

<b>Facultad de Ingeniería - Universidad Nacional de Cuyo</b>			
<b>P1- PROGRAMA DE ASIGNATURA</b>			
<b>Asignatura:</b>	<b>CONTROL Y SISTEMAS</b>		
<b>Profesor Titular:</b>	<b>Dr. Ing. Orlando Dante Boiteux</b>		
<b>Carrera:</b>	<b>Ingeniería Mecatrónica</b>		
<b>Año: 2015</b>	<b>Semestre: 9</b>	<b>Horas Semestre: 60</b>	<b>Horas Semana: 4</b>

### **OBJETIVOS**

- ◆ Describir los conceptos básicos, definiciones y características de los Sistemas Mecatrónicos.
- ◆ Distinguir y definir los distintos métodos y herramientas específicas al control y a la concepción de Sistemas Mecatrónicos.
- ◆ Conocer la aplicación de los Sistemas Mecatrónicos en los sectores industriales manufactureros, de servicios, en la medicina, automotriz, energía, Aeronáutica, entre otros.
- ◆ Resumir en forma comparativa las características, campo de aplicación, ventajas y desventajas de las Tecnologías de Automatización y Control utilizadas en los Sistemas Mecatrónicos en la Empresa.
- ◆ Conocer las características, elementos básicos y aplicaciones, de la automatización y tecnologías de control.
- ◆ Estudiar los tipos y componentes de los sistemas de control industrial que actualmente se emplean en las empresas.
- ◆ Identificar los sistemas involucrados en los procesos de producción y los sistemas de control que se pueden aplicar para lograr procesos efectivos.
- ◆ Estudiar e identificar cada tipo de sensores y transductores, que serán los diferentes modos de obtener los datos de entrada a los sistemas de control.
- ◆ Analizar y justificar la necesidad de implantar los distintos tipos de actuadores para lograr modificar la respuesta de un sistema tratando de alcanzar la referencia de entrada o consignas deseadas (*Inputs*).
- ◆ Evaluar y desarrollar los modelos de sistemas básicos, que serán posteriormente integrados.
- ◆ Diseñar modelos integrados involucrando y relacionando los distintos sistemas básicos, tantos como sean necesarios para alcanzar el sistema que logre la funcionalidad buscada para cada situación a la que se deban enfrentar en los distintos sectores industriales.
- ◆ Obtener la función de transferencia de un sistema mecatrónico integrado, reconociendo las distintas partes que lo componen y sus interconexiones.
- ◆ Diseñar un sistema de control efectivo para los sistemas mecatrónicos integrados lineales como también no-lineales.
- ◆ Obtener la función de transferencia de un sistema mecatrónico integrado, reconociendo las distintas partes que lo componen y sus interconexiones.
- ◆ Diseñar un sistema de control efectivo para los sistemas mecatrónicos integrados lineales como también no-lineales.

### **CONTENIDOS**

#### **UNIDAD 1: INTRODUCCIÓN A SISTEMAS MECATRÓNICOS**

##### **1.A. Introducción. Sistemas Mecatrónicos**

Concepto de Sistemas Mecatrónicos. Identificación, definición y características de las distintas partes que componen un Sistema Mecatrónico. Comparación entre sistemas básicos y sistemas integrados (mecatrónicos).

##### **1.B. Sistemas Mecatrónicos en la Industria Manufacturera**

Detección e identificación de los sistemas mecatrónicos en dispositivos, máquinas, equipos y procesos en la Industria Manufacturera. Tecnologías desarrolladas en los sistemas mecatrónicos utilizados hoy en la Industria Manufacturera. Restricciones actuales y futuras desarrollos en la automatización y control de sistemas integrados en la Industria Manufacturera.

##### **1.C. Sistemas Mecatrónicos en las Organizaciones de Servicios**

Detección e identificación de los sistemas mecatrónicos en dispositivos, máquinas, equipos y procesos en la Industria de Servicios. Tecnologías desarrolladas en los sistemas mecatrónicos utilizados hoy en la Industria de Servicios. Restricciones actuales y futuras desarrollos en la automatización y control de sistemas integrados en la Industria de Servicio.

##### **1.D. Sistemas Mecatrónicos en el sector Aeroespacial.**

Detección e identificación de los sistemas mecatrónicos en dispositivos, máquinas y equipos en el sector Aeroespacial. Tecnologías desarrolladas en los sistemas mecatrónicos utilizados hoy en

el sector Aeroespacial. Restricciones actuales y futuras desarrollos en la automatización y control de sistemas integrados en el sector Aeroespacial.

#### **1.E. Sistemas Mecatrónicos en el sector Automotriz**

Detección e identificación de los sistemas mecatrónicos en los automóviles, su equipamiento y dispositivos de control en el sector Automotriz. Tecnologías desarrolladas en los sistemas mecatrónicos utilizados hoy en la sector Automotriz. Restricciones actuales y futuras desarrollos en la automatización y control de sistemas integrados en el sector Automotriz.

#### **1.F. Sistemas Mecatrónicos en el sector de Generación de Energía**

Detección e identificación de los sistemas mecatrónicos en las turbinas Hidroeléctricas, Eólicas, y Nucleares, Paneles Solares, sus equipamientos y dispositivos de control en el sector de generación de energía. Tecnologías desarrolladas en los sistemas mecatrónicos utilizados hoy en la sector de generación de energía. Restricciones actuales y futuras desarrollos en la automatización y control de sistemas integrados en el sector de generación de energía. Se propone la posibilidad de hacer una visita guiada por las instalaciones de IMPSA, el CIT, e ICSA – Grupo Pescarmona (provincia de Mendoza), entre otras.

#### **1.G. Sistemas Mecatrónicos en el Área de Bioingeniería**

Detección e identificación de los sistemas mecatrónicos en las máquinas, equipos y dispositivo en el sector de Bioingeniería en el Área de Salud. Tecnologías desarrolladas en los sistemas mecatrónicos utilizados hoy en la sector de Bioingeniería. Restricciones actuales y futuros desarrollos en la automatización y control de sistemas integrados en el sector de Bioingeniería.

### **UNIDAD 2: INTRODUCCIÓN A LA AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL DE SISTEMAS MECATRÓNICOS**

#### **2.A. Automatización y tecnologías de control en un sistema mecatrónico**

Elementos básicos de un sistema mecatrónico automatizado. Funciones de la automatización avanzada. Niveles de automatización y tecnologías en los sistemas mecatrónicos. Administración de procesos en la asimilación de nuevas tecnologías al modernizar procesos de producción en organizaciones manufactureras y de servicios.

#### **2.B. Control de sistemas mecatrónicos industriales**

Industrias de procesos versus industrias de fabricación discreta. Control continuo versus control discreto. Control de procesos de manufactura en forma automatizada mediante el uso de tecnologías automáticas. Control de procesos por computadores. Captura y procesamiento de imágenes como herramienta para el control de procesos.

#### **2.C. Componentes de Hardware en la automatización y control de procesos para sistemas mecatrónicos**

Sensores. Actuadores. Conversores analógicos a digital. Conversores digital a analógico. Dispositivos de entrada/salida para datos continuos y discretos. Interpretación y conversión de señales entre distintos subsistemas básicos que componen un sistema integrado.

#### **2.D. Control numérico en sistemas mecatrónicos**

Fundamentos de la tecnología de Control Numérico. Control numérico por computador. Control numérico distribuido. Aplicaciones del control numérico. Ingeniería de análisis de los sistemas de posicionado para el control numérico. Programación de las partes del control numérico. Aplicaciones en la industria manufacturera y metalmecánico.

#### **2.E. Robótica Industrial**

Anatomía y atributos relativos de los Robóts. Sistemas de control de Robóts. Sensores en los Robóts. Aplicaciones de la robótica industrial. La programación de Robóts. Precisión y repetitividad de un Robót. Investigación y desarrollo de proyectos de robótica. Ejemplos en la Industrial Metalmecánico.

#### **2.F. Control discreto en sistemas mecatrónicos utilizando Controladores Lógicos Programables (PLC) y Computadores**

Control de procesos discretos. Diagramas lógicos Ladder. Controladores lógicos programables (PLC). Control por computador usando Soft Logic. Ejemplos de aplicación de los PLC en procesos desarrollados por sistemas mecatrónicos.

### **2.G. Sistemas mecatrónicos para el transporte de materiales**

Introducción a la manipulación de materiales. Equipos para transportar materiales. Análisis de sistemas de transporte de materiales.

### **2.H. Sistemas mecatrónicos para el almacenamiento**

Funcionamiento de sistemas de almacenamiento y estrategias de localización. Sistemas de almacenamiento automático. Ingeniería de análisis de los sistemas de almacenamiento.

### **2.I. Identificación automática y captura de datos en sistemas mecatrónicos**

Revisión de métodos de identificación automática. Tecnología de código en barra. Identificación por radio frecuencia. Otras tecnologías.

## **UNIDAD 3: INTEGRACIÓN DE SISTEMAS MECATRÓNICOS**

### **3.A. Sensores y transductores**

Sensores y transductores. Terminología del funcionamiento. Desplazamiento, posición y proximidad. Velocidad y movimiento. Fuerza. Presión de fluidos. Flujo de líquidos. Nivel de líquidos. Temperatura. Sensores de luz. Selección de sensores. Introducción de datos mediante interruptores.

### **3.B. Sistemas de actuadores hidráulicos y neumáticos**

Sistemas de actuadores. Sistemas neumáticos e hidráulicos. Válvulas para control de dirección. Válvulas de control de presión. Cilindros. Válvulas para el control de procesos. Actuadores giratorios.

### **3.C. Sistemas de actuadores mecánicos.**

Sistemas mecánicos. Tipos de movimientos. Cadenas cinemáticas. Levas. Trenes e engranajes. Ruedas dentadas y trinquetes. Transmisión por correa y cadena. Aspectos mecánicos e la selección de un motor.

### **3.D. Sistemas de actuadores eléctricos**

Sistemas eléctricos. Interruptores mecánicos. Interruptores de estado sólido. Solenoides. Motores CD. Motores CA. Motores paso a paso.

### **3.E. Modelo de sistemas básicos**

Modelos matemáticos. Elementos básicos de sistemas mecánicos. Elementos básicos de sistemas eléctricos. Elementos básicos de sistemas de fluidos. Elementos básicos de sistemas térmicos.

### **3.F. Modelado de sistemas integrados**

Modelado de sistemas de ingeniería. Modelado de sistemas de giro-traslación. Modelado de sistemas electromecánicos. Modelado de sistemas hidráulico-mecánico. Modelado de sistemas neumáticos-mecánicos.

## **UNIDAD 4: MODELADO Y CONTROL DE SISTEMAS MECATRÓNICOS**

### **4.A. Modelado y determinación de la función de transferencia de sistemas mecatrónicos**

Determinación de la función de transferencia de sistemas integrados de primero y segundo orden. Determinación de la función de transferencia de sistemas integrados en serie y sistemas con lazo de retroalimentación. Modelado de un sistema integrado de segundo orden. Formas de medir el comportamiento de los sistemas integrados de segundo orden.

### **4.B. Control de sistemas mecatrónicos**

Control de sistemas mecatrónicos lineales de lazo cerrado. Control de sistemas mecatrónicos no-lineales de lazo cerrado. Determinación y análisis de la seguridad y robustez de un sistema de control. Validación y ensayo del control diseñado para sistemas mecatrónicos. Uso de Matlab / Simulink en la simulación de sistemas de control.

## **UNIDAD 5: PROYECTOS MECATRÓNICOS**

### **5.A. Diseño y desarrollo de un proyecto mecatrónico.**

Diseño. Posibles soluciones del diseño. Estudio del caso real o propuesto para diseñar un sistemas mecatrónicos. Desarrollo, análisis, seguimiento y control de un proyecto mecatrónico.

### **5.B. Proyecto Mecatrónico**

Modelado mecánico y resolución del sistema. Integración del modelo mecatrónico y

determinación de su función de transferencia. Construcción del sistema de control. Simulación del modelo mecatrónico con su respectivo sistema de control en Matlab / Simulink. Análisis y síntesis del control.

### **METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA**

La metodología de enseñanza será mediante la comunicación Docente / Alumno, es decir:

- Comunicación de 2 vías
- Interacción Alumno / Docente: *alta*
- Realimentación: *eficiente*
- Se estimula el pensamiento crítico y creador
- Técnicas de enseñanza: de diálogo e interrogación (enseñanza socrática)
- Se hará uso de medios visuales como presentaciones en PowerPoint, videos e imágenes que ayudan a interpretar de una manera más efectiva los conceptos y desarrollan su capacidad de innovación e investigación, con ejemplos reales de aplicación de cada tema.
- Los alumnos también desarrollaran una serie de temas para ser expuestos frente al resto de sus compañeros con la posibilidad de que se les consulte y se pueda generar un debate controlado sobre la temática.
- Los alumnos serán evaluados continuamente desde la asistencia, la participación, sus presentaciones y exposiciones, y por una serie de trabajos de investigación y desarrollo que deberán presentar antes de finalizar el periodo.

Esta modalidad no es muy adecuada para grupos grandes, si el curso es muy numeroso disminuye la interrelación, ya que participan sólo los más capaces o competitivos. El profesor realizará preguntas con el fin de orientar e interesar a los alumnos y los alentará a opinar libremente.

En la Asignatura se usará esta metodología cuando la naturaleza de los temas a tratar así lo permita. Por ejemplo se presentarán ejercicios, a ser resueltos en tiempos breves, para fomentar la participación activa de los alumnos y evaluar lo que han comprendido de la exposición.

<b>Actividad</b>	<b>Carga horaria por semestre</b>
Teoría y resolución de ejercicios simples	25
<b>Formación práctica</b>	
Formación Experimental – Laboratorio	10
Formación Experimental - Trabajo de campo	10
Resolución de problemas de ingeniería	5
Proyecto y diseño	10
<b>Total</b>	<b>60</b>

### **BIBLIOGRAFÍA**

#### **Bibliografía básica**

Autor	Título	Editorial	Año	Ejemplares en biblioteca
Kuo B.C.	Sistemas de control automático	Prentice Hall	1996	1
Ogata K.	Ingeniería de Control Moderno	Prentice Hall	1993-2003	2 y 4
Lewis P. H., Yang C.	Sistemas de control en ingeniería	Prentice Hall	1999	1
Bolton W.	Mecatrónica. Sistemas de control electrónico en ingeniería mecánica y eléctrica	Alfaomega	2006	No hay
Groover M.P.	Automation, production systems, and computer-integrated manufac.	Prentice Hall	2008	1
Porras A., Montanero A.	Autómatas programables	McGraw-Hill	1990	1

#### **Bibliografía complementaria**

Autor	Título	Editorial	Año	Ejemplares en biblioteca
Balcells J. y Romera J.L.	Autómatas programables	Marcombo	1997	1
Mandado Pérez y otros	Autómatas programables	Thomson	2005	1
Piedrafita Moreno R.	Ingeniería de la automatización	Alfaomega	2004	5
Pallás Areny R.	Sensores y acondicionadores de señal	Marcombo	1994	1

### **EVALUACIONES (S/ Ord. 108-10\_CS)**

#### **Criterios de evaluación:**

En primera instancia se propone un sistema de evaluación continua, es decir aunque la asistencia no sea obligatoria existe una calificación que es directa por la participación en clases, por ende de esto se desprende que la participación de las clases de manera indirecta debe ser lo más alta posible.

En segunda instancia luego de las primeras 30 horas teóricas de clases, a partir de la Unidad 3 y 4, los alumnos deberán desarrollar una parte de las unidades faltantes ya con los contenidos observados previamente y con la ayuda de la bibliografía e investigación en publicaciones de revistas científicas referidas a los temas en estudio. Este nivel tiene una calificación individual en mayor grado para el alumno que expone, y también en menor grado para los que participan observando la claridad del aprendizaje en los conceptos base (Unidad 1, 2 y 3). Esta presentación se acompaña con un informe de trabajo desarrollado, por lo tanto el informe también recibe una calificación.

En una tercera instancia cuando todos los alumnos han sido calificados, se termina con la Unidad 5, y se evaluará el desarrollo de un pre-proyecto de investigación y desarrollo mecatrónico. Este debe ser presentado en un informe con contenido teórico y descripciones de la factibilidad real de desarrollo.

### **Programa de examen**

El examen final estará comprendido por el desarrollo del proyecto mecatrónico, presentado de manera pública, para todos los alumnos, con un tiempo mínimo de presentación de 30 minutos y máximo 40 minutos. Luego un tiempo de 20 minutos de preguntas por parte del docente.

Este proyecto deberá contener un desarrollo teórico, con simulaciones en Matlab/Simulink, información de la factibilidad real para su construcción, en una presentación (ej.: PowerPoint) y un informe final con un mínimo de 40 páginas y un máximo de 60 páginas.