

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE ASUNCIÓN**  
**FACULTAD POLITÉCNICA**  
**INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA**  
**PLAN 2008**  
**PROGRAMA DE ESTUDIOS**

**I. - IDENTIFICACIÓN**

1. Materia	: Sistemas de Control I
2. Semestre	: Sexto
3. Horas semanales	: 5 horas
3.1. Clases teóricas	: 3 horas
3.2. Clases prácticas	: 2 horas
4. Total real de horas disponibles	: 80 horas
4.1. Clases teóricas	: 48 horas
4.2. Clases prácticas	: 32 horas

**II. - JUSTIFICACIÓN**

El control automático ha jugado un papel vital en el avance de la ciencia y de la ingeniería, se ha vuelto parte integral e importante de los procesos industriales y de manufactura modernos. Como los avances en la teoría y práctica del control automático brindan medios para lograr el funcionamiento óptimo de sistemas dinámicos, mejorar la productividad, liberarse de la monotonía de muchas operaciones manuales rutinarias y repetitivas, y otras ventajas, la mayoría de los ingenieros y científicos deben poseer un buen conocimiento de este campo.

**III. - OBJETIVOS**

1. Conocer los conceptos y métodos utilizados en el análisis de sistemas.
2. Aprender los modelos matemáticos utilizados en el análisis de sistemas.
3. Comprender el análisis de sistemas por el método de respuesta transitoria.
4. Comprender el análisis de sistemas utilizando el lugar geométrico de las raíces.
5. Comprender el análisis de sistemas por el método de respuesta en frecuencia.

**IV. - PRE - REQUISITO**

1. Cálculo VI.

**V. - CONTENIDO**

**5.1. Unidades programáticas**

1. Introducción al análisis de sistemas.
2. Métodos matemáticos en el análisis de sistemas.
3. Modelos matemáticos de sistemas físicos lineales y no lineales, variables en el tiempo.
4. Análisis de sistemas por el método de respuesta transitoria.
5. Análisis de sistemas utilizando el lugar geométrico de las raíces.

**5.2. Desarrollo de las unidades programáticas**

1. Introducción al Análisis de Sistemas.
  - 1.1. Definición de conceptos y métodos a utilizar en el Análisis de Sistemas.
    - 1.1.1. Descripción de plantas, procesos, sistemas, señales, perturbaciones, sistemas con retroalimentación, sistemas de control, servomecanismos, sistemas de regulación automática y sistemas de control de procesos.
  - 1.2. Características sistemas de lazo abierto y lazo cerrado.
    - 1.2.1. Ventajas y desventajas.
  - 1.3. Control Directo versus Control Indirecto.
    - 1.3.1. Sistemas adaptativos y con aprendizaje.
    - 1.3.2. Ejemplos ilustrativos de sistemas de control de presión, velocidad, numéricos, tráfico y negocios.
  - 1.4. Sistemas biológicos, de control por computadoras y de control de inventario.
    - 1.4.1. Principios de diseño de sistemas, análisis y síntesis.
2. Métodos matemáticos en el análisis de sistemas.
  - 2.1. Repaso de la transformada directa e inversa de Laplace y sus aplicaciones en la solución de las ecuaciones diferenciales
  - 2.2. Características de sistemas dinámicos.
  - 2.3. Repaso de álgebra matricial y definiciones de matrices iguales, vectoriales, cuadradas, diagonales, unitarias y nulas.
  - 2.4. Determinante, conjugada, transpuesta e inversa de una matriz.
3. Modelos matemáticos de sistemas físicos lineales y no lineales, variables en el tiempo.
  - 3.1. Funciones de transferencia de sistemas mecánicos de translación y rotación, de circuitos eléctricos con impedancias complejas y elementos pasivos y activos.
  - 3.2. Sistemas análogos eléctricos y mecánicos.
    - 3.2.1. Cantidades análogas.
  - 3.3. Linealización de modelos matemáticos no lineales.

- 3.3.1. Definición y uso del diagrama de bloques en el análisis de sistemas.
    - 3.3.2. Obtención y reducción del diagrama de bloques de un sistema.
    - 3.3.3. Álgebra del diagrama de bloques.
    - 3.3.4. Obtención del diagrama de bloques de sistemas físicos de una o más entradas y de una o más salidas.
  - 3.4. Sistemas de variables múltiples y matrices de transferencia.
  - 3.5. Gráfico del flujo de señal.
    - 3.5.1. Definiciones.
    - 3.5.2. Propiedades.
    - 3.5.3. Representación y álgebra del gráfico de flujo de señal.
4. Análisis de sistemas por el método de respuesta transitoria.
  - 4.1. Señales de pruebas, respuestas transitoria y estacionaria.
    - 4.1.1. Estabilidad absoluta, relativa y error de estado estacionario.
  - 4.2. Funciones de respuesta, impulso e integrales de convolución.
    - 4.2.1. Sistemas de primer orden y respuesta al escalón unitario, a la rampa unitaria y al impulso unitario.
    - 4.2.2. Sistemas de segundo orden y respuesta al escalón unitario, a la rampa unitaria y al impulso unitario .
  - 4.3. Especificaciones de rendimiento de sistemas de orden superior.
  - 4.4. Polos dominantes de lazo cerrado y respuesta no oscilatoria.
  - 4.5. Criterio de estabilidad de Routh.
    - 4.5.1. Estabilidad absoluta y relativa.
    - 4.5.2. Aplicación del método de Routh en el análisis de sistemas.
5. Análisis de sistemas utilizando el lugar geométrico de las raíces.
  - 5.1. Reglas generales para la construcción del diagrama de lugar de raíces de sistemas de primer y segundo orden y de sistemas de orden superior.
  - 5.2. Efecto de polos y ceros en el lugar de raíces de sistemas de segundo orden.
  - 5.3. Cancelación de polos y ceros en la función de transferencia de un sistema.
  - 5.4. Comparación de los efectos de realimentación derivativa, integral y de velocidad sobre el rendimiento de sistemas de retroalimentación.
  - 5.5. Sistemas con estabilidad condicional y de fase no mínima.
  - 5.6. Sistemas con atraso de transporte y aproximaciones.
  - 5.7. Efecto de la variación de los parámetros en los polos de lazo cerrado.
  - 5.8. Configuraciones típicas del diagrama de lugar de raíces.

## VI. - ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS

1. Presentación de la teoría en el pizarrón.
2. Lectura interpretativa fuera de horario para el seguimiento de las clases.
3. Resolución de ejercicios teóricos-prácticos por el profesor.
4. Resolución de ejercicios en el pizarrón, aplicando la teoría estudiada.
5. Participación de los alumnos en la resolución de los problemas en las clases prácticas
6. Realización y presentación de trabajos prácticos

## VII. - MEDIOS AUXILIARES

1. Pizarrón.
2. Bibliografía de apoyo.
3. Ejercitario.

## VIII. - EVALUACIÓN

1. Requisitos para el examen final.
  - 1.1. Dos pruebas parciales de cuyos puntajes saldrá el promedio que dará derecho a los exámenes finales.
2. Examen final.
  - 2.1. El examen final será escrito y versará sobre la totalidad del contenido programático.
3. Calificación final.
  - 3.1. La calificación final estará de acuerdo a la escala establecida por el Consejo Directivo de la Facultad Politécnica.

## IX. - BIBLIOGRAFÍA

- Ogata. Ingeniería de Control Moderna.
- D'azo – Houpis. Sistemas Lineales de Control.