



FACULTAD DE INGENIERÍA  
Universidad Nacional de La Plata



UNIVERSIDAD  
NACIONAL  
DE LA PLATA

Código: **E1219**

Programa de:

## Control Automático II

Fecha Actualización: 08/11/2023

### CARRERAS PARA LAS QUE SE DICTA

Carrera	Plan	Carácter	Cantidad de Semanas		Año	Semestre
Ingeniería en Telecomunicaciones	2018	Obligatoria	Totales: <b>21</b>		5to	1ero
			Clases: <b>16</b>	Evaluaciones: <b>5</b>		
Ingeniería Electrónica	2018	Obligatoria	Totales: <b>21</b>		4to	1ero
			Clases: <b>16</b>	Evaluaciones: <b>5</b>		

### CORRELATIVIDADES

PARA CURSAR	PARA APROBAR
<b>E1211 Análisis de Sistemas y Señales (Aprobada)</b> <b>E1216 - Control Automático 1 (Regularizada)</b>	<b>E1216 - Control Automático 1 (Aprobada)</b>

### DATOS GENERALES

### PLANTEL DOCENTE

Departamento: Electrotecnia		Prof. Responsable: <b>Fernando Valenciaga</b>
Área:		Profesor Titular: <b>Fernando Valenciaga</b>
Tipificación: <b>Tecnológicas Aplicadas</b>		Profesor Asociado:
<b>HORAS</b>		Profesor Adjunto:
Bloque de CB	Mat.	
	Física	
	Química	
	Informática	
	<b>Total</b>	
Bloque de TB		JTP: <b>Nicolas Rosales</b>
Bloque de TA	<b>86</b>	Ay. Diplomado: <b>Alejandro Moyano</b> <b>Facundo Mosquera</b> <b>Diego Riva</b>
Bloque de Complementarias	10	Ay. Alumno:
Bloque de Otros Contenidos		
<b>TOTAL</b>	<b>96</b>	

--

<b>CARGA HORARIA</b>			
<b>HORAS DE CLASE</b>			
<b>TOTALES: 96</b>		<b>SEMANALES: 6</b>	
<b>TEORÍA:</b> <b>48</b>	<b>PRÁCTICA:</b> <b>48</b>	<b>TEORÍA:</b> <b>3</b>	<b>PRÁCTICA:</b> <b>3</b>
<b>FORMACIÓN PRACTICA</b>			
Formación Experimental <b>4</b>	Resol. de Problemas <b>8</b>	Proyecto y Diseño	PPS
<b>HORAS DE ESTUDIO ADICIONALES A LAS DE CLASE (NO ESCOLARIZADAS)</b>			
<b>TEORÍA:</b>		<b>PRÁCTICA:</b>	
<b>OBJETIVOS:</b>			
Proporcionar la base teórica para el tratamiento de los sistemas de control a través de variables de estado			
<b>PROGRAMA SINTÉTICO:</b>			
Vectores de estado. Ecuaciones de estado. Análisis de sistemas en el espacio de estados. Proyecto de controladores y observadores Control óptimo.			
<b>PROGRAMA ANALÍTICO:</b>		<b>AÑO DE APROBACIÓN:</b>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Modelo de Estados. Concepto de estado, variables de estado y modelo de estados. Modelización de sistemas. Representaciones. Formas Canónicas. Transformaciones de variables. Diagonalización. Autovectores y autovalores. Forma de Jordan. Modelos entrada-salida y modelos de estados.</li> <li>2. Análisis de sistemas en el Espacio de Estados. Solución de las ecuaciones de estado. Interpretación y propiedades de la matriz de transición de estados. Solución a través de transformaciones de estados. Solución mediante la transformada de Laplace. Vinculación con funciones de transferencia. Aplicación del teorema de Cayley-Hamilton.</li> <li>3. Proyecto de Controladores por realimentación de estados. Concepto de controlabilidad y observabilidad, métodos para su determinación. Efecto de cancelación polo-cero. Asignación de polos por realimentación de estados. Expansión del sistema para reducir errores de estado estacionario. Observadores de estado de orden completo y de orden reducido. Principio de separación.</li> <li>4. Modelo de Estado de Sistemas Discretos. Representaciones. Solución de las ecuaciones de estado de tiempo discreto. Diseño de controladores discretos por realimentación de estados. Controlabilidad y Observabilidad de sistemas discretos.</li> <li>5. Control Óptimo Nociones de optimización clásica y cálculo de variaciones. Programación dinámica. Regulador lineal con criterio cuadrático. Las ecuaciones diferencial y algebraica de Riccati.</li> <li>6. Introducción a los sistemas no-lineales. Conceptos básicos de sistemas no-lineales. Puntos de equilibrio. Clasificación. Linealización de Sistemas no-lineales. Análisis de sistemas no-lineales en el plano de fase.</li> </ol>			

### **ACTIVIDADES PRÁCTICAS:**

Las actividades prácticas consisten en clases de resolución de problemas y en clases 'demostrativas' con proyección de simulaciones por computadora y laboratorios experimentales. En todos los casos se busca la participación activa de los estudiantes. El material para cada actividad se encuentra disponible con suficiente anticipación en la página web de la cátedra ([www.ing.unlp.edu.ar/controlm](http://www.ing.unlp.edu.ar/controlm)). Los alumnos disponen de guías con ejercicios, problemas y un ejemplo resuelto con un problema típico. En estas guías se hace una distinción entre "ejercicios" y "problemas". Los ejercicios deben poder ser resueltos a partir de la lectura de los textos y de lo expuesto en las clases teóricas. La resolución de un problema requiere algo más. En algunos casos exigen una cuota de creatividad o también de conocimientos accesorios correspondientes a otras materias. Un problema, se presta para la discusión y su solución puede no ser única. La ejercitación propuesta busca combinar:

- Problemas conceptuales, con rápida resolución analítica si esta fuera necesaria,-Problemas de complejidad creciente, donde realmente se verifique la conveniencia y/o necesidad de emplear las herramientas propuestas frente a las empleadas en otros cursos,
- Problemas cuyo objetivo principal sea la integración de conceptos,
- Problemas abiertos a varias soluciones, que permitan al alumno fomentar su capacidad para evaluar crítica, cualitativa y cuantitativamente, las distintas alternativas.

Se fomenta y, en determinados problemas se exige, el empleo de programas de análisis, cálculo y simulación de sistemas dinámicos que evitan cálculos reiterativos o tediosos, acentuando la atención en aspectos conceptuales y formativos. Las actividades prácticas se complementan con horarios de consulta, y con seminarios de apoyo en temas referidos al uso de los Toolbox de Control de Matlab y Simulink. En las clases 'demostrativas' se proyectan y analizan problemas simulados en PC. Son participativas y la experiencia indica que resultan motivadoras para el alumnado.

### **METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA:**

La metodología de enseñanza empleada busca privilegiar la formación racional y crítica sobre la mera acumulación de información. Durante el curso se dictan clases teóricas, prácticas, teórico-prácticas, demostrativas y de consulta.

- Clases teóricas: en estas clases se imparten los conceptos que proporcionan el marco en que se sustenta la teoría del Control Moderno. Se busca ser riguroso con los fundamentos y demostraciones.
- Clases prácticas y teórico-prácticas: los docentes brindan la asistencia necesaria, a través de discusiones guiadas, para que los alumnos puedan asimilar los conocimientos troncales de cada tema. Se trata de aportar abundantes ejemplos con problemas simples y ricos en conceptos. Se propone a los alumnos tareas de complejidad creciente y que aseguren la integración paulatina de conceptos.
- Clases de consulta: se abordan las dificultades, en general individuales, que surgen en las clases grupales o en los estudios particulares. Todos los docentes asisten a las clases de consulta. -Laboratorios: en estas actividades los alumnos experimentan con técnicas de realimentación de estados sobre circuitos implementados con amplificadores operacionales.
- Clases de 'demostración': son clases en las que se hace uso de proyección de simulaciones por computadora de distintos problemas. Están destinadas a fijar conceptos, analizar comportamientos dinámicos, evaluar y comparar métodos de diseño de controles por variables de estado.

También se dictan en forma paralela clases de apoyo para el mejor uso de los programas de análisis y diseño. En todas las clases, se trata de incentivar la participación activa y voluntaria del alumno. La cátedra tiene una página web ([www.ing.unlp.edu.ar/controlm](http://www.ing.unlp.edu.ar/controlm)) donde el alumno dispone de toda la información referida a la cátedra, en particular contiene: -las guías de trabajos prácticos, con ejercicios típicos resueltos.- programas de análisis y ejemplos de simulación (preparados por la cátedra). Estos últimos pueden ser modificados libremente a fines de experimentación. -apuntes propios para apoyo en el uso de los programas de simulación empleados en la cátedra. -Links a páginas de interés. El material disponible en la red, busca

motivar al alumno en temas de la cátedra, incentivar la búsqueda de información y facilitar las tareas accesorias. Existe comunicación entre alumnos y docentes vía el e-mail de la cátedra.

**ACTIVIDADES EXTRACURRICULARES SISTEMATIZADAS** (visitas, charlas, conferencias, etc.):

**SISTEMA DE EVALUACIÓN:**

La metodología de evaluación se ajusta a la Ordenanza 028/02 de la Facultad de Ingeniería. La asignatura comprende dos módulos. Cada uno de ellos tiene una evaluación, de características teórico-prácticas, con dos oportunidades para rendirla: una fecha original y un recuperatorio. Existe un examen flotante como instancia adicional, para ser usado como recuperatorio de alguna de las evaluaciones. Las notas se puntúan en una escala 0-10. En cuanto a la aprobación, puede conseguirse por "Promoción Directa" o por "Examen Final" Promoción Directa. Se requiere que el alumno alcance en cada evaluación, una nota mayor o igual a (4) cuatro y tenga un promedio, entre las notas de los dos parciales, de al menos (6) seis. Examen Final Esta alternativa corresponde para aquellos alumnos que no hayan aprobado la asignatura por el régimen de promoción directa y posean una calificación mínima de (4) cuatro puntos en cada evaluación parcial. Si en esta evaluación, el alumno obtiene una calificación igual o mayor que (4) cuatro puntos, aprobará la asignatura con dicha calificación como calificación definitiva.

**OBSERVACIONES:**

**BIBLIOGRAFÍA:**

- B. Friendland. *Control Systems Design*. Dover Books on Electrical Engineering, 2005.
- B. Friendland, *Control Systems Design*. McGraw Hill. 1986.
- K. Ogata, *Ingeniería de Control Moderna*. Prentice Hall, 5ta Edición, 2010.
- W.L.Brogan, *Modern Control Theory*. Pearson; 3rd edition, 1990.
- I.J. Nagrath and M. Gopal. *Control Systems Engineering*. New Age International Publishers, 5th Edition, 2007.
- J.S. Bay. *Fundamentals of Linear State Space Systems*. McGraw-Hill Science/Engineering/Math. 1st edition, 1998.
- 

#### **EJES Y ENUNCIADOS MULTIDIMENSIONALES Y TRANSVERSALES**

**CARRERA ELECTRÓNICA:**

- Proyecto, diseño y cálculo de sistemas, equipos y dispositivos de generación, transmisión y/o procesamiento de campos y señales analógicos y digitales; circuitos integrados; hardware de sistemas de cómputo de propósito general y/o específico y el software a él asociado; hardware y software de sistemas embebidos y dispositivos lógicos programables; sistemas de automatización y control; sistemas de procesamiento y de comunicación de datos y sistemas irradiantes. (GRADO ALTO)
- Planteo, interpretación, modelado, implementación, resolución, análisis y síntesis de circuitos y sistemas electrónicos. (GRADO ALTO)

**CARRERA ELECTRÓNICA/TELECOMUNICACIONES:**

- Identificación, formulación y resolución de problemas de ingeniería (GRADO ALTO)
- Concepción, diseño y desarrollo de proyectos de ingeniería (GRADO ALTO)
- Utilización de técnicas y herramientas de aplicación en la ingeniería (GRADO ALTO)
- Fundamentos para el desempeño en equipos de trabajo. (GRADO MEDIO)
- Fundamentos para una comunicación efectiva. (GRADO MEDIO)

**MATERIAL DIDÁCTICO:**

El material didáctico producido por la cátedra se encuentra disponible en la página web de la cátedra. En particular allí pueden encontrarse:

1. Guías de Trabajos Prácticos: Las guías consisten en Ejercicios y Problemas propuestos. Presentan Ejemplos típicos resueltos.
2. Apuntes de apoyo para la comprensión y uso de software de análisis y simulación.-. Introducción a MATLAB-. Introducción al Control System Toolbox.-. Notas de control digital por realimentación de estados.
3. Programas Didácticos. Interfaz gráfica para visualizar trayectorias en el espacio de estados.
4. Programas en Matlab de ejemplos de simulación. El objetivo de estos programas es proveer al alumno de ejemplos de simulación abiertos a fin que pueda modificarlos libremente y experimentar.

**ACTIVIDAD LABORATORIO-CAMPO**

Nombre	Tema	Laboratorio	Días y Horarios
Laboratorio de Realimentación de Estados	Realimentación de estados	ATEI	En horarios de práctica. Duración: 3horas en un día.
Laboratorio de Observadores de estados discretos	Observadores de Estados Discretos	ATEI	En horarios de práctica. Duración: 3horas en un día.

**Descripción:**

- Cálculo y verificación experimental de problemas de diseño con realimentación de estados para asignación de autovalores y de observadores de estados discretos.
- Verificación experimental de problemas de realimentación de estados en sistemas expandidos para rechazar perturbaciones.

**Herramientas Utilizadas:**

- Placas electrónicas especialmente diseñadas
- Osciloscopios
- Placas adquisidoras
- Generadores de funciones
- Fuentes de alimentación

**Equipos y elementos de seguridad para esta tarea:**

Se trabaja con baja tensión, no existiendo elementos de riesgo. Aun así, todas las mesas de trabajo disponen de disyuntores diferenciales.
