

Universidade Federal de Uberlândia
Faculdade de Engenharia Elétrica
Graduação em Engenharia Biomédica
Instrumentação Biomédica II

Exercício Diagrama de Bode da Resposta de um Cateter com Bolha e sem Bolha de Ar

Nome: Eduardo Borges Gouveia

Descrição: Desenvolver um programa que deve receber como entrada o comprimento do cateter [m] seu raio interno [m] e o comprimento de uma bolha de ar em seu interior [m]. O programa deve fornecer a curva de resposta em frequência (diagrama de Bode) do sistema cateter-sensor de Pai (Pressão Arterial Invasiva) a partir dos dados de entrada. O módulo de elasticidade do diafragma do sensor é $0.49 \times 10^{15} \text{ N/m}^5$ e os demais dados necessários são aqueles fornecidos no exemplo 7.1 da página 305 (Webster).

Para tanto foi desenvolvido um script em MATLAB que possui como inputs e output os seguintes parâmetros:

INPUTS:

- 1 - comprimento do cateter [m];
- 2 - raio interno do cateter [m];
- 3 - comprimento da bolha de ar [m].

OUTPUT:

- 1 - a curva de resposta em frequência do cateter-sensor.
-

Resultados:

Ao rodar o script no MATLAB será requisitado que o usuário insira os valores de Input, conforme desejar. Em seguida é gerado um gráfico do diagrama de Bode para representar a resposta do sistema em frequência.

Um exemplo do resultado do script pode ser visto na Figura 1, abaixo.

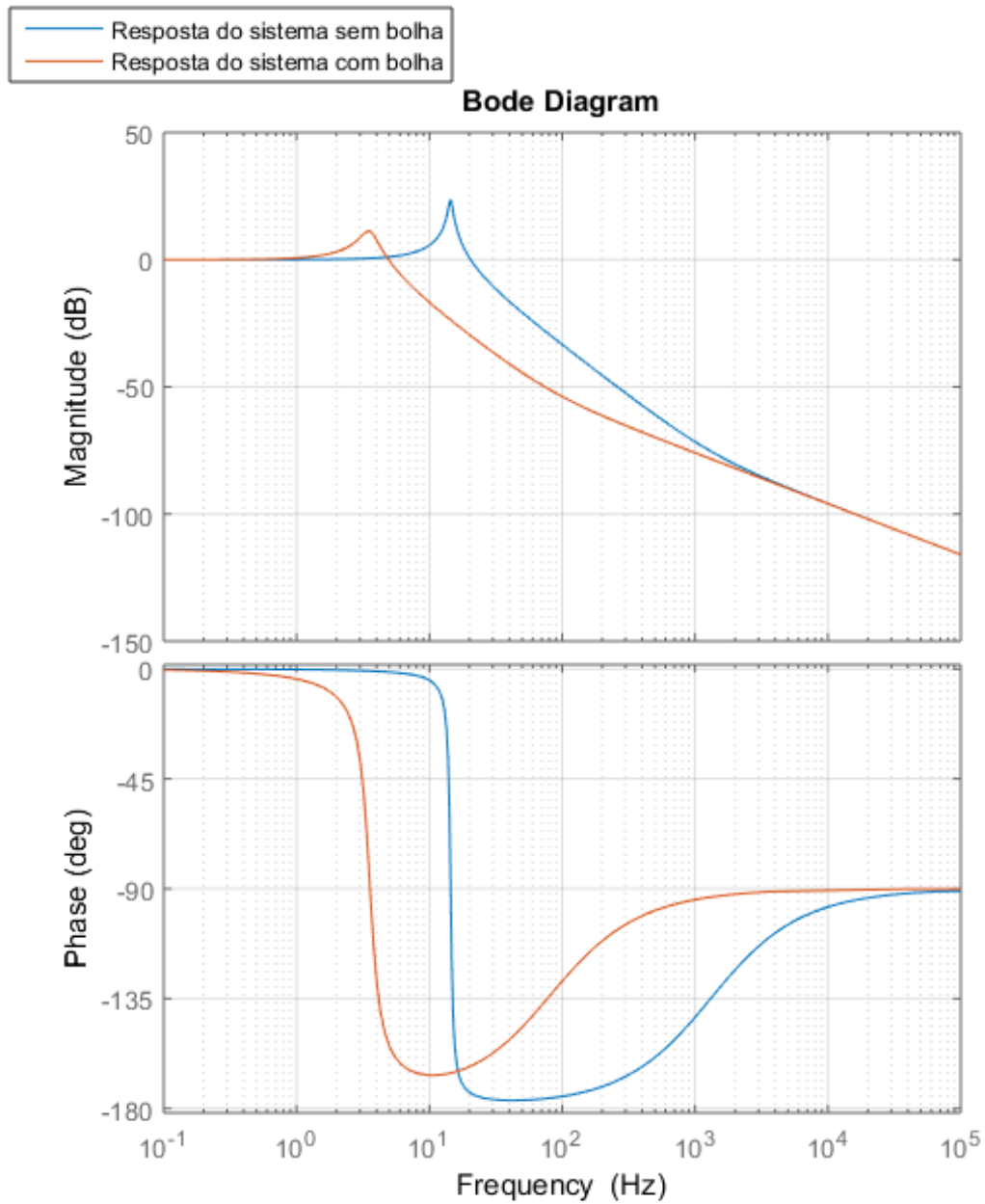


Figura 1 - Resposta em frequência de um sistema cateter-sensor com um cateter que possui 1 metro de comprimento, 0.46 mm de raio interno do cateter e uma bolha de ar com 0.5 mm de comprimento. O resultado da Frequência natural (ω_n) do sistema sem a bolha foi de 91 Hz e com a bolha 22 Hz, enquanto a razão de amortecimento do sistema sem a bolha foi 0.033 enquanto com a bolha foi 0.13

Abaixo podemos ver o script desenvolvido para realização da atividade.

```
%{
Universidade Federal de Uberlândia
Faculdade de Engenharia Elétrica
Graduação em Engenharia Biomédica
Instrumentação Biomédica II

Decrição: O programa deve receber como entrada o comprimento do
cateter [m]
seu raio interno [m] e o comprimento de uma bolha de ar em seu
interior [m].
O programa deve fornecer a curva de resposta em frequência
(diagrama de Bode) do sistema cateter-sensor de
PAi a partir dos dados de entrada.
O módulo de elasticidade do diafragma
do sensor é  $0.49 \times 10^{15}$  N/m5 e os demais dados necessários são aqueles
fornecidos no exemplo 7.1 da página 305 (Webster).

INPUTS:
1 - comprimento do cateter [m];
2 - raio interno do cateter [m];
3 - comprimento da bolha de ar [m].

OUTPUT:
1 - a curva de resposta em frequência do cateter-sensor.

Docente: Eduardo Borges Gouveia
Discente: Eduardo Lázaro Martins Naves

Autor: Eduardo Borges Gouveia
Contato: eduardoborgesgouveia@gmail.com
}%
clear;
%% Input de dados
fprintf('Entre com os seguintes dados: \n\n');
comprimentoCateter = input('Comprimento do cateter [m]: ');
raioCateter = input('Raio interno do cateter [m]: ');
comprimentoBolhaAr = input('Comprimento da bolha de ar [m]: ');

%% Calculations

%constantes
Ed =  $0.49 \times 10^{15}$ ;
Cd = 1/Ed;

%Cálculo da frequência natural sem a bolha
frequenciaNaturalSemBolha =
(raioCateter/2)*((1/(pi*comprimentoCateter))*...
(( $0.49 \times 10^{15}$ )/( $1 \times 10^3$ )))^(1/2);

%Cálculo da razão de amortecimento sem a bolha
razaoAmortecimentoSemBolha =
(( $4 \times 0.001$ )/(raioCateter^3))*((1/pi)*(1/...
(( $1 \times 10^3$ )*( $0.49 \times 10^{15}$ ))))^(1/2);

%Cálculo da frequência natural com a bolha
Cb = (((pi*(raioCateter^2)*comprimentoBolhaAr))/1000)/(98.5);
```

```

frequenciaNaturalComBolha =
frequenciaNaturalSemBolha*(sqrt(Cd/Cb));

%Cálculo da razão de amortecimento com a bolha
Ct = Cd + Cb;

razaoAmortecimentoComBolha =
razaoAmortecimentoSemBolha*(sqrt(Ct/Cd));

%% Sistema

%{
    Data format:
    For SISO models, NUM and DEN are row vectors listing the
    numerator and denominator coefficients in descending powers of
    s,p,z,q.
    For example,
        sys = tf([1 2],[1 0 10])
        specifies the transfer function (s+2)/(s^2+10)

    considerando nosso sistema de segunda ordem:
        (s + Wn^2)/(s^2 + 2*amort*Wn + Wn^2)
%}

SistemaSemBolha = tf([1 frequenciaNaturalSemBolha^2],[1 ...
    2*razaoAmortecimentoSemBolha*frequenciaNaturalSemBolha ...
    frequenciaNaturalSemBolha^2]);

SistemaComBolha = tf([1 frequenciaNaturalComBolha^2],[1 ...
    2*razaoAmortecimentoComBolha*frequenciaNaturalComBolha ...
    frequenciaNaturalComBolha^2]);

%% Plotagem

bode(SistemaSemBolha,SistemaComBolha);
set(cstprefs.tbxprefs, 'FrequencyUnits', 'Hz');
legend('Resposta do sistema sem bolha', 'Resposta do sistema com
bolha');

```