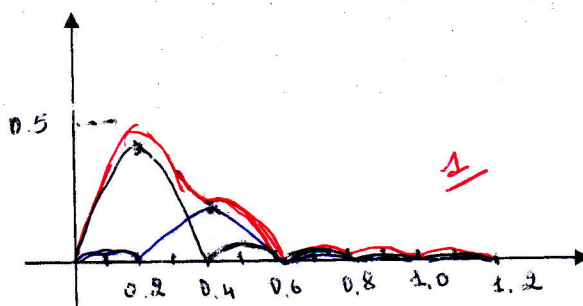
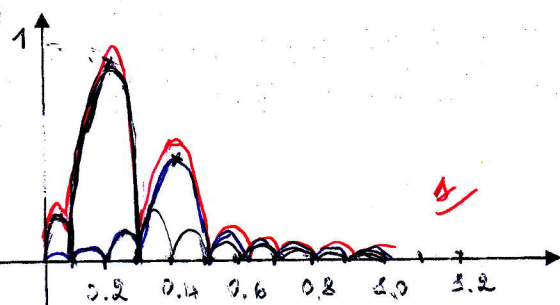
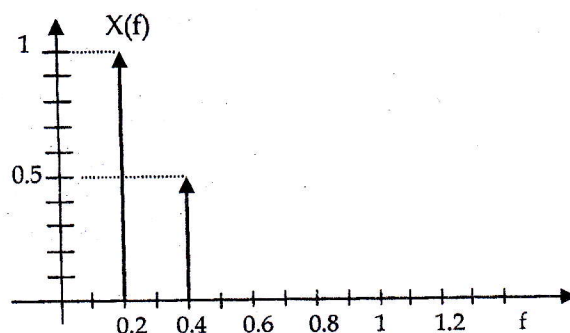


Exercice 1

2.5

L'analyse par la TFTD d'un signal $x(n)$ illimité a donné le signal $X(f)$ ci-contre. On limite $x(n)$ à $T_0 = nT_e$ 1. Tracer sa TFTD (on supposera que $T_e=1$ et $N=10$).

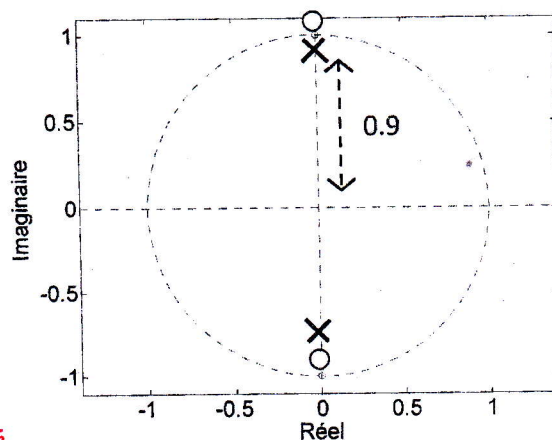
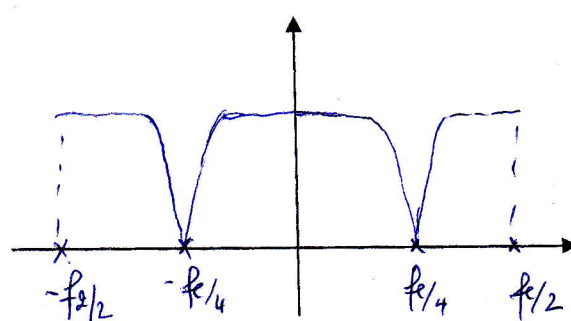
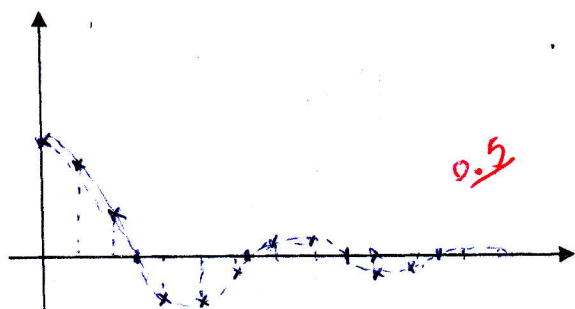
2. Tracer sa TFTD si on utilise un fenêtrage de Hamming.

3. Quelle fenêtre choisir ? (Justifier) : Rectangulaire 0.5**Exercice 2**

6

On suppose le filtre représenté par le tracé des pôles et des zéros

suivant :

1. Caractériser le filtre RII ou RIF : RII 0.52. Quel est son rôle ? : Dépenseur de fréquences 0.53. Donner les pôles et les zéros : $p_{1,2} = \pm 0.9j$ 0.5 $z_{1,2} = \pm j$ 0.54. Donner les allures approximatives de $h(n)$ et $|H(f)|$ 5. Déterminer $H(z)$ (gain de 1 à $f=0$)

$$H(z) = k \frac{(z+j)(z-j)}{(z-0.9j)(z+0.9j)} = k \frac{z^2+1}{z^2+0.81} \quad 0.5$$

$$H(z) \Big|_{z=1} = 1 \Rightarrow k = 1.81/2 = 0.905$$

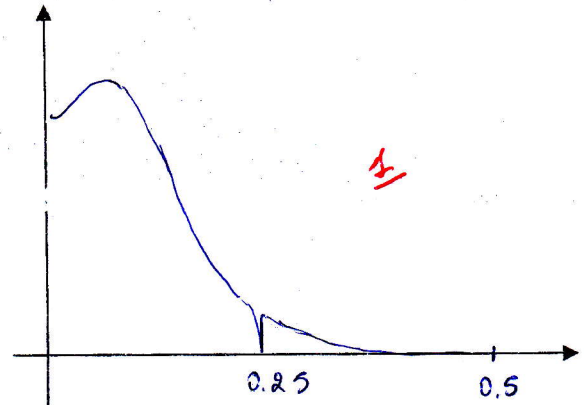
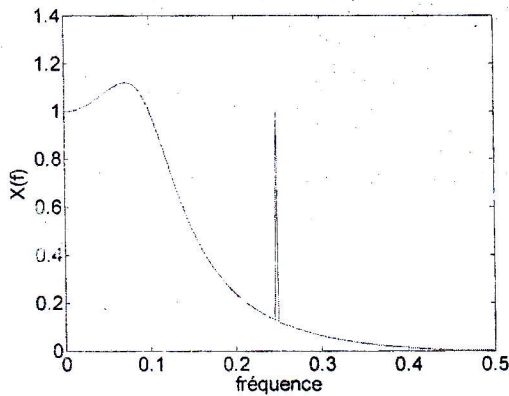
$$\Rightarrow H(z) = 0.905 \frac{z^2+1}{z^2+0.81} \quad 0.5$$

6. Déterminer les coefficients du filtre

$$\begin{cases} a_0 = 1 & a_1 = 0 & a_2 = 1 \\ b_0 = 1 & b_1 = 1 & b_2 = 0.81 \end{cases}$$

0.5

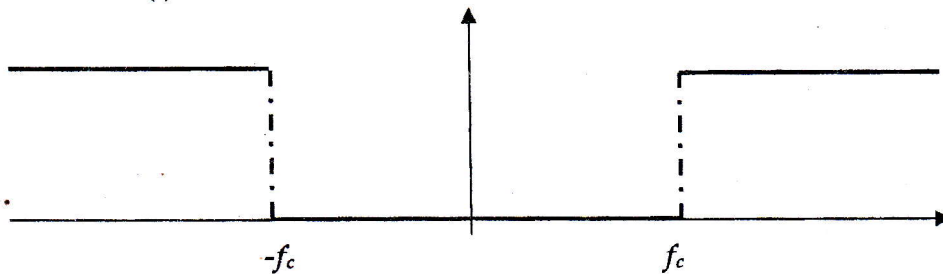
7. Esquisser la TF de la sortie Y(f) si la TF de l'entrée X(f) est la suivante:



Exercice 3

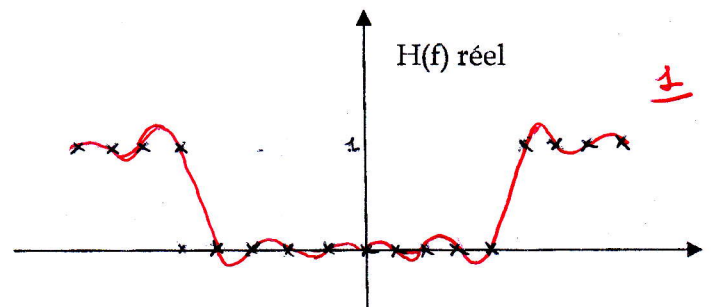
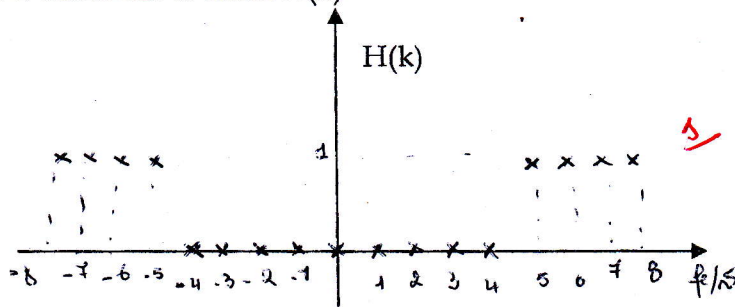
6.5

On suppose le filtre idéal H(f) suivant :



On veut déterminer le filtre numérique h(n) équivalent par la méthode de l'échantillonnage fréquentiel. Le filtre doit répondre aux spécifications suivantes $f_c = f_e/4$ et une largeur de transition $\Delta f < f_e/16$

1. Déterminer et tracer H(k)



2. Déterminer h(n)

$$\Delta f < f_e/16 \Rightarrow N = 17 \Rightarrow \Delta f = f_e/17$$

$$H(0) = H(1) = H(-1) = H(2) = H(-2) = H(3) = H(-3) = H(4) = H(-4) = 0$$

$$H(5) = H(-5) = H(6) = H(-6) = H(7) = H(-7) = H(8) = H(-8) = 1$$

$$h(n) = \frac{2}{17} \left[\cos\left(\frac{10\pi n}{17}\right) + \cos\left(\frac{12\pi n}{17}\right) + \cos\left(\frac{14\pi n}{17}\right) + \cos\left(\frac{16\pi n}{17}\right) \right]$$

3. Tracer H(f) réel du filtre déterminé

4. Le retard de groupe est constant car $H(f)$ est symétrique

5. Quelle serait la sortie $y(n)$ si $x(n) = 1 + \cos(0.6\pi n) + 3 \cos(0.4\pi n)$. Prendre $f_e = 1$.

$$y(n) = 1 \cos(0.6\pi n) \text{ avec } \alpha = 1$$

1

Exercice 4

5

En employant un filtre de Butterworth passe-bas de second ordre, concevoir un filtre numérique correspondant (passe-bas) en utilisant la transformation bilinéaire. La fréquence de coupure est $f_c = 200$ Hz et la fréquence d'échantillonnage $f_e = 1$ kHz.

$$H_N(p) = \frac{1}{p^2 + p/\sqrt{2} + 1}$$

1. Déterminer $H(z)$

$$H(p) = \frac{\omega_A^2}{p^2 + p\omega_A/\sqrt{2} + \omega_A^2} \quad H(z) = H(p) \Big|_{p = \frac{2}{T_e} \frac{z-1}{z+1}} \quad \omega_c = 2\pi f_c$$

$$\omega_A = \frac{2}{T_e} \operatorname{tg}(\omega_c T_e / 2) = \frac{2}{T_e} \operatorname{tg}(\pi f_c / f_e) = \frac{2}{T_e} \operatorname{tg}(\pi / 5) = \frac{2}{T_e} \cdot 0.7265$$

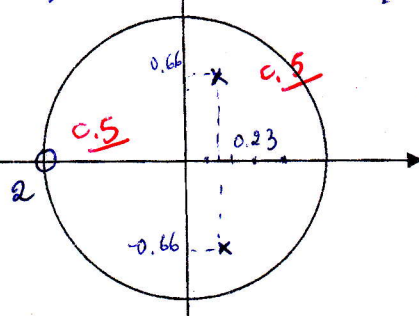
$$H(z) = \frac{(\frac{2}{T_e})^2 (0.7265)^2}{(\frac{2}{T_e})^2 (z-1)^2 / 4 + (\frac{2}{T_e}) (z-1)(z+1) \cdot 0.7265 + (\frac{2}{T_e})^2 (0.7265)^2}$$

2. Etablir le tracé des pôles et zéros

$$H(z) = \frac{0.5278 (z+1)^2}{2.054 z^2 - 0.944 z + 1.044}$$

* 2 zéros en -1

* 2 pôles $p_{1,2} = 0.23 \pm j 0.66$



3. Comparer les fréquences analogiques et numériques pour $f_c = 200$ Hz et $f_c = 400$ Hz

$$f_A = f_e \operatorname{tg}(\pi f_n / f_e) \quad \begin{cases} f_c = 200 \text{ Hz} & f_A = 231 \text{ Hz} \\ f_c = 400 \text{ Hz} & f_A = 980 \text{ Hz} \end{cases}$$

4. Si $f_c = 400$ Hz, quel problème cela posera-t-il?

f_c devient trop proche de $f_e/2$ et distorsion importante

5. Quelle méthode alors utiliser? Quel est son inconvénient?

Invariance impulsionnelle

Il faut bien choisir f pour éviter recouvrement, non adaptée pour passe-haut et coupe-bande