

**EXTENSIÓN AÚLICA BARILOCHE**

**CARRERA:** INGENIERÍA MECÁNICA

**PROGRAMA ANALÍTICO DE LA ASIGNATURA:**

ELECTRÓNICA Y SISTEMAS DE CONTROL

**Año Académico:** 2017

**Área:** Eléctrica

**Bloque:** Tecnologías Básicas

**Nivel:** 4° año.

**Tipo:** Obligatoria

**Modalidad:** Anual

**Carga Horaria total:** 120 Hs Reloj

**FUNDAMENTACIÓN**

Es de trascendental importancia, pues es el primer acercamiento de los conceptos de sistemas de control y automatismos, en forma generalizada, con las técnicas mecánicas. En particular el dar las bases de la electrónica, permite al futuro ingeniero mecánico tener las herramientas necesarias al momento de definir las características del automatismo a especificar, para el buen desempeño del equipo bajo diseño.

Además en este momento, implica estar a la altura de los acontecimientos internacionales, que ven en la mecatrónica el camino orientador de los futuros equipamientos.

**OBJETIVOS**

- Adquirir conocimiento de las leyes básicas de electrónica; los principios de funcionamiento de componentes electrónicos discretos e integrados y las bases de la automatización.
- Determinar las magnitudes mecánicas a través de la utilización de sensores.



## **CONTENIDOS MÍNIMOS**

Electrónica: Conducción de sólidos. Transistores. Diacs, triacs, tiristores Circuitos de disparo. Amplificadores operacionales. Circuitos lógicos digitales. Circuitos integrados. Sistemas de control: Sistemas de lazo abierto y de lazo cerrado. Realimentación. Servomecanismos. Síntesis de sistemas lineales de control. Controladores y dispositivos de control. Elementos finales de control. Captación y sensado: Sensores potenciométricos, inductivos, capacitivos, ultrasónicos, ópticos, etc. Transductores de presión, de desplazamientos, etc. Interfases: Ópticas. Electromecánicas. Neumáticas. Hidráulicas. Mecánicas. Sistemas de Accionamiento: Electrónicos. Neumáticos. Hidráulicos. Mecánicos.

## **CONTENIDOS ANALÍTICOS**

### **Unidad I Modelado Matemático de Sistemas Dinámicos**

Bloques funcionales. Función de transferencia. Procedimiento para obtener la función de transferencia. Diagramas de bloques. Procedimiento para dibujar diagramas de bloques. Reducción de diagramas de bloques. Sistemas realimentados. Función de Transferencia de lazo cerrado. Controladores automáticos. Sistemas mecánicos. Sistema resorte-masa-amortiguador. Sistemas eléctricos. Divisor de tensiones. Divisor de corrientes. Circuitos acoplados. Circuito LRC. Circuitos RC: pasabajos, pasaalto y corte de banda. Diagramas de Bode. Sistemas electrónicos. Amplificadores operacionales. Conexión no inversora. Conexión inversora. Circuito integrador. Circuito derivador. Controlador P+I+D. Sistemas de nivel de líquidos. Resistencia y Capacitancia. Función de Transferencia. Sistemas de nivel acoplados. Sistemas neumáticos. Resistencia y Capacitancia. Acople RC neumático, función de transferencia. Amplificador neumático Tobera-Aleta. Relé neumático. Controladores neumáticos proporcionales tipo fuerza-distancia. Controladores neumáticos P+D. Controladores neumáticos P+I. Controladores neumáticos P+I+D. Sistemas hidráulicos. Servomotor hidráulico. Modelo matemático linealizado. Controlador integral. Controladores hidráulicos proporcionales. Amortiguadores. Controlador Derivador. Controlador hidráulico P+I. Controlador hidráulico P+D. Controlador hidráulico P+I+D. Sistemas térmicos. Resistencia y Capacitancia térmicas. Funciones de Transferencia.



## TRABAJOS PRÁCTICOS DE LABORATORIO

Trabajo Práctico 1.3 Redes RC pasabajos y pasaaltos

Trabajo Práctico 1.4 Amplificadores Operacionales

### **Unidad 2. Sensores, actuadores y acondicionadores de señal**

Definición y características. Elementos de transducción. Características de los transductores. Características generales. Características eléctricas. Errores del transductor. Exactitud. Errores estáticos. Errores dinámicos. Errores debidos a cambios en las condiciones ambientales. Transductores de proximidad, posición y desplazamiento. Proximidad. Con microinterruptores. Inductivos. Capacitivos. Fotoeléctricos. Fuente de luz. Sensores de luz. Lentes. Circuito de salida. Método de haz interrumpido. Método de reflexión. Método de detección difusa. Ultrasónicos. Posición angular. Potenciómetros. Encoders. Incrementales. Absolutos. Síncros y Resolvers. Inductosyn. Desplazamiento. LVDT. Celdas de deformación. Diseño de sensores. Principio de funcionamiento. Circuitos de medición. Medición a distancia. PSD (Position Sensitive Detector). Principio de funcionamiento. Medidores de distancia por triangulación. Transductores de velocidad y aceleración. Velocidad. Velocidad lineal. Velocidad angular. Aceleración. Acelerómetros piezoeléctricos. Materiales piezoeléctricos. Modelo capacitivo. Acondicionamiento de señal. Acelerómetros piezoeléctricos de modo compresión. Transductores de fuerza y torque. Fuerza. Con elementos elásticos. Celdas de carga con aros de prueba. Transductores piezoeléctricos. Celdas de carga fabricadas con celdas de deformación. Método de balance de fuerzas. Torque. Transductores de presión. Conceptos y Unidades. Utilizando transductores de desplazamiento. Utilizando transductores inductivos. Transductores capacitivos. Transductores basados en celdas de deformación. Acondicionamiento de señal. Transductores de caudal. Introducción. Medidores de presión diferencial. Placa orificio. Venturi. Tubo de Pitot. Rotámetro. Medidores de desplazamiento positivo. Medidores de velocidad. Turbinas. Magnéticos. Contadores de vórtices. Ultrasónicos. Másicos. Masa térmica. Coriolis. Transductores de nivel. Sensores discretos. Sensores continuos. Transductores ultrasónicos. Transductores capacitivos. Transductores por diferencia de presión. Transductores por flotante. Transductores por cortocircuito de resistencia. Transductores de temperatura. Elementos termoresistivos. Hilo de Platino. Hilo de Níquel. Hilo de Cu. Platino depositado como película delgada sobre un material cerámico. Termistores. Elementos basados en juntas semiconductoras. Diodos y transistores.



Circuitos integrados. Transductores con salida de tensión. Transductores con salida de corriente. Transductores con salida de protocolo serie. Elementos de sensado termoeléctrico. Principio de funcionamiento. Compensación de punta fría utilizando LM335. Termómetro en grados centígrados con termocupla tipo K y compensación de punta fría utilizando LM335. Actuadores eléctricos. Electromecánicos. Relé de armadura. Relé de lengüeta o reed. Contactores de núcleo móvil. Válvula solenoide. Operador de válvula electroneumático. Posicionador de válvula electroneumático. Posicionador de válvula con motor eléctrico. Semiconductores. Diodo de potencia. Tiristor. Triac. Transistor bipolar de juntura. Transistor MOSFET de ensanchamiento. Transistor IGBT. Aplicación al accionamiento de motores. Motor de cc de imán permanente. Motor de cc sin escobillas. Motor paso a paso. De reluctancia variable. De imán permanente. Híbrido. Accionamiento de los motores paso a paso de imán permanente.

#### TRABAJOS PRÁCTICOS DE LABORATORIO

Trabajo Práctico 2.2.2 Encoder Incremental

Trabajo Práctico 2.2.3 LVDT

Trabajo Práctico 2.5 Sensores de presión piezo resistivos

Trabajo Práctico 2.6. Medidor de caudal con turbina de paletas

Trabajo Práctico 2.7. Medidor de nivel capacitivo

Trabajo Práctico 2.9 Actuadores eléctricos y electrónicos

2.9.1.6 Posicionador electroneumático Apex6000

2.9.1.7 Posicionador eléctrico de válvula de  $\frac{1}{4}$  de vuelta Worcester Serie 75 Modelo 2075W

2.9.2 Puente H

#### **Unidad 3. Plc Siemens S7-200**

Arquitectura interna. Ejecutar la lógica de control en el S7-200. Relacionar el programa con las entradas y salidas físicas. Ejecutar las tareas en un ciclo. Leer las entradas. Ejecutar el programa. Procesar las peticiones de comunicación. Efectuar el autodiagnóstico. Escribir las salidas digitales. Acceder a los datos del S7-200. Acceder a los datos en las áreas de memoria. Imagen del proceso



de las entradas I. Imagen del proceso de las salidas Q. Memoria de variables V. Área de marcas M. Área de temporizadores T. Área de contadores. Contadores rápidos (HC). Acumuladores AC. Marcas especiales (SM). Memoria local L. Entradas analógicas AI. Salidas analógicas AQ. Relés de control secuencial SCR S. Formato de los números reales. Precisión al calcular números reales. Formato de las cadenas. Utilizar constantes para las operaciones del S7-200. Direccionar las E/S de la CPU y de los módulos de ampliación. Utilizar punteros para direccionar la memoria del S7-200. Indirectamente. Conceptos de programación, convenciones y funciones. Crear una solución de automatización con un Micro-PLC. Elementos básicos de un programa. Programa principal. Subrutinas. Rutinas de interrupción. Otros elementos del programa. Utilizar STEP 7-Micro/WIN para crear programas. Funciones del editor AWL. Funciones del editor KOP. Funciones del editor FUP. Juego de Instrucciones del S7-200. Instrucciones lógicas con bits. Contactos. Contactos estándar. Contactos directos. NOT. Detectar flanco positivo y negativo. Bobinas. Asignar. Asignar directamente. Poner a 1 y Poner a 0. Poner a 1 directamente y Poner a 0 directamente. Operaciones lógicas de pilas. Combinar primer y segundo valor mediante Y. Combinar primer y segundo valor mediante O. Duplicar primer valor. Copiar segundo valor. Sacar primer valor. Y-ENO. Cargar pila. Posicionar y rearmar dominante biestable. Salida de impulsos. Tren de impulsos (PTO). Utilizar el asistente de control de posición. Pipelining monosegmento de impulsos PTO. Pipelining multisegmento de impulsos PTO. Modulación por ancho de impulsos (PWM). Utilizar marcas especiales para configurar y controlar las operaciones PTO/PWM. Calcular los valores de la tabla de perfiles. Instrucciones con contadores rápidos. Definir modo para contador rápido. Activar contador rápido. Descripción de las operaciones con contadores rápidos. Programar un contador rápido. Definir el modo del contador y las entradas. Modos de los contadores rápidos (ejemplos). Puesta a 0 y arranque. Ajustar el byte de control. Ajustar los valores actuales y predeterminados. Direccionamiento de los contadores rápidos (HC). Asociar interrupciones. Byte de estado. Ejemplos de secuencias de inicialización de los contadores rápidos. Modos de inicialización 0, 1 ó 2. Modos de inicialización 3, 4 ó 5. Modos de inicialización 6, 7 u 8. Modos de inicialización 9, 10 u 11. Modo de inicialización 12. Cambiar el sentido en los modos 0, 1, 2 ó 12. Cargar nuevo valor actual (en cualquier modo). Cargar nuevo valor predeterminado (en cualquier modo). Inhibir un contador rápido (en cualquier modo). Instrucciones de comparación. Comparar valores numéricos. Instrucciones lógicas. Operaciones de invertir. Invertir byte, Invertir palabra e Invertir palabra doble. Operaciones de combinación con Y, O y O-exclusiva. Combinación Y con bytes, con palabras y con palabras dobles. Combinación O con bytes, con palabras y con palabras dobles. Combinación



O-exclusiva con bytes, con palabras o con palabras dobles. Marcas especiales. Instrucciones de transferencia. Transferir bytes, palabras, palabras dobles y números reales. Transferir bytes directamente (lectura y escritura). Operaciones de transferencia en bloque. Transferir bytes, palabras y palabras dobles en bloque. Instrucciones de conteo. Operaciones de contaje (SIMATIC). Incrementar contador. Decrementar contador. Incrementar/decrementar contador. Instrucciones de temporización. Operaciones de temporización (SIMATIC). Temporizador como retardo a la conexión. Temporizador como retardo a la conexión con memoria. Temporizador como retardo a la desconexión. Determinar la resolución de los temporizadores. Efecto de la resolución en la actividad del temporizador. Instrucciones aritméticas. Operaciones de sumar, restar, multiplicar y dividir. Multiplicar enteros a enteros dobles y Dividir enteros con resto. Multiplicar enteros a enteros dobles. Dividir enteros con resto. Operaciones con funciones numéricas. Seno, Coseno y Tangente. Logaritmo natural y Exponente natural. Raíz cuadrada. Incrementar y decrementar. Regulación PID proporcional/integral/derivativa. Algoritmo PID. Término proporcional de la ecuación PID. Término integral de la ecuación PID. Término derivativo de la ecuación PID. Seleccionar el tipo de regulación. Convertir y normalizar las entradas del lazo. Convertir la salida del lazo en un valor entero escalado. Lazos con acción positiva o negativa. Variables y rangos. Modos. Alarmas y operaciones especiales. Condiciones de error. Tabla del lazo. Instrucciones de interrupción. Habilitar todos los eventos de interrupción e Inhibir todos los eventos de interrupción. Retorno condicionado desde rutina de interrupción. Asociar interrupción. Desasociar interrupción. Borrar evento de interrupción. Funcionamiento de las operaciones Asociar interrupción y Desasociar interrupción. Procesar rutinas de interrupción en el S7-200. Soporte del sistema durante las interrupciones. Compartir datos entre el programa principal y las rutinas de interrupción. Llamar a subrutinas desde rutinas de interrupción. Interrupciones soportadas por el S7-200. Interrupciones del puerto de comunicación: Interrupciones de E/S. Interrupciones temporizadas. Prioridades de las interrupciones y colas de espera.

## TRABAJOS PRÁCTICOS DE LABORATORIO

Trabajo Práctico 3.3.1 Arranque Estrella-Triángulo con PLC S7-224.

Trabajo Práctico 3.3.2 Salida PWM/PTO desde un PLC S7-224.

Trabajo Práctico 3.3.3 Contadores rápidos en el PLC S7-224.

Trabajo Práctico 3.3.10 Control de temperatura de una lámpara con PLC S7-224.

#### Unidad 4. Respuesta en Frecuencia y Estabilidad de Sistemas Realimentados

Análisis de la respuesta en frecuencia. Introducción. Diagramas de Bode. Representación de diagramas de Bode con MATLAB. Diagramas polares. Obtención de diagramas de Nyquist con MATLAB. Estabilidad de sistemas realimentados. Criterio de estabilidad de Nyquist. Análisis de la estabilidad. Estabilidad relativa. Problemas. Determinación experimental de funciones de transferencia.

#### DISTRIBUCIÓN DE CARGA HORARIA ENTRE ACTIVIDADES TEÓRICAS Y PRÁCTICAS

Tipo de actividad	Carga horaria total en hs. reloj
Teórica	73
Formación Práctica	47
Formación experimental	32
Resolución de problemas	10
Proyectos y diseño	5

**Problemas abiertos de ingeniería:** en estos problemas la situación es real y concreta. Su resolución implica la aplicación de los modelos teóricos y las técnicas prácticas estudiadas en la formación experimental. Puede arribarse a la solución por diversas formas, y se le permite al alumno explorar las diversas alternativas, las cuales se discuten en clase. Se aplican a problemas concretos: lazos de control abiertos y cerrados (para medición de temperaturas, aplicación de timers electrónicos en la industria, filtrado de señales eléctricamente ruidosas en instalaciones industriales con cargas inductivas importantes como motores eléctricos, etc); también se aplican a resolución de automatismos neumáticos industriales (caso típico: envasadoras), diseño y construcción de fuentes de alimentación para sistemas de control industrial, etc.



### **PROYECTO Y DISEÑO:**

La asignatura propone un trabajo de proyecto grupal, consistente en el diseño y materialización de un dispositivo mecánico controlado electrónicamente, donde se aplicarán los conocimientos y habilidades adquiridas en clase. El proyecto es propuesto por los propios alumnos, valorándose especialmente aquellos que los alumnos tengan posibilidad de incorporar en sus actividades cotidianas. El proyecto debe tener una aplicación concreta y específica y hacia el final del curso los alumnos tienen oportunidad de exponer su dispositivo y realizar la defensa del proyecto.

### **ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS**

#### **a) Modalidades de enseñanza empleadas según tipo de actividad (teórica-práctica)**

Las clases serán teórico-prácticas, de modo tal que cada alumno, haciendo uso de su kit electrónico, desarrollará las prácticas de los temas tratados en la teoría, en el mismo día y en la primera mitad de la jornada.

Se aplicaran métodos inductivos-deductivos con apoyo de las prácticas de laboratorio, casos y problemas de aplicación.

PROYECTO GRUPAL. Los alumnos en grupos de 4 a 6, desarrollarán un dispositivo mecánico con el control, aplicando lo aprendido.

#### **b) Recursos didácticos para el desarrollo de las distintas actividades (guías, esquemas, lecturas previas, computadoras, software, otros)**

Guías y esquemas.

### **MODALIDAD DE EVALUACIÓN**

Con la resolución de problemas que contengan las bases programáticas de la asignatura, aplicando los análisis teóricos, como así también los resultados obtenidos en laboratorio.

Los problemas planteados apuntan a la aplicación forma holística y desde un punto de vista ingenieril.

Técnicas de autoevaluación:

Con el análisis de casos planteados por el docente y / o por los alumnos, que a esta altura de la carrera, acumulan conocimientos acerca de los temas de la materia.

Técnicas de realización práctica

A través de la materialización de un proyecto grupal, aplicando un instructivo de la asignatura, donde se ponen de manifiesto los ejes fundamentales del proyecto:

Acción en el trabajo grupal. Análisis en la definición del equipo. Estudio de marketing

Análisis de factibilidad económica, costos, y determinación del precio de venta. Presentación de información técnica. Cumplimiento de normas. Tiempos de desarrollo e implementación.

## **REQUISITOS DE REGULARIDAD Y PROMOCIÓN DE LA ASIGNATURA**

### **Para la regularización de la asignatura y acceder al examen final:**

- Tener el presentismo mínimo para cumplir con la condición de alumno regular (75%).
- Aprobación de 2 parciales con 6 (seis) o mayor nota (se contará con 2 instancias de recuperación por parcial).
- Aprobación de los Trabajos Prácticos.

### **Para la promoción de la asignatura:**

- Tener un presentismo mínimo del 75%
- Aprobación de 2 parciales con 8(ocho) o mayor nota cada uno. Se contará con 1 instancia de recuperación para uno solo de los parciales a elección del alumno, en una sola fecha establecida por la cátedra antes del segundo parcial).
- Aprobación de los Trabajos Prácticos

NOTAS:

- ✓ El ausente en cualquiera de los 2 parciales se considerará como si tuviera un aplazo tanto para la regularización como para la promoción de la asignatura.

✓ Cuando se recupere un parcial, la cátedra decidirá si la nota del recuperatorio podrá reemplazar o no a la nota del parcial que se recupere (sea la calificación del recuperatorio menor, mayor o igual a la obtenida en el parcial a recuperar para poder acceder a la promoción).

### **ARTICULACIÓN HORIZONTAL Y VERTICAL CON OTRAS MATERIAS**

Es por su diseño, una materia que se integra con todas aquellas que se relacionen con las tecnologías aplicadas. Hacia atrás, se relaciona fuertemente con Electrotecnia y Máquinas Eléctricas, y con Diseño Mecánico.

En forma horizontal, lo hace con Mediciones y Ensayos, y con Elementos de Máquinas.

Hacia delante, la vinculación más fuerte, es con Proyecto Final, sin dejar de vincularse con Mantenimiento, Metrología e Ingeniería de la Calidad, e Instalaciones Industriales.

### **BIBLIOGRAFÍA OBLIGATORIA**

Balcells, Josep. Romeral José Luis (1997) Autómatas Programables. Editorial Marcombo.

Bolton, W. (2006). Mecatrónica Sistema de control electrónico en ingeniería mecánica y eléctrica. México. Editorial: Alfaomega.

Boylestad, R Robert y Nashelsky, Louis. (1997). Electrónica – Teoría de los Circuitos España. Editorial: Prentice Hall.

Considine, Douglas M. (1999). Process Instruments and Control Handbook. Estados Unidos. Editorial: Mc. Graw Hill.

Cooper, W. D. (1990). Electronic instrumentation and measurement techniques. Estados Unidos. Editorial: Prentice Hall.

Creus, Antonio. (1980). Instrumentación Industrial. 3ed. España. Editorial: Marcombo.

Eronini, Umez y Eronini. (2001). Dinámica de sistemas y control. México. Editorial: Thomson.

Morris, Alan S. (2002). Principios de mediciones e instrumentación. España. Editorial: Person Educación.

SIMATIC, S7\_200 Programmable Controller System Manual Release 2003



Ogata, Katsuhiko. Ingeniería de Control Moderna. V Edición. Editorial Pearson. Prentice Hall (2003)

Tremosa, Angel D. (1980). Electrónica del estado sólido. México. Editorial: Marymar.

### **BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA**

Burton, J. (1959). Practique de la mesure et du contrôle dans L' Industrie. 3 tomos . Paris. Editorial: Dunot.

Perez Garcia, Alvarez Anton y Otros. (2003). Instrumentación electrónica. Madrid. Editorial: Thomson.

Shinsky, F. G. (1979). Process Control Systems. EE. UU. Editorial: Mc Graw Hill.

Zoss, Leslie M. (1974). Applied Instrumentation in the Process Industries. EE.UU. Editorial: Gulf Publishing Company.