A resolução da Ficha 2 deverá ser enviada até ao dia 6 de maio de 2022
de acordo com as indicações na página de CS no Moodle

Tema da Ficha 2 – Controladores, Funções de Transferência e Diagramas de Blocos

1ª PARTE – Dimensionamento de um controlador integral em sistemas de 1ª ordem

Considere o seguinte diagrama de blocos em cadeia fechada:

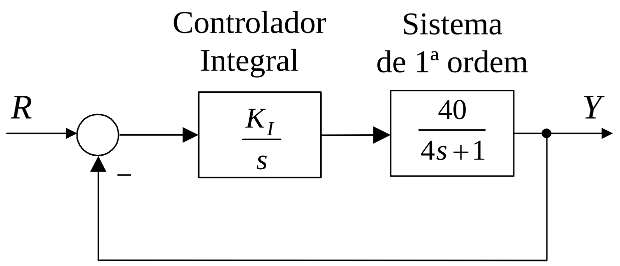

Figura 1

1.1 – Dimensione o ganho K_I (do controlador integral), de forma a obter uma resposta de um sistema de 2ª ordem com um coeficiente de amortecimento igual a $\xi = \frac{\sqrt{2}}{2}$.

Uma resposta temporal y(t), de um sistema de 2ª ordem, com este coeficiente de amortecimento (ξ) apresenta uma sobreelevação (M_P) de 4% (ver **Nota 1** *na página 2 deste enunciado).*

Sugestão: *Associe os 2 blocos da cadeia de ação em cascata e depois associe em retroação unitária donde resulta:*

$FT_1(s) = \frac{Y(s)}{R(s)}$. *Depois compare a função resultante (FT_1) com a FT de 2ª ordem standard* $FT(s) = \frac{\omega_0^{\,2}}{s^2 + 2\xi\omega_0 s + \omega_0^{\,2}}$, *ao impor um* $\xi = \frac{\sqrt{2}}{2}$ *na FT standard, resulta o valor do ganho K_I.*

1.2 – Confirme o dimensionamento efetuado, visualizando a resposta pretendida utilizando o ***Matlab/Simulink.***

Depois utilize o comando ***pzmap*** (do ***Matlab***) para visualizar o Mapa Polos-Zeros e para verificar que as raízes do denominador (ou polos), da na nova FT_1 estão localizados no SPE (semiplano complexo esquerdo), com um ângulo de ± 45º em relação à intersecção dos 2 eixos (real e imaginário) do plano complexo.

2ª PARTE – *Dimensionamento de um controlador PI em sistemas de 2ª ordem*

Considere o seguinte diagrama de blocos, em que se utiliza um controlador PI (de ajuste independente de ganho) para controlar um sistema de 2ª ordem:

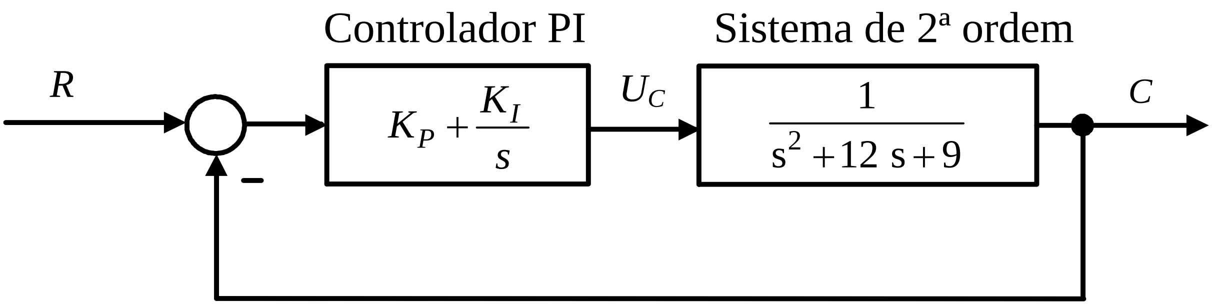

Figura 2

2.1 - Dimensione os parâmetros do controlador PI (K_P e K_I), para as seguintes situações:

1) $\xi = \frac{\sqrt{2}}{2}$ 2) $\xi = 0.1$ 3) $\xi = 4$

<u>**Nota 1**</u>: *Ao dimensionar um sistema de 2ª ordem (sem zeros) para um coeficiente de amortecimento* $\xi = \frac{\sqrt{2}}{2}$ *ou* 0.707 *, significa que estamos a aplicar o critério* ***ITAE - Integral do produto do tempo pelo valor absoluto do erro*** *(Integral of Time Absolute Error). Este critério minimiza o tempo em que a resposta y(t) estabiliza na referência, através da minimização da área da resposta y(t). Na prática o dimensionamento do controlador vai alterar a dinâmica do sistema global (denominador da FTCF) de modo a ter os polos do sistema global em 45º no plano complexo,* $\cos(45^o) = \xi$*, ou seja, este método impõe ao sistema global um coeficiente de amortecimento igual a* $\xi = \frac{\sqrt{2}}{2} = 0.707$*. Como este tipo de dimensionamento (ξ=0.707), a resposta temporal y(t) apresenta uma sobreelevação de cerca de aproximadamente 4%.*

Nota 2: *Um possivel dimensionamento para o controlador PI consiste em cancelar o polo dominante do sistema de 2ª ordem com o zero do controlador PI (de ajuste independente de ganho):*

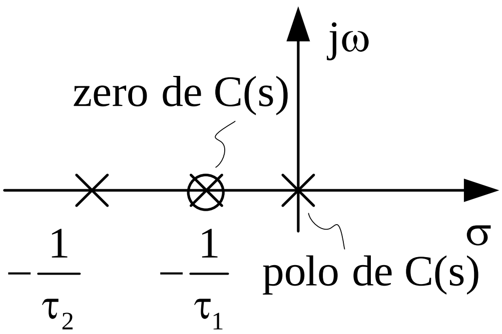

Figura 3

Depois parametriza-se os ganhos do controlador em função do coeficiente de amortecimento ξ*, de acordo com a Função de Transferência Standard* $\frac{C(s)}{R(s)} = \frac{\omega_0^2}{s^2 + 2\xi\omega_0 s + \omega_0^2}$*, ou seja, o objetivo é chegar à relação matemática* $K_I = f(\xi)$.

2.2 – Utilizando o ***Simulink***, apresente as respostas temporais c*(t)* para cada uma das 3 situações da alínea 2.1, considerando as seguintes entradas: r_1(t)=10 e r_2(t)=1000

Nota 3: *No total vão ser apresentadas 6 figuras nesta questão, ou seja, 3 figuras por cada entrada.*

2.3 – Utilizando o ***Matlab***, apresente os 3 mapas Polos-Zeros da FTCF para cada uma das situações da alínea 2.1.

Nota 4: *Utilize o comando subplot para obter uma figura de dimensão* 1×3

2.4 – Utilizando o ***Simulink***, apresente o sinal de saída do controlador (U_C) de modo a abservar o esforço do mesmo para a imposição de um coeficiente de amortecimento $\xi = \frac{\sqrt{2}}{2}$, para as duas entradas da alinea 2.2, ou seja, para r_1(t)=10 e r_2(t)=1000.

Nota 5: *Apresentar em separado as seguintes figuras: o sinal* U_C *para r(t)*=10 *e o sinal* U_C *para r(t)*=1000.

3ª PARTE – *Teoria sobre controladores*

3.1 – Descreva o princípio de funcionamento dos controladores: ON-OFF sem Histerese e ON-OFF com Histerese. Apresente esquemas descritivos do funcionamento de ambos os Controladores.

3.2 – Implemente a montagem física de um controlador industrial com a seguinte Função de Transferência, atribuindo valores standard (que existem para venda) para as resistências e para os condensadores no seu dimensionamento.

$$C(s) = \frac{(10s+1)(2s+1)}{s}$$

4ª PARTE – *Funções de Transferência e Diagramas de Blocos e de Fluxo*

4.1 – Obtenha a função de transferência do seguinte circuito elétrico:

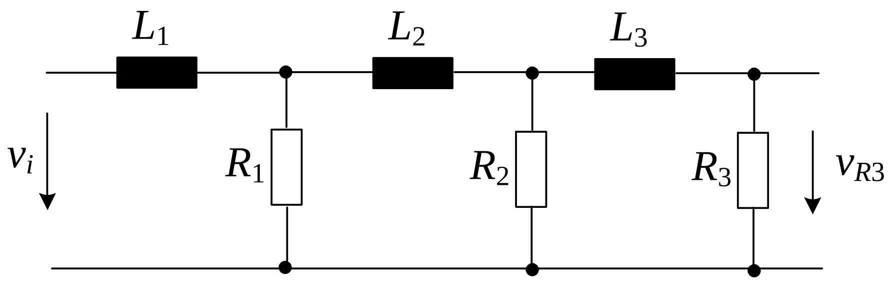

Figura 4

Considerando: Variável de entrada $\Rightarrow v_i$ e Variável de saída $\Rightarrow v_{R3}$

4.2 – Com base nas equações iniciais (ou equações da dinâmica), desenhe o Diagrama de Blocos inicial do circuito elétrico.

4.3 – Aplique a álgebra dos diagramas de blocos no diagrama obtido em 4.2 e confirme a FT calculada em 4.1.

4.4 – Transforme o Diagrama de Blocos da questão 4.2 em Diagrama de Fluxo de Sinal a aplique a Fórmula de Mason para obter a Transmitância Total do grafo (o resultado deve coincidir com a FTCF).