



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE
INGENIEROS DE MINAS

Ríos Rosas, 21
28003 MADRID.

DEPARTAMENTO DE
SISTEMAS ENERGÉTICOS

PROGRAMA DE LA ASIGNATURA

TEORÍA DE SISTEMAS

Curso : 3º
Cuatrimestre : 2º
Carácter : Optativa

Créditos totales
Teóricos : 2
Prácticos : 2,5

PLAN DE ESTUDIOS 1996

Edición 1: 1999.09.20

TEORÍA DE SISTEMAS: PROGRAMA

a) OBJETIVOS Y CONTENIDOS

BLOQUE 1: Introducción a la teoría de sistemas

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- 1.1 Comprender la relación entre sistemas y modelos matemáticos.*
- 1.2 Modelizar sistemas simples.*
- 1.3 Comprender la linealización de modelos matemáticos no lineales.*
- 1.4 Utilizar simulación por ordenador para el estudio de sistemas simples.*

CONTENIDOS:

1.1: INTRODUCCIÓN A LA TEORÍA DE SISTEMAS

- Objetivos y finalidad

1.2: MODELOS MATEMÁTICOS DE SISTEMAS USUALES

- Sistemas electromecánicos
- Sistemas térmicos.

1.3: HERRAMIENTAS INFORMÁTICAS DE MODELIZACIÓN.

BLOQUE 2: Descripción externa de los sistemas dinámicos en tiempo continuo

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- 2.1 Conocer y aplicar el concepto de función de transferencia.*
- 2.2 Determinar la respuesta transitoria de un sistema simple.*
- 2.3 Comprender y dibujar la representación en el plano de Evans de la función de transferencia.*
- 2.4 Comprender la relación entre polos y ceros, la respuesta transitoria del sistema y el tiempo de respuesta.*
- 2.5 Comprender el concepto de polo dominante y su aplicación a la respuesta temporal.*
- 2.6 Comprender el concepto de respuesta frecuencial de un sistema, dibujar e interpretar los Diagramas de Bode, Nyquist y Black.*

CONTENIDOS:

2.1: INTRODUCCIÓN. FUNCIÓN DE TRANSFERENCIA DE UN SISTEMA.

- Determinación de la función de transferencia de transferencia.
- Respuesta de un sistema. Régimen transitorio y permanente.

- Resolución del sistema ante una entrada dada. Transformada de Laplace inversa.

2.2: ANÁLISIS DE LA FUNCIÓN DE TRANSFERENCIA.

- Determinación de los polos y ceros del sistema. Representación en el plano de Evans.
- Determinación del tiempo de respuesta a partir del diagrama de polos. Polo Dominante.
- Descripción de la respuesta transitoria a partir de la representación de polos y ceros.

2.3: RESPUESTA EN RÉGIMEN ARMÓNICO.

- Introducción a la respuesta frecuencial de un sistema.
- Representación en el diagrama de Bode de la respuesta frecuencial.
- Representación en el diagrama de Nyquist de la respuesta frecuencial.
- Representación en el diagrama de Black de la respuesta frecuencial.
- Interpretación de los distintos diagramas.

2.4: COMPARACIÓN DE MÉTODOS DE REPRESENTACIÓN

- Relación entre la representación del lugar de las raíces (polos y ceros) y los diagramas de Bode, Nyquist y Black (respuesta frecuencial)

BLOQUE 3. Descripción interna de los sistemas dinámicos en tiempo continuo

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- 3.1 Conocer el concepto de la descripción interna de sistemas.
- 3.2 Comprender el concepto de vector de estado y aplicarlo a sistemas simples.
- 3.3 Construir la ecuación de estado a partir de las ecuaciones diferenciales de un sistema
- 3.4 Comprender las características de la matriz de transición de estado y aplicarlo al estudio del sistema.
- 3.5 Determinar los autovalores de la matriz de transición de estados.
- 3.6 Determinar los polos del sistema y el tiempo de respuesta a partir de la matriz de transición de estado.
- 3.7 Simular sistemas a partir de las ecuaciones de estado.
- 3.8 Determinar con ayuda de simulación por ordenador la función de transferencia a partir de la ecuación de estados y viceversa.

CONTENIDOS:

3.1: INTRODUCCIÓN A LA DESCRIPCIÓN INTERNA

- Representación de un sistema por ecuaciones diferenciales de primer orden lineales.
- Vector de estado. Concepto. Espacio de estado.
- Ecuación de estado.
- No unicidad del vector de estado.

3.2: SOLUCIÓN DE LA ECUACIÓN DE ESTADO.

- Matriz de transición de estado. Características
- Solución general de la ecuación de estados.

3.3: RESPUESTA TRANSITORIA DE UN SISTEMA

- Ecuación característica de un sistema. Valores y vectores propios de la matriz de transición de estados.
- Teorema de Cayley-Hamilton.
- Autovalores y polos del sistema. Polo dominante y tiempo de respuesta.

3.4: RELACIÓN ENTRE DESCRIPCIÓN INTERNA Y EXTERNA.

- Transformación de la ecuación de estado en la función de transferencia del sistema, y viceversa.

BLOQUE 4: Descripción externa de los sistemas dinámicos en tiempo discreto

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- 4.1 *Conocer y comprender el concepto de discretización de un sistema.*
- 4.2 *Comprender la aplicación de la función de la transformada Z en el proceso de discretización.*
- 4.3 *Comprender los teoremas del valor inicial y final.*
- 4.4 *Comprender la relación entre las ecuaciones diferenciales y las ecuaciones en diferencias finitas.*
- 4.5 *Conocer y comprender la función de transferencia en tiempo discreto.*
- 4.6 *Comprender el concepto de ganancia estática*
- 4.7 *Conocer y comprender la aplicación del convertidor digital/analógico, analógico/digital y muestreador.*
- 4.8 *Comprender la transformación de la función de transferencia en tiempo continuo a tiempo discreto.*
- 4.9 *Conocer el concepto de causalidad.*
- 4.10 *Simular funciones de transferencia en tiempo discreto.*
- 4.11 *Determinar los polos dominantes en el plano Z y el tiempo de respuesta del sistema.*
- 4.12 *Dibujar e interpretar por simulación con ordenador la evolución de la función de transferencia.*

CONTENIDOS:

4.1: TRANSFORMADA Z.

- Definición
- Teorema del retardo. Teorema del valor final e inicial.
- Transformada inversa.

4.2: SISTEMAS DISCRETOS.

- Ecuaciones en diferencias finitas. Función de transferencia.
- Respuesta impulsiva.
- Ganancia estática.
- Convertidor A/D, D/A y muestreador. Función de transferencia equivalente.
- Causalidad.

4.3: RESPUESTA TRANSITORIA.

- Representación en el plano Z de los polos del sistema. Tiempo de respuesta.
- Aplicación a sistemas de primer y segundo orden.

4.4: RESPUESTA FRECUENCIAL

- Diagrama de Bode

BLOQUE 5: Descripción interna de los sistemas dinámicos en tiempo discreto.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- 5.1 *Conocer la aplicación descripción interna en tiempo discreto.*
- 5.2 *Conocer la multiplicidad de solución de la ecuación de estado.*
- 5.3 *Comprender la relación entre vector de estado y función de transferencia.*
- 5.4 *Comprender y simular la discretización de un sistema continuo en vector de estado.*
- 5.5 *Comprender la ecuación característica de la matriz de transición de estados.*
- 5.6 *Comprender la relación entre los polos del sistema y los autovalores de la matriz de transición.*
- 5.7 *Determinar y simular el tiempo de respuesta a partir del polo dominante.*
- 5.8 *Simular mediante ordenador el tratamiento de un sistema discreto.*

CONTENIDOS.

5.1: INTRODUCCIÓN

- Descripción interna de sistemas discretos.
- Vector de estado.

5.2: DESCRIPCIÓN INTERNA.

- Discretización de sistemas continuos.
- Solución de la ecuación de estado.
- Multiplicidad del vector de estado.

5.3: DESCRIPCIÓN INTERNA VERSUS DESCRIPCIÓN EXTERNA

- Función de transferencia discreta a partir de la ecuación de estado.
- Ecuación de estado a partir de la función de transferencia.
- Valores propios y polos del sistema. Polo dominante. Tiempo de respuesta.

BLQOUE 6: Identificación de sistemas y estimación del vector de estado.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- 6.1 *Conocer la importancia de la identificación de sistemas.*
- 6.2 *Comprender la estimación de máxima verosimilitud.*
- 6.3 *Comprender y simular la estimación por mínimos cuadrados ordinarios y generalizados.*
- 6.4 *Comprender y simular el modelo de predicción.*
- 6.5 *Comprender y simular el modelo de simulación.*

CONTENIDOS.

6.1: INTRODUCCIÓN

- Identificación de sistemas.
- Importancia de la identificación de sistemas de procesos industriales.

6.2: MÉTODOS DE IDENTIFICACIÓN

- Estimador de máxima verosimilitud.
- Estimación por mínimos cuadrados ordinarios.
- Estimación por mínimos cuadrados generalizados.
- Modelo de predicción. Modelo de simulación.
- Estimación del vector de estado.

b) BIBLIOGRAFÍA

BÁSICA:

- OGATA, K., 1993. Ingeniería de Control Moderna. Prentice Hall.
- OGATA, K., 1987. Discrete-Time Control Systems. Prentice Hall.
- SCOTT, D.E., 1988. Introducción al Análisis de Circuitos. Un enfoque sistémico. MacGraw-Hill.

COMPLEMENTARIA:

- FRANKLIN, G., 1997. Digital control of dynamic systems. Addison-Wesley.
- LJUNG, L., 1999. Systems identification. Prentice Hall.
- WARWICK, K., 1989. Control Systems. An introduction. Prentice Hall.

c) PRÁCTICAS EN GRUPOS REDUCIDOS

No hay.

d) PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN

Para la evaluación de la asignatura se realizarán dos informes sobre un sistema problema a lo largo del curso. Estos informes se realizarán en grupos reducidos (2 alumnos) y serán defendidos individualmente para su calificación. A lo largo del curso se propondrán de forma aleatoria un ejercicio al final de clase, así como trabajos opcionales, que influirán en la nota final.

$$N = \frac{I_1 + I_2}{2} + \frac{nea}{nte} + P_{ext}$$

Siendo: N = Nota asignatura I_1 = Informe
 nea =nº de ejercicios de clase aptos; nte =nº total de ejercicios de clase propuestos
 P_{ext} =nº de trabajos opcionales aptos (puntos extra)