



Nome: _____ Matrícula: _____

RESOLUÇÃO - 1ª PROVA ISD

1ª Questão (3,5): Considere o modelo de processo $y(k) = \frac{B(q)}{A(q)} = \frac{(1+0,5q^{-1})q^{-1}}{1-1,5q^{-1}+0,7q^{-2}}u(k)$

e o modelo de ruído $w(k) = \frac{1}{D(q)}v(k) = \frac{1}{1+0,8q^{-1}}v(k)$.

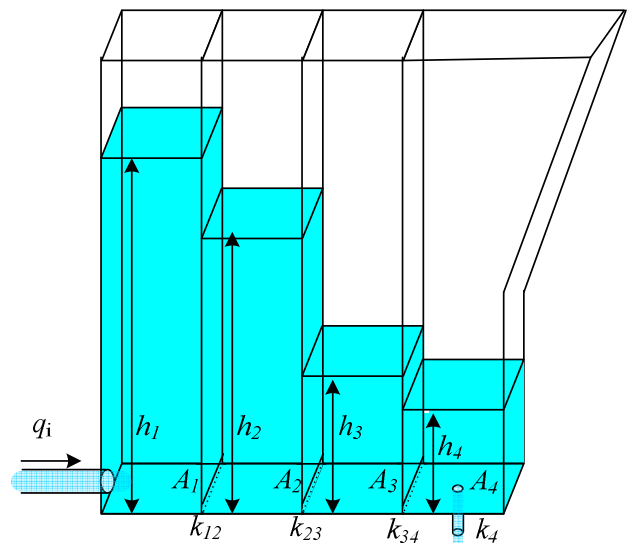
- (0,5) Utilizando ruído $v(k)$ gaussiano com média nula, mostre que $w(k)$ não é branco.
- (1,0) Ignorando inicialmente a natureza do ruído e considerando um experimento com N amostras $(u(k), y(k))$, esboce a identificação pelo método dos mínimos quadrados (construção das matrizes de regressão, equação de estimação dos parâmetros etc.).
- (1,0) Mostre a ocorrência de polarização no estimador proposto em b).
- (1,0) Utilizando “.m” ou pseudocódigo apresente um algoritmo de estimação MQ Estendido para os modelos dados. (Estimativa conjunta de ambos os modelos. Resíduos como estimativa do ruído).

2ª Questão (2,0): As seguintes afirmativas são verdadeiras? Por quê?

- Para que não haja polarização ($\mathbf{b} = E[\hat{\boldsymbol{\theta}}] - \boldsymbol{\theta}$) um estimador ($\hat{\boldsymbol{\theta}} = \mathbf{A}\mathbf{y}$) deve satisfazer, no mínimo, 2 condições: i) \mathbf{A} e \mathbf{e} são estatisticamente independentes ($E[\mathbf{A}\mathbf{e}] = E[\mathbf{A}]E[\mathbf{e}]$) e ii) O erro deve ter média zero ($E[\mathbf{e}] = 0$).
- A identificação não-paramétrica é geralmente mais simples pois pode ser realizada sem se conhecer/arbitrar a ordem do sistema. O modelo obtido permite projetar controladores parametrizados (e.g., PID).
- Sinais de entrada, sinais de perturbação e ruídos de um modelo dinâmico são função dos atuadores e dos sensores disponíveis em um processo. Uma perturbação mensurável (e.g., radiação solar em um ambiente predial), por exemplo, pode ser estimada e compensada por um observador de perturbações.
- Um princípio subjacente à redução do ruído é a utilização da média de um grande número de experimentos, N . A variância do ruído é reduzida por um fator ($1/\sqrt{N}$). Seguindo esta lógica, se tivéssemos um instrumento bastante preciso (σ_p^2), porém caro, e outro instrumento menos preciso (σ_m^2), teríamos melhor acurácia utilizando apenas poucas medidas do instrumento mais preciso. A melhor precisão, no entanto seria obtida utilizando um número muito grande de experimentos do instrumento menos preciso.

3ª Questão: (2,0) A simulação do processo de nível de líquido de 4ª ordem é um valioso instrumento para se conhecer rapidamente as características do processo, mas é também um fator limitante. Por exemplo, assume-se fluxo turbulento ($q_4 = k_4\sqrt{h_4}$). Se o fluxo fosse laminar teríamos ($q_4 = k'_4h_4$). (Em operação é provável que haja um chaveamento deslizante entre estes modos de escoamento – de acordo com o número de Reynolds).

Considere nesta questão a identificação de um processo de nível de líquidos em que válvulas e dutos tem dimensão tal que produzem apenas fluxo laminar. Que adequações/procedimentos teriam que ser utilizados para identificar o processo? (pontos de operação, amplitude dos sinais, taxa de amostragem, duração do experimento, modelos, algoritmos etc.)

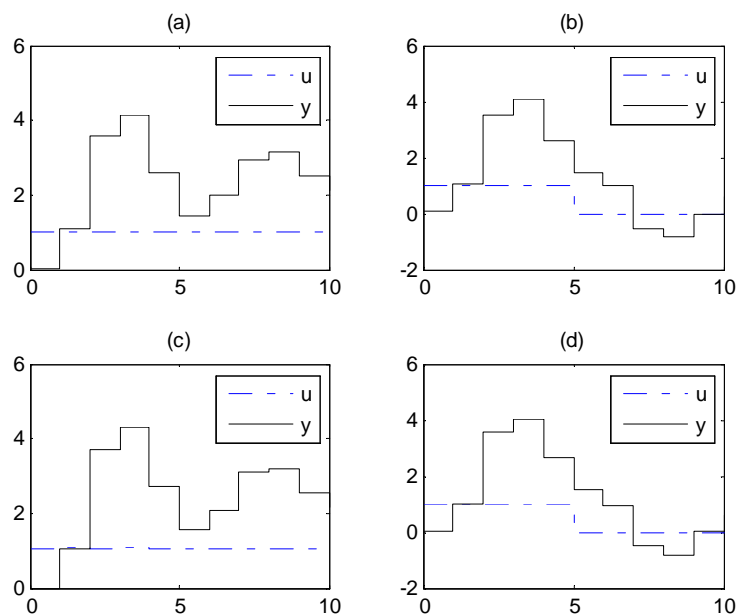


4ª Questão: (2,5) Seja a função de transferência discreta $G(z) = \frac{Y(z)}{U(z)} = \frac{z+2}{z^2-0,5z+0,7}$.

A identificação pelo método dos mínimos quadrados $\hat{\theta}_{MQ} = [\Psi^T \Psi]^{-1} \Psi^T \mathbf{y}$ utiliza a matriz de regressores Ψ e o vetor de medidas \mathbf{y} . Nesta questão a simulação do sistema $\mathbf{y} = \text{lsim}(G, \mathbf{u}, (0:N-1)')$, acrescenta em alguns casos $0.1 * \text{rand}(N, 1)$ ao sinal \mathbf{u} . Em outros casos $0.1 * \text{rand}(N, 1)$ é somado ao sinal \mathbf{y} .

- a) (0,5) Qual a dimensão das matrizes e vetores envolvidos no cálculo de $\hat{\theta}_{MQ}$?
- b) (1,0) Associe, justificando, os gráficos de \mathbf{u} e \mathbf{y} (a, b, c e d) aos parâmetros $\hat{\theta}$ identificados (i, ii, iii e iv).

	i	ii	iii	iv
$\hat{\theta}_1$	0.5000	0.5007	0.4728	0.4754
$\hat{\theta}_2$	-0.7000	-0.7015	-0.6707	-0.6926
$\hat{\theta}_3$	1.0000	1.5311	1.0572	1.0071
$\hat{\theta}_4$	2.0000	1.5311	2.0158	2.0859



- c) (1,0) Considere agora que um dos procedimentos de identificação adotados acima (a, b, c ou d) foi realizado 1000 vezes, produzindo os seguintes histogramas dos parâmetros identificados. O que explica a polarização?

