DM nº 1 — à rendre le lundi 11/09/2022 Électronique

Revoyons le programme de première année : électronique

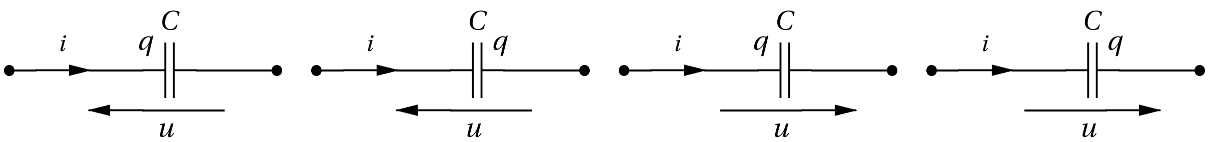
1 — Signaux électriques dans l'ARQS

1. Un GBF permet de délivrer des signaux dont la fréquence peut être réglée jusqu'à quelques MHz.
Justifier que lors de l'étude de circuits usuels en TP, on est toujours dans le cadre de l'ARQS.

2. Énoncer la loi de nœuds. À la conservation de quelle grandeur peut-on relier cette loi ?

3. On considère une résistance R et une inductance L traversées par un courant I.
Quelle est l'unité de chacun des expressions RI^2 et $\frac{1}{2}LI^2$ et quelle est leur signification physique ?

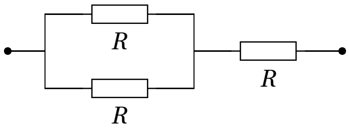
4. On donne diverses orientation de la tension, du courant et de la charge d'un condensateur :



Cas nº 1 Cas nº 2 Cas nº 3 Cas nº 4

Dans chacun des cas, préciser la relation entre i et q, entre q et u et enfin entre i et u.

5. Donner la résistance équivalente à l'association suivante :



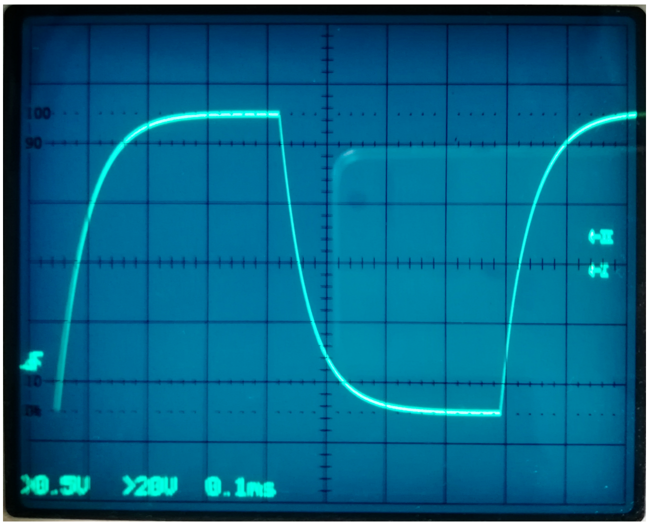
6. Un GBF est caractérisé par un résistance interne R_g.

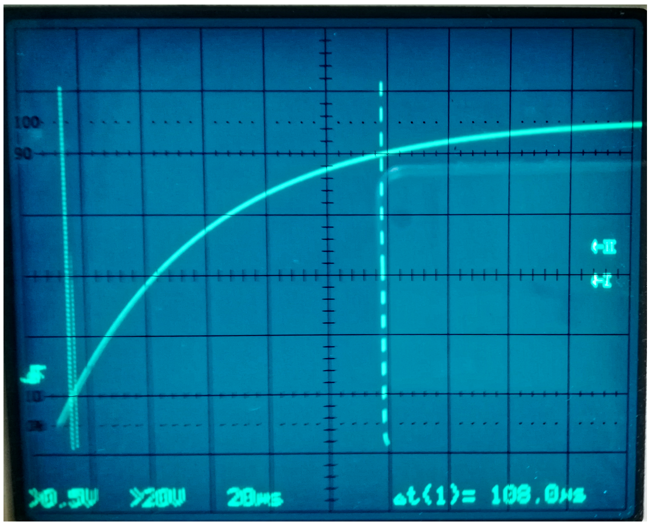
6.a) Donner la représentation de Thévenin équivalente à un tel générateur (on notera $e(t)$ la source idéale de tension, sinusoïdale d'amplitude E).

6.b) On mesure l'amplitude de la tension à vide[1] délivrée : $U_0 = 10$ V.
On branche une résistance $R = 50\ \Omega$ aux bornes du GBF, et on mesure à ses bornes la tension $U = 5$ V.
Représenter le montage en faisant apparaître le GBF, la résistance R et le voltmètre.
Déduire de cette mesure la valeur de R_g (on justifiera sa réponse).

2 — Circuit linéaire du premier ordre

On reprend la modélisation de Thévenin du GBF : résistance interne R_g et source idéale de tension de f.é.m. $e(t)$.
On branche un condensateur de capacité $C = 1{,}00\ \mu$F aux bornes du générateur. Ce dernier délivrant un signal carré de période T (d'amplitude égale à 0 ou E), on visualise la tension $u(t)$ à l'oscilloscope.





1. En sortie ouverte.

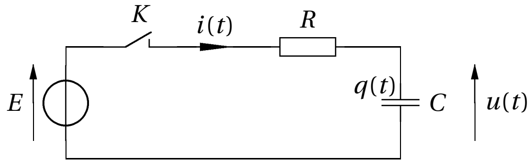
L'oscilloscope permet de mesurer le temps de montée T_r, ou *rise time* : c'est la durée pendant laquelle la tension aux bornes du condensateur passe de 10 % à 90 % de la valeur en régime permanent.

7. Déterminer l'expression du temps de montéeT_r en fonction de R_g et C. On notera son expression sous la forme $t_r = \alpha R_g C$, où α est une constante numérique que l'on donnera avec trois chiffres significatifs.

8. On lit avec les curseurs $T_r = 108$ µs. En déduire la valeur de la résistance interne R_g du générateur.

9. Étude énergétique de la charge d'un condensateur

Le condensateur est initialement déchargé. À l'instant $t = 0$, on ferme l'interrupteur K.



9.a) Déterminer l'expression de $u(t)$.

9.b) Déterminer l'expression de l'énergie $\mathcal{E}(t)$ emmagasinée dans le circuit à l'instant t.

Donner son expression $\mathcal{E}_\infty$ en régime établi.

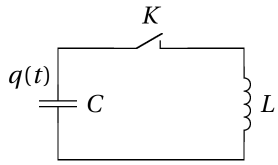
9.c) Déterminer l'expression de l'énergie $\mathcal{E}_g(t)$ fournie par le générateur au circuit jusqu'à l'instant t.

Donner sa valeur $\mathcal{E}_{g,\infty}$ jusqu'au régime établi.

9.d) Définir et déterminer le rendement énergétique de la charge du condensateur. Qu'est devenue l'énergie « perdue » ?

3 — Oscillateurs libres et forcés

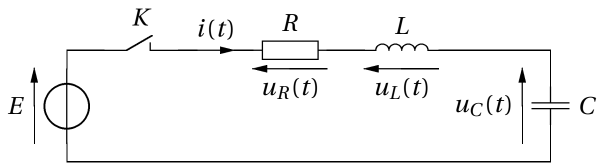
Le condensateur portant la charge q_0, on ferme l'interrupteur K à l'instant $t = 0$.



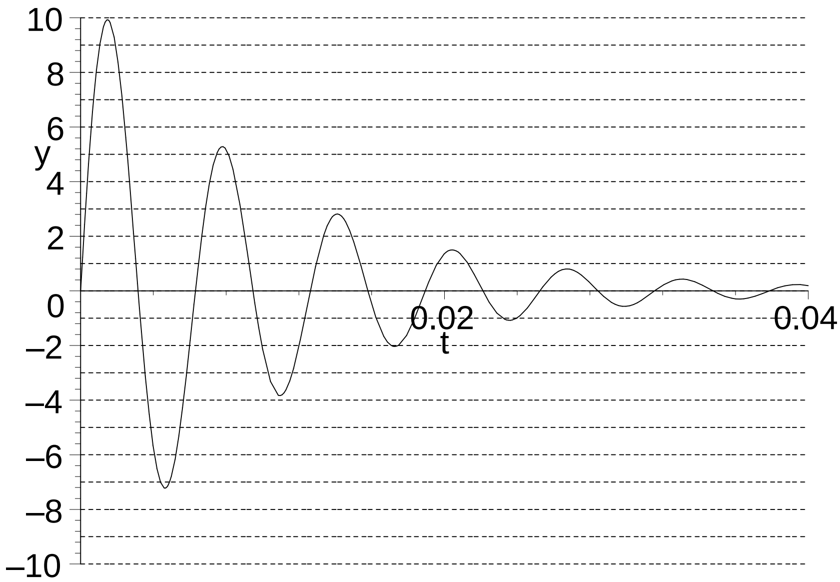
10. Établir l'équation différentielle vérifiée par la charge $q(t)$ pour $t > 0$. Comment s'appelle cette équation ?

11. La résoudre complètement compte tenu des conditions initiales.

12. On considère le circuit RLC série suivant :



Le condensateur étant déchargé, on ferme l'interrupteur à l'instant $t = 0$. L'évolution de la tension $u(t)$ est donnée ci après :



12.a) La tension $u(t)$ représentée peut-elle être la tension aux bornes du condensateur ? De la bobine ? De la résistance ?

12.b) En considérant que $u(t)$ est la tension aux bornes de la résistance, déterminer l'équation différentielle vérifiée par $u(t)$, et l'écrire sous la forme canonique en faisant apparaître le facteur de qualité Q et la pulsation propre ω_0.

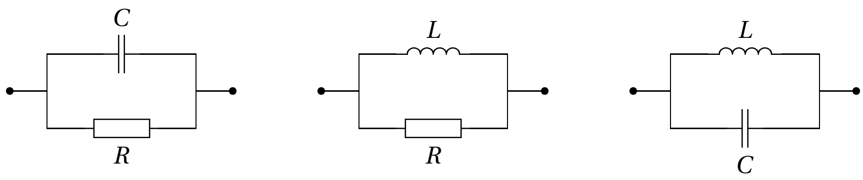
12.c) Dans quel cas le régime est-il pseudo-périodique ? On se place dans ce cas pour la suite.
Écrire la forme générale de la solution.

12.d) On définit le décrément logarithmique par $\delta = \ln\left(\dfrac{u(t)}{u(t+T)}\right)$ où T est la pseudo-période des oscillations.
Déterminer l'expression du décrément δ en fonction du facteur de qualité Q du circuit.

12.e) Montrer que $\delta = \dfrac{1}{n}\ln\left(\dfrac{u(t)}{u(t+nT)}\right)$, où n est entier. Quel est l'intérêt de cette relation ?

12.f) En déduire une estimation du facteur de qualité du circuit d'après le graphe de $u(t)$.

13. Déterminer l'impédance des associations suivantes :

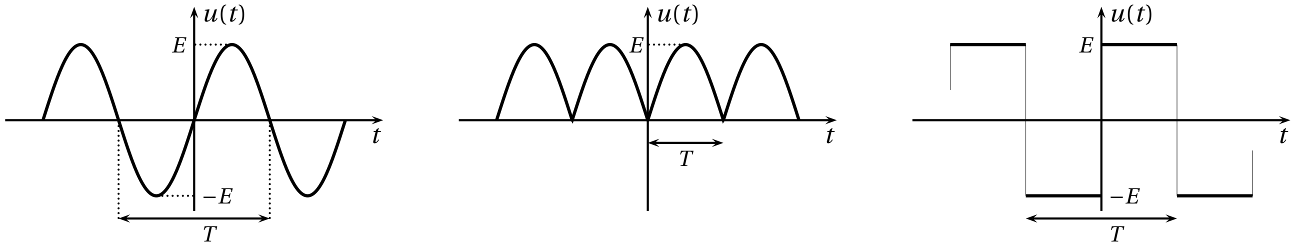


4 — Filtrage linéaire

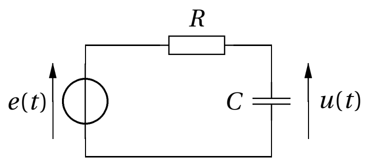
14. Soit $u(t)$ un signal périodique de période T.

14.a) Rappeler la définition de sa valeur valeur moyenne $U = \langle u(t) \rangle$ et de sa valeur efficace U_{eff}.

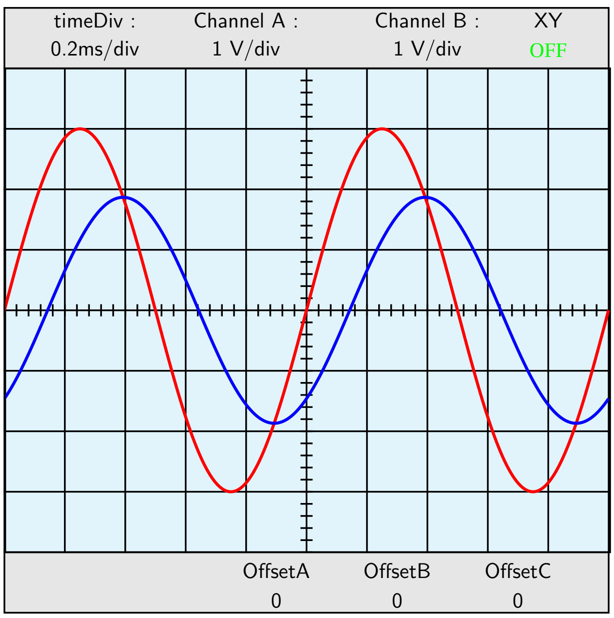
14.b) Établir les expressions des valeurs moyenne et efficace des signaux suivants :



15. On donne le circuit suivant, alimenté par la tension $e(t) = E\cos(2\pi f t)$, avec $R = 1\ \text{k}\Omega$.



On donne l'oscillogramme des tensions $e(t)$ et $u(t)$.

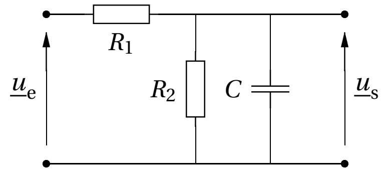


15.a) Identifier les courbes correspondant aux tensions $e(t)$ et $u(t)$.

15.b) Estimer les valeurs numériques de E, f et C.

16. Oral CCINP PSI 2022

On donne le filtre suivant :



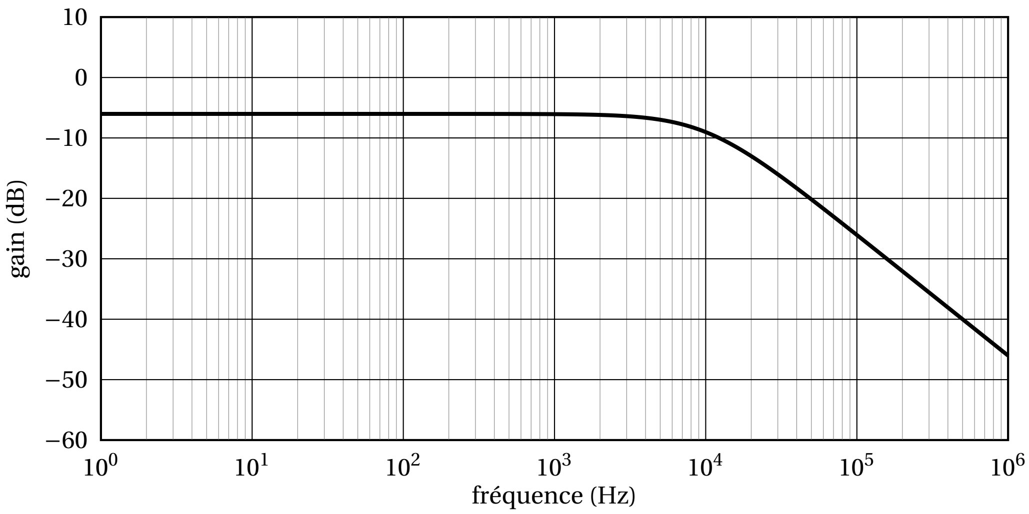
La tension d'entrée est $u_e(t) = E\cos(\omega t)$; celle de sortie $u_s(t) = S(\omega)\cos(\omega t + \phi(\omega))$.

16.a) La fonction de transfert est de la forme $\underline{H}(j\omega) = \dfrac{H_0}{1 + j\omega\tau}$. Exprimer H_0 et τ en fonction de R_1, R_2 et C.

16.b) En examinant le comportement en très basse et très haute fréquence, déterminer la nature du filtre.

16.c) Rappeler la définition de la pulsation de coupure ω_c, et déterminer son expression en fonction de R_1, R_2 et C.

On donne le diagramme de Bode en gain :



16.d) À partir du diagramme de Bode, déterminer graphiquement les valeurs de H_0 et ω_c.

16.e) On donne $R_1 = 680\ \Omega$. En déduire les valeurs de R_2 et C.

16.f) Déterminer le signal de sortie pour les signaux d'entrée suivants :

— signal continu d'amplitude 6 V ;

— signal sinusoïdal de fréquence 10 kHz et d'amplitude 6 V.

Quelle est la forme du signal de sortie si le signal d'entrée est un signal créneau, de valeur moyenne 3 V, d'amplitude 1,5 V et de période $T = 10\ \mu s$?