



Lycée Charles Coëffin — Sciences physique

Fiche de travaux pratiques — CPGE TSI2

TD 2 : Rétroaction

Objectifs

- Savoir reconnaître le fonctionnement (probable) linéaire ou saturé d'un amplificateur opérationnel.
- Déterminer le signal de sortie d'un amplificateur opérationnel, qu'il soit en fonctionnement linéaire ou saturé.

Pré-requis : régime sinusoïdal forcé, méthode complexe, associations d'impédances complexes ; signal périodique, décomposition d'un signal, fonction de transfert, filtres du premier ordre ; systèmes linéaires continus et invariants (LCI), stabilité d'un système LCI.

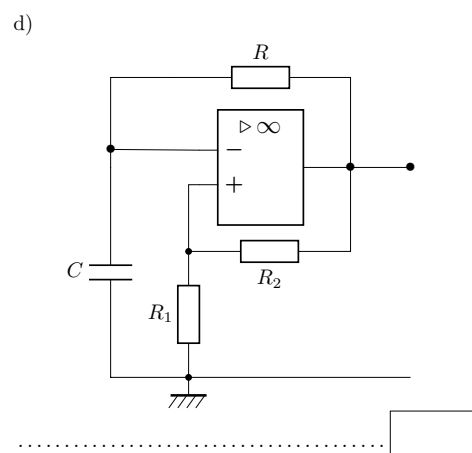
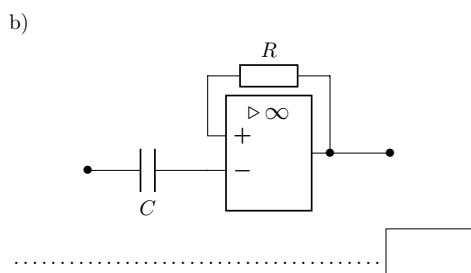
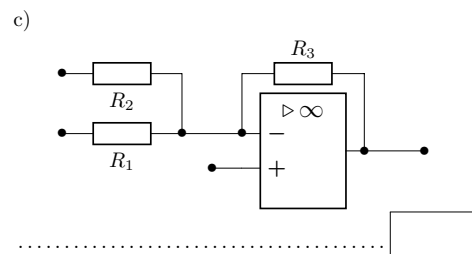
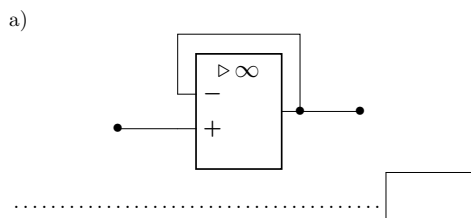
1 Cahier d'entraînement

Entraînement 18.1 — Circuit en régime linéaire.



Pour chacun des circuits ci-dessous, choisir la phrase qui convient.

- (a) L'ALI fonctionne vraisemblablement en régime linéaire.
 (b) L'ALI fonctionne vraisemblablement en régime saturé.
 (c) On ne peut pas répondre.



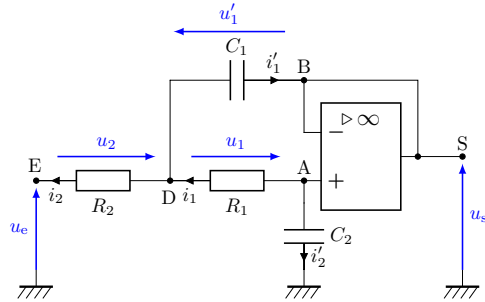
Loi des nœuds et pont diviseur de tension



Entraînement 18.2 — Intensités sens dessus dessous.



L'amplificateur linéaire intégré suivant est idéal et fonctionne en régime linéaire.



a) Exprimer la loi des nœuds au point D en fonction des intensités i_1 , i_2 et i'_1 .

.....

b) Exprimer la loi des nœuds au point D en fonction des tensions u_1 , u_2 , u'_1 , des résistances R_1 , R_2 et de la capacité C_1 du condensateur supérieur.

.....

c) Indiquer la relation entre les intensités i_1 et i'_2 .

.....

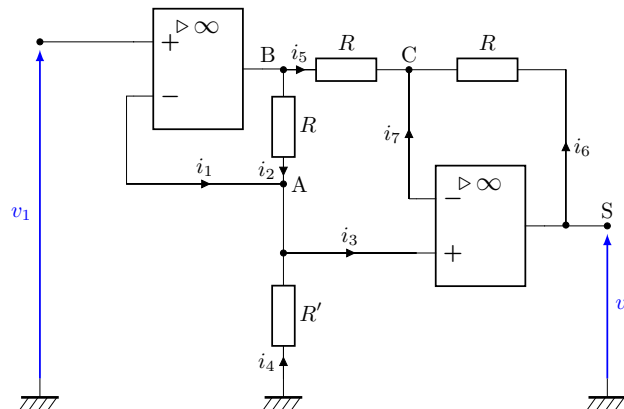
d) En déduire l'expression de l'intensité i'_2 en fonction de V_A , V_D et R_1 ainsi que de C_2 et V_A .

.....

Entraînement 18.3 — Montage à plusieurs ALI.



On considère le montage amplificateur d'instrumentation suivant, dans lequel tous les ALI sont considérés comme idéaux :



a) Pourquoi n'est-il pas intéressant d'écrire la loi des nœuds en B ?

(a) L'intensité de sortie de l'ALI est nulle.

(c) La sortie de l'ALI est reliée à la masse.

(b) L'intensité de sortie de l'ALI est inconnue.

.....

b) Exprimer la loi des nœuds en termes d'intensité au point A en fonction des courants donnés sur le schéma.

.....

c) En appliquant la loi d'Ohm, quelle égalité obtient-on ?

(a) $\frac{V_B - V_A}{R} + \frac{V_A}{R'} = 0$

(c) $\frac{v_1 - v_s}{R} + \frac{V_C - V_A}{R'} = 0$

(b) $\frac{V_A - V_B}{R} + \frac{V_A}{R'} = 0$

(d) $\frac{V_A - V_B}{R'} + \frac{V_A}{R} = 0$

d) Exprimer la loi des nœuds en termes d'intensité au point C en fonction des courants donnés sur le schéma.

e) En utilisant la loi d'Ohm, quelle égalité obtient-on ?

(a) $\frac{V_C - V_S}{R} + \frac{V_B - V_C}{R} = 0$

(c) $2V_C = V_B + V_S$

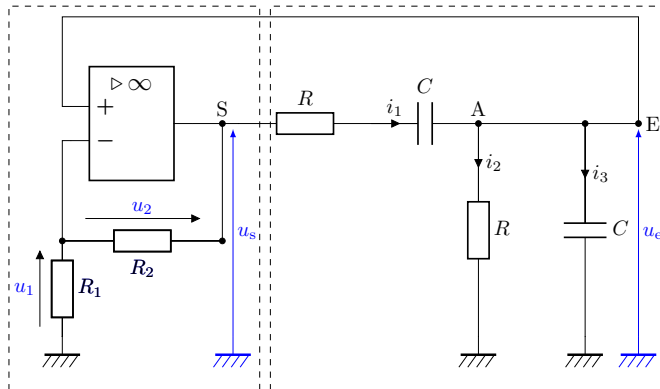
(b) $\frac{V_C - V_A}{2R} + \frac{V_C - V_S}{R} = 0$

(d) $\frac{V_C - V_S}{R} + \frac{V_C - V_B}{R} + \frac{V_C - V_A}{R} = 0$

Entraînement 18.4 — Oscillateur de Wien.



L'amplificateur linéaire intégré suivant est idéal et fonctionne en régime linéaire.



a) Le pont diviseur de tension du cadre de gauche permet d'écrire une relation entre u_1 et u_s . Écrire cette relation.

b) Écrire la loi des nœuds en A.

c) Exprimer i_2 en fonction de u_e et R .

d) Exprimer l'intensité i_3 en fonction de u_e et C

e) Écrire la loi des mailles vérifiée par la partie du droite du montage encadrée en pointillés.

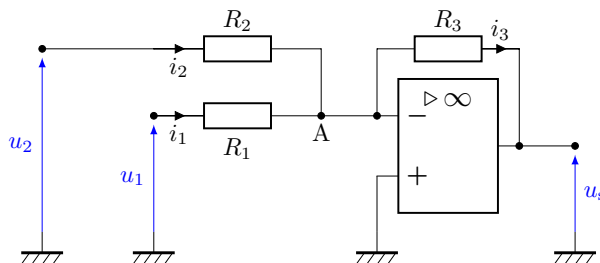
f) Dériver cette relations et donner la relation liant $\frac{du_e}{dt}$, $\frac{du_s}{dt}$, i_1 , $\frac{di_1}{dt}$, R et C .

g) En déduire une équation différentielle liant R , C , $\frac{du_s}{dt}$, $\frac{d^2u_e}{dt^2}$, $\frac{du_e}{dt}$ et u_e .

 Entraînement 18.5 — Montage sommateur inverseur.



L'amplificateur linéaire intégré suivant est idéal et fonctionne en régime linéaire.



- a) Exprimer la loi des nœuds au point A en fonction des intensités i_1 , i_2 et i_3 .

.....

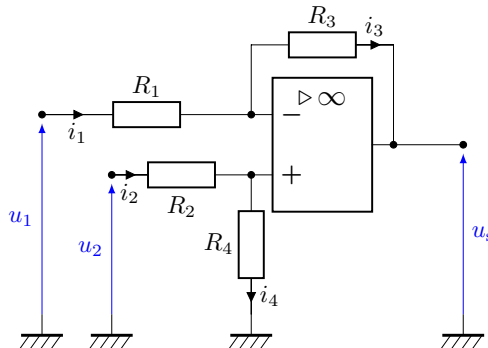
- b) À l'aide de l'expression précédente, déterminer une relation liant les tensions u_1 , u_2 et u_s ainsi que les résistances R_1 , R_2 et R_3 .

.....

 Entraînement 18.6 — Montage soustracteur.



L'amplificateur linéaire intégré suivant est idéal et fonctionne en régime linéaire.



- a) Donner la relation entre les intensités i_1 et i_3

- b) Donner la relation entre les intensités i_2 et i_4

- c) Exprimer le potentiel V_+ en fonction de R_2 , R_4 et u_2 , à l'aide d'un pont diviseur de tension.

.....

- d) Exprimer le potentiel V_- en fonction de R_1 , R_3 , u_1 et u_s , à l'aide d'un autre pont diviseur de tension.

.....

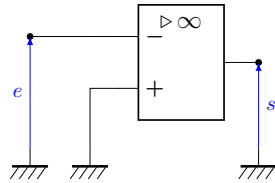
Avant toute chose

Entraînement 19.1 — ALI en régime saturé.



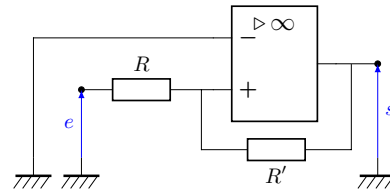
Parmi les montages suivants, indiquer si l'ALI utilisé est en régime saturé de manière certaine.

a)



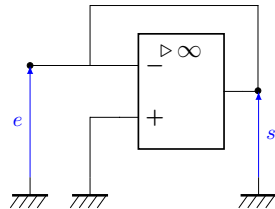
.....

c)



.....

b)



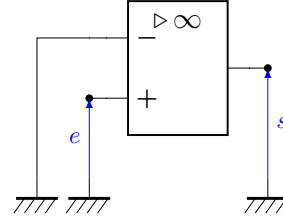
.....

Entraînement 19.3 — Stabilité de l'ALI d'un comparateur simple.



On rappelle, pour les besoins de l'exercice, la fonction de transfert entre le potentiel de sortie $\underline{s}$ et l'entrée différentielle $\underline{v_+} - \underline{v_-}$ de l'ALI :

$$\underline{\mu} = \frac{\underline{s}}{\underline{v_+} - \underline{v_-}} = \frac{\mu_0}{1 + j\omega\tau}.$$



- a) Établir l'équation différentielle reliant s à e en régime linéaire.

.....

On considère une entrée nulle avant $t = 0$ et constante de valeur E_0 pour $t > 0$.

- b) Quelle est l'expression de s en régime permanent ?

Ⓐ $\tau\mu_0 E_0$

Ⓑ 0

Ⓒ $\mu_0 E_0$

.....

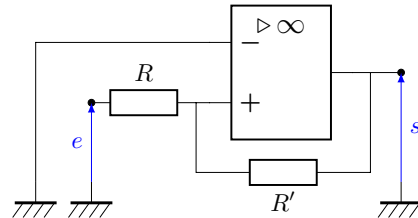
- c) Cet ALI peut-il fonctionner en régime linéaire ?

Entraînement 19.4 — Stabilité de l'ALI d'un comparateur à hystérésis.



On rappelle, pour les besoins de l'exercice, la fonction de transfert entre le potentiel de sortie $\underline{s}$ et l'entrée différentielle $\underline{v_+} - \underline{v_-}$ de l'ALI :

$$\underline{\mu} = \frac{\underline{s}}{\underline{v_+} - \underline{v_-}} = \frac{\mu_0}{1 + j\omega\tau}.$$



- a) À l'aide d'une loi des nœuds appliquée à l'entrée non-inverseuse, déterminer laquelle de ces relations est valide.

Ⓐ $\frac{v_+ - e}{R} + \frac{v_+ - s}{R'} = 0$

Ⓒ $\frac{e}{R} + \frac{s}{R'} = 0$

Ⓑ $e = s$

.....

- b) Exprimer la tension différentielle $\varepsilon = v_+ - v_-$

- c) Établir l'équation différentielle reliant s à e en régime linéaire.

.....

- d) Cet ALI peut-il fonctionner en régime linéaire ?

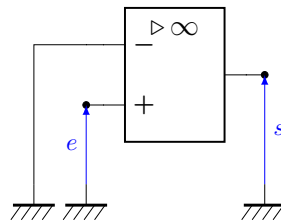
Exploitation de caractéristiques

Entraînement 19.6 — Condition de basculement (I).

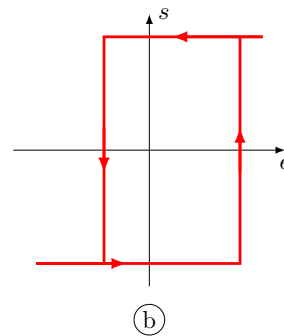
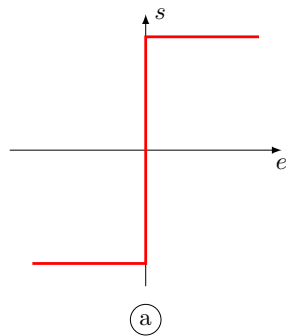


On considère le montage comparateur simple.

On rappelle que la saturation haute d'un ALI est caractérisée par un potentiel de sortie $s = V_{\text{sat}}$ et une tension différentielle $\varepsilon = v_+ - v_-$ positive. De même, la saturation basse d'un ALI est caractérisée par un potentiel de sortie $s = -V_{\text{sat}}$ et une tension différentielle ε négative.



- Exprimer v_+ en fonction de e
- En saturation haute, quelle condition sur e assure de rester dans cet état de saturation ?
.....
- En saturation basse, quelle condition sur e assure de rester dans cet état de saturation ?
.....
- Laquelle des deux caractéristiques suivantes correspond à celle du montage comparateur simple ?

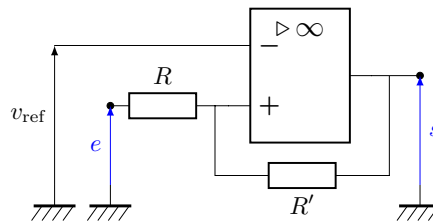


.....

Entraînement 19.7 — Condition de basculement (II).



On considère le montage comparateur à hystérésis à double seuil. On rappelle que la saturation haute d'un ALI est caractérisée par un potentiel de sortie $s = V_{\text{sat}}$ et une tension différentielle $\varepsilon = v_+ - v_- > 0$. De même, la saturation basse d'un ALI est caractérisée par un potentiel de sortie $s = -V_{\text{sat}}$ et une tension différentielle $\varepsilon = v_+ - v_- < 0$.



a) Exprimer v_+ en fonction de R , R' , s et e

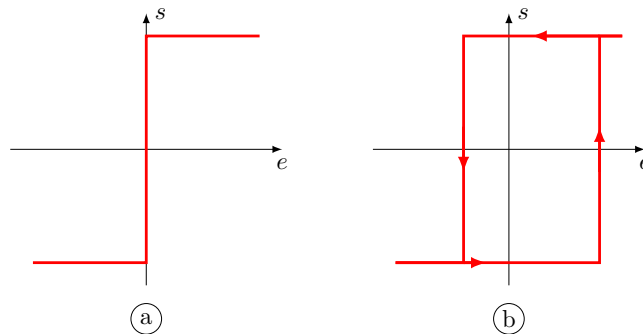
b) En saturation haute, quelle condition relie les paramètres R , R' , e , V_{sat} et $v_{\text{réf}}$?

.....

c) En saturation basse, quelle condition relie les paramètres R , R' , e , V_{sat} et $v_{\text{réf}}$?

.....

d) Laquelle des deux caractéristiques suivantes correspond à celle du montage comparateur à hystérésis à double-seuil ?

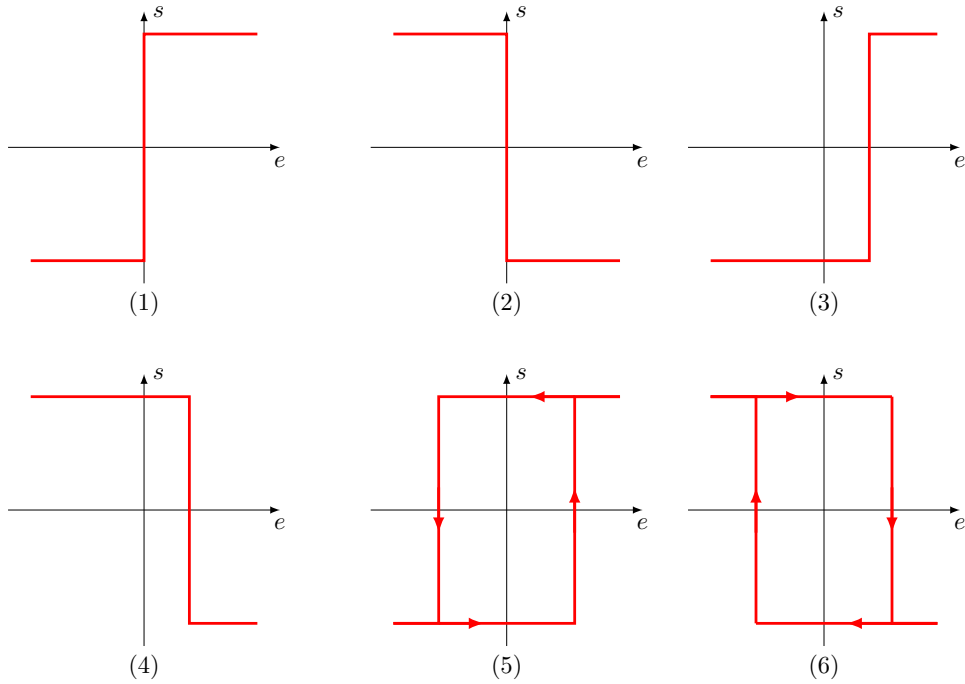


.....

Entraînement 19.8 — Association caractéristiques/chronogrammes.



On considère des montages à ALI fonctionnant en régime saturé. Les relations entre leurs tensions d'entrée e et de sortie s sont représentées sur les caractéristiques suivantes :



Associer un chronogramme à chacune des caractéristiques données ci-dessus.

