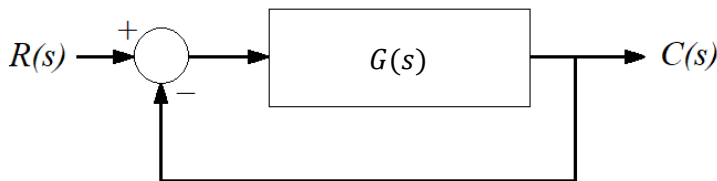


INSTRUÇÕES:

1. Este trabalho deve ser feito em grupos de até 4 alunos(os).
2. O ambiente básico para as tarefas propostas neste trabalho é o MATLAB ou o PYTHON COLAB (somente).
3. É considerado como relatório final deste trabalho o arquivo .m (MATLAB) ou .ipynb (ambiente PYTHON COLAB, Google), que consegue executar plenamente (sem nenhum erro de execução) TODAS as tarefas que estão propostas no trabalho. Todo o código precisa, obrigatoriamente, estar comentado, detalhando o que cada trecho do código está fazendo. Caso o código desenvolvido não funcione e não contenha os comentários necessários para sua compreensão, poderá haver perda parcial e até total de pontos.
4. O envio do trabalho será feito por apenas um representante do grupo para o e-mail Coloque no assunto: "[CEL038] Entrega do trabalho computacional"
5. **Reforçando:** os comentários em código devem deixar sempre claros o raciocínio, os cálculos e as decisões em cada porção do código. A falta pode acarretar na perda de pontos caso não fique claro o que faz o código usado na solução dos itens do trabalho.
6. Utilize no código **variáveis** cujos nomes sejam os mais autoexplicativos possíveis. Ex.: wn (freq. não amortecida), zeta (amortecimento), FTMA (função de transferência de malha aberta), FTMF (função de transferência de malha fechada), polodesejado, etc.
7. A IDENTIFICAÇÃO DO "COPY AND PASTE" EM PARTES OU NA TOTALIDADE DOS ARQUIVOS MATLAB RESULTARÃO EM PERDA PARCIAL OU TOTAL DOS PONTOS DESTE TRABALHO.

Observe o sistema de controle abaixo. Para este sistema, faça ou com **MatLab** ou com **Python COLAB** um código para:



$$G(s) = \frac{2s^2 + 4s + 34}{s(s + 1,5)(s + 5)}$$

- Construir o gráfico do Lugar das Raízes (LR). Destacar no gráfico do LR quem são os polos de malha fechada, incluindo a reta de amortecimento ζ e o círculo de ω_n para os polos dominantes. Adicionar também ao LR a reta de amortecimento 0,5 e o círculo de ω_n de 1,9 rad/s. (4 pontos)
- Aplicar um degrau unitário na referência $r(t)$ e gerar o gráfico da resposta no tempo para a saída $c(t)$, com 50 s de simulação. Utilize um vetor de tempo t , com intervalos de 0,01 s, até 50 s. na MF (4 pontos)
- Com os pontos da saída $c(t)$ ao degrau unitário, obter com o código (não com o gráfico) o valor do sobressinal percentual e da frequência f (com f calcular o ω_d correspondente). Compare o valor de ω_d obtido da saída $c(t)$ com a parte imaginária dos polos dominantes do item (a), comentando a relação entre ambos. (4 pontos)
- Aplicar uma rampa na referência $r(t)$ e gerar o gráfico da resposta no tempo para a saída $c(t)$, com 200 s de simulação. Calcular com o código o valor da constante de velocidade K_v para $G(s)$ e o erro de regime permanente com a constante K_v calculada. Compare o erro de regime permanente calculado com o código com o erro apresentado pelos pontos do gráfico da saída em 200 s. Comentar os valores comparados. (4 pontos)
- Projetar, através de uma busca com código, um compensador avanço-atraso $G_c(s)$ com $\gamma \neq \beta$ ($\gamma > 1$ e $\beta > 1$), em série com $G(s)$, para obter um amortecimento ζ dos polos dominantes de 0,5 e uma frequência natural não amortecida ω_n de 1,9 rad/s. Este compensador também deve reduzir em 7 vezes o erro de regime permanente para a entrada em rampa. Fazer código para buscar para a sintonia do compensador $G_c(s)$, de forma que, para a entrada ao degrau unitário, o sobressinal seja menor que 18% e maior que 10% e o tempo de assentamento (faixa de 2%) seja $\leq 3,2$ s. Após projetar e encontrar $G_c(s)$ que atende os critérios, traçar o LR do sistema compensado, destacando a posição dos novos polos de malha fechada dominantes. Traçar o gráfico da resposta ao degrau unitário em $r(t)$ do sistema compensado até 50 s, marcando no gráfico o valor do sobressinal e o tempo de assentamento após a compensação. Por último traçar o gráfico da resposta a rampa até 200 s, demonstrando que o erro reduziu 7 vezes após a compensação. (14 pontos)

IMPORTANTE: o algoritmo de busca pela sintonia que atende as especificações de sobressinal e assentamento deve fazer parte do código! Apresentar uma solução que não é obtida claramente pela execução do código acarretará em perda dos pontos. O compensador atraso pode ter módulo de até 0,96 e contribuição angular de até 5°. A busca pelo zero do avanço deve estar entre -0,5 e -4 e T2 deve estar entre 5 e 15. Dúvidas? Procure o professor.

$$G_c(s) = K_c \left(\frac{s + \frac{1}{T_1}}{s + \frac{\gamma}{T_1}} \right) \left(\frac{s + \frac{1}{T_2}}{s + \frac{1}{\beta T_2}} \right)$$