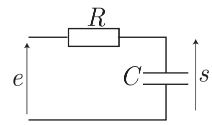
A6– Électronique et thermodynamique

⋆⋆ Exercice N°1–

On s'intéresse au filtre ci-dessous, pour lequel $R = 500\,\Omega$ et $C = 333$ nF. On injecte en entrée un signal T-périodique :

$$e(t) = \begin{cases} 1 \text{ si } 0 \leqslant t \leqslant \dfrac{T}{2} \\ 0 \text{ si } \dfrac{T}{2} \leqslant t \leqslant T \end{cases}$$



On rappelle que la décomposition en série de Fourier d'une fonction T-périodique :

$$f(t) = a_0 + \sum_{n=1}^{\infty} a_n \cos(n\omega t) + \sum_{n=1}^{\infty} b_n \sin(n\omega t)$$

a pour coefficients :

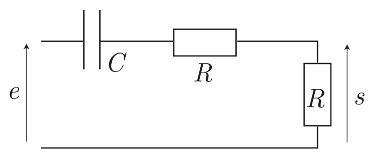
$$a_0 = \frac{1}{T}\int_0^T f(t)\,\mathrm{d}t \qquad a_{n\neq 0} = \frac{2}{T}\int_0^T f(t)\,\cos(n\omega t)\,\mathrm{d}t \qquad b_{n\neq 0} = \frac{2}{T}\int_0^T f(t)\,\sin(n\omega t)\,\mathrm{d}t$$

Donner l'allure du signal de sortie pour $T = 1$ ms et pour $T = 0,1$ ms.

⋆ Exercice N°2–

On considère le montage ci-contre.
On note $\tau = RC$ et la tension $e(t)$ est un échelon :

$$e(t) = 0 \text{ pour } t < 0 \text{ et } e(t) = E_0 = \text{cte pour } t \geqslant 0$$

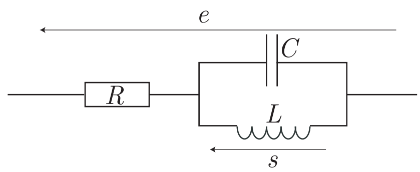


1. Le condensateur étant initialement déchargé, trouver l'expression de la tension $s(t)$.
2. Quelle est l'énergie accumulée dans le condensateur au bout d'un temps infini ?

⋆ Exercice N°3–

On donne le circuit ci-dessous, alimenté par un échelon de tension d'amplitude E_0 :

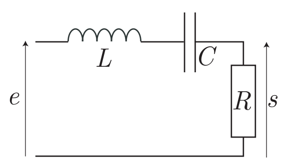
$$\begin{cases} e(t) = 0 \text{ pour } t < 0 \\ e(t) = E_0 \text{ pour } t \geqslant 0 \end{cases}$$

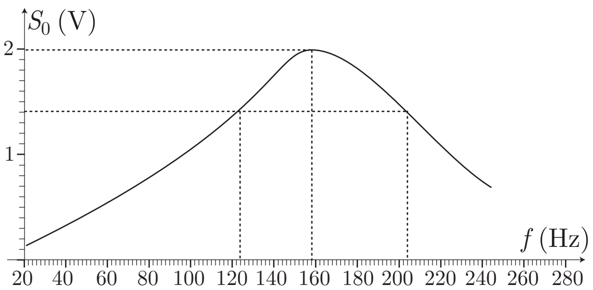


1. Établir l'équation différentielle satisfaite par $s(t)$.
2. Trouver la condition sur R, L, C pour que la tension $s(t)$ oscille.

⋆ Exercice N°4–

Le montage schématisé ci-dessous est alimenté par une tension sinusoïdale $e(t) = E_0\,\cos(\omega t)$, avec $E_0 = 2$ V.





L'amplitude S_0 de la tension de sortie $s(t)$ dépend de la fréquence f conformément à la courbe représentée. Déduire de cette courbe les valeurs de L et C, sachant que $R = 1\ \Omega$.

⋆⋆ Exercice N°5–

Le coeur, de rayon $R - e$, d'un corps sphérique de rayon R est occupé par un thermostat à la température T_0.

1. Calculer la répartition de température en régime stationnaire (on note T_A la température ambiante, supposée constante).
2. En fait, il s'agit d'une modélisation du corps humain. On suppose que la puissance produite par celui-ci est constante en temps normal. Exprimer T_0 en fonction de T_A et des grandeurs nécessaires.
3. Si la puissance produite par le corps augmente, sur quels facteurs peut-on jouer pour faire diminuer T_0 (on pourra supposer $e \ll R$) ?

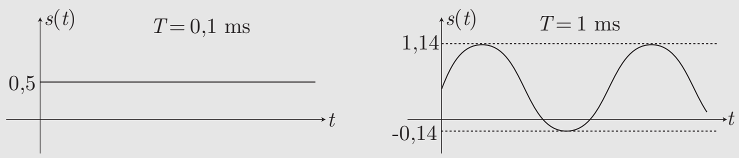
⋆⋆ Exercice N°6–

Un compresseur doit faire passer de l'air de l'état $A(P_1, T_1)$ à l'état $B(5P_1, T_1)$ en ne s'autorisant que des échanges de chaleur avec un milieu à la température T_1. Le gaz est de l'air considéré comme un gaz parfait diatomique.

1. Quel est le travail minimum à fournir ?
2. En pratique on ne peut réaliser la transformation ci-dessus. On décompose en deux étapes, dont une transformation adiabatique réversible et une transformation isochore réversible. Calculer le travail associé.

Réponses

Exercice N°1–



Exercice N°2–

1. $s(t) = \dfrac{E_0}{2}\,\mathrm{e}^{-t/2\tau}$
2. $\mathcal{E}_\infty = \dfrac{C\,E_0^2}{2}$

Exercice N°3–

1. $\dfrac{\mathrm{d}^2 s}{\mathrm{d}t^2} + \dfrac{1}{RC}\,\dfrac{\mathrm{d}s}{\mathrm{d}t} + \dfrac{1}{LC}\,s = 0$
2. Condition d'oscillations : $L < 4R^2C$

Exercice N°4–

1. $L = \dfrac{RQ}{\omega_0} = 2$ mH et $C = \dfrac{1}{L\omega_0^2} = 5.10^{-4}$ F

Exercice N°5–

1. $T = T_A + (T_0 - T_A) \times \dfrac{R\,(R-e)}{e} \times \left(\dfrac{1}{r} - \dfrac{1}{R}\right)$
2. $T_0 \simeq T_A + \dfrac{\mathcal{P}_{\text{produite}} \times e}{4\pi R^2 \lambda}$
3. Si $\mathcal{P}_{\text{produite}}$ augmente avec T_0 constante, soit T_A doit diminuer, soit e doit diminuer (moins de vêtements), soit λ doit augmenter (changer de vêtements), soit R doit augmenter (grossir !)

Exercice N°6–

1. $W_{AB} = 1,6 \times nRT_1$
2. $A(P_1, T_1) \xrightarrow{V=\text{cte}} D(P_D, T_D) \xrightarrow{\text{adiabatique}} B(P_2 = 5P_1, T_1)$ donnent $W_{AB} = 1,19 \times nRT_1$