# Relatório, Laboratório 5.
# Servo 1

Felipe Bandeira da Silva

Utilizar o Matlab para analisar a resposta transitória de sistemas de 2ª ordem e estudar o efeito do controle proporcional sobre a resposta transitória.

# Lista de Figuras

# 1 Efeitos do coeficiente de amortecimento $\zeta$ e a frequência natural não amortecida $\omega_n$

Neste problema é necessário analisar a resposta ao degrau para o sistema padrão de segunda ordem para as diversas variações de $\zeta$ e $\omega$.

## 1.1 Variação de $\omega_n$

Para este item $\zeta$ é fixo e de valor 0.4. Mas $\omega_n$ assume os seguintes valores: 0, 0.4, 0.6, 0.8, 1.0 e 1.4.

A equação padrão para a analise é,

$$G(s) = \frac{\omega_n^2}{s^2 + 2\zeta\omega_n s + \omega_n^2} \tag{1}$$

Utilizando o seguinte código para facilitar a analise,

```
zeta = 0.4;
wn = [10 5 1];
t = 0:0.01:10;
cor = ['b', 'g', 'r']
for c = 1:length(wn)
    gs = tf([wn(c)^2], [1 2*zeta*wn(c) wn(c)^2]);
    [y(c,:)] = step(gs, t);
    hold on;
    plot(t, y(c,:), cor(c));
    grid on;
end
xlabel('tempo segundos');
```

A figura 1, mostra a resposta para as diversas variações de $\omega_n$

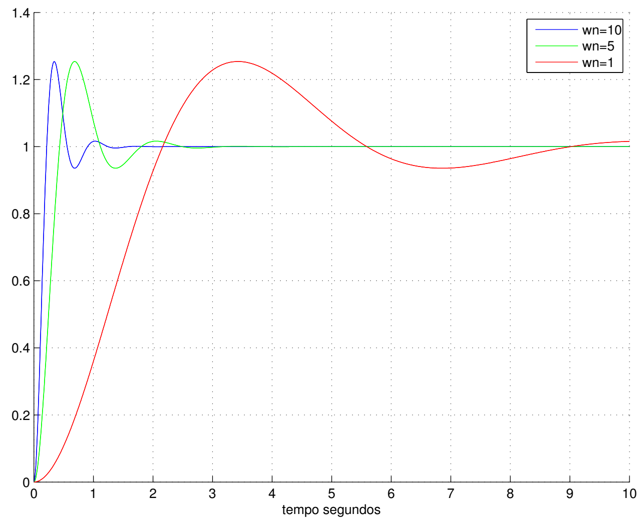



Figura 1: Variações de $\omega_w$

### 1.2 Variação de $\zeta$

Neste problema $\omega_n$ é fixo com valor de 5 e $\zeta$ assume os seguintes valores: 0, 0.4, 0.6, 0.8, 1.0, 1.4.

Para tanto o mesmo código utilizado anteriormente para a analise de $\omega_n$ pode ser alterado para as variações de $\zeta$ de tal forma que fica,

```
zeta = [0 0.4 0.6 0.8 1 1.4];
wn = 5;
t = 0:0.001:4;
cor = ['b', 'g', 'r', 'c', 'm', 'y'];
for c = 1:length(zeta)
    gs = tf([wn^2], [1 2*zeta(c)*wn wn^2]);
    [y(c,:)] = step(gs, t);
    hold on;
    plot(t, y(c,:), cor(c));
    grid on;
end
xlabel('tempo segundos');
```

A resposta para as diversas variações de $\zeta$ é apresentada na figura 2,

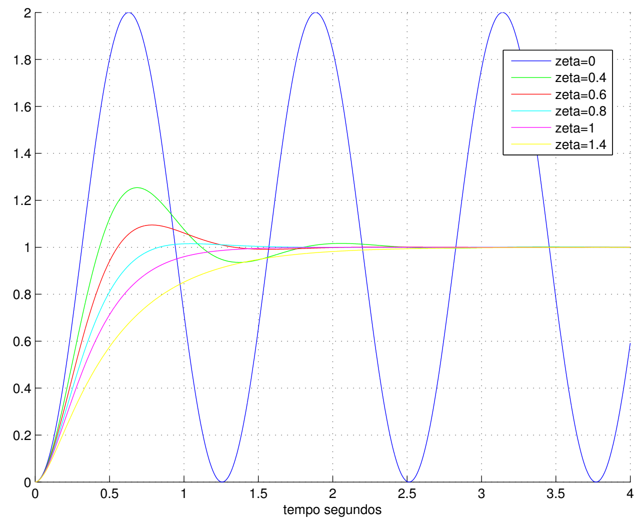



Figura 2: Variações de $\zeta$

### 1.3 Comentários sobre a variação de $\omega_n$ e $\zeta$

Como já foi notado os valores de $\omega_n$ e $\zeta$ influenciam no comportamento de uma função de transferência de segunda ordem. $\omega_n$ está diretamente ligado a frequência de oscilação do sistema. $\zeta$ está ligada ao tipo de comportamento do sistema, onde são conhecida as seguintes situações:

1. Sistema subamortecido, quando $0 < \zeta < 1$
2. Sistema criticamente amortecido, quando $\zeta = 1$
3. Sistema superamortecido, quando $\zeta > 1$
4. Oscilatório, quando $\zeta = 0$

O problema proposta apresenta todas as quatro situações. A analise para o sistema de segundo ordem pode então ser feita vendo apenas os parâmetros ou valores de $\omega_n$ e $\zeta$

# 2 Visualização 3D das variações de $\zeta$

O grafico 3 mostra uma visão

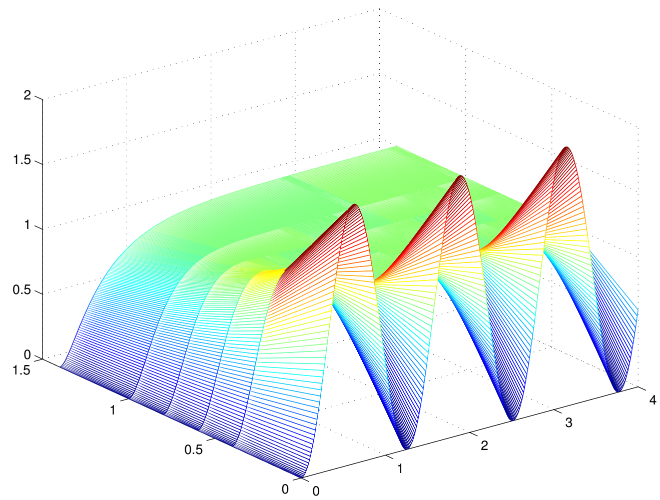



Figura 3: Gráfico 3D

# 3 Resposta ao impulso

O sistema proposto é modelado,

$$\frac{C(s)}{R(s)} = \frac{1}{s^2 + s + 1} \tag{2}$$

A sua resposta para o (impulso) pode ser encontrada usando as seguintes linhas de códigos,

```
gs = tf([1], [1 1 1]);
impulse(gs);
```

A resposta para tal é,

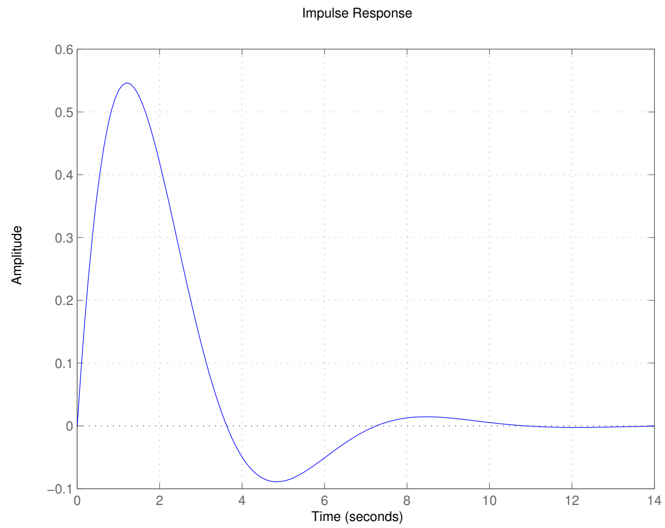



Figura 4: Resposta para o impulso de $\frac{1}{s^2+s+1}$

# 4 Servo sistema

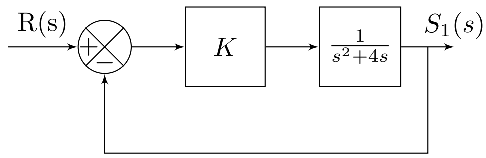
Um servosistema possui a seguinte função de transferência,

$$G_p(s) = \frac{z}{Js^2 + Bs} \tag{3}$$

Onde $J = 1Nm/\frac{rad}{s^2}$ e $B = 4Nm/\frac{rad}{s}$. Substituindo os valores na equação 4,

$$G_p(s) = \frac{1}{s^2 + 4s} \tag{4}$$

O sistema finalmente é caracterizado pelo seguinte diagrama de blocos,




A função de transferência de malha fechada do sistema fica,

$$\frac{R(s)}{C(s)} = \frac{KG_p(s)}{1 + G_p(s)} = \frac{K}{s^2 + 4s + 1} \tag{5}$$

### 4.1 Resposta transitória ao degrau unitario

Para a resposta transitória faço $K$ varia: 1, 4, 6, 10, 25 e 400. Para tanto posso utilizar a mesmo código da primeira questão com pequenas modificações, ficando,

```
K = [1 4 6 10 25 400];
t = 0:0.01:40;
cor = ['b', 'g', 'r', 'c', 'm', 'k'];
for c = 1:length(K)
    gs = tf([K(c)], [1 4 1]);
    [y(c,:)] = step(gs, t);
    hold on;
    plot(t, y(c,:), cor(c));
    grid on;
end
xlabel('tempo segundos');
```

A figura 4 mostra as diversas resposta para as diversas variações de $K$, nota-se inicialmente que o erro relativo está diretamente ligado a ganho $K$. Com isto é possível concluir que $K$ está ligado as seguintes situação, o erro estacionário e resposta do sistema são diretamente proporcionais a $K$. Agora $K$ não está ligado ao tipo de resposta do sistema, seja ela subamortecida, superamortecida, criticamente amortecida ou oscilatória. Esse tipo de resposta só pode ser modificado com a alteração dos pólos e suas posições no plano-s. Modificação que deve ser feita na equação característica da função de transferência.

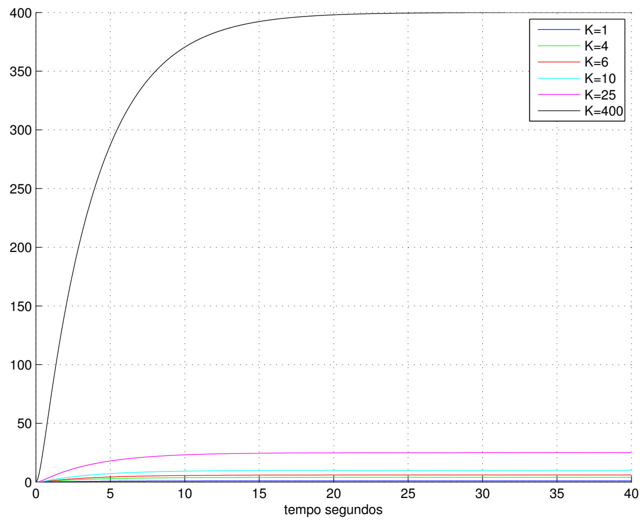



Figura 5: Variações de $K$

# 5 Considerações finais

Um sistema de segunda ordem difere dos de primeira, pelo fato de possuírem dois polos mais o fator mais consideravel é o arranjo que este polos estão no plano-s. Arranjo este que determina as 4 situações possíveis de resposta para o sistema, situações estas que pode ser ou não bem vindas para os componentes do sistema, sendo que suas alterações dependem de diversos fatores, com isto as correções para o sistemas de segunda ordem são mais complexas e exigem um domínio das ferramentas de analise matemática do problema. O Matlab novamente se mostra um ótimo software para este trabalho matemático, facilitando a visualização no domínio do tempo das diversas respostas e com simples modificações é possível criar gráficos complexos.