

Correction – TP 2 : Étude de montages à ALI

II Quelques imperfections des ALI

II.2 Mise en évidence de la vitesse limite de balayage (slew rate)

2 – * Théoriquement, que vaut \underline{s} en fonction de \underline{e} ?

L'étude théorique est simple, puisqu'il s'agit d'un montage suiveur. La rétroaction est négative, donc l'ALI fonctionne en régime linéaire. On suppose l'ALI idéal. Un ALI idéal en régime linéaire vérifie la relation $v_+ = v_-$. Ici ceci se traduit pas $s(t) = e(t)$.

* Si $e > V_{\text{sat}}$, alors on ne peut plus avoir $s = e$, car s ne peut pas dépasser V_{sat} . La sortie sature alors et on a $s(t) = +V_{\text{sat}}$.

De même si $e < -V_{\text{sat}}$, alors on a saturation à $s(t) = -V_{\text{sat}}$.

3 – Tout le monde a bien observé et reproduit sur son compte rendu le fait que lorsque le GBF bascule de la tension basse à la tension haute, l'ALI n'arrive pas à le suivre instantanément. Le signal de l'ALI est une droite, dont la pente est la vitesse maximale à laquelle sa sortie peut varier. C'est cette pente qui donne le Slew rate, à mesurer avec les curseurs de l'oscilloscope.

4 – On trouve que pour des fréquences assez basses, on a bien $s(t) = e(t)$. Mais lorsque l'on augmente la fréquence au dessus de 10 kHz environ, le signal de sortie est déformé.

C'est encore à cause du slew rate : à hautes fréquences, la tension d'entrée varie trop vite et la sortie de l'ALI ne peut pas suivre.

On ne peut donc pas utiliser un ALI à des fréquences supérieures à 10 kHz (ou du moins, pas ce modèle là, mais l'ordre de grandeur restera le même pour d'autres modèles).

II.3 Mise en évidence de la tension de décalage

5.b – Que doit valoir V_s s'il n'y a pas de tension de décalage ? Que vaut-il expérimentalement ? Conclure.

On voit tout de suite que dans ce montage, on a $V_+ = V_- = 0$.

- S'il n'y a pas de tension de décalage, alors on a la relation $V_s = \mu_0(V_+ - V_-) = 0$.
- Or, expérimentalement, on constate qu'on n'a pas ceci pour V_s . On observe à l'oscilloscope que $V_s \simeq -15 \text{ V} = -V_{\text{sat}}$.
- Conclusion : la relation $V_s = \mu_0(V_+ - V_-)$ n'est pas vérifiée expérimentalement. C'est une autre relation qui permet d'expliquer les observations, celle où il y a une tension de décalage :

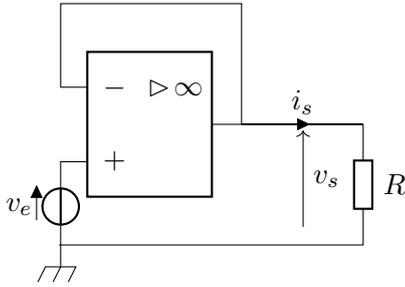
$$V_s = \mu_0(V_+ - V_- + V_d) = \mu_0 V_d \text{ ici car } V_+ = V_- = 0.$$

- Ceci montre donc l'existence d'une tension de décalage, ce qui est un défaut des ALI.

Remarque : Dans la notice, on trouve que $|V_d| \sim 6 \text{ mV}$. Ceci implique donc que $\mu_0 |V_d| \sim 6 \times 10^5 \text{ mV} = 6 \times 10^2 \text{ V}$. On n'observe évidemment pas ceci pour $|V_s|$, mais une saturation de $|V_s|$ à la valeur maximale V_{sat} .

On ne peut donc pas mesurer V_d avec ce montage (écrire que $\mu_0 V_d = -15 \text{ V}$ suppose qu'il n'y a pas saturation et donne $V_d = 15 \times 10^{-5} \text{ V}$, ce qui est faux). Le montage permet en revanche de montrer que V_d existe, et même que cette tension est négative dans le cas des ALI utilisés.

II.4 Mise en évidence du courant de saturation



6.a – Côté théorie :

Simple montage suiveur, on doit avoir $v_s = v_e$.

Le courant de sortie est alors $i_s = \frac{v_s}{R}$.

6.b – Côté expérience :

Vu l'expression de i ci-dessus, on peut augmenter le courant de sortie soit en augmentant l'amplitude de v_e , soit en diminuant la résistance R .

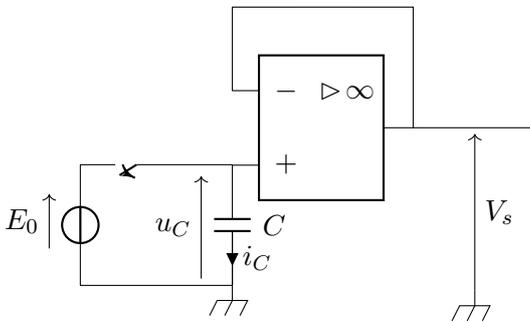
Avec v_e d'amplitude environ 10 V, et $R = 200 \Omega$, on observe que v_s sature : il n'est plus sinusoïdal, il y a des paliers.

Mesure sur un palier positif : $v_s = 4.32 \text{ V}$, d'où $i_{\text{sat}} = \frac{v_s}{R} = 22 \text{ mA}$.

Mesure sur un palier négatif : $v_s = -7.20 \text{ V}$, d'où $i_{\text{sat}} = \frac{v_s}{R} = -36 \text{ mA}$.

Ces valeurs sont très cohérentes avec ce qui est annoncé dans la notice.

II.5 Mise en évidence des courants de polarisation



7.a – Avec le modèle idéal on a $V_s = u_C$.

Si $i_+ = 0$, alors le condensateur ne se décharge pas. Comme il est initialement chargé à $E_0 = 15 \text{ V}$, on devrait observer pour V_s une tension constante de 15 V.

7.b – On observe V_s à l'oscilloscope.

On constate que lorsqu'on déconnecte le fil qui relie le condensateur au +15 V, alors V_s décroît linéairement de +15 V à -15 V environ.

Comme $V_s = u_C$, cela signifie que u_C fait de même.

Ainsi, le condensateur se décharge.

7.c – Comme on a $-i_+ = i_C = C \frac{du_C}{dt}$ et u_C qui décroît, cela signifie que i_+ n'est pas nul.

Il est d'ailleurs positif dans cette expérience, car $\frac{du_C}{dt} < 0$ et il y a un signe moins.

On peut le mesurer en mesurant la pente de la décharge du condensateur :

$$i_+ = -C \frac{\Delta V_s}{\Delta t}.$$

On trouve à l'aide des curseurs de l'oscilloscope : $\Delta V_s = 27.4 \text{ V}$, et $\Delta t = 5.28 \text{ s}$. On a donc $i_+ = 52 \text{ nA}$, ce qui est très cohérent avec les données constructeurs (qui indique typiquement 80 nA).

Remarque : Il ne faut pas essayer de mesurer la tension aux bornes du condensateur directement avec l'oscilloscope, car ceci revient à placer en parallèle de C une résistance égale à celle d'entrée de l'oscilloscope, soit $R_e = 1 \text{ M}\Omega$. Le condensateur se décharge alors très rapidement, en un temps de l'ordre de $\tau = R_e C = 0.01 \text{ s}$.