



Análise e Transformação de Dados

Ficha Prática nº 6

Objetivo: Pretende-se continuar a ilustrar os conceitos de frequência e efetuar a análise de sinais periódicos, de tempo contínuo e de tempo discreto, pela Série de Fourier trigonométrica e complexa. Pretende-se também aplicar o Teorema da Amostragem para determinar a frequência de amostragem a usar na obtenção da representação em tempo discreto de um sinal e usar a Transformada de Fourier Discreta (DFT) para ilustrar os conceitos de frequência em sinais de tempo discreto.

Linguagem de Programação:

- MATLAB (Symbolic Math, Signal Processing Toolboxes)
- Python (módulos: *numpy*, *sympy*, *scipy.signal*, *matplotlib.pyplot*)

Exercícios:

1. Considerar uma sequência de dados $x[n]$ que resultou da amostragem de um determinado sinal de tempo contínuo $x(t)$ com um período de amostragem $T_s = 4ms$ (*datasetfp6.dat* disponível na plataforma ucstudent).
 - 1.1. Assumindo que o sinal é periódico, utilizar o script, com eventuais adaptações, da ficha anterior para:
 - 1.1.1. Determinar e representar graficamente os valores dos coeficientes (C_m e θ_m) da Série de Fourier trigonométrica do sinal $x[n]$ com um valor adequado de m_max (sugestão: $m_max = 80$) da Série de Fourier.
 - 1.1.2. Obter e representar graficamente a sobreposição do sinal original e dos sinais aproximados a partir dos coeficientes da Série de Fourier trigonométrica para vários valores de m_max .
 - 1.1.3. Obter e representar graficamente a amplitude e a fase dos valores do coeficiente c_m da Série de Fourier complexa do sinal $x[n]$, a partir dos coeficientes (C_m e θ_m).
 - 1.1.4. Determinar e representar graficamente a Transformada de Fourier Discreta (DFT) do sinal $x[n]$, usando as funções *fft* e *fftshift*, em módulo e em fase, em função da frequência angular ω (em rad/s) e da frequência angular Ω (em rad). Comparar os resultados obtidos com os valores do coeficiente c_m da Série de Fourier complexa do sinal $x[n]$.
 - 1.2. A partir da análise efetuada, identificar as componentes de frequência do sinal de tempo discreto $x[n]$ e do sinal de tempo contínuo $x(t)$.

2. Considerar o sinal periódico de tempo contínuo $x(t) = -1 + 3 \sin(50\pi t) + 4 \cos(20\pi t + \pi/4) \sin(40\pi t)$.
 - 2.1. Aplicando o Teorema da Amostragem, escolher uma frequência de amostragem f_s adequada, e que seja múltipla da frequência fundamental f_0 . Obter a expressão de $x[n]$.
 - 2.2. Indicar as frequências angulares (ω e Ω), as frequências angulares fundamentais (ω_0 e Ω_0) e os períodos fundamentais (T_0 e N) dos sinais de tempo contínuo $x(t)$ e de tempo discreto $x[n]$.
 - 2.3. Representar graficamente a sobreposição do sinal de tempo contínuo (com um passo temporal reduzido e traço contínuo) e o correspondente sinal amostrado (ponto a ponto).
 - 2.4. Determinar e representar graficamente a Transformada de Fourier Discreta (DFT) do sinal $x[n]$, usando as funções *fft* e *fftshift*, em módulo e em fase, em função da frequência angular ω (em rad/s) e da frequência angular Ω (em rad).
 - 2.5. Determinar e representar graficamente os coeficientes da Série de Fourier complexa do sinal, c_m , a partir da DFT.
 - 2.6. Determinar e representar graficamente os parâmetros da Série de Fourier trigonométrica (C_m e θ_m) do sinal.
 - 2.7. Reconstruir o sinal $x(t)$ a partir dos parâmetros da Série de Fourier trigonométrica, obtidos em 2.6. Comparar graficamente com o sinal original.