

# EA614 - Análise de Sinais

## Teste 5 – Transformada Discreta de Fourier

Turma A – 1º semestre de 2021

Prof. Levy Boccato Email: lboccato@dca.fee.unicamp.br

PED-C: Renan Del Buono Brotto Email: rbrotto@decom.fee.unicamp.br

### Questão 1

Seja  $x[n]$  um sinal discreto obtido a partir de um sinal analógico  $x(t)$  com uma taxa de amostragem de 900 Hz. Ao calcularmos a DFT de  $N$  pontos da sequência  $x[n]$ , queremos ter uma resolução em frequência tão pequena quanto 12 Hz. Isto é, queremos enxergar frequências separadas de, no máximo, 12 Hz, ao analisar  $X[k]$ .

(1,0) Determine, então, o menor valor de  $N$  que satisfaz esta condição. Mostre o seu raciocínio.

### Questão 2

Considere a sequência  $x[n]$  de comprimento  $L = 6$  mostrada abaixo.

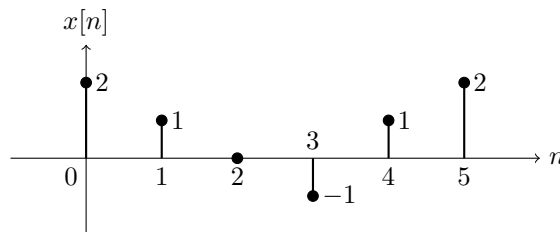


Figura 1: Sinal  $x[n]$ .

- (a) (3,0) Utilizando qualquer método que considerar conveniente, obtenha o resultado da convolução circular  $y_c[n] = x[n] \circledast h[n]$ , onde  $h[n] = \delta[n] - \delta[n-2] + \delta[n-3]$  e  $N = 6$ .
- (b) (0,5) Como o parâmetro  $N$  deveria ser escolhido para que a convolução circular produzisse o mesmo resultado que a convolução linear  $y[n] = x[n] * h[n]$ ?

### Questão 3

Seja  $x[n]$  um **sinal real** com  $N = 110$  amostras. Ao calcular a DFT de  $N$  pontos,  $X[k], k = 0, \dots, N-1$ , foi observado que  $X[15] = \frac{1}{2} - \sqrt{3}j$ .

(2,0) Essas informações permitem que você determine  $X[k]$  para qual outro valor de  $k$ ? Quanto vale o  $X[k]$  correspondente? Justifique.

### Questão 4

Dois pesquisadores gostariam de obter  $N = 4$  amostras igualmente espaçadas da transformada de Fourier de uma sequência  $x[n]$  de comprimento  $M = 11$ . Em uma conversa, um deles sugeriu que usassem a rotina `fft(.)` disponível no Matlab (ou em Python) da seguinte maneira:

$$X_k = \text{fft}(x[n], N) \quad (1)$$

- (a) (1,5) Explique por que esta ideia não levará à obtenção das amostras espectrais desejadas.

**Observação:** os *links* abaixo trazem a descrição detalhada do comando `fft` (no Matlab e em Python).

- <https://www.mathworks.com/help/matlab/ref/fft.html>

- <https://numpy.org/doc/stable/reference/generated/numpy.fft.fft.html#numpy.fft.fft>

(b) Suponha que o sinal discreto em questão corresponda a:

$$x[n] = \begin{cases} 5 - n, & 0 \leq n \leq 5 \\ n - 5, & 5 < n \leq 10 \end{cases} \quad (2)$$

(2,0) Determine a sequência  $y[n]$  que deve ser fornecida como entrada da rotina `fft` para que o resultado seja o conjunto desejado de amostras de  $X(e^{j\Omega})$ . Mostre o procedimento passo a passo.