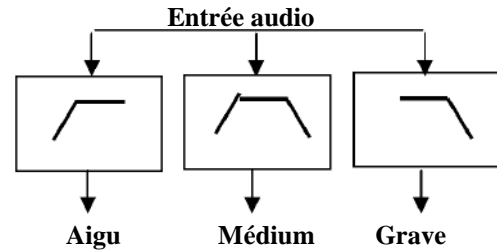


Première Séance : Programmation sous Matlab

Les élèves sont conduits durant ce projet à implémenter un banc de filtre pour le traitement de sources sonores sur un ordinateur 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 consacrée à la prise en main de l'outil logiciel (Matlab) et à la programmation de ces trois filtres élémentaires et leur test en régime indicel (réponse à un signal échelon). La connaissance du TP3 est obligatoire, les questions marquées d'un Astérisque sont à préparer d'avance.

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

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

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

Programmation
de la dérivée

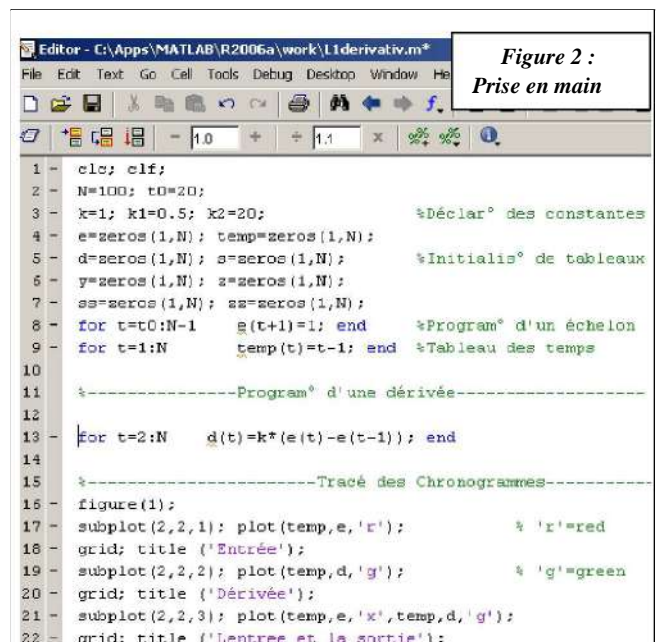
Or, l'instant τ le plus petit que nous pouvons apprécier sur un ordinateur numérique n'est autre que l'instant séparant deux échantillons successifs du signal. Le temps devenant une grandeur discrète, notre estimation de la dérivée reposera sur l'approximation $\tau=1$ échantillon. Nous calculerons donc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

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

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.



- Relever ces résultats graphiques en distinguant la forme des signaux d'E/S du dérivateur.
- Programmer l'entrée e de la manière suivante : $e=[\text{zeros}(1,t_0) \text{ ones}(1,N-t_0)]$; 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).

II. PROGRAMMATION DES FILTRES

Passe-haut

Q*3. a) On se trouve la sortie $s(t)$ d'un filtre passe bas du premier ordre (utiliser la fig. ci-contre et le TP3) et Montrer qu'il peut être programmé au moyen d'une récurrence de la forme :

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

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

b) On se trouve la sortie $s(t)$ d'un filtre passe haut du premier ordre (utiliser la fig. ci-contre et le TP3) Ecrire de la même manière la sortie correspondant à un filtre passe-haut. Donner sa formule de récurrence de programmation. **Validation**

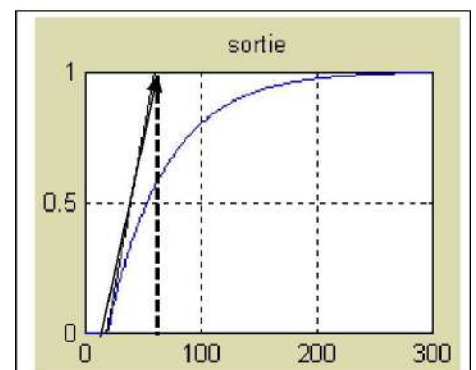
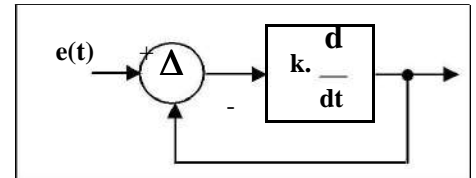


Figure 3 :
Réponse indicielle
d'un filtre passe-bas du premier degré

Passe-bas

- Q4. Programmer le filtre en passe-haut et relever sa réponse indicielle pour différentes valeurs de k .
- 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 ?

Q5. Programmer le filtre en passe-bas et commenter sa réponse indicielle comme en Q4. Validation Q4 et Q5

FILTRAGE 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.

- V. Q7 Synthétiser un filtre passe-bas du II^e 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. Validation

FILTRAGE PASSE-BANDE

Q*8. Nous rappelons (voir : TP3) que les constantes de temps k_1 et k_2 définissent le facteur de qualité Q et la pulsation propre ω_0 du filtre passe-bande par les relations suivantes :

$$k_1 = \frac{1}{Q \cdot \omega_0} \quad k_2 = \frac{Q}{\omega_0}$$

Programmer un filtre passe-bande avec $k_1=0,5$ et $k_2=20$.

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.

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