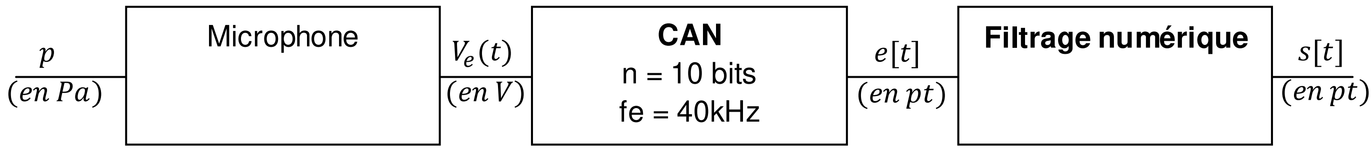
td	td ACQ 4.2	TSI1 (Période 4)
	Filtrage numérique	**1h30**
	Cycle 8 : Acquérir conditionner et traiter l'information	4 semaines

ANALYSER Caractériser un constituant de la chaine d'information.
RESOUDRE Déterminer les signaux électriques dans les circuits.
RESOUDRE Effectuer des traitements à partir de données de mesures expérimentales. ⇆I
EXPERIMENTER Effectuer des traitements à partir de données de mesures expérimentales. ⇆I
EXPERIMENTER Identifier les erreurs de mesure et de méthode.
CONCEVOIR Choisir la technologie des composants de la chaine d'information.

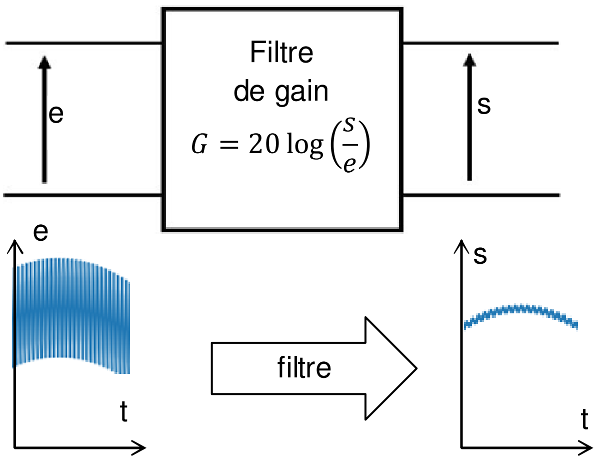
Problème technique :
Etablir la relation de récurrence d'un filtre numérique permettant de sélectionner différentes bandes de fréquence afin de réaliser un équaliseur numérique.

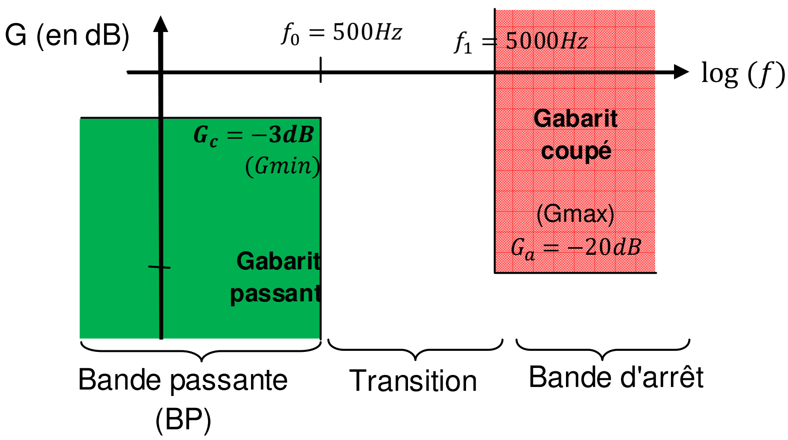


1 Caractéristiques du filtrage numérique

Le filtre étudié admet :

- en entrée e[n] comportant des évolutions numériques à différentes fréquences entre 20Hz et 20kHz,
- en sortie s[n] dont une partie des évolutions numériques de l'entrée sont atténués à l'aide de différents filtres complémentaires dont les bandes passantes à – 3dB sont BP1=[0, f_0] ou BP2=[f_0, f_1] ou BP3=[f1, ∞[. Cela donne le gabarit suivant pour BP1.





1) La fréquence d'échantillonnage est-elle suffisante ? Quelle solution technique permettrait de respecter le théorème de Shannon avec une fréquence d'échantillonnage du CAN limitée à 28kHz ?
2) Déterminer la nature des 3 filtres BP1, BP2 et BP3.
3) Tracer les gabarits des filtres BP2 et BP3 de même sélectivité que BP1.

2 Etude du filtre passe-haut

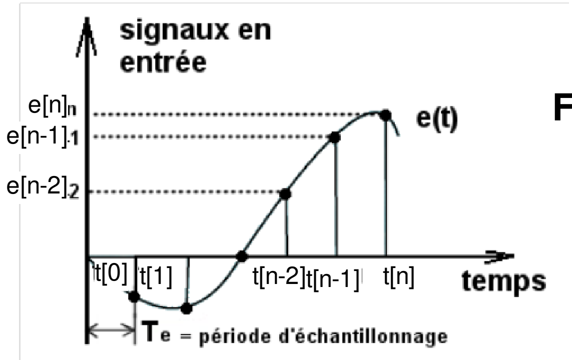
Le filtre passe haut d'ordre 1 est caractérisé par l'équation différentielle suivante :

$$\left(\tau\frac{ds(t)}{dt}+s(t)\right)=\tau\frac{de(t)}{dt}$$

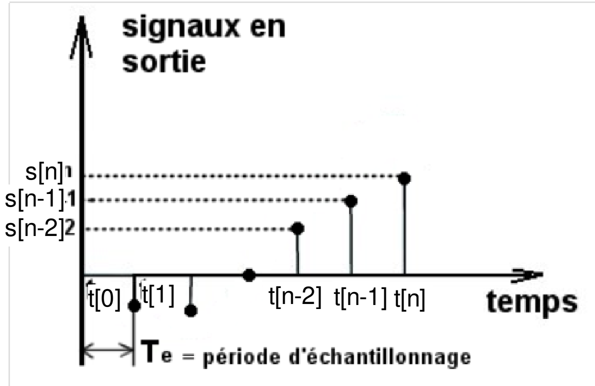
avec $\tau=\frac{1}{2\pi f_1}$: la constante de temps du filtre (en s),

En sortie de CAN, les grandeurs analogiques deviennent des grandeurs échantillonnées (numériques) :

- **e[n]** : signal d'entrée à l'instant **t[n]** ;
- **s[n]** : signal de sortie à l'instant **t[n]**.



Filtrage →



2.1 Equation de récurrence

4) Déterminer l'équation de récurrence permettant de calculer **s[n]**. Pour cela, il convient d'intégrer l'équation différentielle du filtre passe haut par la méthode des rectangles à droite entre les instants **t[n-1]** et **t[n]**.

5) Ecrire une fonction **filtrer()** qui admet en argument une liste de flottants **e** et la constante de temps **tau** du filtre et qui renvoie en sortie une liste s obtenue par application du filtre à **e** (la valeur de **Te** est affectée dans le corps du programme). Ecrire l'instruction qui permet d'affecter à **s** la valeur renvoyée par la fonction **filtrer()** avec l'entrée **e** et la constante de temps **τ** dont on exprimera la valeur numérique à l'aide de la valeur de **f1**.

6) Afin d'améliorer la qualité de l'intégration, on souhaite établir la relation de récurrence par la méthode d'intégration des trapèzes. Etablir la nouvelle expression de **s[n]** en utilisant la même méthode qu'à la question précédente.

2.2 Analyse du fonctionnement du filtre

La fonction de transfert du filtre étudié est $\underline{H}=\frac{j.\frac{\omega}{\omega_1}}{1+j.\frac{\omega}{\omega_1}}$ avec $\omega_1= 2\pi f_1=1/\tau$

7) Déterminer les expressions asymptotiques du module H et du gain associé G.

8) En déduire le tracé de Bode asymptotique du filtre. Proposer une allure du tracé réel.

9) A l'aide du tracé de Bode asymptotique, déterminer l'amplification de ce filtre pour les fréquences 500Hz et 1500Hz.

10) Ce filtre respecte-t-il le gabarit spécifié.

Document réponse DR 1