Master ST/B 2018/2019 (Examen) Nom &Prénom : ____________________

Exercice 1 : 5 /4.5

20

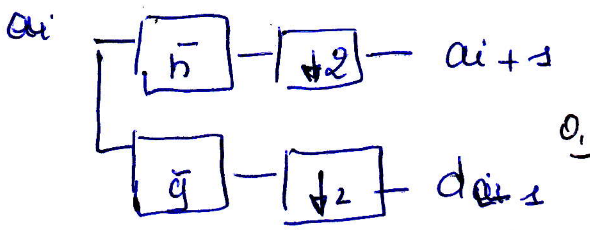
On veut transmettre un signal x(n) dont les 8 premières valeurs sont : x(n)={4,6,5,7 ,7,8, 9,8}

1. Donner le schéma de décomposition permettant de passer d'un niveau à un autre.
2. On veut employer l'ondelette de Haar dont le filtre passe-bas de décomposition est $\bar{h} = \{\frac{1}{\sqrt{2}}, \frac{1}{\sqrt{2}}\}$

Quel est le lien entre les filtres passe-bas et passe-haut de décomposition ? Exprimer $\bar{g}$.

3. Donner sa décomposition en ondelettes au niveau 3 en employant l'ondelette de Haar.
4. On ne transmet que le résultat du dernier niveau 3 (passe-bas et passe-haut) et on suppose que tous les détails des niveaux supérieurs sont nuls. Reconstruire le signal et le comparer au signal original.

1°_



0,5

2° $\bar{g}[-n] = (-1)^n \bar{h}(n)$ 0,5

$\bar{g} = \{-\frac{1}{\sqrt{2}}, \frac{1}{\sqrt{2}}\}$ 0,5

3°

	App (PB)	Det (PH)
Niveau 0	4, 6, 5, 7, 7, 8, 9, 8	
Niveau 1	$\frac{10}{\sqrt{2}}$ $\frac{12}{\sqrt{2}}$ $\frac{15}{\sqrt{2}}$ $\frac{17}{\sqrt{2}}$	$-\frac{2}{\sqrt{2}}$ $-\frac{2}{\sqrt{2}}$ $-\frac{1}{\sqrt{2}}$ $\frac{1}{\sqrt{2}}$
Niveau 2	$\frac{22}{2}$ $\frac{32}{2}$	$-\frac{2}{2}$ $-\frac{2}{2}$
Niveau 3	$\frac{54}{2\sqrt{2}}$	$-\frac{10}{2\sqrt{2}}$

1.50

4°_

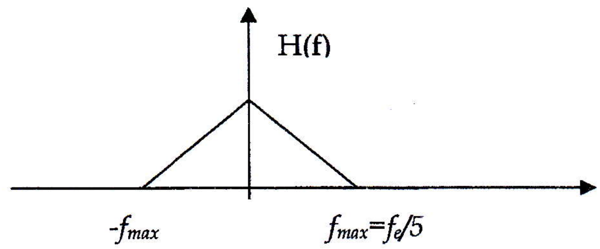
	App (PB)	Det (PH)
Niveau 3	$54/2\sqrt{2}$	$-10/2\sqrt{2}$
Niveau 2	$44/4$ $64/4$	0 0
Niveau 1	$11/\sqrt{2}$ $11/\sqrt{2}$ $16/\sqrt{2}$ $16/\sqrt{2}$	0 0 0 0
Niveau 0	$11/2$ $11/2$ $11/2$ $11/2$ $16/2$ $16/2$ $16/2$ $16/2$	

1

$g = [1/\sqrt{2}, -1/\sqrt{2}]$ $h = [1/\sqrt{2}\ 1/\sqrt{2}]$ 0.5

Tr... 0. 10

Exercice 2 : / 5.5

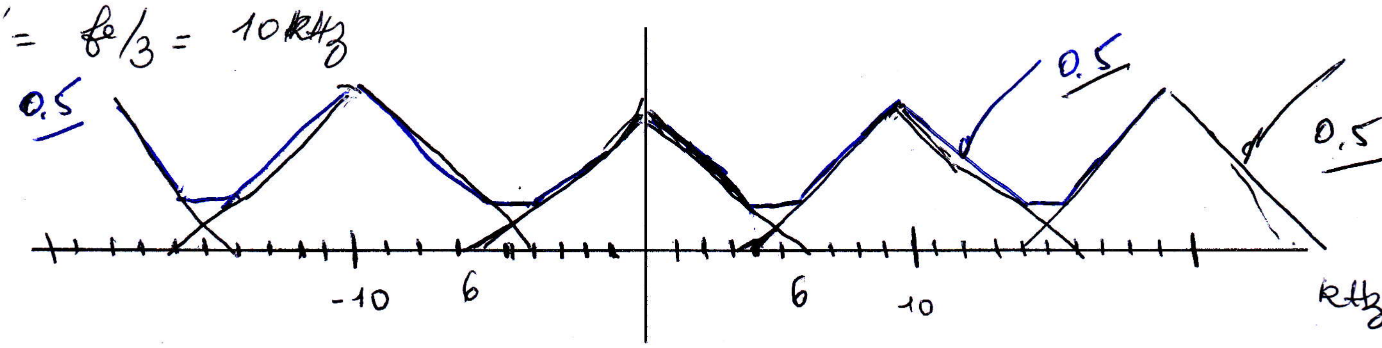


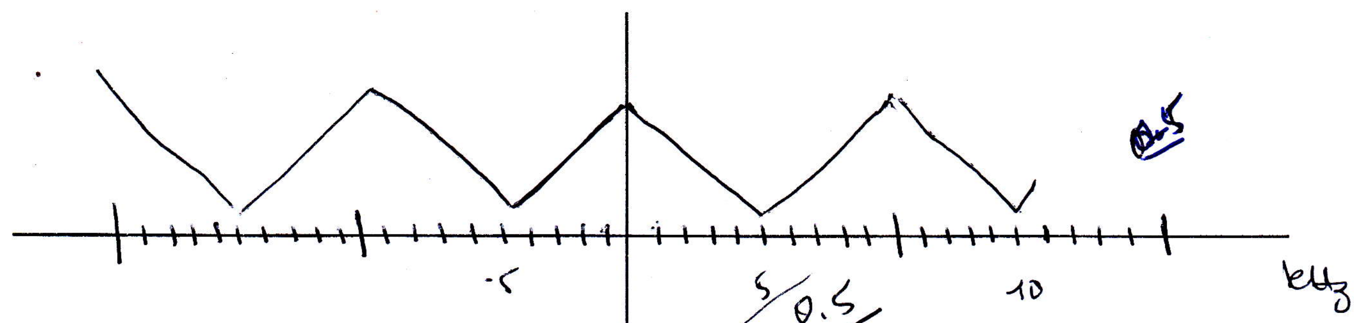
Afin de transmettre un signal x(n) (dont la TFTD entre $-fe/2$ et $fe/2$ est donné ci-contre) plus rapidement, on décide de le décimer par 3

x(n) ⟶ [↓ 3] ⟶ y(n)

1. Tracer la TFTD obtenue après décimation (fe=30kHz)
2. On veut placer un filtre anti-repliement, ou doit-on le placer ? (justifier), tracer la TFTD à nouveau
3. Donner la décomposition polyphase initiale et finale en donnant l'expression de chaque filtre.

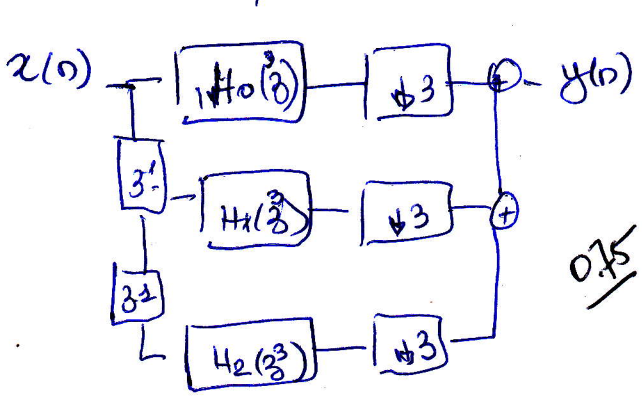
$fe' = fe/3 = 10kHz$

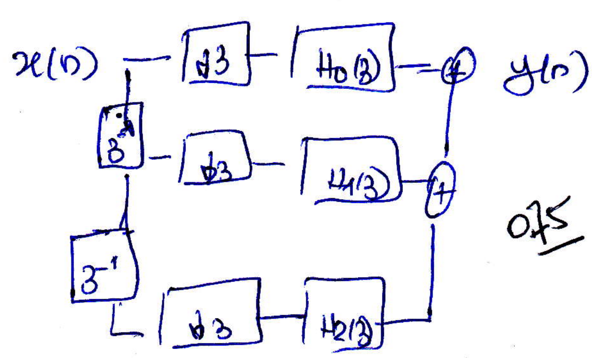




2°. On veut le placer avant à $fe'/2$ soit 5 kHz pour éviter le repliement 1

3°.





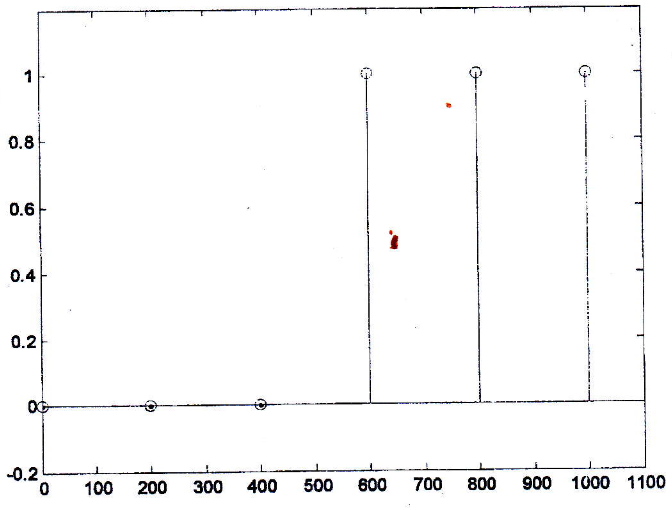
$H_0(z) = \sum_0^{N/3} x(3n) z^{-3n}$

$H_1(z) = \sum_0^{N/3-1} x(3n+1) z^{-3n}$ 0.5

$H_2(z) = \sum_0^{N/3-2} x(3n+2) z^{-3n}$

Exercice 3 :   **/4**

La discrétisation d'un filtre H(f) à donné les valeurs de TFD suivantes (tracé de 0 à *fe*/2)



1. Identifier le filtre
2. Situer approximativement sa fréquence de coupure
3. Déterminer h(n).
4. Calculer h(0)
5. Donner le tracé des pôles et zéros de ce filtre.

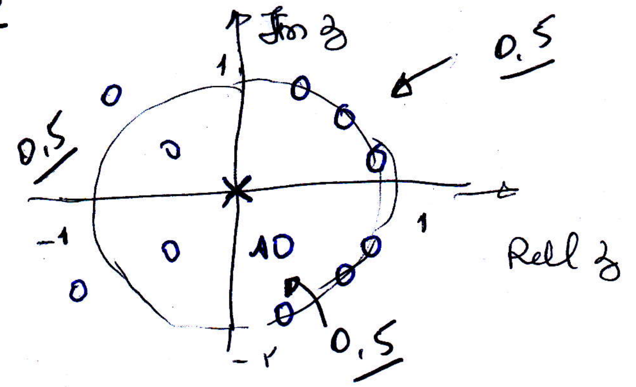
1°- Filtre passe-haut 0.5

2°- fc = 500 Hz   0,5

3°- N = 11   0,5 $h(n) = \frac{2}{11}\left[\cos\frac{6\pi n}{11} + \cos\frac{8\pi n}{11} + \cos\frac{10\pi n}{11}\right]$ 0,5

4°- h(0) = 6/11   0,5

5°-



Exercice 4 :		/ 6

On désire réaliser un filtre numérique anti -miroirs à placer après un interpolateur. Pour ce faire, on veut transformer un filtre analogique de Tchebychev par la méthode de la transformation bilinéaire. La fréquence de coupure désirée est $fc=fe/6.75$

$$H_N(p)=\frac{1}{0.9070p^2+0.9956\,p+1}\approx\frac{1}{0.91p^2+p+1}$$

1. Pourquoi emploie-t-on un filtre de Tchebychev dans ce cas.
2. Lequel des 2 types vous semble préférable pour cette application ? (Justifier)
3. Déterminer H(z).
4. Donner le tracé des pôles et zéros de filtre.
5. Sans faire de calcul, esquisser le module de la réponse en fréquence |H(f)|
6. Peut-on employer la méthode de l'invariance impulsionnelle ? (Justifier)

0.5

1°- Raideur de coupure nette permet d'enlever les spectres supplémentaires

2°- Tchebychev I pas d'ondulation dans la bande atténuée 0.5

0.5

3°- Filtre passe-bas $H(p) = H_N(p/\omega_A)$ 0.5

$$H(p)=\frac{1}{0.91(p/\omega_A)^2+p/\omega_A+1}=\frac{\omega_A^2}{0.91p^2+p\,\omega_A+\omega_A^2}$$

$$\omega_A=\frac{2}{Te}\,tg(\pi f_0/fe)=\frac{2}{Te}\,tg(\pi/6.75)\simeq\frac{2}{Te}\cdot 0.5$$ 0.5

$$H(p)=\frac{(2/Te)^2\,0.25}{0.91p^2+\frac{2}{Te}0.5p+\left(\frac{2}{Te}\right)^2\cdot 0.25}$$

$$H(z)=H(p)\Big|_{p=\frac{2}{Te}\frac{z-1}{z+1}}=\frac{\cancel{(2/Te)^2}\,0.25}{0.9\cancel{\left(\frac{2}{Te}\right)^2}\frac{(z-1)^2}{(z+1)^2}+\cancel{\frac{2}{Te}}0.5\,\cancel{\frac{2}{Te}}\frac{z-1}{z+1}+\cancel{\left(\frac{2}{Te}\right)^2}0.25}$$

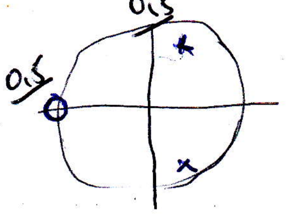
$$H(z)=\frac{0.25(z+1)^2}{(0.9)(z-1)^2+0.5(z-1)(z+1)+0.25(z+1)^2}$$ 1

$$=\frac{0.25(z+1)^2}{0.9z^2-1.8z+0.9+0.5z^2-0.5+0.25z^2+0.5z+0.25}$$

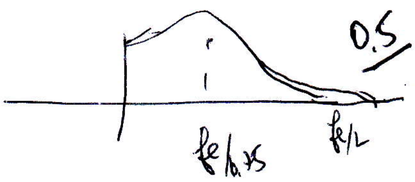
$$=\frac{0.25(z+1)^2}{1.66z^2-1.32z+0.66}=\frac{0.25(z+1)^2}{1.66(z-0.4-0.53j)(z-0.4+0.53j)}$$ 0.5

4°-

0.5 0.5



0.5



1

5°- Oui puisque c'est un passe-bas (limité en fréquence)