

Relatório - ST4: Projeto de Filtro FIR Passa-Altas

Disciplina: Digital Speech Processing

Aluno: Andrei Inoue Hirata

Enunciado:

Today's Short Test (ST4): Design an FIR filter ($g[n]$) of order $M = 5$ to allow for frequencies above 1500 Hz to pass through, assuming that the input signal to be filtered ($x[n]$) was sampled at 24000 samples per second. Then, obtain the system transfer function, i.e., the Z-Transform of $g[n]$.



Projetar um filtro FIR $g[n]$ de ordem $M = 5$ que permita a passagem de frequências acima de 1500 Hz, assumindo que o sinal de entrada $x[n]$ foi amostrado a 24000 amostras por segundo. Em seguida, obter a função de transferência do sistema, ou seja, a Transformada Z de $g[n]$.

Código Python Utilizado:

ST4 - Projeto de Filtro FIR Passa-Altas usando o método do professor (espelhamento e modulação)

```
import numpy as np

import matplotlib.pyplot as plt

from scipy.signal import freqz

from sympy import symbols, simplify

fs = 24000      # Frequência de amostragem

fc = 1500       # Frequência de corte

M = 5          # Ordem do filtro

n = np.arange(0, M + 1)

center = M / 2
```

```
# Frequência angular complementada:  $W_c = \pi - \pi * (f_c / (f_s / 2)) = 7\pi/8$ 
```

```
wc = np.pi * (1 - (fc / (fs / 2)))
```

```
# Passo 1: gerar h[n] com sinc deslocada
```

```
h = np.where(
    n == center,
    wc / np.pi,
    np.sin(wc * (n - center)) / (np.pi * (n - center))
)
```

```
h_reversed = h[::-1]
```

```
modulated = np.array([val * (-1) ** i for i, val in enumerate(h_reversed)])
```

```
print("Coeficientes do filtro passa-altas g[n]:")
```

```
print(np.round(modulated, 6))
```

```
g = modulated
```

```
z = symbols('z')
```

```
Gz = sum([g[i] * z**(-i) for i in range(len(g))])
```

```
Gz_simplified = simplify(Gz)
```

```
print("\nTransformada Z G(z):")
```

```
print(Gz_simplified)
```

```
ticks = [0, 1500, 6000, 12000]
```

```
labels = ["0", "1500 Hz", "6000 Hz (Nyquist)", "12000 Hz"]
```

```
w, h_response = freqz(g, worN=8000)

frequencies = w * fs / (2 * np.pi)

plt.figure(figsize=(10, 4))

plt.plot(frequencies, 20 * np.log10(np.abs(h_response)), label="|G(f)| em dB",
color='orange')

plt.axvline(x=1500, color='red', linestyle='--', label='Frequência de corte (1500 Hz)')

plt.title("Resposta em Frequência do Filtro FIR Passa-Altas")

plt.xlabel("Frequência (Hz)")

plt.ylabel("Magnitude (dB)")

plt.grid(True)

plt.legend()

plt.tight_layout()

plt.show()
```

Resultado:

```
g[n] = [0.070737, 0.176443, 0.624387, -0.624387, -0.176443, -0.070737]
```