



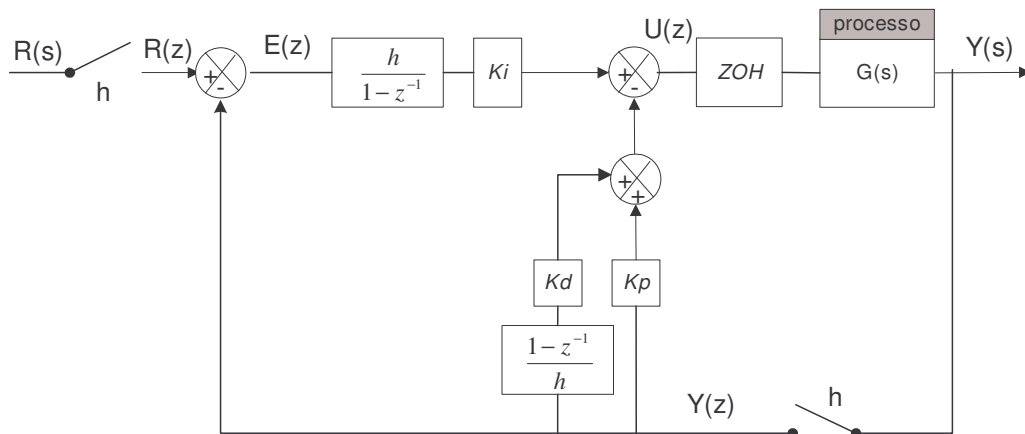
Frequência de Controlo Digital / Controlo Inteligente
(Com consulta parcial – duração: 1h20m)

06 de Janeiro de 2005

PARTE II

Justifique convenientemente todas as suas respostas.

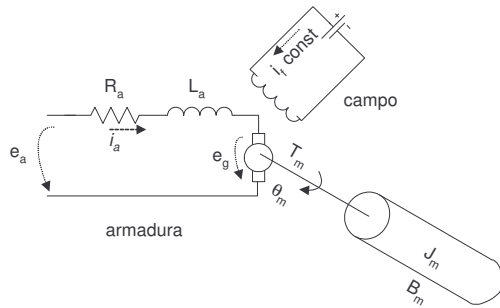
1. Seja o seguinte sistema de controlo de posição:



- (cot.: 0.5 val.) Projectou-se o controlador PID por emulação. Identifique o método de aproximação numérica utilizado para obter o controlador PID discreto. Justifique.
- (cot.: 0.5 val.) Obtenha o sinal de comando no domínio Z, $U(z)$.
- (cot.: 1.5 val.) Pretende-se implementar o controlador num microprocessador. Obtenha a expressão do sinal de comando $u(kh)$.
- (cot.: 1.0 val.) Obtenha o equivalente $G(z)$ ($G(s)$ precedido pelo ZOH), sabendo que $G(s)=2/(s^2+3s)$ e que o período de amostragem é $h=0.1$ seg.
- (cot.: 1.5 val.) Na estrutura de controlo da figura eliminou-se a acção integral substituindo-se por um ganho constante $K=1$ na acção do erro. De seguida sintonizou-se o controlador PD tendo-se obtido para K_p e K_d os valores 1 e 0.1 respectivamente. Diga qual o valor da saída em regime estacionário $y(kh)$ para uma entrada $R(z)$ em degrau unitário.
- Pretende-se agora fazer o controlo de velocidade ($G(s)=2/(s+3)$). Substituiu-se a estrutura de controlo actual por um controlador PI não modificado.
 - (cot.: 1.0 val.) Supondo que o sistema se comporta como um sistema de 2ª ordem e se pretende obter uma resposta a degrau caracterizada por uma frequência natural não amortecida igual a 2 rad/s e um factor de amortecimento igual a 0.7, determine a equação característica discreta do sistema em malha fechada para um tempo de amostragem h igual a 0.1 seg., obtenha a localização dos pólos e represente-os graficamente.

- ii) (cot.: 1.5 val.) Projecte analiticamente o controlador PI discreto, tomando em consideração o efeito do ZOH. Utilize o método bilinear para discretizar o controlador.

2. Considere um motor DC controlado por tensão de armadura e as equações diferenciais que descrevem o seu comportamento dinâmico.



$$e_a(t) = K\dot{\theta}_m(t) + R_a i_a(t) + L_a \frac{di_a(t)}{dt}$$

$$J_m \ddot{\theta}_m(t) = K_m i_a(t) - B_m \dot{\theta}_m(t)$$

- a) (cot.: 1.25 val.) Obtenha o modelo no espaço de estados considerando como variáveis de estado $x_1 = \dot{\theta}_m(t)$ e $x_2 = i_a(t)$ e variável de saída $y = i_a(t)$.
- b) (cot.: 1.25 val.) A partir do modelo no espaço de estados obtenha a F.T.

$$G(s) = \frac{I_a(s)}{E_a(s)}$$