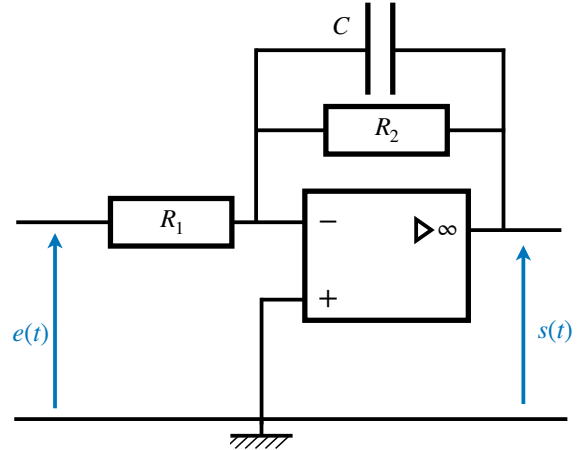


TD15 – Introduction aux ALI

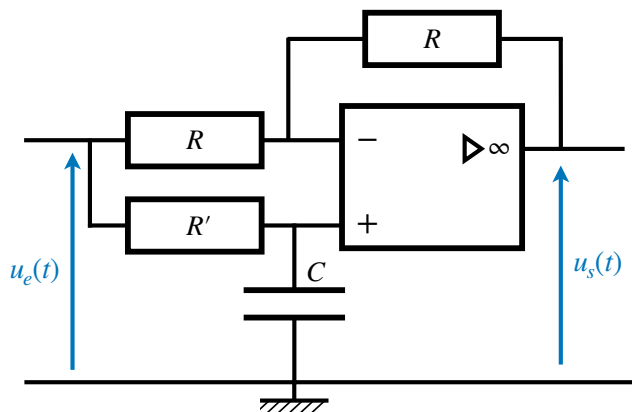
EXERCICE 1 : Montage intégrateur (★)

1. Justifier que l'ALI fonctionne en régime linéaire.
2. Donner la fonction de transfert du montage.
3. Donner la relation, éventuellement sous forme d'une équation différentielle, entre le signal d'entrée $e(t)$ et celui de sortie $s(t)$.
4. Préciser l'intérêt du dispositif.



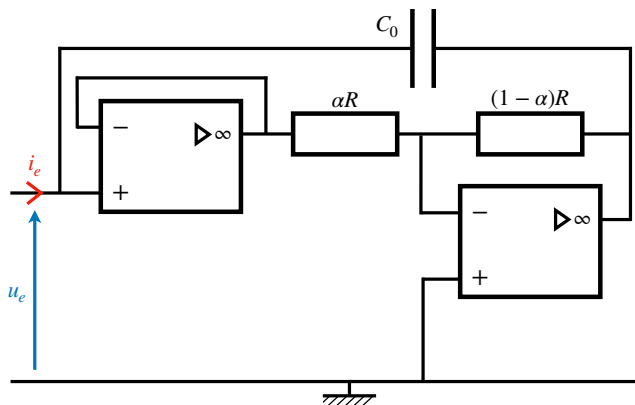
EXERCICE 2 : Circuit déphaseur (★)

Déterminer la fonction de transfert du montage ci-contre en fonction de $x = RC\omega$ où ω est la pulsation du signal d'entrée $u_e(t)$. On adoptera le modèle de l'ALI idéal et on considérera que l'ALI fonctionne en régime linéaire. En déduire l'expression du gain en décibels G_{dB} et du déphasage φ de $u_s(t)$ par rapport à $u_e(t)$. Quel est l'intérêt du montage?



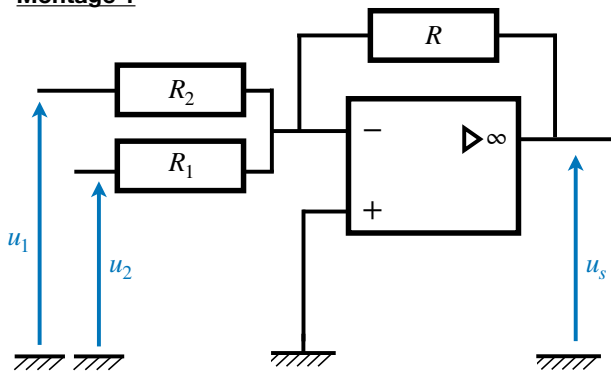
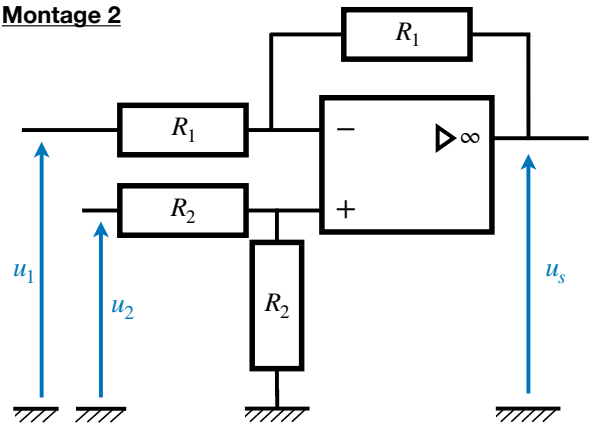
EXERCICE 3 : Capacité variable (★★)

On réalise le montage ci-contre, dans lequel les ALI sont idéaux et fonctionnent en régime linéaire. Les résistances αR et $(1 - \alpha)R$ forment un tout appelé potentiomètre dans lequel on peut faire varier α de 0 à 1. Montrer que le montage est équivalent à une capacité que l'on exprimera en fonction de C_0 et α .



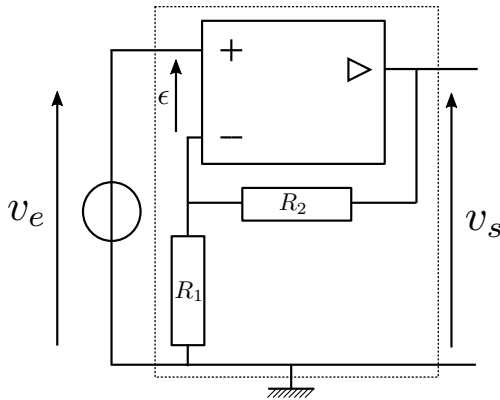
EXERCICE 4 : Opérations algébriques élémentaires (★/ ★ ★)

Pour les deux montages ci-dessous, déterminer la relation entre u_s , u_1 et u_2 .

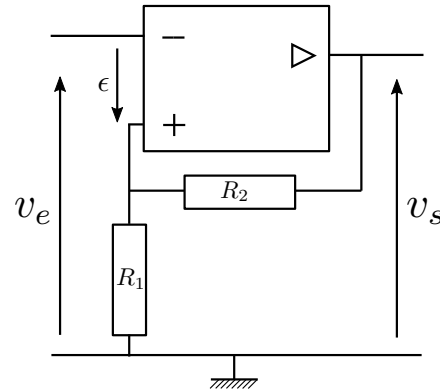
Montage 1**Montage 2**

EXERCICE 5 : Retour sur l'amplificateur non inverseur et sur le fonctionnement d'un ALI (Problème)

Dans tout l'exercice, l'ALI est conçu de telle sorte que les courant d'entrée i_+ et i_- , entrant respectivement par les bornes + et - de l'ALI, pourront être considérés comme nuls à tout instant. Les deux résistances utilisés ont pour valeur : $R_1 = 1 \text{ k}\Omega$ et $R_2 = 10 \text{ k}\Omega$.



Montage 1



Montage 2

Étude du régime permanent (★)

On se place en régime continu où $v_e = E = \text{Cste}$. On considère que l'on se place en régime linéaire, et que, dans un premier modèle, $\epsilon = 0$ quelle que soit la tension de sortie v_s . On s'intéresse au montage 1 appelé montage amplificateur non inverseur.

1. Sachant que $i_- = 0$, que peut-on dire des résistances R_1 et R_2 ? Donner l'expression de v_s en fonction de E . Justifier le nom d'*amplificateur* donné au montage.
2. L'expérimentateur inverse par erreur les entrées (+) et (-) de l'ALI et réalise alors le montage 2. Donner l'expression de v_s en fonction de E . Commenter.

Premier pas vers l'ALI réel (★★)

Reprenons le montage 1. On pose $\beta = \frac{R_1}{R_1 + R_2}$. Toujours en régime permanent, en réalité la tension d'entrée ϵ n'est pas rigoureusement nulle. L'ALI est un amplificateur différentiel, de sorte que

$$v_s = \mu_0 \epsilon \quad \text{où } \mu_0 \approx 10^6$$

3. Pour des valeurs raisonnables de la tension de sortie, évaluer l'ordre de grandeur de ϵ . Commenter l'approximation de considérer ϵ comme négligeable.
4. Exprimer v_s sous la forme $\frac{E}{A}$ où A s'exprime en fonction de β et μ_0 . Compte tenu des valeurs numériques, conclure sur la validité ou non du premier modèle.
5. Reprendre la question précédente en considérant le montage 2.

L'amplification n'est évidemment valable que si $|v_s|$ ne dépasse pas une valeur de saturation $V_{\text{sat}} \approx 15 \text{ V}$. Ainsi, si $v_s > V_{\text{sat}}$ alors l'ALI sature et $v_s = +V_{\text{sat}}$. Et inversement, si $v_s < -V_{\text{sat}}$, alors l'ALI sature et $v_s = -V_{\text{sat}}$.

6. Tracer la caractéristique sur un graphe représentant v_s en fonction de ϵ (c'est la caractéristique statique de l'ALI).
7. Entre quelles valeurs E_{min} et E_{max} faut-il choisir E pour que le montage fonctionne sans saturation? Tracer la caractéristique de transfert statique (la courbe v_s en fonction de v_e en régime continu). On se limite à $v_e \in [-10 \text{ V}, +10 \text{ V}]$.

Étude du régime transitoire d'un ALI réel (★ ★ ★)

On considère que le circuit est soumis à un échelon de tension, tel que $v_e(t) = 0$ pour $t < 0$ puis $v_e(t) = E > 0$ pour $t > 0$. On admettra que la tension de sortie est continue. En régime dépendant du temps, l'évolution de $v_s(t)$ est régie par l'équation différentielle suivante :

$$\frac{dv_s}{dt} + \frac{v_s}{\tau_0} = \mu_0 \frac{e}{\tau_0}$$

où τ_0 est un temps caractéristique de l'ordre de 100 ms. Cette équation est valable uniquement en dehors de la saturation. On supposera donc $E_{\min} < E < E_{\max}$.

8. Déterminer l'équation différentielle reliant $v_s(t)$ et $v_e(t)$. On introduira un temps caractéristique τ dont on calculera l'ordre de grandeur.
9. Déterminer l'expression de $v_s(t)$ pour $t > 0$. Tracer la courbe représentative de $v_s(t)$. Commenter. Que devient cette courbe pour $E > E_{\max}$?
10. L'expérimentateur s'est de nouveau trompé et a permuté les entrées (+) et (−) de l'ALI. Déterminer l'équation différentielle vérifiée par $v_s(t)$ pour $t > 0$. On introduira un temps caractéristique τ' .
11. Commenter l'effet de cette erreur et comparer avec le résultat de la question 2. Donner l'allure de $v_s(t)$ pour $t > 0$.