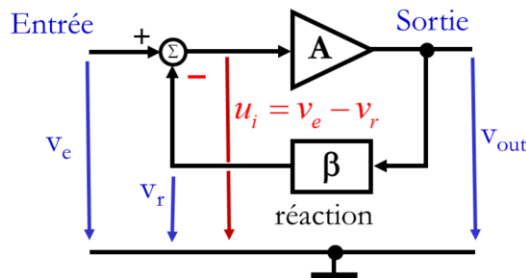


AO EN RÉACTION NÉGATIVE

LA RÉACTION NÉGATIVE - PRINCIPE

Le principe général de réaction négative consiste à ramener vers l'entrée une image du signal de sortie que l'on soustrait au signal initial.



$$\left. \begin{aligned} u_i &= +v_e - v_r \\ v_r &= \beta \cdot v_{out} \\ v_{out} &= A \cdot u_i \end{aligned} \right\} \quad v_{out} = v_e \frac{A}{1 + A\beta}$$

$$\text{Si } A = \infty \quad \left\{ \begin{aligned} v_{out} &= \frac{v_e}{\beta} \\ u_i &= \frac{v_{out}}{A} \rightarrow 0 \end{aligned} \right.$$

En réaction négative, un amplificateur qui a un **très grand gain va donc :**

- ajuster automatiquement sa sortie de façon à **égaliser le potentiel d'entrée v_e avec le potentiel de la réaction v_r ($u_i \sim 0$)**
- adopter un comportement qui **ne dépend plus que de la réaction β**

La réaction négative est le principe général qui est à la base de tous les asservissements. Dans ce cas symbolique v_e serait appelé la consigne, v_{out} la grandeur réglée ou de sortie, v_r la mesure et u_i l'erreur. L'asservissement essayer de minimiser l'erreur entre la sortie et une consigne.

Dans le cas d'un gain infini, cette erreur devient nulle, une propriété qui sera mise en avant par la suite.

LA RÉACTION NÉGATIVE - PRINCIPE

Avantages de la réaction négative

Même si l'amplificateur n'est pas idéal, tant que la condition $A \cdot \beta \gg 1$ est vérifiée, le **comportement du circuit ne dépend plus que des éléments de réaction:**

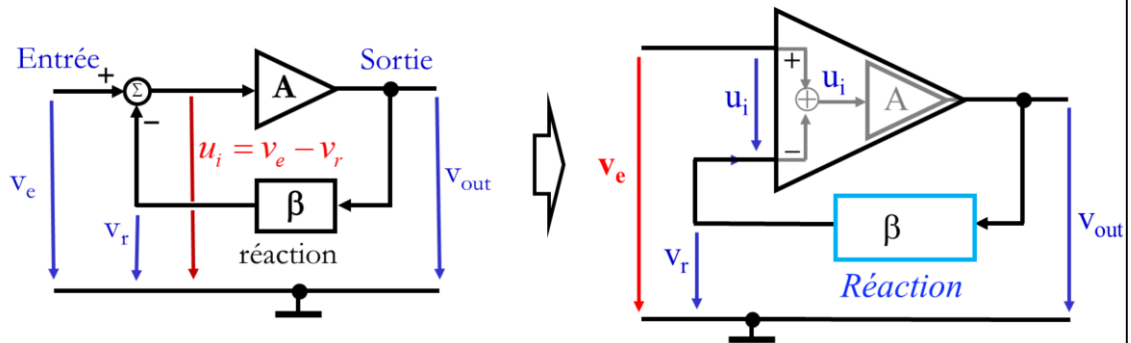
$$\Rightarrow v_{out} = \frac{v_e}{\beta}$$

Avantages:

- Atténuation des défauts propres de l'amplificateur réel.
- Précision de la caractéristique de transfert due au gain β .
- Grande souplesse de conception.

L'AMPLI. OP. EN RÉACTION NÉGATIVE

L'amplificateur opérationnel effectue cette fonction $u_i = v_e - v_r$



De plus. son gain très élevé permet de réaliser

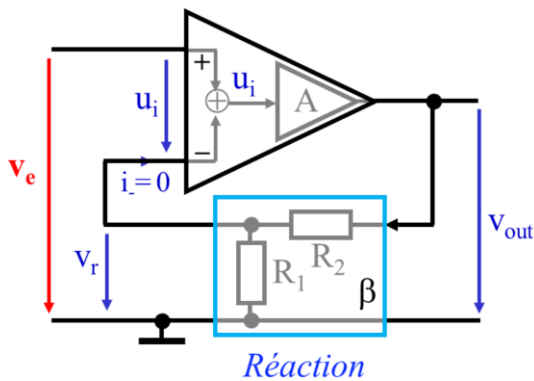
$$\left\{ \begin{array}{l} v_{out} = \frac{v_e}{\beta} \\ u_i \cong 0 \end{array} \right.$$

Cette opération conceptuelle peut être réalisée avec les amplificateurs opérationnel étant donné qu'ils effectuent cette opération de 'soustraction' entre l'entrée '+', et qu'ils présentent un gain A très élevé.

L'AMPLI. OP. EN RÉACTION NÉGATIVE

Le cas de l'amplificateur non-inverseur

(la tension de sortie a le même signe que la tension d'entrée)



Détermination de la réaction β

$$v_r = v_{out} \cdot \frac{R_1}{R_2 + R_1}$$



$$\beta = \frac{R_1}{R_2 + R_1}$$

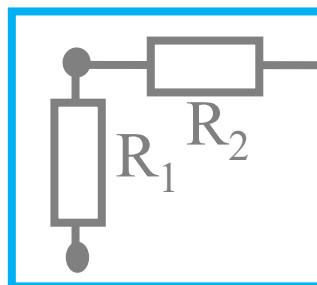
Gain en mode non-inverseur

$$v_{out} = v_e \cdot \frac{1}{\beta} = v_e \cdot \frac{R_2 + R_1}{R_1}$$

Jean-Michel Sallese – Complément Ampli-op pour TP Physique

Dans ce cas précis, le bloc de réaction est constitué d'un diviseur de tension résistif. Comme i_- est nul, on peut ignorer la connexion vers l'ampli-op.

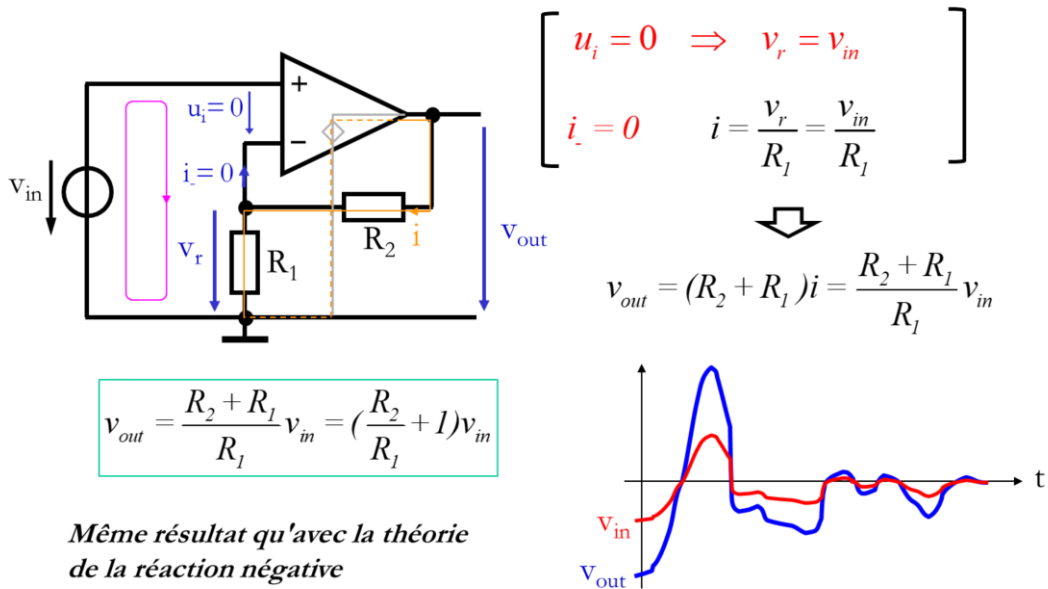
La partie encadrée se résume alors à:



Il s'agit d'un simple diviseur résistif.

L'AMPLI. OP. EN RÉACTION NÉGATIVE

Autre méthode d'analyse de l'amplificateur op. non-inverseur



Jean-Michel Sallese – Complément Ampli-op pour TP Physique

D'une façon générale, on suppose que l'Ampli. Op. est idéal:

Le gain intrinsèque A est infini et les courants i_+ et i_- sont nuls.

-On regarde d'abord s'il est en réaction négative. Si c'est le cas, on sait à priori que u_i est nul.

-L'équation de la maille d'entrée: $u_i + v_r - v_{in} = 0 \Rightarrow v_r = v_{in}$

-Comme $i_- = 0$, le même courant traverse R_1 et R_2 : $i = v_r / R_1 = v_{out} / (R_1 + R_2)$

En combinant ces relations on en déduit: $v_{out} = v_{in} \cdot (R_1 + R_2) / R_1$

Le rapport $v_{out} / v_{in} = (R_1 + R_2) / R_1$ est le gain du montage, il est toujours positif et supérieur à 1.

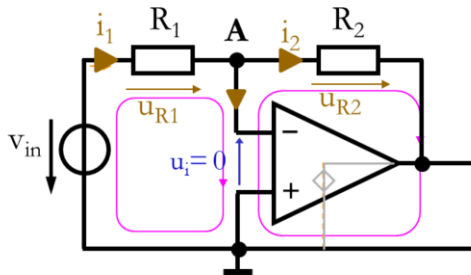
Le terme non-inverseur vient du fait que v_{out} et v_{in} sont de même signe.

Ne pas oublier que l'ampli op a deux connections non représentées vers les alimentations, elles mêmes reliées à la masse 0V. C'est par elles que le courant de sortie est généré. Ceci peut aussi être symbolisé par une source fictive de tension v_{out} incluse dans l'ampli op.

L'AMPLI. OP. EN RÉACTION NÉGATIVE

Cas de l'amplificateur Inverseur

(la tension de sortie a un signe opposé à la tension d'entrée)



$$u_i = 0 \Rightarrow u_{R1} = v_{in} \Rightarrow i_1 = \frac{v_{in}}{R_1}$$

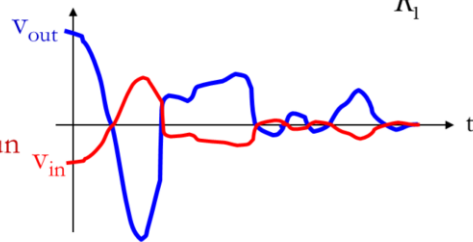
$$i_- = 0 \Rightarrow i_2 = i_1 = \frac{v_{in}}{R_1}$$

$$u_{R2} = R_2 \cdot i_2 = R_2 \cdot i_1 = R_2 \cdot v_{in} / R_1$$

$$u_i = 0 \Rightarrow v_{out} = -u_{R2} = -\frac{R_2}{R_1} \cdot v_{in}$$

$$v_{out} = -\frac{R_2}{R_1} \cdot v_{in}$$

$$R_{in} = \frac{v_{in}}{i_1} = R_1$$



Le noeud A est à un potentiel nul, mais aucun courant ne circule de ce point vers la masse, d'où son appellation de **masse fictive**.

Jean-Michel Sallese – Complément Ampli-op pour TP Physique

Méthode d'analyse.

On suppose que l'Ampli-op est idéal, et donc que A est infini et que les courants i_+ et i_- sont nuls.

On analyse s'il est en réaction négative.

Si c'est le cas, on peut poser que u_i est nul.

-L'équation de la maille d'entrée 1:

$$u_{R1} - u_i - v_{in} = 0 \Rightarrow u_{R1} = v_{in} \Rightarrow i_1 = u_{R1} / R_1 = v_{in} / R_1$$

-Etant donné que $i_- = 0$, $i_1 = i_2$

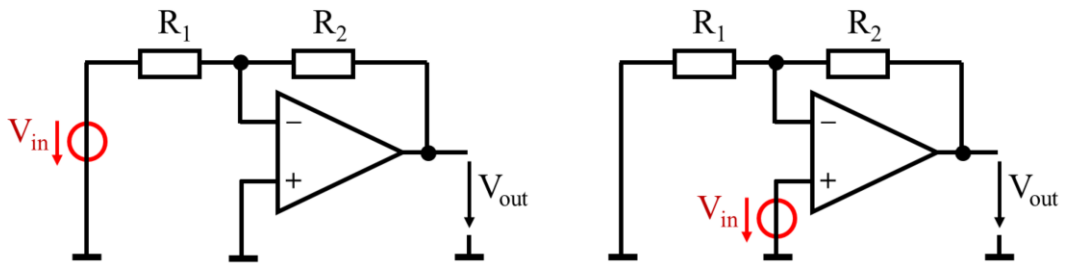
-L'équation de la maille de sortie 2:

$$u_{R2} + v_{out} + u_i = 0 \Rightarrow v_{out} = -u_{R2} = -i_2 R_2 = -v_{in} \cdot R_2 / R_1$$

Le rapport $v_{out} / v_{in} = -R_2 / R_1$ est le gain du montage, il est toujours négatif.

Le terme inverseur vient du fait que v_{out} et v_{in} sont toujours de signe opposé.

AMPLIFICATEUR INVERSEUR ET NON-INVERSEUR, COMPARAISON



$$G_{inv} = \frac{V_{out}}{V_{in}} = -\frac{R_2}{R_1}$$

$$G_{non-inv} = \frac{V_{out}}{V_{in}} = +\frac{R_2 + R_1}{R_1} = +\frac{R_2}{R_1} + 1$$

Les éléments de réaction sont disposés de la même façon dans les deux montages. Ce sont eux qui déterminent le gain.

C'est l'emplacement de la source du signal à amplifier qui détermine s'il est **inversé (gain négatif)** ou **non-inversé (gain positif)**.

Pour en savoir plus:

https://www.researchgate.net/publication/379311338_Rigorous_Proof_of_Positive_and_Negative_Feedback_Modes_with_Operational_Amplifiers

Jean-Michel Sallese – Complément Ampli-op pour TP Physique

Pour en savoir plus:

https://www.researchgate.net/publication/379311338_Rigorous_Proof_of_Positive_and_Negative_Feedback_Modes_with_Operational_Amplifiers