

# M1 info : Bases du Traitement du Signal

## TD Filtrage numérique 1

### 1 Implémentation d'un filtre

1) Préciser la nature du filtre (RIF/RII) représenté sur la figure 1 et donner son équation aux différences.

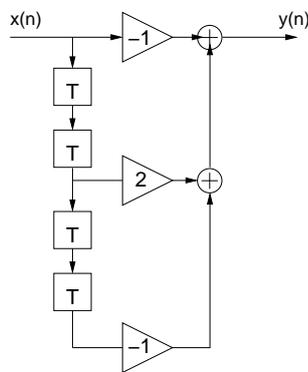


FIG. 1 – Structure du filtre.

2) Calculer et représenter la réponse impulsionnelle  $h(n)$ .

3) Ce filtre est implanté sur un processeur de traitement de signal (DSP). Une mémoire  $[r_0 r_1 \dots r_q]$  est réservée aux derniers échantillons d'entrée et une autre mémoire  $[a_0 a_1 \dots a_q]$  aux coefficients du filtre. Le filtrage est réalisé de la manière suivante :

$$\begin{aligned}
 x(n) &\rightarrow r_0 \\
 0 &\rightarrow S \\
 \text{Pour } k = q \dots 1 & \quad a_k \cdot r_k + S \rightarrow S \\
 & \quad \quad \quad r_{k-1} \rightarrow r_k \\
 a_0 \cdot r_0 + S &\rightarrow S \\
 S &\rightarrow y(n)
 \end{aligned}$$

a) Quelle est la complexité du filtre en nombre d'instructions par échantillon ?

b) On dispose d'un processeur de fréquence d'horloge 6 MHz. Chaque instruction est effectuée en 1 cycle d'horloge. Quelle est la fréquence maximale d'échantillonnage du signal ?

## 2 Filtres à phase linéaire

Soit un filtre RIF de longueur  $N + 1$  dont les coefficients  $h(0) \dots h(N)$  sont symétriques :

$$\forall k = 1 \dots N/2, \quad h\left(\frac{N}{2} + k\right) = h\left(\frac{N}{2} - k\right)$$

1) Exprimer la réponse fréquentielle sous la forme  $H(\nu) = A(\nu)e^{j\alpha(\nu)}$  avec  $A(\nu)$  et  $\alpha(\nu)$  réels. Indication : dans l'expression de la transformée de Fourier, mettre chaque coefficient  $h(n)$  sous la forme  $h(N/2 - k)$  ou  $h(N/2 + k)$  et regrouper les termes symétriques.

2) Si l'entrée du filtre est :

$$x(n) = \sin(2\pi\nu_0 n + \phi_0)$$

exprimer la sortie en fonction de  $A$  et  $x$ . Le retard introduit par le filtre dépend-il de la fréquence de la sinusoïde ?

3) Dans la perception de certains sons, les phases respectives des différentes composantes fréquentielles sont très importantes, notamment pour les sons percussifs : attaque franche de piano, percussion, consonne plosive... Une modification des déphasages relatifs entre les différentes composantes peut étaler le son et ainsi lui faire perdre son caractère percussif. Quel est alors l'intérêt d'un filtre tel que celui étudié, dans un système audio ?