

**Experiência E2: Transformada de Fourier em Tempo Discreto-DTFT, Transformada de Fourier Discreta-DFT e Transformada Rápida de Fourier-FFT**

Objetivos

- Determinação de curvas de módulo e fase baseadas na DTFT.
- Determinação de valores de módulo e fase baseadas na DFT e na FFT.
- Prática na utilização do MATLAB para análise e projeto de sistemas em tempo discreto.

Atividade Teórica

Considere os pares de equações da DTFT (1 e 2) e da DFT (3 e 4) de  $N$  pontos abaixo:

$$X(\Omega) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} x[n]e^{-j\Omega n} \quad (1) \quad x[n] = \frac{1}{2\pi} \int_{-\pi}^{\pi} X(\Omega)e^{j\Omega n} d\Omega \quad (2)$$

$$X_k = \sum_{n=\langle N \rangle} x[n]e^{-j2\pi nk/N} \quad (3) \quad x[n] = \frac{1}{N} \sum_{k=\langle N \rangle} X_k e^{j2\pi nk/N} \quad (4)$$

- Determinar a expressão da DTFT do sinal  $x_1[n]$  abaixo. A partir da equação encontrada, calcular os valores de  $X_1(0)$ ,  $X_1(1)$ ,  $X_1(\pi)$  e  $X_1(2\pi)$ . Ver tabelas DTFT. **(0,5 ponto)**

$$x_1[n] = \begin{cases} 1, & |n| \leq 5 \\ 0, & |n| > 5 \end{cases}$$

- Determinar a expressão DTFT inversa do sinal  $X_2(\Omega)$  apresentado abaixo. A partir da equação encontrada, calcular os valores de  $x_2[0]$ ,  $x_2[1]$  e  $x_2[2]$ . Ver tabelas DTFT. **(0,5 ponto)**

$$X_2(\Omega) = \frac{2}{1 - 0,5e^{-j\Omega}}$$

- Utilizando a definição da DFT representada pela equação (3), determinar a expressão da DFT de  $N = 256$  pontos do sinal  $x_3[n]$  apresentado a seguir (considerar  $n_0 = 16$  amostras). A partir da equação encontrada, calcular os valores de  $X_0$ ,  $X_{N/2}$  e  $X_N$ . **(0,5 ponto)**

$$x_3[n] = u[n] - u[n - n_0]$$

- Repetir o item anterior considerando  $N = 16$  (DFT de 16 pontos) e  $N = 8$  (DFT de 8 pontos). **(0,5 ponto)**

Atividade Prática (utilizando o MATLAB)

- a) Utilizar a definição da DTFT apresentada na equação (1) para calcular 1000 valores de  $X_1(\Omega)$  no intervalo de  $-2\pi$  até  $2\pi$ . Apresentar os gráficos de módulo e fase e comparar com os valores calculados anteriormente. **(3 pontos)**
- b) Utilizando integração numérica e a definição da DTFT inversa apresentada na equação (2), determinar  $x_2[n]$  no intervalo  $-1 \leq n \leq 10$  e apresentar o gráfico. Comparar com os valores de  $x_2[n]$  anteriormente calculados. Ver a **função trapz** do MATLAB. **(3 pontos)**
- c) Utilizar a **função fft** do MATLAB para calcular os valores dos coeficientes  $X_k$  da DFT do sinal  $x_3[n]$ , com  $N = 256$ ,  $N = 16$  e  $N = 8$  pontos, para  $0 \leq k \leq N$  (lembrar que  $\Omega = 2\pi k/N$ ). Apresentar os gráficos de módulo para cada caso e comparar com os valores calculados anteriormente. Qual a relação entre os valores calculados com  $N = 256$ ,  $N = 16$  e  $N = 8$  pontos? **(2 pontos)**