

**Bloque:** Tecnologías Aplicadas  
**Tipo:** Obligatoria  
**Área:** Electricidad y Electrónica  
**Responsables:** Ing. Dante Piedrafita

**Nivel:** 5to  
**Cursado:** 1er Semestre  
**Carga Horaria Total:** 85,5  
**Carga Horaria Semanal:** 2,55

### Descripción de la Asignatura

#### Fundamentación

---

Satisfacer una demanda creciente de la industria de utilizar los procesos automatizados a través de un Sistema de Control de Proceso. Con esta materia se intenta dar los conocimientos de los elementos que intervienen en los procesos de automatización y las leyes matemáticas que las vinculan. Corresponde a la parte de un estudio profesional de un sistema automático donde se utilizaran herramientas matemáticas y de lógica de control que nos permitirán conocer los procedimientos estándar en la resolución de problemas de Automatización y Control Industrial. Se brindarán los conocimientos básicos para que el profesional electromecánico se ubique perfectamente sobre un sistema automatizado, pueda determinar sus características, separar sus variables y dar un diagnóstico crítico sobre el mismo. Satisfacer una demanda creciente de la industria de utilizar los procesos automatizados a través de un Sistema de Control de Proceso. Con esta materia se intenta dar los conocimientos de los elementos que intervienen en los procesos de automatización y las leyes matemáticas que las vinculan. Corresponde a la parte de un estudio profesional de un sistema automático donde se utilizaran herramientas matemáticas y de lógica de control que nos permitirán conocer los procedimientos estándar en la resolución de problemas de Automatización y Control Industrial. Se brindarán los conocimientos básicos para que el profesional electromecánico se ubique perfectamente sobre un sistema automatizado, pueda determinar sus características, separar sus variables y dar un diagnóstico crítico sobre el mismo.

#### Objetivos

---

Obtener los conocimientos de los elementos que intervienen en los procesos de automatización y las leyes matemáticas que las vinculan.

Brindar los conocimientos básicos para que el profesional electromecánico se ubique perfectamente sobre un sistema automatizado, pueda determinar sus características, separar sus variables y dar un diagnóstico crítico sobre el mismo.

#### Contenidos de la Asignatura

---

##### UNIDAD 1: PRINCIPIOS DE LOS SISTEMAS DE CONTROL

Reseña sobre el principio de funcionamiento de los sistemas automatizados. Introducción y etapas que componen un sistema de control. Tipos de variables utilizables en control. Transformada de Laplace. Función de transferencia. Diagramas en bloques. Ejemplos de sistemas automatizados sencillos. Tendencias del mercado. Accionamiento por medios eléctricos, mecánicos, hidráulicos y neumáticos.

##### UNIDAD 2 TEORIA GENERAL DE LA REALIMENTACION

Definición de realimentación. Comparación de sistemas de lazo abierto y lazo cerrado. Efectos de la realimentación. Análisis de los efectos que produce la variación de la ganancia, el ruido, la sensibilidad, las respuestas en el tiempo y variaciones de sus parámetros. Comportamiento dinámico. Ejemplos de sistemas realimentados sencillos. Introducción al MatLab. Definición de las funciones singulares. Algebra de los diagramas en bloques.

##### UNIDAD 3 ANÁLISIS EN EL DOMINIO DEL TIEMPO

Concepto. Régimen transitorio y permanente. Comportamiento de los servo sistemas en el dominio del tiempo. Análisis de la respuesta en el tiempo. Sistemas de primer Orden. Respuestas utilizando las funciones singulares. Interpretación física de las mismas. Ejemplos sencillos. Sistemas de segundo orden. Respuesta utilizando las funciones singulares. Determinación de los factores de amortiguamiento, pulsación angular amortiguada y no amortiguada, sobreimpulso y tiempo de establecimiento. Ejemplos Sencillos. Orden superior. Respuestas esperadas.



**Bloque:** Tecnologías Aplicadas

**Tipo:** Obligatoria

**Área:** Electricidad y Electrónica

**Responsables:** Ing. Dante Piedrafita

**Nivel:** 5to

**Cursado:** 1er Semestre

**Carga Horaria Total:** 85,5

**Carga Horaria Semanal:** 2,55

### UNIDAD 4 CRITERIOS DE ESTABILIDAD

Definición de Estabilidad. Estabilidad Absoluta y Relativa. Métodos para la determinación de la estabilidad de un sistema realimentado. Criterio de Routh-Hurwitz. Aplicaciones. Criterio del Lugar de las Raíces. Estudio de la respuesta de acuerdo a la ubicación de polos y ceros. Aplicaciones. Ejemplos. Dominio de la frecuencia. Diagramas de Bode. Margen de Amplitud y de fase. Teorema del Argumento. Criterio de estabilidad de Nyquist. Interpretación. Aplicaciones con MatLab.

### UNIDAD 5 COMPENSADORES Y PID.

Definición de Compensación. Finalidad de su incorporación. Tipos de Compensadores. Estudio de la señal de error. Aplicabilidad práctica. Acciones proporcionales, integrativas y derivativas. PID. Esquema electrónico de funcionamiento. Técnicas de compensación por atraso, adelanto y atraso-adelanto. Factor de atenuación. Procedimiento de diseño por Lugar de Raíces y por Bode. Simulación de los sistemas servo con MatLab. Estudio de las características del sistema con el agregado del PID. Metodología de trabajo. Herramienta sisotool. Aplicaciones. Ejemplos de aplicación.

### UNIDAD 6: SISTEMAS DIGITALES:

Sistema Binario. Sistema Octal y Hexadecimal. Códigos Binarios y alfanuméricos. Álgebra de Boole. Teoremas. Tabla de verdad de una función lógica. Compuertas. Funciones digitales. Términos canónicos. Resolución de funciones. Teorema de De Morgan. Funciones especiales. Acondicionamientos de la señal. Ruido. Adaptaciones de impedancia. Adecuación de los niveles de trabajo. Transmisión de la información. Características generales.

### UNIDAD 7: COMBINACIONALES Y SECUENCIALES

Sistemas Combinacionales. Características. Tabla de verdad. Minimizaron de funciones lógicas. Métodos de Karnaugh. Multifunción. Combinacionales especiales: codificadores, decodificadores, multiplexores y demultiplexores. Utilización de las herramientas de control. Sistemas Secuenciales. Diagramas de secuencia. Variables de estado. Secuenciales especiales. Flip-flop. Contadores. Aplicación de los circuitos secuenciales de proceso.

### UNIDAD 8: DISPOSITIVOS DE ENTRADA

Concepto. Censores Analógicos y digitales. Acondicionamientos de la señal. Ruido. Adaptaciones de impedancia. Niveles de trabajo. Amplificadores de señal. Buffer. Muestreo. Protecciones. Convertidores A/D y D/A. Transferencia de datos digitales. Protocolos de comunicación.

### UNIDAD 9 DISPOSITIVOS DE SALIDA

Interfaces de potencia. Características generales. Sistemas Standard de mandos. Control de potencia en continua y alterna. Modulador de ancho de pulso (PWM). Amplificadores de potencia electrónicos. Interfaces. Arranque, frenado y regulación de motores de CA. Protecciones. Características de las señales de salida de un procesador. Cadena de mandos.

### UNIDAD 10: PROCESADORES, COMUNICACIÓN Y APLICABILIDAD

Principio de funcionamiento de un controlador. Sistema Microprocesado. Controladoras de proceso. PLC. Tipos y características. Control Numérico. CNC. Comunicaciones entre módulos. Características. Protocolo de comunicación. Telecontrol. Estabilizadores. Robótica.

## Descripción de las Actividades Teóricas y Prácticas

Trabajos Prácticos de Gabinete:

TRABAJO PRÁCTICO N°1: Introducción al uso del Matlab.

Eje conceptual: Cargar el programa de utilización en las siguientes actividades prácticas para conocer su funcionamiento, sus aplicaciones y sus ventajas.

**Bloque:** Tecnologías Aplicadas

**Tipo:** Obligatoria

**Área:** Electricidad y Electrónica

**Responsables:** Ing. Dante Piedrafita

**Nivel:** 5to

**Cursado:** 1er Semestre

**Carga Horaria Total:** 85,5

**Carga Horaria Semanal:** 2,55

### OBJETIVOS

- Comenzar con la utilización del Matlab a través de sus comandos básicos.
- Aprender a ingresar datos y comandos bajo una estructura matricial.
- Observar gráficos de respuesta en el tiempo de algunas funciones de transferencia.
- Aprender a utilizar los comandos para el uso de los criterios de estabilidad.
- Estudiar y aplicar las herramientas Sisotools.
- Observar los procedimientos para la utilización de los conceptos de Compensadores.
- Practicar distintas formas de presentación de gráficos y resultados.

### TRABAJO PRÁCTICO N°2: Función de Transferencia y Algebra de Bloques:

Eje conceptual: Utilizar en forma práctica los diagramas de bloques luego de haber obtenido la función de transferencia.

### OBJETIVOS

- Trabajar con las funciones de transferencia.
- Observar el sentido físico de su utilización y realizar aplicaciones con el MatLab
- Aplicar en forma practica el algebra de los diagramas de bloques
- Encontrar la función de transferencia de un sistema de lazo cerrado
- Obtener los gráficos de señal en distintos puntos de un servo.
- Resolver servos sencillos y observar la respuesta.

### TRABAJO PRÁCTICO N°3: Respuesta en el tiempo de un sistema de 1° orden:

Eje conceptual: Familiarizarse con las respuestas de un sistema de 1° Orden ante las funciones singulares de entrada.

### OBJETIVOS

- Cargar en el MatLab distintas funciones de 1° Orden y ver sus características.
- Ver las respuestas de una misma función de transferencia ante distintas excitación con funciones singulares.
- Relacionar estas respuestas con fenómenos físicos sencillos.
- Realizar los procedimientos para medir coeficientes de un sistema de 1° orden.
- Obtención de parámetros a partir del conocimiento de alguno de ellos.
- Comprensión física de la constante de tiempo y el error permanente.

### TRABAJO PRÁCTICO N°4: Respuesta en el tiempo de un sistema de 2° orden

Eje conceptual: Familiarizarse con las respuestas de un sistema de 2° Orden ante las funciones singulares de entrada.

### OBJETIVOS:

- Graficar en el matlab las funciones de 2° orden ante una entrada escalón
- Encontrar los tiempos de retardo, tiempo pico, sobreimpulso y tiempo de establecimiento
- Observar las respuestas típicas para algunas funciones de transferencia.
- Observar el efecto de la realimentación en la formación de un sistema de 2° orden.
- Encontrar la respuesta en el tiempo para distintas ganancias del lazo directo.
- Observar la respuesta del sistema ante distintas funciones de entrada.
- Procedimiento para encontrar los coeficientes para la constante de tiempo y error permanente.

### TRABAJO PRÁCTICO N°5: Lugar Geométrico de las Raíces

Eje conceptual: Describir el concepto físico que tiene la ubicación del lugar geométrico de las raíces en la estabilidad de un sistema automatizado.

### OBJETIVOS:

- Presentar distintas funciones de transferencia y observar la gráfica que se genera al aplicar el método del lugar de raíces.

**Bloque:** Tecnologías Aplicadas

**Tipo:** Obligatoria

**Área:** Electricidad y Electrónica

**Responsables:** Ing. Dante Piedrafita

**Nivel:** 5to

**Cursado:** 1er Semestre

**Carga Horaria Total:** 85,5

**Carga Horaria Semanal:** 2,55

- Sacar conclusiones de estas figuras.
- Observar como se modifican cuando se cambian los coeficientes en los distintos términos en  $s$ .
- Observar los lugares geométricos típicos.
- Ver las distintas gráficas como afectan a la respuesta en el tiempo de un sistema y como se relaciona con la estabilidad del mismo.
- Descripción de los servos tipo 0, 1 y 2.

### TRABAJO PRÁCTICO N°6: Diagramas de Bode y Nyquist

Eje conceptual: Describir el concepto físico que tienen los diagramas de Bode y Nyquist en la respuesta en el tiempo y en la estabilidad de un sistema de orden superior.

OBJETIVOS:

- Presentar distintas funciones de transferencia y observar la gráfica que se genera al aplicar estos métodos de resolución.
- Sacar conclusiones de estas figuras.
- Observar como se modifican cuando se cambian los coeficientes en los distintos términos en  $s$ .
- Comparar los resultados obtenidos con las gráficas presentadas en lugar de raíces.
- Observar el sentido físico que tienen los márgenes de ganancia y de fase.
- Analizar las curvas de Bode para encontrar a partir de ellas la función de transferencia que le dio origen.

### TRABAJO PRÁCTICO N°7: Compensadores

Eje conceptual: Describir el concepto físico que tienen los compensadores que darán origen a los PID.

OBJETIVOS:

- Cargar las herramientas Sisotools para la resolución de ejercicios que necesiten el agregado de un compensador.
- Utilizar los diagramas de Bode y Lugar de Raíces para mejorar la respuesta de acuerdo a los requerimientos de un sistema de orden superior.
- Realizar ejercicios prácticos de aplicación para la comprensión física en la utilización de esta herramienta.
- Observar los cambios que se producen en un sistema realimentado con el agregado del PID.

### TRABAJO PRÁCTICO N°8: Lógica Combinacional

Eje conceptual: Aplicar los conceptos de la lógica combinatorial para variable discreta, y la forma de trabajo para su posterior aplicación en los PLC.

OBJETIVOS:

- Practicar el uso de las funciones lógicas para la resolución de problemas sencillos de comandos con variables digitales.
- Minimizar funciones lógicas.
- Practicar los distintos tipos de códigos binarios.
- Aplicar la lógica de Relay para aplicaciones sencillas.
- Practicar la construcción de compuertas con distintas tecnologías.
- Describir los lenguajes de programación para la aplicación de esta lógica.

### TRABAJO PRÁCTICO N°9: Lógica Secuencial

Eje conceptual: Aplicar los conceptos de la lógica secuencial para variable discreta, y la forma de trabajo para su posterior aplicación en los PLC.

OBJETIVOS:

- Observar los casos de necesidad de utilizar una lógica secuencial.
- Observar el efecto de los estados internos como unidades de memoria para el seguimiento de los caminos de secuencia.
- Resolver ejemplos sencillos de secuenciales.



## 32 Automatización y Control Industrial

Pág. 5

**Bloque:** Tecnologías Aplicadas

**Tipo:** Obligatoria

**Área:** Electricidad y Electrónica

**Responsables:** Ing. Dante Piedrafita

**Nivel:** 5to

**Cursado:** 1er Semestre

**Carga Horaria Total:** 85,5

**Carga Horaria Semanal:** 2,55

- Aplicar Temporizadores, Flip-Flop, contadores en un proceso automático industrial.
- Describir algunos ejemplos de aplicación en la programación con PLC.
- Describir los lenguajes de programación para la aplicación de esta lógica.

### Bibliografía

---

Ingeniería de Control Moderna - Katsuhiko Ogata - Pearson Educación - 2003

Sistemas electrónicos digitales - Enrique Mandado - Marcombo S.A. - 2007

Sistemas Automáticos de Control - Benjamín C. Kuo - CECSA - 2007

Ing. de la Automatización Industrial - Ramón Piedrafita Moreno - RAMA - 2004

Automatización Industrial Moderna - Martínez Sánchez - RAMA - 2011

Principios de Automatización Ind. - Molina Cantero - Univ. de Sevilla - 2003

Mecatrónica W.Bolton - Alfaomega - 2001

Prácticas de Automatización - SORIA TELLO, Saturnino - Alfaomega - 2010

Sist. de Control para Ing. - Norman S. Nise - Comp. editorial Continental - 2002

Autómatas Programables y Sist. de Automatiz. - E. Mandado - Marcombo - 2009

Introducción rápida a MATLAB y SIMULINK para ciencia e Ingeniería - Manuel Díaz Rodríguez - Ediciones Díaz de Santos - 2003

Instrumentación y control Básico de Procesos - S. Szklanny - Ed. Control - 2006

Retroalimentación y Sist. de Control - Distefano, Stubberud y Williams -

Ed. McGrawHill -1992

### Metodología de Enseñanza

---

Nuestro Diseño Curricular considera a la Metodología Pedagógica Estructurada en base a los siguientes aspectos:

. Objetivos,

. Contenidos,

. Técnicas Didácticas,

. Sistemas de Evaluación

. Planificaciones Anuales de la Actividad.

Los dos primeros ya han sido desarrollados. Continuaremos con:

**Técnicas Didácticas:**

Comprenden el conjunto de acciones, operaciones, tareas, etc., que desarrollarán los profesores y alumnos en el proceso de enseñanza-aprendizaje, incluyendo las estrategias que utilizarán los docentes para optimizar el logro de los objetivos propuestos. En general, el profesor presenta los contenidos (enseñanza) y los alumnos trabajan con esos contenidos (aprendizaje); es un trabajo conjunto y coordinado, individual o en grupos, centrando las acciones en la confianza, en la capacidad individual del alumno y en el respeto de su libertad. Recordamos que nuestra labor de mediación, para que sea pedagógica, debe acompañar y promover el aprendizaje.

En esta asignatura, los docentes, como responsables del hacer de los estudiantes, nos basamos en tres líneas:

. El hacer conceptual, que corresponde al desarrollo de las capacidades de pensar, tomar decisiones y medir consecuencias de las acciones propias y ajenas;

. El hacer discursivo, que corresponde al desarrollo de las capacidades de expresarse y comunicarse con seguridad y soltura;

. El hacer aplicativo, que corresponde al desarrollo de competencias de observar, investigar, actuar, experimentar.

**Bloque:** Tecnologías Aplicadas

**Tipo:** Obligatoria

**Área:** Electricidad y Electrónica

**Responsables:** Ing. Dante Piedrafita

**Nivel:** 5to

**Cursado:** 1er Semestre

**Carga Horaria Total:** 85,5

**Carga Horaria Semanal:** 2,55

En el planteo de automatizar, los procedimientos requieren de mucha capacidad de abstracción, ubicación y poder de deducción. Para alcanzar ese cometido, se dan los espacios para la discusión, presentación de distintos enfoques y otros puntos de vista. Eso da normalmente que un mismo resultado pueda lograrse por varios caminos y también usando varias tecnologías. Esa forma de trabajo permite incentivar los criterios de desarrollo a fin de lograr una actitud crítica en la elección de los equipos, apuntando siempre a la posibilidad de mejora.

Además se emplea el planteo de "Problemas abiertos", que permite ir formando al estudiante, y conectándolo simultáneamente con otras asignaturas de la carrera. Esto da lugar a situarlo en lo que será mas adelante en una futura realidad profesional, que implica la toma de decisiones importantes en cuanto a las hipótesis simplificadoras (si caben), y a las diferentes posibilidades de enfoque para la resolución de casos reales.

□ **Recursos didácticos a utilizar como apoyo a la enseñanza.**

Dentro de las Técnicas Didácticas se procede mayoritariamente a la utilización de clases magistrales, método de los problemas, métodos de proyectos, técnica de los casos, clases con preparación previa y debates.

La práctica se entiende como el lugar donde se da la aplicación de los temas teóricos vistos. En ellos se trata de ejercitar el ingenio y de discernir sobre las distintas posibilidades de conexión de los componentes electrónicos:

Existe una guía de trabajos prácticos, que esta diseñada para ir llevando a la practica en forma adecuada el desarrollo de cada tema a partir de haber sido desarrollado en la parte teórica. La misma se entrega a los alumnos los primeros días de clase para luego ir utilizándola progresivamente.

A medida que se van desarrollando los temas, siempre se hace referencia a la bibliografía donde pueden consultarse. No obstante también se puede hacer uso de:

- Internet.
- Utilización de videos.
- Uso de multimedia.
- Trabajos de investigación.
- Trabajos en equipo.
- Laboratorio: desarrollado en la Escuela N° 4-117 "Ejército de los Andes":
- Software de aplicación:

MatLab 8.0

LabView 6.0

### **Formas de Evaluación**

---

Objeto: las evaluaciones, cualquiera sea su naturaleza, tienen por objeto realizar el control de avance de los procesos de aprendizaje del estudiante y las corroboraciones correspondientes dirigidas a las instancias de certificación de esos aprendizajes.

Para todas las instancias de control de gestión académica indicadas se actuará con la idea de evaluación de consenso, es decir, aquella que pone de manifiesto el compromiso del estudiante hacia la justa valoración de su propio aprendizaje.

Se adopta como marco el Sistema de Promoción Directa de Asignaturas, en acuerdo a lo establecido por la Ordenanza N° 643 de CSU. Siendo también de aplicación el Sistema de Crédito Académico según lo dispuesto por la Ordenanza N° 783 de CSU.

El procedimiento de Evaluación y acreditación se realiza de 2 maneras:

. De la manera tradicional que es:

Realizando todos los trabajos prácticos dictados por la cátedra.

Cumplimentación de la asistencia.

La aprobación de 2 ó más evaluaciones parciales durante el ciclo académico.





**Bloque:** Tecnologías Aplicadas

**Tipo:** Obligatoria

**Área:** Electricidad y Electrónica

**Responsables:** Ing. Dante Piedrafita

**Nivel:** 5to

**Cursado:** 1er Semestre

**Carga Horaria Total:** 85,5

**Carga Horaria Semanal:** 2,55

Con ello se logra la regularidad de la asignatura y luego:

El examen final. Oral y escrito.

. Por promoción: que contempla cumplimentar con:

- La aprobación de todos los Trabajos Prácticos. Ello implica la aprobación de los mismos satisfactoriamente en tiempo y forma.
- La aprobación de 2 evaluaciones parciales, con una temática diferenciada, puesto que agregan los temas teóricos referidos a ese examen parcial.
- Cumplimentación de la asistencia.

Si el alumno no aprueba ninguno de los puntos mencionados, deberá recurrar.

### **Integración vertical y horizontal de los contenidos**

---

La carrera se organiza curricularmente por Niveles y por Áreas.

Nuestra actividad curricular se encuentra inscripta en el Bloque Curricular de "Electrónica", dentro del Área "Eléctrica".

Los niveles responden a la concepción del aprendizaje: "se llega al conocimiento en Ingeniería por aproximaciones sucesivas a la actividad profesional". Por ello la carrera se estructura en cinco niveles, con diez semestres de desarrollo.

La organización de los contenidos tecnológicos y otros, se optimiza a través de la explicitación de Áreas de Conocimiento, ya que las mismas se estructuran horizontal y verticalmente en la carrera con el objeto de la articulación y necesaria integración de saberes en campos específicos de la actividad profesional. Tal organización también reproduce el mismo criterio explicitado para los niveles.

#### **Articulación Horizontal:**

Automatización y Control Industrial se articula horizontalmente con las siguientes asignaturas:

- . Instalaciones térmicas, mecánicas y frigoríficas: en la vinculación que existe en los procesos automáticos que poseen los sistemas térmicos y mecánicos.
- . Hidrodinámica y Neumática: En los accionamientos de mandos neumáticos e hidráulicos utilizados en Automatización y Control.
- . Redes de Distribución e Instalaciones Eléctricas: En los temas referidos a la calidad de la energía, generaciones de armónicos y desbalance fasorial.
- . Proyecto Final: En todos los proyectos que contienen elementos de automatización dentro de su desarrollo e implementaciones.
- . Automatismo: En los circuitos que contienen sensores, actuadores y procesadores para el control industrial.

#### **Articulación Vertical:**

Automatización y Control Industrial se articula verticalmente con las siguientes asignaturas:

- . Tecnología Mecánica: En los procesos que contienen procesamientos con CNC y Robótica.
- . Maquinas Eléctricas. A través de los sistemas que están relacionados con el control y medición de equipos eléctricos.
- . Mediciones eléctricas, Relacionados con el equipamiento automatizado que se utiliza para las mediciones eléctricas.
- . Electrotecnia. En el estudio de las leyes que rigen los principios de funcionamiento de los componentes electrónicos.
- . Termodinámica. En aquellos equipos que miden y controlan las variables térmicas

### **Actividades de Formación Experimental**

---

Prácticas Complementarias:

- Se prevé realizar una visita a un establecimiento agroindustrial de la zona, que posea maquinarias automáticas para tomar más contacto con el equipamiento existente.



**Bloque:** Tecnologías Aplicadas

**Tipo:** Obligatoria

**Área:** Electricidad y Electrónica

**Responsables:** Ing. Dante Piedrafita

**Nivel:** 5to

**Cursado:** 1er Semestre

**Carga Horaria Total:** 85,5

**Carga Horaria Semanal:** 2,55

- Se prevé la visita a la estación de Radar de la Dirección de Prevención de Contingencias para observar las unidades de automatización que esta repartición posee en el Radar propiamente dicho, en las estaciones meteorológicas telemétricas y los elementos de telecontrol.