

# ELT016: Trabalho 2

Rúbia Reis Guerra

2013031143

14/04/2019

## 1 Métodos Determinísticos

### 1.1 Problema 1: Planta de Bombeamento

Após análise do comportamento do sistema, como mostram as Figuras 2a 3a, tenta-se a estimação dos parâmetros para um sistema de 1ª ordem pelo método de Sundaresan-Krishnaswamy [2]:

$$K = \frac{\delta y}{\delta u} \quad (1)$$

$$\tau = 0.682(t_{85\%} - t_{35\%}) \quad (2)$$

$$\theta = t_{35\%} - 0.431\tau \quad (3)$$

Sendo  $t_{85\%}$  e  $t_{35\%}$  o tempo em que o sistema atinge 35% e 85% do valor final, respectivamente. A Figura 1 mostra a saída do método para um sistema de 1ª ordem com  $K = 0.75$ ,  $\tau = 4$  e  $\theta = 3$ :

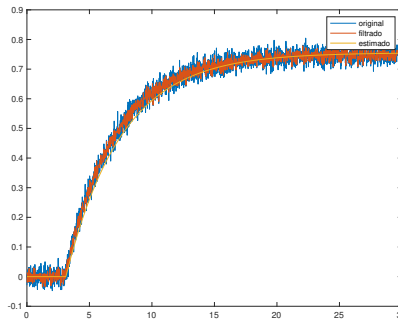
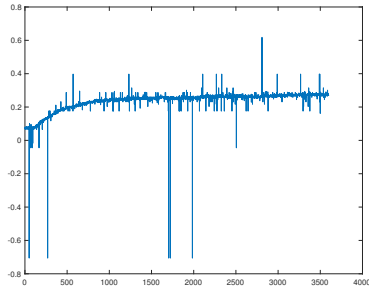
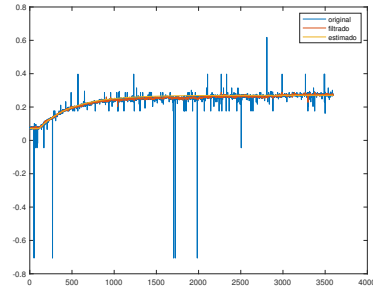


Figura 1: Teste da aproximação para um sistema genérico de primeira ordem

O método foi utilizado para estimar os parâmetros da primeira massa de dados, correspondente à entrada em degrau de 16,34 a 17,05 mA. Os dados de entrada foram filtrados utilizando um filtro linear de suavização (filtro da mediana). A Figura 2 mostra o resultado obtido:



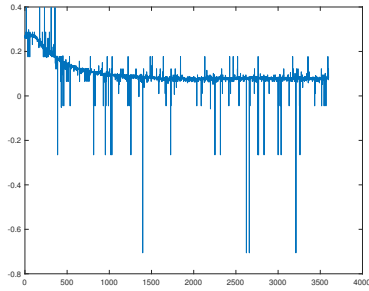
(a) Original



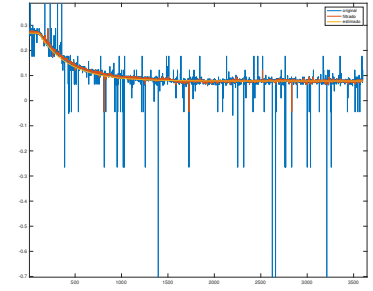
(b) Simulado

Figura 2: Degrau de 16,34 a 17,05 mA

Após validado, o método foi aplicado à segunda massa de dados, obtendo o resultado da Figura 3:



(a) Original



(b) Simulado

Figura 3: Degrau de 17,05 a 16,34 mA

## 1.2 Problema 2: Balança

Após análise do comportamento do sistema, como mostram as Figuras 6a 6a, observa-se que o sistema é possivelmente de 4ª ordem com uma dinâmica dominante mais rápida de 2ª ordem. Tenta-se a estimação dos parâmetros para um sistema de 2ª ordem subamortecido sem atraso a partir de:

$$\zeta = \frac{0.6}{N_{ciclos}} \quad (4)$$

$$\beta = \sqrt{1 - \zeta^2} \quad (5)$$

$$P = T_{picos} \times T_s \quad (6)$$

$$\omega_n = \frac{2\pi}{\beta P} \quad (7)$$

Sendo  $P$  o tempo médio entre dois picos sucessivos e  $T_s$  o tempo de amostragem. O ganho foi aproximado conforme a Equação 1. A simulação para um sistema genérico de 2ª ordem com  $\eta = 0.1$  e  $\omega_n = 100\text{Hz}$  pode ser vista na Figura 4:

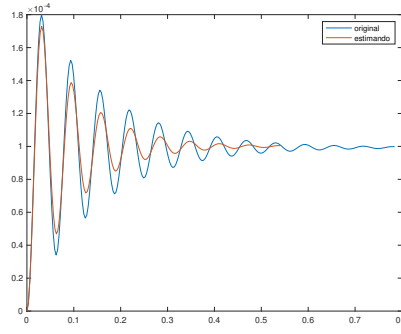


Figura 4: Teste da aproximação para um sistema genérico de segunda ordem subamortecido

Apesar do ganho e da frequência apresentarem um certo grau de divergência da resposta real do sistema, considerou-se que a aproximação é suficiente para capturar o comportamento do modelo, conforme visto na Figura 5:

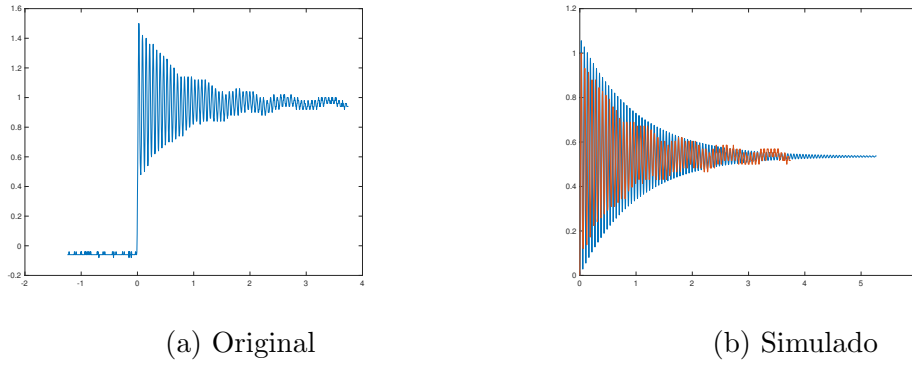


Figura 5: Medições do prato 1

Para a segunda massa de dados, o resultado da aproximação do sistema foi mais próximo do esperado:

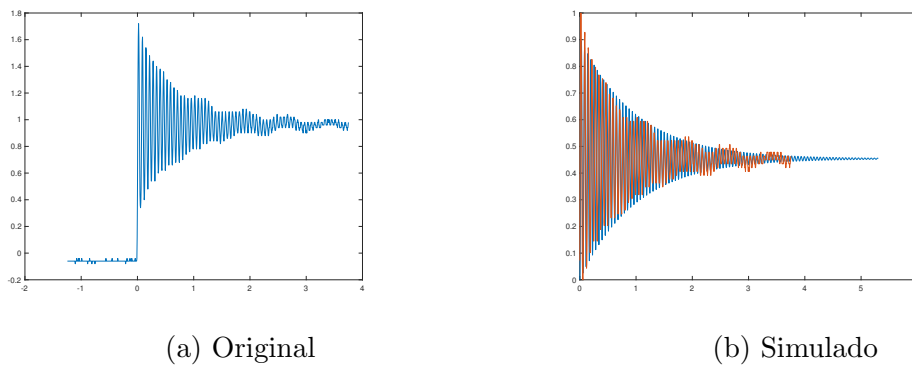


Figura 6: Medições do prato 2

### 1.3 Problema 3: Torneira

O terceiro problema pode ser aproximado por um sistema de 1ª ordem ou de 2ª ordem sobreamortecido com atraso puro de tempo, como mostra as Figuras 7, 8 e 9. Para

simplificar a abordagem, o atraso foi desconsiderado. Utilizou-se o método da resposta complementar [3] para estimar os parâmetros do modelo. A aproximação do sistema para 1ª ordem não foi incluída neste relatório, mas poderia ter sido realizada utilizando, por exemplo, o método das áreas [3].

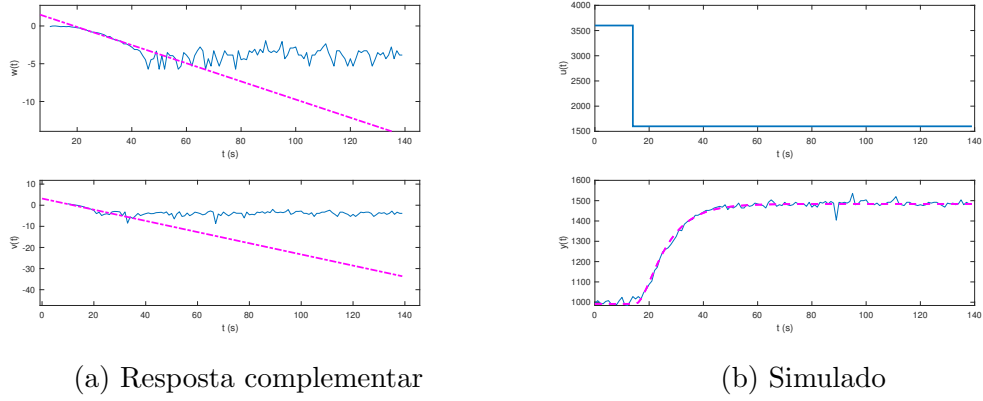


Figura 7: Resultados para a massa de dados torneira3

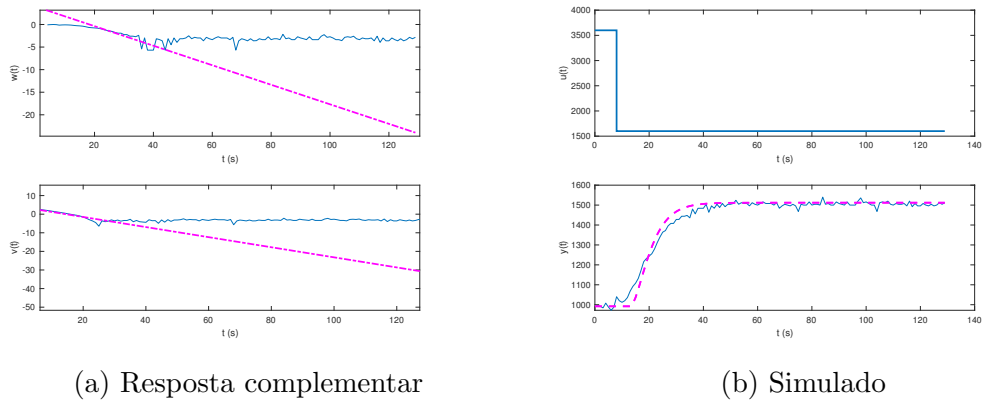


Figura 8: Resultados para a massa de dados torneira4

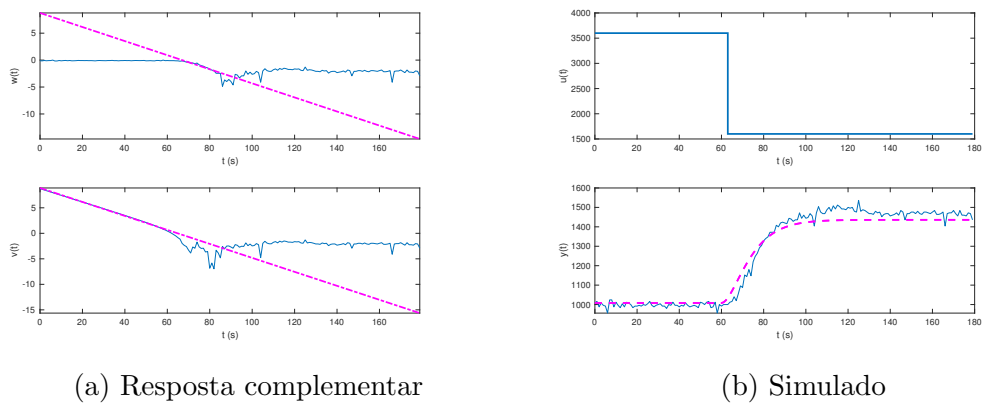


Figura 9: Resultados para a massa de dados torneira5

## Referências

- [1] "System Identification Overview- MATLAB & Simulink", Mathworks.com, 2019. [Online]. Disponível em: <https://www.mathworks.com/help/ident/gs/about-system-identification.html>. [Acesso: 06-Abr-2019].
- [2] L. A. Aguirre, "Introdução à Identificação de Sistemas". Editora UFMG, 2015.
- [3] B. O. S. Teixeira, "Revisão de Métodos de Estimação de Parâmetros de Sistemas Dinâmicos Lineares de Primeira e Segunda Ordens". DEE/UFMG, 2009.