



# Planificaciones

6628 - Teoría de Control II

Docente responsable: SACO ROBERTO

## OBJETIVOS

En este curso se introduce al estudiante de ingeniería electrónica a los problemas del control de sistemas multivariados y a técnicas modernas de análisis y diseño, centradas en el enfoque de variables de estado.

Al finalizar la materia el alumno podrá:

- \* hacer modelos matemáticos de procesos y sistemas multivariados,
- \* simularlos en programas de computadora, usando software para modelado de sistemas dinámicos y analizar su operación,
- \* reconocer problemas y especificar los sistemas de medición y control necesarios,
- \* diseñar estrategias de control para cumplir con especificaciones dadas en cuanto a estabilidad, seguimiento de comandos de referencia y rechazo de perturbaciones externas,
- \* estimar perturbaciones y variables no medibles, e incorporar esta información en el diseño del sistema de control.

## CONTENIDOS MÍNIMOS

### PROGRAMA SINTÉTICO

1. Control Automático: problemas y campo de aplicación. Limitaciones del enfoque clásico. Modelado de sistemas dinámicos. Planteo en variables de estado, en tiempo continuo y discreto. Linealización. Diagramas. Herramientas de simulación en espacio de estados.
2. Solución de la ecuación de estado. Matriz de Transición. Propiedades y cálculo. Autovalores y autovectores.
3. Observabilidad y Controlabilidad. Conceptos y definiciones. Determinación de la Observabilidad y Controlabilidad de un sistema. Dualidad. Estructuras canónicas. Formas del Controlador y Observador. Forma diagonalizada. Propiedades
4. Control por realimentación del vector de estado. Diseño sobre la forma canónica. Métodos de Bass Gura y Ackermann.
5. Seguimiento de referencias y Rechazo de perturbaciones, en controladores por realimentación del vector de estados.
6. Estabilidad. Criterio de Lyapunov. Formas cuadráticas.
7. Conceptos básicos de Control Óptimo. Índices de performance. La ecuación de Ricatti.
8. Observadores. Observador completo y reducido. Análisis y Diseño.
9. Teorema de separación de autovalores. Análisis con observador completo y reducido. Diseño del compensador de estados.

### PROGRAMA ANALÍTICO

-1: Los problemas básicos del control automático. Limitaciones del enfoque clásico por Función Transferencia. Control de sistemas multivariados. Modelado de sistemas físicos en varias variables. Sistemas mecánicos, eléctricos, térmicos, de fluidos. Análisis de procesos industriales típicos. Planteo en variables de estado, en tiempo continuo y discreto. Linealización. Conceptos básicos de identificación de parámetros.

-2: Sistemas lineales. Respuesta libre y forzada. Matriz de Transición. Propiedades de la matriz exponencial. Análisis de respuestas en el plano de fases. Formas canónicas. Diagramas de sistemas dinámicos. Propiedades algebraicas. Herramientas de simulación en espacio de estados

-3: Controlabilidad, Observabilidad. Propiedades. Interpretaciones geométricas. Tests algebraicos. Matriz de Controlabilidad y Matriz de Observabilidad. Dualidad. Análisis de controlabilidad y observabilidad en sistemas diagonalizados. Formas de Jordan. Estabilidad.

-4: Control por realimentación del vector de estados. "Pole placement". Diseño en Forma Canónica Controlador. Fórmula de Bass - Gura. Fórmula de Ackermann. Recursos de software.

-5: Servomecanismos y seguimiento de referencias. Reguladores y Rechazo de perturbaciones. Errores estacionarios. Estructuras "feedforward". Análisis de casos.

-6: Análisis de estabilidad por Criterio de Lyapunov. Formas cuadráticas y ecuación de Lyapunov.

-7: Conceptos básicos de Control Óptimo. Análisis en tiempo discreto y tiempo continuo. Ecuación de Ricatti.

-8: Observadores. Concepto. Variables de estado inaccesibles. Observador completo. Análisis y diseño. Diseño en forma canónica y en forma genérica. Observador de Luenberger . Diseño.

-9: Teorema de separación de autovalores para observador completo y reducido.

-10: Recursos de software para análisis y diseño de sistemas en espacio de estados. Implementación de controladores en forma digital. Análisis y diseño completos sobre ejemplos de máquinas y procesos industriales.

## **BIBLIOGRAFÍA**

Belanger, Pierre "Control Engineering. A Modern Approach" , Saunders College Publishing.

Bay, John S. "Fundamentals of Linear State Space Systems", WCB / McGraw Hill.

Friedland, B., "Control System Design. An Introduction to State Space methods" Mc Graw-Hill.

## **RÉGIMEN DE CURSADA**

Metodología de enseñanza

Clases teórico-prácticas. Énfasis en la resolución de problemas usando recursos de software y análisis de casos por simulación.

Modalidad de Evaluación Parcial

Se toma una evaluación parcial escrita a mediados del cuatrimestre.

## CALENDARIO DE CLASES

Semana	Temas de teoría	Resolución de problemas	Laboratorio	Otro tipo	Fecha entrega Informe TP	Bibliografía básica
<1> 27/08 al 01/09	Introducción. Revisión de conceptos básicos de control.	Repaso. Lazo abierto, lazo cerrado. Estructura de un sistema controlado. Fórmulas básicas.				
<2> 03/09 al 08/09	Dinámica de Procesos. Modelos en v. de estado. Linealización.	Modelos de sistemas físicos en variables de estado.				
<3> 10/09 al 15/09	Solución de la Ecuación de Estados. Matriz exponencial.	Cálculo Matriz Exponencial. Plano de fases.				
<4> 17/09 al 22/09	Solución de la ecuación de estado. Matriz de Transición	Formas canónicas.				
<5> 24/09 al 29/09	Observabilidad. Criterios	Matriz de observabilidad.				
<6> 01/10 al 06/10	Controlabilidad. Criterios	Matriz de controlabilidad.				
<7> 08/10 al 13/10	SVF. Control por realimentación del vector de estados.	Método de Bass Gura. Método de Ackermann.				
<8> 15/10 al 20/10	SVF . Entradas externas: referencias, perturbaciones	Estructura SVF + feedforward.				
<9> 22/10 al 27/10	EVALUACIÓN PARCIAL					
<10> 29/10 al 03/11	Estabilidad de sistemas. Criterio de Lyapunov.	Estabilidad sistemas no lineales				
<11> 05/11 al 10/11	Control Óptimo (tiempo discreto)	Controlador LQR				
<12> 12/11 al 17/11	Control Óptimo (tiempo continuo)	Controlador LQR				
<13> 19/11 al 24/11	Observadores.	Diseño de Observadores.				
<14> 26/11 al 01/12	Observador de orden Reducido	Diseño usando observadores de orden reducido				
<15> 03/12 al 08/12	Teorema de separación. Diseño del compensador.	Diseño completo control + observador				
<16> 10/12 al 15/12	Síntesis de la materia. Repaso.					

## CALENDARIO DE EVALUACIONES

### Evaluación Parcial

Oportunidad	Semana	Fecha	Hora	Aula
1º	9	02/05	9:00	L4
2º	10	16/05	9:00	L4
3º	16	20/06	9:00	L4
4º				