

Email de 19/06/2020

Assunto: Dúvidas Projeto de Controladores - Controle II

Bom dia professor!

Como havia comentado na aula de quarta, eu e o ***** estamos com algumas dúvidas ao projetar o controlador Lead, e também quanto ao tópico de melhorias especificamente para os controladores PD e Lead.

Para o controlador PD, realizamos o projeto conforme ensinado na aula e chegamos a um controlador com o %OS já próximo do limite (em 19%, sendo que o limite é 20%), mas com um erro que excedia o limite (o que já era esperado, pelo fato do controlador PD não zerar o erro). Gostaríamos de saber se há alguma possibilidade de melhoria para esse controlador, pois não vemos uma alternativa que ultrapassasse ainda mais outros requisitos de controle.

Para o controlador Lead, utilizamos o programa pronto disponibilizado, pela facilidade de poder ir testando várias hipóteses da localização do zero. Gostaríamos de saber se, pelo fato de termos deduzido vários valores para o local do zero até atingirmos o mais adequado o possível, podemos considerar que sucessivas "melhorias" foram sendo feitas, e se isso pode ser incluído no tópico de melhorias como justificativa.

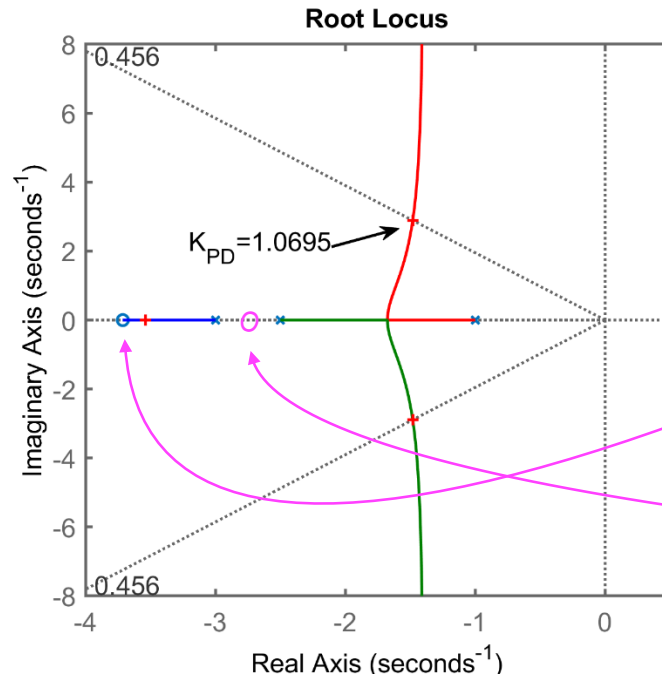
Além disso, ao realizar o procedimento para encontrar o gráfico da ação de controle $u(t)$ do Lead, o mesmo apresentou amplitudes excessivas e, seguindo o que foi pedido no trabalho, montamos a simulação no Simulink, com o bloco saturador, mas não sabemos se o bloco selecionado está correto.

No arquivo em PDF em anexo tem as formas de onda e simulações para cada dúvida! Também estou enviando o .slx do Lead, caso queira olhar. Quando o senhor puder responder agradecemos.

DÚVIDA PROJETO PD:

Gráficos:

Obs.: Alunos não informaram a equação do seu PD. Nem há comentários sobre a posição escolhida para o zero do PD. Não informaram se usaram contribuição angular para definir posição do zero do controlador!

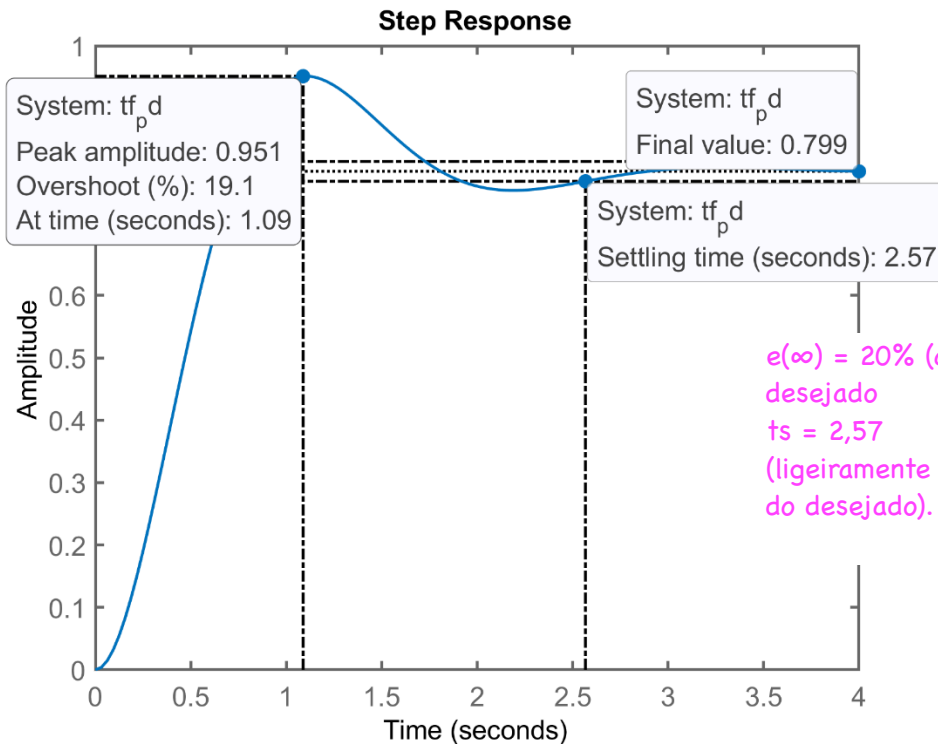


$G(s) = \frac{7.5}{(s+3)(s+2.5)(s+1)}$

Analisando o RL é possível perceber PD no formato:

$C(s) = \frac{K_{PD}}{s + 3,8 (!?)}$

O zero do PD está mau localizado. Esperado algo como $z_{PD} = -2,7$ (contribuição angular!)



Requisitos:
%OS < 20%
 $t_s < 2,7$
 $e(\infty) < 10\%$

$e(\infty) = 20\%$ (acima do desejado)
 $t_s = 2,57$ (ligeiramente acima do desejado).

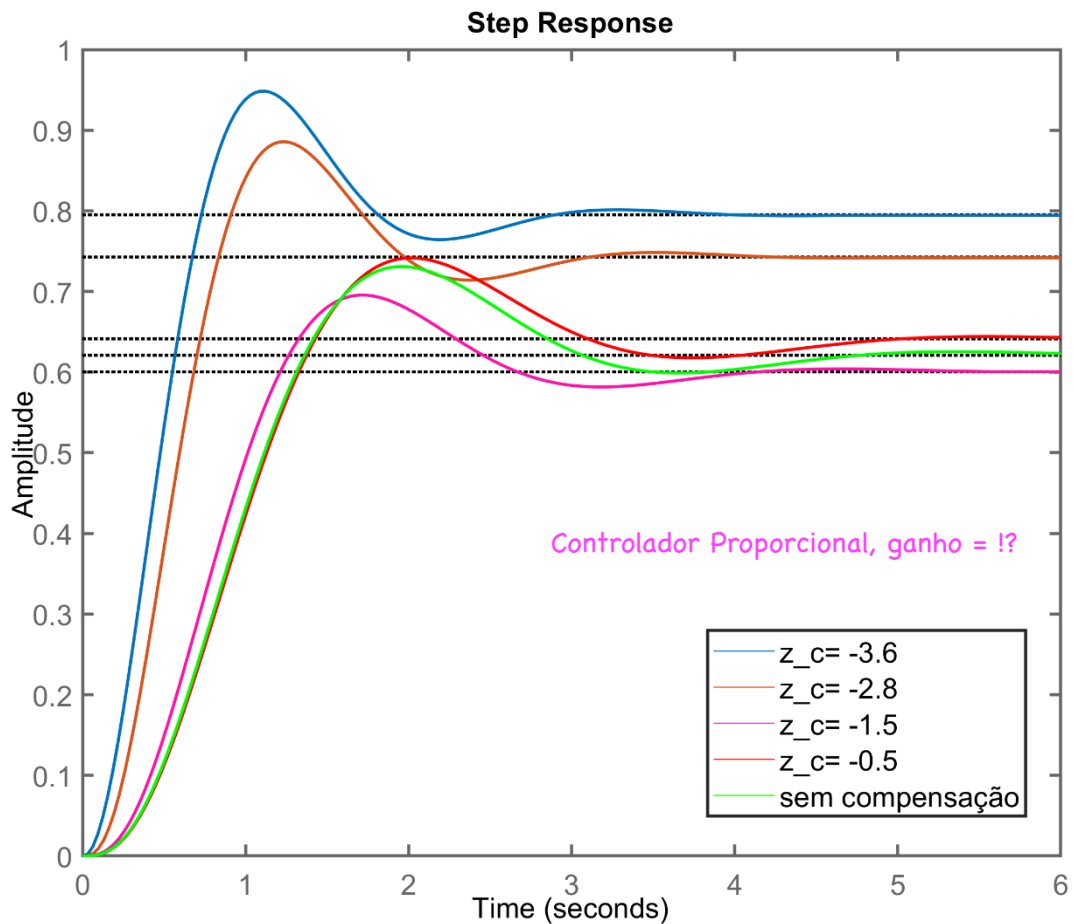
Provavelmente não, só aumentará o %OS. O problema aqui foi a posição escolhida para o zero.

Apenas aumentar o ganho é uma melhoria que vale a pena, mesmo sabendo que o %OS vai exceder?

Caso não, é válido colocar uma simulação mostrando o porquê de a melhoria não ter sido feita? (Por exemplo, mostrando graficamente que o %OS excede o valor máximo) ← Não será considerado como "melhoria".

DÚVIDAS PROJETO LEAD:

Quando a dúvida sobre as melhorias, usando o arquivo `example_9_4.m`, as seguintes curvas foram geradas:



Podemos utilizar isso como justificativa para o questionamento feito no e-mail (sobre o Lead apresentado ter sido o melhor encontrado para o caso)?

Sobre a segunda dúvida do Lead, a programação feita para o controlador (com $z=-3.6$, o que foi o mais adequado para o caso), com o `example_9_4.m` é:

Uncompensated system:

ans =

7.5

(s+3) (s+2.5) (s+1)

Desired percent overshoot: ? 20

Damping ration (zeta): 0.4559

Do a zoom over the 2art of interest and press any bottom to continue...

selected_point = -0.9449 + 1.8423i

k = 1.6353

poles =

$$-4.6101 + 0.0000i$$

$$-0.9450 + 1.8424i$$

$$-0.9450 - 1.8424i$$

Estimated settling time (uncompensated system): 4.2330

Estimated peak time (uncompensated system): 1.7052

New settling time desired (new $t_s = t_s/2 = 2.7$): ? 2.7

Estimated natural frequency, ω_n : 3.24922 (rad/s)

Desired real part of dominant pole (system compensated): 1.4815

Theta ($\cos(\zeta)$): 62.8739°

Desired imaginary part of dominant pole (system compensated): 2.8918

Desired location of dominant pole (system compensated, closed looped):

$$s = -1.48148 \pm j2.89182$$

Enter the zero position for the Lead compensator in s-plane: ? -3.6

Angle Contribution of each pole of the open loop system

$$p_1 = -3.0000 \rightarrow 62.2957^\circ$$

$$p_2 = -2.5000 \rightarrow 70.5974^\circ$$

$$p_3 = -1.0000 \rightarrow 99.4529^\circ$$

Sum of angular poles positions: 232.3460°

Contribution of the Lead zero in -3.6000 \rightarrow 53.7739°

Sum of total angular contributions: 178.5721°

Final Resulting angle for the extra Lead pole: 1.4279°

Final position for the extra Lead pole: -114.5318

Lead compensator designed:

ans =

$$(s+3.6)$$

$$(s+114.5)$$

Please, proceed with a zoom over the desired RL desired section and press any key to continue...

Select a point in the graphics window

selected_point =

$$-1.4807 + 2.8902i$$

K_Lead =

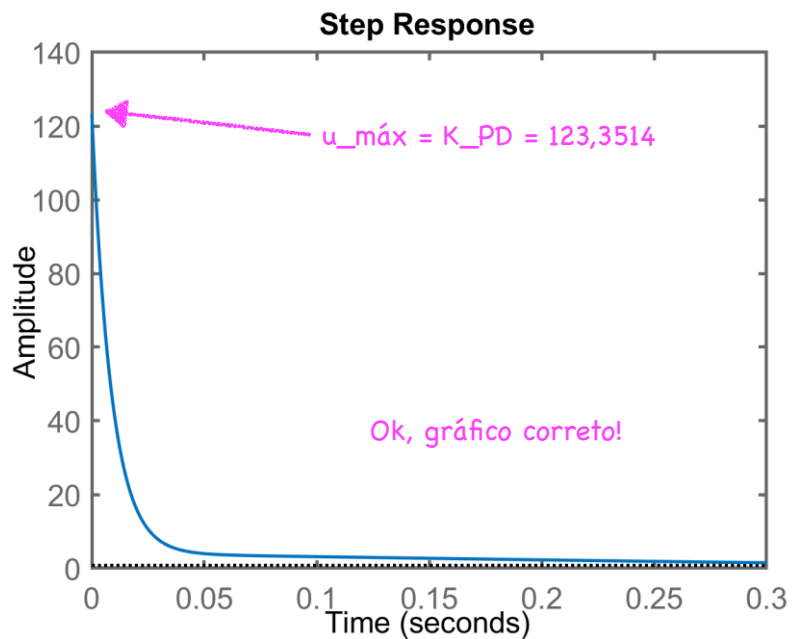
$$123.3514$$

```

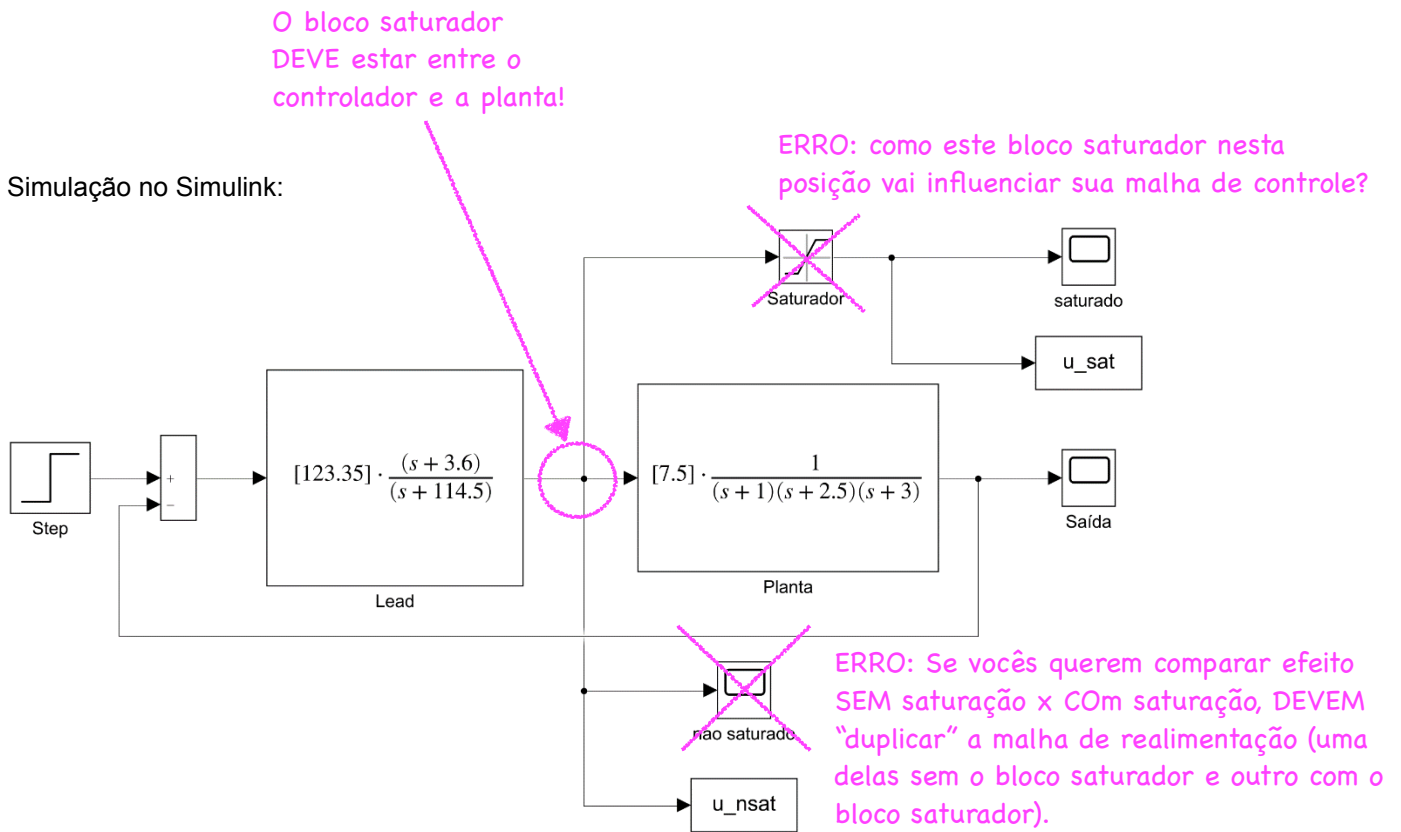
poles_MF_Lead =
    1.0e+02 *
    -1.1460 + 0.0000i
    -0.0347 + 0.0000i
    -0.0148 + 0.0289i
    -0.0148 - 0.0289i
Variable of PD: `C_Lead`
Variable of FTMA: `ftma_Lead`
>> C_Lead
C_Lead =
    s + 3.6
    -----
    s + 114.5

```

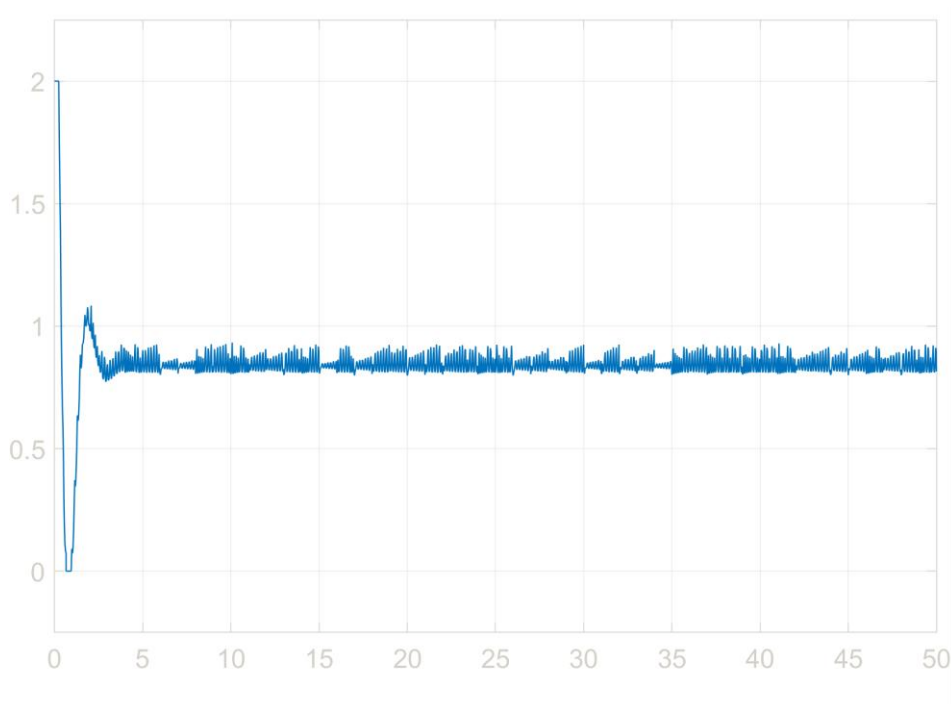
Ação de controle encontrada sem bloco saturador:



Como teve amplitudes expressivas, fizemos a simulação no simulink.



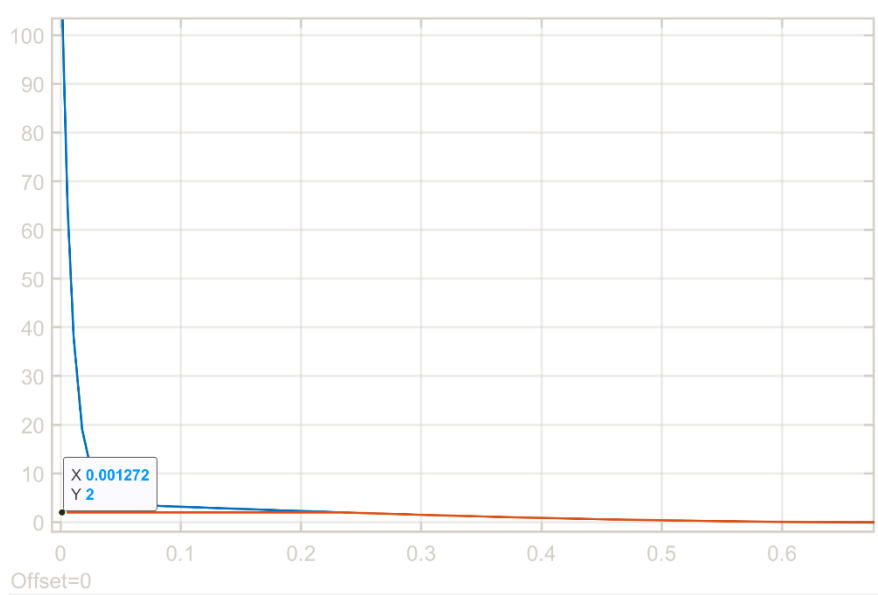
No bloco saturador, foi especificado o valor mínimo (0) e máximo (2). O gráfico do scope "saturado" foi:



Essa quantidade de ruído é normal? Esperávamos tanto ruído apenas para o PD, e a ação de controle do PD se apresentou normal, dentro dos parâmetros...

Além disso, nossas variáveis não estavam indo para o workspace, mesmo rodando o programa e pausando para verificar se atualizava, e colocando a configuração do bloco "To Workspace" para "Timeseries", e não sabemos porquê.

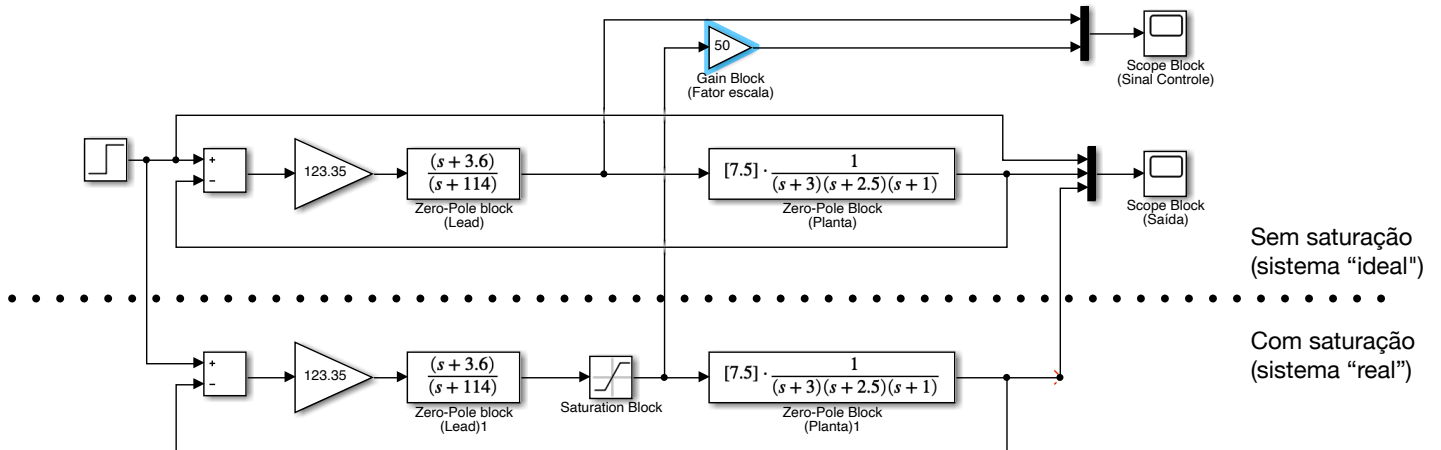
Tentamos arrumar os gráficos juntos no simulink, pois nosso bloco "to workspace" não levava as variáveis para o matlab, mas obtivemos a seguinte imagem:



Como podemos proceder com essas informações? Elas estão aceitáveis? **ERRO: Sistema ingressado de forma incorreta!**

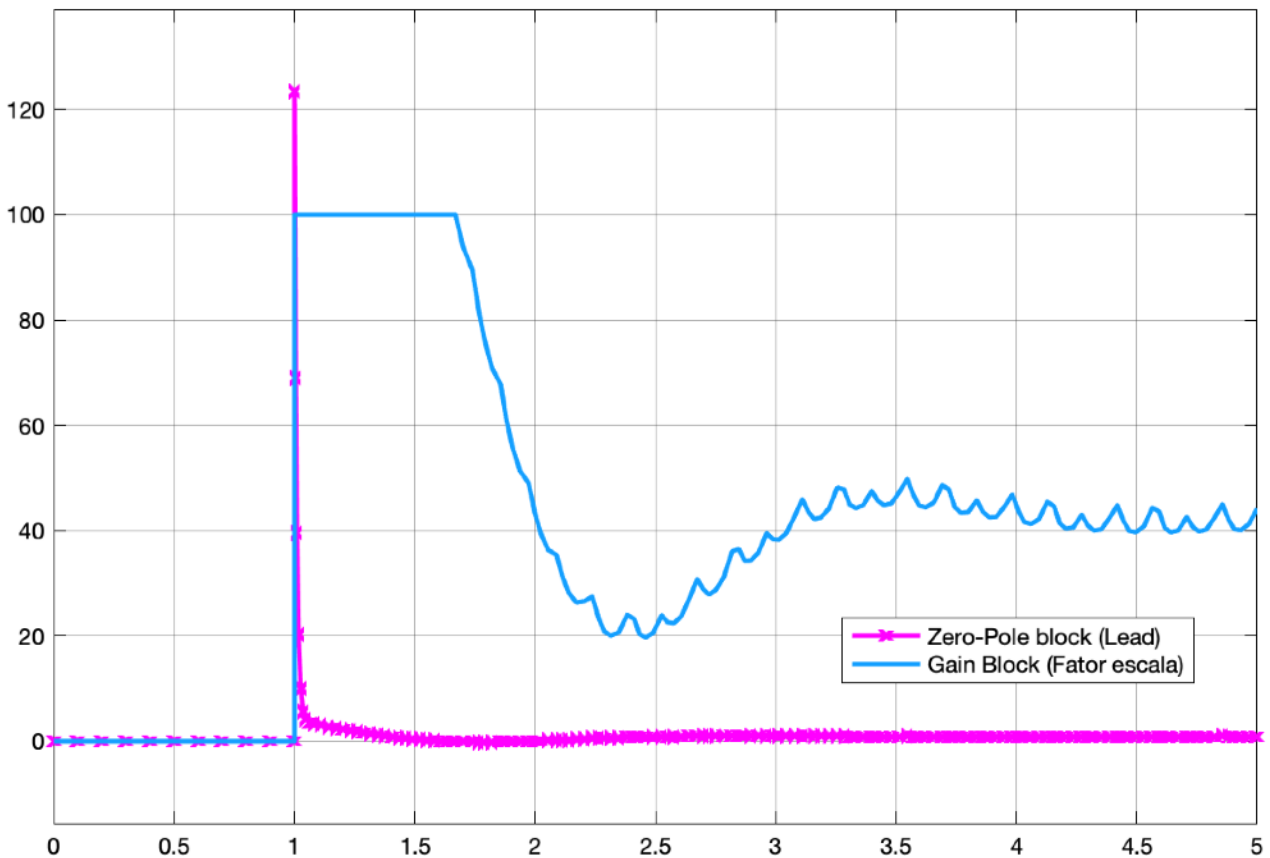
Segue página mostrando a simulação esperada e resultados parciais....

Planta 1:: Simulação do Lead



Obs.: O bloco de ganho = 50 é apenas para tentar “compatibilizar” amplitudes desenvolvidas pelas diferentes malhas. O controlador Lead gera pico de até 123,35; enquanto que o bloco que inclui saturação foi “programado” para limitar sinal de controle entre $0 < u(t) < 2,0$.

O gráfico da ação de controle fica:



Como o fator escala adotado pode-se entender melhor como o sinal do Lead é “filtrado” pelo bloco saturador. Reparar que o sinal de controle referente à curva em azul (que inclui bloco saturador) gera amplitudes de $2 \times 50 = 100$ (no máximo).