Plan de la Asignatura

REGULACIÓN AUTOMÁTICA

CURSO 2005-06

Departamento de Ingeniería de Sistemas y Automática

Universidad de Sevilla

A) OBJETIVOS

Con esta asignatura se pretende que el alumno alcance los conceptos básicos sobre modelado de sistemas dinámicos y sobre la teoría de control y la realimentación. El alumno aprenderá a analizar la respuesta temporal y frecuencial de sistemas lineales, así como su estabilidad. Se iniciará al alumno en el diseño de controladores.

B) PROFESORADO

- Francisco Gordillo Álvarez , Manuel López Martínez , José Ángel Acosta Rodríguez
- Daniel Limón Marruedo, Fernando Dorado Navas

C) RESEÑA METODOLOGICA

La asignatura tiene 9 créditos que se distribuirán en 2 horas semanales de clase, y 14 prácticas de 2 horas. Las clases se dedicarán tanto al desarrollo de los aspectos teóricos como a la resolución de problemas. El alumno deberá además entregar una memoria de cada práctica. Asimismo, el alumno deberá realizar un trabajo curso, consistente en el estudio del control de un servomecanismo de posición.

D) EVALUACION Y CALIFICACION

Se realizarán dos exámenes parciales eliminatorios de materia respecto de la convocatoria de junio. Para aprobar la asignatura por curso será necesario aprobar los dos exámenes, las prácticas y un trabajo de curso. Para aprobar las prácticas es necesario asistir a las mismas (se admiten un máximo de dos faltas justificadas). La nota final de la asignatura se obtendrá como media ponderada de la

nota de los exámenes y el trabajo de curso. En el examen de junio es necesario aprobar por separado la parte correspondiente a cada uno de los parciales.

E) PROGRAMA

PARTE I: INTRODUCCIÓN Y FUNDAMENTOS (14 horas).

TEMA 1. Sistemas de Control Automático.

- 1.1. Introducción a la ingeniería de control.
- 1.2. Control Automático: ideas básicas y problemática asociada.
- 1.3. Sistemas y modelos. Clasificaciones.
- 1.4. Concepto de realimentación y ejemplos.
- 1.5. Control en bucle abierto y en bucle cerrado.
- 1.6. Ventajas e inconvenientes de la realimentación: sensibilidad y retardos.
- 1.7. Servomecanismos y Reguladores.
- 1.8. Evolución histórica del control automático.

TEMA 2. Introducción a los sistemas realimentados.

- 2.1. Servomecanismo de posición.
- 2.2. Acción Proporcional más derivada (PD).
- 2.3. Acción proporcional más integral (PI).
- 2.4. Efecto de los cambios de referencia, perturbaciones y ruidos en los sistemas realimentados.

TEMA 3. Descripción de los sistemas dinámicos.

- 3.1. Noción de sistema dinámico.
- 3.2. Formas de las relaciones entrada-salida en sistemas.
- 3.3. Sistemas dinámicos en tiempo continuo y en tiempo discreto.
- 3.4. Descripciones externas e internas de sistemas dinámicos.
- 3.5. Aproximaciones lineales de los sistemas físicos.
- 3.6. Transformación de Laplace. Propiedades y transformadas típicas.
- 3.7. Transformación inversa.
- 3.8. Respuesta impulsional.
- 3.9. Función de transferencia. Polos y ceros.
- 3.10. Función de transferencia en bucle cerrado: álgebra de bloques.
- 3.11. Relación entre las descripciones externa e interna.
- 3.12. Sistemas de control realimentados.
- 3.13. Ejemplo de modelo matemático de un sistema dinámico.

TEMA 4. Modelado y Simulación.

- 4.1. Modelado de sistemas.
- 4.2. Sistemas mecánicos.
- 4.3. Sistemas hidráulicos.
- 4.4. Sistemas eléctricos.
- 4.5. Sistemas térmicos.
- 4.6. Linealización de modelos no lineales.
- 4.7. Modelos lineales: Algebra de bloques.
- 4.8. Simulación.
- 4.9. Introducción a Matlab y Simulink.

PARTE II: ANÁLISIS EN EL DOMINIO DEL TIEMPO (10 horas).

TEMA 5. Sistemas dinámicos de primer orden.

- 5.1. Solución de la ecuación diferencial de primer orden.
- 5.2. Caracterización de la respuesta transitoria.
- 5.3. Ejemplos de sistemas de primer orden.
- 5.4. El sistema de primer orden como integrador.

TEMA 6. Sistemas dinámicos lineales de segundo orden y de orden superior.

- 6.1. Ecuación básica y ejemplos.
- 6.2. Respuesta ante un escalón: situación de los polos.
- 6.3. Especificación de la respuesta transitoria.
- 6.4. Especificaciones para sistemas de segundo orden.
- 6.5. Sistemas de orden superior: polos dominantes.
- 6.6. Ejemplos de sistemas de segundo orden y de orden superior.

TEMA 7. Análisis de errores en régimen permanente.

- 7.1. Error en régimen permanente.
- 7.2. Tipo de un sistema.
- 7.3. Constantes de error.
- 7.4. Relación entre las constantes de error y los polos y ceros.
- 7.5. Seguimiento en posición, velocidad y aceleración. Sistemas de error nulo.
- 7.6. Ejemplo de cálculo de errores en régimen permanente.

PARTE III: ANÁLISIS DE SISTEMAS DINÁMICOS EN EL DOMINIO DE LA FRECUENCIA (6 horas).

TEMA 8. Respuesta en frecuencia de sistemas dinámicos lineales.

8.1. Respuesta en frecuencia.

8.2. Diagrama de Bode. Técnicas de construcción.

8.3 Otras representaciones gráficas de la función de transferencia.

PARTE IV: ESTABILIDAD DE LOS SISTEMAS DINÁMICOS (6 horas).

TEMA 9. Análisis de estabilidad de los sistemas dinámicos.

9.1. Estabilidad de sistemas lineales.

9.2. Estabilidad en el dominio del tiempo.

9.3. Criterios relativos a la descripción externa: Criterio de Routh-Hurwitz.

9.4. Estabilidad en el dominio de la frecuencia.

9.5. Criterio de estabilidad de Nyquist.

9.6. Grado de estabilidad: Márgenes de fase y ganancia.

9.7. Relación de los márgenes de estabilidad relativa con la respuesta temporal.

PARTE V: MÉTODOS CLÁSICOS DE SÍNTESIS (12 horas).

TEMA 10. Compensación de sistemas realimentados.

10.1. Relación entre las respuestas en el dominio del tiempo y de la frecuencia.

10.2. Análisis en el dominio de frecuencia de la red PD.

10.3. Análisis en el dominio de frecuencia de la red PI.

10.4. Red proporcional más integral más derivada (PID)

10.5. Red de adelanto de fase

10.6. Red de atraso de fase

10.7. Red mixta.

TEMA 11. Método del lugar de las raíces: análisis y síntesis.

11.1. Introducción al método del lugar de las raíces.

11.2. Criterios del módulo y del argumento.

11.3. Reglas para el trazado del lugar de las raíces.

11.4. Construcción del lugar de las raíces.

11.5. Lugar de las raíces típicos.

11.6. Construcción del lugar generalizado.

PARTE VI: ANÁLISIS DE SISTEMAS CONTROLADOS POR COMPUTADOR. SISTEMAS EN TIEMPO DISCRETO (8 horas).

TEMA 12. Introducción a los sistemas en tiempo discreto.

- 12.1. Introducción al control por computador.
- 12.2. Secuencia. Secuencia de ponderación.
- 12.3. Transformada en z. Transformadas características y propiedades.
- 12.4. Transformada en z inversa
- 12.5. Función de transferencia en z.
- 12.6. Control de sistemas continuos. Muestreo. Elección del periodo de muestreo.

TEMA 13. Diseño de controladores discretos.

- 13.1. Discretización de controladores continuos.
- 13.2. Especificaciones en el plano z. Error en régimen permanente.
- 13.3. Diseño directo.

F) PROGRAMA DE PRÁCTICAS

- 1 y 2. Introducción al Matlab (2 sesiones)
- 3 y 4. Introducción a la simulación con Simulink (2 sesiones)
5. PID. Descripción y reglas heurísticas de sintonización
6. Respuesta temporal de sistemas LTI
7. Análisis y control de sistemas usando MATLAB
8. Respuesta temporal de un servomecanismo de posición
9. Respuesta frecuencial de un servomecanismo de posición
10. Control de un servomecanismo de posición basado en la respuesta frecuencial
11. Redes de compensación
12. Visita a los laboratorios de la Escuela Superior de Ingenieros.
13. Control de un servomecanismo de posición basado en el lugar de las raíces

G) BIBLIOGRAFÍA

1. Sistemas de control moderno 10ª edición, R.C. Dorf , R.H. Bishop, Pearson Educación, 2005.
2. Ingeniería de control moderna. K. Ogata. Prentice-Hall, Tercera edición, 1998.
3. Control de sistemas dinámicos con retroalimentación. G. F. Franklin y otros. Addison-Wesley Iberoamericana, 1991.
4. Control e instrumentación de procesos químicos, P. Ollero de Castro, E. Fernández Camacho. Síntesis, 1997
5. Problemas de ingeniería de control utilizando Matlab. K. Ogata. Prentice-Hall, 1999.

6. La edición del estudiante de SIMULINK (Software de simulación de sistemas dinámicos). Prentice-Hall, 1998.
7. Retroalimentación y sistemas de control. J. J. DiStefano III y otros. McGraw-Hill (serie Schaum), 1972.
8. Modern Control System Theory. M. Gopal. Wiley Eastern Limited, 1984.
9. Control System Design. C. T. Chen. Pond Woods Press, 1987.

H) HORARIO DE CLASES

- Clases de Teoría:
 - Grupo de mañana: Miércoles de 9 a 11 (primer cuatrimestre). Jueves de 12:15 a 14:15 (segundo cuatrimestre).
 - Grupo de Tarde: Miércoles de 19:30 a 21:30 (primer y segundo cuatrimestres).
- Prácticas: Se distribuirán los alumnos en 8 grupos cuyos horarios serán:
 - Primer cuatrimestre:
 - § L4, L2: Lunes de 12:15 a 14:15.
 - § L1, L3: Jueves de 16:15 a 18:15.
 - § L5, L7: Viernes de 17:15 a 19:15.
 - § L8, L6: Viernes de 19:30 a 21:30.
 - Segundo cuatrimestre:
 - § L1, L3: Lunes de 10 a 12.
 - § L4, L2: Lunes de 10:15 a 12:15.
 - § L5, L7: Viernes de 17:15 a 19:15.
 - § L8, L6: Viernes de 19:30 a 21:30.

I) CALENDARIO DE EXÁMENES

- Tercera Convocatoria: 1 de diciembre.
- Primer Parcial: 4 de febrero.
- Convocatoria extraordinaria: 5 de abril
- Segundo Parcial: 17 de junio.
- Convocatoria de junio: 30 de junio.
- Convocatoria de septiembre: 12 de septiembre.