

Activité expérimentale - Filtrage de signaux



Capacités développées ou évaluées lors de ce TP

- Identifier une fonction de filtrage
- Concevoir et réaliser un filtre adapté à une fonction donnée

Il est rare qu'un chercheur ou un ingénieur ait directement un filtre parfaitement adapté à ce qu'il veut faire : on doit d'abord comprendre quelle fonction de filtrage est indispensable, puis le construire avec les bons composants, et enfin, vérifier que la fonction prévue est bien réalisée. Ce TP propose que vous réalisiez ces trois étapes pour deux applications "concrètes"¹

I) Première partie : isoler une tension continue

Dans cette partie, nous utiliserons un GBF, un oscilloscope et les boites à décades R, L et C.

On considère un capteur de température fournissant une tension proportionnelle à la température. Sur un moteur thermique, la rotation du moteur peut perturber cette tension. L'influence du régime moteur de pulsation ω_1 impacte la tension modélisée sous la forme : $U(t) = U_0 + U_1 \cos \omega_1 t$ où $U_1 \cos \omega_1 t$ représente la perturbation due au moteur. Seule la valeur de U_0 est intéressante : on souhaite donc isoler la composante continue et réduire l'amplitude des oscillations. Pour simuler cette situation expérimentale, on prendra $U_0 = 2,0 \text{ V}$, $U_1 = 0,5 \text{ V}$ et $f = 1,0 \text{ kHz}$.

1. En utilisant les équivalents hautes et basse fréquences des dipôles usuels, proposer un filtre passe-bas adapté **utilisant seulement un condensateur et une résistance**. Vous exposerez votre proposition à l'aide d'un schéma électrique, obligatoirement accompagné des valeurs justifiées des composants choisis.



Manipulons...

- Régler le GBF pour fournir une tension $U(t)$ comme celle proposée avec $U_0 = 4,0 \text{ V}$, $U_1 = 0,5 \text{ V}$ et $f = 1,0 \text{ kHz}$.
- Réaliser le filtre permettant de réduire l'amplitude des oscillations.
- Mesurer l'amplitude des fluctuations à la fréquence de $1,0 \text{ kHz}$ autour de la valeur moyenne. On pourra utiliser le mode AC sur chacune des deux voies pour mesurer facilement l'amplitude des oscillations, ainsi que la fonction de moyennage si le signal est trop bruité (*Acquire* → *Average*)

2. Rendre compte des résultats de l'expérience précédente.

3. Montrer que la tension de sortie du filtre s'écrit

$$S(t) = U_0 + \frac{U_1}{\sqrt{1 + \left(\frac{\omega_1}{\omega_0}\right)^2}} \cos(\omega_1 t + \varphi)$$

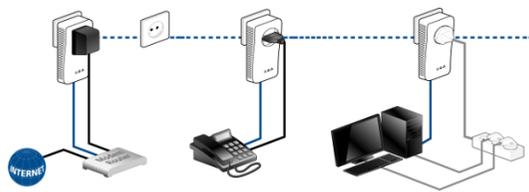
et établir les expressions de ω_0 et φ .

4. Comparer les valeurs théoriques et mesurées de l'amplitude des fluctuations de fréquence $f_1 = 1,0 \text{ kHz}$.
5. Si la tension utile U_0 dépend également du temps, quelle contrainte doit qualitativement vérifier sa fréquence pour que cette composante ne soit pas atténuée par le filtre ?

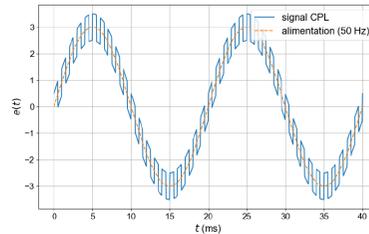
II) Deuxième partie : isoler une tension variable

Le CPL ou *courant porteur en ligne* consiste à faire transiter des informations numériques en utilisant les câbles d'alimentation domestiques. Un signal haute fréquence contenant les informations numériques haute fréquence est alors superposé à la tension du secteur à 50 Hz .

1. En fait, deux simulations de situations concrètes, car on reste dans une salle de TP de lycée...

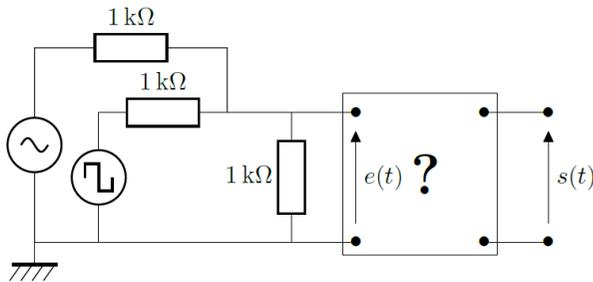


Schema de principe du CPL



Exemple (simplifié) de signal CPL

Pour simuler ce signal, on réalise le schéma suivant à l'aide d'un montage nommé sommateur :



Manipulons...

- Régler les deux voies du GBF, l'une avec une tension crête de 1,0V d'amplitude pour une fréquence de 10 kHz, l'autre pour une tension sinusoïdale d'amplitude 5,0V pour une fréquence de 50 Hz.
- Réaliser le montage ci-dessus et vérifier que la tension $e(t)$ est conforme à l'allure attendue.
- Concevoir et réaliser un filtre permettant de récupérer sur $s(t)$ uniquement la composante crête. Le filtre (?) devra utiliser une ou des résistances de l'ordre de 100 kΩ obligatoirement.



A rendre pour la fin de la séance :

- Rédiger un compte rendu et inclure la grille de compétences.

6. Expliquer votre démarche, votre conception du filtre et les résultats de celui-ci. Trouver un critère permettant de mesurer son « efficacité » et effectuer cette mesure.
7. Pourquoi les résistances du filtre doivent-elles obligatoirement être de l'ordre de 100 kΩ ?

Compétences évaluées

Noms et prénoms du binôme :

—

—

Cette grille d'évaluation sert à vérifier que savez faire les étapes expérimentales importantes. Les compétences en **gras** sont évaluées pendant le TP : faites appel à votre professeur lorsque vous êtes prêts/prêtes à les valider.

Compétence travaillée	Points
Analyser une fonction de filtrage	/2
Réaliser un filtre simple	/2
Valider un résultat théorique	/2
Effectuer des mesures adaptées à l'aide d'un oscilloscope	/2
Prendre des initiatives dans un environnement moins guidé (partie 2)	/2
Note finale	/10

Remarques :

Matériel

MP/MPI Vendredi 8h/12h Pascal Bertin

- R, L et C à décades
- 3 résistances de $1k\Omega$
- GBF + oscilloscope
- Matrice à composants pour branchement (pour composants à cavalier)