

Departamento de Electrónica, Telecomunicações e Informática

Sistemas Multimédia

Ficha de Exercícios nº2

1. Dado o seguinte sinal discreto (ou sequência)

$$x[n] = 2\cos\left(\frac{2\pi}{8}Kn\right), \quad -\infty < n < \infty$$

onde K e n números inteiros

- (a) Com $K = 0$ calcule a sequência $x[n]$.
- (b) Com $K = 4$ calcule o período (em número de amostras) da sequência $x[n]$.
- (c) Para que valores de K é que pode obter sequências $x[n]$ com períodos diferentes?
- (d) Assuma que a sequência calculada para $K = 1$ corresponde à amostragem de um sinal sinusoidal $x(t)$. Sendo a frequência de amostragem $F_a = 200Hz$ qual é a frequência de $x(t)$?
- (e) Assumindo que a frequência de amostragem é F_a as sequências calculadas na pergunta (1c) correspondem a sinusóides $x(t)$ com frequências diferentes. Qual é o valor das frequências (relativo à frequência de amostragem)?

2. Prove que

$$e^{-j\frac{2\pi}{N}Kn} = e^{j\frac{2\pi}{N}(N-K)n}, \quad n = 0, 1, 2, \dots, (N-1)$$

Com $K = \{1, 2, \dots, N/2\}$, N inteiro e par.

3. Considere a sequência seguinte

$$x[n] = \cos\left(0.2\pi n + \frac{\pi}{3}\right)$$

resultante da amostragem a $1000Hz$ de um sinal sinusoidal analógico (contínuo).

- (a) Calcule sinais analógicos com frequência inferior a $2000Hz$ que possam dar origem a $x[n]$

4. Os sinais discretos com N amostras podem ser descritos como

$$x[n] = \frac{1}{N} \sum_{k=0}^{N-1} X[k] e^{j\frac{2\pi}{N}kn}$$

Onde $X[k]$ são os coeficientes na frequência e têm valores complexos. Quais são os valores de $X[k]$ quando $x[n] = \cos\left(\frac{2\pi}{8}3n + \frac{\pi}{2}\right)$, $n = \{0, 1, 2, \dots, 7\}$.

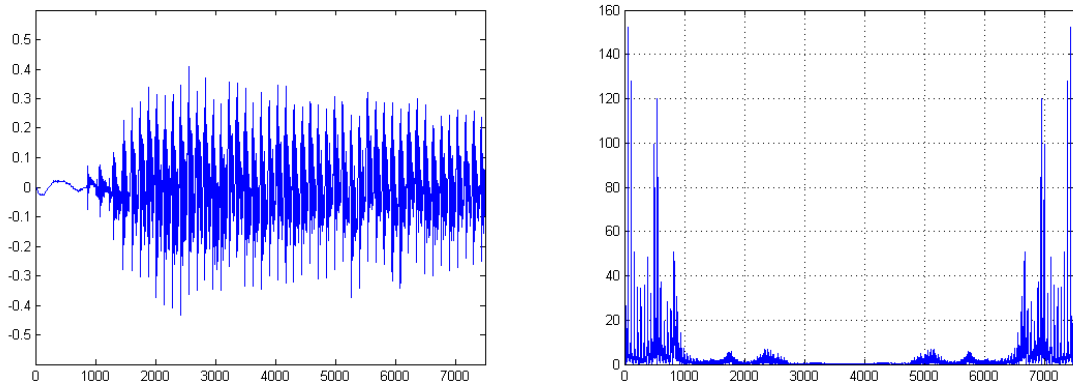


Figura 1: Segmento com $N = 7500$ amostras de um sinal de voz.

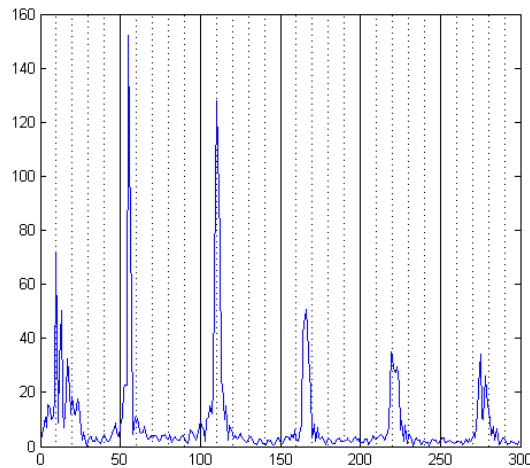


Figura 2: Os primeiros 300 coeficientes calculados pela *FFT*

5. A figura 1 representa um segmento de $N = 7500$ amostras de um sinal de voz amostrado (à esquerda)¹ a $F_a = 11025\text{Hz}$ e respectivo conteúdo de frequência (à direita). O conteúdo de frequência, e.g, os coeficientes $X[k]$ de valor complexo são calculados com o comando *FFT*. A figura representa o módulo (valor absoluto) dos coeficientes.

- Quantos segundos de sinal estão representados na figura 1.
- Na figura referente a $|X[k]|$ destacam-se picos à volta dos coeficientes $k = 55, k = 549$ e $k = 827$. A que frequência estão os picos?
- Podemos dizer que o conteúdo de frequência entre $k = 1000$ e $k = 3750$ não é relevante. A que gama de frequências corresponde esta zona?
- A figura 2 representa os primeiros 300 coeficientes. Determine a frequência dos picos. Podemos dizer que o sinal tem uma estrutura harmónica?

¹Segmento do sinal retirado do ficheiro myVowel. Consegue perceber qual?