

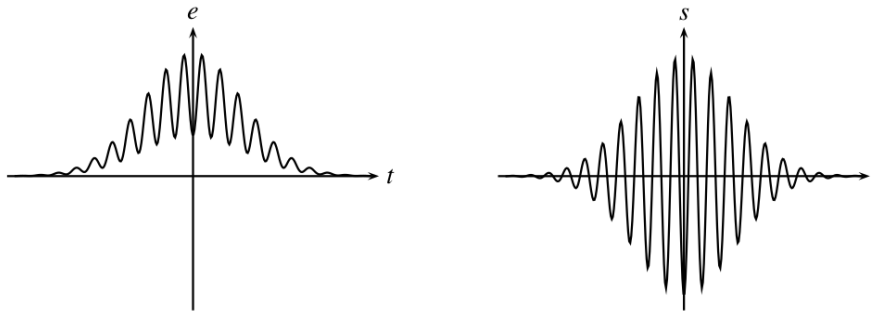
TD 9 : Filtrage linéaire

1 Filtrage par un premier ordre

Rappeler la fonction de transfert canonique d'un passe-bas du premier ordre. Quelle est la sortie du montage si l'entrée vaut $e(t) = E \sin^3(\omega_0 t)$? On précise $\sin^3 \theta = \frac{3}{4} \sin \theta - \frac{1}{4} \sin 3\theta$.

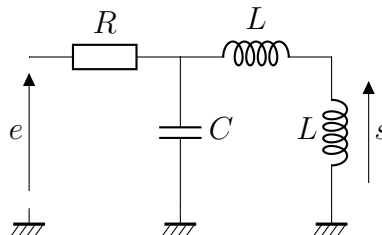
2 Filtrage graphique

Quel type de filtre permet-il de passer du signal e au signal s ? Expliquer.



3 Filtre de Hartley

On réalise le montage ci-après.

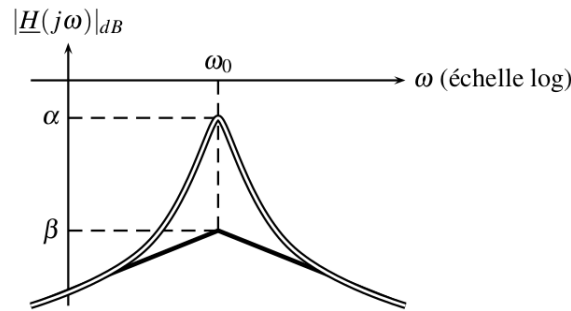


1. Établir sa transmittance $H(p)$ sous la forme :

$$H(p) = \frac{H_0 2m \frac{p}{\omega_0}}{1 + 2m \frac{p}{\omega_0} + \frac{p^2}{\omega_0^2}},$$

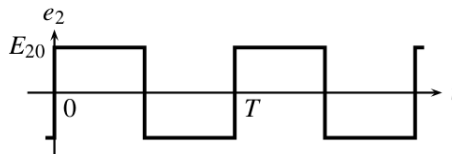
et exprimer H_0 , m et ω_0 en fonction de R , L et C .

2. Dans le cas où $L = 1,0 \text{ mH}$, $C = 100,0 \text{ nF}$ et $R = 10,0 \text{ k}\Omega$, le diagramme de Bode en amplitude a l'allure présentée ci-dessous. Identifier les pentes des asymptotes, les valeurs de α et β . En déduire l'allure du diagramme de Bode en phase.



3. Le montage peut-il servir d'intégrateur ou de dérivateur ? Si oui, dans quelle bande de fréquence ?
4. On étudie la sortie $s_1(t)$ associée à l'entrée $e_1(t) = E_0 + E_1 \cos(\omega_1 t)$ où $\omega_1 = 1/\sqrt{2LC}$. Comment réaliser expérimentalement ce signal au laboratoire d'électronique ?
5. Calculer l'expression littérale de la sortie $s_1(t)$, observée sur l'oscilloscope en régime permanent.
6. On étudie maintenant la sortie $s_2(t)$ associée au signal créneaux $e_2(t)$, de période $T = 6\pi\sqrt{2LC}$, d'amplitude $E_{20} = 1$ V. Il est décomposable en série de Fourier. On donne

$$e_2(t) = \frac{4E_{20}}{\pi} \left[\sin(\omega_2 t) + \frac{\sin(3\omega_2 t)}{3} + \frac{\sin(5\omega_2 t)}{5} + \dots + \frac{\sin[(2n+1)\omega_2 t]}{2n+1} + \dots \right].$$



Calculer la valeur efficace E_{2eff} de e_2 .

7. Tracer l'allure du spectre de e_2 . Préciser numériquement les pulsations correspondantes aux 3 premières harmoniques.
8. Calculer numériquement les amplitudes des 3 premières harmoniques du signal de sortie s_2 . Justifier alors le nom de « tripleur de fréquence » donné au montage. Préciser l'expression numérique de $s_2(t)$.
9. On alimente dorénavant le montage avec un échelon $e_3(t)$ de hauteur $E_{30} = 1$ V. La sortie est notée $s_3(t)$. Tracer l'allure de cet échelon. À quoi sert un essai indiciel ?
10. En admettant que $\frac{ds_3}{dt}(0^+) = E_{30}/2RC$, établir l'expression numérique de $s_3(t)$. Les valeurs numériques permettront de grandement simplifier la résolution de l'équation différentielle. Que dire de la pseudopulsation qui apparaît dans le résultat ?