

PMR3404 Controle 1-Exercício 13

Eduardo Eiras de Carvalho, 9288209

June 23, 2020

1 Enunciado

results.

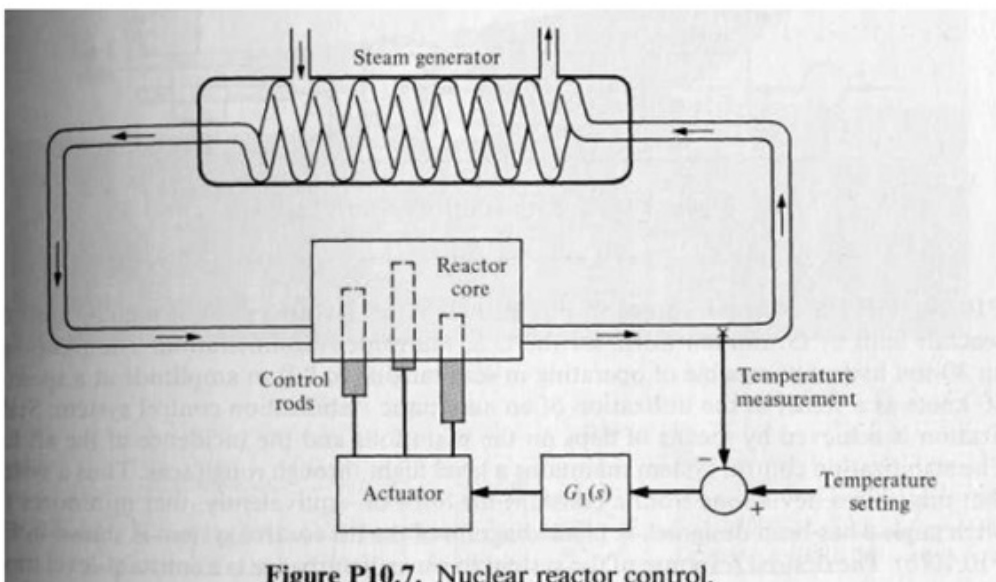
P10.7. The primary control loop of a nuclear power plant includes a time delay due to the time necessary to transport the fluid from the reactor to the measurement point (see Fig. P10.7). The transfer function of the controller is

$$G_1(s) = \left(K_1 + \frac{K_2}{s} \right).$$

The transfer function of the reactor and time delay is

$$G(s) = \frac{e^{-sT}}{\tau s + 1},$$

where $T = 0.4$ sec and $\tau = 0.2$ sec. Using frequency response methods, design the controller so that the overshoot of the system is less than 20%. Estimate the settling time of the system designed. Use the Control System Design Program to determine the actual overshoot and settling time.



O controle utilizado será

$$G_c(s) = K_2 \cdot \frac{1 + \frac{K_1}{K_2}}{s}$$

Faremos uma suposição de escolher os parâmetros K_1 e K_2 de tal forma a eliminar o polo da planta, dessa forma:

$$\frac{K_1}{K_2} = \tau$$

Nossa malha fica então:

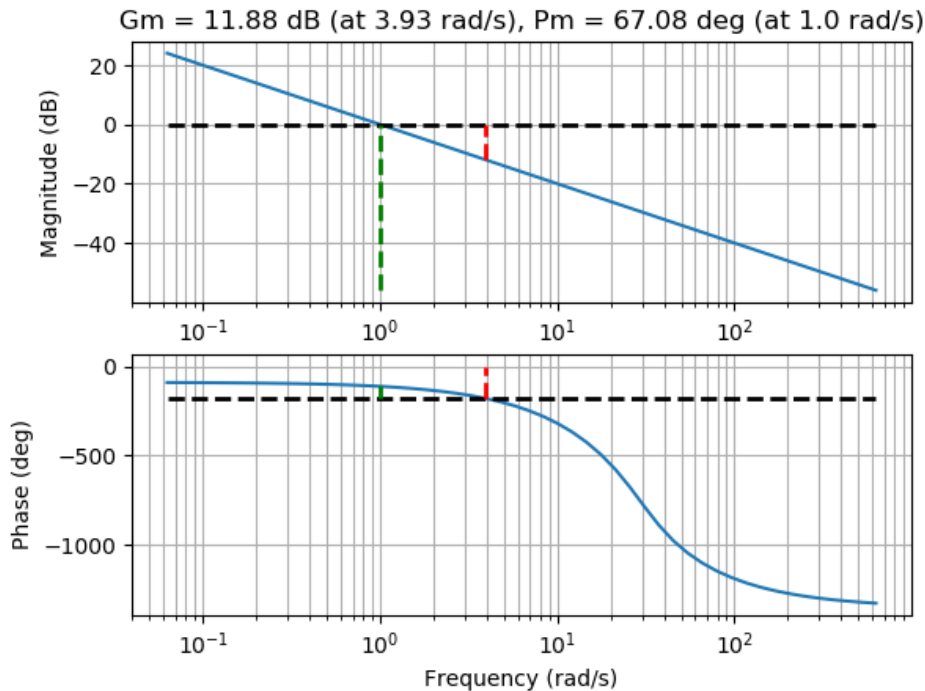
$$G_{MA}(s) = K_2 \cdot \frac{e^{-0.4 \cdot s}}{s}$$

Nosso requisito é ter uma malha com overshoot menor que 0.2, o que nos dá um fator de amortecimento $\zeta = 0.4559$.

Podemos relacionar o amortecimento com a margem de fase da seguinte forma:

$$\phi_M = \tan^{-1} \cdot \frac{2\zeta}{\sqrt{-2\zeta^2 + \sqrt{1 + 4\zeta^2}}}$$

O que nos gera $\phi_M = 43.28$. Para calcular o ganho necessário, devemos encontrar a margem de ganho em que a frequência gera $\phi_M = 43.28$:



Da figura encontramos MG próximo de 6.5dB, a mudança de ganho que queremos provocar para chegar em 6.5dB é então $11.88 - 6.5 = 5.38$, mas após alguns testes encontrei um resultado melhor com 3.8.

O ganho K_2 será igual ao módulo desta mudança:

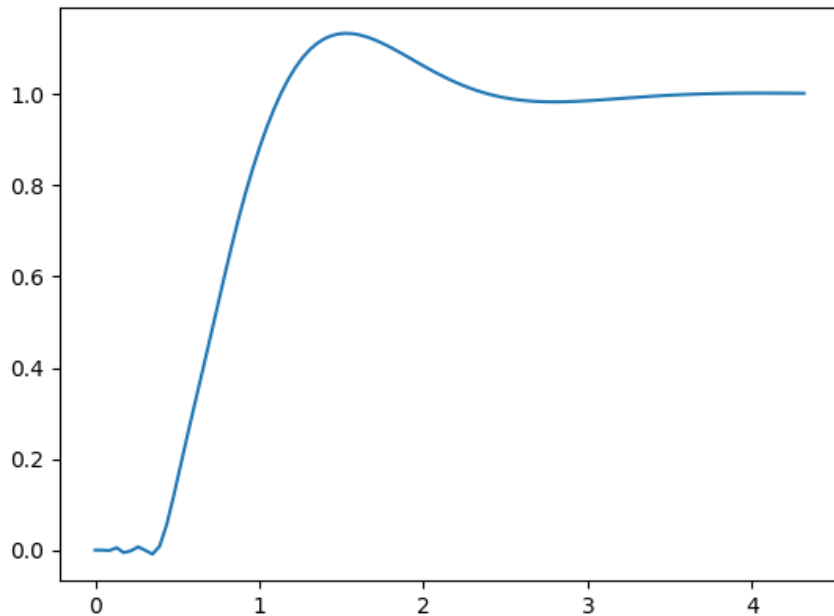
$$20 \log(K_2) = 3.8 \Rightarrow K_2 = 10^{\frac{3.8}{20}} = 1.549$$

Nossa malha será então:

$$G_{MA}(s) = 1.549 \cdot \frac{e^{-0.4 \cdot s}}{s}$$

O resultado gerado foi:

O que resulta em um overshoot de 0.13.



2 Código utilizado

```
import numpy as np
import cmath as cm
import control as co_general
import matplotlib.pyplot as plt
from control.matlab import *
from scipy import interpolate
from grafico_margens import plot_margins
plt.close('all')

T = 0.4
tau = 0.2

s = tf([1,0],1)
num, den = pade(T,7)
Gdelay = tf(num,den)
G = 1/(tau*s+1) * Gdelay

Mp = 0.2
zeta = abs(np.log(Mp)/np.sqrt(np.power(np.pi,
2)+np.power(np.log(Mp), 2)))
MF = np.arctan(2*zeta/
(np.sqrt(-2*zeta**2+
np.sqrt(1+4*zeta**2))))*180/np.pi
```

```

print(MF)

"""
Gc = K2*(1+K1*s/K2)/s

K1/K2 = tau para cancelamento do polo da planta
"""
K2 = 1

Gc = K2*(1+tau*s)/s

plot_margins(G*Gc)

MG = 11.88-8
K2 = 10** (MG/20)

Gc = K2*(1+tau*s)/s

plt.figure()
y , t = step(feedback(G*Gc))
plt.plot(t,y)

```