Controle Multivariável ELT019

Márcio Fantini Miranda

7 de outubro de 2003

Objetivo:
Apresentar as particularidades de sistemas com mais de uma entrada e mais de uma saída e desenvolver técnicas de projeto de controladores multivariáveis.

Programa

1. Introdução e Conceitos Básicos
   - 1.1 Introdução a sistemas MIMO. Exemplos e Motivação
   - 1.2 Conceitos Básicos de Sistemas Multivariáveis.
2. Introdução à Análise de Sistemas Lineares
   - 2.1 Introdução à Análise no Espaço de Estados
   - 2.2 Definições da Álgebra Linear
   - 2.3 Algumas Matrizes Importantes
   - 2.4 Representação no Espaço de Estados
   - 2.5 Definições Elementares de Sistemas Lineares
   - 2.6 Autovalores e Estabilidade
   - 2.7 Realizações e Realizações Mínimas
   - 2.8 Pólos e Zeros
   - 2.9 Decomposição de Kalman

   - 2.10 Introdução à Realimentação de Estados
3. Teoria das Matrizes Polinomiais
   - 3.1 Matrizes Polinomiais e Racionais
   - 3.2 Matrizes Polinomiais Múltiplas
   - 3.3 MFD
   - 3.4 Frações Coprimas
   - 3.5 Formas Canônicas
   - 3.6 Forma de Hermite e McMillan
   - 3.7 Forma de Smith-McMillan
   - 3.8 Pólos e Zeros de Sistemas MIMO
   - 3.9 Pólos e Zeros na Forma de Smith-McMillan
   - 3.10 Formas Canônicas e a MFD
4. Interação e Desacoplamento em Sistemas de Múltiplas Entradas e Saídas
   - 4.1 Análise por meio da Matriz de Ganhos Relativos
   - 4.1 Emparelhamento de Variáveis Manipulada e Controlada
   - 4.1 Efeitos da Interação
   - 4.1 Resposta a Perturbações
   - 4.1 Desacoplamento
   - 4.1 Estudo no Domínio do Espaço de Estados
5. Alocação de Pólos em Sistemas Multivariáveis
   - 5.1 Realimentação por Variáveis de Estado
   - 5.1 Realimentação SISO e MIMO
   - 5.1 Projeto de Observadores
   - 5.1 Estimação de Estados
   - 5.1 Alguns Algoritmos para Alocação
   - 5.1 Interpretação da Função de Transferência

6. Restrições Fundamentais e Limites para o Desempenho

   6.1 Controlabilidade Entrada-Saída.

   6.1 Regras para Anáalise da Controlabilidade Entrada-Saída

   6.1 Controlabilidade Funcional

   6.1 Revisão das Restrições em Sistemas SISO

   6.1 Desempenho

   6.1 Controle Perfeito

   6.1 Restrições em S(s) e T(s)

   6.1 Análise da Controlabilidade Entrada-Saída

7. Projeto Básico de Controle Multivariável

   7.1 Erros em Estado Estacionário

   7.1 Pólos e Zeros no Semi-Plano Direito

   7.1 Restrições no Domínio do Tempo

   7.1 Restrições no Domínio da Frequênica

   7.1 Zeros de Sistemas Desacoplados ou Desacoplados Parcialmente

8. Projeto de Controladores Multivariáveis usando Síntese "Q"

   8.1 Soluções com a Parametrização-Q

   8.1 Parametrização-Q e ao IMC

   8.1 Revisão da Síntese-Q para Sistemas SISO

   8.1 Síntese-Q para Sistemas MIMO

9. Generalizações para a Síntese-Q

   9.1 Conceito de FLT

   9.1 Motivação: Minimização da Sensitividade

   9.1 Problemas na Formulação H_∞

   9.1 Minimização da Sensitividade

   9.1 Robustez e Incertezas

   9.1 Objetivando Desempenho e Robustez

   9.1 Fatoração Coprima Dupla

   9.1 Construção da Fatoração Coprima Dupla

   9.1 A Parametrização de Youla

10. Análise de Sistemas Multivariáveis Realimentados

    10.1 Elo de Controle Multivariável Básico

    20.1 Estabilidade em Malha Fechada

    30.1 Resposta a Degraus nas Entradas

    40.1 Análise no Domínio da Frequência

    50.1 Robustez de Sistemas MIMO

11. Estruturas Não-Lineares em Controladores Multivariáveis

    11.1 Mecanismo Básico de "Anti-Windup"

    22.1 Problemas de Direcionalidade

12. Estudo de Casos

Aulas

(referência aos capítulos das notas de aula)

03-10-03 Capitulos 1 e 2.

10-10-03 Capítulo 2.

17-10-03 Capítulos 2 e 3.

24-10-03 Capítulo 3.

31-10-03 Capítulo 3.

07-11-03 Capítulo 4.

14-11-03 Capítulo 4.

21-11-03 Capítulo 5.

28-11-03 Primeira Prova

05-12-03 Capítulo 5.

12-12-03 Capítulo 6.

19-12-03 Capítulo 8.

16-01-04 Capítulo 8.

23-01-04 Capítulo 9.

30-01-04 Capítulo 9.

06-02-04 Segunda Prova.

1. Eventualmente serão marcadas aulas extras no CCE, para exercícios em MATLAB (pacotes relacionados com análise e projeto de sistemas MIMO).

Avaliação

- Primeira Prova: 35 pontos. Dia 28/11/03
- Segunda Prova: 35 pontos. Dia 06/02/04
- Entrega final do trabalho: dia 09/02/04. Trabalho: 30 pontos.

Bibliografia

- Livro texto: Goodwin, Graebe e Salgado: [2].
- Notas de aula.
- Livro complementar (controle de processos): Seborg e outros: [4].
- Livro complementar (controle de processos): Shinskey: [5].
- Livro complementar (controle de processos): Desphande: [1].

- Livro complementar (Controle Robusto): [6].
- Livro complementar (Sistemas Lineares): [3].
- Dissertações e Teses.

Referências

[1] P. B. DESPHANDE, ed., *Multivariable Process Control*, Instrument Society of America, 1989.

[2] G. C. GOODWIN, S. E. GRAEBLE, AND M. E. SALGADO, *Control System Design*, Prentice Hall, 2000.

[3] T. KAILATH, *Linear Systems*, Prentice-Hall, Inc, 1980.

[4] E. T. F. MELLICHAMP AND D. A. SEBORG, *Process Dynamics and Control*, Jonh Willey and Sons, 1989.

[5] F. G. SHINSKEY, *Process Control Systems: Application, Design and Tuning*, McGraw-Hill International Editions, 1988.

[6] K. ZHOU, J. DOYLE, AND K. GLOVER, *Robust and Optimal Control*, Prentice Hall, 1996.