

Trabalho Prático N° 5

O Trabalho Prático N° 5 (TP5) consiste na realização dos exercícios de Processamento de Sinal indicados nesta folha. Deverá criar um conjunto de ficheiros MATLAB (scripts e funções), com o seguinte formato: `Nome_TPx_y.m`, onde `Nome` é o nome do autor sem espaços acentos, etc.; `x` é o N° do TP; `y` é a letra/número do exercício (por ex. `JoaoSilva_TP5_A2.m`).

O trabalho deverá ser enviado por e-mail (ficheiros .m sem compressão) para `andre.marcal@fc.up.pt`, com o título “PSIFM2020 – TP5”.

A data limite para entrega do TP5 é 24 de Maio de 2020.

- A1.** Crie um script MATLAB para observar as Transformadas de Fourier (TF) de 3 sinais (x_1 , x_2 e x_3), cada um com 256 elementos.

$$x_1[n] = 2n(0.9)^n$$

$$x_2[n] = \cos(6\pi n/N)$$

$$x_3[n] = \cos(15\pi n/N) \quad n=0,1,\dots,N-1 \text{ (com } N=256)$$

Os sinais e as TF (módulo e fase) devem ser apresentados no mesmo gráfico, num subplot de 3x3 (usando a função `plot`).

`xxx_TP5_A1.m`

- A2.** Pretende-se que crie um script MATLAB para verificar a propriedade da convolução via Transformadas de Fourier, comparando a convolução de dois sinais efetuada no domínio do tempo e no domínio das frequências (obtida através do produto das respetivas DFT). O script deverá criar os 3 sinais de A1 (x_1 , x_2 e x_3) e, para cada par (12, 13, 23), apresentar numa única janela 4 gráficos (subplot de 2x2): os 2 sinais originais e a convolução desses sinais obtida no domínio do tempo e via DFT.

`xxx_TP5_A2.m`

B1. Escreva um script MATLAB para efectuar as seguintes tarefas:

(i) Criar o sinal original (x_o), duas componentes de ruído (r_a e r_b), e três versões do sinal corrompido por ruído ($x_a=x_o+r_a$, $x_b=x_o+r_b$ e $x_c=x_o+r_a+r_b$), com $n=0,1,\dots,255$

- $x_o[n] = 0.2 \cdot n \cdot e^{-0.03n}$
- $r_A[n] = [\cos(0.81\pi n) + \cos(0.85\pi n) + \cos(0.91\pi n) + \cos(0.95\pi n)] / 4$
- $r_B[n]$ – valores aleatórios, com distribuição uniforme entre -0.4 e 0.4

Apresentar uma janela com 6 gráficos (subplot de 2x3): x_o , r_a , r_b , x_a , x_b e x_c .

(ii) Calcular a DFT de x_a . Apresentar numa janela 6 gráficos da DFT, correspondentes ao módulo e fase para os intervalos $[0,2\pi]$, $[-\pi,\pi]$ e $[0,\pi]$ em ω .

(iii) Calcular a DFT dos 6 sinais (x_o , r_a , r_b , x_a , x_b e x_c), e apresentar os gráficos do módulo, para o intervalo $[0,\pi]$ em ω , numa única janela (subplot de 2x3)

[xxx_TP5_B1.m](#)

B2. Pretende-se filtrar o sinal x_a (de B1), para eliminar o ruído de alta frequência. Escreva um script MATLAB para criar os sinais x_o e x_a e aplicar um filtro passa-baixo ‘ideal’ a x_a , com frequência de corte $\omega_c=0.5\pi$. O script deverá apresentar numa única janela (subplot de 2x3) gráficos dos sinais x_o , x_a , e x_a filtrado, e as respectivas Transformadas de Fourier (módulo da DFT, no intervalo $[0,2\pi]$).

[xxx_TP5_B2.m](#)

C1. Experimente as funcionalidades do Filter Designer do MATLAB (`filterDesigner` ou `fdatool` – Filter Design & Analysis Tool) para preparação de filtros IIR. Crie 4 filtros ilustrativos das situações mais comuns – passa-baixo, passa-alto, passa-banda e corta-banda – e grave-os num ficheiro ([xxx_TP5_filtros](#)). Escreva um script que importe os filtros do ficheiro criado, e apresente para cada filtro uma janela (subplot de 2x2) com os gráficos do ganho (DB), fase, resposta impulsional e plano Z.

[xxx_TP5_C1.m](#)

C2. Escreva um script para projetar e aplicar um filtro IIR ao sinal x_a (de B1), que elimine o ruído de alta frequência sem introduzir as perturbações do filtro ideal usado em B2. O script deverá mostrar o sinal não contaminado (x_o), com ruído (x_a) e filtrado pelos 2 processos (‘ideal’ e IIR), e apresentar medidas quantitativas de erro.

[xxx_TP5_C2.m](#)