

Camada Física da Computação - Aula 13 - Tópicos em Fourier

Rafael Corsi - rafael.corsi@insper.edu.br

Outubro - 2017

Introdução

Outline

- ▶ Transformada discreta de Fourier
- ▶ Teorema da amostragem de Nyquist
- ▶ Filtro passa baixas

Transformada discreta de Fourier

Frequência negativa

Dado um sinal $x[k]$ qualquer, a sua transformada de Fourier é por exemplo :

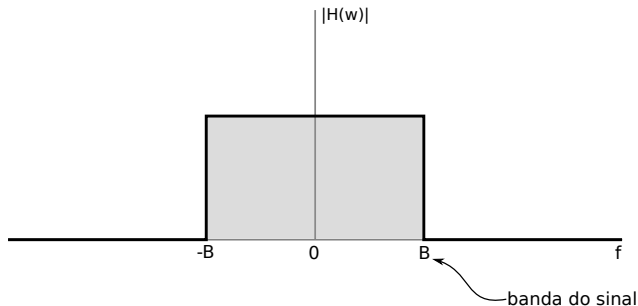


Figure 1: Fourier possui frequência negativa

- O espectro resultante da transformada é composto por frequências : $-\infty$ até $+\infty$

Representação - Módulo (densidade espectral)

Normalmente exibimos somente a parte positiva :

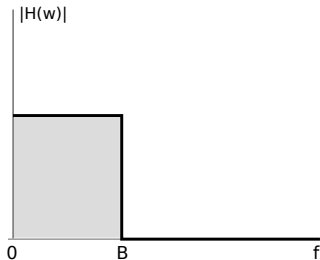


Figure 2: Exibição frequência positiva

Já que a parte real da transformada de Fourier é uma função PAR (espelho no eixo Y).

Representação - Fase

O mesmo acontece para a fase ($\text{Im}(X[w])$) porém essa é uma função ímpar (espelho em X e Y):



Figure 3: Fase do espectro

Frequência negativa

Na função exemplo que foi passada para vocês, retornamos somente a parte referente a frequência positiva :

```
def calcFFT(signal, fs):  
    ...  
    ...  
    return(xf, yf[0:N//2])
```

- ▶ Parte positiva do espectro : **yf[0:N//2]**)

Exemplo senoide

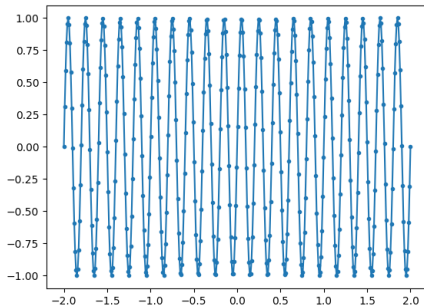
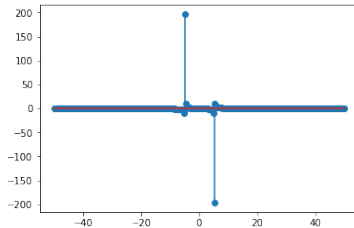
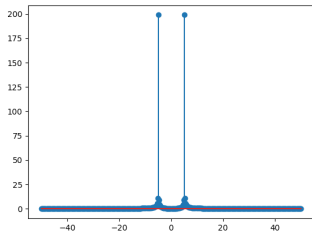


Figure 4: Fase do espectro

Senoide espectros



Teorema da amostra de Nyquist-Shannon

Frequência de amostragem de Nyquist

A frequência de Nyquist define a menor frequência que um sinal deve ser amostrado para possuir toda a informação do sinal original, e é definida por :

$$f_s > 2B$$

onde :

- ▶ f_s : Frequência de amostragem
- ▶ B : Banda do sinal

Nyquist

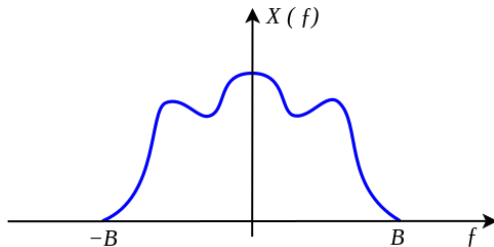


Figure 5: Nyquist

- ▶ <https://www.youtube.com/watch?v=ByTsISFXUoY>
- ▶ <https://www.youtube.com/watch?v=0slziGiwZOg>

Filtros

Filtro é uma maneira de limitar/eliminar a banda de um sinal dentro uma faixa:

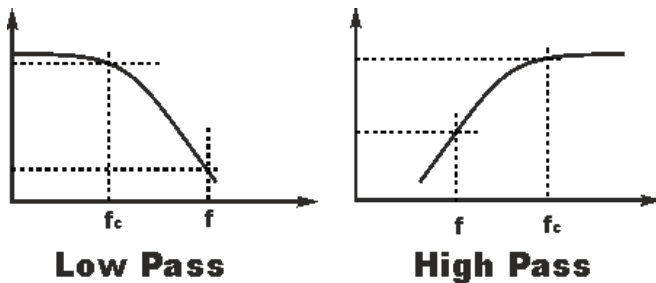


Figure 6: Filtros passa baixa e passa alta

- f_c : Frequência de corte = -3dB

Banda de um sinal

Diversas são as maneiras de calcular a banda de um sinal, não existe uma definição única.

- ▶ é normalmente medida em Hz

Na densidade espectral

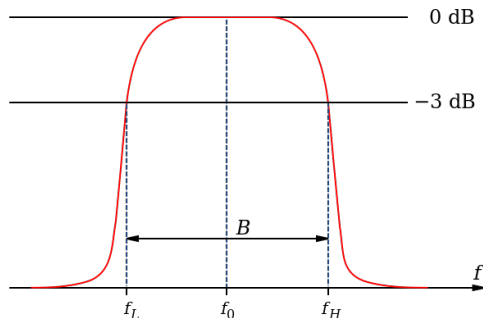


Figure 7: BandWidth

- Pode ser definida pela frequência de corte (-3dB) do valor máximo.

Decibel (dB)

Decibel é uma maneira de trabalharmos com valores muito grandes e muito pequenos simultaneamente.

É uma escala logarítmica de uma razão entre duas grandezas físicas.

- Para potência :

$$PdB = 20\log_{10}\left(\frac{P}{P_0}\right)$$

- Para grandezas mensuradas :

$$VdB = 10\log_{10}\left(\frac{V}{V_0}\right)$$

Decibel negativo ?

Em alguns sistemas é comum aparecer valores de decibéis negativos.

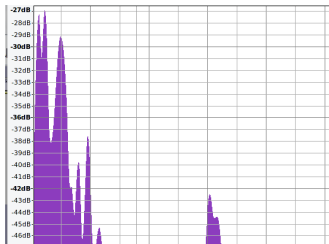


Figure 8: Fourier áudio

Isso acontece pois utiliza-se como referência na formula do dB o valor máximo que o sistema pode operar.

$$PdB = 20\log_{10}\left(\frac{P}{P_{max}}\right)$$

Handout