

Pontage n°25 L'Amplificateur Opérationnel en régime linéaire

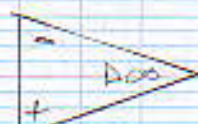
Introduction:

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

Il existe 2 symboles:



français



Américain.

- : entrée inverseuse

+ : entrée non inverseuse

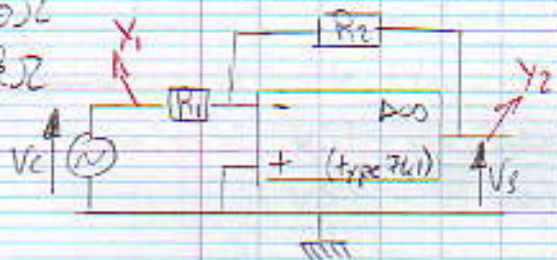
Il est maintenant utilisé dans un très grand nombre des composants des circuits intégrés.

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:

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

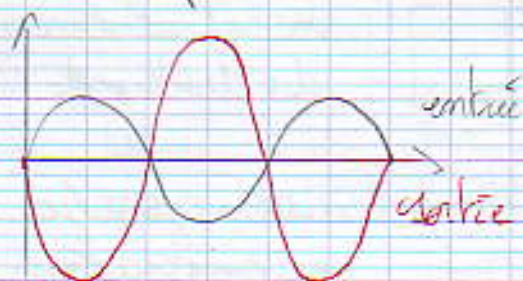


1) Calcul du gain théorique:

$$A_v = \frac{V_s}{V_e} = -\frac{R_2}{R_1} < 0; \quad A_{th} = -10$$

2) Visualisation à l'oscilloscope:

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



la tension de sortie est amplifiée et inversée

Même observation pour un signal triangulaire ou carré



3) Tracé du gain et de la fréquence de coupure

En HF
 $A_0 = \text{passe bas}$

Sur l'oscilloscope: $A_{exp} = \frac{V_s}{V_e} = -11$

pour laquelle $f_c = \frac{f_{max}}{\sqrt{2}}$

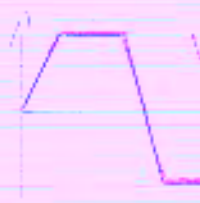
\Rightarrow pour $A_0 = -10$ on trouve $f_c = 136 \text{ kHz}$
si $A_0 = -20$ on trouve $f_c = 68 \text{ kHz}$
et: gain \times $f_c = \text{cte}$

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

II Tracé en évidence de certaines limitations

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



$$V_s = \frac{R_2}{R_1} V_e > V_{s, \text{sat}}$$

$$V_{s, \text{exp}} = 12V$$

($V_{s, \text{sat}} = 13V$)

2) Slew-Rate (SR)

Si on augmente de trop la fréquence, il correspond au temps de réponse de l'AC.

Il limite le gain de l'AC en haute fréquence.

On a $SR = \left| \frac{dV_s}{dt} \right|_{\text{max}}$: on calcule le coefficient des marches de V_s (voir p. direction haut)

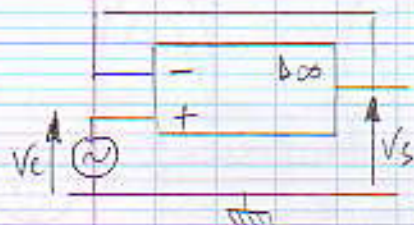
$\Rightarrow SR_{exp} = 0,5 \text{ V}/\mu\text{s}$ (SRth = 0,5 V/ μs donné par le constructeur)

Montage adaptatif avec 2 tensions d'entrée synchronisées 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_i varie.
 or on veut supprimer cette variation

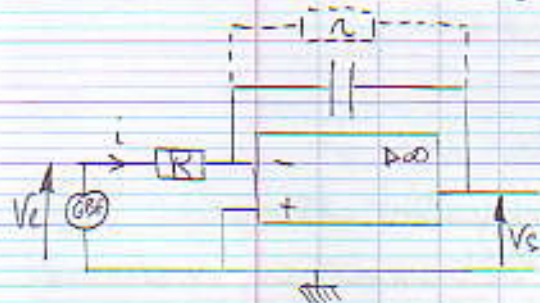


si on la met dans un montage suiveur
 la variation de R_c n'a pas fait varier
 la tension Y_i
 => le gain ne change pas.

Cl : le montage suiveur est adapté d'impédance
 $V_s/V_e = 1$ et $V_{Rc} \approx i < 25mA$ (autre limitation)

IV Montage intégrateur :

1) Calcul du gain théorique



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

$$V_e = R_i = RC \frac{dV_s}{dt}$$

$$V_s + u_c = 0$$

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

Rp : 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
inversée

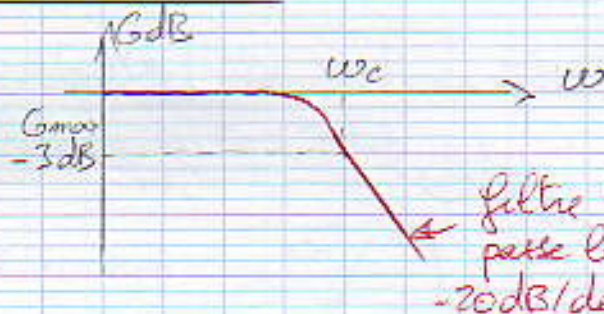
déphasage de $\pi/2$
 $V_e = a \cos(\omega t)$
 $\Rightarrow V_s = b \sin(\omega t)$
 $= b \cos(\omega t + \pi/2)$

On obtient des
branches
paraboliques

3) Tracé du diagramme de Bode

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

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



← filtre
passe bas
-20dB/decade

- 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 $\sim \sim \sim$