

I Limites du modèle de l'ALI

Lors des travaux pratiques, un élève de PT souhaite mettre en œuvre un montage suiveur. Il utilise une alimentation $+15\text{ V}/-15\text{ V}$ pour alimenter l'ALI. Afin de tester son montage, il utilise en entrée un signal $e(t)$ d'amplitude $E_m = 10\text{ V}$ pour vérifier qu'il obtient bien en sortie $s(t) = e(t)$.

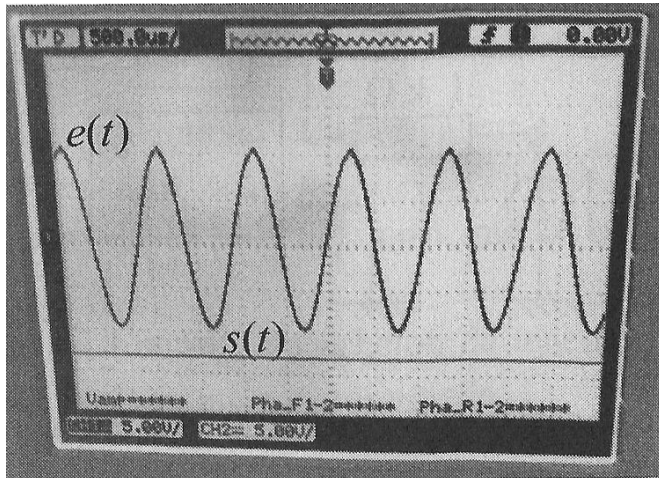


Photo a

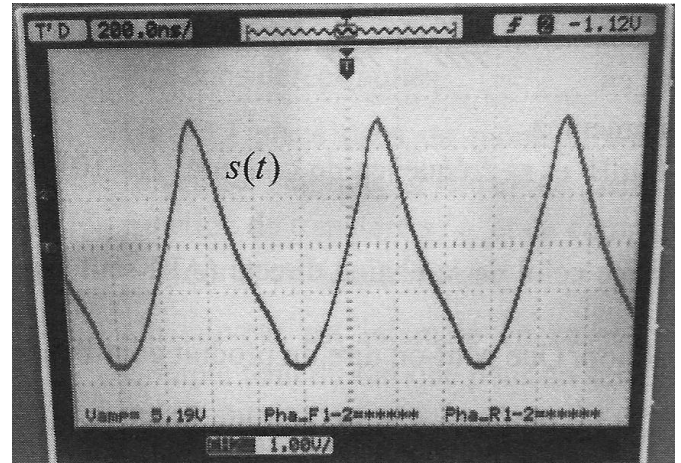


Photo b

1. Il observe le signal de la photo a, un signal continu $s(t) = -14,6\text{ V}$ Quelle est son erreur probable ?
2. Après avoir corrigé cette erreur, il observe le signal de sortie de la photo b, quasi triangulaire.
 - 2.1 Le montage est-il linéaire ? Proposez une explication.
 - 2.2 Estimez la valeur du facteur limitant. Le résultat est il en accord avec la valeur attendue ? Quelle fréquence maximale ne doit-on pas dépasser pour que le le signal de sortie reste sinusoïdal ?
3. Après avoir baissé la fréquence du signal à $f = 1\text{ kHz}$, le problème précédent est résolu. L'expérimentateur utilise le suiveur pour alimenter un conducteur ohmique de résistance $R = 100\Omega$ placé à la sortie. Il observe la courbe de la photo c

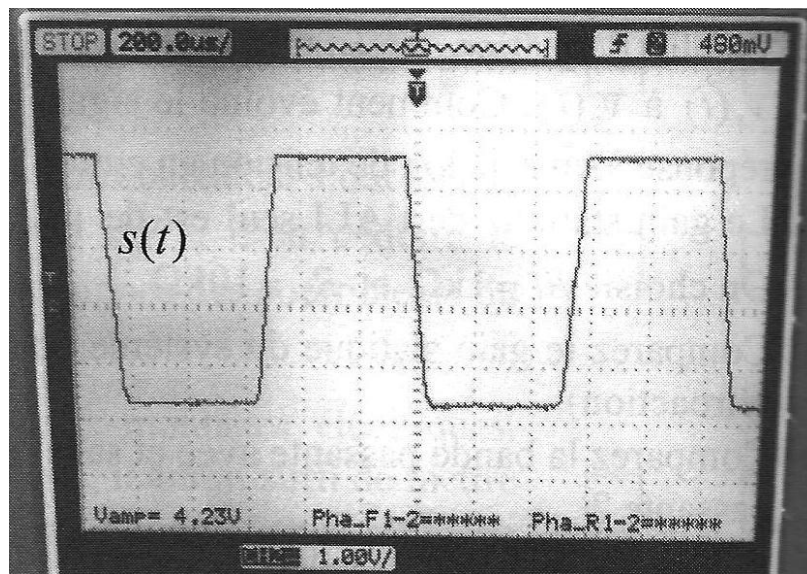


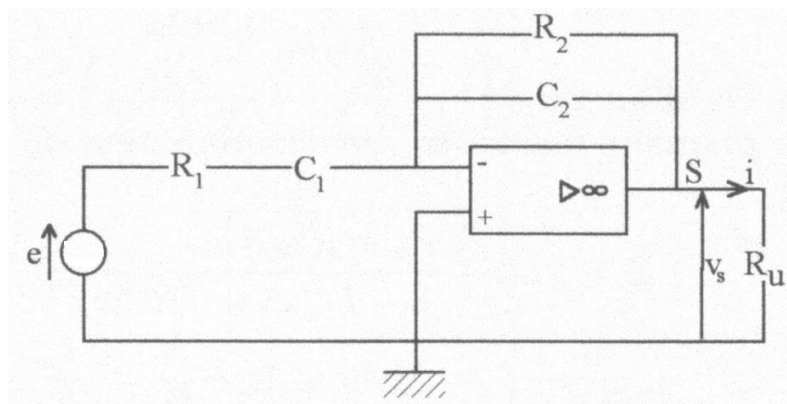
Photo c

3.1 Le comportement est-il linéaire ? Proposez une explication.

3.2 Estimez la valeur de la cause de la saturation. Ce résultat est-il conforme aux attentes ?

II Régime transitoire

Le montage est le suivant



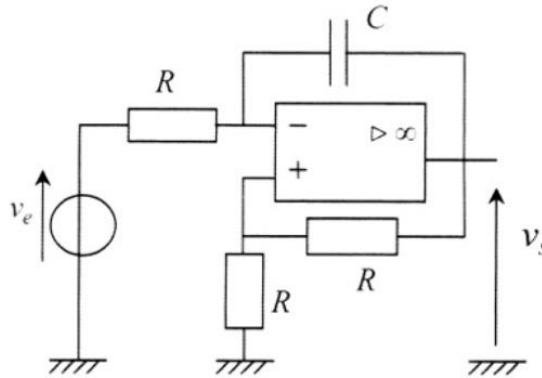
L'ALI est considéré comme idéal et en régime linéaire. Initialement, les condensateurs ne sont pas chargés. La tension $e(t)$ est un échelon de tension entre 0 et E   $t = 0$.

1. Justifier rapidement le fonctionnement linéaire de l'ALI.
2. Déterminer l'équation différentielle vérifiée par $v_s(t)$.

3. On suppose $R_1 = R_2 = R$ et $C_1 = C_2 = C$. On posera $\tau = RC$. Déterminer $v_s(t)$.

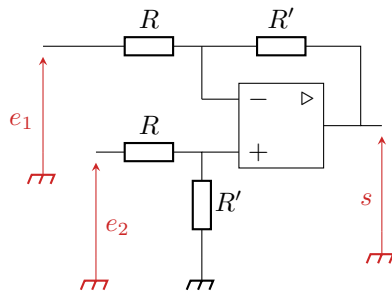
III Stabilité d'un montage

Soit le montage suivant dans lequel l'ALI est considéré comme idéal, et supposé en fonctionnement linéaire



1. Déterminer la fonction de transfert. Conclure quant à la stabilité.
2. Déterminer indépendamment l'équation différentielle. Retrouver le résultat précédent.

IV Montage soustracteur : exercice résolu



Établir la relation entrée-sortie du montage ci-contre.

Correction — D'après la loi des nœuds en potentiel (théorème de Millman) appliquée à l'entrée $\ominus$ de l'ALI,

$$\frac{e_1 - v_-}{R} + \frac{s - v_-}{R'} = 0 \quad \text{soit} \quad \left(\frac{1}{R} + \frac{1}{R'} \right) v_- = \frac{e_1}{R} + \frac{s}{R'}$$

et en multipliant l'ensemble par RR' on obtient

$$(R + R')v_- = R' e_1 + R s \quad \text{soit} \quad v_- = \frac{R'}{R + R'} e_1 + \frac{R}{R + R'} s.$$

Question d'analyse 1 - Pourquoi le courant entrant dans l'ALI n'intervient-il pas dans la loi des nœuds ?

Question d'analyse 2 - Pourquoi la LNP est-elle ici plus efficace qu'un pont diviseur de tension ?

Par ailleurs, en identifiant un pont diviseur de tension dans la branche « en bas à gauche » de l'ALI,

$$\frac{v_+}{e_2} = \frac{R'}{R + R'}.$$

Question d'analyse 3 - Pourquoi un pont diviseur est-il cette fois le plus adapté ? Écrire explicitement la LNP ... et vérifiez que vous arrivez au même résultat !

Enfin, l'ALI fonctionnant en régime linéaire, on a $v_+ = v_-$ d'où

$$\frac{R'}{R + R'} e_1 + \frac{R}{R + R'} s = \frac{R'}{R + R'} e_2$$

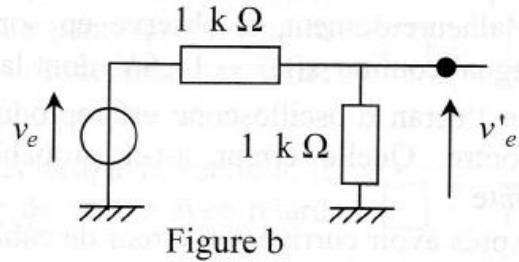
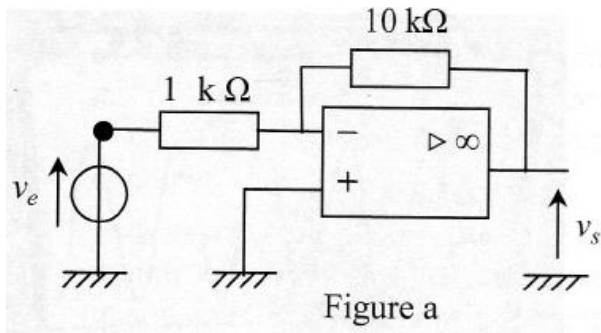
ce qui conduit finalement à

$$s = \frac{R'}{R} (e_2 - e_1).$$

Question d'analyse 4 - Pourquoi l'hypothèse de régime linéaire est-elle légitime ?

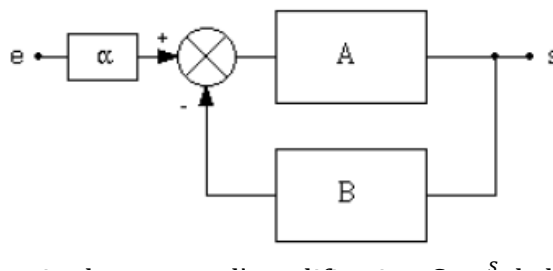
Question d'analyse 5 - Peut-on déduire du fonctionnement linéaire que $v_+ = v_- = 0$?

V Montage amplificateur inverseur



On considère le montage de la figure a. On note R_1 la résistance de $1\text{ k}\Omega$ et R_2 celle de $10\text{ k}\Omega$. L'ALI est supposé idéal et de gain infini. Il possède une tension de saturation $V_{sat} = 14,0\text{ V}$.

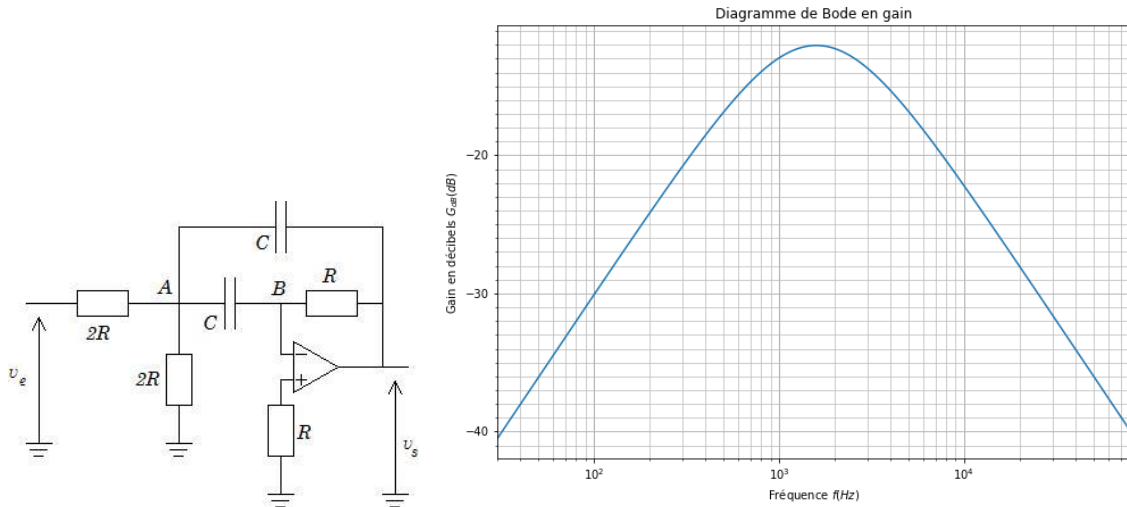
1. On suppose le régime linéaire.   tablir la relation entre v_s et v_e .
2. Tracer v_e et v_s sur un même graphe pour un signal v_e sinusoïdal d'amplitude $V_m = 1,0\text{ V}$.
3. Tracer v_e et v_s sur un même graphe pour un signal v_e sinusoïdal d'amplitude $V_m = 2,0\text{ V}$.
4. Dans ce dernier cas, qu'observe-t-on en mode XY avec v_e en voie 1 et v_s en voie 2 ?
5. Proposer un montage (utilisant les montages a et b, ainsi qu'un autre montage) qui permet, en ayant le signal d'entrée de la question 3, d'obtenir le signal de sortie de la question 2 (non saturé).
6. On s'intéresse uniquement au montage a et on souhaite tenir compte du gain fini noté A de l'ALI. Pour cette étude, on suppose le signal d'entrée d'amplitude suffisamment faible pour rester en régime linéaire.
 - 6.1 On pose $e = v_e$ et $s = v_s$. Déterminer α et B dans le cas d'un schéma fonctionnel composé de trois blocs linéaires ci dessous



- 6.2 Exprimer en régime stationnaire le rapport d'amplification $G = \frac{s}{e}$ et examiner le comportement dans la limite $A \rightarrow +\infty$. Conclure.

VI Filtre actif

On donne le filtre ci dessous dont on donne le diagramme de Bode :



1. Déterminer qualitativement le type du filtre.
2. Montrer, en utilisant la loi des noeuds en terme de potentiel, que

$$\underline{H}(j\omega) = \frac{-jRC\omega}{2(1 + 2jRC\omega - R^2C^2\omega^2)}$$

3. Montrer que la fonction de transfert peut se mettre sous la forme

$$\underline{H}(j\omega) = \frac{H_0}{1 + jQ\left(\frac{\omega}{\omega_0} - \frac{\omega_0}{\omega}\right)}$$

où l'on précisera H_0 , Q et ω_0 en fonction de R et C .

4. D'après le diagramme de Bode, dans quel domaine de fréquence le filtre est-il intégrateur ? dérivateur ?

Déterminer la valeur numérique de la fréquence de résonance, de la bande passante et du facteur de qualité.

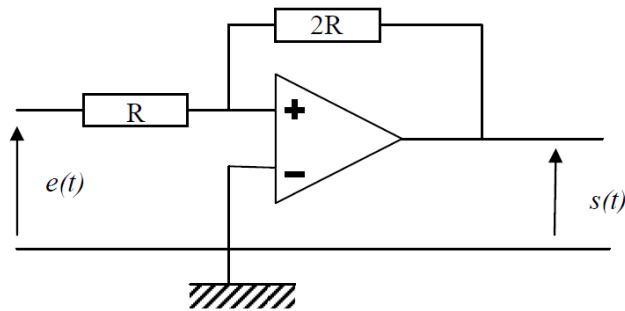
5. Le signal d'entrée est un créneau de valeur moyenne $V_e = 6,0 V$, d'amplitude $V_{em} = 12,0 V$ et de fréquence fondamentale $f = 16 kHz$. Déterminer l'allure du signal de sortie.

6. Même question si le signal d'entrée est un signal triangulaire de valeur moyenne $V_e = 6,0 V$, d'amplitude $V_{em} = 12,0 V$ et de fréquence fondamentale $f = 160 Hz$.

7. Même question si le signal d'entrée est un signal sinusoïdal de valeur moyenne $V_e = 6,0 V$, d'amplitude $V_{em} = 12,0 V$ et de fréquence fondamentale $f = 1600 Hz$.

VII Trigger de Schmidt

On considère le montage de la figure suivante où l'ALI est supposé idéal, mais fonctionnant en régime non linéaire. Le montage est alimenté par une tension $e(t)$ d'amplitude variable. La tension de sortie vaut $s = \pm V_{sat}$.



1. À quelle condition sur v_+ a-t-on $s = V_{sat}$?
2. Montrer que le potentiel v_+ s'écrit comme une combinaison linéaire de e et s .
3. On suppose que e est suffisamment négative pour que $s = -V_{sat}$. La tension e augmente. Pour quelle valeur V_1 de e s bascule de $-V_{sat}$ à V_{sat} ?
4. On suppose que e est suffisamment positive pour que $s = V_{sat}$. La tension e diminue. Pour quelle valeur V_2 de e s bascule de $+V_{sat}$ à $-V_{sat}$?
5. Tracer l'allure de la caractéristique $s(e)$ du montage en précisant le sens du parcours avec des flèches.
6. Un tel montage peut servir à stocker de l'information : par exemple, lorsque la sortie est bloquée à $+V_{sat}$, on dit que l'on a enregistré la valeur de bit 1 et lorsque la sortie est bloquée à $-V_{sat}$, on dit que l'on a enregistré la valeur de bit 0.

On souhaite enregistrer un code formé de 4 chiffres. On rappelle que tout entier peut se décomposer en binaire selon la relation

$$N = \sum_{k=0}^p b_k 2^k$$

où $b_k = 0$ ou 1 . L'ensemble des b_k forme le code binaire de l'entier N .

Quel est le plus grand nombre que l'on puisse écrire avec un code binaire de 13 chiffres et de 14 chiffres ? En déduire le nombre de circuits trigger de Schmidt à utiliser pour stocker un code formé de 4 chiffres en base décimale.