

# Rétroaction

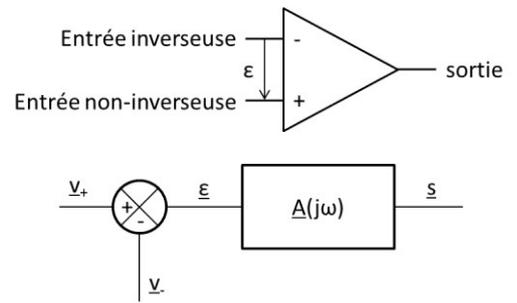
## Modèle de l'ALI (Amplificateur Linéaire Intégré)

Le modèle de l'ALI est donné par les propriétés suivantes :

- Courants de polarisation nuls  $i_+ = i_- = 0A$
- Résistance de sortie nulle
- Fonction de transfert du premier ordre en régime linéaire :

$$\underline{A}(j\omega) = \frac{\underline{s}(j\omega)}{\underline{\varepsilon}(j\omega)} = \frac{A_{vd}}{1+j\tau\omega} \quad \text{avec} \quad \begin{cases} A_{vd} \approx 2.10^5 \\ \tau \approx 5.10^{-2} s \end{cases}$$

- Saturation de la tension de sortie à  $V_{sat} < V_{CC}^+ = 15V$
- Saturation de l'intensité de sortie



## Régimes de fonctionnement

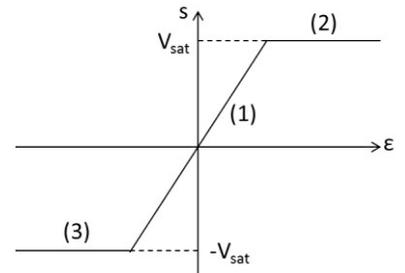
On distingue 3 domaines :

- la **plage de linéarité** (1) :  $|\varepsilon| < \frac{V_{sat}}{A_{vd}}$ , le signal de sortie est proportionnel à  $\varepsilon$ .

Fonction de transfert assimilée à son gain statique :  $\underline{A}(j\omega) \approx A_{vd}$

- la **zone de saturation** (2) :  $\varepsilon \geq \frac{V_{sat}}{A_{vd}}$  alors  $s = V_{sat}$
- la **zone de saturation** (3) :  $\varepsilon \leq -\frac{V_{sat}}{A_{vd}}$  alors  $s = -V_{sat}$

## Caractéristique de l'ALI :



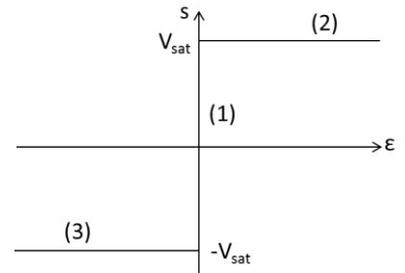
## Modèle idéal de l'ALI

Le modèle de l'ALI idéal rajoute au modèle précédent les propriétés suivantes :

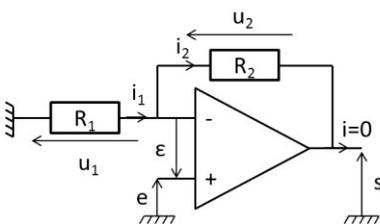
- Fonction de transfert en régime linéaire assimilée à son gain statique infini  $\underline{A} = A_{vd} \rightarrow \infty$
- Egalité des tensions d'entrée en régime linéaire  $v_+ = v_-$

## Caractéristique de l'ALI idéal :

- la plage de linéarité (1) :  $|s| < V_{sat} \Rightarrow \varepsilon = 0$  ou  $v_+ = v_-$
- la zone de saturation positive (2) :  $\varepsilon > 0 \Rightarrow s = V_{sat}$
- la zone de saturation négative (3) :  $\varepsilon < 0 \Rightarrow s = -V_{sat}$



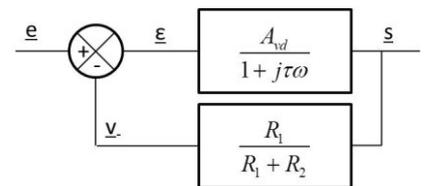
## Montage amplificateur (non inverseur)



Fonction de transfert (régime linéaire) :

$$\text{Avec } A_{vd} \gg 1 : \underline{H}(j\omega) = \frac{G_0 \omega}{1+j\frac{\omega}{\omega_c}}$$

$$\text{avec } G_0 = 1 + \frac{R_2}{R_1} \text{ et } \omega_c = \frac{A_{vd}}{\tau(1+\frac{R_2}{R_1})}$$



une rétroaction négative est stabilisatrice.

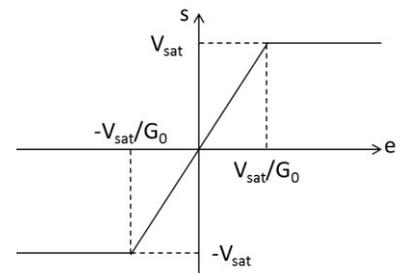
Diagramme de Bode et fonction amplificatrice : *Filtre passe-bas du premier ordre*

Fonction d'amplificateur pour :  $\omega < \omega_c =$  dans une zone limitée de fréquence.

Produit gain-bande passante :  $G_0 \times BP = G_0 \times \omega_c = \frac{A_{vd}}{\tau} = cte$

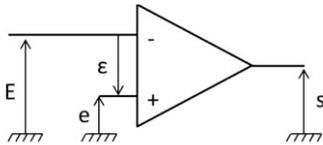
Plus l'amplification est forte, moins la gamme de fréquences utilisable est importante.

Modèle idéal d'ALI (régime linéaire) :  $\underline{H}(j\omega) = G_0 = 1 + \frac{R_2}{R_1}$



## Montage comparateur simple non inverseur

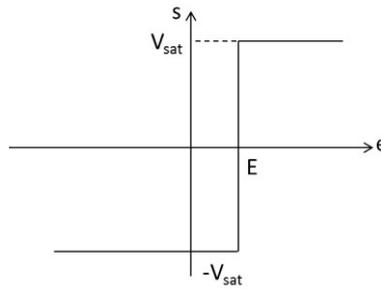
Comparaison de la valeur instantanée d'un signal  $e(t)$  à un niveau de référence.



Comparateur non inverseur

Modèle idéal d'ALI :  $\varepsilon = e - E$

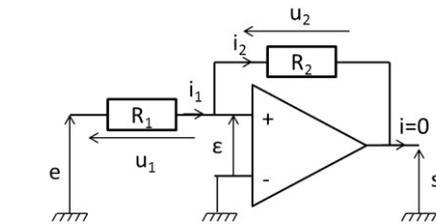
$$E \begin{cases} > 0 & \Rightarrow s = V_{sat} \\ < 0 & \Rightarrow s = -V_{sat} \end{cases}$$



Pour  $\begin{cases} e(t) = E_0 \cos(\omega t) \\ E = 0V \end{cases}$

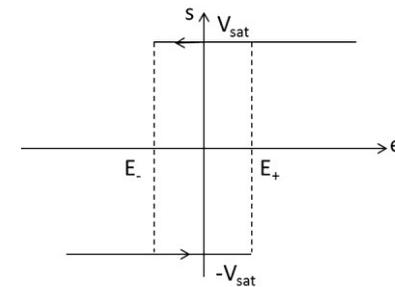
On obtient un signal créneau en sortie.  
Le comparateur enrichit le spectre du signal de sortie de fréquences absentes du signal d'entrée : système non linéaire.

## Montage comparateur à hystérésis non inverseur



$$\varepsilon = v_+$$

$$-v_- \begin{cases} > 0 & \Rightarrow e > -\frac{R_1}{R_2} V_{sat} = E_- \\ < 0 & \Rightarrow e < \frac{R_1}{R_2} V_{sat} = E_+ \end{cases}$$



Cycle d'hystérésis parcouru dans le sens trigonométrique (entrée  $e$  branchée sur la borne +).

Deux seuils sont utilisés :

- si  $e \leq E_- \Rightarrow s = -V_{sat}$
- si  $e \geq E_+ \Rightarrow s = V_{sat}$
- si  $E_- < e < E_+$ , la sortie du comparateur non inverseur dépend de l'évolution antérieure du signal d'entrée, comme l'indique les flèches sur la caractéristique.

Une rétroaction positive est déstabilisatrice

## Vitesse de balayage

Vitesse de balayage  $\sigma$  (slew rate) : variation maximale de la tension de sortie de l'ALI en  $1 \mu s$  :  $\sigma = \left| \frac{ds}{dt} \right|_{max}$

Conséquence : distorsions harmoniques