

Trabalho Prático N° 4

O Trabalho Prático N° 4 (TP4) 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_TP2_A2.m`).

O trabalho deverá ser enviado por e-mail (ficheiros .m sem compressão) para `andre.marcal@fc.up.pt`, com o título “PSIFM2020 – TP4”.

A data limite para entrega do TP4 é 10 de Maio de 2020.

Pretende-se que crie scripts/funções MATLAB para processar sinais (sequências discretas).

- A1.** Um script MATLAB para criar uma sequência exponencial complexa,

$$x[n] = A \exp (C n)$$

com $A=1.9$; $C=-0.1+0.2\pi j$; $n=0,1,\dots,40$, e calcular a energia (E) do sinal.

Deverá ser apresentada uma janela (subplot de 2x2) com os gráficos das componentes: real, imaginária, módulo e fase (usando `stem`). O valor de E deverá ser mostrado no título do gráfico do módulo.

`xxx_TP4_A1.m`

- A2.** Uma função MATLAB que, recebendo de *input* um sinal – sequência finita (real ou complexa), mostra o sinal com cores diferentes para as componentes real e imaginária (usando `stem`), e devolve como *output* a energia e as normas L_1 , L_2 , L_3 , e L_∞ .

Sintaxe: `[E,L1,L2,L3,Linf]=xxx_TP4_A2(x)`

- A3.** Uma função que tem como *input* dois sinais (sequências reais $x_1[n]$ e $x_2[n]$, com o mesmo n° elementos), e como *output* o erro relativo da aproximação de $x_2[n]$ a $x_1[n]$.

Sintaxe: `[ER]=xxx_TP4_A3(x1,x2)`

$$ER(x_2,x_1) = L_2(x_2-x_1) / L_2(x_1)$$

B1. Escreva um script MATLAB para criar as sequências $s[n]$, $r[n]$ e $x[n]$, com $n=0,1,\dots,70$

- $s[n]=2n(0.9^n)$
- $r[n]$ sinal aleatório, com distribuição uniforme no intervalo $[-0.4,0.4]$
- $x[n]=s[n]+r[n]$

Os 3 sinais devem ser apresentados no mesmo gráfico (usando a função `plot`), assim como o erro da aproximação $x[n]$ ao sinal $s[n]$, calculado com A3. [xxx_TP4_B1.m](#)

B2. Escreva um script MATLAB que crie as sequências $s[n]$, $r[n]$ e $x[n]$ (indicadas em B1), e aplique filtros de média de 3 e 5 pontos a $x[n]$. Deverá ser apresentado um gráfico com o sinal original $s[n]$ e os sinais filtrado $y3[n]$ e $y5[n]$ (usando `plot`), sendo igualmente indicado os erros da aproximação de $x[n]$, $y3[n]$ e $y5[n]$ ao sinal $s[n]$. [xxx_TP4_B2.m](#)

B3. Escreva uma versão alternativa de B1 e B2, que aplica um filtro de média 5 pontos a $x[n]$ sem atraso. Deverá ser apresentado um gráfico com $s[n]$, $x[n]$ e $y5[n]$ (usando `plot`), e os erros da aproximação de $x[n]$ e $y5[n]$ ao sinal $s[n]$. [xxx_TP4_B3.m](#)

C1. Escreva um script MATLAB para criar as sequências $x[n]=\{1,2,3,4,1,2,3,4,1,2,3,4\}$ e $y[n]=\{2,1,1,3,-2,-1,1,2\}$, e calcular as sequências de auto-correlação ($r_{xx}[l]$) e $r_{yy}[l]$ e correlação cruzada ($r_{xy}[l]$ e $r_{yx}[l]$) normalizadas. Deverão ser apresentados gráficos das 6 sequências (usando `stem`) numa única janela (`subplot` de 3×2). [xxx_TP4_C1.m](#)

C2. Crie uma função MATLAB que recebe como *input* dois sinais (sequências $x[n]$ e $y[n]$), e tem como *output* o valor máximo da correlação cruzada normalizada (V_{max}) e o correspondente valor de deslocamento (L_{max}). No caso do 3º parâmetro *input* (*graf*) ter valor 1, deverá ser mostrada uma janela com 6 gráficos, à semelhança de C1.

Sintaxe: `[Vmax,Lmax]=xxx_TP4_C2(x,y,graf)`

C3. Neste exercício, de carácter exploratório, pretende-se que crie uma função MATLAB para identificar a semelhança entre um sinal de entrada e referências pré-definidas. Para simplificar o problema, pode considerar que os sinais de referência (min. 6) tem comprimento fixo (por ex. $N=20$), e o sinal de entrada tem comprimento $L \geq N$. A função deverá mostrar graficamente o sinal e as referências, apresentar os valores de correlação para cada caso e indicar a referência mais parecida com o sinal. Como extra poderá identificar a presença de múltiplos sinais de referência quando o sinal de entrada é de comprimento longo (por ex $L > 5N$). [xxx_TP4_C3 \(*\)](#)

(*) Deverá ser incluído no início, como comentário, um exemplo de código para execução da função para teste.