



**Planificación Anual – Asignatura**  
**SISTEMAS DE CONTROL Y AUTOMATIZACIÓN – 3033**  
**Año 2023**

**DOCENTE RESPONSABLE**

**Nombre y Apellido** Gerardo Gabriel Acosta

**Categoría Docente** Titular

**MARCO DE REFERENCIA**

**Asignatura** Sistemas de Control y Automatización **Código** 3033

**Carrera** Ingeniería Industrial

**Plan de estudios** Ingeniería Industrial 2023 – ResCAFI 244

**Ubicación en el Plan**

4º año – 2º cuatrimestre

<b>Duración</b>	Cuatrimestral	<b>Carácter</b>	Obligatoria	<b>Carga horaria total (h)</b>	90
-----------------	---------------	-----------------	-------------	--------------------------------	----

**Carga horaria destinada a la actividad (h)**

<b>Experimental</b>	30%	<b>Problemas ingeniería</b>	10%	<b>Proyecto - diseño</b>	10%	<b>Práctica sup.</b>	-
---------------------	-----	-----------------------------	-----	--------------------------	-----	----------------------	---

<b>Asignaturas correlativas</b>	<b>Cursadas</b>	Electrónica Analógica y Digital
	<b>Aprobadas</b>	

**Requisitos cumplidos** Examen idioma inglés – N° de finales adeudados < 10

**Contenidos mínimos**

**Conceptuales:** Conceptos de sistemas lineales y realimentados. Formulación y aplicación de modelos matemáticos de sistemas lineales. Especificaciones dinámicas y estáticas de sistemas lineales. Índices de desempeño. Análisis de estabilidad. Análisis y diseño de compensadores sencillos. Control PID. Introducción a la automatización. Sistemas de control distribuido. Sistema SCADA. Nuevas tendencias en automatización industrial.

**Procedimentales:** Análisis de causalidad en sistemas dinámicos para su modelado y posterior control – Programación en un lenguaje de gran utilidad para ingeniería (Python – Matlab®) – Redacción de informes técnicos.

**Actitudinales:** Valoración del rol tecnológico y social de la ingeniería asociada a los sistemas de control – Estudio de temas en forma autónoma por parte del alumno con mínima orientación docente – Trabajo en grupo – Cumplimiento de requerimientos en plazos prefijados.

**Depto. al cual está adscrita la carrera** Ing. Electromecánica

**Área** Electrónica

**Nº estimado de alumnos** 20

**OBJETIVOS**

Se pretende que el Ingeniero Industrial egresado de esta Facultad sea capaz de comprender y analizar con profundidad los distintos elementos vinculados con el control automático, haciendo especial énfasis en las estrategias de control y automatización empleadas en el medio industrial.

Al aprobar esta asignatura las y los estudiantes serán capaces de:

1) Concebir y diseñar sistemas de control de baja a media complejidad 2) Desarrollar sistemas de control y automatismos de baja a media complejidad.

**APORTE DE LA ASIGNATURA A LA FORMACIÓN BÁSICA Y/O PROFESIONAL**

Sistemas de Control y Automatización aporta a l@s alumn@s las nociones básicas del control automático, brindando herramientas de ingeniería para abordar el análisis y diseño de sistemas de control de mediana complejidad, incluyendo conocimiento de elementos sensores, elementos actuadores, y diseño y programación del controlador para alcanzar especificaciones estáticas y dinámicas predeterminadas. También aporta los conceptos básicos de secuenciación y temporización propios de los automatismos, con nociones de controladores lógicos programables (PLC)

**Aporte a competencias:**

CG1 - Identificar, formular y resolver problemas de ingeniería

CG2 - Concebir, diseñar y desarrollar de proyectos de ingeniería  
CG3 - Gestionar, planificar, ejecutar y controlar proyectos de ingeniería  
CG4 - Utilizar técnicas y herramientas de aplicación en la ingeniería  
CG5 - Generar desarrollos tecnológicos y/o innovaciones tecnológicas  
CE1 - Diseño, proyecto, cálculo, modelización y planificación de las operaciones y procesos de producción, distribución y comercialización de productos (bienes y servicios).  
CE2 - Dirección, gestión, optimización, control y mantenimiento de las operaciones, procesos e instalaciones requeridas para la producción, distribución y comercialización de productos (bienes y servicios).

## **DESARROLLO DE LA ASIGNATURA**

### **Actividades y estrategias didácticas**

Se impartirán clases teóricas y clases prácticas en forma presencial (aunque luego de la pandemia todas las clases se encuentran publicadas y disponibles en YouTube<sup>AR</sup>). Se resolverán junto a las y los estudiantes distintos problemas de modelado y control, de modo tal que le permitan afianzarse en la adquisición de conocimientos en forma gradual a lo largo del cuatrimestre que dura el curso. Asistirán a estas clases de resolución de problemas con una guía que se entrega al principio del curso en las cuales los docentes les darán las herramientas conceptuales y les acompañarán en la resolución de tales problemas, y atenderán sus consultas en general.

Durante el cursado de la asignatura, l@s alumn@s enfrentarán y serán capaces de resolver los temas de identificación y modelado de sistemas lineales, en lo que se los evaluará mediante la Instancia Evaluatoria IE1. De esta forma comienzan a abordarse las competencias CG1-2-3-4. Posteriormente se plantearán especificaciones de diseño para controlar, con herramientas de simulación por computadora, ciertas variables de interés industrial tales como temperaturas, caudales, presiones, velocidades de motores eléctricos, entre otras, y diseñarán controladores lineales del tipo PID, analizando estabilidad, errores estacionarios y velocidades de respuesta de las variables controladas. En este momento tendrá lugar la segunda Instancia Evaluatoria IE2 y, además de reforzarse las competencias CG1-2-3-4, se aborda la CG5. La formación se completa en la última parte del curso con una capacitación en automatización en general y en controladores lógicos programables en particular con conceptos de secuenciación y temporizado, comunicaciones entre autómatas, sistemas SCADA y conceptos básicos de la Industria 4.0, para abordar la automatización de procesos o secciones de procesos productivos. Esta etapa se evaluará con un trabajo de automatización sencillo, reportado en un breve informe que se considerará la IE3, en la que l@s alumn@s describen el problema abordado y su propuesta de solución. Este informe se realiza en comisiones de no más de 4 alumn@s. Con ello se completa el aporte de esta asignatura a las CG1-2-3-4-5 y en menor proporción a las CE1 y CE2.

Se adjunta un cronograma donde se establecen los temas que se irán abordando de la forma descrita en el párrafo anterior, con una carga horaria 2 clases semanales de 3 horas cada una, en horario preferencialmente vespertino.

### **Trabajos experimentales**

Mediante la asistencia de programas de simulación (tipo Matlab® o Python for Control), a partir de datos suministrados por la cátedra, l@s estudiantes identificarán, modelarán, analizarán y controlarán una planta a lo largo del cuatrimestre. Ésta también será empleada en su evaluación, como testigo de su progreso en el aprendizaje en el conocimiento de la materia. Para la etapa final de automatización, tendrán acceso a la programación de sencillos automatismos con los PLCs disponibles en el Laboratorio de Automatización y Robótica (LAR) del Departamento de Ingeniería Electromecánica.

### **Trabajo/s de Proyecto-Diseño**

Para la parte de control clásico, luego de identificada y modelada la planta, las y los estudiantes propondrán un sistema de control para alcanzar especificaciones dinámicas y estáticas en ciertas variables de interés que caracterizan a la misma. Esta etapa de diseño del sistema de control, al que deberá analizársele también estabilidad, culmina con la prueba experimental en simulación por computadora para verificar el correcto funcionamiento de todo el sistema.

Para la parte de automatización, y por grupos de no más de cuatro estudiantes, deberán elaborar un breve informe técnico de no más de 6 carillas explicando el problema a resolver y su estrategia de automatización para alcanzar la solución.

### **Recursos didácticos**

Se requiere que las y los estudiantes tengan disponible:

- una cuenta de correo electrónico
- un usuario de Whatsapp o Telegram

Todo el material necesario se hará disponible por el sistema de educación a distancia de la Facultad de Ingeniería y las clases se encuentran grabadas por un canal de YouTube<sup>AR</sup>.

### **Estrategia de evaluación de los alumnos**

<b>Regularización de la asignatura</b>
La asignatura se cursa regularmente obteniendo una nota de 4 o superior, en una escala de 0-10, para cada una de las tres instancias de evaluación, IE1, IE2 e IE3.
<b>Promoción de la asignatura</b>
La asignatura se aprobará mediante promoción con una de 7 o superior, en una escala de 0-10, habiendo aprobado las instancias de evaluación IE1, IE2 e IE3.
<b>Examen Final</b>
Para el caso de cursar la asignatura y no haber podido promocionarla, las y los estudiantes en esta situación podrán presentarse a rendir final de la materia.
<b>Estrategias de seguimiento del proceso de desarrollo de la asignatura</b>
<p>El proceso de aprendizaje se seguirá con una evaluación continua de l@s estudiantes, en forma conceptual en clase, por sus actitudes y desempeño grupal, y mediante instancias de evaluación individual. Como se mencionó en párrafos anteriores, existirán 3 instancias de evaluación (IE) a lo largo del curso para obtener la cursada y/o promocionar la asignatura:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• IE1: identificación y modelado de una planta designada a partir de datos proporcionados por los docentes. Entrega de un informe individual sobre lo realizado.</li> <li>• IE2: control analógico de la planta identificada para alcanzar los requerimientos propuestos, implementado en simulación por computadora, realizando análisis de precisión y estabilidad del sistema diseñado. Entrega de un informe individual sobre lo realizado.</li> <li>• IE3: informe grupal de automatización de un proceso sencillo.</li> </ul> <p>Las IE consistirán en la entrega de un informe que conteste las premisas de cada caso y el código de software empleado para responderlas. Por ejemplo para la IE1 entregarán un informe del orden y tipo de planta identificada y el código empleado para la identificación y análisis. Las entregas de cada IE tendrá fecha de entrega inamovible, previamente fijada en el sistema provisto por EDU.COM, luego de la cual será imposible entregar el material a los docentes y se calificará con 0 puntos. Si desaproveban (con nota menor a 4 o por falta de entrega), tendrán una segunda posibilidad de entregar la IE (siempre antes de la entrega de la IE siguiente). Se tomará la mejor nota de las dos en los casos de rendir un recuperatorio. Esto significa por ejemplo que si la/el estudiante obtiene un 4 en primera instancia y decide igualmente recuperar para mejorar el promedio, y obtiene un 7, se tomará esta última nota para promediar la cursada, y por ende la nota final. Si por el contrario en el recuperatorio obtiene un 3, se tomará el 4 original para dicho promedio.</p> <p>Las evaluaciones (IE e IF) se puntuarán en una escala de 0 a 10. Para aprobar la cursada de la asignatura l@s estudiantes no podrán obtener un puntaje menor a 4 puntos en cada una de las IE. Para promocionar la asignatura, se requiere haber aprobado todas las IE con una nota de 7 o superior. La nota final de la asignatura se obtiene según:</p> <p style="text-align: center;"><b>NOTA FINAL=(IE1+IE2+IE3)/3</b></p>

<b>Cronograma</b>			
<b>Semana</b>	<b>Unidad Temática</b>	<b>Tema de la clase</b>	<b>Actividades</b>
1	Capítulo 1	Introducción – conceptos básicos	Clase teórica
2	Capítulo 1	Sistemas Lineales – Modelos matemáticos	Clase teórica y práctica
3	Capítulo 2	Modelos matemáticos – Respuesta transitoria	Clase teórica y práctica
4	Capítulo 2	Respuesta estática – software	Clase teórica y práctica – programación en Gab.
5	Capítulo 2	Modelado de planta de laboratorio – software	Clase teórica y práctica – programación en Gab
6	-	Semana del Estudiante	-
7	Capítulo 3	Estabilidad – Retardo puro de tiempo	<b>IE1</b> + clase teórica

8	Capítulo 3	Análisis de estabilidad	Clase teórica y práctica – programación en Gab				
9)	Capítulo 4	Control PID	Clase teórica y práctica – programación en Gab.				
10	Capítulo 4	Control PID	IE2 + clase teórica				
11	Capítulo 5	Conceptos de automatización	Clase teórica y práctica.				
12	Capítulo 5	PLC	Clase teórica y práctica – programación en Gab				
13	Capítulo 5	PLC	Clase teórica y práctica – programación en Gab.				
14	Capítulo 5	Tendencias actuales en control y automatización	Clase teórica: SCADA – I4.0 – visitas a laboratorios				
15	-	Consultas					
16	-	Consultas	Entrega de IE3				
<b>Recursos</b>							
<b>Docentes de la asignatura</b>							
<b>Nombre y apellido</b>				<b>Función docente</b>			
Gerardo Acosta – Prof. Titular				Clases de teoría y práctica – evaluaciones			
Edgardo Beytía – JTP				Clases de teoría y práctica – evaluaciones			
Juan Pablo Pendones – Ayudante Diplomado				Clases de práctica – evaluaciones			
<b>Recursos materiales</b>							
<b>Software, sitios interesantes de Internet</b>							
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Empleo de Matlab® ó Python para la asistencia en la resolución de problemas de la guía y las instancias evaluatorias.</li> <li>• Algunos sitios interesantes:  <a href="http://www.aadeca.org">http://www.aadeca.org</a>  <a href="http://www.ieee.org/index.html">http://www.ieee.org/index.html</a>  <a href="http://www.ieee.org.ar/index.asp">http://www.ieee.org.ar/index.asp</a>  <a href="http://ieeecss.org/">http://ieeecss.org/</a>  <a href="https://www.ceautomatica.es/">https://www.ceautomatica.es/</a>  <a href="https://www.ifac-control.org/">https://www.ifac-control.org/</a>  <a href="https://www.manufacturing.net/">https://www.manufacturing.net/</a>  <a href="http://www.mathworks.com/">http://www.mathworks.com/</a>  <a href="https://python-control.readthedocs.io/en/0.9.1/intro.html">https://python-control.readthedocs.io/en/0.9.1/intro.html</a> </li> </ul>							
<b>Principales equipos o instrumentos</b>							
<ul style="list-style-type: none"> <li>• PC del gabinete de computación.</li> <li>• Plantas didácticas e instrumental de laboratorio del Laboratorio de Electricidad y Electrónica – LABEyEL del Dto. de Ing. Electromecánica.</li> <li>• PLC Simatic S-1200 Siemens</li> </ul>							
<b>Espacio en el que se desarrollan las actividades</b>							
Aula	Si	Laboratorio	Si	Gabinete de computación	Si	Campo	No
<b>Otros</b>							
<b>ADEMÁS DEL DESARROLLO REGULAR, SE ADOPTA PARA LA ASIGNATURA :</b>							
<b>Cursada intensiva</b>		No			<b>Cursada cuatrimestre contrapuesto</b>		No
<b>Examen Libre</b>		Si					
<b>Estrategia de evaluación de los alumnos para Examen Libre</b>							
La materia admite examen libre, requiriéndose rendir experimentalmente en laboratorio las IE1, IE2 e IE3.							



## Programa Analítico Asignatura Sistemas de Control y Automatización



Departamento responsable	Ingeniería Electromecánica	Área	Electrónica
Plan de estudios	Ingeniería Industrial 2022 – ResCAFI 244		

### Programa Analítico de la Asignatura – Año 2024

**CAPÍTULO I:** Introducción a los sistemas realimentados de control. Control de lazo abierto y de lazo cerrado. Repaso de Transformada de Laplace y Álgebra de bloques. Modelos matemáticos de sistemas físicos. Función de transferencia. Sistemas mecánicos, hidráulicos, térmicos, eléctricos. Analogía entre sistemas.

**CAPÍTULO II:** Análisis de la respuesta transitoria de sistemas (especificaciones dinámicas). Análisis de sistemas de 1er y 2o orden. Sistemas de orden superior. Respuesta al impulso, escalón y rampa de sistemas de 1er y 2o orden. Definición de error de estado estacionario (especificaciones estáticas). Coeficientes de error. Clasificación de sistemas según el error. Índices de desempeño.

**CAPÍTULO III:** Definición de estabilidad absoluta y relativa. Análisis de estabilidad de sistemas lineales continuos. Método de Routh-Hurwitz. Método del lugar de las raíces (Evans). Reglas generales para la construcción del lugar de raíces. Análisis de estabilidad utilizando ambos métodos. Métodos frecuenciales. Análisis de estabilidad empleando diagramas de Bode. Margen de ganancia y margen de fase. Criterio de estabilidad de Nyquist. Nociones de Compensación.

**CAPÍTULO IV:** Acciones básicas de control. Controladores lineales y no lineales. Acción SI-NO, Proporcional, Integral y Derivativa (PID). Esquemas básicos de control industrial, controladores en cascada y avanzación.

**CAPÍTULO V:** Álgebra de Boole y funciones lógicas. Controladores Lógicos Programables (PLC). Arquitectura general. Distintos tipos de representación (diagramas escalera, sentencias, compuertas lógicas). Instrucciones básicas. Tendencias actuales en automatización industrial. Incidencia de la Electrónica y la Informática en los Sistemas de Control – Conceptos de Industria 4.0 – Control Distribuido. Manufactura Asistida por Computadora (CAM). Manufactura Integrada por Computadora (CIM). Sistemas de Control Supervisor (SCADA).

### Bibliografía Básica

- Ogata, K.: "Ingeniería de Control Moderna". 3ra Ed., Prentice Hall, 1997.
- Ogata, K.: "Sistemas de Control en Tiempo Discreto". 2a Ed., Pearson Educación, 1996.
- Ogata, K.: "Solving Control Engineering Problems with MATLAB", Ed. Prentice-Hall, Inc., 1994.
- Ogata, K.: "Problemas de ingeniería de control utilizando MATLAB", Ed. Prentice-Hall, 1998.
- Kuo, B.: "Automatic Control Systems", Ed. Prentice-Hall, Inc., 1995.
- Kuo, B.: "Digital Control Systems", Oxford University Press, 1992.
- Kuo, B.: "Sistemas Automáticos de Control", Ed. CECOSA, 2a edición, 1978.
- Automatización. Albert, Mayol i Badía. Marcombo, 1987. ISBN: 842670672X
- Autómatas programables: fundamento, manejo, instalación y prácticas. Alejandro Porras Criado, Antonio Plácido Montanero Molina. McGraw-Hill, 1996. ISBN: 8476154932.

### Bibliografía de Consulta

- Ogata, K.: "Discrete-Time Control Systems", 2nd Ed., Prentice-Hall, 1995.
- Sinha, N.: "Control Systems", Ed. J. Wiley & Son, 1994.
- Frederick, D. & Chow, J.: "Feedback Control Problems using MATLAB", Int'l Thomson Pub. Co., 1995.
- Astrom, K. and Wittenmark, B.: "Computer-Controlled Systems", Ed. Prentice-Hall, 1997.

- Kailath, T: "Linear Systems", Englewood Cliffs, N.J., Ed. Prentice-Hall, Inc., 1980.
- Auslander y otros: "Introducción a los sistemas de control", Ed. McGraw-Hill, 1976.
- Shinskey, F.G.: "Process Control Systems", 3rd Ed. McGraw Hill, 1988.
- Shinskey, F.G.: "Sist. de Control de Procesos, aplicaciones, diseño y sintonización", McGraw Hill Bs. As. 1996.
- Szklanny, S. y Behrends, C.: "Sistemas Digitales de Control de Procesos", Ed. Control S.R.L., 1999.
- Controlador programable S7-1200: Manual de sistema. Siemens. V4.2.3, 08/2018. A5E02486683-AL.
- Autómatas programables. Josep Balcells, José Luis Romeral. Marcombo, Boixareux, 1997. ISBN: 8426710891.
- Controladores lógicos y autómatas programables. Enrique Mandado Pérez, José Acevedo Marcos, Jorge Alfonso Pérez. Marcombo, 1992. ISBN: 8426708455.

**Docente Responsable**

**Nombre y Apellido** Gerardo Gabriel Acosta

**Firma**

**Coordinador/es de Carrera**

**Carrera** Ingeniería Industrial

**Firma**

Claudia Rohvein

**Director de Departamento**

**Departamento** Ingeniería Industrial Ingeniería Electromecánica

**Firma**

Roberto de la Vega

**Secretaria Académica**

**Firma**

*Ing. Isabel C. Rivobene*  
SECRETARIA ACADÉMICA  
Facultad de Ingeniería - UNCPBA