

Amplificateur linéaire intégré (ALI)

I. Présentation

1. Description

C'est un composant intégré (à $\simeq 30$ transistors), actif (on doit lui fournir de l'énergie) : il a deux bornes $\pm V_{cc}$ qui alimentent l'amplificateur (généralement $+15\text{ V}$ et -15 V). L'ALI est un amplificateur différentiel : il amplifie la différence de potentiel entre ses deux bornes d'entrées

$\left\{ \begin{array}{l} \text{non inverseuse symbolisée par un } + \\ \text{inverseuse symbolisée par un } - \end{array} \right.$ et la renvoie sur la borne de sortie S.



2. Amplificateur réel

Courants : on indique les courants i_+ et i_- entrant dans les bornes non inverseuse et inverseuse ainsi que i_s le courant sortant de l'amplificateur.

Caractéristiques de l'amplificateur :

- en régime linéaire $s(t) = A_0 \cdot \varepsilon = A_0 \cdot [V_+ - V_-]$

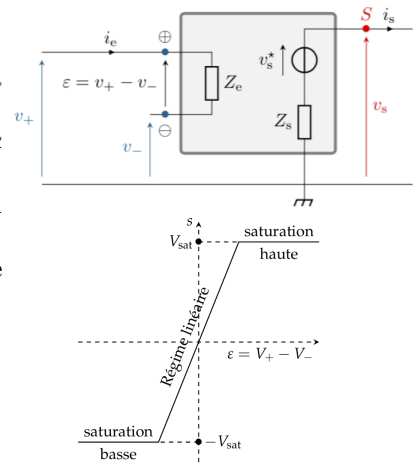
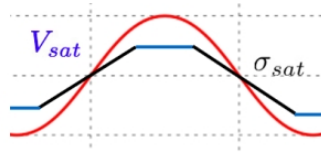
A_0 est le gain différentiel en boucle ouverte, très élevé ($A_0 > 10^4$ à 10^6) ;

- l'amplificateur ne peut pas délivrer qui dépasse une valeur de saturation. On sera alors en régime linéaire si $|s| \leq V_{sat}$ avec $V_{sat} \lesssim V_{cc} = 15\text{ V}$.

En prenant $A_0 \simeq 2 \times 10^5$, l'amplificateur sera donc en saturation si $|\varepsilon| > \frac{15}{2 \times 10^5} \simeq 75\mu\text{ V}$.

- le courant de sortie ne peut pas dépasser environ 20mA (un ALI n'est pas un composant de puissance).

- l'ALI ne peut pas suivre des variations trop rapide de tension (qq $\text{V}/\mu\text{s}$) : phénomène de slew rate



Les résistances d'un ALI réel sont : en entrée $Z_e \simeq 10^{12}\Omega$ et en sortie $Z_s \simeq 10\Omega$.

3. Amplificateur idéal

La grande valeur du gain invite à construire le modèle de l'amplificateur linéaire intégré idéal.

Modèle de l'ALI idéal

- gain différentiel en boucle ouverte infini : $A_0 \rightarrow +\infty$;
- courants en entrée nuls $i_+ = i_- = 0 \Leftrightarrow$ impédance d'entrée infinie $Z_e \rightarrow \infty$
- impédance de sortie nulle. (générateur idéal de tension en sortie)

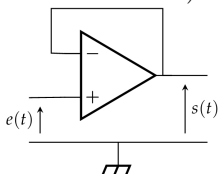
Conséquence : Comme le gain est infini, l'ALI idéal ne sera en régime linéaire que si $V_+ = V_-$. On vérifiera cependant que cela n'est possible que si $|s| < V_{sat}$.

Remarque : À l'inverse, on sera en régime non-linéaire si $\varepsilon \neq 0$ $\left\{ \begin{array}{l} \text{- Si } V_+ > V_-, \varepsilon > 0 \text{ et } s = +V_{sat} : \text{saturation haute;} \\ \text{- Si } V_+ < V_-, \varepsilon < 0 \text{ et } s = -V_{sat} : \text{saturation basse.} \end{array} \right.$

Ne pas confondre le modèle de l'ALI idéal avec son fonctionnement en régime linéaire : un ALI supposé idéal peut fonctionner en régime de saturation et un ALI réel peut fonctionner en régime linéaire !

4. Condition du régime linéaire

On comprend de ce précédent que l'ALI idéal ne sera en régime linéaire que si $\varepsilon = 0$! Exemple d'une contre-réaction (bouclage de la sortie "vers l'entrée") le permettant :



Alors $s = A_0 \varepsilon = A_0(e - s) \Leftrightarrow s(1 + A_0) = e$, donc $s = \frac{A_0}{1 + A_0} e$. Comme $A_0 \sim 10^5$, $s \simeq e$, et $\varepsilon \simeq 0$

À retenir : pour un ALI idéal

	Fonctionnement en régime linéaire	Régime de saturation
Conditions	- présence de la rétroaction sur la borne moins - $ s \leq V_{\text{sat}}$	Au moins une de ces deux conditions non vérifiée.
Loi	$V_+ = V_-$ et $i_+ = i_- = 0$	$s = \pm V_{\text{sat}}$ en fonction du signe de $\varepsilon = V_+ - V_-$

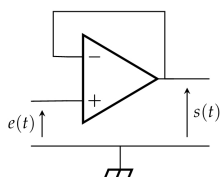
II. Montages fondamentaux en régime linéaire

Ce paragraphe est présenté sous forme de TD. Vous devez savoir dans chacun des cas,

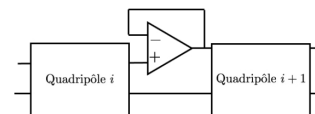
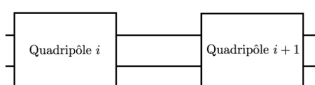
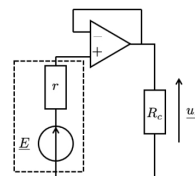
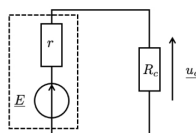
- dessiner le montage à partir de son nom
- démontrer en RSF la relation reliant \underline{e} et \underline{s} , (méthodes : vérifier que le montage est en fonctionnement linéaire, écrire la loi des nœuds en potentiels à l'entrée inverseuse ou appliquer un diviseur de tension)
- déterminer l'impédance d'entrée définie par $\underline{Z}_e = \frac{\underline{e}}{\underline{i}_e}$ (i_e courant entrant dans le montage)

(Ne pas apprendre les résultats par coeur, et maîtriser diviseur de tension et loi des nœuds en potentiels!)

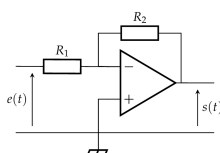
1. Suiveur



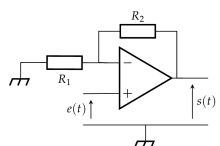
Intérêt en pratique : Le suiveur transmet intégralement une tension sans appeler aucun courant :



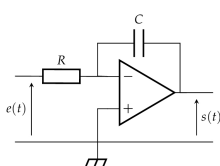
2. Amplificateur inverseur



3. Amplificateur non inverseur



4. Intégrateur



5. Sommateur

