SISTEMAS DE CONTROLO

Responsável: Prof. Doutor João Miguel Gago Pontes de Brito Lima

Atendimento (Gab. 2.63):

Terça e Quarta das 11:00 à 13:00

Objectivos Pedagógicos

Pretende-se com esta disciplina fornecer os conceitos fundamentais de modelação e análise de sistemas de controlo lineares contínuos, utilizando-se técnicas de função de transferência.

Pretende-se ainda desenvolver uma capacidade de abstracção que permita abordar os problemas de controlo independente da aplicação que se tenha em vista.

São ainda objectivos da disciplina a familiarização dos alunos com software de CACSD (MATLAB) e o seu contacto com os aspectos práticos do controlo, através da realização de trabalhos laboratoriais utilizando módulos educativos.

Conteúdos Programáticos

1. Modelos Matemáticos de Sistemas Contínuos.
2. Representação de Sistemas.
3. Análise de Sistemas - Resposta no Tempo.
4. Análise de Sistemas - Resposta em Frequência.
5. Compensação de sistemas

Programa

1. INTRODUÇÃO

1.1 Objectivos, programa da disciplina, bibliografia e método de avaliação

1.2 Definições de um sistema de controlo

1.3 Resenha histórica

1.4 Passos gerais de um problema de controlo

2. MODELOS MATEMÁTICOS DE SISTEMAS

2.1. Aproximação linear de sistemas físicos

2.2. Equações diferenciais e funções de transferência de sistemas físicos

2.2.1. Sistemas eléctricos

2.2.2. Sistemas mecânicos translaccionais

2.2.3. Sistemas mecânicos rotacionais

2.2.4. Sistemas térmicos

2.2.5. Sistemas fluídicos

2.3. Elementos de interligação de sistemas

2.3.1. Potenciómetros

2.3.2. Transformador diferencial linear variável

2.3.3. Acelerómetro

2.3.4. Síncronos

2.3.5. Taquímetros

2.3.6. Motores de controlo AC

2.3.7. Motores de controlo DC

2.3.7.1. Controlo pelo indutor

2.3.7.2. Controlo pelo induzido

3. REPRESENTAÇÃO DE SISTEMAS

3.1. Funções de transferência e diagramas de blocos

3.2. Sistemas em malha fechada

3.3. Redução de diagramas de blocos

3.4. Diagramas de fluxo de sinal

3.5. Redução de diagramas de fluxo de sinal

4. ANÁLISE DE SISTEMAS - RESPOSTA NO TEMPO

4.1. Introdução

4.2. Resposta transitória

4.2.1. Resposta transitória em função da localização dos pólos no plano s

4.2.2. Constantes de tempo de um sistema e especificações da resposta

4.2.3. Sistemas de 2ª ordem e regimes da resposta transitória

4.3. Regime estacionário

4.3.1. Tipos de sistemas e constantes de erro em regime estacionário

4.4. Estabilidade

4.4.1. Critério de estabilidade de Routh-Hurwitz

4.5. Método do lugar das raízes

4.5.1. Trajectórias das raízes da polinomial característica: exemplo de um sistema de 2ª ordem

4.5.2. Condição das amplitudes e dos ângulos

4.5.3. Regras de construção manual do lugar das raízes

5. ANÁLISE DE SISTEMAS - RESPOSTA NA FREQUÊNCIA

5.1. Resposta em regime estacionário a uma onda sinusoidal

5.2. Traçado logarítmico - diagramas de Bode

5.2.1. Diagramas de Bode de uma função de transferência

5.2.2. Sistemas de fase mínima e não mínima

5.3. Traçado polar - diagrama de Nyquist

5.4. Traçado de Nichols

5.5. Estabilidade

5.5.1. O critério de estabilidade de Nyquist

5.5.2. Aplicação do critério

5.6. Margens de ganho e de fase

5.7. Resposta em malha fechada

5.7.1. Relações entre características da resposta na frequência em malha aberta e malha fechada

5.7.2. Análise em regime estacionário

5.7.3. Círculos de ganho e fase constante

5.7.3.1. No diagrama de Nyquist

5.7.3.2. No diagrama de Nichols

5.7.4. Ajuste de ganho

6. COMPENSAÇÃO DE SISTEMAS

6.1. Especificações de desempenho

6.2. Topologias de compensação

6.3. Compensadores atraso, avanço e atraso-avanço

6.4. Compensação utilizando o método do lugar das raízes

6.4.1. Resposta transitória: pólos complexos dominantes e pólos adicionais

6.4.2. Exemplo: Compensação PID ideal aplicado a um sistema de 2ª ordem
6.4.2.1. Compensação proporcional
6.4.2.2. Compensação proporcional + integral
6.4.2.3. Compensação proporcional + derivativo
6.4.2.4. Compensação proporcional + integral + derivativo
6.4.3. Compensação série
6.4.3.1. Compensação atraso
6.4.3.2. Compensação avanço
6.4.3.3. Compensação atraso-avanço
6.5. Compensação utilizando a resposta na frequência
6.5.1. Compensação série
6.5.1.1. Compensação atraso
6.5.1.2. Compensação avanço
6.5.1.3. Compensação atraso-avanço

Bibliografia

1. M. I. Ribeiro, Análise de Sistemas Lineares, IST Press
2. John J. D'Azzo e Constantine H. Houpis, *Linear Control Systems Analysis and Design*, 3ª ed., McGraw-Hill, 1988
3. J. Martins de Carvalho, *Dynamical Systems and Automatic Control*, Prentice Hall, 1993
4. Richard C. Dorf and Robert H. Bishop, Modern Control Systems, 7ª ed., Addison Wesley, 1995
5. Katsuhiko Ogata, *Modern Control Engineering*, 2ª ed., Prentice-Hall, 1990
6. Chi-Tsong Chen, *Analog and Digital Control Systems Design: Transfer-function, state-space and algebraic methods*, Saunders College Publishing, 1993
7. Bahram Shahian, *Control Systems Design using Matlab*, Prentice-Hall, 1993
8. Duane C. Hanselman e Benjamin Kuo, *Matlab Tools for Control Systems Analysis and Design*, Prentice-Hall, 1995

Procedimento de Avaliação

FREQUÊNCIA:

1 teste escrito (T)

3 trabalhos de laboratório (L)

Nota da frequência (F): F = 0.7T + 0.3L

Os alunos com nota de frequência >= 10 ficam aprovados.

EXAMES (E):

Final (F) = 0.7E + 0.3L

Data do teste: 15 Dezembro, 10H