



**PROGRAMA ANALÍTICO**

**FACULTAD: INGENIERÍA**

**DEPARTAMENTO: MECÁNICA**

**CARRERA: INGENIERÍA MECÁNICA**

**PLAN DE ESTUDIO: 2005**

**MODALIDAD DE CURSADO: PRESENCIAL**

**ORIENTACIÓN: No posee**

**ASIGNATURA: CONTROL AVANZADO DE SISTEMAS MECÁNICOS**

**CÓDIGO: 0372**

**DOCENTE RESPONSABLE:**

NOMBRE	GRADO ACAD. MAX	CARGO	DEDICACIÓN
Juan Manuel Fontana	Doctor en Ingeniería Biomédica	Profesor Adjunto	Simple

**EQUIPO DOCENTE:**

NOMBRE	GRADO ACAD. MAX	CARGO	DEDICACIÓN
Juan Manuel Fontana	Doctor en Ingeniería Biomédica	Profesor Adjunto	Simple
José Daniel Carmona	Magister en Ciencias de la Ingeniería	Profesor Adjunto	Exclusiva

**AÑO ACADÉMICO: 2022**

**CARÁCTER DE LA ASIGNATURA: Optativa**

**RÉGIMEN DE LA ASIGNATURA: Cuatrimestral**

**UBICACIÓN EN EL PLAN DE ESTUDIO: 1ER. CUATRIMESTRE DE 5TO. AÑO**

**RÉGIMEN DE CORRELATIVIDADES:**

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

**ASIGNACIÓN DE HORAS:**

Horas Totales		(90 h)
Semanales		(6 h)
Teóricas		(50 h)
Prácticas	Resolución de problemas	(28 h)
	Laboratorio	(12 h)
	Proyecto	(... h)
	Trabajo de campo	(... h)
Teórico-Prácticas		(... h)



## **FUNDAMENTACIÓN DE LOS OBJETIVOS, CONTENIDOS, PROPUESTA METODOLÓGICA Y EVALUACIÓN DEL PROGRAMA:**

En la actualidad, los avances tecnológicos favorecen una integración coordinada y concurrentemente desarrollada de la ingeniería mecánica, con la electrónica y el control inteligente por computadora para el diseño y manufactura de productos y procesos. Como consecuencia de esto surge la necesidad de que los ingenieros adopten un método interdisciplinario e integrado para la desenvolverse dentro del ámbito profesional. Por consiguiente ingenieros requieren de habilidades y conocimientos que no se limitan a una sola área en un tema. Necesitan tener la capacidad de operar y comunicarse a través de una gama de disciplinas de ingeniería y referirlas con aquellas que cuentan con más habilidades especializadas. Esta materia pretende proporcionar los fundamentos y herramientas necesarias para que el estudiante adquiera las habilidades, los conocimientos y el manejo de los sistemas más comunes utilizados para la adquisición de datos y control de sistemas mecánicos.

### **OBJETIVOS PROPUESTOS:**

- 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

### **COMPETENCIAS:**

- **Competencias genéricas:**

- 4. Utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de aplicación en la ingeniería.
- 7. Comunicarse con efectividad.

- **Competencias específicas:**

- 1.1. Diseñar y desarrollar proyectos de máquinas, estructuras, instalaciones y sistemas mecánicos, térmicos y de fluidos mecánicos, sistemas de almacenaje de sólidos, líquidos y gases; dispositivos mecánicos en sistemas de generación de energía; y sistemas de automatización y control.



## **EJES TEMÁTICOS ESTRUCTURANTES DE LA ASIGNATURA Y ESPECIFICACIÓN DE CONTENIDOS:**

### **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

### **FORMAS METODOLÓGICAS:**

El curso se llevará a cabo mediante dos clases por semana de igual duración dictadas por los docentes de la asignatura. Las clases se desarrollarán en aula, con exposición oral, uso de pizarrón, proyector y uso de tecnologías de la información y comunicación (TICs). Tanto el material de estudio necesario para el cursado de la materia como el material adicional estarán disponibles en la plataforma virtual EVELIA que ofrece la Universidad Nacional de Río Cuarto. Esta plataforma se utilizará también para enviar comunicaciones a los alumnos referidas a diferentes temas de interés de la materia.

Con el objetivo de fortalecer los conceptos estudiados, el alumno deberá completar una serie de trabajos prácticos que estarán estrechamente relacionados con los contenidos dados en las clases. Una parte de los trabajos prácticos consistirán en resolución de problemas mientras que otra parte consistirá en actividades de laboratorio sobre sistemas reales y/o simulados. 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.

### **PROGRAMAS Y/O PROYECTOS PEDAGÓGICOS E INCLUSIVOS:**

Se prevé la participación de los docentes de la materia en todo proyecto o actividad para la mejora de la enseñanza de grado siempre que signifiquen una contribución al desarrollo de la materia y a la formación de los estudiantes.



**CRONOGRAMA TENTATIVO DE CLASES Y PARCIALES y NÓMINA DE TRABAJOS PRÁCTICOS:**

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
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>Presentación Seminario / Trabajo Final</b>	
15	<b>Presentación Seminario / Trabajo Final</b>	

**BIBLIOGRAFÍA OBLIGATORIA Y DE CONSULTA ESPECIFICANDO EL EJE TEMÁTICO DE LA ASIGNATURA:**

Título	Autor/es	Editorial	Año de Edición	Ejemplares disponibles
Mecatrónica	W. Bolton	Alfaomega	2013	1
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

**HORARIO DE CLASES:**

DIA	HORARIO
Martes	08:00 a 11:00
Jueves	08:00 a 11:00

**HORARIO Y LUGAR DE CONSULTAS:**

DIA	HORARIO	LUGAR
Martes	11:00 – 13:00	GAV
Miércoles	9:00 – 11:00	GAV

**REQUISITOS PARA OBTENER LA REGULARIDAD Y LA PROMOCIÓN:**

*Requisitos para la promoción:*

- Asistencia al 80% de las clases.
- Entrega y aprobación del 100% de los trabajos prácticos asignados.
- Aprobación de un Seminario de Investigación/Trabajo Final con una nota mayor o igual que 7 (siete).

*Requisitos para regularizar:*

- Asistencia al 80% de las clases.
- Entrega del 100% de los trabajos prácticos asignados.
- Aprobación de un Seminario de Investigación/Trabajo Final con una nota mayor o igual que 5 (cinco) y menor que 7.



*Exámenes finales:*

- Alumnos Regulares: Examen final con sorteo de tres temas del programa y desarrollo oral y/o escrito.
- Alumnos Libres:
  1. Un examen escrito teórico/practico con preguntas y ejercicios de todo el programa.
  2. Si el alumno no ha cursado la materia, deberá presentar los trabajos prácticos asignados.
- Tanto para los alumnos Regulares como Libres la nota mínima para aprobar la materia será de cinco puntos.

**CARACTERÍSTICAS, MODALIDAD Y CRITERIOS DE LAS INSTANCIAS EVALUATIVAS, INCLUYENDO EXAMEN FINAL, ESTABLECIENDO TIEMPOS DE CORRECCIÓN DE LAS MISMAS Y LA DEVOLUCIÓN A LOS ESTUDIANTES:**

EXÁMENES PARCIALES				
INSTANCIA EVALUATIVA	CARACTERÍSTICAS	MODALIDAD	TIEMPO DE CORRECCIÓN	TIEMPO DE DEVOLUCIÓN A LOS ESTUDIANTES
Trabajos Prácticos	Práctico	Mixto	1 semana	1 semana
Seminario Investigación / Trabajo Final	Practico	Oral	1 semana	1 semana

EXAMENES FINALES	
CARACTERÍSTICAS	MODALIDAD
Teórico/Práctico	Mixto

Firma Docente Responsable

Firma Secretario Académico