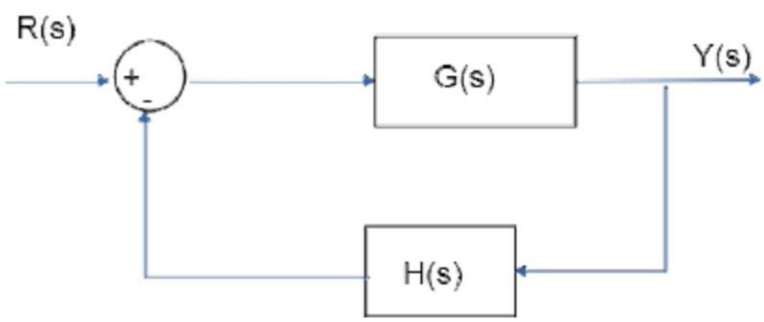
Departamento de Telemática

Disciplina: IACI

Prof: Joacillo Luz Dantas - *Respostas do aluno: João Gabriel Carneiro Medeiros

1. (40 escores)Dado o sistema abaixo, onde *G(s) = 0.1/((s + 1).(s + 5))*, projete um compensador que que atendas as especificações em destaque *(H(s) = 1)*:

a) Sobressinal menor ou igual a 10%.
b) Tempo de acomodação menor ou igual a 2s.
c) Erro de regime menor ou igual a 0,1.



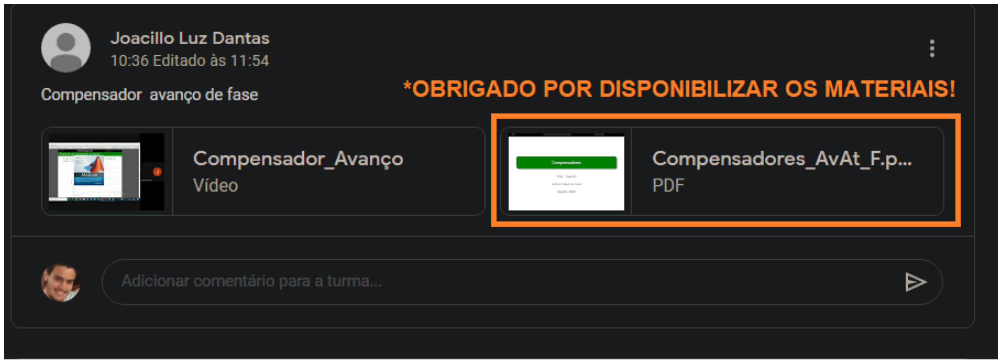
2. (20 escores) Cite 3 métodos de sintonia PID

3. (40 escores) Usando Zigler –Nichold, Sintonize um Compensador PID para a planta G(s).

$$G(s) = \frac{2.e^{-s}}{5s + 1}$$

*Obs. Para achar o que é pedido nos itens acima, me baseei nos conceitos e definições dos pdfs dos slides usados nas aulas disponibilizados pelo professor, a imagem abaixo mostra quais pdfs irei usar:

//
///



//
///

*Soluções do aluno:

1. Dado o sistema abaixo, onde *G(s) = 0.1/((s + 1).(s + 5))*, projete um compensador que que atendas as especificações em destaque *(H(s) = 1)*:

a) Sobressinal menor ou igual a 10%.
b) Tempo de acomodação menor ou igual a 2s.
c) Erro de regime menor ou igual a 0,1.

*Resposta:

***SEGUEM OS CÁLCULOS ABAIXO PARA SE ACHAR O COMPENSADOR PEDIDO COM BASE NAS ESPECIFICAÇÕES DADAS (NÃO VOU COLOCAR AS UNIDADES DE MEDIDA PROPOSITALMENTE PARA FINS DE SIMPLICAR A RESPOSTA DEVIDO A QUANTIDADE GRANDE DE CÁLCULOS, AS RESPOSTAS ESTARÃO DESTACADAS EM QUADRADOS DE COR VERDE!):**

i) $G(s) = \dfrac{0,1}{(s+1)\cdot(s+5)}$ // ← G(s) = 0.1/((s + 1).(s + 5))

$H(s) = 1$ // ← (H(s) = 1)

$M_p \leq 10\%$ // ← a) Sobressinal menor ou igual a 10%.

$T_s \leq 2s$ // ← b) Tempo de acomodação menor ou igual a 2s.

$e_p \leq 10\%$ // ← c) Erro de regime menor ou igual a 0,1.

ii) G(s) É DE 2ª ORDEM! Assim: $T_s = \underbrace{\dfrac{4}{\xi \cdot \omega_n}}$

TEMOS QUE:

↪ POLOS $\begin{cases} p = -1 \\ E \\ p = -5 \end{cases}$ $\therefore$ ENTÃO: $\xi \cdot \omega_n = 3$

↓ PORTANTO...

$T_s = \dfrac{4}{\xi \cdot \omega_{n=3}} = \dfrac{4}{3} = 1,33$

iii) * PARA O ERRO DE REGIME SOLICITADO TEMOS:

$$\hookrightarrow e_p = \frac{1}{1+K_p} = 0{,}1 \Rightarrow 0{,}1 + 0{,}1 \cdot K_p = 1$$

$$0{,}1 \cdot K_p = 0{,}9 \therefore K_p = 9$$

ENTÃO: $K_p = \lim_{s \to 0} K \cdot G(0) = 9 \Rightarrow \underbrace{K \cdot \frac{0{,}1}{1 \cdot 5} = 9}_{K = 450}$

iv) * PARA O SOBRESSINAL SOLICITADO TEMOS:

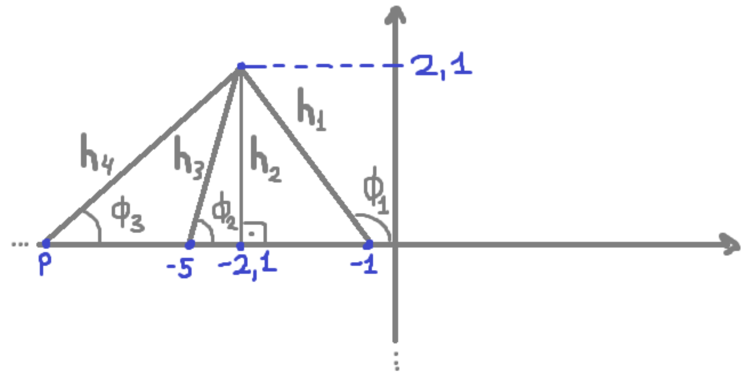
$\hookrightarrow$ ESCOLHEU-SE: $\xi = 0{,}7 \rightarrow M_p \approx 5\%$

$\hookrightarrow$ ASSIM: $T_s = \frac{4}{\xi \cdot w_n} \leq 2 \rightarrow w_n \geq 2{,}85 \therefore w_n = 3$

v) $S = -\xi \cdot w_n \pm j \cdot w_n \sqrt{1 - \xi^2}$

$$S = -2{,}1 \pm j \cdot 3 \sqrt{1 - (0{,}7)^2} \rightarrow S = -2{,}1 \pm j \cdot 2{,}1$$

** AGORA, COM O QUE AHCAMOS VAMOS ACHAR OS ELEMENTOS QUE SEGUEM O SEGUINTE "ESQUEMA GEOMÉTRICO":



vi) $C(s) = K_c \cdot \dfrac{s+z}{s+p} \rightarrow C(s) = K_c \cdot \dfrac{s+2{,}1}{s+p}$;

$$\theta - \phi_1 - \phi_2 - \phi_3 = \pm 180 \cdot (2r+1)$$

$$90 - \left(180 - \operatorname{arctg}\frac{2{,}1}{1{,}1}\right) - \left(\operatorname{arctg}\frac{2{,}1}{2{,}9}\right) - \phi_3 = -180$$

$$90 - 117{,}65 - 35{,}91 - \phi_3 = -180$$

$$\phi_3 = 180 + 90 - 117{,}65 - 35{,}91$$

$$\phi_3 \cong 116{,}44°$$

vii) $\Phi_3 = \operatorname{arctg} \frac{2,1}{|P|-2,1} \cong 116$

$$\downarrow$$

$$\frac{2,1}{|P|-2,1} = tg(116)$$

$$\downarrow$$

*O VALOR DA TANGENTE FOI TIRADO EM GRAUS!

$$\frac{2,1}{|P|-2,1} = -2,05$$

$$\downarrow$$

$$-2,05 \cdot |P| + 4,305 = 2,1$$

$$\downarrow$$

$$|P| \cong 1,07 \rightarrow P \cong -1,07$$

viii) $|K_c \cdot C_{(s)} \cdot G_{(s)}| = 1$

$$\left| K_c \cdot \frac{S+2,1}{S+1,07} \cdot \frac{0,1}{(S+1)\cdot(S+5)} \right| = 1$$

$$\left| K_c \cdot \frac{h_2}{h_4} \cdot \frac{0,1}{h_1 \cdot h_3} \right| = 1 \; ; \; h_2 = 2,1 \rightarrow \left| K_c \cdot \frac{2,1}{2,34} \cdot \frac{0,1}{2,37 \cdot 3,58} \right| = 1$$

$$|K_c \cdot 0,0106| = 1$$

$$K_c \cong 94,54$$

$$\text{IX)} \; h_1^2 = (2{,}1)^2 + (2{,}1 - 1)^2 \rightarrow h_1 \cong 2{,}37$$

$$h_3^2 = (2{,}1)^2 + (5 - 2{,}1)^2 \rightarrow h_3 \cong 3{,}58$$

$$h_4^2 = (2{,}1)^2 + (2{,}1 - 1{,}07)^2 \rightarrow h_4 \cong 2{,}34$$

Logo:

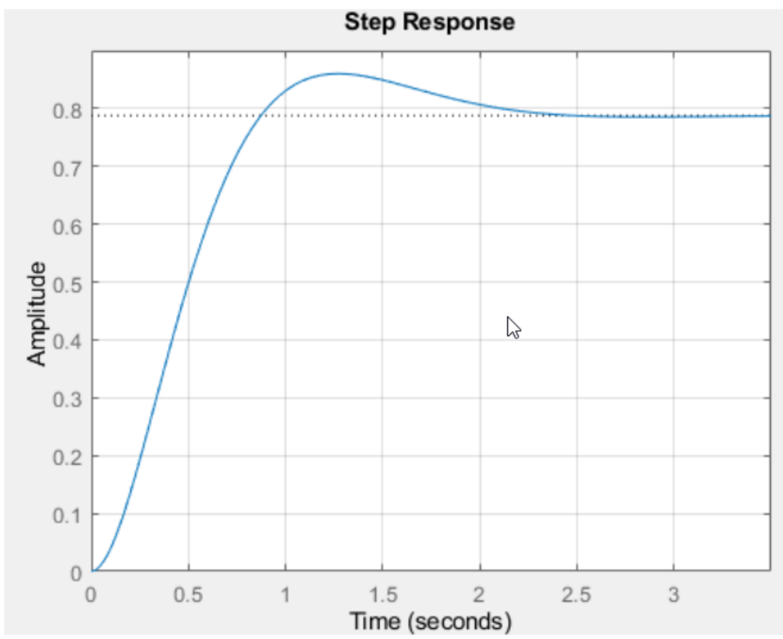
$$\boxed{C(s) = 94{,}54 \cdot \frac{s + 2{,}1}{s + 1{,}07}}$$

Minha resposta para essa questão acaba aqui >>

(Abaixo temos uma informação adicional para uma análise extra, até poruqe o professor não deixou claro se queria essa curva na resposta ou não, então por favor não tire ponto por isso kkkkk)

X) EM UM GRÁFICO NOSSO COMPENSADOR FICARIA COM A SEGUINTE CURVA DE "STEP RESPONSE" NO "MATLAB" (AMPLITUDE DA CURVA X TEMPO):

a imagem ao lado trata-se de um "Print" feito na interface do "Matlab" a partir dos dados obtidos NO NOVO COMPENSADOR PEDIDO. Estou pondo aqui apenas como uma "informação adicional".



2. Cite 3 métodos de sintonia PID

*Resposta:

i) SINTONIA POR RESPOSTA EM FREQUÊNCIA.

ii) MÉTODO DE ZIGLER-NICHOLS.

iii) SINTONIA POR LUGAR DAS RAÍZES.

3. Usando Zigler –Nichold, Sintonize um Compensador PID para a planta G(s).

*Resposta:

i) $G(s) = \frac{\boxed{2}.e^{\boxed{-s}}}{\boxed{5}s+1}$ ∴ SENDO $\begin{cases} K=2 \\ L=-1 \\ T=5 \end{cases}$

ii) TEMOS QUE O FATOR DE INCONTROLABILIDADE É: $FI = \frac{L}{T} = \frac{1}{5} = 0,2$

LOGO, NÓS DEVEMOS USAR O MÉTODO DA CURVA DE REAÇÃO PARA ZN.

ENTÃO: $K_p = 1,2.\frac{T}{K \cdot L} = \frac{5}{2 \cdot 1} = 3$

$T_I = 2 \cdot L = 2 \cdot 1 = 2$

E

$T_d = 0,5 \cdot L = 0,5 \cdot 1 = 0,5$

SINTONIZADO!

~ Aqui vai meu agradecimento pela cadeira professor! O senhor se esforçou bastante para nos ensinar apesar dos ‘problemas técnicos’ eu agradeço pelo ensino, foi uma honra!

~//Fim.