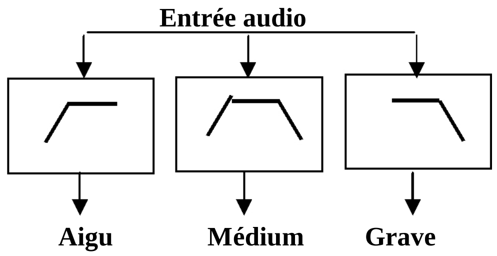
Première Séance : Programmation sous Matlab

Les élèves sont conduis durant ce projet à implémenter un banc de filtre pour le traitement de sources sonores sur un calculateur numérique. Il s'agit plus précisément d'extraire les graves, les aigus et les médiums au moyen d'un dispositif constitué de trois filtres.



Cette première séance est aussi consacrée à <u>la prise en main de l'outil logiciel</u> (Matlab) et à la programmation de ces trois filtres élémentaires et leur test en régime indiciel.

La réponse indicielle est la réponse d'un filtre à une entrée e(t) de type échelon (1).
L'échelon est un signal qui vaux 1 pour t ≥0 et 0 pour t < 0. Cette réponse nous renseigne sur la rapidité de réponse du filtre (k), donc sa pulsation de coupure ω0=1/k et conclusion sa fréquence de coupure.
Dans chaque programme, il suffit de programmer la ligne ou (lignes) du filtre à tester dans l'endroit spécifique.
Aucun compte rendu ne sera exigé, mais les élèves devront consigner leurs résultats au moyen de sauvegardes régulières de manière à pouvoir les reproduire à la fin du projet dans un rapport détaillé.

I. MODELISATION ET CALCULS SOUS MATLAB

RAPPEL THEORIQUE

Programmation de la dérivée

Il s'agit donc en premier lieu de pouvoir estimer une dérivée sur un calculateur numérique à partir d'un taux de variation :

$$s(t) = k.\frac{d\ e(t)}{dt} = k.\lim_{\tau \to 0} \frac{e(t) - e(t-\tau)}{\tau}$$

Or, l'instant ττ le plus petit que nous pouvons apprécié sur un calculateur numérique n'est autre que l'instant séparant deux échantillons successifs du signal. Le temps devenant une grandeur discrète, notre estimation de la dérivée reposera sur l'approximation τ=1 échantillon. Nous calculerons donc s(t) de la manière suivante :

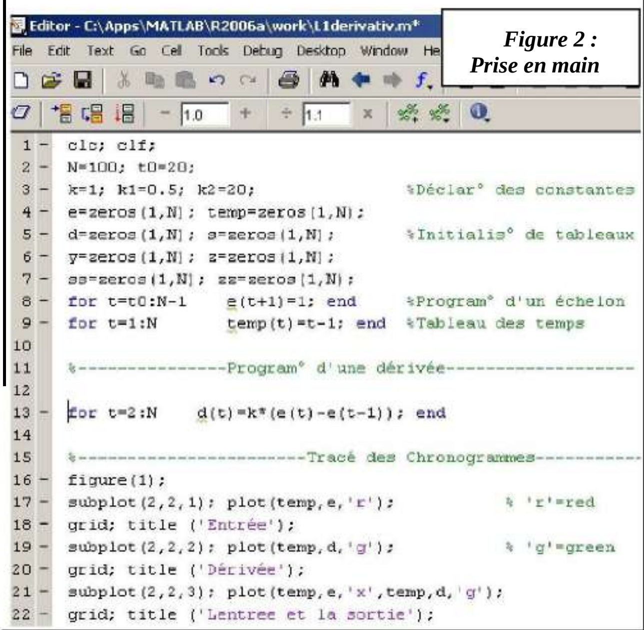
$$s(t) = \frac{k.[\,e(t) - e(t-1)]}{1} = k.[e(t) - e(t-1)\,] \quad \text{avec} \quad t: \ \text{entier}$$

MATLAB : PRISE EN MAIN

Q1. Nous proposons tout d'abord de programmer le calcul d'une dérivée (Programme ci-contre).

- Activer Matlab et ouvrir un nouveau fichier en suivant le chemin : File/New/M-file pour saisir le programme L1derivativ dans l'éditeur (ou le télécharger depuis Campus).
- Sauvegarde, et exécution avec la commande : Debug/Run (F5). Si nécessaire fixer les options ci-dessous.

Figure 2 : Prise en main



- Relever ces résultats graphiques en distinguant la forme des signaux d'E/S du dérivateur.
- Programmer l'entrée e de la manière suivante : `e = [zeros(1,t0) ones(1,N-t0)];` et comparer son résultat avec la ligne 8.

  La réponse d'un système linéaire à ce signal de test (échelon), est appelée réponse indicielle du système.

Q2. Supprimer le dernier point-virgule de la ligne 2 et observer la réaction du programme dans la fenêtre de commande (Command Window). Commentaire?

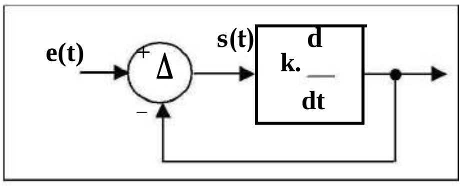
II. PROGRAMMATION DES FILTRES

FILTRAGE PASSE-BAS

Q3. Montrer que la sortie d'un filtre passe bas (fig. ci-contre) du premier ordre peut être programmée au moyen d'une récurrence de la forme :

$$s(t) = \alpha.e(t) + \beta.s(t-1)$$

Identifier α et β en fonction du gain k du dérivateur.



Q4. Programmer ce filtre passe-bas et relever sa réponse indicielle pour différentes valeurs de k.(Trois valeurs)

- **Représenter graphiquement la tangente à l'origine des temps pour trois valeurs de k (Insert/Arrow) et mesurer sa pente.**
- **Quelle est la relation entre k et la fréquence de coupure du filtre ? Quel est le rôle de k sur la réponse indicielle du filtre?**

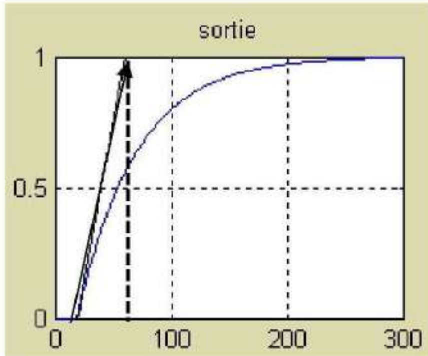


Figure 3 :
Réponse indicielle
d'un filtre passe-bas du premier degré

FILTRAGE PASSE-HAUT

Q5. Ou se trouve la sortie correspondant à un filtre passe-haut.(Voir TP2 et TP3)

v

- **Programmer ce filtre et commenter sa réponse indicielle comme en Q4. Validation1**

DU SECOND ORDRE

Q6*. En se basant sur l'étude théorique présentée en introduction, montrer comment peut-on calculer (Approcher) la dérivée seconde d'un signal sur un calculateur numérique.
Qu'elle est son expression ? Approche théorique sans expérimentation.

V

Q7. Synthétiser un filtre passe-bas du II° ordre en prenant pour modèle la mise en cascade de deux filtres du premier ordre.
Comment peut-on modéliser mathématiquement la sortie de ce filtre en fonction de son entrée ?
Programmer ce filtre et comparer sa réponse indicielle pour k=10 à celle d'un filtre du premier ordre en représentant les chronogrammes sur un même repère.
Même travail pour un filtre passe-haut. Conclusion ? Validation2

FILTRAGE PASSE-BANDE

Q8. Nous rappelons (voir : TP) que les constantes de temps k1 et k2 définissent le facteur de qualité q et la pulsation propre ω0 du filtre passe-bande sélectif par les relations suivantes :

V

$$k1 = \frac{1}{q.\omega 0} \qquad k2 = \frac{q}{\omega 0}$$

Programmer un filtre passe-bande avec k1=0,5 et k2=20 en déduire q et.ω0 .Utiliser la figure 6.
Relever sa réponse indicielle et mesurer la pseudo période des oscillations en sortie du filtre.
Examiner l'influence de q sur la réponse indicielle du filtre. Validation3

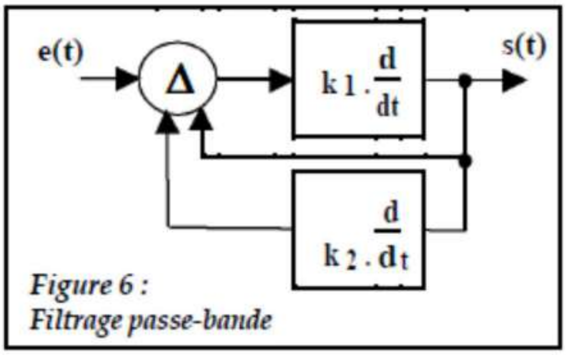


Figure 6 :
Filtrage passe-bande

Consigner soigneusement les résultats en vue de leur production dans un rapport final.

NB : Matlab n'accepte pas d'argument négatif.