

Nom et prénom:

HEIA-FR - Télécom

Points: 5.1 Note:

4.1

Test 2, Signaux et Systèmes électroniques – T2-a/d

Conseils : a) inclure les calculs intermédiaires
b) mettre des explications/développements

- 0.6 1. Déterminez pour chacun de ces signaux, s'il est périodique, non-périodique ou apériodique et, le cas échéant la période (bien penser à la définition de la période).

a) $x(t) = \sin^2(\pi 50t)$

périodique ✓

$$T = \frac{1}{2} \cdot \frac{2}{50} = \frac{1}{50} = 0.02 \text{ s}$$

c) $x(t) = \text{rect}\left(\frac{t}{20\text{ms}}\right)$



non périodique ✓

b) $x[n] = \cos(3n)$

non-périodique
non

d) $x[n] = \sin\left(\frac{\pi}{1.25}n\right)$

périodique ✓

N=?

- 0.8 2. Déterminez pour chacun de ces signaux, s'il est soit à énergie finie, soit à puissance finie, soit à puissance et énergie infinie.

a) $x(t) = 2 \cdot \exp\left(-\frac{t}{0.01}\right) \cdot u(t)$

p. finit

E. finit

c) $x(t) = \text{rect}\left(\frac{t}{20\text{ms}}\right)$

p. finit

E. finit

soit l'un
soit l'autre ?

b) $x[n] = \cos\left(\frac{\pi}{8}n\right)$

puissance finit ✓

Energie ∞

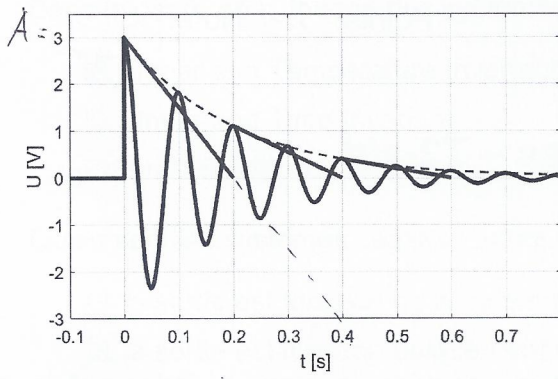
d) $x(t) = t^2$

puissance ∞

énergie ∞ ✓

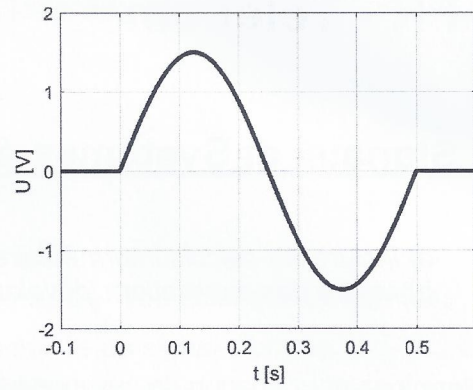
$$\frac{1}{2} = \frac{2\pi}{\omega} \\ \omega = 0.5 \Rightarrow \omega = \frac{1}{2}$$

3. Exprimez analytiquement les signaux de couleur noire donnés sous forme graphique ci-dessous:



a)

$$A \cdot e^{-\frac{t}{T}} \\ = 3 \cdot e^{-\frac{t}{0.4}}$$



b)

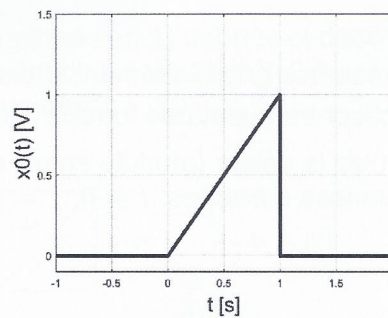
$$\begin{cases} 0 & t < 0 \\ 0 & -0.1 \leq t \leq 0 \\ 1.5 \sin(4\pi x) & 0 \leq t \leq 0.5 \\ 0 & 0.5 \leq t \leq 0.6 \end{cases}$$

$$1.5 \sin(2\pi 2t) \cdot u(t) \cdot u(0.5-t)$$

0,8

4. Avec $x_0(t)$ le signal élémentaire défini ci-contre, dessinez le signal $x(t)$ défini par :

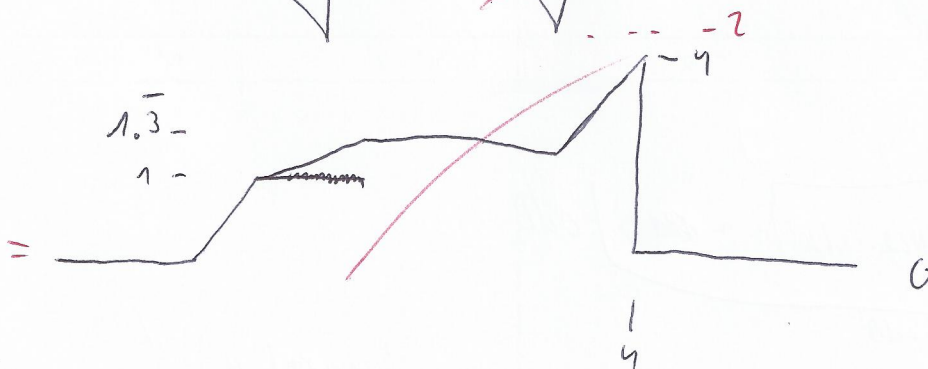
$$x(t) = 2x_0\left(\frac{t}{4} + \frac{3}{2}\right) + 2x_0\left(\frac{t}{6} + \frac{1}{3}\right) + 2x_0\left(-\frac{t}{6} + \frac{2}{3}\right)$$



$$2x_0\left(\frac{t}{4} + \frac{3}{2}\right) = \text{graph} = \text{graph}$$

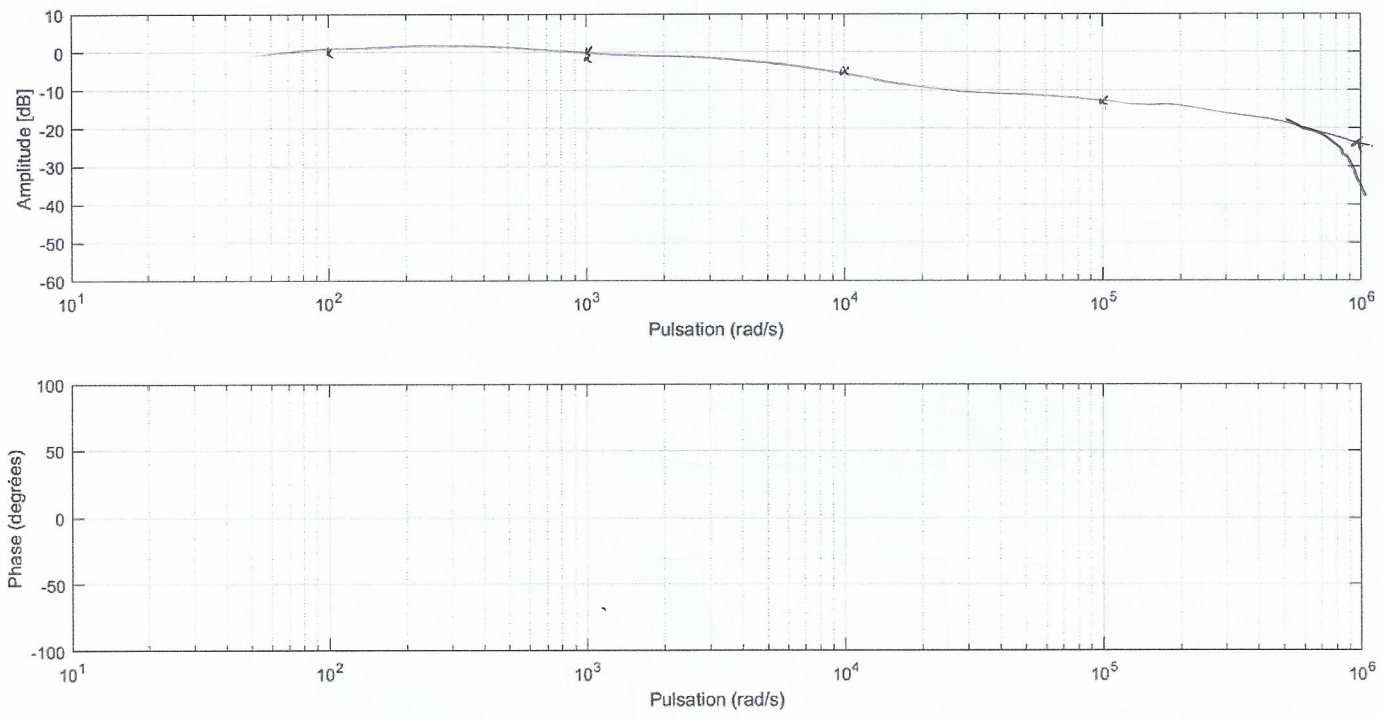
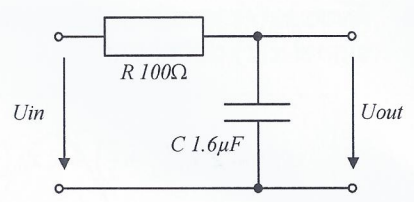
$$2x_0\left(\frac{t}{6} + \frac{1}{3}\right) = \text{graph} = \text{graph}$$

$$2x_0\left(-\frac{t}{6} + \frac{2}{3}\right) = \text{graph} = \text{graph}$$



$$\frac{1}{-6} \quad \frac{1}{-4} \quad \frac{1}{-2} \quad \frac{1}{2}$$

02 5. Représentez graphiquement le diagrammes de Bode du circuit RC ci-contre ayant une fonction de transfert $H(j\omega) = \frac{1}{1+j\omega RC}$
 Calculez la valeur (module en dB et phase) de $H(j\omega)$ pour les fréquences suivantes: $f = 0$, $f = 1kHz$ et $f = 1MHz$.



Handwritten calculations and phase formula:

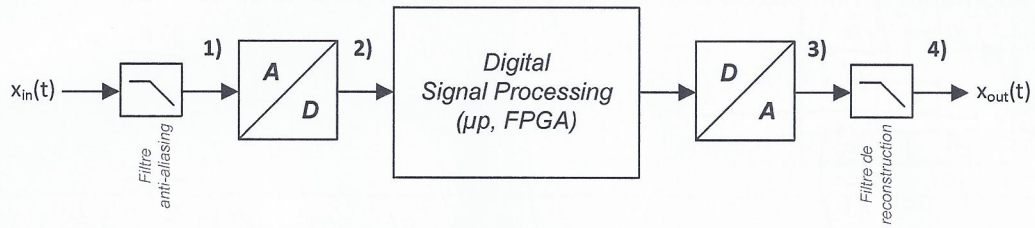
$$-20 \cdot \log \left(\sqrt{1 + (\omega \cdot 100 \cdot 1.6 \cdot 10^{-6})^2} \right) = \dots$$

Frequency (rad/s)	Amplitude [dB]	Phase [degrees]
10^1	0	0
10^2	-0.668	~0.3
10^3	-0.64	~0.3
10^4	-4.14	~ -7.8
10^5	-12	~ -48
10^6	-22	~ -36

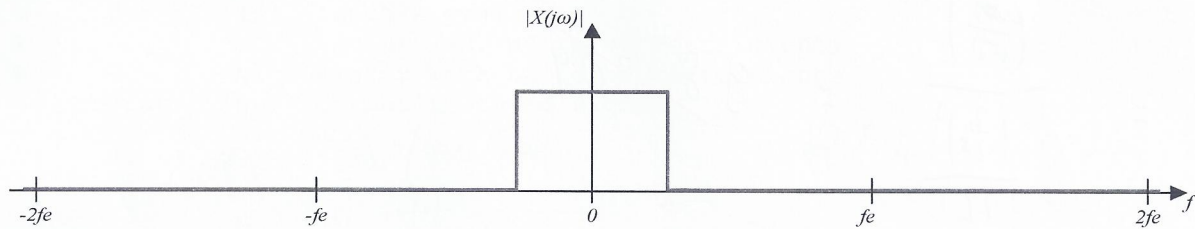
Phase: $0 - \arctan \left(\frac{100 \cdot 1.6 \cdot 10^{-6} \cdot \omega}{1} \right)$

Frequency (rad/s)	Phase [degrees]
10	~0
100	~0
1000	-0.15
10^4	-1
10^5	-1.5

6. Avec la chaîne de traitement standard et le spectre utile de l'amplitude en 1) donnés ci-dessous:
(note: les filtres anti-aliasing et de reconstruction sont parfaitement dimensionnés, le DA est à extrapolateur d'ordre 0 et le traitement de signal digital est transparent):

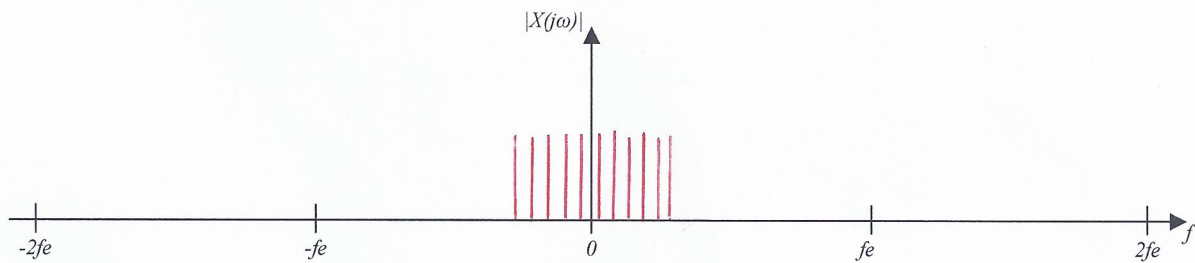


1) Spectre utile d'entrée:

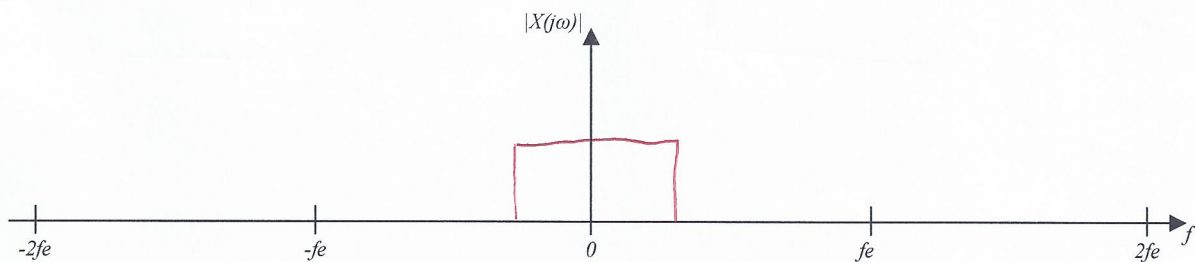


Dessinez directement sur les graphes ci-dessous la forme globale des spectres d'amplitude en 2), 3) et 4) correspondant:

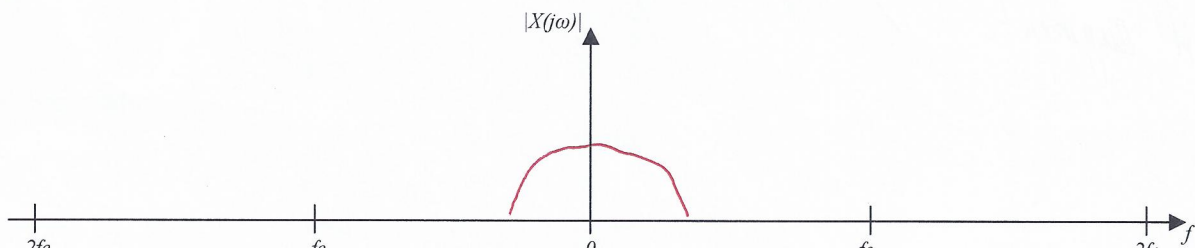
2)



3)



4)



- 0.8 7. Une sinusoïde est mise à l'entrée d'une chaîne de traitement standard. Cette sinusoïde utilise 80% de la plage de tension d'entrée de la chaîne. L'AD est de 8bits.
- a) Calculez le rapport signal sur bruit (SNR) de quantification.
- b) Si on augmente le nombre de bits, est-ce que le SNR augmente ou diminue?

$$SNR = \frac{\left(\frac{\hat{u}}{\sqrt{2}}\right)^2}{\left(\frac{\Delta^2}{12}\right)}$$

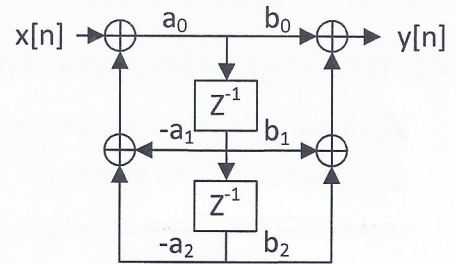
$$\Delta = \frac{2 \cdot \hat{u}}{2^{\text{bit}}}$$

$$= \frac{2}{2^8}$$

$$= \frac{\left(\frac{0.81}{\sqrt{2}}\right)^2}{\frac{\left(\frac{2}{2^8}\right)^2}{12}} = 98'304$$

b) il augmente ✓

8. Complétez directement sur la donnée la fonction Matlab filter_rec() pour qu'elle soit un filtre numérique récursif du 2ème ordre de la forme générale ci-contre:



```
function [ out ] = filter_rec( in, a, b )
%[ out ] = filter_recu ( in, a, b )
% Recursive 2nd order filter home-made implementation with parameters:
%   input : 'in' input signal
%           'a' vector with a0 to a2 coefficients
%           'b' vector with b0 to b2 coefficients
%   output : 'out' output filtered signal
```

y ~~out~~ = zeros (size(in)); % ~~out~~ [size] = in [size]

$y(1) = b(1) \cdot in(1);$

$y(2) = b(1) \cdot in(2) + b(2) \cdot in(1) - a(1) \cdot y(1);$

for n : 3 : length(in)

$y(n) = b(1) \cdot in(n) + b(2) \cdot in(n-1) + b(3) \cdot in(n-2) - a(1) \cdot y(n-1) - a(2) \cdot y(n-2);$

end

out=y

end

0.6 9. Questions générales (parfois plusieurs réponses sont possibles):

Dans le cadre de la théorie des systèmes, l'abréviation LTI signifie:

- ☒ Linear and Temperature Invariant
- ☒ Linear and Time Invariant
- ☐ Limited and Time Invariant

Quels sont les systèmes causaux parmi les suivants :

- ☐ la sortie est fonction de la valeur instantanée du signal d'entrée ainsi que de son futur.
- ☒ la sortie est fonction uniquement de la valeur instantanée du signal d'entrée.
- ☒ la sortie est fonction de la valeur instantanée du signal d'entrée ainsi que de son passé.

Un simple amplificateur de signal est un système :

- ☐ avec mémoire.
- ☒ linéaire.
- ☐ non-linéaire.

Lorsque l'on ajoute 1 bit à l'AD d'une chaîne de traitement standard :

- ☒ la fréquence et l'amplitude du bruit de quantification augmentent d'un facteur 2.
- ☒ la fréquence du bruit de quantification augmente d'un facteur 2 et son amplitude diminue d'un facteur 2.
- ☐ la fréquence et l'amplitude du bruit de quantification diminuent d'un facteur 2.

Pour le même nombre de bits, un AD de type SAR est généralement :

- ☐ plus rapide qu'une AD parallèle.
- ☒ moins rapide qu'un AD parallèle.

Dans le cadre d'un convertisseur AD standard, on cherche un rapport signal sur bruit :

- ☒ maximisé.
- ☐ minimisé.

Une moyenne glissante est un filtre :

- ☒ non-récuratif (FIR).
- ☐ récuratif (IIR).

Qu'est-ce que le théorème de Shannon-Nyquist ?

Théorème de l'échantillonnage

On prend un échantillon tous les intervalles et on maintient la valeur

=> Pour numériser des signaux

$f_e \geq 2 \cdot f_{\text{signal max}}$

