

Laboratório de Sinais e Sistemas

Transformada de Fourier

O espectro de Fourier de um sinal indica as amplitudes e fases relativas das senoides que são necessárias para sintetizar o sinal. O espectro de Fourier de um sinal periódico possui amplitudes finitas e existe em frequências discretas (ω e seus múltiplos). Tal espectro é fácil de ser visualizado, mas o espectro de um sinal não periódico não é tão fácil de ser visualizado porque ele é um espectro contínuo.

Agora, como devemos proceder para transformar um sinal no domínio do tempo em um sinal no domínio da frequência utilizando o MATLAB ? Sabemos que a transformada de uma senoide com uma determinada frequência será um impulso sobre a frequência que caracteriza essa senoide. Vamos então verificar o que acontece com uma senoide quando aplicamos a ela a transformada de Fourier.

EXEMPLO 01

```
clear all
close all

tmin = 0;
tmax = 3;
L = 5000; %pontos
Ts=(tmax-tmin)/L;
Fs=1/Ts;
t=linspace(tmin,tmax,L);
s = 0.7*sin(2*pi*50*t) + sin(2*pi*120*t);
subplot(3,1,1),plot(t,s);axis([1.6 1.8 -2 2]);
title('Sinal')
xlabel('t')
ylabel('s(t)')

S = fft(s);
S = abs(S);
S=fftshift(S);
freq = Fs*(-(L/2):(L/2)-1)/L;
subplot(3,1,2),plot(freq,S)
title('Espectro de Amplitude de s(t)')
xlabel('f (Hz)')
ylabel('|S(f)|')

Sp=S(floor(L/2)+1:L);
freq = freq(floor(L/2)+1:L);
subplot(3,1,3),plot(freq,Sp)
title('Espectro de Amplitude de s(t)')
xlabel('f (Hz)')
ylabel('|S(f)|')
```

A seguir será mostrado um exemplo de como filtrar um sinal.

EXEMPLO 02

```
load chirp % som monofônico, -1 <= y <= +1, fs = 8192 Hz ou amostra/s
amostras = length(y);

w = 0:1/(amostras/2):1*(1-1/(amostras/2)); % freq.Dig.: 0-pi (rad/amostra)
% Filtro Passa Alta, ordem 34, wc = 0.48*pi rad/am
% fc = 0.48*fs/2 = 1966 Hz

b = fir1(34,0.48,'high'); % coef.s do filtro FIR desejado
```

```

freqz(b,1,512); % resposta em frequência do filtro digital
f = filter(b,1,y); % filtragem do sinal original y(n)
sound(y) % som original
pause(3)
sound(f) % som filtrado
Y = fft(y); % espectro do sinal original
F = fft(f); % espectro do sinal filtrado

figure; o = length(w);
subplot(2,1,1), plot(w,abs(Y(1:o))); title('Espectro do Sinal Original'); xlabel('Freq. Normalizada ( $\times\pi$  rad/amostra)); ylabel('Magnitude');
subplot(2,1,2), plot(w,abs(F(1:o))); title('Espectro do Sinal Filtrado'); xlabel('Freq. Normalizada ( $\times\pi$  rad/amostra)); ylabel('Magnitude');

```

Para analisar as componentes espectrais da nossa voz, precisamos gravar tal sinal. A seguir será mostrado um exemplo de como gravar a voz no MATLAB.

EXEMPLO 03

```

clc; clear all; close all;
recObj = audiorecorder(44100, 16, 2);

get(recObj)

%Grave uma amostra de 5 segundos de sua voz com o microfone
recObj = audiorecorder;

disp('Start speaking.')

recordblocking(recObj, 5);

disp('End of Recording. ');
% Escute sua gravacao

play(recObj);
% Armazene em um vetor

myRecording = getaudiodata(recObj);

```

Exercício 1: Crie um sinal composto por três senóides de frequências de 1000 Hz, 2000 Hz e 3000 Hz e amplitudes de 2, 5 e 10, respectivamente. Faça plote o sinal no domínio do tempo e no domínio da frequência.

Exercício 2: Para provar a dualidade da transformada de Fourier, escolha um sinal senoidal, faça a sua transformada de Fourier. Plote esses sinais. Agora considere que os impulsos são no domínio do tempo, faça a transformada de Fourier (IFFT) para verificar a propriedade da dualidade. Comente os resultados.

Exercício 3: Para o mesmo sinal usado no Exemplo 2, realize nova filtragem passa alta, modificando a frequência de corte do filtro projetado $3f_s/8$. Compare os espectros de frequência dos sinais filtrados no Exemplo 2 e no item anterior, e identifique as mudanças ocorridas no sinal de áudio (ouvindo ambos os sinais). Comente.

Exercício 4: Grave a palavra bola. Plote o sinal, faça a transformada de Fourier desse sinal e plote o resultado. Comente sobre as componentes espectrais desse sinal.