

## TIP7044 – Estimação e Identificação de Sistemas

Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Teleinformática (PGPETI)  
Universidade Federal do Ceará (UFC), Centro de Tecnologia, Campus do Pici  
Responsável: Prof. Guilherme de Alencar Barreto

### 3o. Trabalho Computacional – 27/01/2022

**Questão 1** – Considere o modelo ARX(2,1) dado por

$$y(k) = 0,4y(k-1) - 0,6y(k-2) + 2u(k-1) \quad (1)$$

Pede-se:

1.1) Gerar os sinais de entrada-saída e fazer seus gráficos. A série de entrada  $\{u(k), k=1, \dots, N_u\}$  deve ser um sinal binário pseudoaleatório (PRBS, sigla em inglês) de comprimento  $N_u = 500$ . A saída  $\{y(k), k=1, \dots, N_y\}$  é gerada por meio da Eq. (1).

1.2) Usando os dados gerados no item anterior e o método de estimação OLS, encontre a ordem mais adequada para o modelo ARX via critérios AIC e BIC. Para isso, preencha a tabela abaixo.

	ARX(1,1)	ARX(2,1)	ARX(2,2)
AIC			
BIC			

OBS: Use a primeira metade dos pares  $\{u(k), y(k)\}$  gerados no item 1.1 para estimação dos parâmetros.

1.3) Para o melhor modelo encontrado no Item 1.2, realizar a análise dos resíduos correspondentes usando os parâmetros estimados no Item 1.2. Determinar os gráficos do histograma e da FAC da sequência de resíduos. Calcule o RMSE dos resíduos e dos erros de predição. Discuta os resultados.

1.4) Repita o Item 1.3 usando o método de estimação recursiva de sua escolha (LMS ou RLS). Calcule o RMSE dos resíduos. Os parâmetros obtidos são similares ao obtidos no Item 1.3?

**Questão 2** – Estimação Robusta a Outliers

2.1) Gerar novamente os sinais de entrada-saída e fazer seus gráficos. A série de entrada agora é um sinal AWGN  $u(k) \sim N(0; 0,5)$  de comprimento  $N_u = 500$ . A saída  $y(k)$  continua sendo gerada pela Eq. (1).

2.2) Estime os parâmetros de um modelo ARX(2,1), porém adicionando *outliers* ao sinal de entrada gerado no Item 2.1 na forma de impulsos aleatoriamente distribuídos nos dados de estimação. Contamine os dados de estimação com 5%, 10%, 20%, 30% de outliers e estime os parâmetros com o método recursivo de sua escolha (LMS ou RLS). Monte uma tabela com os valores dos parâmetros para diferentes níveis de contaminação. Os valores dos parâmetros batem com os valores reais ou variam com o nível de contaminação? Calcule também o RMSE dos erros de predição para os diferentes níveis de contaminação e faça um gráfico do nível de contaminação pelo valor do RMSE. Discuta os resultados. OBS: Use impulsos de 3 vezes a maior amplitude do sinal de entrada  $u(k)$ .

2.3) Repita o Item 2.2 usando a versão robusta do método de estimação de sua escolha (LMM ou RLM). Compare e discuta os resultados obtidos com relação àqueles obtidos no Item 2.2.

**BOA SORTE!**