

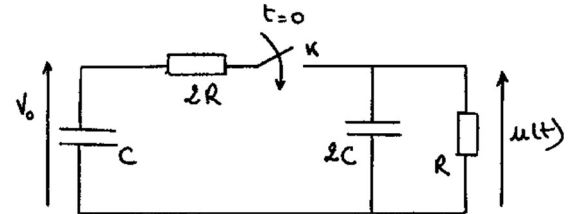
Circuits et quadripôles linéaires - Filtres

Attention : l'électronique est calculatoire et on ne corrigera pas intégralement tous les calculs en classe.

Exercice 1 : Décharge d'un condensateur.

On considère le circuit ci-contre :

- pour $t < 0$, l'interrupteur K est ouvert et le condensateur de capacité C est chargé sous une tension V_0 .
- à $t = 0$, on ferme K .



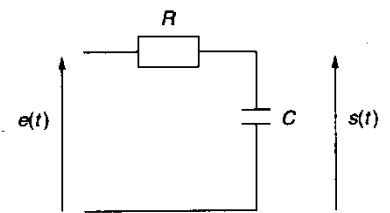
- 1- Après avoir étudié l'effet de l'échelon sur la tension u , prédire sans calcul explicite la ou les allure(s) possible(s) du graphe de $u(t)$.
- 2- Calculer ensuite $u(t)$ et confronter aux prévisions.

Exercice 2 : Réponse impulsionnelle et sinusoïdale forcée.

On étudie la tension $s(t)$ dans le circuit ci-contre, alimenté par une tension $e(t)$ variable.

- 1- Déterminer le temps caractéristique de réponse de ce circuit puis l'expression et le graphe de $s(t)$ lorsque $e(t)$ est :

- 1a- Une impulsion de tension de durée τ_0 : $e(t) = 0$ pour $t < 0$ ou $t > \tau_0$ et $e(t) = E$ pour $0 < t < \tau_0$;



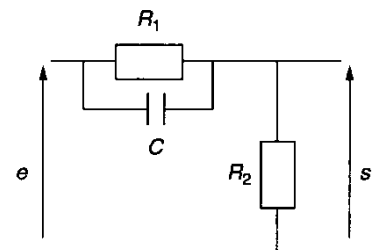
- 1b- La limite de l'impulsion précédente lorsque $\tau_0 \rightarrow 0$ et $E \rightarrow \infty$, le produit $E\tau_0$ étant maintenu constant et noté I (réponse impulsionnelle). En déduire rapidement le graphe donnant la tension aux bornes de R .
- 2- Déterminer la nature du filtre obtenu à partir de ce montage en régime permanent sinusoïdal, selon que l'on observe la tension aux bornes de C ou aux bornes de R .
A l'aide d'une analyse de Fourier, discuter le lien entre la nature de ces filtres et les résultats obtenus à la question 1 pour la réponse impulsionnelle.

Exercice 3 : Etude d'un filtre du 1^{er} ordre.

- 1- Déterminer la fonction de transfert du filtre ci-contre, en mettant en exergue deux pulsations de coupure et la valeur du gain à fréquence nulle.

Déterminer numériquement ces caractéristiques pour :

$$R_1 = 33 \text{ k}\Omega \quad R_2 = 15 \text{ k}\Omega \quad C = 1,0 \text{ nF}$$

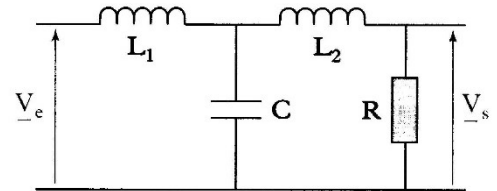


- 2- Tracer le diagramme de Bode du gain et interpréter les cas limite à partir du schéma électrique.
- 3- A quoi peut bien servir un tel filtre ? Proposer une fonction de transfert permettant de réaliser la fonction « inverse ».
- 4- Donner l'équation différentielle vérifiée par $s(t)$ en régime quelconque.

Exercice 4 : Filtres de Butterworth. (Oral Mines)

Les filtres passe-bas et passe-haut de Butterworth sont des filtres dont la fréquence de coupure à -3dB coïncide avec l'intersection des asymptotes haute et basse fréquence.

- 1- Exhiber un filtre passe-bas d'ordre deux obtenu à l'aide d'un circuit RLC et déterminer le facteur de qualité à donner à ce filtre pour obtenir le critère de Butterworth. Quel peut être l'intérêt de ce critère ? Comment s'écrit alors le gain $G(\omega)$ du filtre ?
- 2- Proposer une expression $G(\omega)$ pour un filtre de Butterworth d'ordre 3 (il suffit d'exhiber une fonction qui convient).
- 3- (Calculatoire) Vérifier que le circuit ci-contre peut réaliser un tel filtre, à condition de choisir correctement les valeurs des inductances, R et C étant fixés (on ne demande pas les expressions explicites des inductances). Quelle est alors l'expression de la pulsation de coupure ?



Exercice 5 : Etude expérimentale d'un amplificateur.

On veut modéliser un amplificateur par le schéma électrique ci-contre où la résistance d'entrée R_e peut être considérée infinie.

On réalise pour cela les essais suivants :

Essai 1 : $e(t) = E \cdot \cos(2\pi ft)$; $R = 16\Omega$;

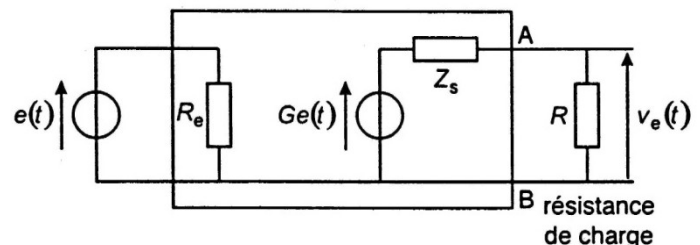
valeur efficace de e : 1 mV

Résultats : On mesure une valeur efficace de la

tension de sortie v_e : $\frac{2}{3}\text{ V}$

Essai 2 : $e(t) = E \cdot \cos(2\pi ft)$; $R = 8\Omega$; valeur efficace de e : 1 mV

Résultats : on mesure une valeur efficace de la tension de sortie v_e : $0,5\text{ V}$



De plus on constate, lors de chacun de ces deux essais, que le signal de sortie garde, quelle que soit la fréquence, la même valeur efficace.

Déterminer le gain à vide G et l'impédance de sortie Z_s

Exercice 6 : Etude du fonctionnement et de la stabilité d'un A.L.I.

Un A.L.I. est un amplificateur différentiel dont les propriétés réelles sont les suivantes :

- Les résistances d'entrée de ses bornes $+$ et $-$ peuvent être considérées infinies.
- Les potentiels d'entrée et de sortie sont liés par l'équation différentielle suivante :

$$\tau \dot{V}_s + V_s = \mu \times (V_+ - V_-) \quad \text{où } \tau \approx 0,1\text{ s et } \mu \approx 10^5$$

- 1- On s'intéresse au circuit de la figure ci-dessus, où $R_2 = 9R_1$; montrer que ce circuit est stable et qu'à basse fréquence il se comporte comme un amplificateur dont le gain G ne dépend quasiment que de R_1 et R_2 . Donner la fréquence de coupure au-delà de laquelle on observe une chute du gain. Montrer enfin que la différence $V_+ - V_-$ est négligeable devant tous les autres potentiels.
- 2- Montrer que l'on retrouve correctement le gain basse fréquence sans utiliser l'équation différentielle mais en partant de la relation : $V_+ = V_-$.
- 3- On permute les bornes $+$ et $-$ dans le montage précédent. Montrer que le circuit est instable. En pratique la sortie saturera à $\pm 15\text{ V}$.

