ESCOLA DE ENGENHARIA DA UFMG
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELETRÔNICA

DISCIPLINA: ELT016 - Técnicas de Modelagem de Sistemas Dinâmicos

PROFESSOR: Ronaldo Tadêu Pena

CARGA HORÁRIA: 30 horas-aula

CRÉDITOS: 2

OBJETIVO: Introduzir conceitos referentes a sistemas dinâmicos, sua modelagem matemática e simulação em computador digital.

EMENTA:
Modelagem matemática de sistemas dinâmicos baseada na física do processo e na relação entrada-saída. Simulação digital. Introdução à Identificação Paramétrica. Estudo de Casos.

PROGRAMA:

1. Introdução à Modelagem Matemática de Sistemas Dinâmicos

1.1. Definições preliminares
1.2. Representação de sistemas dinâmicos
1.3. Vertentes na construção de modelos matemáticos
1.4. Classificação de modelos matemáticos de sistemas
1.5. Problemas básicos da teoria de sistemas de controle
1.6. Fases de um projeto de modelagem matemática
1.7. Usos e aplicações de modelos matemáticos
1.8. Alguns provérbios sobre modelagem de sistemas

2. Representações Matemáticas de Sistemas Dinâmicos

2.1. Modelos lineares
2.2. Modelos não lineares
2.3. Representações de sistemas lineares
  2.3.1. Funções de transferência
  2.3.2. Espaço de estados
2.4. Codificação e simulação de modelos dinâmicos
2.5. Modelos discretos no tempo
  2.5.1. Funções de transferência
  2.5.2. Espaço de estados
  2.5.3. Simulação

3. Funções de Transferência

3.1. Estrutura de funções de tranferência
  3.1.1. Pólos, zeros e resíduos
3.2. Funções de transferência de primeira ordem

3.3. Funções de transferência de segunda ordem
3.4. Funções de transferência com retardo puro de tempo
3.5. Resposta temporal de funções de transferência
3.6. Resposta em frequência

4. Modelagem de sistemas dinâmicos no domínio do tempo e no domínio da frequência

4.1. Introdução
4.2. Modelagem pela resposta ao impulso
4.3. Modelagem pela resposta ao degrau
    4.3.1. Identificação de sistemas de 1a. ordem
    4.3.2. Identificação de sistemas de 2a. ordem
4.4. Determinação da resposta em frequência
    4.4.1. Resposta a entradas periódicas
    4.4.2. Resposta a entradas transientes (pulsos)
    4.4.3. Resposta a entradas aleatórias e pseudo-aleatórias (PRBS)
4.5. Identificação de sistemas pela resposta em frequência

5. Modelagem de Sistemas Baseada na Física do Processo

5.1. Introdução
5.2. Equações gerais
    5.2.1. Leis físicas
    5.2.2. Relações constitutivas
5.2.3. Relações de transferência
    5.2.4. Equações de ajustamento de curvas a dados medidos em testes da planta real
5.3. Exemplos de modelagem matemática de sistemas simples
5.4. Considerações práticas em modelagem de sistemas complexos
    5.4.1. Metodologia
    5.4.2. Dificuldades comuns no desenvolvimento de modelos de plantas industriais reais, baseados na física do processo
    5.4.3. Determinação de parâmetros
    5.4.4. Ordenação, codificação, sintonização e validação do modelo
5.5. Um exemplo de modelagem matemática de um sistema complexo - modelo da dinâmica lenta de uma central termoelétrica real
    5.5.1. Objetivos do modelo
    5.5.2. Descrição do processo físico
    5.5.3. Descrição do sistema de controle
    5.5.4. Descrição matemática do processo
    5.5.5. Cálculo dos parâmetros do modelo
    5.5.6. Testes realizados na planta para determinação de parâmetros
    5.5.7. Características do modelo desenvolvido

6. Introdução à Identificação de Sistemas Dinâmicos

6.1. Introdução
6.2. Representações paramétricas polinomiais
    6.2.1. Modelos ARMAX
    6.2.2. Modelos NARMAX
6.3. Seleção da estrutura de modelos
    6.3.1. Seleção da ordem de modelos lineares
    6.3.2. Seleção de estrutura de modelos não lineares
6.4. Excitação e obtenção de dados de sistemas dinâmicos
    6.4.1. Escolha de sinais de entrada
    6.4.2. Escolha do tempo de amostragem
6.5. Estimação de parâmetros

6.5.1. Método dos mínimos quadrados
6.5.2. Método dos mínimos quadrados generalizados
6.6. Validação estatística

METODOLOGIA DE ENSINO:

5. Aulas expositivas
6. Exercícios para casa
7. Trabalho de implementação prática
8. Visita a uma empresa que opere com sistemas de controle digitais

SISTEMA DE AVALIAÇÃO:

5.	Duas provas	2 x 25 = 50
6.	Trabalho	30
	Definição do tema (5)	
	Resumo estendido (5)	
	Trabalho completo (10)	
7.	Dever de casa (média)	20
8.	Cidadania	5
	TOTAL	105 pts.

BIBLIOGRAFIA:

1. Aguirre, L. A. "Introdução à Modelagem de Sistemas", Editora da UFMG, 2000.
2. Doebelin, E. O. "System modeling and response: theoretical and experimental approaches", John Wiley, 1980.
3. Ljung, L. "System Identification: Theory for the User", Prentice Hall, 1987.
4. Norton, J. P. "An Introduction to Identification", Academic Press, 1986.
5. Seborg, D. E.; Edgar, T. F.; Mellichamp, D. A., "Process Dynamics and Control", Wiley, 1989.
6. Stephanopoulos, G. "Chemical process control", Prentice Hall, 1984.
7. Artigos da literatura