



UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

SEL0611- FUNDAMENTOS DE CONTROLE

Lista de Exercícios No.3

Pedro Morello Abbud

Número USP 8058718

Disciplina ministrada por
Professor Doutor B.J.Mass

10 de Março de 2016

Exercícios

Dada a equação diferencial ordinária (EDO):

$$y''(t) + 2y'(t) + 5y(t) = 10x(t) \quad (1)$$

Onde $y(t)$ e $x(t)$ são respectivamente a saída e a entrada de um certo sistema, desejamos construir uma “imagem de raios-x” (ou “eletrocardiograma”) do sistema, que revele a dinâmica do mesmo. Em nosso contexto, diagramas de *Bode* são verdadeiras “imagens de raios-x”, pois revelam coisas que não enxergamos pela mera inspeção direta da EDO.

Precisamos para essa visualização de algo imprescindível; um aplicativo computacional numérico, talhado para o projeto de sistemas de controle. Duas alternativas foram apresentadas em sala de aula: *Scilab* e *MATLAB*.

1. Obtenha à mão, a função de transferência $G_1(s) = Y(s)/X(s)$ a partir da EDO (1) acima.

Sabemos que:

$$x(t) = \frac{y''(t)}{10} + \frac{y'(t)}{5} + \frac{y(t)}{2}$$

Logo temos:

$$\begin{aligned} G(s) &= \frac{Y(s)}{X(s)} \\ &= \frac{\mathcal{L}\{y(t)\}}{\mathcal{L}\{x(t)\}} \\ &= \frac{Y(s)}{\mathcal{L}\left\{\frac{y''(t)}{10} + \frac{y'(t)}{5} + \frac{y(t)}{2}\right\}} \\ &= \frac{10Y(s)}{Y(s)(s^2 + 2s + 1)} \\ &= \frac{10}{s^2 + 2s + 1} \end{aligned}$$

2. Obtenha à mão, a função de transferência $G_2(s) = X(s)/Y(s)$ a partir de (1), observando que, naturalmente $G_2(s) = 1/G_1(s) = G_1(s)^{-1}$

De forma análoga ao exercício anterior sabemos que:

$$x(t) = \frac{y''(t)}{10} + \frac{y'(t)}{5} + \frac{y(t)}{2}$$

Logo temos:

$$\begin{aligned}
 G(s) &= \frac{X(s)}{Y(s)} = \frac{\mathcal{L}\{x(t)\}}{\mathcal{L}\{y(t)\}} \\
 &= \frac{\mathcal{L}\{\frac{y''(t)}{10} + \frac{y'(t)}{5} + \frac{y(t)}{2}\}}{Y(s)} \\
 &= \frac{Y(s)(s^2 + 2s + 1)}{10Y(s)} \\
 &= \frac{s^2 + 2s + 1}{10} \\
 &= \frac{s^2}{10} + \frac{s}{5} + \frac{1}{10}
 \end{aligned}$$

Que é exatamente G_1^{-1} , como queríamos demonstrar.

3. Observe que, como $G_1(s)$ é uma função de transferência “*estritamente própria*”, e $G_2(s)$ é “*imprópria*”. Os sistemas físicos de nosso interesse (engenharia de controle) só excepcionalmente terão função de transferência imprópria. Em nosso contexto (*Fundamentos de Controle*) consideraremos inadmissíveis funções de transferência impróprias, i.e. com numerador com grau maior que o do denominador.
4. Empregando o comando “tf”, escreva uma declaração em *MATLAB*, que declare $G_1(s)$ com o nome “g1”. Empregue apenas minúsculas.

Listing 1: Código em MATLAB para a função de transferência $G_1(s)$

```
1      g1=tf(10,[10 2 1])
```

5. Consulte www.scilab.org e verifique que comando do Scilab é análogo ou equivalente ao comando “bode” do MATLAB. Descreva sucintamente cada uma das 6 formas para este comando do SCILAB.

```
1      bode(sl,[fmin, fmax] [,step] [,comments] )
```

Traça um diagrama de bode tomando como argumentos de entrada: um sistema linear, os limites mínimo e máximo da frequência, um degrau logarítmico descrito por um número real e um vetor de strings como legenda, com a frequência dada em *hz*.

```
1      bode(sl, [fmin, fmax] [,step] [,comments] ...
        [, "rad"] )
```

Traça um diagrama de bode tomando como argumentos de entrada: um sistema linear, os limites mínimo e máximo da frequência, um degrau logarítmico descrito por um número real e um vetor de strings como legenda, no entanto mostra a frequência em *rad/s* ao invés de *hz*.

```
1      bode(sl, frq [,comments] )
```

Traça um diagrama de bode tomando como argumentos de entrada: um sistema linear, uma matriz de frequência com uma coluna para cada subsistema linear e um vetor de strings como legenda, com a frequência dada em *hz*

```
1      bode(sl, frq [,comments] [, "rad"] )
```

Traça um diagrama de bode tomando como argumentos de entrada: um sistema linear, uma matriz de frequência com uma coluna para cada subsistema linear e um vetor de strings como legenda, no entanto, mostra a frequência em *rad/s* ao invés de *hz*.

```
1      bode(frq, db, phi [,comments] )
```

Traça um diagrama de bode tomando como argumentos de entrada: uma matriz de frequência, uma matriz de magnitudes dada em *Db*, uma matriz de fases dada em graus e comentários como legendas na forma de um vetor.

```
1      bode(frq, repf [,comments] [, "rad"] )
```

Traça um diagrama de bode tomando como argumentos de entrada: uma matriz de frequência, uma matriz de magnitudes dada em *Db*, uma matriz de fases dada em graus e comentários como legendas na forma de um vetor, no entanto, com a frequência em *rad/s* ao invés de *hz*.

6. Empregando a forma mais simples do comando “bode” do MATLAB, s, imprima o par de gráficos ou diagramas obtidos para a função de

transferência $G_1(s)$ acima referida. Retorne ao professor o par de gráficos impressos numa única folha A4.

Listing 2: Código em MATLAB para traçar o diagrama de Bode da função de transferência $G_1(s)$

```
1      g1=tf(10,[10 2 1])  
2      bode(g1)
```

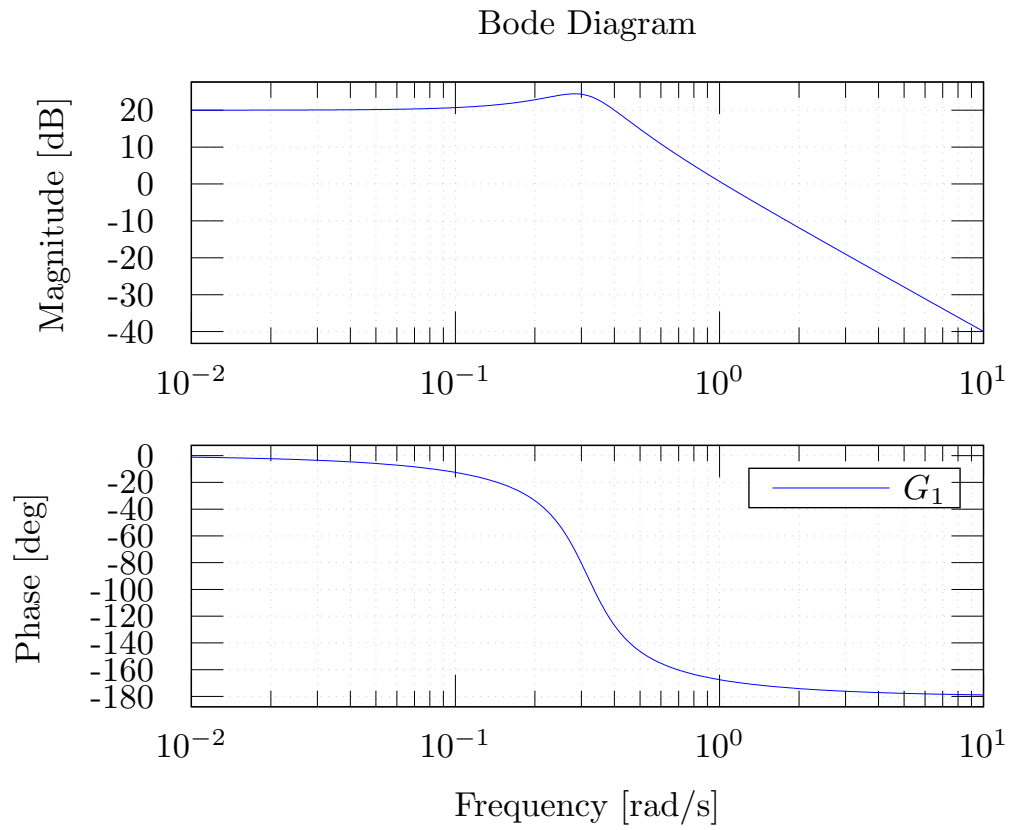


Figura 1: Diagrama de Bode para a função de transferência $G_1(s) = \frac{10}{s^2 + 2s + 1}$