1996	4
Ingeniería de Control Moderna	Katsuhiko Ogata	Prentice Hall	2010	2
Modern Control Systems	Dorf & Bishop	Addison-Wesley	1998	1



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