Ficha Prática nº 2

Objetivo: *Pretende-se adquirir competências para a análise de sinais de tempo contínuo e de tempo discreto, nomeadamente para análise das suas propriedades e para o cálculo da sua energia.*

Linguagem de Programação: MATLAB | Python.

Exercícios:

1. Pretende-se analisar o sinal de tempo contínuo $x_1(t) = A_1 \sin(\omega_a t)\cos(\omega_b t) + A_2 \cos(\omega_c t)^2$ em que:

   $A_1 = 2(\text{mod}(PL\#,2)+1), \quad A_2 = 6(\text{mod}(PL\#,2)+1)$, com $PL\#$ = nº da turma PL

   $\omega_a = \text{mod}(PL\#,5)+2, \quad \omega_b = \text{mod}(PL\#,7)+7, \quad \omega_c = \text{mod}(PL\#,9)+1$

   1.1. Determinar as frequências (linear e angular) fundamentais e o período fundamental de $x_1(t)$, tendo em conta a seguinte formulação de Fourier para sinais de tempo contínuo:

   $$x_1(t) = \sum_{m=0}^{\infty} C_m \cos(m\omega_0 t + \theta_m)\ .$$

   1.2. Verificar a paridade do sinal $x_1(t)$.

   1.3. Obter a expressão do sinal de tempo discreto $x_1[n]$ que resulta de $x_1(t)$ usando $t = nT_s$, em que T_s representa o período de amostragem com que o sinal de tempo contínuo $x_1(t)$ é amostrado.

   1.4. Determinar a frequência angular fundamental e o período fundamental de $x_1[n]$, tendo em conta a seguinte formulação de Fourier para sinais de tempo discreto:

   $$x_1[n] = \sum_{m=0}^{\infty} C_m \cos[m\Omega_0 n + \theta_m]\,.$$

   1.5. Representar no mesmo gráfico o sinal $x_1(t)$ para $t \in [-\pi, \pi]s$, considerando t com 1000 elementos e um traçado com linha contínua, e o sinal $x_1[n]$, considerando um período de amostragem (passo) T_s = 0.1s, num intervalo para n correspondente a $t \in [-\pi, \pi]s$ e a representação apenas das amostras.

2. Pretende-se calcular a energia de um sinal de tempo contínuo $x(t)$ num intervalo $t \in [t_i, t_f]s$.

   2.1. Escrever funções que permitam o cálculo da energia de $x(t)$ pelos métodos de integração numérica, regra dos trapézios e regra de Simpson (usando implementações próprias).

   2.2. Calcular os valores aproximados da energia do sinal $x_1(t)$ para o intervalo $[-\pi, \pi]$ e usando a regra dos trapézios e a regra de Simpson.

      2.2.1. Calcular o valor exato da energia obtida através do cálculo do integral simbólico para o mesmo intervalo.

      2.2.2. Verificar a influência do passo (h) no erro, isto é, na diferença entre energia obtida usando cálculo numérico e obtida usando o integral exato.

      2.2.3. Calcular o tempo de execução dos diferentes métodos.

   2.3. Calcular a energia de $x_1[n]$ num intervalo para n correspondente a $t \in [-\pi, \pi]s$. Considerar $T_s = 0.1$s.

   2.4. Calcular a energia dos seguintes sinais e comparar os valores obtidos entre si.

   $x_2(t) = 6\cos(3t)\sin(4t)$ no intervalo $t \in [-\pi, \pi]s$ e no intervalo $t \in [-2\pi, 2\pi]s$;

   $x_3(t) = 6\cos(3t-3)\sin(4t-4)$ no intervalo $t \in [-\pi, \pi]s$;

   $x_4(t) = 3\cos(3t)\sin(4t)$ no intervalo $t \in [-\pi, \pi]s$.