

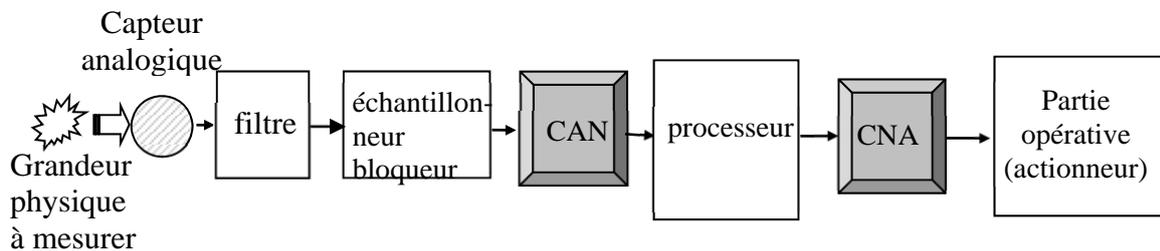
Nom Prénom	Test d'électronique 2 <sup>nd</sup> e année	Groupe
	IUT GEII Bordeaux Novembre 2017	

Durée 1h30 ---- 1 page A4 manuscrite autorisée

### Etude partielle d'une chaîne de traitement d'un signal

Le signal  $V_e(t)$  provenant d'un capteur analogique a une fréquence utile de 800Hz (fondamentale). Or, ce capteur génère également des fréquences parasites, multiples entières de la fréquence utile (harmoniques).

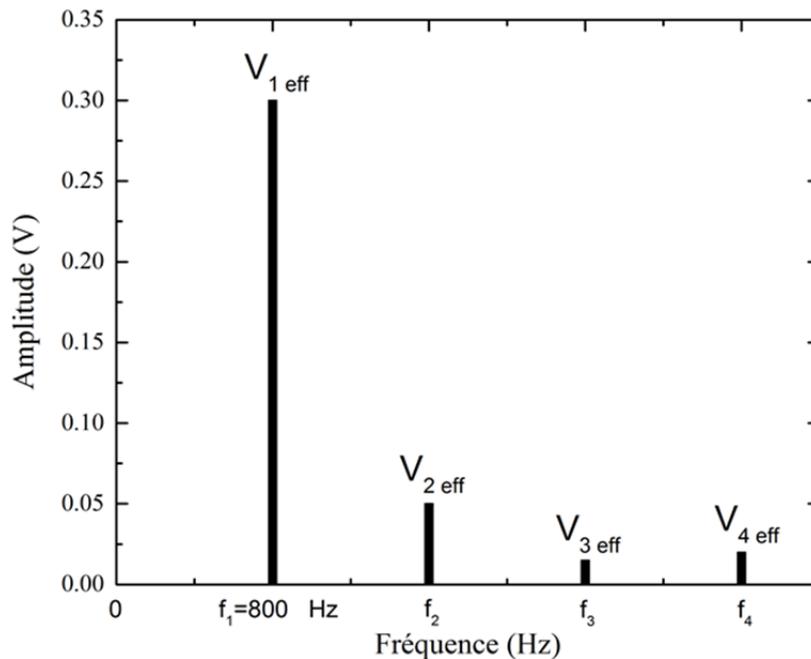
On souhaite transmettre ce signal via un traitement numérique, selon la chaîne de transformation indiquée sur la figure 1. La fréquence d'échantillonnage est de 5 kHz. Le filtre a une fréquence de coupure de 1kHz.



**Figure 1 :** Différents ensembles d'une chaîne de traitement de l'information

Les premières raies du spectre du signal à traiter sont données sur la figure 2.

On donne  $V_{1\text{eff}} = 300\text{mV}$ ,  $V_{2\text{eff}} = V_{1\text{eff}}/6$ ,  $V_{3\text{eff}} = V_{1\text{eff}}/20$  et  $V_{4\text{eff}} = V_{1\text{eff}}/15$



**Figure 2 :** Spectre du signal (premières raies)

### I- Analyse spectrale

- 1) Donner les valeurs des fréquences  $f_2$ ,  $f_3$ ,  $f_4$  des trois premières harmoniques (à renseigner dans le tableau 1).

$$f_1 = 800\text{Hz}, \quad f_2 = \quad \quad \quad f_3 = \quad \quad \quad f_4 =$$

- 2) Donner l'expression temporelle de chacune des composantes du signal. On notera respectivement  $\phi_1$ ,  $\phi_2$ ,  $\phi_3$  et  $\phi_4$ , les phases à l'origine de ces tensions. Préciser les valeurs des amplitudes maximales, et les reporter dans le tableau 1.

$$V_1(t) =$$

$$V_2(t) =$$

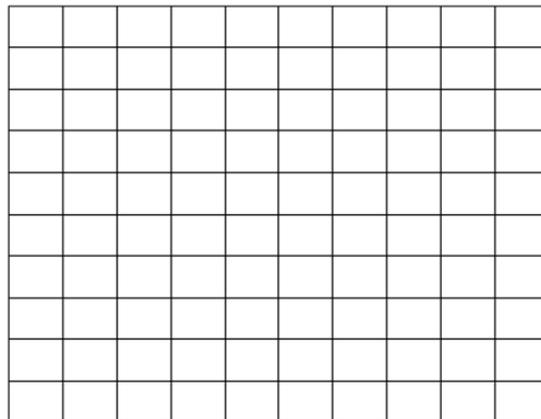
$$V_3(t) =$$

$$V_4(t) =$$

- 3) Exprimer la valeur efficace du signal  $V_e(t)$ , dans l'hypothèse où les autres harmoniques seraient négligeables.

On visualise le spectre en utilisant un analyseur de spectre tel que celui vu en TD (résistance d'entrée  $50 \Omega$ ). L'écran est donné sur la figure 3, mais il vous faut le compléter, et apporter des informations complémentaires, listées dans les questions qui suivent.

Ref 0 dBm,    dB/Div



start 0.4 kHz

stop 4.2kHz

**Figure 3 :** Ecran de l'analyseur à compléter

- 4) Quelles sont les valeurs en dBm des quatre raies à observer ? Donner la formule utilisée, puis compléter le tableau 1.

Fréquence	$f_1 = 800\text{Hz}$	$f_2 =$	$f_3 =$	$f_4 =$
Valeur efficace (V)				
Valeur maximale (V)				
Amplitude en dBm				

**Tableau 1 :** Caractéristique du fondamental et des trois premières harmoniques

5) Quelle échelle choisissez-vous ?

6) Quel est le span choisi ?

7) Quel RBW choisissez-vous ?

8) Compléter finalement la figure 3.

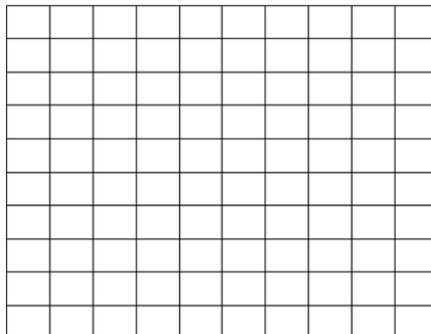
## II- Conversion analogique numérique

Le signal issu du capteur est filtré, puis échantillonné avant d'entrer dans le convertisseur analogique numérique (Figure 1).

9) Quel est le rôle du filtre placé en amont de l'échantillonneur-bloqueur ? Comment le nomme-t-on ? De quel type de filtre (passe-haut, passe-bas, passe-bande ou coupe-bande) s'agit-il ?

10) Que pensez-vous du choix de la fréquence de coupure du filtre (justifier) ?

11) Dessiner le spectre du signal à la sortie du filtre si celui-ci est considéré comme idéal.



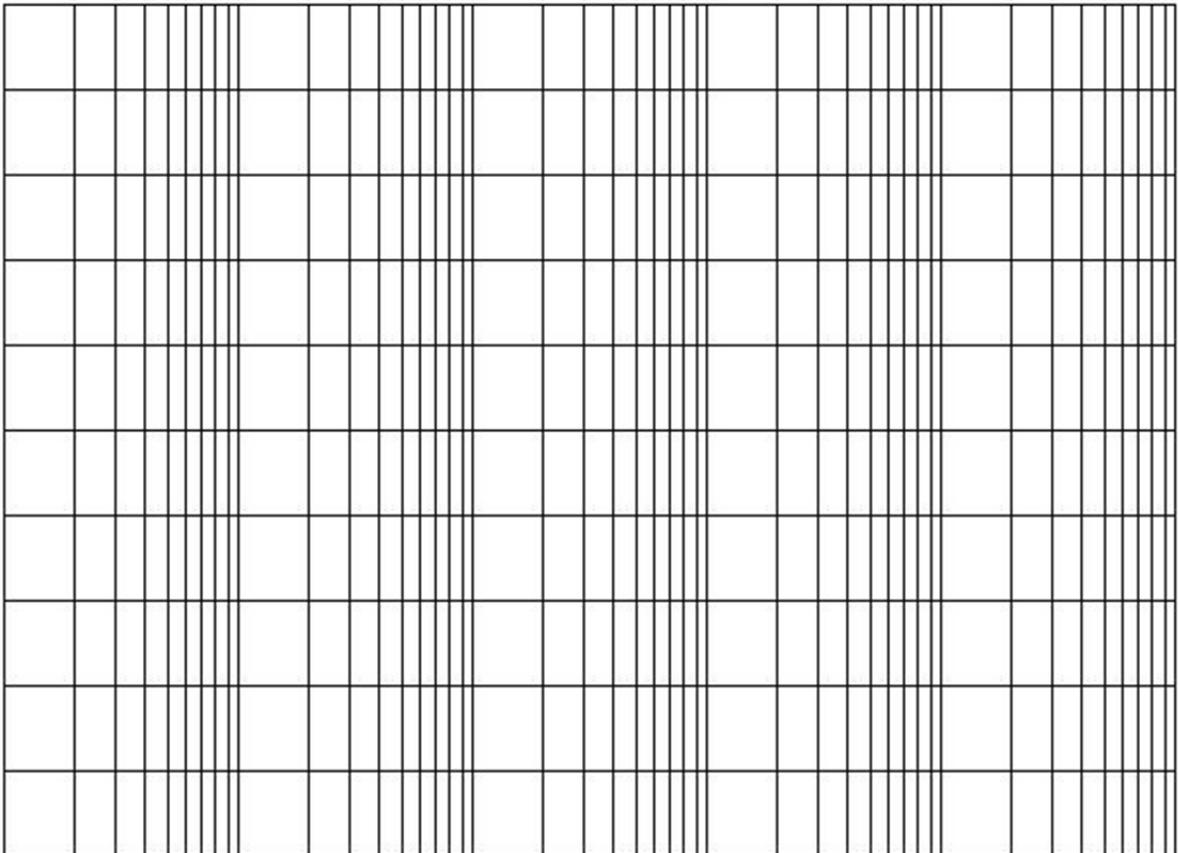
12) Quelle est la valeur efficace du signal en sortie du filtre ?

13) Justifier la présence d'un échantillonneur-bloqueur avant le convertisseur.

### III- Filtrage analogique

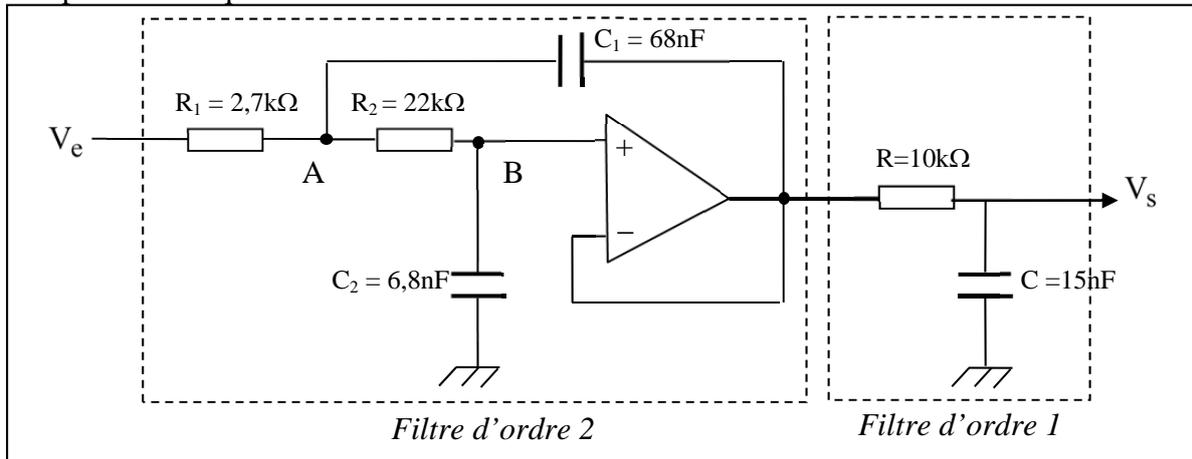
Pour répondre aux besoins de la première partie, on souhaite concevoir un filtre d'ordre 3, de gain égal à 1 en basse fréquence et de fréquence de coupure  $f_{-3dB} = 1\text{kHz}$ .

14) Tracer le graphe asymptotique de Bode du module de la fonction de transfert de ce filtre.



15) En utilisant ce graphe, donner approximativement la valeur efficace de la composante de fréquence  $f_2$  et de celle de la composante de fréquence  $f_3$ , à la sortie de ce filtre. Expliquer votre démarche, puis commenter le résultat obtenu.

Pour réaliser ce filtre, on envisage d'utiliser le schéma de la figure 4 avec les valeurs des composants indiquées.

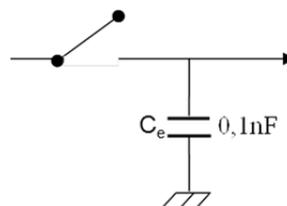


**Figure 4 :** Filtre de Butterworth du 3<sup>ème</sup> ordre de fréquence de coupure  $f_{-3dB} = 1\text{kHz}$

### Etude du filtre du premier ordre

16) Déterminer la fonction de transfert **littérale**  $H_1(j\omega)$  du filtre d'ordre 1. Calculer sa fréquence de coupure.

17) L'échantillonneur bloqueur est un interrupteur commandé qui relie, ou non, la sortie du montage précédent à un condensateur de  $C_e$  de 0,1 nF (cf figure 5). Dessiner le montage du filtre d'ordre 1 chargé par l'échantillonneur bloqueur, lorsque l'interrupteur est fermé. Que devient dans ce cas la fonction de transfert  $H_1(j\omega)$  en charge ? Déterminer en particulier la nouvelle fréquence de coupure du montage ainsi réalisé.



**Figure 5 :** Schéma de principe de l'échantillonneur bloqueur

- 18) La réponse du filtre dépend donc ici de l'impédance d'entrée de l'échantillonneur. Quelle modification dans le montage proposez-vous pour éviter cet inconvénient ? Proposer un schéma en le justifiant.

### Etude du filtre du deuxième ordre

- 19) En écrivant la loi des nœuds au nœud A, puis au nœud B du filtre du deuxième ordre, montrer que sa fonction de transfert  $H_2(j\omega)$  peut se mettre sous la forme suivante :

$$H(j\omega) = \frac{A_0}{1 - \left(\frac{\omega}{\omega_0}\right)^2 + j \frac{1}{Q} \frac{\omega}{\omega_0}}$$

avec  $A_0 = 1$ ,  $\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{R_1 R_2 C_1 C_2}}$  et  $Q = \frac{\sqrt{R_1 R_2}}{R_1 + R_2} \sqrt{\frac{C_1}{C_2}}$ .

- 20) Faire l'application numérique et calculer la fréquence de coupure de cet étage.

21) Quelle est la fonction de transfert  $H_f(j\omega)$  du filtre complet ? Dessiner le diagramme asymptotique de Bode du module de  $H_f(j\omega)$ .

