



"Donar Organos es Donar Esperanzas"

Universidad Nacional del Nordeste
Facultad de Ingeniería

CARRERA: INGENIERIA ELECTROMECHANICA		
DEPARTAMENTO DE: MECÁNICA		
ASIGNATURA: - SISTEMAS DE CONTROL - (Código 534)		
APROBADO POR RESOLUCION Nº 065/02 – C.D.		
AREA: CIENCIAS TECNOLOGICAS APLICADAS		
CARACTER DE LA ASIGNATURA		OBLIGATORIA
REGIMEN	HORAS DE CLASE	PROFESORES
Cuatrimestral	Por Semana	Titular: Ing. Eduardo Alberto Cirera (a designar) Adjunto:
	6	
ASIGNATURAS CORRELATIVAS PRECEDENTES		
Aprobadas		Regularizadas
<i>Medidas Eléctricas</i>		<i>Electrónica I</i>

PROGRAMA DE LA ASIGNATURA

1. OBJETIVOS

Comprender la teoría de los sistemas de control. Conocer y saber aplicar: Componentes, Sistemas de control y automatización industriales.

1.1. OBJETIVOS GENERALES

Lograr que los alumnos del 5^o año de la carrera de Ingeniería Electromecánica obtengan:

1. Conocimientos sobre la Teoría de Control Clásica y la Teoría de Control Moderna.
2. Capacidad y habilidades para el análisis y diseño de sistemas de control.
3. Conocimiento y manejo de una de las principales herramientas informáticas específicas de esta disciplina.
4. Conocimiento actualizado sobre técnicas modernas de control.

1.2. OBJETIVOS PARTICULARES (Por Unidad)

Para cumplir con los Objetivos Generales, se trazan los siguientes Objetivos Particulares. El logro de estos Objetivos permitirán al alumno:

Unidad I: Obtener una ubicación general de la disciplina dentro de la Ingeniería.

Unidad II: Lograr una base sólida en el manejo de ecuaciones diferenciales y en variables complejas para el modelado de sistemas.

Unidad III: Profundizar en las principales Técnicas de Modelación de Sistemas de Control Automático.

Unidad IV: Conocer las principales Técnicas de Control. Lograr la capacidad de diferenciarlas y evaluar la aplicación de cada una de ellas, como así también conocer los demás elementos componentes de un sistema de control, como son los sensores y los actuadores.

Unidad V: Obtener la capacidad de análisis de Sistemas de Control bajo la óptica de la Teoría de Control Clásica.

Unidad VI: Conocer y programar un software específico para el diseño de Sistemas de Control Automático.

Unidad VII: Manejar una herramienta teórica de análisis y diseño de Sistemas de Control.

Unidad VIII: Conocer el comportamiento y lograr la capacidad para el análisis y diseño de los Sistemas de Control en el dominio de la frecuencia.

Unidad IX: Obtener la capacidad de analizar y diseñar Sistemas de Control digital.



Universidad Nacional del Nordeste

Facultad de Ingeniería

Unidad X: Obtener la capacidad para analizar y diseñar Sistemas de Control en el espacio de estados, bajo la óptica de la Teoría de Control Moderna.

Unidad XI: Conocer las propiedades de Observabilidad y Controlabilidad de los Sistemas de Control en el espacio de estados.

Unidad XII: Obtener conocimientos actualizados sobre las tendencias actuales de la disciplina.

2. CONTENIDOS

2.1 CONTENIDOS MINIMOS

Sistemas realimentados. Funciones de transferencia. Controladores. Sensores. Transductores y actuadores. Controladores lógicos programables. Control distribuido.

2.2 CONTENIDO ANALITICO

UNIDAD I: Introducción a la Disciplina: Breve desarrollo histórico. Estado actual. Control Automático: Áreas involucradas. Ventajas y Desventajas. Aplicaciones. Problemas éticos.

UNIDAD II: Conceptos Físicos: Conceptos de Masa, Fuerza, Aceleración, Torques, Trabajo, Potencia, Electricidad, Voltaje, Corriente, Capacitancia, Inductancia, Resistencia. Ejemplos de sistemas sencillos. Conceptos Matemáticos: Conceptos de Ecuaciones Diferenciales Lineales. Variables y Funciones Complejas. Representación en el Plano Complejo. Transformada de Laplace: Concepto. Uso de las Tablas. Teorema de la Diferenciación Real. Teorema de la Diferenciación Compleja. Teorema del Valor Final. Teorema del Valor Inicial. Transformada Inversa de Laplace: Procedimientos y Métodos. Trabajo Práctico N° 1: resolución manual de ejercicios sobre el contenido de la Unidad 2.

UNIDAD III: Modelado de Sistemas Dinámicos: Conceptos. Ecuaciones involucradas. Modelos en el tiempo. Modelos en variables complejas. Función de Transferencia: Concepto. Variables. Lazo Cerrado. Polos y Ceros. Lazo Abierto. Aplicaciones. Diagramas de Bloques: Componentes. Ventajas. Procedimientos de Trazado. Técnicas de Reducción. Diagramas de Flujo de Señales: Componentes. Ventajas. Analogías. Técnicas de Trazado. Aplicaciones. Fórmula de Mason. Trabajo Práctico N° 2: resolución manual de ejercicios sobre el contenido de la Unidad 3.

UNIDAD IV: Acciones Básicas de Control: Control P. Control PI. Control PD. Control PID. Efectos en el comportamiento del Sistema. Sintonización de Controladores. Controladores Industriales. Sensores: Principios de funcionamiento. Constantes de tiempo. Ganancia. Sensores Industriales. Elementos Actuadores: La válvula de control. Distintos tipos. Selección. Cálculo. Constante de Tiempo. Ganancia. Accionamientos. Válvulas Industriales.

UNIDAD V: Análisis de la Respuesta Transitoria y de Estado Estacionario: Nociones de Estabilidad. Principales Parámetros. Señales de Prueba Típicas: Señal Impulso. Señal Escalón. Señal Rampa. Sistemas de Primer Orden: Comportamiento ante distintas entradas. Constante de Tiempo. Sistemas de Segundo Orden: Análisis de la Respuesta Temporal. Amortiguamiento. Frecuencia Natural. Componentes Fundamentales de la Respuesta Temporal. Influencia de la ubicación de Polos y Ceros.

UNIDAD VI: MatLab: Introducción. Aplicaciones. Toolbox. Programación. Trabajo Práctico N° 3: resolución mediante PC de ejercicios sobre el contenido de las Unidades 4 y 5.

UNIDAD VII: Técnica del Lugar Geométrico de las Raíces: Conceptos. Mecánica de resolución. Análisis de Sistemas utilizando esta técnica. Trabajo Práctico N° 4: resolución manual y mediante PC de ejercicios sobre el contenido de la Unidad 7.

Unidad VIII: Análisis de Respuesta en Frecuencia: Conceptos. Trazas de Bode. Frecuencias de Cruce. Márgenes de Ganancia y de Fase. Ancho de Banda. Estabilidad. Trabajo Práctico N° 5: resolución mediante PC de ejercicios sobre el contenido de la Unidad 8.



Universidad Nacional del Nordeste

Facultad de Ingeniería

Unidad IX: Control Digital: Conceptos. Transformada Z. Discretización de Variables Continuas. Retenedores de Orden Cero y de Orden Uno. **Autómatas Programables:** Introducción a los PLC's. Conceptos de Lógica Booleana. Lenguaje de Contactos. **Sistemas SCADA:** Conceptos. Principales Componentes. Aplicaciones.

Unidad X: Conceptos Matemáticos: Matrices. Determinantes. Vectores. Operaciones. **Teoría de Control Moderna:** Conceptos. Sistemas con más de una entrada y salida. Variables de Estado. Equivalencias con la Función de Transferencia. **Trabajo Práctico N° 6:** resolución manual y mediante PC de ejercicios sobre el contenido de la Unidad 10.

Unidad XI: Observabilidad y Controlabilidad: Conceptos. Observadores de Estado. Formas Canónicas. Matrices de Transformación.

Unidad XII: Técnicas Modernas de Control: Conceptos. Principales tendencias. **Control Inteligente:** Sistemas Expertos. Redes Neuronales Artificiales. Control Fuzzy. Controlador de Articulación Modelo del Cerebelo. **Otras Técnicas:** Control Predictivo. Control adaptativo. Control No Lineal. Sistemas CACSD (Computer Aided Control Systems Design). Control Distribuido. Jerarquías.

3. BIBLIOGRAFIA

3.1 BIBLIOGRAFIA BASICA

1. Ingeniería de Control Moderna – *Katsuhiko Ogata* – Editorial Prentice Hall.
2. Sistemas de Control Automático – *Benjamin C. Kuo* – Editorial Prentice Hall.
3. Control Automático de Procesos. Teoría y Práctica – *Carlos A. Smith & Armando B. Corripio* – Limusa Noriega Editores.
4. Sistemas de Control en Ingeniería – *Paul H. Lewis & Chang Yang* – Editorial Prentice Hall.
5. Sistemas Modernos de Control - *Richard C. Dorf* - Editorial Addison-Wesley Iberoamericana

3.1 BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTARIA

1. Nonlinear Systems – *Hassan K. Khalil* – Editorial Prentice Hall
2. Introducción a los Sistemas No Lineales de Control y sus Aplicaciones – *Carlos E. D'Atellis* – AADECA, Asociación Argentina de Control Automático.
3. Control Systems of Variable Structure – *U. Itkis* – John Wiley & Sons.
4. Proceedings de Congresos de Control Automático.
5. Revistas y Publicaciones periódicas sobre la disciplina.

4. METODOLOGIA DE ENSEÑANZA

Para el desarrollo de la asignatura, se empleará la siguiente metodología en el dictado de las clases:

- 4.1 Clases Teóricas:** En las mismas se hará el desarrollo de los temas teóricos de la asignatura, se presentarán ejemplos de algunas situaciones especiales, y se plantearán los temas a desarrollar en la próxima clase para que los alumnos puedan buscar información y bibliografía. Se responderán consultas sobre temas dados con anterioridad y se orientará a los alumnos en la búsqueda de soluciones a situaciones que se pueden presentar en las clases prácticas.
- 4.2 Clases Prácticas:** En estas clases se hará el desarrollo de los Trabajos Prácticos, se orientará a los alumnos para la resolución de ejercicios que deberán realizar de forma personal en horario extra áulico, y se controlarán los resultados obtenidos, además de responder consultas sobre el tema.
- 4.3 Clases de Laboratorio:** Las mismas serán Teórico-Prácticas. Se trabajará en la solución mediante el uso de PC's y software específico de problemas que requieran este tipo de solución. De esta manera se podrán



Universidad Nacional del Nordeste

Facultad de Ingeniería

comparar resultados con los problemas realizados en forma manual, se podrán modificar condiciones y situaciones de los problemas dados, obtener los resultados en forma rápida y en consecuencia sacar conclusiones sobre la influencia de dichos cambios.

4.4 Clases de Seminarios: En ellas, los alumnos organizados en grupos de no más de tres, expondrán al resto de la clase sobre un tema específico de la materia, que será sorteado en la primera clase, juntamente con la formación de los grupos.

5. EVALUACION

Durante el desarrollo de la asignatura, el alumno será evaluado mediante:

1. Dos exámenes parciales y un recuperatorio global.
2. Dictado de Clases de Seminario.
3. Realización de Trabajos Prácticos.

5.1 Condiciones de Regularidad y Promoción

5.1.1 Regularización: El alumno podrá acceder a la condición de Regular, si cumple con:

1. Aprobar los dos exámenes parciales, o el recuperatorio global, con una nota no inferior al 60%.
2. Aprobar la clase de Seminario con una nota no inferior al 60%.
3. Asistir al 80% de las clases Teóricas y Prácticas.

5.1.2 Promoción: El alumno podrá Promocionar en forma total la materia, para ello debe cumplir con:

1. Aprobar los dos exámenes parciales, o el recuperatorio global, con una nota no inferior al 80%.
2. Aprobar la clase de Seminario con una nota no inferior al 80 %.
3. Asistir al 80% de las clases Teóricas y Prácticas.
4. Entregar para su aprobación la carpeta con los Trabajos Prácticos resueltos.

5.2 Evaluación Final

El examen final se realizará según la condición del alumno:

5.2.1 Alumnos Promocionados: No rendirán examen final.

5.2.2 Alumnos Regulares: El examen constará de una parte práctica escrita, y de una parte teórica que se rendirá oralmente. El examen abarcará todo el contenido del programa de la materia.

5.2.3 Alumnos con Regularidad Vencida: El examen constará de tres partes: una práctica escrita, una defensa oral del práctico, y una exposición oral sobre la teoría. El examen abarcará todo el programa de la materia.