

Modelagem de Sistemas Dinâmicos - Trabalho N^o4

Leonardo Soares da Costa Tanaka - DRE: 121067652

Engenharia de Controle e Automação/UFRJ

Rio de Janeiro, Brasil

Julho de 2023

Para este trabalho, vamos utilizar o arquivo “trabalho4-2023-1.mat” que tem os sinais de entrada $u(t)$ e de saída $y(t)$ de um sistema linear contínuo com função de transferência $G(s)$. Os sinais u e y foram aplicados e aquisitados com uma frequência de amostragem $f_s = 2\text{Hz}$ (período de amostragem $T = 0.5\text{s}$). A variável independente tempo t é o vetor com os instantes que foram realizadas as amostragens dos sinais $u(t)$ e $y(t)$.

Vale notar que o sinal de saída $y(t)$ está quantizado e contaminado com ruído.

1 FFT

Determinando, utilizando a FFT (Fast Fourier Transform), o espectro do sinal de entrada (módulo e fase) em função da frequência em Hz. Utilizando o Matlab para coletar os dados, utilizar a FFT, calcular os espectros do sinal de entrada e plotar o gráfico.

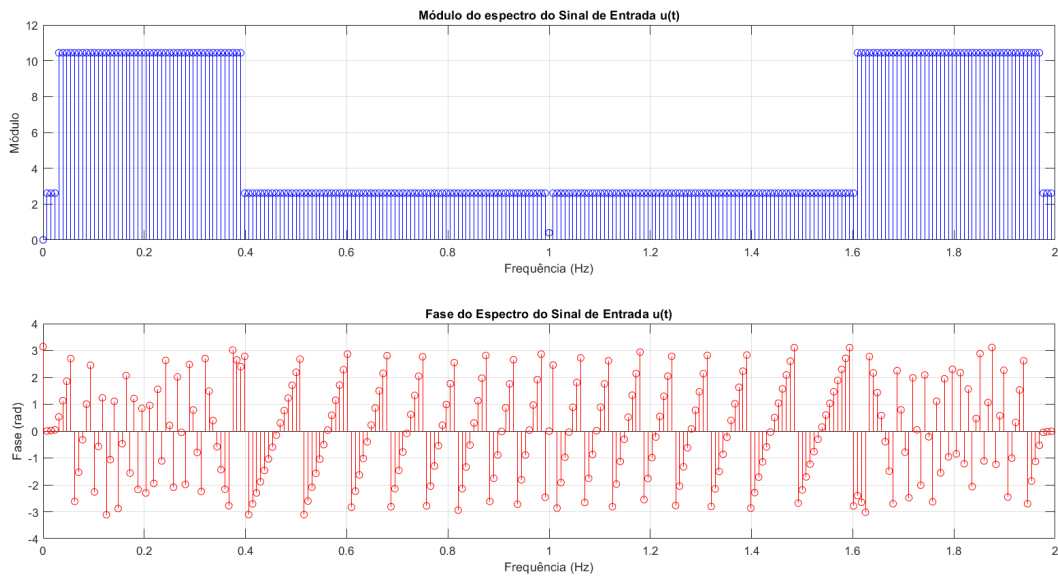


Figura 1: Espectros dos sinais da entrada

É possível observar uma simetria no gráfico da magnitude em torno de 1 com uma parte central com valores iguais a 2.61115 entre 0.4 e 1.6, duas partes seguintes com valores iguais a 10.4446 entre (0.03 e 0.4) e (1.6 e 1.96) e duas partes extremas com os mesmos valores que a parte central. Já no gráfico de fase, é possível observar uma oscilação bem similar entre 0.4 e 1.6 e outras oscilações similares entre (0.03 e 0.4) e (1.6 e 1.96) com valores entre $-\pi$ e π .

```
% Carregar os dados do arquivo
data = load('trabalho4-2023-1.mat');
u = data.u;
t = data.t;

% Frequência de amostragem (fs) e período de amostragem (T)
fs = 2; % Hz
T = 1 / fs;

% Calcula o espectro do sinal de entrada u(t) usando a FFT
U = fft(u);

% Vetor de frequências para o eixo x
frequencies = (0:length(U) - 1) * (fs / length(U));

% Módulo do espectro do sinal de entrada
modulo_U = abs(U);

% Fase do espectro do sinal de entrada
fase_U = angle(U);

% Cores para os plots
cor_modulo = 'b'; % Azul
cor_fase = 'r'; % Vermelho

% Plot do espectro do sinal de entrada (módulo e fase)
figure;

% Plot do módulo do espectro
subplot(2, 1, 1);
stem(frequencies, modulo_U, 'Color', cor_modulo);
xlabel('Frequência (Hz)');
ylabel('Módulo');
title('Módulo do espectro do Sinal de Entrada u(t)');
grid on;

% Plot da fase do espectro
subplot(2, 1, 2);
stem(frequencies, fase_U, 'Color', cor_fase);
xlabel('Frequência (Hz)');
ylabel('Fase (rad)');
title('Fase do Espectro do Sinal de Entrada u(t)');
grid on;
```

2 Resposta em frequência do sistema $G(j\omega)$

Estimando a resposta em frequência do sistema $G(j\omega)$ utilizando os espectros dos sinais de entrada $U(j\omega)$ e de saída $Y(j\omega)$:

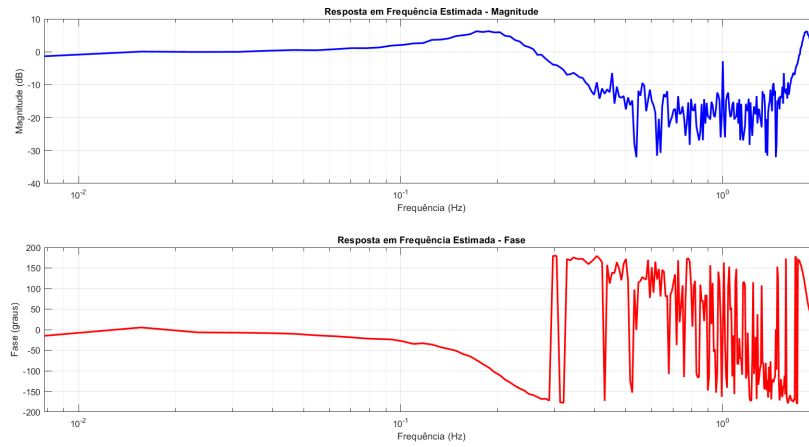


Figura 2: Resposta em frequência

```
% Carregar o arquivo 'trabalho4-2023-1.mat'
load('trabalho4-2023-1.mat');

% Frequência de amostragem
fs = 2; % Hz

% Realizar a FFT do sinal de entrada 'u'
U = fft(u);

U_mag = abs(U);
U_phase = angle(U);

% Realizar a FFT do sinal de saída 'y'
Y = fft(y);

Y_mag = abs(Y);
Y_phase = angle(Y);

% Estimar a resposta em frequência do sistema  $G(j\omega)$ 
G_estimated = Y ./ U;

G_mag_dB = 20*log10(abs(G_estimated));
G_phase_deg = rad2deg(angle(G_estimated));

% Frequências correspondentes
N = length(u);
frequencies = (0:N-1) * (fs/N);

% Plotar o módulo e fase da resposta em frequência estimada na mesma figura em escala logarítmica
figure;
subplot(2, 1, 1);
semilogx(frequencies, G_mag_dB, 'b', 'LineWidth', 2);
```

```
title('Resposta em Frequência Estimada - Magnitude');
xlabel('Frequência (Hz)');
ylabel('Magnitude (dB)');
grid on;
subplot(2, 1, 2);
semilogx(frequencias, G_phase_deg, 'r', 'LineWidth', 2);
title('Resposta em Frequência Estimada - Fase');
xlabel('Frequência (Hz)');
ylabel('Fase (graus)');
grid on;
```

3 Principais características da resposta em frequência

4 Determinação do sistema de 2^a ordem

5 System Identification Apps