Iniciado em	domingo, 18 jul 2021, 23:27
Estado	Finalizada
Concluída em	domingo, 18 jul 2021, 23:30
Tempo empregado	3 minutos 1 segundo
Notas	2,1/5,0
Avaliar	**4,2** de um máximo de 10,0(**42**%)

Questão **1**

Correto

Atingiu 1,0 de 1,0

Marque a(s) alternativa(s) correta(s):

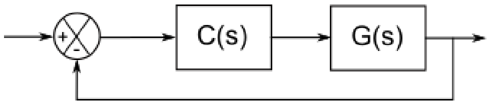
- [x] a. O controlador PID pode ser empregado quando deseja-se melhorar a resposta transitória e zerar o erro em regime permanente para algum tipo de entrada.
- [x] b. O controlador PID tem uso similar ao do controlador de avanço-atraso. A diferença é que o controlador de PID é capaz de zerar o erro em regime permanente para um certo tipo de entrada enquanto o controlador de avanço-atraso apenas reduz o erro.
- [ ] c. O termo derivativo associado ao controlador PID não sofre influência devido a ruídos de medida. Isso deve-se a existência do polo na origem do controlador que insere uma atenuação constante de -20 dB/dec. Com isso, o ganho em alta frequência do PID é limitado.
- [x] d. O controlador PID pode ter diferentes formas de implementação tais como a forma padrão $C(s) = K_p\left(1 + \frac{1}{T_i s} + T_d s\right)$, a forma paralela $C(s) = K_p + \frac{K_i}{s} + K_d s$ e a forma interativa ou em série $C(s) = K_c(T_d s + 1)\left(1 + \frac{1}{T_i s}\right)$. Todas estas formas, caso tenham os ganhos ajustados corretamente, são equivalentes.

Questão **2**

Parcialmente correto

Atingiu 0,5 de 1,0

Considere o sistema descrito na figura abaixo onde $G(s) = \frac{165}{(s+1)(s+2)(s+10)}$. Deseja-se projetar um controlador PID na forma $C(s) = K_p + \frac{K_i}{s} + K_d s = K(s+z_1)\frac{(s+z_2)}{s}$ para que o sistema, em malha fechada, tenha polos dominantes que forneçam sobressinal de 5% e tempo de acomodação de 2 segundos. Adicionalmente, o erro em regime permanente para uma entrada do tipo degrau deve ser nulo. Preencha as lacunas com as respostas adequadas considerando 3 algarismos significativos.



Para atender os requisitos de projeto, o coeficiente de amortecimento dos polos dominantes de malha fechada deve ser $\zeta =$

0.690

✔ . A frequência natural destes polos deve ser $\omega_n =$

2.898

✔ rad/s.

A partir destes valores, os polos dominantes de malha fechada devem estar em : $s_{1,2} =$

-1.999

✔ $\pm j$

2.097

✔ .

A contribuição angular que o termo $(s+z_1)$ do compensador deve inserir no lugar das raízes é $\phi =$

40.133

✔ graus.

Para atender a contribuição angular ϕ, o zero do compensador em $s = -z_1$ deve estar $s =$

-4.486

✔ .

O ganho do compensador vale $K =$

✘ .

Considerando que o zero do termo $(s+z_2)$ esteja em $s = -0,1$ o compensador na forma $C(s) = \frac{K(a \cdot s^2 + b \cdot s + c)}{s}$ é $C(s) =$

✘ (

1

✔ $s^2 +$

4.586

✔ $s +$

0.448

✔ $)/s$.

Logo, os ganhos proporcional, integral e derivativo são dados por $K_p =$

✘ , $K_i =$

✘ e $K_d =$

✘ , respectivamente.

Com o controlador PID projetado, o sistema em malha fechada tem polos dominantes em $s_{1,2} =$

✖ $\pm j$

✖ . O sobressinal teórico associado a estes polos é $M_p =$

✖ % enquanto o tempo de acomodação teórico associado é de $t_s =$

✖ segundos.

Todavia, devido aos efeitos dos demais polos e zeros do sistema em malha fechada, o sobressinal do sistema compensado é de $M_p =$

✖ % enquanto o seu tempo de acomodação é de $t_s =$

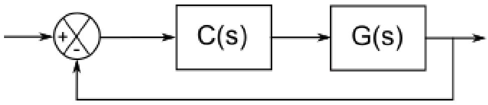
✖ segundos.

Questão **3**

Parcialmente correto

Atingiu 0,3 de 1,0

Considere o sistema descrito na figura abaixo onde $G(s) = \frac{165}{(s+1)(s+2)(s+10)}$. Deseja-se projetar um controlador PID na forma $C(s) = K_p + \frac{K_i}{s} + K_d s = K\frac{(s+z)^2}{s}$ para que o sistema, em malha fechada, tenha polos dominantes que forneçam sobressinal de 5% e tempo de acomodação de 2 segundos. Adicionalmente, o erro em regime permanente para uma entrada do tipo degrau deve ser nulo. Dica: para o cálculo da condição de ângulo, incorpore o integrador do controlador junta à $G(s)$. Preencha as lacunas com as respostas adequadas considerando 3 algarismos significativos.



Para atender os requisitos de projeto, o coeficiente de amortecimento dos polos dominantes de malha fechada deve ser $\zeta =$

0.69

✔ . A frequência natural destes polos deve ser $\omega_n =$

2.898

✔ rad/s.

A partir destes valores, os polos dominantes de malha fechada devem estar em : $s_{1,2} =$

-1.999

✔ $\pm j$

2.097

✔ .

A contribuição angular que o termo $(s+z)^2$ do compensador deve inserir no lugar das raízes é $\phi =$

✖ graus.

Para atender a contribuição angular ϕ, os zeros do compensador em $s = -z$ devem estar $s =$

✖ .

O ganho do compensador vale $K =$

✖ .

O compensador na forma $C(s) = \frac{K(a \cdot s^2 + b \cdot s + c)}{s}$ é $C(s) =$

✖ (

1

✔ $s^2 +$

1

✖ $s +$

✖ $)/s$.

Logo, os ganhos proporcional, integral e derivativo são dados por $K_p =$

✖ , $K_i =$

✖ e $K_d =$

✖ , respectivamente.

Com o controlador PID projetado, o sistema em malha fechada tem polos dominantes em $s_{1,2} =$

-2

✔ $\pm j$

✖ . O sobressinal teórico associado a estes polos é $M_p =$

✖ % enquanto o tempo de acomodação teórico associado é de $t_s =$

✖ segundos.

Todavia, devido aos efeitos dos demais polos e zeros do sistema em malha fechada, o sobressinal do sistema compensado é de $M_p =$

✖ % enquanto o seu tempo de acomodação é de $t_s =$

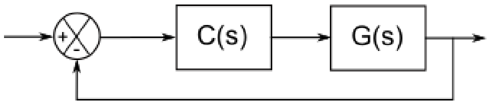
✖ segundos.

Questão **4**

Parcialmente correto

Atingiu 0,2 de 1,0

Considere o sistema descrito na figura abaixo onde $G(s) = \frac{10}{s(s+4)}$ e $C(s)$ é um controlador PI dado por $C(s) = 0,8\frac{(s+1)}{s}$.



Este sistema tem polos dominantes de malha fechada em $s_{1,2} = -1 \pm j1,732$ que deveriam fornecer um sobressinal $M_p = 16,3\%$ e tempo de acomodação $t_s = 4\ s$ que são os objetivos de resposta transitória desejados. Todavia, devido ao polo de malha fechada em $s_3 = -2$ e ao zero de malha fechada em $s = -1$, a resposta do sistema exibe sobressinal de 43,4% e tempo de acomodação de 4,14 s.

Visando aproximar a resposta transitória dos valores desejados e mantendo o erro nulo para entrada do tipo rampa, projete um controlador PID $C(s)$ de forma a cancelar o polo da planta $G(s)$ em $s = -4$ mantendo os polos dominantes desejados em $s_{1,2} = -1 \pm j1,732$. Isso visa reduzir a ordem do sistema compensado de forma que ele se mantenha de segunda ordem após a introdução do controlador. Suponha que o controlador PID tenha a forma $C(s) = K_c T_d\left(s + \frac{1}{T_d}\right)\frac{\left(s+\frac{1}{T_i}\right)}{s} = K(s+z_1)\frac{(s+z_2)}{s}$.

Verifique se há melhora na resposta transitória em comparação com a compensação PI apresentada acima. Dica: para a determinação da condição de ângulo do lugar das raízes considere a porção do PID responsável pelo zero para realizar o cancelamento com o polo da planta e o integrado juntamente com $G(s)$. Preencha as lacunas com as respostas adequadas considerando 3 algarismos significativos.

A contribuição angular que o termo $(s + z_2)$ do compensador deve inserir no lugar das raízes é $\phi =$

[ ]

✖ graus.

Para atender a contribuição angular ϕ, o zero do compensador em $s = -z_2$ deve estar $s =$

[ ]

✖ .

O ganho do compensador vale $K =$

[ ]

✖ .

O compensador na forma $C(s) = \frac{K(a \cdot s^2 + b \cdot s + c)}{s}$ é $C(s) =$

[ ]

✖ (

[1]

✔ $s^2 +$

[2]

✖ $s +$

[1]

✖ $)/s$.

Com o controlador PID projetado, o sistema em malha fechada tem polos dominantes em $s_{1,2} =$

[-1]

✔ $\pm j$

[ ]

✖ . O sobressinal teórico associado a estes polos é $M_p =$

[ ]

✖ % enquanto o tempo de acomodação teórico associado é de $t_s =$

[ ]

✖ segundos.

Todavia, mesmo o sistema resultante sendo de segunda ordem, devido aos efeitos do zero em malha fechada, o sobressinal do sistema compensado é de $M_p =$

✖ % enquanto o seu tempo de acomodação é de $t_s =$

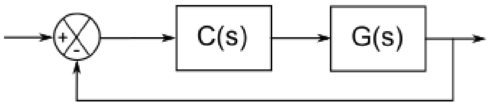
✖ segundos. Mas, observa-se que os resultados obtidos com o controlador PID melhoraram ✔ .

Questão **5**

Parcialmente correto

Atingiu 0,1 de 1,0

Considere o sistema descrito na figura abaixo onde $G(s) = \frac{10}{s(s+4)}$ e $C(s)$ é um controlador a ser projetado.



Deseja-se sobressinal $M_p = 16,3\%$, tempo de acomodação $t_s = 4$ s e erro nulo em regime permanente para entrada rampa. Para atender os requisitos de resposta transitória, os polos dominantes de malha fechada devem ser $s_{1,2} = -1 \pm j1,732$ e deve-se incluir um integrador para zerar o referido erro de interesse. Um controlador PI dado por $C(s) = 0,8\frac{(s+1)}{s}$ zera o erro e fornece os polos de malha fechada desejados. Todavia, devido ao polo de malha fechada em $s_3 = -2$ e ao zero de malha fechada em $s = -1$, a resposta do sistema exibe sobressinal de 43,4% e tempo de acomodação de 4,14 s. Visando melhorar a resposta transitória ao mesmo tempo em que se zera o erro em regime permanente para a entrada rampa, é possível se projetar um controlador $C(s)$ do tipo PID de forma a cancelarmos o polo da planta em $s = -4$. Isso faz com que o sistema compensado seja de segunda ordem e há uma melhora da resposta. Ainda assim, devido ao zero do sistema em malha fechada, devido ao controlador, obtém-se um sobressinal maior do que o desejado e o sistema tem tempo de acomodação menor do que o especificado. Para atendermos o mais próximo possível as especificações do problema, uma possível abordagem é o uso do controlador PID com o cancelamento do polo da planta em $s = -4$ porém, devemos escolher polos dominantes de malha fechada com um coeficiente de amortecimento ζ maior para reduzirmos o sobressinal e frequência natural ω_n menor para deixarmos o sistema mais lento. Assim, escolhendo $zeta = 0,89$ e $\omega_n = 1,3$ rad/s resulta nos polos dominantes de malha fechada $s_{1,2} = -1,157 \pm j0,593$. Com base nesses novos polos de malha fechada, projete um controlador PID na forma $C(s) = K_c T_d \left(s + \frac{1}{T_d}\right) \frac{\left(s+\frac{1}{T_i}\right)}{s} = K(s+z_1)\frac{(s+z_2)}{s}$ e verifique se as especificações do problema são atendidas. Dica: para a determinação da condição de ângulo do lugar das raízes considere a porção do PID responsável pelo zero para realizar o cancelamento com o polo da planta e o integrado juntamente com $G(s)$. Preencha as lacunas com as respostas adequadas considerando 3 algarismos significativos.

A contribuição angular que o termo $(s+z_2)$ do compensador deve inserir no lugar das raízes é $\phi =$

✖ graus.

Para atender a contribuição angular ϕ, o zero do compensador em $s = -z_2$ deve estar $s =$

✖ .

O ganho do compensador vale $K =$

✖ .

O compensador na forma $C(s) = \frac{K(a \cdot s^2 + b \cdot s + c)}{s}$ é $C(s) =$

✖ (

1

✔ s^2+

2

✖ $s+$

1

✖ $)/s$.

Com o controlador PID projetado, o sistema em malha fechada tem polos dominantes em $s_{1,2} =$

-2

✖ $\pm j$

✖ . O sobressinal teórico associado a estes polos é $M_p =$

✖ % enquanto o tempo de acomodação teórico associado é de $t_s =$

✖ segundos.

Todavia, mesmo o sistema resultante sendo de segunda ordem, devido aos efeitos do zero em malha fechada, o sobressinal do sistema compensado é de $M_p =$

✖ % enquanto o seu tempo de acomodação é de $t_s =$

✖ segundos. Mas, observa-se que os resultados obtidos com o controlador PID projetado melhoraram ✔ .

◄ Script Python

Seguir para...

Aula 7 - Projeto de Controladores pelos Métodos de Ziegler-Nichols ►