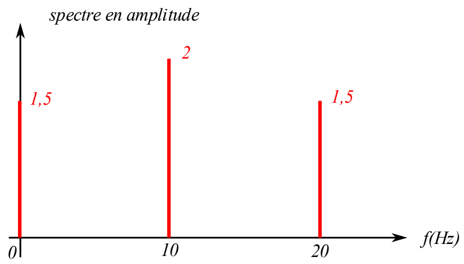
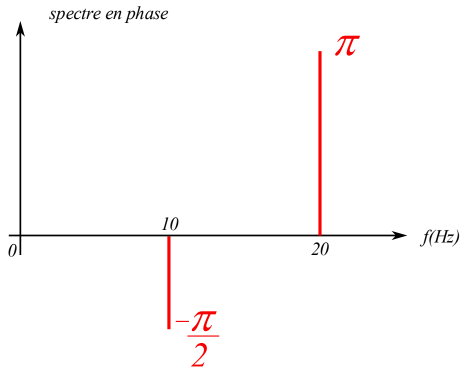
Solutions d'exercices d'électronique feuille 2 2025-2026

1 On considère le signal : $e(t) = 2\cos\left(20\pi t - \frac{\pi}{2}\right) + 3\sin^2(20\pi t)$. Pour trouver sa représentation spectrale (amplitude et phase), il faut le mettre sous la forme d'une somme de cosinus :

$e(t) = 2\cos\left(20\pi t - \frac{\pi}{2}\right) + 3\left(\frac{1-\cos(40\,\pi t)}{2}\right) = \frac{3}{2} + 2\cos\left(20\pi t - \frac{\pi}{2}\right) + \frac{3}{2}\cos(40\,\pi t + \pi)$.

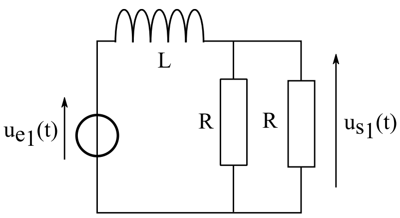
D'où le spectre en échelle linéaire ci-contre :

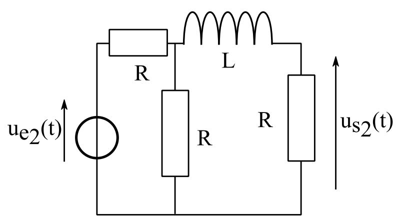




3

1°) $\underline{H}_1(j\omega) = \frac{R}{R+2jL\omega}$ $\underline{H}_2(j\omega) = \frac{R}{3R+2jL\omega}$





On reconnait donc deux filtres passe-bas d'ordre 1.

2°) En en très haute fréquence, les bobines peuvent être remplacées par des interrupteurs ouverts.
Dans le montage de gauche, il n'y a donc pas de courant dans les résistances, donc $u_{s1} = 0$. De même, pour le second montage, il n'y a pas de courant dans la résistance de droite, donc $u_{s2} = 0$.
En très basse fréquence, on peut remplacer les bobines par des fils.
Pour le premier montage, cela donne $u_{s1} = u_{e1}$.
Pour le premier montage, cela donne (après avoir regroupé les deux résistances verticales, puis appliqué le pont diviseur de tension) $u_{s2} = \frac{u_{e2}}{3}$.

3°) Les équations différentielles liant les tensions d'entrée et de sortie :
$R\,u_{s1}(t) + 2L\frac{du_{s1}}{dt}(t) = R\,u_{e1}(t)$ puis $3R\,u_{s2}(t) + 2L\frac{du_{s2}}{dt}(t) = R\,u_{e2}(t)$

4

1°) $H_1(p) = \frac{3p}{2-5p}$ instable;

$H_2(p) = \frac{1-2p}{1+3p}$ stable ;

$H_3(p) = \frac{-2p}{p^2+2+5p}$ stable ;

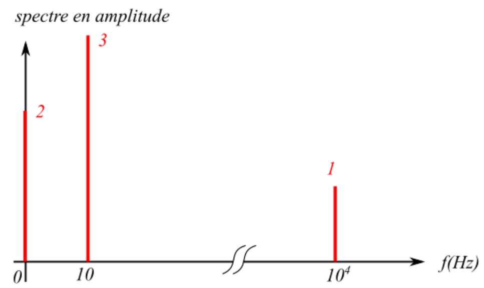
$H_4(p) = \frac{1-3p}{2+p^2-5p}$ instable ;

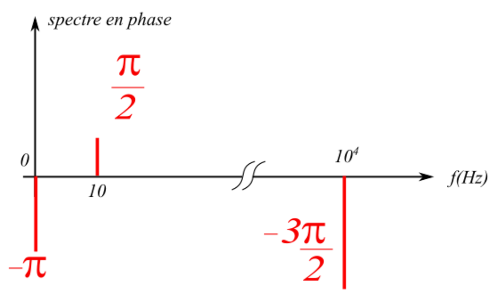
$\underline{H}_5(j\omega) = \frac{2-3j\omega}{3+2\omega^2+5j\omega}$ instable

5 1°) Le signal $e(t) = -2 + 3\cos(20\pi t + \pi/2) + \sin(2{,}0.10^4\pi t - \pi)$ peut encore s'écrire :

$e(t) = +2\cos(0-\pi) + 3\cos(2\pi \times 10 \times t + \pi/2) + 1\cos\left(2\pi \times 10^4 t - \frac{3\pi}{2}\right)$.

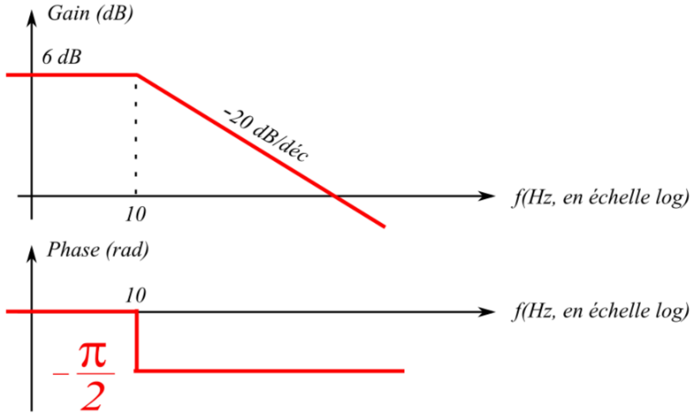
Sa représentation spectrale (amplitude et phase) en échelle linéaire est donc celle donnée ci-contre



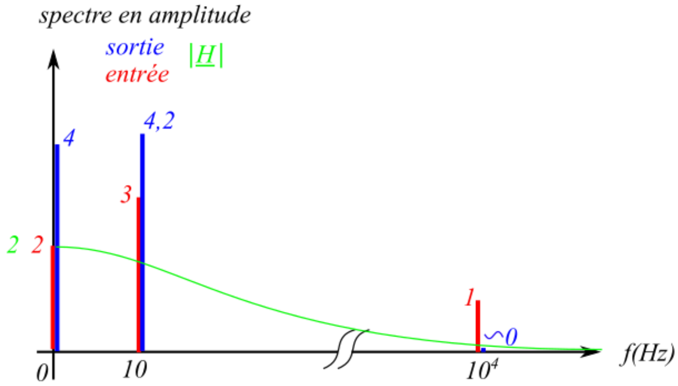


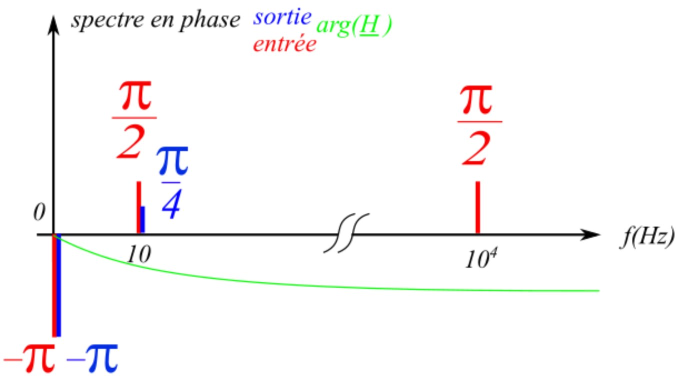
2°) On considère la fonction de transfert $H(p) = \frac{2}{1+\frac{0{,}05}{\pi}p}$. La constante de temps est $\tau = \frac{0{,}05}{\pi}$, donc la fréquence de coupure à -3 dB est $f_c = \frac{1}{2\pi\tau} = \frac{1}{0{,}1} = 10$ Hz.

Ses diagrammes de Bode asymptotiques sont donnés ci-contre.



3°) Le module et l'argument de sa fonction de transfert en régime harmonique sont donnés en fonction de la fréquence, en échelle linéaire ci-dessous.





4°) On en déduit la représentation spectrale de la sortie, en échelle linéaire, lorsque le signal d'entrée est e(t) (à gauche, même figure que pour le 3°).

L'allure du signal temporel e(t) est similaire au signal noir de l'exercice 6 ci-dessous, mais la composante continue est négative, et la composante haute fréquence est 10 fois plus rapide, et d'amplitude 5 fois plus grands.

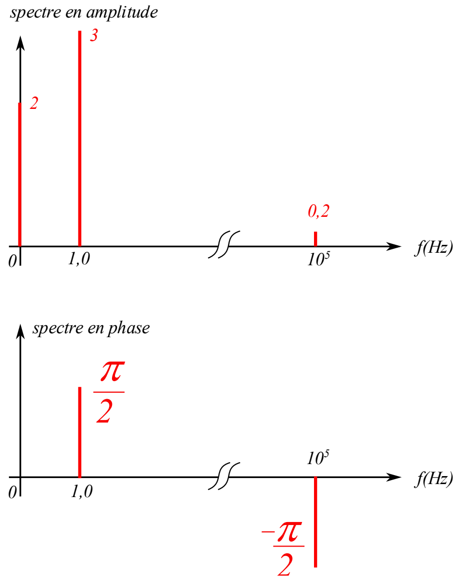
Pour s(t), on a juste une sinusoïde d'amplitude 4,2 et de basse fréquence (10 Hz), centrée non pas sur 0 mais sur -4 V.

6 On considère le signal suivant : $e(t) = 2 + 3\cos(2\pi t + \pi/2) - 0{,}2\sin(2{,}0.10^5\pi t + \pi)$.

1°) $e(t) = 2 + 3\cos(2\pi t + \pi/2) - 0{,}2\sin(2{,}0.10^5\pi t + \pi)$

$e(t) = 2 + 3\cos(2\pi t + \pi/2) + 0{,}2\cos\left(2{,}0.10^5\pi t - \frac{\pi}{2}\right)$.

Représentation spectrale (amplitude et phase) cf ci-contre.



2°) On considère la fonction de transfert est $H(p) = \frac{5p}{\pi.10^4+5p}$.

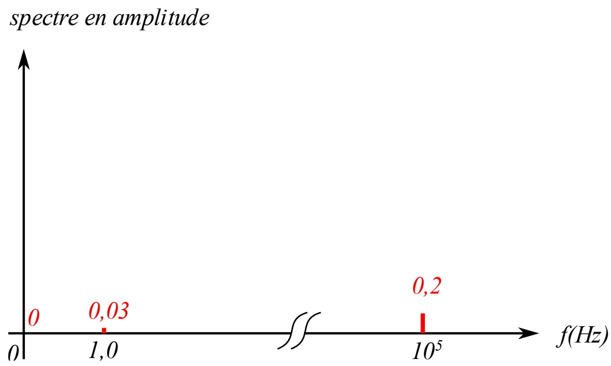
Ou encore $H(p) = \frac{\frac{5}{\pi.10^4}p}{1+\frac{5}{\pi.10^4}p} = \frac{\frac{p}{2\pi.10^3}}{1+\frac{p}{2\pi.10^3}}$. On reconnait la fonction de transfert d'un filtre passe-haut de fréquence de coupure à -3dB $f_c = 1{,}0$ kHz.

Diagrammes de Bode asymptotiques : pour ;le gain, une pente à +20 dB/décade puis un plateau à 0dB (la cassure étant à 1 kHz). Pour la phase, $\pi/2$ puis 0.

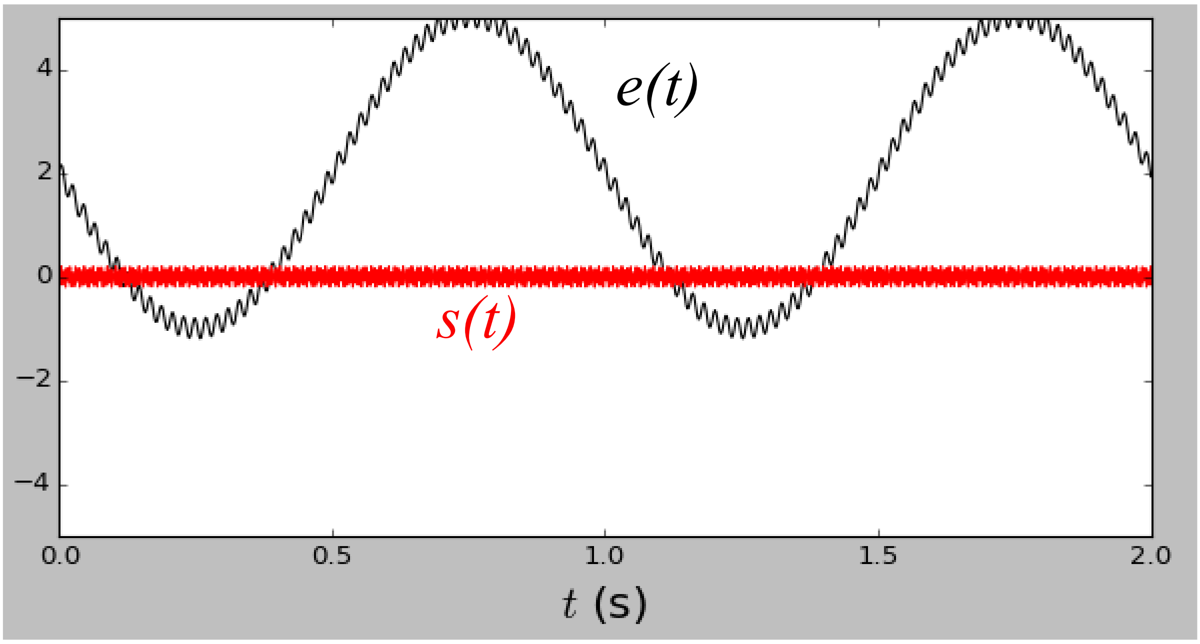
3°) Module : une courbe qui monte doucement de 0 à 1, en passant par la valeur $1/\sqrt{2}$ à 1, 0 kHz.

Argument : courbe qui descend doucement de $\frac{\pi}{2}$ à 0, en passant par $\frac{\pi}{4}$ à 1,0 kHz.

4°) Représentation spectrale en amplitude de la sortie s(t) lorsque le signal d'entrée est e(t) : cf ci-contre.



5°) Allures des signaux temporels e(t) et s(t) : ci-dessous



La suite arrive …