



BLAISE PASCAL
PT 2019-2020

TD 10 – Électronique

ALI et rétroaction

- Difficulté d'analyse et compréhension, initiative requise ;
- Difficulté technique et calculatoire ;
- Exercice important.

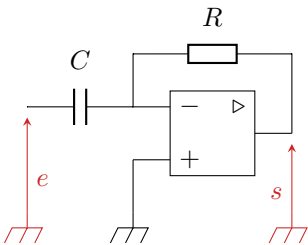
Flasher ce code pour
accéder aux corrigés



Exercices

Exercice 1 : Montage dérivateur

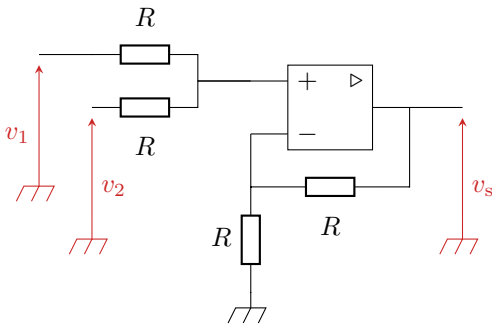
[1 | 1 |]



Établir la relation entrée-sortie du montage.

Exercice 2 : Montage sommateur

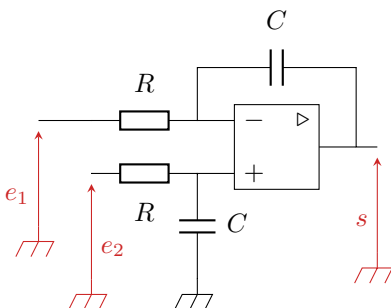
[1 | 1 |]



Exprimer v_s en fonction de v_1 et v_2 , sachant que les quatre résistances sont identiques.

Exercice 3 : Intégrateur différentiel

[1 | 2]



Exprimer dans le domaine fréquentiel puis temporel la relation entre la tension de sortie et les deux tensions d'entrée du montage.

Exercice 4 : Comparateur à hystérésis inverseur décalé

[💡 2 | ⚙️ 1 | ⚡]

Étudions le montage de la figure 1 pour $R_1 = 1\text{ k}\Omega$, $R_2 = 2\text{ k}\Omega$ et $V_0 = 6\text{ V}$.

- 1 - Exprimer le potentiel V_+ de l'entrée non inverseuse en fonction de V_0 , V_s et $\beta = R_1/(R_1 + R_2)$.
- 2 - Justifier que l'ALI fonctionne en saturation et déterminer les tensions de basculement entre les états de saturation haute et basse.
- 3 - Représenter graphiquement V_s en fonction de V_e . Expliquer le nom donné au montage.
- 4 - Le chronogramme de la tension d'entrée du montage est représenté figure 2. Tracer celui de la tension de sortie.

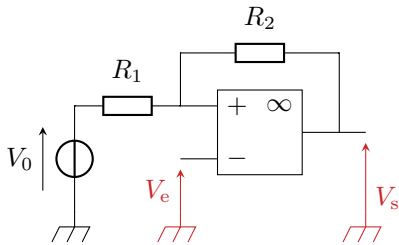


Figure 1 – Schéma du montage.

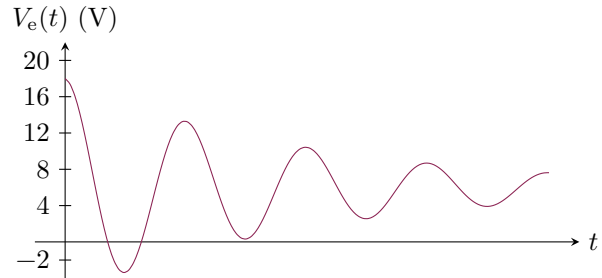
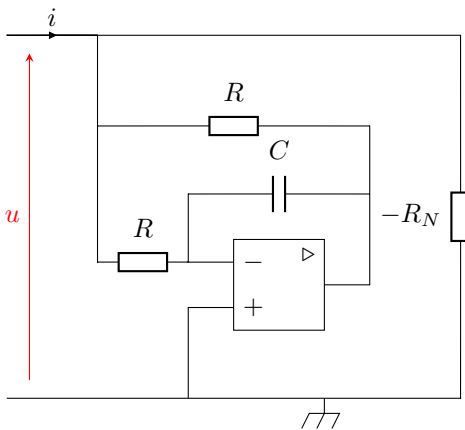


Figure 2 – Tension d'entrée du montage.

Exercice 5 : Simulateur d'inductance

[💡 2 | ⚙️ 2]



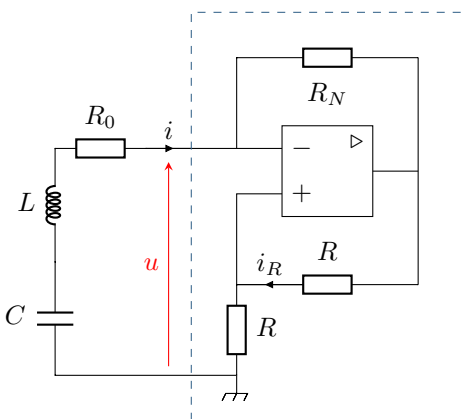
Les bobines sont des composants très utilisés en électronique de puissance, mais leur grande taille les rend peu pratiques à insérer dans des circuits intégrés. Ce n'est cependant pas un souci puisqu'elles peuvent être remplacées par des montages à ALI comme celui représenté ci-contre, beaucoup plus compact.

L'ALI est supposé idéal, de gain infini et fonctionnant en régime linéaire. Le dipôle « $-R_N$ » désigne l'impédance d'entrée d'un autre montage à ALI, dit à résistance négative (cf. exercice dédié), qui a exactement le même comportement qu'une résistance $-R_N < 0$.

- 1 - Déterminer l'impédance d'entrée Z du montage. Il pourra être plus simple de déterminer d'abord l'admittance $Y = 1/Z$.
- 2 - En déduire la valeur à donner à R_N pour que le montage soit équivalent à une inductance pure, et en déduire $L_{\text{éq}}$.

Exercice 6 : Oscillateur à résistance négative

[💡 2 | ⚙️ 1 | ⚡]



On s'intéresse dans un premier temps au montage à ALI encadré sur le schéma ci-contre, appelé montage à résistance négative. L'ALI est considéré comme idéal.

- 1 - Justifier que l'ALI peut fonctionner en régime linéaire. On admet ce fonctionnement par la suite.
- 2 - Déterminer l'impédance d'entrée $Z = u/i$ du montage. Justifier sa dénomination de « résistance négative ».
- 3 - Exprimer en fonction de i le courant i_R . D'où provient la différence et comment est-elle compensée ?

On considère maintenant le montage dans son ensemble.

- 4 - Établir l'équation différentielle vérifiée par i . Discuter les différentes solutions de cette équation et leur stabilité. Comment évolue l'amplitude des oscillations au cours du temps ?

Annales de concours

Exercice 7 : Filtre en peigne de fréquence

[oral banque PT | 💡 2 | ✂️ 2]

On s'intéresse au montage de la figure 3. Les deux ALI fonctionnent en régime linéaire et on suppose $0 < \beta < 1$.

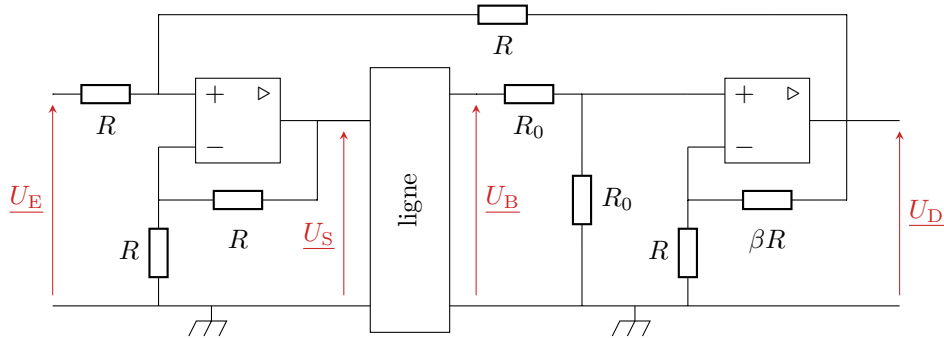


Figure 3 – Schéma du filtre en peigne de fréquence.

1 - La fonction de transfert de la ligne est de la forme

$$\underline{H}_L(j\omega) = \frac{U_B}{U_S} = e^{-j\omega\tau},$$

où τ est une constante caractéristique de la ligne. Quel est le phénomène physique qui justifie d'écrire cette fonction de transfert sous cette forme ?

2 - Exprimer $\underline{H}_B(j\omega) = U_D/U_B$ en fonction de $\alpha = (1 + \beta)/2$.

3 - Déterminer $\underline{H}(j\omega) = U_D/U_E$.

4 - La figure 4 représente $|\underline{H}(j\omega)|$. Déterminer les grandeurs définies sur la figure : H_{\max} , H_{\min} , Ω et la largeur $\Delta\omega$ de la bande passante à -3 dB.

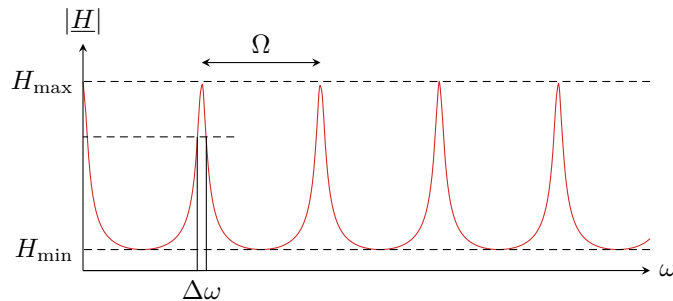


Figure 4 – Fonction de transfert du filtre en peigne de fréquence.

5 - On envoie en entrée du filtre un signal s'écrivant comme la somme :

- ▷ d'un signal d'intérêt u_0 tel que $\forall t, u_0(t + T) = u_0(T)$;
- ▷ d'un bruit modélisé par un ensemble de signaux sinusoïdaux v_i de fréquence $f_i \neq 1/T$.

Comment choisir τ pour éliminer le bruit ?

Exercice 8 : Démodulateur à déphasage

[oral banque PT | 💡 3 | ✂️ 2]

Considérons le montage figure 5. Le potentiel de sortie du multiplieur est relié aux potentiels de ses entrées par $v_m = K v_x v_y$, où K est une constante positive s'exprimant en V^{-1} . L'impédance des entrées x et y est infinie.

1 - Rappeler les spécificités d'un ALI idéal. Quel est le mode de fonctionnement de l'ALI présent dans le système ?

2 - Déterminer $\underline{H}_1 = U_1/U_e$, exprimer son module et son argument.

3 - Déterminer la pulsation ω_0 telle que pour une entrée $u_e(t) = A \cos(\omega_0 t)$ on ait

$$u_1(t) = A \cos\left(\omega_0 t - \frac{\pi}{2}\right).$$

4 - Calculer $u_2(t)$ pour $u_e(t) = A \cos(\omega t)$ avec ω quelconque. Que dire si $\omega = \omega_0$?

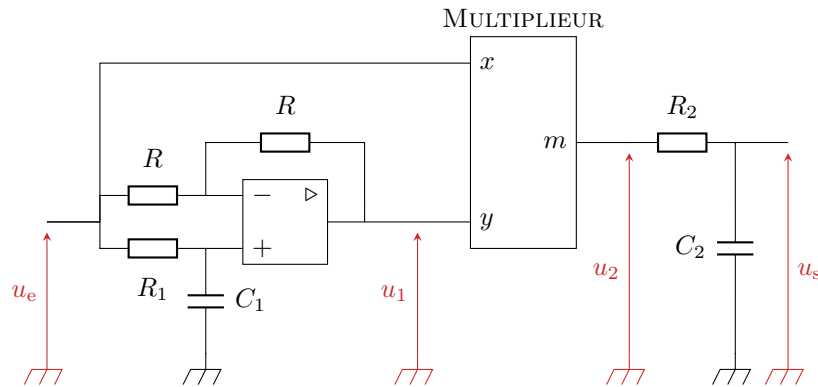


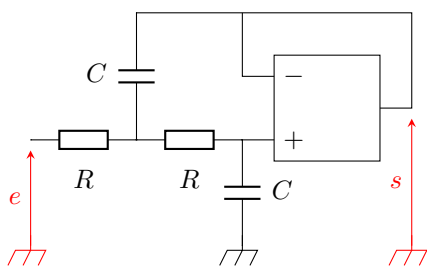
Figure 5 – Démodulateur à déphasage.

Question posée oralement pour guider le candidat : Quelle est la différence entre $v_x(t) \times v_y(t)$ et $\underline{V}_x \times \underline{V}_y$?

- 5 - Calculer $u_s(t)$ pour $\omega = \omega_0$. Comment choisir C_2 pour que u_s soit « constante » ?
- 6 - Calculer u_s pour $u_e = A \cos((\omega_0 + \Delta\omega)t)$ avec $\Delta\omega \ll \omega_0$. Comment en déduire $\Delta\omega$?

Exercice 9 : Filtre de Sallen-Key

[oral banque PT | 💡 3 | ✂ 3]



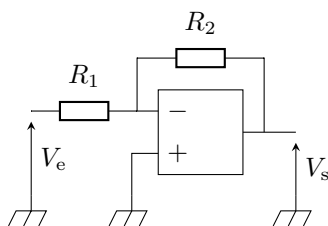
On suppose que l'ALI du montage ci-contre fonctionne en régime linéaire.

- 1 - Identifier la nature du filtre.
- 2 - Établir sa fonction de transfert. Identifier une pulsation caractéristique ω_0 .
- 3 - Représenter son diagramme de Bode en gain.
- 4 - Discuter l'allure du signal de sortie pour un créneau en entrée.

Exercice 10 : Amplificateur inverseur, modèle du premier ordre

[oral banque PT | 💡 3 | ✂ 3]

Considérons le montage ci-contre, en supposant l'ALI est idéal.



- 1 - Exprimer sa fonction de transfert $\underline{H} = \underline{V}_s / \underline{V}_e$ et son impédance d'entrée.

On suppose maintenant que l'ALI se comporte comme un filtre passe-bas du premier ordre avec une pulsation de coupure $\omega_c = 20 \text{ rad} \cdot \text{s}^{-1}$. Sa fonction de transfert s'écrit

$$\underline{\mu} = \frac{\underline{V}_s}{\underline{\varepsilon}} = \frac{\underline{V}_s}{\underline{V}_\oplus - \underline{V}_\ominus} = \frac{\mu_0}{1 + j \frac{\omega}{\omega_c}}$$

- 2 - Rappeler l'ordre de grandeur de μ_0 . Commenter celui de ω_c : est-il adapté à un usage en électronique ?
- 3 - Établir la fonction de transfert du montage en fonctionnement linéaire et l'écrire sous la forme

$$\underline{H}' = \frac{\underline{H}_0}{1 + j \frac{\omega}{\omega'_c}}$$

Exprimer \underline{H}_0 et ω'_c en fonction des données.

- 4 - Quel est l'impact de la rétroaction sur le gain ? Sur la bande passante ? Commenter.