

## **Tarefa #2 de Identificação de Sistemas e Estimação de Parâmetros**

Prof. Bruno Otávio Soares Teixeira

Observação: Cada aluno deverá escolher um sistema. Um mesmo sistema só poderá ser escolhido por até 4 alunos.

### **Exercícios do livro texto**

Resolva os exercícios **12.1**, **12.2** e **13.6** do livro texto.

Quando pertinente, entregar um .m para cada exercício, bem como um .pdf analisando os resultados obtidos.

### **Modelagem ARX de um processo não-linear**

#### **1. Simulação:**

Três sistemas diferentes serão investigados: reentrada de um alvo na atmosfera, reator contínuo e sistema de eixos acoplados. Cada dupla deverá escolher um sistema. Programe uma rotina no Matlab ou diagrama no Simulink que permita a um usuário qualquer simular o comportamento dinâmico do sistema escolhido a uma entrada qualquer. No caso de sistemas MIMO, o usuário deve conseguir excitar qualquer entrada e ler as saídas correspondentes. Considere a possibilidade de inclusão de ruído de processo (erro na equação) e de ruído de observação (erro na saída). No caso de saídas múltiplas, cada aluno deve escolher uma das saídas para fins de modelagem. As demais saídas, assim como as próprias entradas, podem ser usadas como candidatas a entradas para o modelo.

#### **2. Projeto de teste:**

- (a) Usando teste de correlação, escolha um período de amostragem para obtenção de um modelo para esse sistema. Ou seja, inicialmente, simule o sistema considerando uma taxa de amostragem elevada e depois considere diminuir os dados.
- (b) No caso de sistemas MIMO, aplique o teste de correlação cruzada para escolher quais entradas devem compor o modelo.
- (c) Escolha um sinal persistentemente excitante apropriado para identificação de um modelo ARX MISO para esse sistema. Simule a resposta a esse sinal. Separe dados de identificação de dados de validação. Considere validar o modelo tanto numa faixa de operação próxima à usada para identificação quanto numa faixa mais distante. Alguns sistemas são fortemente não-lineares e devem implicar diferenças significativas para o segundo caso.

#### **3. Seleção de Estrutura:**

Considerando que um modelo ARX deverá ser identificado para uma das saídas do sistema, é preciso especificar uma estrutura para tal modelo. Em se tratando de modelo ARX, tal estrutura consiste em escolher a ordem do modelo. Quanto às entradas candidatas, as mesmas devem ter sido escolhidas no item anterior.

- (a) Aplique o critério de Akaike para escolher a ordem do modelo.

#### 4. **Estimação de Parâmetros:**

- (a) Escolha o algoritmo de mínimos quadrados em batelada para estimar os parâmetros do modelo ARX cuja estrutura foi especificada no item acima.
- (b) Compare o resultado obtido com o obtido por meio de um algoritmo de mínimos quadrados estendido ou com variáveis instrumentais. Há diferenças significativas? justifique sua resposta.
- (c) Faça teste de correlação nos resíduos e analise os resultados.

#### 5. **Validação:**

- (a) Valide o modelo em duas faixas de operação diferentes. Analise os resultados. Faça tanto a simulação livre quanto à simulação um passo a frente.
- (b) Compare os resultados obtidos para diferentes níveis de ruído: baixo, médio e alto.
- (c) Calcule o índice RMSE para quantificar o desempenho.