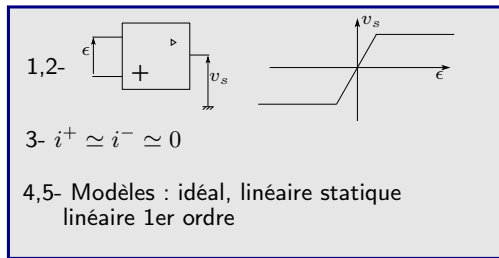
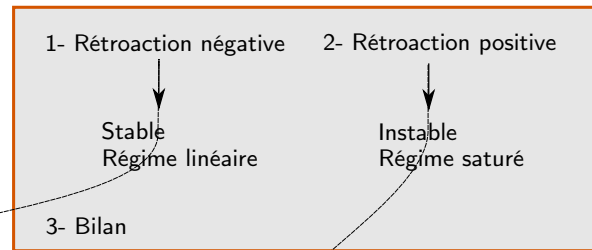


Montages à rétroaction : exemples avec l'ALI

I L'ALI : propriétés du composant



II L'ALI dans un circuit : rétroaction



III ALI idéal en régime linéaire

$$\begin{aligned} v^+ &= v^- \\ i^+ &= i^- = 0 \end{aligned} \quad \text{Exemples}$$

IV ALI idéal en régime saturé

$$\begin{aligned} v_s &= +V_{\text{sat}} \text{ si } v^+ > v^- \\ v_s &= -V_{\text{sat}} \text{ si } v^+ < v^- \\ i^+ &= i^- = 0 \end{aligned} \quad \text{Exemples}$$

Plan du cours

I - L'amplificateur linéaire intégré (ALI) : propriétés du composant

- 1 - Présentation générale
- 2 - Fonctionnement linéaire ou saturé
- 3 - Impédances d'entrée et de sortie
- 4 - Un modèle plus simple : le modèle idéal (gain infini)
- 5 - D'autres modèles plus précis : les modèles linéaires statique et du 1^{er} ordre
- 6 - Bilan des modèles et comparaison avec un composant réel

II - L'ALI dans un circuit : principes des montages avec une rétroaction

- 1 - Analyse de stabilité avec une rétroaction négative
- 2 - Analyse de stabilité avec une rétroaction positive
- 3 - Bilan : étant donné un montage, quel régime ? quel modèle ?

III - Étude des montages comprenant un ALI en régime linéaire en utilisant le modèle idéal

- 1 - Quelles conséquences ?
- 2 - Exemple : étude du montage non-inverseur
- 3 - Autres exemples de montages : voir TD

IV - Étude des montages comprenant un ALI en régime saturé en utilisant le modèle idéal

- 1 - Quelles conséquences ?
- 2 - Exemple : comparateur à hystérésis inverseur
- 3 - Autres exemples de montages : voir TD

Ce qu'il faut connaître

- ₁ Les propriétés du composant amplificateur linéaire intégré (deux régimes de fonctionnement, valeur des tensions d'alimentation, de la tension de saturation V_{sat} , du courant de saturation i_{sat} , des courants de polarisation i^+ et i^- , du gain μ_0 ...).
- ₂ Pour un ALI, les conséquences du modèle idéal (à gain infini) soit dans le cas du régime linéaire, soit dans le cas du régime saturé.
- ₃ Pour un ALI, les hypothèses du modèle linéaire statique, celles du modèle linéaire du 1^{er} ordre (donner la fonction de transfert v_s/ϵ).
- ₄ Le critère pour savoir si un ALI fonctionne en régime linéaire ou en régime saturé.

Ce qu'il faut savoir faire

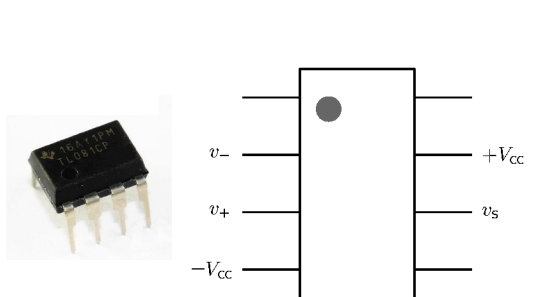
- ▶₅ Étant donné un montage, déterminer le rapport s/e en utilisant pour l'ALI le modèle idéal :
 - ▷ soit dans le cas d'un montage avec ALI fonctionnant en régime linéaire (voir cours III, TD II),
 - ▷ soit dans le cas d'un montage avec ALI fonctionnant en régime saturé (voir cours IV, TD IV).
- ▶₆ Savoir établir le cycle d'un montage à hystérésis et savoir l'interpréter (voir cours IV, TD III et IV).
- ▶₇ Relier la génération d'harmoniques en sortie à des non-linéarités telles que la saturation (voir fig. 2).

Exemples de questions de cours ou de savoir faire fondamentaux

- ▶ Tout ce qui apparaît dans "ce qu'il faut connaître" peut directement être transformé en question. Par exemple pour les points 1, 2 et 4 :
 - Donner l'ordre de grandeur du gain statique μ_0 . Que peut-on dire concernant les courants de polarisation ? etc...
 - Donner les conséquences du modèle idéal (à gain infini) soit dans le cas du régime linéaire, soit dans le cas du régime saturé.
 - Quel est le critère pour savoir si un ALI fonctionne en régime linéaire ou en régime saturé ?
- ▶ Les savoir faire fondamentaux sont dans la rubrique "ce qu'il faut savoir faire". Il y aura parfois des exemples de questions dans cette liste, et quand ce n'est pas le cas (comme ici) il faut se reporter aux exercices mentionnés.

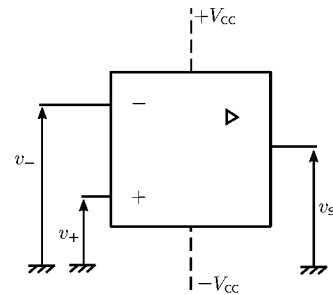
Documents associés au cours

I.1 – Présentation générale



Composant réel

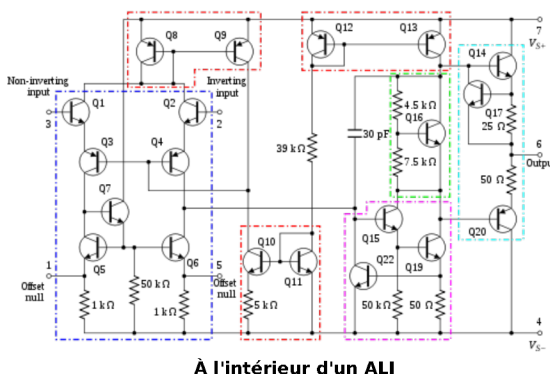
Schéma du brochage



Symbole pour les schémas électriques

Rq : $+V_{CC}$ et $-V_{CC}$ représentent l'alimentation de l'ALI. Ces tensions sont de $+15V$ et $-15V$ en général.

La plupart du temps on ne les représente pas sur le schéma électrique. Mais elles sont essentielles au fonctionnement de l'ALI.



À l'intérieur d'un ALI

Fig. 1 : Diverses représentations d'un ALI.

I.6 – Bilan des modèles et comparaison avec un composant réel

	Modèle idéal	Modèle linéaire statique	Modèle linéaire du 1 ^{er} ordre	TL081 (ALI réel)
	$\mu_0 = +\infty$	$\underline{v}_s = \mu_0 \underline{\epsilon}$	$\underline{v}_s = \frac{\mu_0}{1+j\omega/\omega_0} \underline{\epsilon}$	
Gain différentiel μ_0				2×10^5
Gain $20 \log \mu_0$				106
Impédance d'entrée				$10^{12} \Omega$
Impédance de sortie				$10^2 \Omega$
Courants de polarisation				$30 \text{ pA} = 30 \times 10^{-12} \text{ A}$
Tension de décalage				
Slew rate				

IV.2 – Exemple : comparateur à hystérésis inverseur

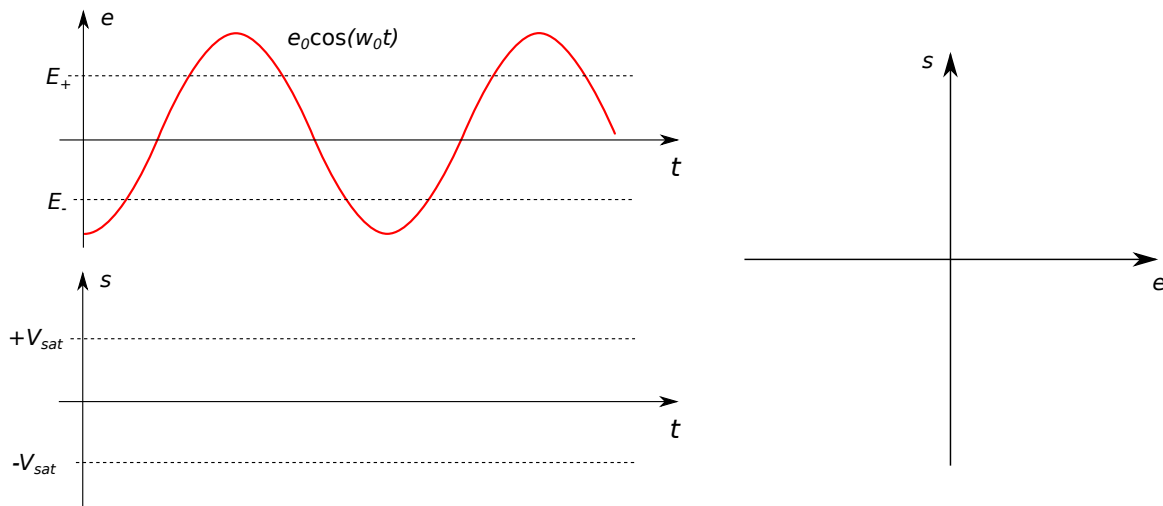


Fig. 2 : Signaux temporels pour un montage à hystérésis inverseur.

Remarques sur la figure 2 :

- En entrée, $e(t) = e_0 \cos(\omega_0 t) \Rightarrow$ une seule harmonique, de pulsation ω_0 .
En sortie, $s(t) =$ signal carré \Rightarrow c'est une somme d'harmoniques (à $\omega_0, 2\omega_0, 3\omega_0, \dots$).
- C'est impossible pour un système linéaire, car pour un système linéaire $0 \xrightarrow{\text{sys}} 0$, et il n'y a donc jamais création d'harmoniques.
- Conclusions à retenir :

- Cette génération d'harmoniques signifie que le système est non-linéaire.
- Un ALI fonctionnant en *régime saturé* est un composant non linéaire (comme une diode par ex.).