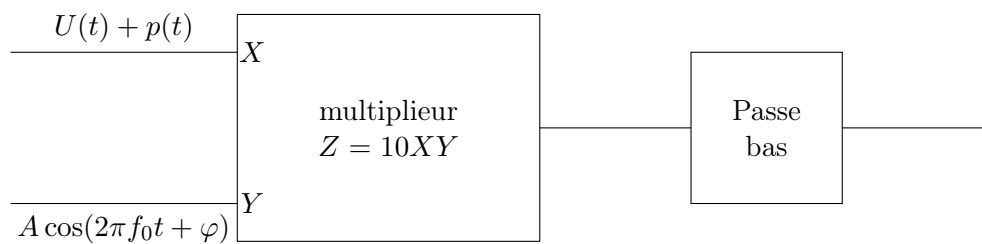


Débruitage d'un signal par détection synchrone

Énoncé

On considère un signal $U(t) = U \cos(2\pi f_0 t)$ dont l'amplitude U est porteuse d'une information que l'on souhaite mesurer. À $U(t)$ s'est ajouté un signal parasite $p(t) = P \cos(2\pi f_P t)$ empêchant la mesure de U . Connaissant la fréquence f_0 , on propose d'utiliser une détection synchrone afin de récupérer U , comme illustré sur le schéma ci-dessous. Pour cela on utilise un signal de référence parfaitement connu de même fréquence f_0 que le signal intéressant mais de phase φ a priori différente.



1. Déterminer le signal en sortie du multiplieur.
2. Tracer le spectre de ce signal.
3. Choisir la fréquence de coupure du filtre passe-bas afin de ne récupérer que le terme de fréquence nulle.
4. Proposer un filtre passif du second ordre pour réaliser cette opération.
5. Quelle valeur de φ doit-on choisir pour effectuer la mesure de U la plus précise?
6. À quoi sert un tel dispositif? Proposer une application.

Corrigé

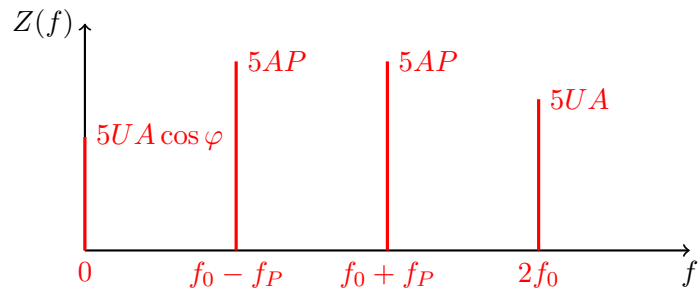
1. On a, en utilisant les formules de trigonométrie usuelles :

$$Z(t) = 10(U(t) + p(t))A \cos(2\pi f_0 t + \varphi) \quad (1)$$

$$= 10A[U \cos(2\pi f_0 t) \cos(2\pi f_0 t + \varphi) + P \cos(2\pi f_P t) \cos(2\pi f_0 t + \varphi)] \quad (2)$$

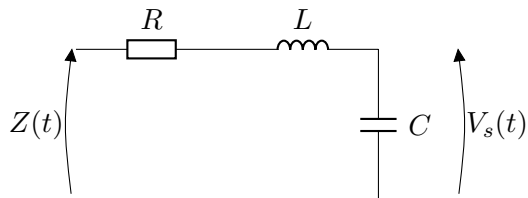
$$Z(t) = 5A[U(\cos \varphi + \cos(4\pi f_0 t + \varphi)) + P(\cos(2\pi(f_0 - f_P)t + \varphi) + \cos(2\pi(f_0 + f_P)t + \varphi))] \quad (3)$$

2. Le spectre de ce signal est présenté ci-dessous.



3. Il faut que la fréquence de coupure soit telle que $f_C \ll f_0 - f_P$.
4. On propose le circuit suivant, qui a pour fonction de transfert :

$$H(\omega) = \frac{1}{1 + jRC\omega - LC\omega^2}$$



5. Il faut maximiser l'amplitude du signal de fréquence nulle, soit $|\cos \varphi| = 1 \Leftrightarrow \varphi = 0[\pi]$.
6. Un tel dispositif permet de détecter un signal faible devant l'amplitude d'un signal parasite (bruit). On l'utilise par exemple pour mesurer de faibles fluctuations de température.