INSTITUTO POLITÉCNICO DE TOMAR

Engenharia Electrotécnica

3º Trabalho Prático de Controlo Inteligente

Controlo de um Motor DC de Parâmetros Desconhecidos

Este trabalho tem por objectivo o controlo de um motor DC existente em laboratório, cujo modelo matemático é desconhecido. Pretende-se que os alunos

A figura seguinte representa o modelo equivalente de um motor DC.

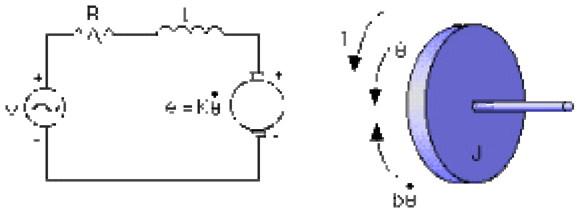

Figura 1: *Modelo equivalente de um motor DC*

De acordo com a figura anterior os parâmetros do sistema são os seguintes:

- J – Momento de inércia do rotor
- b – Coeficiente de amortecimento
- R – Resistência interna da armadura
- L – Indutância
- K=Ke=Kt – Constante da força electromotriz
- V – Tensão de entrada
- θ - Posição do veio do motor

O binário do motor T está relacionado com a corrente I da armadura pela seguinte relação:

$$T = K_t \times i \quad (1)$$

Por outro lado a fem (e) está relacionada com a velocidade rotacional pela seguinte relação:

$$e = K_e \times \dot{q} \quad (2)$$

Ainda de acordo com a figura é possível escrever as seguintes equações que definem o modelo do sistema:

$$\begin{aligned} &J\ddot{q} + b\dot{q} = Ki \\ &L\frac{di}{dt} + Ri = V - K\dot{q} \end{aligned} \qquad (3)$$

Aplicando a transformada de Laplace a ambas as equações obtém-se:

$$\begin{aligned} &s(Js+b)q(s) = KI(s) \\ &(Ls+R)I(s) = V - Ksq(s) \end{aligned} \qquad (4)$$

Eliminando I(s) das equações, e sabendo que $sq(s) = \dot{q}(s)$ obtém-se a função de transferência em Malha Aberta, sendo a Tensão *V(s)* a entrada e a velocidade rotacional $\dot{q}(s)$ a saída.

$$\frac{\dot{q}(s)}{V(s)} = \frac{K}{(Js+b)(Ls+R)+K^2} \qquad (5)$$

Considerando que a indutância L do circuito da armadura é geralmente muito pequena podendo ser desprezada, obtém-se a seguinte função de transferência em Malha Aberta:

$$\frac{\dot{q}(s)}{V(s)} = \frac{K}{(sJR+bR)+K^2} \qquad (6)$$

Fazendo as seguintes substituições:

$$K_1 = \frac{K}{RJ}; a = \frac{1}{J}\left(b + \frac{K^2}{R}\right) \qquad (7)$$

Obtém-se a Função de Transferência:

$$\frac{\dot{q}(s)}{V(s)} = \frac{K_1}{s+a} \qquad (8)$$

Tendo já o modelo da planta do sistema responda às seguintes questões:

1. Utilizando um método experimental adequado, determine o modelo matemático do processo a controlar. Identifique o tipo de sistema e interprete os parâmetros da função de transferência.

2. Simule em ambiente Matlab/Simulink um controlador analógico PID para o modelo de planta obtido anteriormente. O controlador deve ter as seguintes características:

   Coeficiente de amortecimento = 0.5;

   Frequência natural não amortecida = 2 rad/s.

3. Simule o respectivo PID discreto e indique o período de amostragem adequado. Justifique. Analise o desempenho do sistema para diferentes períodos de amostragem e para perturbações externas aplicadas ao sistema (ex. colocação de uma carga no motor). Analise a robustez de diferentes mapeamentos do plano s para o plano z (ex. transformação bilinear).

4. Implemente no processo real o PID discreto simulado (parâmetros Kp, Ki, Kd e Ts). Registe os valores obtidos e compare-os com os resultados simulados.

5. Usando realimentação de variáveis de estado (tempo discreto), projecte um controlador com os mesmos parâmetros dinâmicos referenciados no ponto 2. Analise o desempenho dos sistema conforme explicado no ponto 4.

6. Tire conclusões.