

# Amplificateur Opérationnel

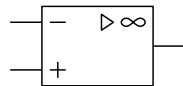
## I – L'amplificateur opérationnel idéal

LOI Le rôle de l'amplificateur opérationnel est d'amplifier sa tension d'entrée.

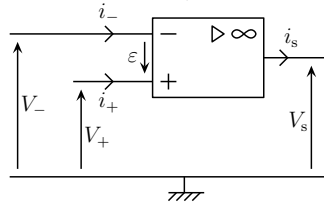
Un amplificateur opérationnel est schématisé sous la forme ci-dessous où :

- la borne notée + est l'entrée *non inverseuse*
- la borne notée - est l'entrée *inverseuse*
- la 3<sup>e</sup> borne est la *sortie*

LOI



Conventionnellement, nous noterons :



LOI

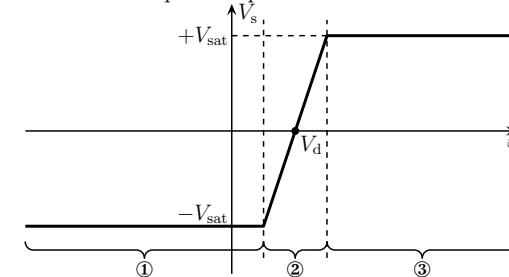
DÉF Les courants  $i_+$  et  $i_-$  sont appelés *courants de polarisation*.

LOI La présence et la position de la masse est fondamentale pour le bon fonctionnement (tant expérimental que théorique) d'un AO.

LOI Le potentiel de sortie est entièrement commandé par la tension  $\varepsilon \triangleq V_+ - V_-$ .

DÉF Une caractéristique est dite *statique* lorsqu'elle correspond à des grandeurs constantes dans le temps.

La caractéristique statique d'un AO est la suivante :



LOI

Elle fait apparaître plusieurs zones :

- ① et ③ : régime de saturation, domaine non linéaire
- ② : régime linéaire

Pour un AO idéal, nous avons :

- des courants de polarisation nuls :  $i_+ = i_- = 0$
- une tension de décalage nulle :  $V_d = 0$
- une amplification statique infinie :  $\mu_0 = \infty$

LOI

Pour un AO idéal, il existe deux domaines de fonctionnement :

- le régime linéaire pour lequel  $\varepsilon = 0$ , ou  $V_+ = V_-$  et  $-V_{sat} < V_s < +V_{sat}$
- le régime de saturation (non linéaire) pour lequel :
  - $\varepsilon > 0$  et  $V_s = +V_{sat}$
  - ou  $\varepsilon < 0$  et  $V_s = -V_{sat}$

LOI

DÉF Une *rétroaction* est une chaîne de dipôles reliant la sortie de l'amplificateur à l'entrée sans passer par la masse.

LOI Une *rétroaction négative* a tendance à stabiliser un dispositif, alors qu'une *rétroaction positive* a tendance à le déstabiliser.

LOI S'il n'y a pas de *rétroaction* sur l'entrée inverseuse, alors l'AO est en régime de saturation.

LOI S'il y a une *rétroaction* sur l'entrée inverseuse et pas de *rétroaction* sur l'entrée non inverseuse, alors l'AO est en régime linéaire.

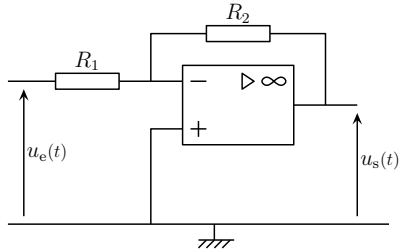
LOI S'il y a deux *rétroactions*, une sur l'entrée inverseuse et une autre sur l'entrée non inverseuse, l'AO peut être aussi bien en régime linéaire qu'en régime de saturation.

LOI Écrire la loi des nœuds en terme de potentiel en sortie d'un AO est, au mieux, inutile mais le plus souvent faux.

LOI Le fonctionnement de l'AO idéal est indépendant de ce qui est branché directement sur sa sortie.

AMPLIFICATEUR INVERSEUR

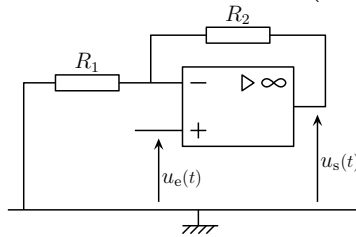
Le montage ci-dessous est tel que  $u_s(t) = -\frac{R_2}{R_1} u_e(t)$ .



LOI

AMPLIFICATEUR NON INVERSEUR

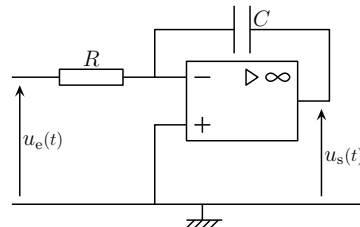
Le montage ci-dessous est tel que  $u_s(t) = \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right) u_e(t)$ .



LOI

MONTAGE INTÉGRATEUR

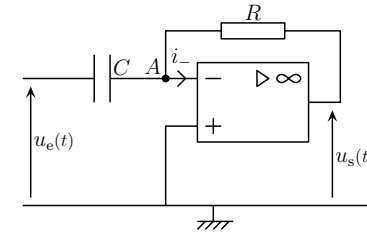
Le montage ci-dessous est tel que  $\frac{du_s(t)}{dt} = -\frac{1}{RC} u_e(t)$ .



LOI

MONTAGE DÉRIVATEUR

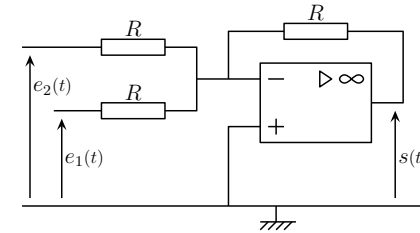
Le montage ci-dessous est tel que  $u_s(t) = -RC \frac{du_e(t)}{dt}$ .



LOI

MONTAGE SOMMATEUR

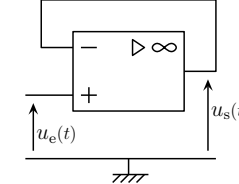
Le montage ci-dessous est tel que  $s(t) = -(e_1(t) + e_2(t))$ .



LOI

MONTAGE SUIVEUR

Le montage ci-dessous est tel que  $u_s(t) = u_e(t)$ .



LOI

## II – L'amplificateur opérationnel réel

LOI Le courant de sortie d'un AO est limité :  $|i_s(t)| \leq I_{\max}$  avec  $I_{\max} \simeq 20 \text{ mA}$ .

LOI Le potentiel de sortie d'un AO ne peut pas varier trop vite :  $\left| \frac{du_s(t)}{dt} \right| \leq \sigma$ .

Ce phénomène est appelé *slew rate*.

DÉF Un AO qui n'est pas limité en sortie tant au niveau de l'intensité qu'au niveau du slew rate est dit *parfait*.

LOI Les limitations de l'AO sont des défauts non linéaires car non modélisables par des composants linéaires.

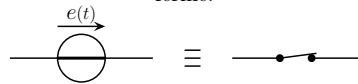
LOI Les courants de polarisation pour un AO réel sont non nuls.

LOI La tension de décalage pour un AO réel n'est pas nulle.

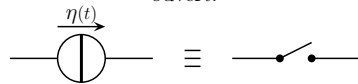
LOI Le coefficient d'amplification d'un AO réel dépend de la fréquence.

LOI Dans un circuit linéaire, toute tension (resp. toute intensité) est la somme des tensions (resp. des intensités) qu'il y aurait eu avec chaque générateur pris l'un après l'autre.

LOI Un générateur idéal de tension d'influence nulle se comporte comme un interrupteur fermé.



LOI Un générateur idéal de courant d'influence nulle se comporte comme un interrupteur ouvert.



DÉF Un dipôle est dit *linéaire* si sa loi de fonctionnement est une équation différentielle linéaire.

LOI Un AO conserve le caractère linéaire d'un circuit si et seulement si il fonctionne en régime linéaire.