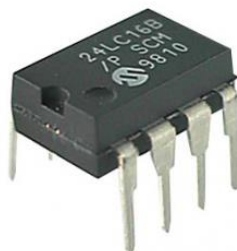


# CONDITIONNEMENT DE SIGNAL : AMPLIFICATION ET MISE EN FORME



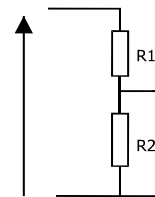
## Contenu

<b>1</b>	<b>INTERET DES STRUCTURES CONTRE-REACTIONNEES</b>	<b>2</b>
1.1	QUADRIPOLE PASSIF	2
1.2	SYSTEME CONTRE-REACTIONNE	2
1.3	INTERET DES STRUCTURES UTILISANT UN ALI	2
<b>2</b>	<b>DEFINITION</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>ALI IDEAL</b>	<b>3</b>
<b>4</b>	<b>DEMARCHE ANALYTIQUE EN REGIME LINEAIRE</b>	<b>3</b>
<b>5</b>	<b>LES MONTAGES LINEAIRES FONDAMENTAUX</b>	<b>4</b>
5.1	AMPLIFICATEUR INVERSEUR	4
5.2	SUIVEUR	4
5.3	AMPLIFICATEUR NON-INVERSEUR	4
5.4	SOMMATEUR INVERSEUR	4
5.5	SOMMATEUR NON INVERSEUR	5
5.6	AUTRES MONTAGES CLASSIQUES AVEC ALI (NON-AMPLIFICATEURS)	5
<b>6</b>	<b>DEMARCHE ANALYTIQUE EN REGIME NON LINEAIRE</b>	<b>6</b>
6.1	COMPARATEUR SIMPLE	6
6.2	COMPARATEUR A HYSTERESIS	7

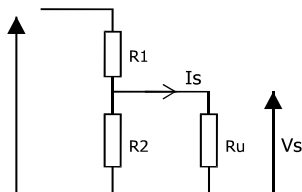
# 1 INTERET DES STRUCTURES CONTRE-REACTIONNEES

## 1.1 Quadripôle passif

Considérons une fonction « diviseur par deux », réalisée avec un quadripôle passif :  
 En choisissant  $R_1=R_2=10k\Omega$ , montrons que  $V_s = V_e / 2$  si le courant de sortie  $I_s$  est nul (pont diviseur de tension) :



Si on charge la sortie avec une résistance  $R_u$  de  $100k\Omega$ , le rapport  $V_s/V_e$  est modifié.

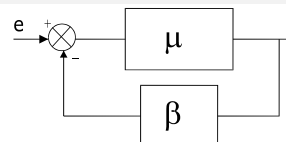


$$\frac{V_s}{V_e} = \frac{R_2 // R_u}{R_1 + R_2 // R_u} = 0,476$$

On montre ainsi la limite des quadripôles passifs : le même résultat est applicable aux filtres et autres montages : dès que l'on charge la sortie, la fonction réalisée par le quadripôle n'est plus constante et dépend de la valeur de la charge ce qui est particulièrement gênant en traitement du signal.

## 1.2 Système contre-réactionné

Considérons un amplificateur de gain  $\mu$  et un circuit passif qui réalise la relation  $\beta$  selon la structure ci-contre :



On calcule  $\frac{s}{e} = \frac{\mu}{1 + \mu \cdot \beta}$

En choisissant  $\mu$  très grand et en plaçant une fonction mathématique sur  $\beta$ , alors on obtient

$$\frac{s}{e} = \frac{1}{\beta}$$

La structure contre-réactionnée réalise la fonction "inverse" de  $\beta$ .

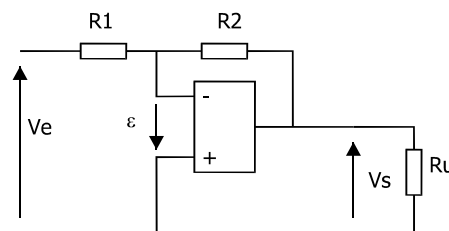
Par exemple, en plaçant  $\beta=2$ , la structure réalise un diviseur par deux, quelque soit la charge en sortie. De plus, l'énergie nécessaire à la charge étant fournie par l'amplificateur (dont le gain peut s'en trouver modifier), la relation  $\beta$  n'est jamais affectée et ainsi la relation  $\frac{s}{e} = \frac{1}{\beta}$  est très stable dans le temps et ne dépend que de la précision de  $\beta$ .

Cette structure contre réactionnée permet d'autre part l'utilisation d'un amplificateur peu précis, pourvu que son gain soit très élevé !

## 1.3 Intérêt des structures utilisant un ALI

L'ALI est une structure contre-réactionnée qui permet de réaliser la plupart des fonctions de traitement des signaux analogiques (sommateur, intégrateur, amplificateur, filtre, etc...) en fournissant sur la sortie l'énergie nécessaire au circuit de charge, sans pour autant affecter la relation recherchée entre l'entrée et la sortie.

On remarque que la relation entrée sortie est indépendante de la charge placée sur la sortie, laquelle recevra toute l'énergie par l'amplificateur opérationnel. Cette qualité est due au fait que le gain de l'amplificateur  $\mu$  est très grand (et même infini dans le cas où l'ALI est considéré comme étant idéal).



Ce type de montage est très utile quand le signal électrique issu du capteur doit être amplifié...

## 2 DEFINITION

L'ALI est un amplificateur de tension différentielle, de gain noté  $\mu$  très grand. Il possède donc :

- deux bornes d'entrées
  - une entrée inverseuse,  $E^-$  portée au potentiel  $v^-$
  - une entrée non inverseuse,  $E^+$  portée au potentiel  $v^+$ .
- une borne de sortie  $S$ , dont la tension par rapport à la masse est notée  $V_s$ .

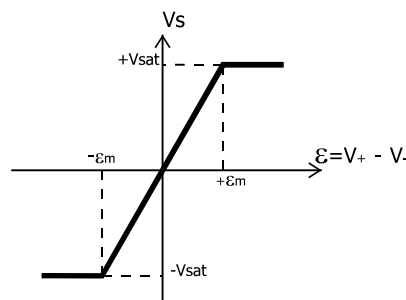
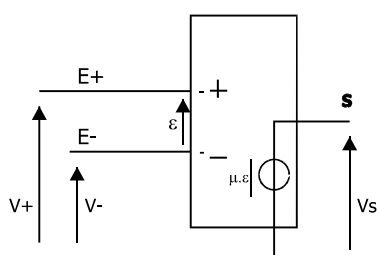
Afin de permettre une excursion de tension  $V_s$  positive et négative, l'alimentation du circuit nécessite deux tensions symétriques

- $V_{cc}^+$  tension positive /masse,
  - $V_{cc}^-$  tension négative /masse.
- dans tous les cas :  $V_{cc}^- < V_s < V_{cc}^+$

Ce composant électronique est caractérisé par sa réponse en tension  $V_s = f(\varepsilon)$  où  $\varepsilon$  s'appelle la tension différentielle d'entrée.

La caractéristique fait apparaître trois zones :

- si  $\varepsilon > +\varepsilon_m$  alors  $V_s = +V_{sat}$  zone de saturation positive
- si  $\varepsilon < -\varepsilon_m$  alors  $V_s = -V_{sat}$  zone de saturation négative
- si  $-\varepsilon_m < \varepsilon < \varepsilon_m$  zone de fonctionnement linéaire de largeur  $2\varepsilon_m$   $V_s = \mu \cdot \varepsilon$



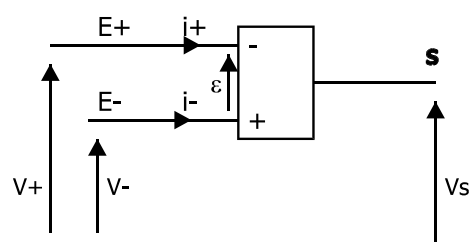
Remarques :

la tension de saturation est un peu inférieure à la tension d'alimentation,  
le coefficient de proportionnalité  $\mu$  (de l'ordre de  $10^4$  à  $10^6$ ) est appelé gain différentiel en boucle ouverte,  
le gain  $\mu$  diminue fortement lorsque la fréquence du signal d'entrée augmente.

## 3 ALI IDEAL

Un ALI est dit idéal (ou parfait) s'il est caractérisé par :

- une impédance d'entrée infinie donc des courants d'entrée ( $i^+$  et  $i^-$ ) nuls,
- une impédance de sortie nulle : l'ALI est équivalent pour la sortie à une source de tension  $V_s$  de résistance interne nulle,
- un gain différentiel  $\mu$  infini donc en fonctionnement linéaire  $\varepsilon = v^+ - v^- = 0$
- une tension de sortie nulle en l'absence de signal d'entrée.



## 4 DEMARCHE ANALYTIQUE EN REGIME LINEAIRE

Pour un ALI, il y a deux régimes de fonctionnement possibles : Linéaire ou non-linéaire (saturé).

Ce chapitre a pour but de fixer une démarche de calcul de ces circuits dans le cas où le régime de fonctionnement est dit linéaire.

• **identifier le régime** de fonctionnement : Si la contre réaction est placée sur l'entrée inverseuse (e-), le comportement sera linéaire

• ALI idéal : en déduire l'égalité  $V^+ = V^-$

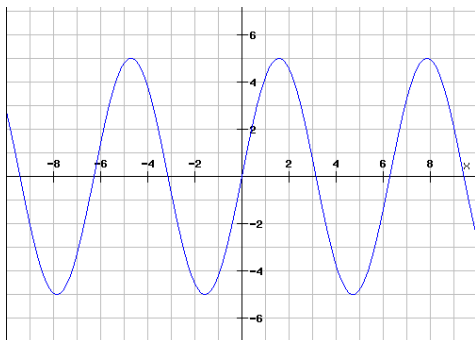
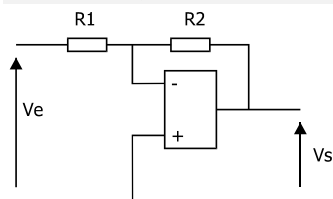
• **établir la relation entrée-sortie.**

En général, l'information est portée par un signal tension ;

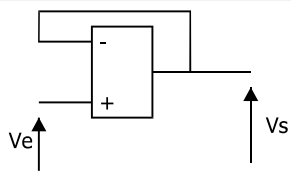
il faut donc trouver des relations entre les tensions, Exprimer  $V^+$  puis  $V^-$  et pour cela écrire des relations entre les courants (loi des nœuds) en un point particulier, enfin utiliser la propriété du régime linéaire, soit  $V^+ = V^-$  pour trouver la relation entrée-sortie

## 5 LES MONTAGES LINEAIRES FONDAMENTAUX

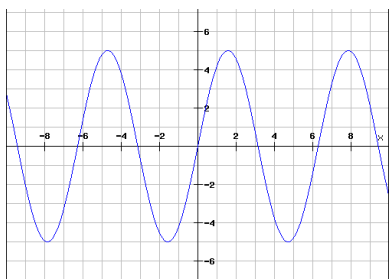
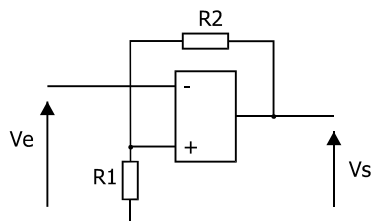
### 5.1 Amplificateur inverseur



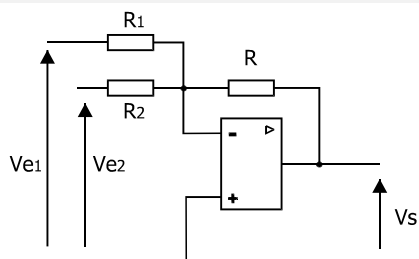
### 5.2 Suiveur



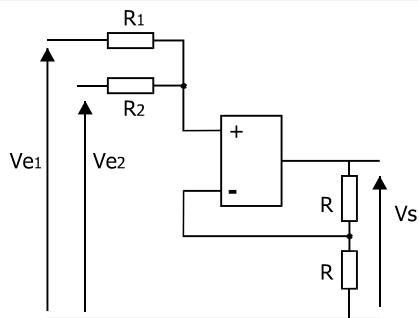
### 5.3 Amplificateur non-inverseur



### 5.4 Sommateur inverseur

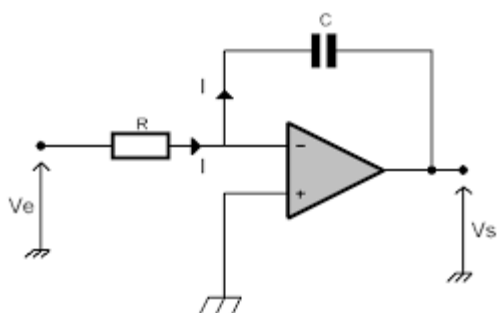


### 5.5 Sommateur non inverseur

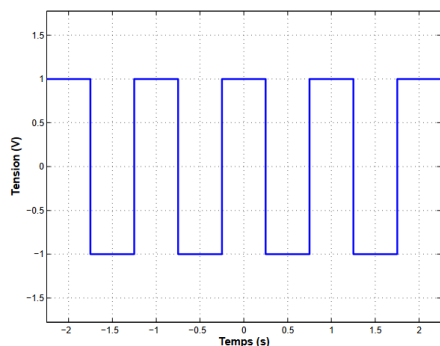


### 5.6 Autres montages classiques avec ALI (non-amplificateurs)

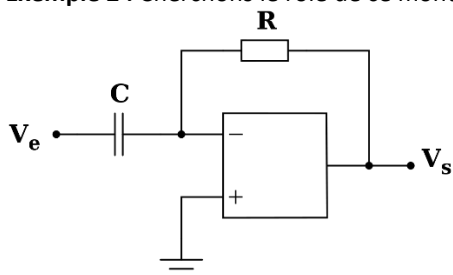
Exemple 1 : Cherchons le rôle de ce montage :



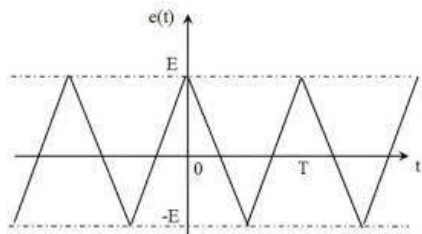
Tracer Vs(t) connaissant Ve(t) :



Exemple 2 : Cherchons le rôle de ce montage :



Tracer Vs(t) connaissant Ve(t) :



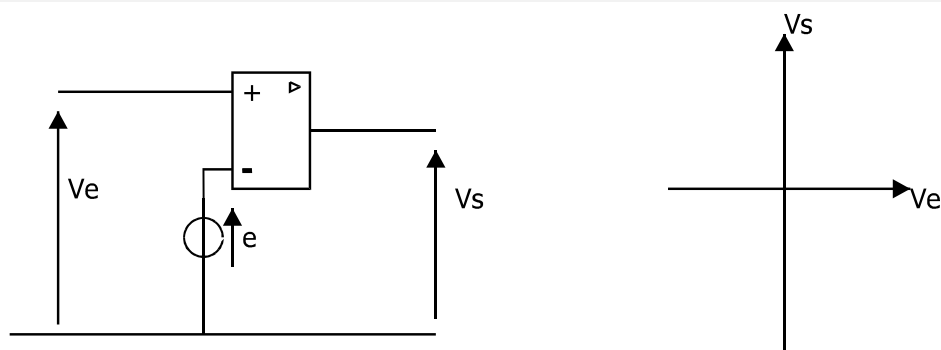
## 6 DEMARCHE ANALYTIQUE EN REGIME NON LINEAIRE

En général, le régime non linéaire est identifiable par l'absence de contre réaction ou par une réaction sur l'entrée non inverseuse e+

La différence fondamentale avec le régime linéaire tient au fait que la grandeur  $\varepsilon$  n'est plus une quantité très petite (voir nulle pour un ALI idéal), mais qu'elle peut prendre des valeurs comprises entre les deux bornes de la tension d'alimentation. En régime non linéaire, la tension de sortie  $V_s$  peut prendre deux valeurs,  $+V_{sat}$  et  $-V_{sat}$ . Ces deux états sont fixés par le signe de  $\varepsilon$  ; **Il convient donc d'étudier le signe de  $\varepsilon$  à travers une équation et de distinguer les différents cas.**

L'étude de ces circuits consiste en général à tracer la caractéristique de transfert  $V_s = f_{(V_e)}$  ; en effet, la non linéarité introduit des discontinuités qui ne saurait être représentées par une seule équation entre  $V_s$  et  $V_e$ .

### 6.1 Comparateur simple



## 6.2 Comparateur à hystérésis

