Departamento de Engenharia Informática
Faculdade de Ciências e Tecnologia
Universidade de Coimbra

Análise e Transformação de Dados

Teste 2 - Exemplo

Maio de 2022 — Duração: 60min.

Teste com consulta restrita a uma página A4 de apontamentos.
Não é permitido o uso de meios electrónicos (computador, etc.), excepto calculadora básica.
Qualquer tentativa de fraude conduzirá à anulação da prova para todos os intervenientes.

Nome: ____ Nº ________________

1. [2] Dado o sistema de tempo discreto pela função de transferência $G(z)=\dfrac{-0.3z^{-3}+1.9z^{-4}}{(1-0.5z^{-1})(1+0.6z^{-1})}$, resultante da aplicação do período de amostragem $Ts = 0.1s$, completar a afirmação:
   a) "O sistema é …" ☐ estável ☐ instável
   b) "tem …" ______ zeros(s) e ______ pólo(s)
   c) "um tempo de atraso puro de …"
   ☐ $0.1s$ ☐ $0.2s$ ☐ $0.3s$ ☐ $0.4s$ ☐ 1s ☐ $2s$ ☐ 3s ☐ 4s
   d) "e um ganho em regime estacionário de …" _______.

2. [2] Dado o sistema de tempo discreto pela função de transferência $G(z)=\dfrac{0.4z^{-3}}{1-0.8z^{-1}}$, determinar a expressão da resposta a impulso do sistema, $h[n]$, com condições iniciais nulas?

Resposta: $h[n]$ = ___________________

3. [2] Considerar um sistema (SLIT), com condições iniciais nulas, dado pela equação: $y[n]=0.5x[n-1]+0.3x[n-3]+1.1y[n-1]-0.3y[n-2]$. Determinar o valor para onde tende a saída do sistema, $y[n]$, em regime estacionário, quando a entrada é $x[n]=5u[n-2]-2\delta[n-5]$, sendo $u[n]$ o degrau unitário, com $U(z) = 1/(1-z^{-1})$, e $\delta[n]$ o impulso unitário com $Z\{\delta[n]\} = 1$.

Resposta: ____________

4. [2] Sabendo que a resposta em frequência dum sistema de tempo discreto para $\Omega = 3rad$ é $H(3) = 3j$, qual a expressão do sinal de saída $y[n]$, em regime estacionário, em resposta à entrada $x[n] = 2\sin[3n]$:

   ☐ $y[n] = 2\sin[9n]$ ☐ $y[n] = 2\sin[9n + \pi/2]$ ☐ $y[n] = 2\sin[9n + \pi]$

   ☐ $y[n] = 6\sin[3n]$ ☐ $y[n] = 6\sin[3n + \pi/2]$ ☐ $y[n] = 6\sin[3n + \pi]$

5. [2] Estabelecer corretamente as relações entre cada sinal, ***x*(*t*)**, e as componentes ***m*** não nulas da respetiva Série de Fourier trigonométrica, indicando a escolha (letra) correta:

$x(t) = 4(\sin(3t+1))^2$	|____|	**A**: m=1	**B**: m=5
$x(t) = 2\cos(5t) + \sin(5t-1)$	|____|	**C**: m=0 e m=1	**D**: m=0 e m=5
$x(t) = 4\sin(6t)\cos(9t-6)$	|____|	**E**: m=2 e m=3	**F**: m=0 e m=6
$x(t) = 1 + \cos(5t-1)$	|____|	**G**: m=3 e m=15	**H**: m=1 e m=5

6. [2] Qual das seguintes frequências é a menor frequência de amostragem, *fs*, de valor inteiro que verifica o Teorema da Amostragem para o sinal $x(t) = 1 + (\sin(90\pi t))^2 + 6\sin(60\pi t)\sin(180\pi t)$?

   ☐ 61 Hz ☐ 91 Hz ☐ 121 Hz ☐ 181 Hz ☐ 241 Hz ☐ 361 Hz ☐ 481 Hz

7. [2] Sendo C_m e θ_m os coeficientes da Série de Fourier trigonométrica de um sinal $x(t)$, periódico de período $T_0 = 2\pi$, e c_m os coeficientes da Série de Fourier complexa de $x(t)$, indique se as seguintes expressões são verdadeiras (V) ou falsas (F):

   $C_3 = |c_3|$ ☐ V | ☐ F $C_4 = |c_4|/\pi$ ☐ V | ☐ F $C_0 = |c_0|$ ☐ V | ☐ F $\theta_3 = -\angle c_{-3}$ ☐ V | ☐ F

8. [2] Considere um sinal periódico de tempo contínuo $x(t)$, com a frequência angular máxima de $100\pi\, rad/s$, cujas componentes não nulas da respetiva Série de Fourier complexa são:

   $c_{-5} = 3j$, $c_{-2} = -2j$, $c_2 = 2j$, $c_5 = -3j$.

   Quais as frequências (em Hz) presentes no sinal $x(t)$?

   ☐ 40π e 100π Hz ☐ 200π e 500π Hz ☐ 40 e 100 Hz

   ☐ 20 e 50 Hz ☐ 100 e 250 Hz ☐ Nenhuma das opções.

9. [2] Qual o valor do período fundamental, N, do sinal de tempo discreto $x[n]$ que resulta da amostragem do sinal $x(t) = 1 + (\sin(90\pi t))^2 + 6\sin(60\pi t)\sin(180\pi t)$ com uma frequência de amostragem de 600 Hz?

Resposta: $N =$ ________

10. [1] Diga se a seguinte afirmação é Verdadeira ou Falsa:
   "Os coeficientes da Série de Fourier complexa, c_m, de um sinal $xp(t)$, periódico de período T_0, podem ser obtidos a partir da Transformada de Fourier, $X(w)$, de um sinal $x(t)$, não periódico, que coincide com o sinal $xp(t)$ durante um período e que é zero fora desse período, através de: $c_m = X(mw_0)/T_0$."

   ☐ Verdadeira ☐ Falsa

11. [1] Completar a seguinte afirmação: "A Transformada de Fourier Discreta (DFT) do *zero padding* do sinal $x[n]$, …

☐ … melhora a resolução espectral do sinal."

☐ … mantém a resolução espectral do sinal."

☐ … piora a resolução espectral do sinal."

12. [2] Dado o sinal de tempo discreto $x[n]=1-2\sin[0.03\pi n+\pi/2]+\cos[0.07\pi n]$, qual o período da Transformada de Fourier Discreta (DFT) do sinal?

Resposta: $N =$ ________

13. [2] Considerando que a Transformada de Fourier Discreta (DFT) de um dado sinal periódico de tempo discreto com N = 50 resultou em $X_{DFT}[2] = -X_{DFT}[-2] = -50j$ e $X_{DFT}[5] = X_{DFT}[-5] = -100$, complete a expressão da Série de Fourier trigonométrica desse sinal periódico de tempo discreto:

$x[n]$ = ____ cos[_______ n + _____] + ____ cos[_______ n + _____]

14. [2] Aplicando a STFT a um sinal de tempo discreto (obtido com uma frequência de amostragem f_s=1000Hz), usando uma janela de largura igual a 500ms sem sobreposição, verificou-se que, na 2ª janela, o valor máximo de |DFT| é o 50º valor da DFT.
Qual o valor da frequência (em Hz) a que ocorre o valor máximo de |DFT|?

☐ 48 Hz ☐ 49 Hz ☐ 50 Hz ☐ 98 Hz ☐ 99 Hz ☐ 100 Hz ☐ Nenhuma

15. [3] Completar o código em *Matlab* que permite representar o espectro (magnitude) de um sinal áudio de tempo discreto, $x[n]$, obtido com uma dada frequência de amostragem *fs*.

```
[x, fs]=audioread('sinal_audio.wav');  % Lê o sinal áudio
N=_________________________          % comprimento do sinal x[n]
X=_________________________          % obtém a DFT do sinal
if _______________________________   % gera a escala de frequências em Hz
     f=_____________________________
else
     f=_____________________________
end
___________________________________  % representa a magnitude da DFT
```

16. [3] Na continuação do código do exercício anterior, completar o código em *Matlab* que permite reconstruir e representar o sinal aproximado de áudio *xrec*(t) apenas com a componente de frequência mais relevante (correspondente ao valor máximo da magnitude da DFT; pode admitir que não ocorre à frequência 0).

```
X_max_abs=max(abs(X));  % valor máximo da magnitude da DFT
ind=__________________________________ % obtém os índices na DFT
frelev=_______________________________ % frequência mais relevante
C=____________________________________ % coeficiente C da componente
teta=_________________________________ % coeficiente θ da componente
t=____________________________________ % vetor temporal
xrec=_________________________________ % obtém o sinal reconstruído
plot(t,xrec);                          % e representa-o
```