

TD montages ALI en régime linéaire

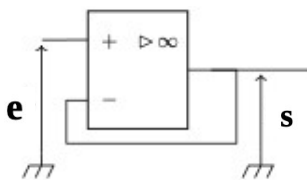
Extrait du B.O. : « L'étude des circuits est strictement limitée à des situations pouvant être facilement abordées avec les outils introduits en première année (loi des mailles, loi des nœuds, diviseur de tension) ».

Aide : utiliser la loi des nœuds écrite en terme de potentiels à la borne - de l'ALI.

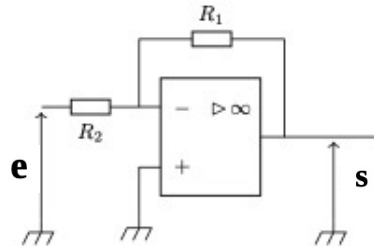
Quelques montages de base

Pour chacun des montages ci-dessous, en utilisant le modèle idéal, établir l'expression de: $\frac{s}{e}$.

montage suiveur

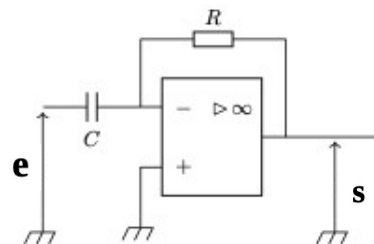
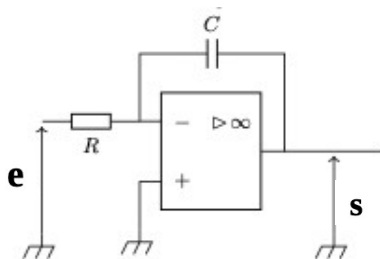


montage amplificateur inverseur



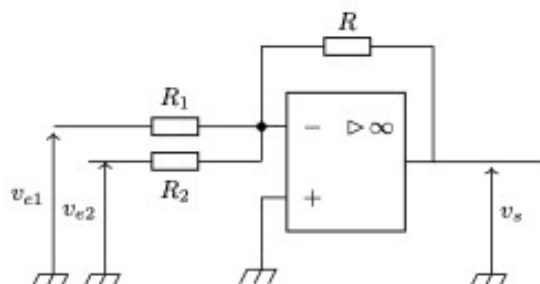
Intégrateur et dérivateur

Pour ces deux montages on utilisera la notation complexe.



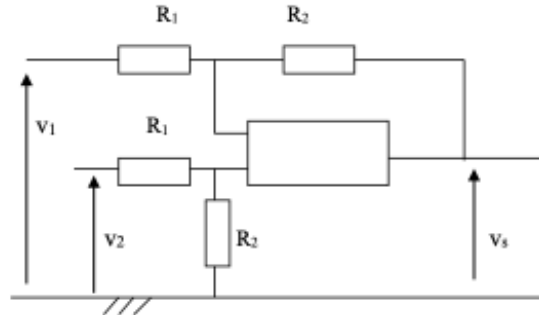
Une fois la fonction de transfert établie, on traduira dans le domaine réel la relation entre $s(t)$ et $e(t)$ (qui permet d'ailleurs de justifier le nom des montages).

Sommeur inverseur



Exercice 1

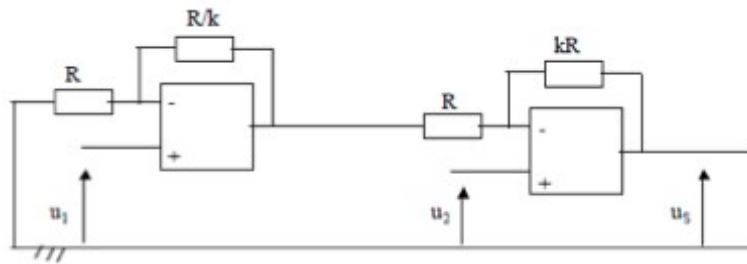
1. Soit un amplificateur linéaire intégré (ALI) idéal, de gain infini : rappeler ses propriétés, tracer la caractéristique statique de l'ALI.
2. On considère le montage ci-dessous dans lequel l'ALI est idéal, de gain infini et en régime linéaire. Déterminer la relation entre la tension de sortie v_s et les tensions v_1 et v_2 .



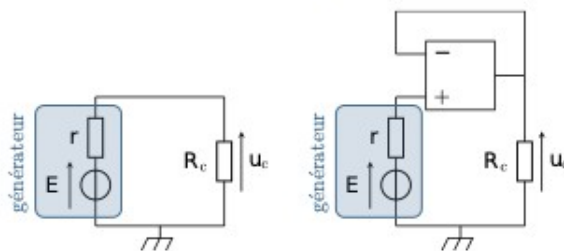
Exercice 2

On considère le montage ci-dessous dans lequel on suppose les ALI idéaux, de gain infini et en régime linéaire.

Déterminer la relation entre u_s , u_1 et u_2 , quelle est la fonction de ce montage ?



Exercice 3



Cet exercice propose de comprendre l'intérêt de l'utilisation d'un montage suiveur. On utilisera le modèle idéal pour décrire l'ALI. On cherche à alimenter une charge R_c à l'aide d'un générateur de tension. Ce dernier n'est pas parfait, et possède inévitablement une résistance interne r . On note E la tension du générateur.

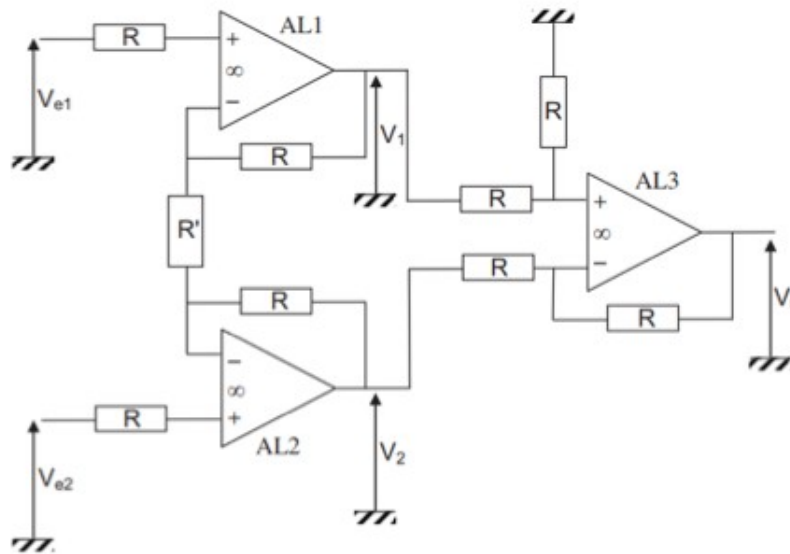
1. Dans chacun des cas exprimer la tension aux bornes de la charge en fonction de E , r et R_c .
2. Conclure alors sur l'intérêt du montage suiveur en terme d'adaptation d'impédance.

Banque PT 2019 - Amplificateur de différence

Les signaux issus des électrodes d'un appareil d'ophtalmologie ne sont pas exploitables directement et doivent être amplifiés.

Les électrodes sont reliées à l'amplificateur d'instrumentation représenté sur la figure ci-dessous. Celui-ci comporte 3 ALI (notés AL1, AL2, AL3), supposés idéaux, de gain infini et en régime linéaire

$R = 100 \text{ k}\Omega$ $R' = 2 \text{ k}\Omega$



1. Exprimer les potentiels des entrées V_1^- et V_1^+ en fonction de V_{e1} .
2. En étudiant les montages des AL1 et AL2, démontrer que $V_2 - V_1 = (V_{e2} - V_{e1}) (1 + 2R/R')$
3. En étudiant le montage de AL3, déterminer une relation (simple) entre V_s , V_1 et V_2 .

4. Le gain différentiel A_d de l'amplificateur est défini par $A_d = \left| \frac{V_s}{V_{e2} - V_{e1}} \right|$

Expliciter A_d littéralement puis numériquement.

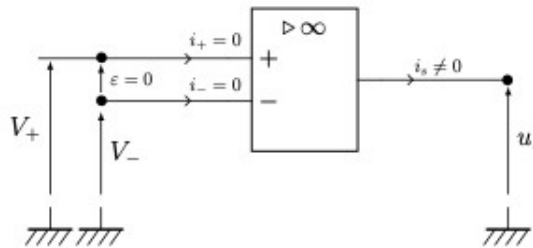
5. Les électrodes branchées en entrée du montage fournissent une différence de potentiel $V_{e2} - V_{e1}$ ayant une amplitude de l'ordre de $100 \mu\text{V}$.

Quel est l'ordre de grandeur de l'amplitude du signal en sortie de l'amplificateur ?

Adapté du concours Centrale Supélec. TSI 2020

Les matériaux piézoélectriques ont la capacité de voir apparaître une différence de potentiel entre leurs faces lorsqu'on exerce sur elles une contrainte (effet direct) mais également de pouvoir se déformer sous l'action d'une différence de potentiel imposée (effet inverse), ce qui en fait des matériaux très intéressants sur le plan des applications. On propose ici d'étudier différentes utilisations de ces matériaux.

Informations sur l'amplificateur opérationnel:



L'amplificateur opérationnel (AO) est un amplificateur différentiel (= un dispositif électronique permettant d'amplifier une différence de tension). Il peut avoir différentes fonctions : faire des calculs mathématiques analogiques (additions, soustractions, inversions, intégrations, dérivées, etc.), faire du filtrage de signaux analogiques, amplifier des tensions, ou du courant. Il est alimenté en $\pm 15V$ par rapport à la masse. C'est cette alimentation (non représentée sur le schéma) qui permet de fournir de la puissance en sortie en assurant un courant d'intensité i_s pouvant aller à des ordres de grandeurs de dizaines de milliampères. L'AO présente de très fortes impédances d'entrée, les courants en entrée sont extrêmement faibles.

Pour un AO idéal (repéré par le symbole $\triangleright \infty$), $i^+ = i^- = 0$ (impédances d'entrées infinies).

L'AO présente deux types de fonctionnement :

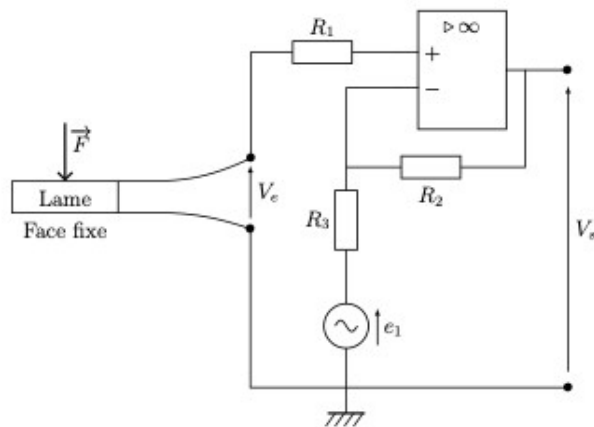
- Le régime linéaire, on parle alors d'amplificateur linéaire intégré (ALI)
- Le régime saturé (non linéaire)

Dans cet exercice, l'AO sera idéal et utilisé en régime linéaire (ALI) pour lequel : $i^+ = i^- = 0$ et $\varepsilon = 0$

Utilisation en capteur de forces

1) Mesure de l'intensité d'une force s'exerçant sur une lame piézoélectrique

On suppose qu'une force $\vec{F}$ régulièrement répartie est exercée sur la face de la lame, celle-ci entraînant l'apparition d'une tension V_e à ses bornes et de deux charges opposées $+q$ et $-q$ sur les faces de la lame. La charge q est liée à V_e ainsi qu'à la force F exercée de sorte que $q = CV_e = KF$ où C , K et F représentent respectivement une capacité, une constante de proportionnalité et l'intensité de la force $\vec{F}$.



Q1. Exprimer la tension V_e en fonction de e_1 , V_s et des différentes résistances.

Q2. On donne: $R_1 = 10 \text{ k}\Omega$, $R_2 = 6,5 \text{ k}\Omega$, $R_3 = 1,0 \text{ k}\Omega$ et $e_1 = 100 \text{ mV}$. On mesure $V_s = 6,50 \text{ V}$. En déduire V_e .

Q3. Sachant que $C = 8,0 \times 10^{-13} \text{ F}$ et que $K = 1,0 \times 10^{-12} \text{ C} \cdot \text{N}^{-1}$, déterminer l'intensité de la force $\vec{F}$.

2) Mesure de la fréquence d'une force excitatrice sinusoïdale s'exerçant sur une lame

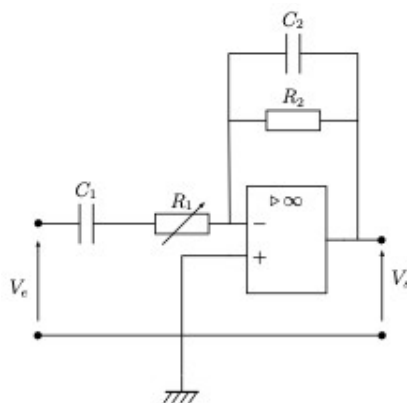
On considère que la lame est soumise à une action mécanique variant sinusoïdalement dans le temps à la fréquence f , fréquence que l'on se propose de déterminer à l'aide du montage de la figure ci-dessous.

Q4. Montrer que la tension de sortie V_s dépend de V_e selon :
$$\frac{V_s}{V_e} = - \frac{A}{1 + j(\omega/\omega_1 - \omega_2/\omega)}$$

en précisant les expressions de A , ω_1 et ω_2 en fonction de R_1 , R_2 , C_1 et C_2 .

Q5. Montrer que, à $V_e = |V_e|$ fixé, $V_s = |V_s|$ passe par un maximum pour une pulsation ω que l'on exprimera en fonction de ω_1 et ω_2 .

On ajuste à présent la résistance R_1 , de manière à ce que les signaux d'entrée et de sortie soient en opposition de phase.



Q6. Comment peut-on vérifier expérimentalement que les deux signaux sont en opposition de phase? Indiquer quel matériel peut être utilisé pour cette opération et comment le relier au montage.

Q7. Déterminer la fréquence de la contrainte s'exerçant sur la lame. Calculer sa valeur numérique sachant que $R_2 = 1,0 \times 10^2 \text{ k}\Omega$, $C_1 = 50 \text{ nF}$, $C_2 = 5,0 \text{ nF}$ et qu'il a fallu régler R_1 à $10 \text{ k}\Omega$, de manière à ce que les deux signaux soient en opposition de phase.