SERIE D'EXERCICES N° 7 : ELECTROCINETIQUE : FILTRES PASSIFS EN REGIME SINUSOÏDAL FORCE

Bande passante.

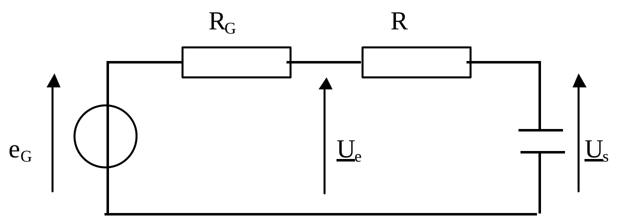
Exercice 1.

On considère la fonction de transfert du premier ordre fondamental, d'expression $\underline{H}(jx) = \dfrac{H_0}{1+jx}$ avec $x = f/f_0$.

1. Déterminer l'expression de la bande passante à -3 dB , notée B_{3dB} .
2. Déterminer l'expression de la bande passante à $-n$ dB , notée B_{ndB} .

Exercice 2.

1. On considère le circuit RC commandé par un générateur de f.e.m $e_G(t)$ et de résistance interne R_G avec $C = 1$ nF .



Déterminer l'expression de la fonction de transfert complexe $\underline{H}(j\omega) = \dfrac{\underline{U}_s}{\underline{U}_e}$ en fonction de ω et $\tau = RC$.

Calculer la valeur de R pour obtenir une bande passante à -3 dB : $B_{3dB} = 100$ kHz .

2. Déterminer l'expression $\underline{H}'(j\omega) = \dfrac{\underline{U}_s}{\underline{E}_G}$ en fonction de ω et τ' constante de temps que l'on définira en fonction de R , R_G et C .

En déduire l'expression de la nouvelle bande passante à -3dB : B'_{3dB} en fonction de R , R_G et B_{3dB} . A.N. : $R_G = 9\,R$.

3. On branche en parallèle, aux bornes de C , une résistance d'utilisation $R_u = 10$ kΩ .

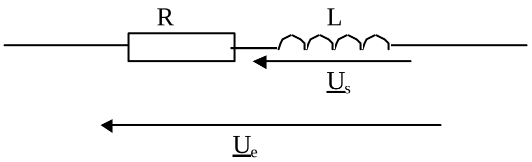
Déterminer l'expression $\underline{H}''(j\omega) = \dfrac{\underline{U}_s}{\underline{E}_G}$ en fonction de ω , H_0 transfert statique et τ'' constante de temps. On définira H_0 et τ'' en fonction de Ru , R , R_G et C . En déduire l'expression de la nouvelle bande passante à -3dB : B''_{3dB} en fonction de Ru , R , R_G et C .

Calculer B'' , comparer à B' .

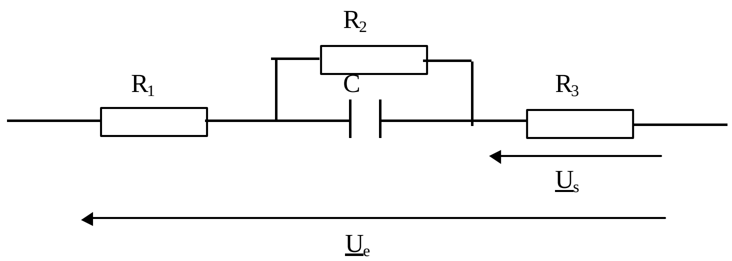
Filtres passifs du premier ordre.

Exercice3.

1. Prévoir le comportement asymptotique du filtre ci-dessous.
2. Calculer la fonction de transfert $\underline{H}(jx) = \dfrac{\underline{U}_s}{\underline{U}_e}$ où x est la pulsation réduite que l'on exprimera en fonction des données.
3. Etablir le diagramme de Bode.



Exercice 4.



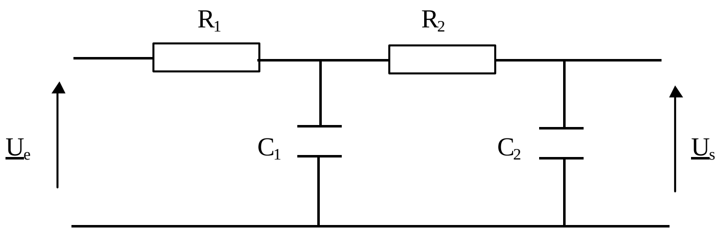
On considère le filtre ci-dessous avec : $R_1 = R_3 = 1\ k\Omega$; $R_2 = 18\ k\Omega$; $C = 100\ nF$.
1. Prévoir le comportement asymptotique de ce filtre.
2. Calculer la fonction de transfert $\underline{H}(j\omega) = \dfrac{\underline{U}_s}{\underline{U}_e}$ et mettre cette fonction sous la forme : $\underline{H}(j\omega) = k\,\dfrac{1+j\omega\tau_1}{1+j\omega\tau_2}$.

Calculer k , τ_1 et τ_2 .
3. Etablir le diagramme de Bode en précisant les gains en décibels G pour les pulsations $1/\tau_1$ et $1/\tau_2$.

Filtres passifs du second ordre.

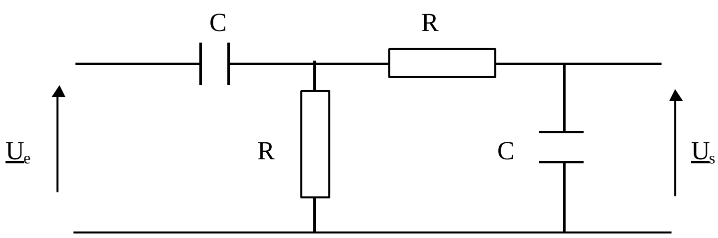
Exercice 5.
On considère le circuit de la figure.
1. Prévoir le comportement asymptotique de ce filtre.
2. Déterminer la fonction de transfert $\underline{H}(j\omega) = \dfrac{\underline{U}_s}{\underline{U}_e}$ sous la forme $\dfrac{1}{1-\alpha\omega^2 + j\beta\omega}$.
3. Montrer que l'on peut écrire $\underline{H}(j\omega) = \dfrac{1}{(1+j\frac{\omega}{a})(1+j\frac{\omega}{b})}$ où a et b sont solutions d'une équation du second degré que l'on explicitera.

On donne $R_1 = 100\ k\Omega$; $C_1 = 10\ nF$; $R_2 / R_1 = C_1 / C_2 = 5$. Déterminer les coefficients a et b (on introduira la constante de temps $\tau = R_1 C_1 = R_2 C_2$).
4. Etablir le diagramme de Bode en précisant les gains en décibels G pour les pulsations a et b .



Exercice 6.
On considère le quadripôle ci-dessous.
1. Prévoir le comportement asymptotique de ce filtre.
2. Calculer la fonction de transfert $\underline{H}(j\omega) = \dfrac{\underline{U}_s}{\underline{U}_e}$ en fonction de ω et ω_0 avec $R\,C\,\omega_0 = 1$.
3. Montrer que le dénominateur peut se mettre sous la forme d'un produit de fonctions du premier ordre : $(1+j\dfrac{\omega}{\omega_1})\,(1+j\dfrac{\omega}{\omega_2})$

ω_1 et ω_2 s'exprimant en fonction de ω_0 .
4. Etablir le diagramme de Bode.



Exercice 7.
Tracer le diagramme asymptotique de la fonction de transfert :

$$\underline{H}(j\omega) = \frac{(1+j\frac{\omega}{10\omega_0})(1+j\frac{\omega}{40\omega_0})}{(1+j\frac{\omega}{\omega_0})(1+j\frac{\omega}{100\omega_0})} \ .$$

Réponses (on donne ici les diagrammes asymptotiques de Bode).

Exercice 1.

1) $B = f_0$. 2) $B = f_0 \sqrt{10^{n/10} - 1}$.

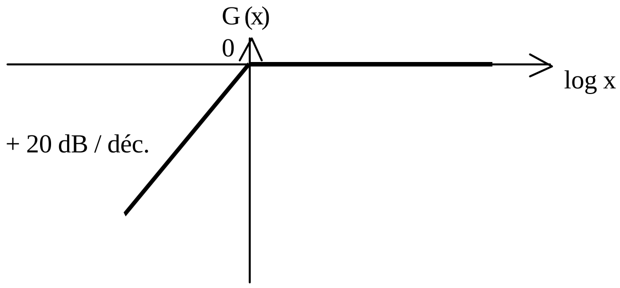
Exercice 2.

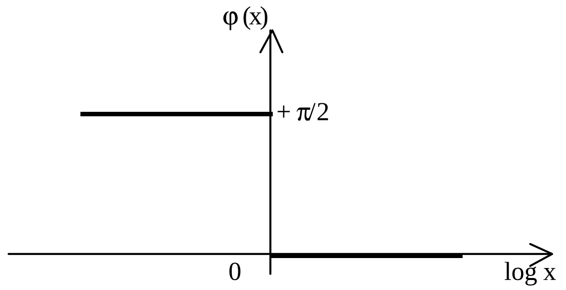
1) $\underline{H}(j\omega) = \dfrac{1}{1 + j\,\omega\,\tau}$ où $\tau = R\,C$; $R = 1 / (2\,\pi\,B\,C) = 1{,}6\ k\Omega$. 2) $\underline{H}'(j\omega) = \dfrac{1}{1 + j\,\omega\,\tau'}$ où $\tau' = (R + R_G)\,C$; $B' = \dfrac{1}{2\,\pi\,\tau'} = 10\ kHz$. 3) $\underline{H}''(j\omega) = \dfrac{H_0}{1 + j\,\omega\,\tau''}$ où $H_0 = \dfrac{R_u}{R_u + R + R_G}$ et $\tau'' = \dfrac{R_u\,(R + R_G)}{R_u + R + R_G}\,C$; $B'' = \dfrac{1}{2\,\pi\,\tau''} = 26\ kHz$.

Exercice 3.

1) Passe-haut. 2) $\underline{H}(jx) = \dfrac{j\,x}{1 + j\,x}$ où $x = \omega\,\tau = \omega\,\dfrac{L}{R}$.

3)

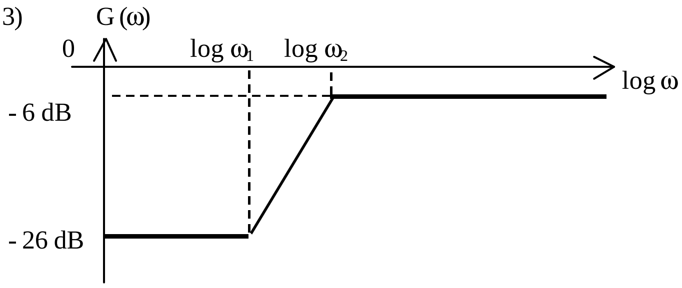


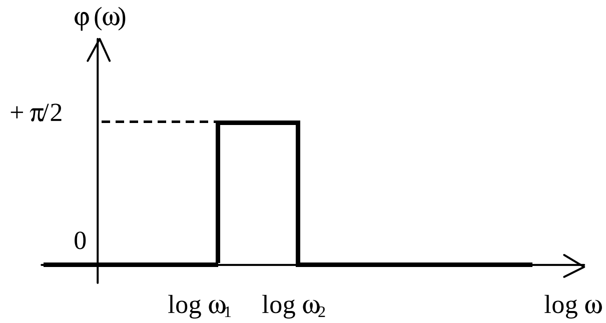


Exercice 4.

2) $k = \dfrac{R_3}{R_1 + R_2 + R_3}$; $\tau_1 = R_2\,C$; $\tau_2 = R_2\,C\,\dfrac{R_1 + R_3}{R_1 + R_2 + R_3}$.

3)



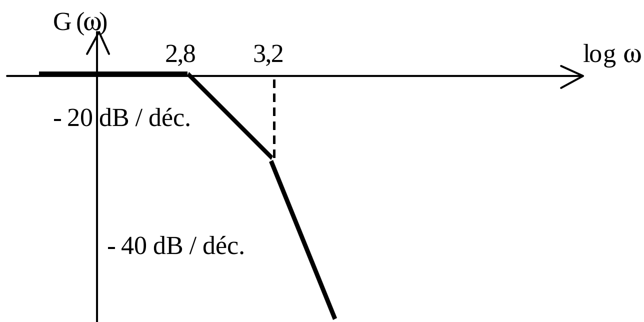


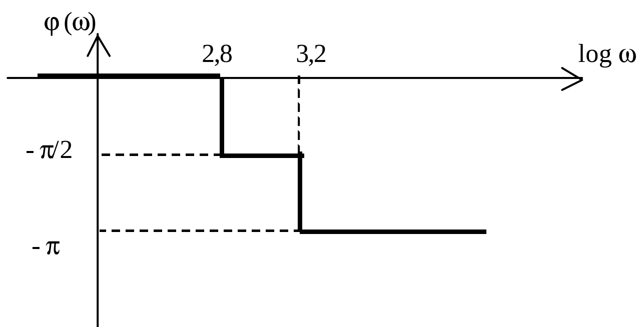
$G(1/\tau_1) = -23\ dB$ et $G(1/\tau_2) = -9\ dB$.

Exercice 5.

1) Passe-bas. 2) $\alpha = R_1\,R_2\,C_1\,C_2$ et $\beta = R_2\,C_2 + R_1\,(C_1 + C_2)$. 3) $\alpha\,x^2 - \beta\,x + 1 = 0$; $a = 0{,}64 / \tau = 0{,}64.10^3\ s^{-1}$ et $b = 1{,}6 / \tau = 1{,}6.10^3\ s^{-1}$.

4) log a = 2,8 ; log b = 3,2



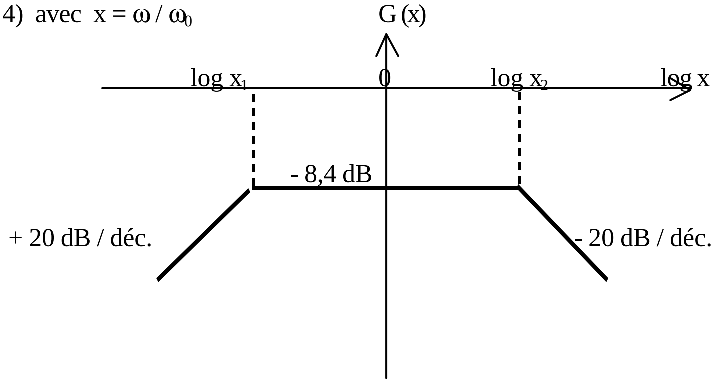


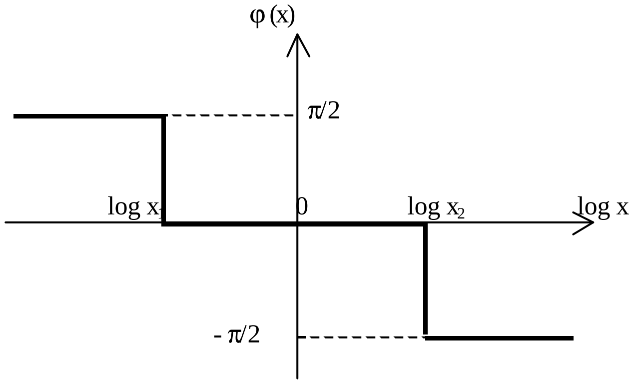
G(a) = - 3,6 dB et G(b) = - 11,6 dB .

Exercice 6.

1) Passe-bande. 2) $\underline{H}(j\omega) = \dfrac{j\dfrac{\omega}{\omega_0}}{1 + 3j\dfrac{\omega}{\omega_0} + (j\dfrac{\omega}{\omega_0})^2}$. 3) $\omega_1 = \dfrac{3-\sqrt{5}}{2}\,\omega_0$ et $\omega_2 = \dfrac{3+\sqrt{5}}{2}\,\omega_0$.

4) avec $x = \omega / \omega_0$





Exercice 7.