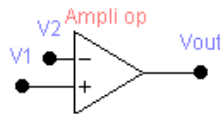
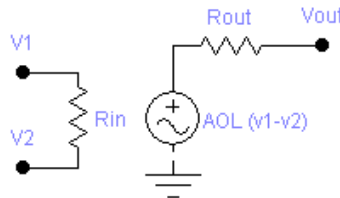


LES AMPLI OPERATIONNELS.

1. Intro.



2. Schéma équivalent.



3. Grandeurs d'entrée.

- *Courant de polarisation d'entrée* = $I_{in(pol)}$.

Courant indispensable à la polarisation des transistors d'entrée.

$$I_{in(pol)} = \frac{I_{B1}}{I_{B2}}. \text{ Sa valeur idéale est } 0.$$

- *Courant de décalage d'entrée* = $I_{in(off)}$.

C'est la différence entre les courant de base.

$$I_{in(off)} = I_{B1} - I_{B2}. \text{ Sa valeur idéale est } 0.$$

- *Relations.*

$$I_{B1} = I_{in(pol)} \pm \frac{I_{in(off)}}{2} \text{ et } I_{B2} = I_{in(pol)} \mp \frac{I_{in(off)}}{2}. \text{ Quand l'un est positif, l'autre est négatif.}$$

- *Effets du courant de polarisation.*

On met deux résistances identiques sur chaque entrée sinon on aurait un gain énorme sans passer par le transistor.

- *Tension de décalage d'entrée* = $V_{in(off)}$.

C'est la tension qu'il faudrait mettre à l'entrée pour avoir la même tension d'erreur en sortie.

$$V_{in(off)} = \frac{v_{erreur}}{A_{OL}}.$$

4. Gains.

- *Gain en mode différentiel* = A_{OL} ou A_{DM} .

Amplifie la différence entre les deux tensions d'entrée.

- *Gain en mode commun* = A_{CM} .

- *Taux de réjection en mode commun* = $CMRR$.

$$CMRR = 20 \log \frac{A_{DM}}{A_{CM}}.$$

5. Fréquence du gain unitaire = f_T = PGB .

C'est la fréquence au-delà de laquelle l'ampli OP ne fournit plus d'amplification.

	A_{OL}	f_T	Z_{in}	Z_{out}	$I_{in (pol)}$	$I_{in (off)}$	$V_{in (off)}$	CMRR
Idéal	∞	∞	∞	0	0	0	0	∞

- *Polarisation et décalage.*

Une polarisation d'entrée et des décalages peuvent donner une tension d'erreur à la sortie sans signal d'entrée. Dans beaucoup de cas, elle peut être négligée. Quand elle ne peut pas l'être, on la fait diminuer en utilisant des résistances de bases identiques. La meilleure méthode pour éliminer cette erreur est d'utiliser le circuit d'annulation de la fiche technique. Quand il n'est pas donné, il faut annuler l'erreur en appliquant une petite tension à l'entrée. La méthode proposée par la fiche technique du 741 utilise deux résistances identiques sur les deux entrées et un potentiomètre pour éliminer les effets du courant de décalage d'entrée et de la tension de décalage d'entrée. On obtient une tension de sortie nulle en l'absence du signal d'entrée par ajustage du potentiomètre.

- *Valeur crête à crête maximale de sortie = MPP.*

Valeur maximale crête à crête que peut avoir la tension de sortie avant l'écrêtage (dynamique maximale). Avec un ampli OP idéal, la dynamique de sortie est égale à la tension d'alimentation (Ex : un ampli OP : $V_{CC} = +15V$ et $V_{EE} = -15V$. la dynamique de sortie = 30V). Un ampli OP réel ne fournit pas une telle dynamique, il faut tenir compte d'une chute de tension dans l'étage final et qu'une partie de la tension est perdue dans R_{out} si R_L n'est pas très grande par rapport à R_{out} . La dynamique réelle est à peu près 27v pour un 741 avec une $R_L = 10k\Omega$. A noter que plus la résistance de charge diminue, plus la dynamique de sortie est faible.

- *Courant de court-circuit en sortie.*

Valeur maximale du courant de sortie.

- *Temps de montée = SR.*

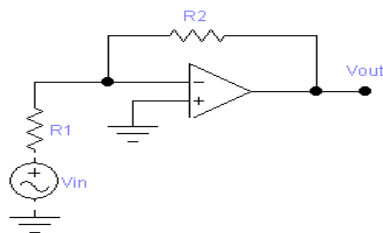
$SR = \frac{\Delta v}{\Delta t}$ [v/ μs]. Le *slew rate* est la cause de la présence à l'intérieur du 741 d'un condensateur de compensation qui empêche les oscillations de survenir et d'interférer avec le signal utile. Il doit se charger et se décharger ce qui implique une limitation de la vitesse de variation de la tension de sortie de l'ampli OP.

- *Bande passante grand signaux = f_{MAX} ou BP_{MAX} .*

Fréquence maximale pouvant être amplifiée sans l'apparition de la distorsion

slew rate. $f_{MAX} = BP_{MAX} = \frac{SR}{2\pi V_P}$

6. Montage amplificateur inverseur.



v_2 = tension juste à l'entrée de l'ampli OP

L'ampli inverseur est le montage le plus fondamental de l'ampli OP, il utilise la réaction négative pour stabiliser le gain en tension total. La résistance R_1 reçoit la tension v_{in} , le résultat donne une tension d'entrée inversée qui, amplifiée par A_{OL} ,

donne une tension de sortie inversée. Le signal de sortie s'oppose à toute variation de la tension v_2 . Cela donne un état d'équilibre. Si A_{OL} augmente, v_2 diminue.

- *Masse virtuelle.*

Lorsqu'on connecte un point du montage à la masse, le tension de ce point devient nulle, la connexion offre au courant un chemin pour aller à la masse. Une masse réelle met donc à la masse la tension et le courant. La masse virtuelle est utilisée pour simplifier l'analyse de l'ampli OP. Quand l'ampli OP est idéal, son A_{OL} est infinie ainsi que son impédance d'entrée Z_{in} . À partir de cela, nous pouvons déduire pour l'inverseur :

$$\rightarrow R_{in} = \infty, i_2 = 0$$

$$\rightarrow A_{OL} = \infty, v_2 = 0$$

La masse virtuelle ressemble à une demi-masse, en effet, elle est un court-circuit pour la tension ($v_2 = 0$) et est un circuit ouvert pour le courant ($i_2 = 0$).

- *Gain en tension.*

$A_{CL} = -\frac{R_2}{R_1}$. Le gain en boucle fermée est le gain lorsque la réaction entre l'entrée et la sortie existe. À cause de la réaction négative, $A_{CL} < A_{OL}$.

- *Impédance d'entrée.*

Dans certaines applications, le concepteur peut vouloir une impédance d'entrée donnée. Avec un inverseur, cela est simple. La partie droite de la résistance R_1 est virtuellement à la masse, donc $Z_{in(CL)} = R_1$

- *Bande passante.*

$BP_{CL} = \frac{f_T}{A_{CL}}$. La bande passante boucle ouverte ou la fréquence de coupure ($f_{2(OL)}$) d'un ampli OP est très faible à cause de la présence du condensateur de compensation à l'intérieur de l'ampli. Avec une réaction négative, la bande passante globale augmente : quand $f_{in} > f_{2(OL)}$, A_{OL} diminue de 20dB par décade. Quand v_{out} essaie de diminuer, l'entrée inverseuse reçoit moins de tension de réaction et donc, v_2 augmente pour compenser la diminution de A_{OL} . A_{CL} casse donc à une fréquence supérieure à $f_{2(OL)}$. Plus A_{CL} est petit, plus $f_{2(OL)}$ est haute.

- *Polarisation et décalage.*

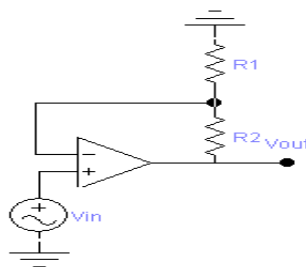
La réaction négative diminue la tension d'erreur à la sortie.

$$v_{erreurout} = A_{CL} \cdot v_{erreurin} \quad v_{erreurin} = \sum v_{erreur} \quad v_{1erreur} = I_{in(pol)} \cdot R_{B2}$$

$$v_{2erreur} = R_{B2} \cdot \frac{I_{in(off)}}{2} \quad v_{3erreur} = v_{in(off)}$$

Si le gain A_{CL} est petit, on pourra négliger la tension d'erreur, sinon, on utilisera une résistance de compensation ou un circuit d'annulation.

7. Montage non inverseur.



Le montage inverseur est un autre montage fondamental de l'ampli OP qui se sert de la réaction négative pour stabiliser le gain global, pour augmenter l'impédance d'entrée et diminuer l'impédance de sortie.

L'entrée non inverseuse reçoit la tension d'entrée v_{in} qui est amplifiée pour donner une tension de sortie en phase avec la tension d'entrée. Grâce au pont diviseur, seulement une partie de la tension de sortie est ramenée sur l'entrée. Un grand A_{CL} impose une très petite différence entre v_1 et v_2 . Il s'agit d'une contre-réaction car la tension de réaction s'oppose à la tension d'entrée.

Quand on connecte deux points d'un montage, la tension des deux points est la même. De plus, la connexion donne un chemin au courant pour passer d'un point à un autre. Un court-circuit réel est à la fois pour la tension et le courant.

Un court-circuit virtuel est utilisé pour simplifier l'étude des ampli non inverseurs. Deux propriétés :

→ $R_{in} = \infty$, les deux courants d'entrées sont nuls.

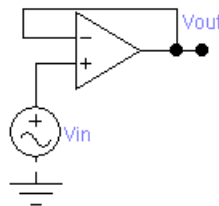
→ $A_{OL} = \infty$, $v_1 - v_2 = 0$.

Grâce au court-circuit virtuel, l'entrée non inverseuse (+) impose le comportement de l'entrée inverseuse (-) : si (+) augmente ou diminue, (-) augmente ou diminue de la même valeur (c'est le bootstrapping).

$$A_{CL} = \frac{R_2}{R_1} + 1$$

L'effet de la contre-réaction sur la bande passante est le même que pour le montage inverseur ainsi que l'analyse des erreurs.

8. Montage suiveur.

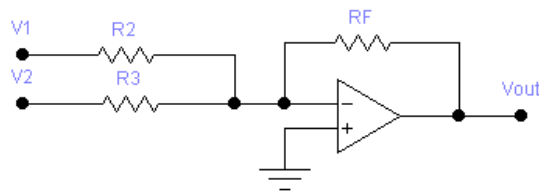


le montage émetteur suiveur est utile pour augmenter l'impédance d'entrée alors qu'il donne une tension de sortie égale à la tension d'entrée. Le montage suiveur de tension est l'équivalent de l'émetteur suiveur mais fonctionne beaucoup mieux. Il est proche du cas idéal car sa contre-réaction est maximale. La résistance de réaction est nulle, donc la totalité de la tension de sortie est ramenée sur l'entrée inverseuse. La présence d'un court-circuit virtuel impose une tension de sortie égale à la tension d'entrée.

Donc $A_{CL} = \frac{R_2}{R_1} + 1 = 1$.

La contre-réaction maximale produit une impédance d'entrée beaucoup plus grande que l'impédance d'entrée boucle ouverte et donne une impédance de sortie beaucoup plus petite que celle présentée en boucle ouverte. C'est donc la méthode presque parfaite pour convertir une source haute impédance en source basse impédance. Un autre avantage est la faible tension d'erreur à la sortie car les tensions d'erreur ne sont pas amplifiées. Puisque $A_{CL} = 1$, la bande passante du suiveur de tension est maximale et égale à $f_{T.s}$

9. Montage sommateur ou mélangeur.



Utilisé quand il est nécessaire de combiner deux ou plusieurs signaux analogiques en un seul. On peut avoir autant d'entrée que l'application ne le demande. Un tel

montage amplifie chaque signal d'entrée. Le gain de chaque entrée est : $A_{CLn} = \frac{R_F}{R_n}$.

$$v_{out} = -R_F \left(\frac{v_1}{R_1} + \frac{v_2}{R_2} \right)$$

ETUDE DE LA CONTRE-REACTION.

1. Définitions

Il n'y a pas tellement de texte dans le Malvino : 17 pages !!!

- Amplificateur de tension commandée en tension (SVCV).
- Amplificateur de courant commandé en courant (SICI).
- Convertisseur tension-courant (SICV).
- Convertisseur courant-tension (SVCI).

2. Relations fondamentales.

3. Analyse détaillée.

- SCVC.
- SVCI.
- SICV.
- SICI.

	SVCV	SVCI	SICV	SICI
Transfert	$A_v = \frac{v_{out}}{v_{in}}$ Gain en tension	$R_m = \frac{v_{out}}{i_{in}}$ Transrésistance	$g_m = \frac{i_{out}}{v_{in}}$ Transconductance	$A_i = \frac{i_{out}}{i_{in}}$ Gain en courant
Formule	$A_v = \frac{R_2}{R_1} + 1$	$R_m = -R_I$	$g_m = \frac{1}{R_1}$	$A_i = -\left(\frac{R_2}{R_1} + 1\right)$
Z_{inCL}	$Z_{inOL} \cdot (1 + AB)$	$\frac{R_1}{1 + A}$	$Z_{inOL} \cdot (1 + AB)$	$\frac{R_1}{1 + AB}$
Z_{outCL}	$\frac{Z_{outOL}}{1 + AB}$	$\frac{Z_{outOL}}{1 + A}$	$R_1 \cdot (1 + A)$	$R_1 \cdot (1 + A)$
BP_{CL}	$BP_{OL} \cdot (1 + AB)$	$BP_{OL} \cdot (1 + A)$	$BP_{OL} \cdot (1 + A)$	$BP_{OL} \cdot (1 + AB)$