

Pontage n°25 L'Amplificateur Opérationnel en régime linéaire

Introduction:

Historiquement, l'AO était utilisé dans les calculateurs analogiques.

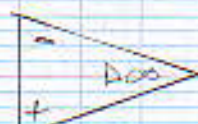
Il existe 2 symboles:

- : entrée inverseuse

+ : entrée non inverseuse



français



Américain.

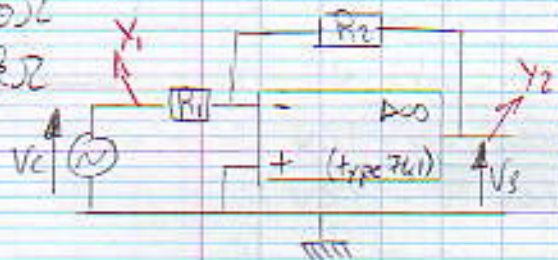
Il est maintenant utilisé dans un très grand nombre de composants des circuits intégrés.

Soi on considère des A.O idéaux $\begin{cases} i^+ = i^- = 0 \\ E^+ = E^- \end{cases}$

On a $Z_{entrée} \approx 10^6 \Omega$ / $Z_{sortie} \approx 200 \Omega$

1) Pontage inverseur:

$R_1 = 100 \Omega$
 $R_2 = 1 k\Omega$

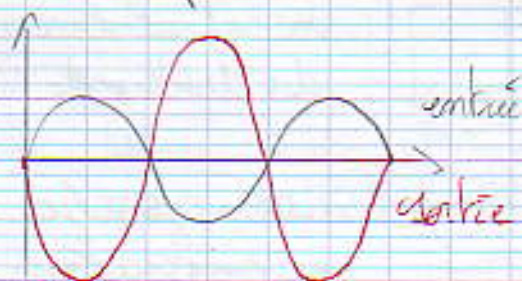


1) Calcul du gain théorique:

$$A_V = \frac{V_2}{V_c} = -\frac{R_2}{R_1} < 0; \quad \underline{A_{thR} = -10}$$

2) Visualisation à l'oscilloscope:

Rq: On allume l'alimentation en premier et on l'éteint l'inverse en dernier.



la tension de sortie est amplifiée et inversée

Même observation pour un signal triangulaire ou carré



3) Mesure du gain et de la fréquence de coupure

En HF
AO = passe bas

- Sur l'oscilloscope: $A_{exp} = \frac{V_s}{V_e} = -11$
- la fréquence de coupure correspond à la fréquence pour laquelle $A_v = \frac{A_{vmax}}{\sqrt{2}}$

$$\mu = \mu_0 \frac{1}{1 + j\frac{\omega}{\omega_c}}$$

\Rightarrow pour $A_v = -10$ on trouve $f_c = 136 \text{ kHz}$
 si $A_v = -20$ on trouverait $f_c = 68 \text{ kHz}$
 et: gain \times $f_c = cte$

Rq: Pour changer le gain, on change R_1 et R_2

II Mise en évidence de certaines limitations de l'AO

1) Saturation en tension de la sortie

Si on augmente de trop la tension d'entrée, on observe une déformation du signal de sortie car



$$V_s = \frac{R_2}{R_1} V_e > V_{sat} \quad \begin{matrix} V_{sat exp} = 12V \\ (V_{sat th} = 13V) \end{matrix}$$

2) Slew-Rate (SR)

Signal crête à crête
On augmente la fréquence

- Il correspond au temps de réponse de l'AO.
- Il limite le gain de l'AO en haute fréquence.

On a $SR = \left| \frac{dV_s}{dt} \right|_{max}$: on calcule le coefficient directeur des droites de V_s (voir plus haut)
 des droites de V_s (voir plus haut)

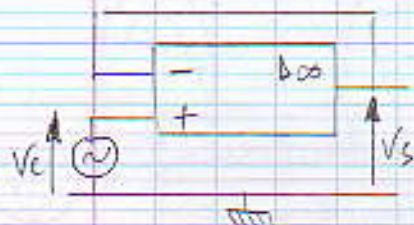
\Rightarrow $SR_{exp} = 0,9 \text{ V}/\mu s$ ($SR_{th} = 0,5 \text{ V}/\mu s$ donné par le constructeur)

Montage adaptatif avec 2 tensions d'entrée admissibles de f voisines
 => phénomènes de battements



III Montage suiveur :

1) Visualisation à l'oscilloscope.

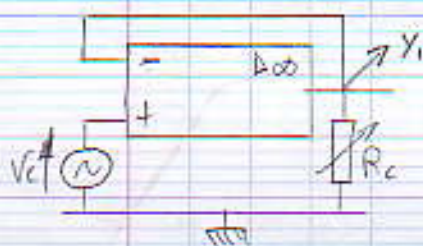


$$G_{th} = \frac{V_s}{V_e} = 1$$

2) Application: création d'un générateur de tension parfait :



lorsque R_c varie, la tension Y_1 varie.
 or on veut supprimer cette variation

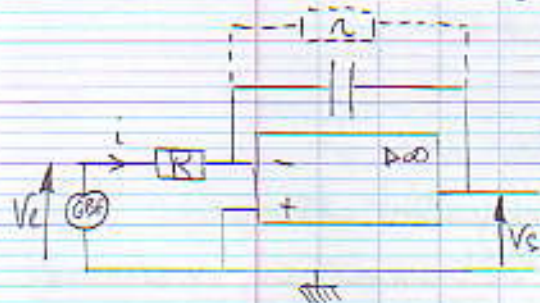


si on la met dans un montage suiveur
 la variation de R_c n'a pas fait varier
 la tension Y_1
 => le gain ne change pas.

Cl : le montage suiveur est adapté d'impédance
 $V_s/V_e = 1$ et $V R_c$ si $i < 25mA$ (autre limitation)

IV Montage intégrateur :

1) Calcul du gain théorique



$$V_s = -\frac{1}{RC} \int V_e dt$$

$$V_e = R i = RC \frac{dV_s}{dt}$$

$$V_s + u_c = 0$$

$$\Rightarrow V_e = -RC \frac{dV_s}{dt}$$

R_p : la résistance est impérative en pratique car sinon il y a saturation en tension.

Voltmètre parfait = Résistance ∞
 générateur parfait = Résistance nulle



2) Visualisation à l'oscilloscope



- => tension
insensée

déphasage de $\pi/2$
 $V_e = a \cos(\omega t)$
 $\Rightarrow V_s = b \sin(\omega t)$
 $= b \cos(\omega t + \pi/2)$

On obtient des
branches
paraboliques

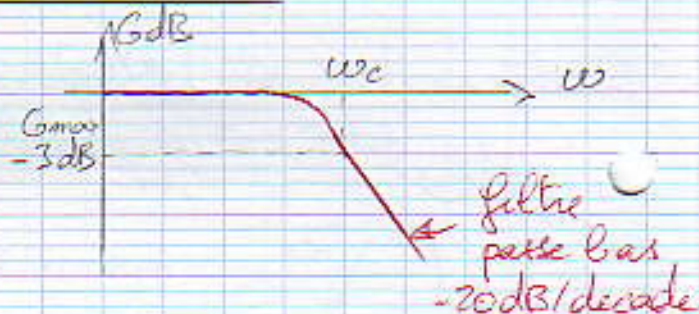
3) Tracé du diagramme de Bode

On trace $G_{dB} = f(\omega)$

avec $G_{dB} = 20 \log \left| \frac{V_s}{V_e} \right|$

$H(j\omega) = \frac{1}{1 + j\frac{\omega}{\omega_0}}$

- On se place en signal sinusoïdal
- Tant que V_s est cte On balaye rapidement puis lorsque V_s diminue on prend plus précisément



$f_{c \text{ exp}} = 1,5 \text{ kHz}$

$\left(f_{c \text{ th}} = \frac{1}{2\pi RC} = 1,59 \text{ kHz} \right)$

Conclusion :

les Amplificateurs opérationnels sont d'emploi très courant puisque ils constituent ^{part} des transistors, ce dernier étant le composant électronique le plus utilisé.

En, le montage intégrateur peut servir dans un GBF à passer des différents signaux $\sim \sim \sim$