



**Planificación Anual Asignatura**  
**NOMBRE ASIGNATURA**  
**Año 2021**



DOCENTE RESPONSABLE					
Nombre y Apellido	Gerardo Gabriel Acosta				
Categoría Docente	Profesor Titular				
MARCO DE REFERENCIA					
Asignatura	Sistemas de Control			Código:	E 5.0
Plan de estudios	Ingeniería Electromecánica 2004 – OCS 2395/04				
Ubicación en el Plan	4º año – 2º cuatrimestre				
Duración	Cuatrimstral	Carácter	Obligatoria	Carga horaria	6hs/sm
Experimental	20%	Problemas ingeniería	10%	Proyecto - diseño	10%
Asignaturas correlativas	Cursadas	Electrónica Analógica y Digital			
	Aprobadas				
Otras cond. para cursar	Examen idioma inglés – Nº de finales adeudados < 10				
Contenidos mínimos					
Sistemas realimentados. Modelos matemáticos de sistemas físicos. Análisis de estabilidad. Acciones básicas de control. Control lógico y secuencial. Introducción al control en tiempo discreto. Control Distribuido.					
Depto. responsable	Ing. Electromecánica			Área	Electrónica
Nº estimado de alumn@s	15				
OBJETIVOS					
<p>Se pretende que el Ingeniero Electromecánico 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 empleadas en el medio industrial.</p> <p>Al aprobar esta asignatura las y los estudiantes serán capaces de:</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1- concebir, diseñar y desarrollar sistemas de control de baja a media complejidad.</li><li>2- utilizar de manera efectiva técnicas y herramientas de ingeniería de control, concretamente manejar y programar con solvencia controladores industriales (básicamente PID's analógicos y digitales y PLC's). (*)</li></ol> <p>(*) en la versión 2021 de la asignatura, debido al aislamiento impuesto para prevenir la COVID-19, la cursada virtual no permitirá realizar la parte experimental vinculada a la síntesis de un control PID para controlar una planta real diseñada y armada en la materia Electrónica Analógica y Digital en el LABEYEL, ni tampoco el laboratorio de programación de PLC en el LAR. Para el control PID se trabajará en simulaciones por computadora.</p>					

## APORTE A LA FORMACIÓN BÁSICA Y/O PROFESIONAL

El aporte de la asignatura a la formación de las futuras y los futuros profesionales consiste en conocer los fundamentos básicos del modelado y control de sistemas y variables dinámicas, con controladores industriales sencillos de tipo on-off y PID. Adquirirán herramientas matemáticas y de programación para identificar, modelar y simular sistemas dinámicos lineales proporcionados por la teoría de control clásica para poder diseñar sistemas de control y controladores lineales. Asimismo se los formará para implementar dichos controladores en el dominio digital seleccionando los parámetros necesarios en base a estos fundamentos sobre sistemas dinámicos.

En el aspecto actitudinal y de procedimiento, se formarán para las competencias de identificación, formulación y resolución de problemas, y para el diseño y desarrollo de proyectos de control de baja a media complejidad. Del mismo modo, la elaboración de informes, con fechas de entrega y defensa de los mismos, les aporta responsabilidad, administración de tiempos acordes con objetivos, y entrenamiento en la comunicación de sus ideas en forma escrita y oral.

## DESARROLLO

### Actividades y estrategias didácticas

Se impartirán clases teóricas en forma de video pregrabado, que estará disponible previamente, y clases prácticas en vivo o sincrónicas con la presencia de los docentes, para la resolución de problemas que facilite a las y los estudiantes afianzarse en la adquisición de conocimientos en forma gradual a lo largo del cuatrimestre que dura el curso. Ellas y ellos asistirán virtualmente a prácticas de resolución de problemas de una guía, enseñanza en el empleo de programas que las y los asistirán en la resolución de tales problemas, y de consultas en general. Asimismo han de concretar una tarea práctica de tipo "*hands-on*" para resolver un problema de control lineal por simulaciones de computadora.

Se adjunta un cronograma donde se establecen los temas que se irán abordando de la forma descripta en el párrafo anterior, con una carga horaria 2 clases semanales de 3 horas cada una, (Lunes de 17:00 a 20:00hs y Jueves de 18:00 a 21:00hs).

Mediante la asistencia de programas de simulación (tipo Matlab<sup>®</sup>, Octave o similar), las y los estudiantes identificarán, modelarán, analizarán y controlarán una planta a lo largo del cuatrimestre. Ésta le será suministrada por los docentes y será empleada en su evaluación, como testigo de su progreso en el aprendizaje del conocimiento de la materia.

### Recursos didácticos

Se requiere que las y los estudiantes tengan disponible:

- una computadora personal
- una conexión a Internet para asistir a clase
- una cuenta de correo electrónico
- un usuario de whatsapp
- un documento para acreditar identidad (DNI, Pasaporte, Carnet de Conducir, ...)

La sala de reunión será a través de Jitsi Meet: [https://meet.jit.si/Sistemas\\_De\\_Control\\_2020](https://meet.jit.si/Sistemas_De_Control_2020) por defecto. Si existiesen problemas con esta plataforma, oportunamente se comunicará por correo-e cuál será la nueva sala para la reunión virtual sincrónica.

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

**Evaluación de las y los estudiantes**

**Estrategia de evaluación**

Existirán 3 instancias de evaluación (IE) a lo largo del curso para obtener la cursada y una instancia final (IF) **para promocionar la asignatura:**

- IE1: identificación y modelado de una planta a partir de datos suministrados por los docentes; una planta para cada alumno.
- 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 realizado.
- IE3: control digital de lo obtenido en el paso anterior analógico.

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. Aglutinando las tres IE, las y los estudiantes elaborarán un informe que será empleado en la IF para promocionar. 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 desaprueban (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. Si por el contrario en el recuperatorio obtiene un 3, se tomará el 4 original para promediar la cursada.

Las evaluaciones (IE e IF) se puntuarán en una escala de 0 a 10. Para aprobar la cursada de la asignatura las y los estudiantes no podrán obtener un puntaje menor a 4 puntos en cada una de las IE y obtener en la suma de las tres al menos 18 puntos. Para promocionar la asignatura, las y los estudiantes deberán obtener al menos 6 puntos en cada una de las IE y 21 puntos en la suma de las tres.

Cuando las y los estudiantes estuviesen en condiciones de promocionar entregarán el informe para la IF y serán interrogad@s individualmente sobre este material, previa acreditación de identidad, para obtener una nota final de aprobación de la asignatura, que promediará las notas previas según:

$$\text{NOTA FINAL} = (\text{IE1} + \text{IE2} + \text{IE3} + \text{IF}) / 4$$

Examen libre	Si
--------------	----

Justificación

**Evaluación del desarrollo de la asignatura**

- TP#1: Introducción a los lazos realimentados - Sistemas lineales. Transformada de Laplace - Función de Transferencia - Álgebra de bloques - Modelos Matemáticos de sistemas lineales - Concepto de polo, cero y constantes de tiempo.
- TP#2: Respuesta transitoria de Sistemas lineales - Análisis de sistemas de 1er y 2º orden - Especificaciones dinámicas.
- TP#3: Especificaciones estáticas - Coeficientes de error - Índices de desempeño.
- TP#4: Análisis de estabilidad mediante los métodos de Routh-Hurwitz y Diagrama del Lugar de las raíces (Evans). Análisis de estabilidad mediante los métodos frecuenciales (Diag. de Bode).
- TP#5: Análisis y diseño de compensadores sencillos - Control PID de distintos sistemas.
- TP#6: Transformada y antitransformada Z - Interconexión de sistemas continuos y discretos - Selección de frecuencia de muestreo - Análisis y diseño de compensadores sencillos en el

dominio discreto - PID digital y tiempo mínimo.

### Cronograma Año 2021

Semana	Tema / Actividades
1 (20 de agosto)	Cap I (Introducción – Conceptos básicos – Sistemas Lineales)
2 (23 de agosto)	Cap I y II (Modelos matemáticos)
3 (30 de agosto)	Cap I y II (Respuesta transitoria – software)
4 (6 de septiembre)	Cap II (Respuesta estacionaria – software) – consultas
5 (13 de septiembre)	Cap III (Estabilidad)
6 (20 de septiembre)	<b>Semana del Estudiante</b>
7 (27 de septiembre)	<b>IE1 (30 de septiembre)</b> – Cap III (Estabilidad)
8 (4 de octubre)	Cap IV (Compensadores – Control PID)
9 (11 de octubre)	Cap IV (Control PID)
10 (18 de octubre)	Cap IV (Control PID) – consultas
11 (25 de octubre)	<b>IE2 (28 de octubre)</b>
12 (1 de noviembre)	Cap V (Control Digital)
13 (8 de noviembre)	Cap V (Control Digital) – consultas
14 (15 de noviembre)	<b>IE3 (18 de noviembre)</b> – consultas
15 (22 de noviembre)	<b>IF (entrega – 25 de noviembre)</b> – consultas
16 (30 de noviembre)	<b>IF (presentación – 2 de diciembre) para promocionar</b>

### Recursos

#### Docentes de la asignatura

Nombre y apellido	Función docente
Gerardo Acosta – Prof. Titular	Clases de teoría y práctica – toma de exámenes
Edgardo Beytia – JTP	Clases de teoría y práctica – toma de exámenes
Juan Pablo Pendones – Ayudante Diplomado	Práctica – toma de exámenes

#### Recursos materiales

##### Software, sitios interesantes de Internet

- Empleo de Matlab® para la asistencia en la resolución de problemas de la guía y las instancias evaluatorias.
- Algunos sitios interesantes:

<http://www.aadeca.org>

<http://www.ieee.org/index.html>

<http://www.ieee.org.ar/index.asp>

<http://www.manufacturing.net/magazine/ce/>

<http://www.mathworks.com/>

<http://www.plcs.net/>

#### Principales equipos o instrumentos

Clases virtuales por la COVID-19.

**Espacio en el que se desarrollan las actividades : clases virtuales por la COVID-19**

#### Otros

#### OTROS DATOS

Cursada intensiva	N
Cursada cuatrimestre contrapuesto	N



**Programa Analítico Asignatura**  
**Sistemas de Control**  
(Código E 5.0)



Departamento responsable	Ingeniería Electromecánica	Área	Electrónica
Plan de estudios	Ingeniería Electromecánica 1999 – ResCAFI N° 218/98		

**Programa Analítico de la Asignatura - Año 2021**

**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:** Introducción al control digital. Transformada Z. Muestreo y reconstrucción de señales. Ecuación a diferencias. Función de transferencia y comportamiento transitorio de sistemas muestreados. Analogías y diferencias con los sistemas continuos. Controladores PID digitales y de tiempo mínimo.

## **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.

## **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., 1994.

Wilhelm, R. E.: "Programmable Controller Handbook", Ed. Hayden, 1985.

Porras, A. y Montanero, A.: "Autómatas Programables", Ed. McGraw Hill, 1990.

Considine, D.: "Process/Industrial Instruments and Controls Handbook", Ed. McGraw Hill, 1993.

<b>Firmas</b>	
<b>Docente Responsable</b>	
Nombre y Apellido	<b>Gerardo Acosta</b>
	
<b>Coordinación de la Carrera</b>	
Roberto de la Vega 25/08/21	
<b>Director de Departamento</b>	
 Silvano Rossi	
<b>Secretaría Académica</b>	
 <i>Ingrid C. Nicodemo</i> SECRETARIA ACADEMICA Facultad de Ingeniería - UNCFBA	