# FINAL

⌛ : 1h30 – 🖩 autorisée.

| NOM | Prénom | signature |
|---|---|---|
| | | |

**Exercice 1**

Un filtre est caractérisé par les diagrammes de Bode joints en annexe 1.

a. Ce filtre est ☐ actif ☐ d'ordre 1 ☐ coupe-bande

☐ passif ☐ d'ordre 2 ☐ passe haut

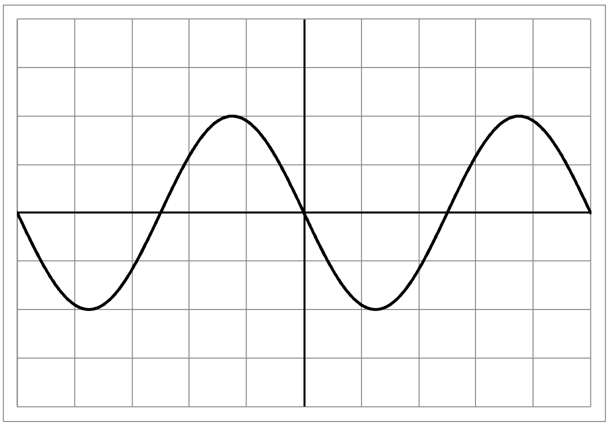
b. Graduer l'axe $\log x$ tracé entre les diagrammes sachant que la pulsation propre du filtre a pour valeur $\omega_0 = 2\pi.10^3\ rad.s^{-1}$. Détailler le calcul ici.

c. Le diagramme $G_{dB}(\log x)$ admet des asymptotes en $\pm\infty$ ; donner leurs équations.

En $-\infty$ : $G_{dB} =$ ; en $+\infty$ : $G_{dB} =$

d. Sur l'oscillogramme ci-dessous est représentée la tension d'entrée du filtre visualisée en voie (1) ; tracer sur le même oscillogramme la tension de sortie visualisée en voie (2).

Calculs :



base de temps : $1\ \mu s / div$

sensibilité voie 1 : $5\ V / div$

sensibilité voie 2 : $0,2\ V / div$

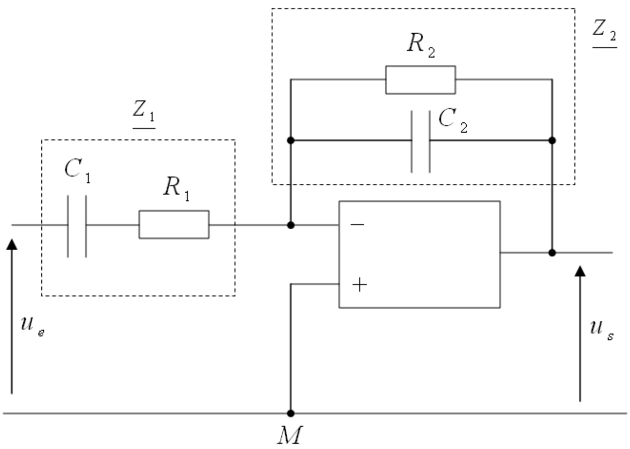
e. Si on fait varier la fréquence de la tension d'entrée, préciser la plage de fréquences pour laquelle la tension de sortie est :

- en avance par rapport à la tension d'entrée : ___________________________

- en retard par rapport à la tension d'entrée : ___________________________

**Exercice 2**

On considère le filtre schématisé ci-dessous.




a. Donner les expressions des impédances équivalentes encadrées :

$\underline{Z}_1 =$

$\underline{Z}_2 =$

b. Établir l'expression de la fonction de transfert sous la forme $\underline{H}(j\omega) = \dfrac{\underline{f}(j\omega)}{(1+j\omega\tau_1)(1+j\omega\tau_2)}$. Préciser les expressions de $\underline{f}$, $\tau_1$ et $\tau_2$. Les calculs seront détaillés au dos de la feuille précédente.

$\underline{H}(j\omega) =$

c. La fonction de transfert peut être mise sous la forme $\underline{H}(j\omega) = \dfrac{\underline{f}(j\omega)}{1 + j\dfrac{x}{Q} + (jx)^2}$. En déduire l'expression de la pulsation réduite $x$.

$x =$

**Exercice 3**

L'évolution d'un système est régie par l'équation différentielle $e(t) = 4\,s(t) + 2\,\dfrac{d^2 s(t)}{dt^2}$ où $e(t)$ est le signal d'entrée et $s(t)$, le signal de sortie. Déterminer $s(t)$ par la méthode des transformées de Laplace (table en annexe 2) sachant que les conditions initiales sont nulles et que $e(t) = e^{-t}.u(t)$.

Détailler les calculs au dos de la feuille précédente.

$s(t) =$

**Exercice 4**

Un filtre a pour fonction de transfert $\underline{H}(jx) = \dfrac{-x^2}{1 + 2mjx + (jx)^2}$ (où $m$ est un réel positif). Pour cet exercice, les calculs seront effectués au dos de la présente feuille.

a. Établir l'expression du gain en décibels de ce filtre : $G_{dB} =$

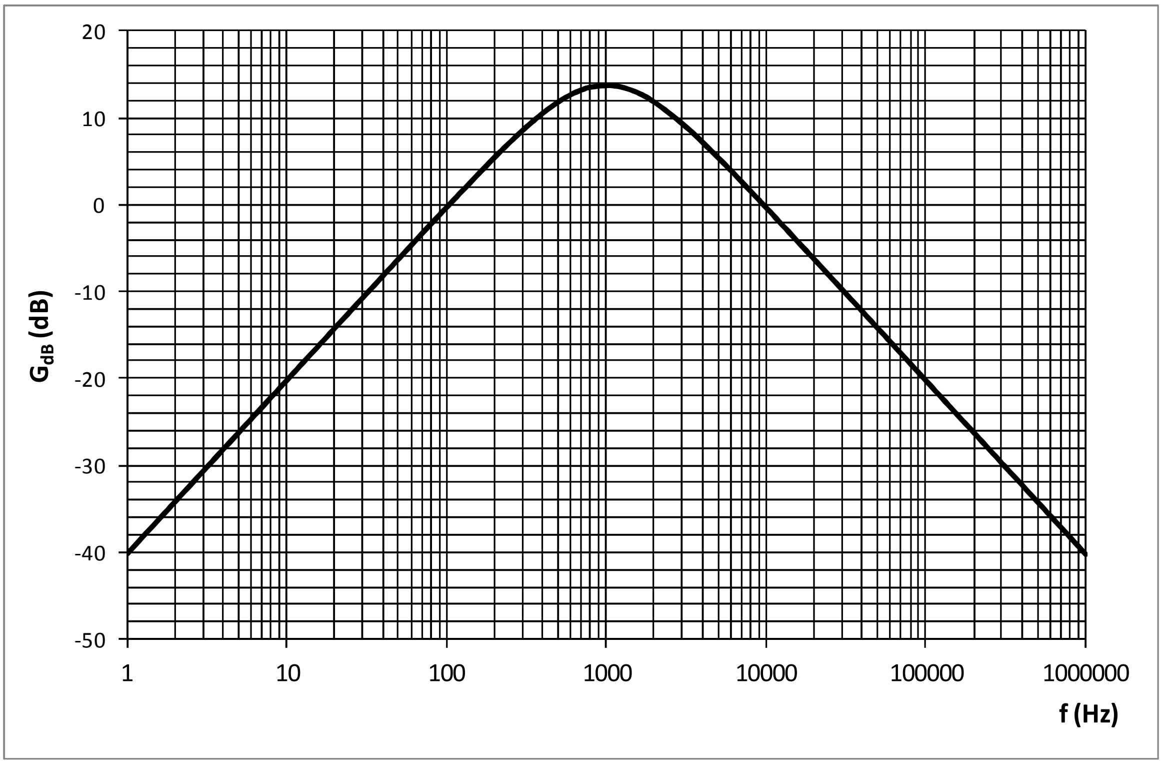
b. Établir l'expression du déphasage $\varphi(x)$ de la tension de sortie par rapport à la tension d'entrée.

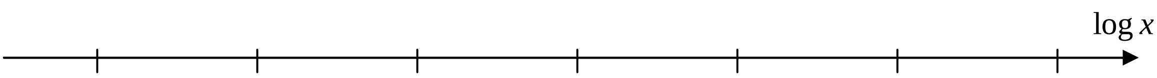
$\varphi(x) =$

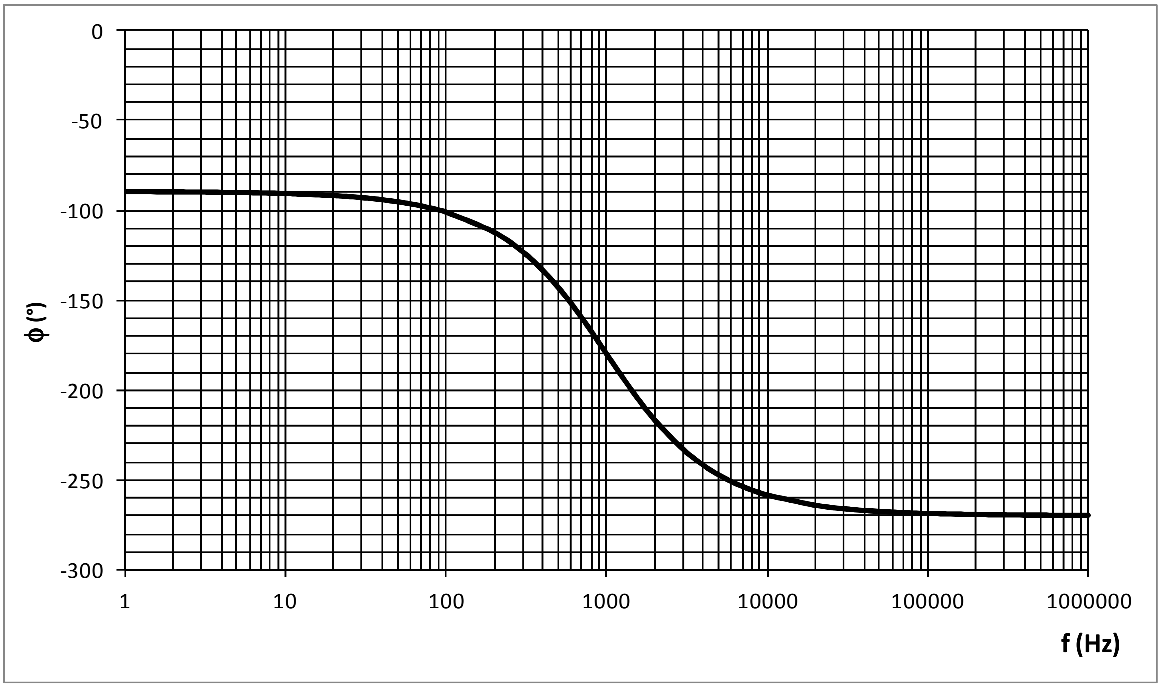
c. Tracer au dos de la dernière feuille les diagrammes asymptotiques $G_{dB}(\log x)$ et $\varphi(\log x)$.

d. Calculer $G_{dB}(x=1)$ pour $m = 0{,}1$ ; interpréter ce résultat. Tracer l'allure de $G_{dB}(\log x)$ à l'aide des asymptotes et de la valeur de $G_{dB}(x=1)$.

Annexe 1 : diagrammes de Bode exercice 1



Annexe 2 : table de transformées de Laplace

| F(p) | f(t) t > 0 |
|---|---|
| $1$ | Impulsion unitaire $\delta(t)$ de durée $t_0$ et d'amplitude $1/t_0$ |
| $I$ | Impulsion $\delta(t)$ de durée $t_0 \to 0$, d'amplitude A et d'intensité $I = A.t_0$ |
| $e^{-\tau p}$ | Impulsion unitaire retardée $\delta(t-\tau)$ |
| $\frac{1}{p}$ | Echelon unitaire $u(t)$ |
| $\frac{E}{p}$ | Echelon d'amplitude $E.u(t)$ |
| $\frac{1}{p}e^{-\tau.p}$ | Echelon unitaire retardé $u(t-\tau)$ |
| $\frac{1}{p}\left(1-e^{-\tau.p}\right)$ | Impulsion rectangulaire $u(t) - u(t-\tau)$ |
| $\frac{1}{p+a}$ | $e^{-at}.u(t)$ |
| $\frac{1}{1+\tau p}$ | $\frac{e^{-t/\tau}}{\tau}u(t)$ |
| $\frac{1}{p^2}$ | Rampe unité : $t.u(t)$ |
| $\frac{1}{p^n}$ n entier positif | $\frac{t^{n-1}}{(n-1)!}u(t)$ |
| $\frac{1}{p.(p+a)}$ | $\frac{1-e^{-at}}{a}u(t)$ |
| $\frac{1}{p.(1+\tau p)}$ | $\left(1-e^{-t/\tau}\right).u(t)$ |
| $\frac{1}{(p+a)^2}$ | $t.e^{-at}.u(t)$ |
| $\frac{1}{p^2.(1+\tau p)}$ | $(t-\tau+\tau.e^{-t/\tau}).u(t)$ |
| $\frac{1}{p.(1+\tau p)^2}$ | $\left(1-(1+\frac{t}{\tau})e^{-t/\tau}\right).u(t)$ |
| $\frac{1}{p^2.(1+\tau p)^2}$ | $\left(t-2\tau+(t+2\tau)e^{-t/\tau}\right).u(t)$ |
| $\frac{\omega}{p^2+\omega^2}$ | $\sin(\omega t).u(t)$ |
| $\frac{p}{p^2+\omega^2}$ | $\cos(\omega t).u(t)$ |
| $\frac{\omega}{(p+a)^2+\omega^2}$ | $e^{-at}.\sin(\omega t).u(t)$ |
| $\frac{p+a}{(p+a)^2+\omega^2}$ | $e^{-at}.\cos(\omega t).u(t)$ |