

PMR3404 Controle 1-Exercício 12

Eduardo Eiras de Carvalho, 9288209

June 18, 2020

- 1 a) Projete um compensador de avanço para que $K_v = 0.5$ e Margem de fase = 40°

$$G(s) = \frac{0.1}{s(3s+1)(2s+1)}$$

Resolução:

Compensador $G_c(s) = K_c \alpha \frac{T s + 1}{\alpha T s + 1}$, ($0 < \alpha < 1$)

1.1 Determinar K_c

$K_v = \lim_{s \rightarrow 0} s K_c \cdot G(s) = 0.5$, portanto $K_c = 5$

1.2 Achar Margem de Fase

```
import numpy as np
import control.matlab as co
import matplotlib.pyplot as plt

s = co.tf('s');
G = (0.1)/(s*(3*s+1)*(2*s+1))
Kc = 5
KG = Kc*G
co.sisotool(KG)
```

A margem de fase encontrada é 15.16°

1.3 Determinar ângulo de fase

Utilizando um $\Delta = 8^\circ$,

$$\phi_m = 40^\circ - 15.16^\circ + \Delta = 32.8^\circ$$

1.4 Determinar fator de atenuação α

$$\sin(\phi_m) = \frac{1 - \alpha}{1 + \alpha}$$

$$\alpha = 0.2973$$

O ângulo de avanço de fase máximo ϕ_m ocorre na média geométrica das duas frequências de canto, ou $\omega = 1/(\sqrt{\alpha T})$. O ganho neste ponto de pico é:

$$-20 \log\left(\frac{1}{\sqrt{\alpha}}\right) = -5.27dB$$

Corresponde a $\omega = 0.432$

1.5 Frequências de canto do compensador

Zero do compensador:

$$\omega = \frac{1}{T}$$

Polo do compensador:

$$\omega = \frac{1}{\alpha T}$$

Assim encontramos $T = 4.20$

1.6 Verificar Margem

$$G_c(s) = 5 \cdot \frac{4.20s+1}{1.24s+1}$$

```
%matplotlib inline
# Python packages
import numpy as np
import control.matlab as co
import matplotlib.pyplot as plt

s = co.tf('s');
G = (0.1)/(s*(3*s+1)*(2*s+1))
a = 0.297
T = 4.20
Gc = 5*(1+T*s)/(1+T*a*s)
co.sisotool(G*Gc)
```

Encontramos margem de 30.55°

2 b) Projete um compensador de atraso para as mesmas especificações

Resolução:

Compensador $G_c(s) = K_c \beta \frac{Ts+1}{\beta Ts+1}$, ($\beta > 1$)

2.1 Determinar K_c

$K_v = \lim_{s \rightarrow 0} s K_c \cdot G(s) = 0.5$, portanto $K_c = 5$

2.2 Achar Margem de Fase

A margem de fase ainda é 15.16°

2.3 Determinar ângulo de fase

Utilizando um $\Delta = 10^\circ$,

$$\phi_m = 180^\circ - 40^\circ - \Delta = 130^\circ$$

2.4 Determinar fator de atenuação α

Em 130° o ganho é 9.89dB, o fator de atenuação é determinado:

$$20 \log(\beta) = 9.89dB$$

$$\beta = 3.1236$$

2.5 Frequências de canto do compensador

A outra frequência de canto corresponde ao polo do compensador por atraso de fase, sendo determinado por $\omega = 1/(\beta T)$, em que ω é a frequência para ganho 9.89dB, assim, encontramos $T = 70.62$

2.6 Verificar Margem

$$G_c(s) = 5 \cdot \frac{70.62s+1}{220.6s+1}$$

```

%matplotlib inline
# Python packages
import numpy as np
import control.matlab as co
import matplotlib.pyplot as plt

s = co.tf('s');
G = (0.1)/(s*(3*s+1)*(2*s+1))
b = 3.1236
T = 70.62
Gc = 5*(1+T*s)/(1+T*b*s)
co.sisotool(G*Gc)

```

Encontramos margem de 47.15°

3 c) Compare as respostas

O compensador de avanço aparenta ter falhado, apesar de ter encontrado um valor razoável para α , enquanto que o compensador por atraso consegue uma melhor solução para o problema.