

CONTROL I - INGENIERÍA ELECTRÓNICA - PROGRAMA ANALÍTICO -Plan de Estudio 2005-

UNIDAD DE APRENDIZAJE N° 1

INTRODUCCIÓN A LOS SISTEMAS DE CONTROL

- 1.1. Introducción a los sistemas de control.
- 1.2. Definiciones de terminología usada en control automático.
- 1.3. Fundamentos matemáticos.
- 1.4. Control de lazo abierto.
- 1.5. Control de lazo cerrado y el concepto de realimentación.
- 1.6. Comparación entre los sistemas de control de lazo abierto y control de lazo cerrado.
- 1.7. Sistemas lineales y sistemas no lineales.
- 1.8. Sistemas determinísticos.
- 1.9. Sistemas aleatorios.
- 1.10. Sistemas variantes e invariantes con el tiempo.
- 1.11. Sistemas de parámetros concentrados.
- 1.12. Sistemas de parámetros distribuidos.
- 1.13. Sistemas de control de señales continuas.
- 1.14. Sistemas muestreados y sistemas de señales discretas.
- 1.15. Sistemas de control analógicos reguladores y seguidores.

UNIDAD DE APRENDIZAJE N° 2

REPRESENTACIÓN MATEMÁTICA DE SISTEMAS LINEALES AUTÓNOMOS

- 2.1. Representación matemática de componentes y sistemas mecánicos, eléctricos, etc.
- 2.2. Modelos matemáticos para sistemas lineales autónomos.
- 2.3. La Función de Transferencia. Definición y propiedades.
- 2.4. Determinación de la Función de Transferencia a partir del conocimiento de la estructura de un sistema.
- 2.5. Determinación de la función de transferencia de sistemas no lineales, mediante la linealización de los mismos.
- 2.6. Técnica de ecuaciones simultáneas. Ejemplos.
- 2.7. Técnica de diagramas de bloques. Naturaleza y formulación matemática. Representación de sistemas mediante diagramas de bloques. Reducción de los diagramas de bloques.
- 2.8. Diagramas de flujo señal. Naturaleza y formulación matemática. Representación de sistemas mediante diagramas de flujo señal. Determinación de la función de transferencia mediante el método de J. Masson. Obtención de un diagrama flujo señal aplicado a un sistema, a partir del diagrama de bloques del mismo.
- 2.9. Función de transferencia de componentes con retardos puros.
- 2.10. Aproximaciones de funciones con retardos puros mediante funciones racionales. Funciones de Padé de primero y segundo orden.-
- 2.11. Determinación de las Funciones de Transferencia de las acciones de control mas comunes: Proporcional, P, Proporcional Derivativo, PD. , Proporcional Integral Derivativo, PID. etc.-

UNIDAD DE APRENDIZAJE N° 3

ANÁLISIS DE RESPUESTA TEMPORAL DE SISTEMAS LINEALES AUTÓNOMOS

- 3.1. Respuestas temporales de sistemas en tiempo continuo. Respuesta transitoria y en estado estable.-
- 3.2. Señales de prueba típicas para obtener la respuesta en el tiempo de sistemas de control.
- 3.3. Respuesta al escalón unitario y especificaciones en el dominio del tiempo.
Sobrepaso máximo, Tiempo de retardo, Tiempo de levantamiento, Tiempo de asentamiento.
- 3.4. Respuesta temporal de un sistema prototipo de segundo orden mediante solución clásica.
- 3.5. Factor de amortiguamiento y factor o coeficiente de amortiguamiento relativo.
- 3.6. Frecuencia natural no amortiguada.
- 3.7. Polos dominantes de las funciones de transferencia.
- 3.8. Efectos de añadir polos y ceros a las funciones de transferencia:
Adicción de un polo en la función de transferencia de la trayectoria directa $G(s)$.
Adicción de un polo a la función de transferencia en lazo cerrado del sistema $M(s)$.
Adicción de un cero a la función de transferencia de la trayectoria directa $G(s)$.
Adicción de un cero en la función de transferencia en lazo cerrado del sistema $M(s)$.
- 3.9. Definición del error de estado estable de los sistemas en función de la configuración del mismo. Sistemas con realimentación unitaria y no unitaria. Diferencia entre la señal de referencia y la señal de entrada de un sistema de control.
- 3.10. Determinación de las expresiones del error de estado estable mediante:
 - La utilización de un sistema de realimentación unitaria equivalente. Concepto de Tipo del sistema. Cálculo del error mediante los coeficientes de error de estado estacionario (coeficientes de posición, velocidad y aceleración).
 - El uso de los coeficientes del numerador y denominador de la función de transferencia de lazo cerrado del sistema de control automático.
- 3.11. Estabilidad de un sistema de control. Criterios algebraicos para determinarla de Hurwitz y de Routh - Hurwitz. Casos especiales donde la tabulación de Routh se interrumpe prematuramente. Estabilidad condicional aplicando el criterio de Routh-Hurwitz. Casos con uno y dos parámetros variables, (planos paramétricos).
- 3.12. Efectos sobre las respuestas temporales al escalón de entrada, con las diferentes acciones de control mas comúnmente empleadas en la práctica. P, PD, PID y PID modificados, (P- D, PI - D y I - PD).-

UNIDAD DE APRENDIZAJE N° 4

ANÁLISIS FRECUENCIAL DE SISTEMAS LINEALES AUTÓNOMOS

- 4.1. Respuesta en frecuencia de sistemas lineales autónomos.
- 4.2. Descripción de la determinación experimental y analítica de la respuesta en frecuencia.
- 4.3. Obtención de la respuesta en frecuencia a partir de los diagramas de polos y ceros.
- 4.4. Definición de especificaciones en el dominio frecuencial:
Pico de Resonancia. Frecuencia de Resonancia. Ancho de Banda.-
- 4.5. Especificaciones frecuenciales de un sistema de segundo orden y su relación con el dominio temporal.
- 4.6. Efecto de añadir un cero a la función de transferencia de la trayectoria directa sobre el Ancho de Banda del sistema.
- 4.7. Efecto de añadir un polo a la función de transferencia de la trayectoria directa sobre el Ancho

- de Banda del sistema.
- 4.8. Gráficas polares de respuesta de frecuencia.
 - 4.9. El efecto del agregado de polos finitos a una función de transferencia del lazo.
 - 4.10. El efecto del agregado de polos en el origen a una función de transferencia del lazo.
 - 4.11. Gráficas rectangulares de respuesta de frecuencia.
 - 4.12. Diagramas de Bode.
 - 4.13. Diagramas asintóticos de Bode. Aproximación por factores de primer orden, factores cuadráticos. Aproximación de la curva real a las asíntotas.
 - 4.14. Sistemas de fase mínima y sistemas de fase no mínima.
 - 4.15. Representación frecuencial de un retardo puro.
 - 4.16. Obtención de la respuesta en frecuencia en forma experimental de un sistema.
 - 4.17. Procedimientos para la determinación de la función de transferencia de un sistema en forma Experimental.
 - 4.18. Criterio general de estabilidad de Nyquist, para sistemas con la función de transferencia del lazo de fase mínima o no, empleando la respuesta frecuencial del lazo del sistema de control en forma polar. Fundamentos matemáticos. Principio del argumento.
 - 4.19. Casos de sistemas cuya función de transferencia del lazo no posee el parámetro variable como factor multiplicador en su numerador. Función de transferencia del lazo equivalente del sistema en estudio.
 - 4.20. Estabilidad Relativa. Márgenes de Ganancia y de Fase de sistemas con la función de transferencia del lazo de fase mínima
 - 4.21. Determinación analítica y gráfica de los márgenes de ganancia y de fase usando los diagramas de Bode o las trazas de magnitud – fase. Ventajas y desventajas de cada una de ellas. Uso de programas de computación.-

BIBLIOGRAFÍA

OGATA, K. "Ingeniería de Control Moderna". Ed. Prentice Hall. 1999. (2da. Edición) 1993.

KUO, B. "Sistemas Automáticos de Control". Ed. Continental - México. (7º Edición). 1998.
Karl J. ASTROM and Tore HAGGLUND. "PID Controllers, 2nd Edition". ISA, Instrument Society of America. 1995.

ROHRS, C. E.; MELSA, J. L.; SCHULTZ, D. G. "Sistemas de Control Lineal". Ed. McGraw-Hill. 1994.

SHAHIAN, B.; HASSUL, M. "Control System Design using MATLAB". Ed. Prentice Hall. 1993.

Apuntes de cátedra:

PEREZ LOPEZ M. "Introducción a los Sistemas de Control".

PEREZ LOPEZ M. "Modelos Matemáticos para Sistemas Lineales Invariantes en el Tiempo".

POSTIGO, J. F. y LAGE, A. "CONTROLADORES PID". Apunte de Cátedra. 2000.

PEREZ LOPEZ M. "Respuesta en frecuencia de sistemas lineales autónomos".

Apuntes de Cátedra Digitalizados:

PEREZ LOPEZ M, ANALIA PEREZ HIDALGO, ELIZA PEREZ y Ayudante BRUNO ADROVER, "Leyes y Relaciones Básica, Componentes y Analogías" Publicado en Internet en página Web de la cátedra año 2008 (<http://dea.unsj.edu.ar/control1/>)

PEREZ LOPEZ M., ANALIA PEREZ HIDALGO, ELISA PEREZ "Introducción a los Sistemas de Control y Representación Matemática de Sistemas Lineales Invariantes en el tiempo" Publicado en Internet en página Web de la cátedra año 2008 (<http://dea.unsj.edu.ar/control1/>)

PEREZ LOPEZ, M. ANALIA PEREZ HIDALGO "Análisis Temporal de Sistemas Lineales y Autónomos" Publicado en Internet en página Web de la cátedra año 2008 (<http://dea.unsj.edu.ar/control1/>)

ANALIA PEREZ HIDALGO "Resumen de las principales características de los controladores PID" (<http://dea.unsj.edu.ar/control1/>)

Profesor Titular