DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AEROESPACIAL

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AERONÁUTICA

Exercício Avaliativo – 05

Disciplina: EES-10/EES-22 – Controle Clássico I - Professora: Gabriela Gabriel

Nome:____

Data:____

Instruções:

- **Exercício individual, sem consulta. Tempo: 20 min.**

Considere uma planta da forma

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

Deseja-se projetar um controlador PID, segundo a malha de realimentação da Figura 1.

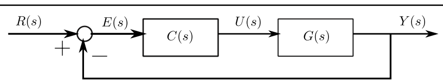


Figura 1 – Malha de controle.

Para o sistema realimentado fornecido, faça o que se pede:

a) Escreva uma função de transferência realizável do controlador pretendido em formato conveniente. Apresente a função de transferência de malha fechada e sua equação característica em função dos parâmetros (K, z_1, z_2, α) ou (K_p, K_i, K_d, α) do PID.

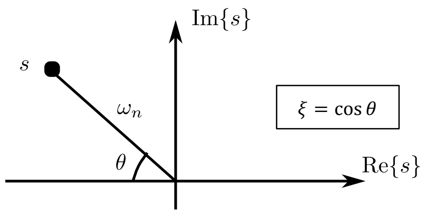
b) Para a equação característica acima, apresente (de forma qualitativa) uma (ou mais) possível(is) alocação(ões) dos polos e zeros do PID que faça(m) com que o sistema realimentado estabilize através de um controlador PID e, possivelmente, seja capaz de satisfazer os requisitos de máximo overshoot de 16,3% ($\xi \approx 0{,}5$) e tempo de acomodação (critério 2%) de 2 [s]. Justifique sua resposta apresentando (e explicando) o gráfico do LGR que você espera encontrar com a alocação sugerida.
Dica: Desenhe um esboço do LGR (utilizando as primeiras regras de construção) e desenhe o gráfico da região de interesse em que os polos do sistema realimentado devem estar no plano complexo de forma que os requisitos sejam atendidos.

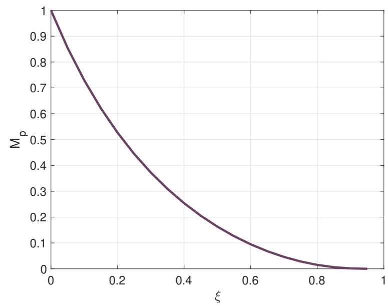
c) Apresente o polinômio característico desejado para as condições apresentadas no item b).

d) Utilizando o esboço do LGR sugerido no item b) é possível obter através da determinação das assíntotas, qual condição os zeros provenientes do PID devem satisfazer para que o sistema realimentado seja estável. Apresente-a.

e) Determine o controlador PID para o projeto pretendido.
Sugestão: Considere que os zeros do PID são complexos conjugados com parte real igual a -4 e o polo mais afastado do PID como -20.

Dados:





Forma padrão da FT de Primeira ordem: $G(s) = \frac{1}{\tau s+1}$*; Tempo de acomodação:* $t_{s2\%} = 4\tau$

Forma padrão da FT de Segunda ordem: $G(s) = \frac{\omega_n^2}{s^2+2\xi\omega_n+\omega_n^2}$*; Tempo de acomodação:* $t_{s2\%} = \frac{4}{\xi\omega_n}$

Método do LGR:

R1) Quantidade de ramos, início e fim dos ramos finitos.

R2) Assíntotas: $\sigma = \frac{\sum_{i=1}^{n} p_i - \sum_{i=1}^{m} z_i}{n-m}$, $\theta_k = \frac{2k-1}{n-m}\pi, k = 1,2,\cdots,n-m$*, sendo* n *e* m *o número de polos e de zeros de* $\bar{G}(s)$*, respectivamente.*

R3) Pontos de $Re\{s\}$ *que pertencem ao LGR. Análise segundo condição de fase.*

R4) Cruzamento com o eixo $Im\{s\}$ *através de Routh-Hurwitz.*

R5) Cruzamento entre ramos através $D(s)'N(s) - D(s)N(s)' = 0$*, sendo* $\bar{G}(s) = N(s)/D(s)$*.*

R6) Ângulos de partida e chegada dos(nos) ramos determinados a partir da condição de fase.

Condição de Módulo: $|\bar{G}(s)| = \frac{1}{k}$

Condição de Fase: $\angle\bar{G}(s) = (2k+1)\pi, k \in \mathbb{N}$
