



Universidade de Aveiro
Departamento de
Engenharia Mecânica

Servomecanismos

Trabalho 7 - Identificação de sistemas eletromecânicos

Licenciatura em Engenharia Mecânica
Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica
Mestrado em Engenharia de Automação Industrial

Objetivos

- (1) Identificação de sistemas eletromecânicos com servomotores;
- (2) Verificação da estabilidade/instabilidade dos sistemas em malha fechada com a variação do ganho proporcional do controlador;
- (3) Identificação de mapa de pólos de funções de transferência em malha fechada;
- (4) Introdução ao controlo proporcional e derivativo.

1 Identificação paramétrica de servomecanismos de velocidade

Pretende-se identificar um sistema eletromecânico composto por um servomotor com o respectivo drive de potência, e transmissão mecânica composta por fuso de esferas e guiamento linear (Fig. 1). O drive de potência permite monitorizar a velocidade de rotação do motor (ω_{REAL}) por meio de uma saída analógica. O conjunto servomotor e drive de potência é, em si mesmo, um sistema em malha fechada. O seu controlador pode ser parametrizado no drive de acordo com a carga acoplada (massa M), e aceita comando (referência) em velocidade pretendida (ω_{REF}). A resposta experimental ω_{REAL} a degraus em ω_{REF} pode ser observada na Fig. 2.

a) Verificar se a dinâmica de ω_{REAL} se pode aproximar à dinâmica de um sistema de segunda ordem, isto é, verificar a validade da aproximação:

$$\frac{\omega_{REAL}}{\omega_{REF}} \approx \frac{\tilde{\omega}_{REAL}}{\omega_{REF}} = \frac{w_n^2}{s^2 + 2\zeta\omega_n s + w_n^2} = \frac{k}{(s + p_1)(s + p_2)} \quad (1)$$

em que k é um ganho; $-p_1$ e $-p_2$ são pólos.

- (i) Utilize a função *lsim* do Matlab;
- (ii) Utilizar a função *sim* do Matlab implementando a função de transferência $\frac{\tilde{\omega}_{REAL}}{\omega_{REF}}$ no Simulink;
- (iii) Utilizar a função *fminsearch* do Matlab para realizar uma optimização local;
- (iv) Utilize a função *GlobalSearch* do Matlab para realizar uma optimização global.

b) Quantificar a correlação obtida entre ω_{REAL} e a aproximação $\tilde{\omega}_{REAL}$ usando os métodos da alínea anterior (note que pode usar a função *xcorr* do Matlab).



Fig. 1. Sistema eletromecânico com servomotor, drive de potência (do servomotor) e transmissão mecânica para o movimento horizontal de uma massa M (não considerar o sistema pendular neste trabalho).

2 Controlo de servomecanismos de posição

Pretende-se controlar a posição δ_{REAL} da massa M do sistema eletromecânico identificado no exercício 1 de acordo com uma ordem de comando δ_{DES} e usando um controlador C (Fig. 3).

a) Identificar o erro em regime estacionário $e_{rss}(t) = \lim_{t \rightarrow \infty} e_r(t)$ para controladores proporcionais ($C = K_p$).

b) Visualizar o mapa de pólos da função de transferência em malha fechada $\frac{\delta_{REAL}}{\delta_{DES}}$ para controladores proporcionais ($C = K_p$).

c) Identificar em que gama de valores de K_p (controlo proporcional) o sistema permanece estável: (i) utilizar o critério de Routh Hurwitz; (ii) utilizar a função *pole* do Matlab.

d) Controlar a posição do sistema em malha fechada com um ganho proporcional $C = K_p$ como indicado na Fig. 4.

e) Utilizar o critério de Routh Hurwitz para mostrar que $C(s) = K_p(s + 10)$ garante que o sistema em malha fechada $\frac{\delta_{REAL}}{\delta_{DES}}$ seja sempre estável.

f) Provar que o sistema em malha fechada $\frac{\delta_{REAL}}{\delta_{DES}}$ não é sempre estável se $C(s) = K_p(s + z)$ e $z < -p_1 - p_2$.

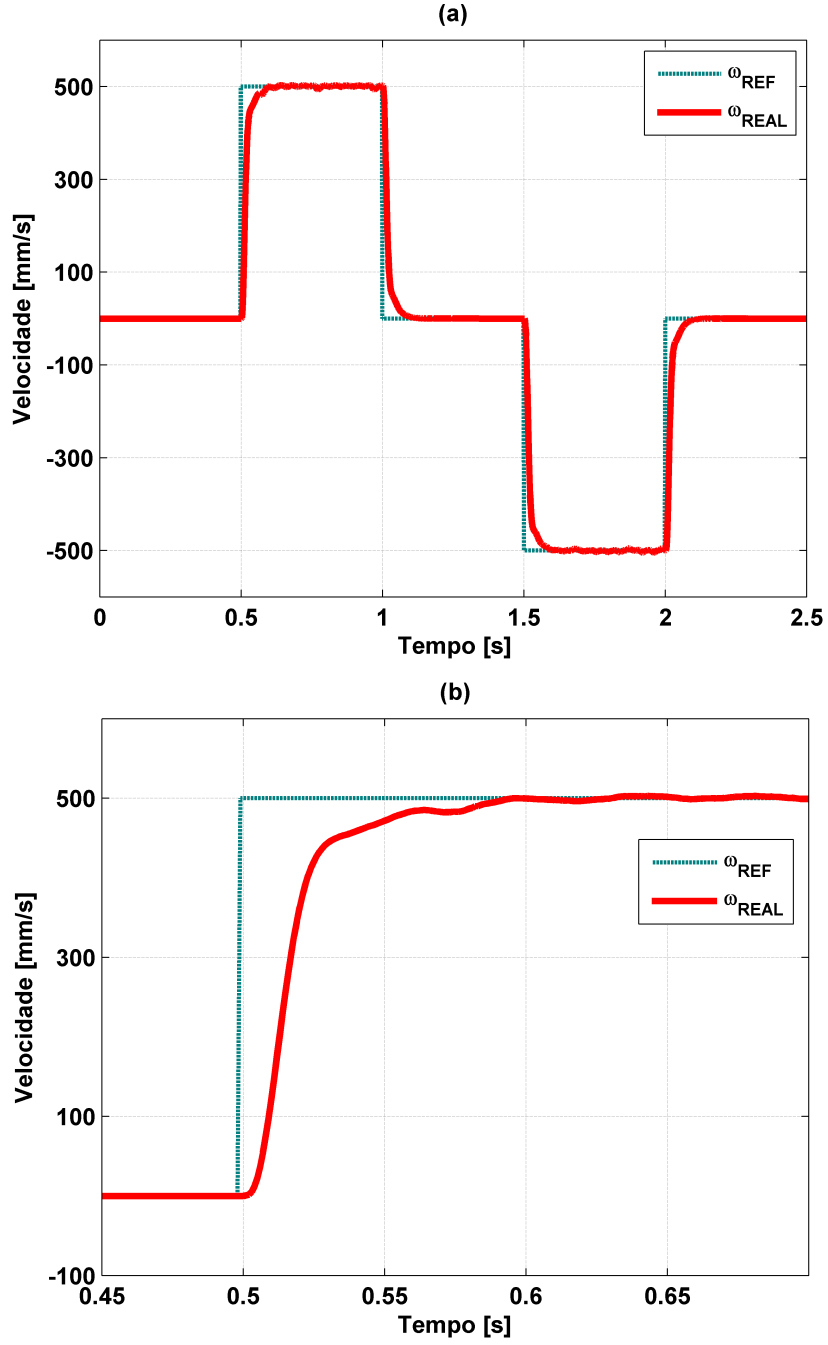


Fig. 2. (a) Resposta ω_{REAL} ao degrau (ascendente e descendente) de 500 mm/s de amplitude em ω_{REF} ; (b) Detalhe da resposta ω_{REAL} ao degrau ascendente em ω_{REF} .

Dados experimentais

Estarão disponíveis os ficheiros na plataforma *elarning* com os dados de ω_{REF} e ω_{REAL} (Fig. 2), assim como de δ_{DES} e δ_{REAL} (Fig. 4).

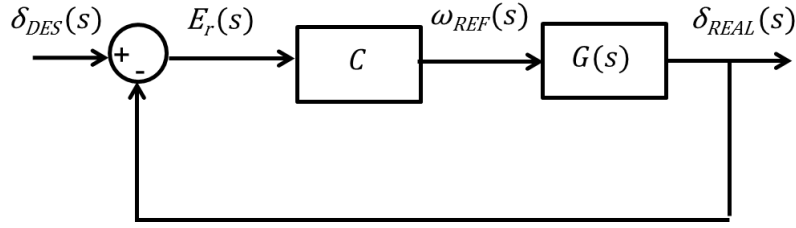


Fig. 3. Diagrama de blocos do sistema realimentado com controlador C : δ_{DES} é a posição desejada para a massa M e δ_{REAL} a sua posição real.

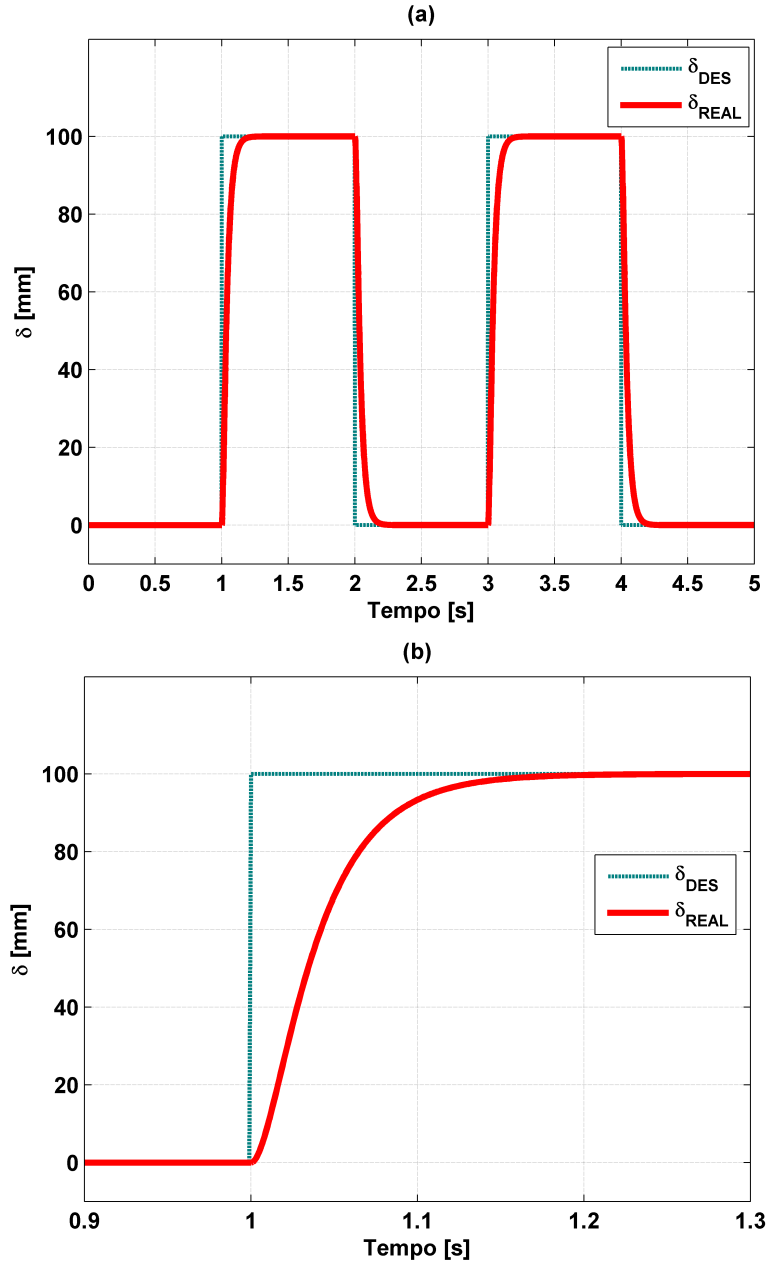


Fig. 4. (a) Resposta δ_{REAL} ao degrau (ascendente e descendente) de 100 mm/s de amplitude em δ_{DES} ; (b) Detalhe da resposta δ_{REAL} ao degrau ascendente em δ_{DES} .

Entrega de trabalho

Este trabalho tem a duração de 2 aulas práticas. Todos os ficheiros deverão ser submetido na plataforma *clearning* até à data comunicada pelo docente. Os ficheiros a submeter

são:

- Funções e scripts do matlab (*.m);
- Ficheiros do Simulink (*.mdl).

Estes ficheiros devem ser enviados num ficheiro de extensão .zip ou .rar, de acordo com as seguintes instruções:

- nmec(1)_nmec(2).zip (caso o grupo seja de dois elementos)
[Exemplo: 12345_67890.rar]
- nmec(1).rar (caso o grupo seja apenas de um elemento)
[Exemplo: 12345.zip]