


	<b>PLANIFICACIÓN ANUAL ASIGNATURA SISTEMAS DE CONTROL Año 2008</b>				
<b>Docente Responsable</b>					
Nombre y Apellido	Gerardo Acosta				
Categoría docente	Profesor Asociado				
<b>Marco de Referencia</b>					
Asignatura	Sistemas de Control			Código	E5.0
Plan de estudios	Ingeniería Electromecánica 1999 - ResCAFI N° 218/98				
Ubicación en el Plan	4° año - 2° cuatrimestre				
Duración	Cuatrimestral	Carácter	Obligatoria	Carga horaria	8 hs
Asignaturas correlativas	Cursadas	Electrónica An. y Digital			
	Aprobadas				
Otras condiciones para cursar	Examen idioma Inglés		N° de finales < a 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.				
Departamento responsable	Ingeniería Electromecánica		Área	Electrónica	
N° estimado de alumnos	20				
<b>Objetivos</b>					
<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>Aporte F.P.</p> <p>Al aprobar esta asignatura el alumno queda capacitado para:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* realizar diseños sencillos de sistemas de control</li> <li>* manejar y programar con solvencia controladores industriales (básicamente PID's analógicos y digitales y PLC's)</li> <li>* tener nociones acerca de las tendencias de automatización en las modernas plantas industriales, tales como Control Digital, Control Distribuido, Sistemas de Control Supervisor (SCADA).</li> </ul>					
<b>Contenido</b>					
<p>En el capítulo primero se introduce al alumno en la problemática del control, el lenguaje y conceptos básicos (variable controlada, manipulada, referencia, lazo abierto, lazo cerrado,...), qué se espera de un sistema de control. Además de cómo se modela matemáticamente a los sistemas físicos, y cómo se representan con ecuaciones diferenciales y la Transformada de Laplace.</p> <p>El capítulo segundo se refiere al análisis de los sistemas de ordenes 1°, 2° y superiores, cómo especificarlos, cuáles son sus características transitorias, analizando su respuesta básicamente en el dominio temporal. También se presentan los tipos de sistemas para analizar su comportamiento estacionario.</p> <p>El capítulo tercero introduce al análisis de estabilidad de los sistemas lineales e invariantes en el tiempo, y da las pautas a seguir para compensar tales sistemas para estabilizarlos o hacerlos alcanzar alguna especificación de las vistas en el capítulo segundo.</p> <p>El capítulo cuarto da al alumno las bases teóricas y prácticas para manejar las acciones básicas de control industrial, particularmente del controlador proporcional, integral, derivativo (PID) como implementación natural y de amplia difusión de los compensadores antes vistos.</p> <p>El capítulo quinto trata sobre el control digital. Se da una introducción a los sistemas de tiempo discreto, suficiente como para analizar algoritmos de control digital no muy complejos, y efectuar diseños sencillos.</p> <p>El capítulo sexto presenta al control lógico y secuencial, sus aplicaciones más inmediatas, y se dota al alumno con buenas bases para la programación y comprensión de la arquitectura general de los controladores lógicos programables (PLC).</p> <p>El capítulo séptimo, finalmente brinda un pantallazo de las modernas tendencias en automatización industrial, y cómo ha incidido el avance de la electrónica y la informática en los sistemas de control.</p>					
<b>Desarrollo</b>					
<b>Actividades</b>					
Se imparten clases teórico - prácticas y un sistema de evaluación continua, que le permite al alumno afianzar o corregir conceptos en forma gradual a medida que avanza en su conocimiento de la asignatura.					
<b>Estrategias didácticas</b>					
<p>El dictado de los temas en dos clases semanales de 3 horas cada una, comprenderá:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* clases teórico - prácticas donde se desarrollará el tema desde una perspectiva teórica, complementándolos con resolución y/o asistencia en la resolución de ejemplos típicos y problemas de una guía de trabajos prácticos que generen la discusión y ayuden a la comprensión del mismo. Muchos de estos problemas se resolverán mediante el empleo de software</li> <li>* realización de trabajos prácticos de laboratorio con elementos de sistemas de control reales que le permitan al alumno palpar los alcances y limitaciones de las simulaciones hechas en la computadora. De cada laboratorio el alumno preparará un informe escrito que presentará a los docentes, respondiendo a las preguntas que se le formulen al respecto.</li> </ul>					
<b>Recursos didácticos</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>* retroproyector para presentación de temas mediante transparencias</li> <li>* gabinete de computadoras personales para resolución de ciertos problemas con software especializado y acceso a Internet</li> <li>* laboratorio de control PID en el LIDME, para controlar un motor de c.c.</li> <li>* laboratorio de PLC empleando nanoautomatas TWIDO (Telemecanique).</li> </ul>					
Formación práctica – experimental	10 %		Resolución de problemas abiertos	10 %	

<b>Evaluación</b>			
<b>De los Alumnos</b>			
<b>Sistema de evaluación</b>			
Sistema de Cursada	Otro		
Sistema de Promoción	Si	Res CAFI N°	125/1
Examen Libre	No		
<b>Estrategia de evaluación</b>			
<p>Cursada por exámenes parciales con recuperatorio, que se aprobarán con 6/10 puntos. Asimismo, los alumnos deberán presentar los resultados de un laboratorio de automatización con controladores lógicos programables en forma escrita y responder a las preguntas que los docentes les realicen en oportunidad de su entrega. Aprobarán también con 6/10 puntos. Aquellos que aprueben los exámenes parciales, y el laboratorio, habrán CURSADO la asignatura.</p> <p>Rindiendo un COLOQUIO FINAL y habiendo obtenido una calificación en cada uno de los parciales y el laboratorio mayor o igual a 7/10 puntos, los alumnos que cursan pueden PROMOCIONAR la asignatura. La nota final se obtiene mediante la sig. fórmula que tiene en cuenta parciales (P1 y P2), laboratorio (L1) y coloquio (C):</p> $NF=0,15P1+0,1L+0,15P2+0,6C$ <p>Para mayores detalles referirse a las Res. CAFI N° 227/04 y Res. CAFI N° 228/04.</p>			
<b>Del desarrollo de la asignatura</b>			
<p>Clases Prácticas:</p> <p>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.</p> <p>TP#2: Respuesta transitoria de Sistemas lineales – Análisis de sistemas de 1er y 2º orden – Especificaciones dinámicas.</p> <p>TP#3: Especificaciones estáticas – Coeficientes de error – Índices de desempeño.</p> <p>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 de Bode y Nyquist.</p> <p>TP#5: Análisis y diseño de compensadores sencillos – Control mediante PID de distintos sistemas.</p> <p>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.</p> <p>Laboratorios: PLC</p>			
<b>Cronograma</b>			
Semana	Tema / Actividades		
1 (11 Agosto)	Cap I (Introducción - Conceptos básicos - Sistemas Lineales)		
2 (18 Agosto)	Cap I y II (Modelos matemáticos)		
3 (25 Agosto)	Cap II (Análisis de respuesta transitoria - software)		
4 (1 Septiembre)	Cap II (Análisis de respuesta estacionaria)		
5 (8 Septiembre)	Cap III (Estabilidad - Routh/Hurwitz)		
6 (22 Septiembre)	Cap III (Estabilidad - Evans - Bode)		
7 (29 Septiembre)	Cap IV (Control PID) + Examen Parcial 1		
8 (6 Octubre)	Cap IV (Control PID) + Recuperatorio Parcial 1		
9 (13 Octubre)	Cap V (Control Digital)		
10 (20 Octubre)	Cap V (Control Digital)		
11 (27 Octubre)	Cap VI (PLC)		
12 (3 Noviembre)	Cap VI (PLC - software) + Laboratorio (PLC)		
13 (10 Noviembre)	Laboratorio (PLC)		
14 (17 Noviembre)	Parcial 2 + Entrega Laboratorio		
15 (24 Noviembre)	Recuperatorios - Cap VII (tendencias - cont. distrib. - sistemas SCADA)) + Entrega de cursadas		
16 (1 Diciembre)	Coloquio Promoción		
<b>Recursos</b>			
<b>Recursos Humanos – Docentes de la asignatura</b>			
Nombre y Apellido		Función docente	
Dr. Ing. Gerardo Acosta		Desarrollo Teoría y Práctica	
Ing. Edgardo Beytía		Desarrollo Teoría y Práctica	
<b>Recursos Materiales</b>			
<b>Software, Sitios interesantes de Internet</b>			
<p>Empleo de MATLAB 5.2 para la asistencia en la resolución de problemas</p> <p>Empleo de programadores de PLC según marca (Telemecanique, Festo)</p> <p>Algunos sitios interesantes</p> <p><a href="http://www.aadeca.org">http://www.aadeca.org</a></p> <p><a href="http://www.ieee.org">http://www.ieee.org</a></p> <p><a href="http://www.manufacturing.net/magazine/ce/">http://www.manufacturing.net/magazine/ce/</a></p> <p><a href="http://www.mathworks.com/">http://www.mathworks.com/</a></p> <p><a href="http://www.natinst.com/news">http://www.natinst.com/news</a></p> <p><a href="http://www.plcs.net/">http://www.plcs.net/</a></p>			

**Principales equipos o instrumentos**

Laboratorio de Electricidad y Electrónica (LABEYEL)

- \* 2 bancos de trabajo con: osciloscopios analógicos y digitales, generadores de señales, fuentes de alimentación, multímetros
- \* PC 486 con Windows 95 + nanoautomata Telemecanique TSX707
- \* PC 486 DX2 con Windows 95 + LabView + Placa A/D + prototipo para control de velocidad de motor de inducción cargado (para laboratorio PID)

Laboratorio de Autom. y Robótica (LAR)

- \* 5 bancos de trabajo con PLC TWIDO (para laboratorio PLC)
- \* Matlab + Control System Toolbox

Laboratorio Industrial de Máquinas Eléctricas (LIDME)

- \* PC Pentium con Windows 2000 + Wonderware + PLC interfaz con motor de c.c. (para laboratorio PID)

Aulas

- \* retroproyector
- \* pantalla LCD ó cañón
- \* acceso a la red de área local de la Facultad/Internet

Gabinete de Computación

- \* 17 PC Pentium con Matlab + Control System Toolbox

**Espacio en el que se desarrollan las actividades**

Aula <input checked="" type="checkbox"/>	Laboratorio <input checked="" type="checkbox"/>	Gabinete de Computación <input checked="" type="checkbox"/>	Campo <input type="checkbox"/>
--	---	---	--------------------------------

Otros

**Otros datos**

Cursada Intensiva	No	ResCAFI	/
Cursada cuatrimestre contrapuesto	No	ResCAFI	/

	<b>PROGRAMA ANALÍTICO ASIGNATURA</b> <b>SISTEMAS DE CONTROL</b> (E5.0)			
	Departamento responsable	Ingeniería Electromecánica	Área	
Plan de estudios	Ingeniería Electromecánica 1999			

### Programa Analítico de la Asignatura - Año 2008

**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. Definición de estabilidad absoluta y relativa. 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:** Análisis de estabilidad de sistemas lineales continuos. Método del lugar de las raíces (Evans). Reglas generales para la construcción del lugar de raíces. Método de Routh-Hurwitz. 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.

**CAPÍTULO VI:** Controladores Lógicos Programables (PLC). Arquitectura general. Distintos tipos de representación (diagramas escalera, sentencias, compuertas lógicas). Instrucciones básicas. Programación de aplicaciones.

**CAPÍTULO VII:** Tendencias actuales en automatización industrial. 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.  
 Ogata, K.: "Discrete-Time Control Systems", 2nd Ed., Prentice-Hall, 1995.  
 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. CECSA, 2a edición, 1978.

### Bibliografía de Consulta

- Sinha, N.: "Control Systems", Ed. J. Wiley & Son, 1994.  
 Frederick, D. and 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.: "Sistemas de Control de Procesos, aplicaciones, diseño y sintonización", McGraw Hill Buenos Aires, 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.

### Docente Responsable

Nombre y Apellido Gerardo Acosta

Firma

### Dirección de Departamento

Firma

### Secretaría Académica

Firma