

Nous allons dans ce TP étudier un oscillateur quasi-sinusoïdal réalisé en bouclant un filtre passe-bande (ici un filtre de Wien) et un amplificateur à ALI.

## I - Étude théorique

### 1) Filtre de Wien

Voir TP 8

### 2) Amplificateur non inverseur

Nous allons étudier un amplificateur non inverseur, comportant un amplificateur linéaire intégré ALI (anciennement appelé amplificateur opérationnel AO) et deux résistances.

#### a) ALI idéal

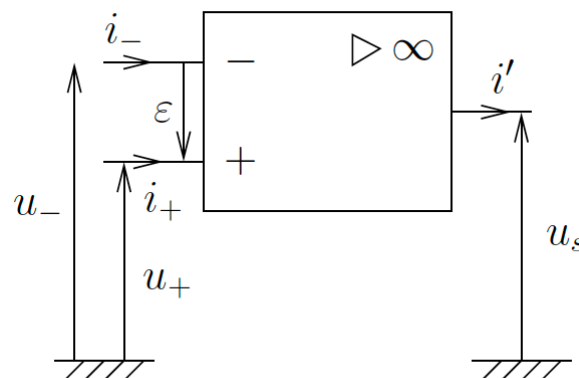
Il en existe de différents types. Ceux que nous utiliserons en TP se présentent sous la forme d'une puce à huit pattes.

- deux pattes sont réservées à l'alimentation symétrique :  $\pm V_{cc}$
- une patte correspond à l'entrée non inverseuse : potentiel  $V_+$  ou  $E^+$
- une patte correspond à l'entrée inverseuse : potentiel  $V_-$  ou  $E^-$
- une patte correspond à la sortie : potentiel  $V_s$
- deux pattes correspondent au réglage d'offset, mais ne seront pas utilisées
- la dernière patte n'est pas utilisée.

En TP, on aura  $V_{cc} \simeq 15 \text{ V}$

La composition d'un ALI est assez complexe. Elle fait intervenir des transistors.

**ATTENTION !** Aucune patte ne correspond *a priori* à la masse.



**ATTENTION !** Les alimentations de l'ALI ne sont pas représentées.

**ATTENTION !**  $i' \neq i_+ + i_-$ .  $i'$  est *a priori* inconnue.

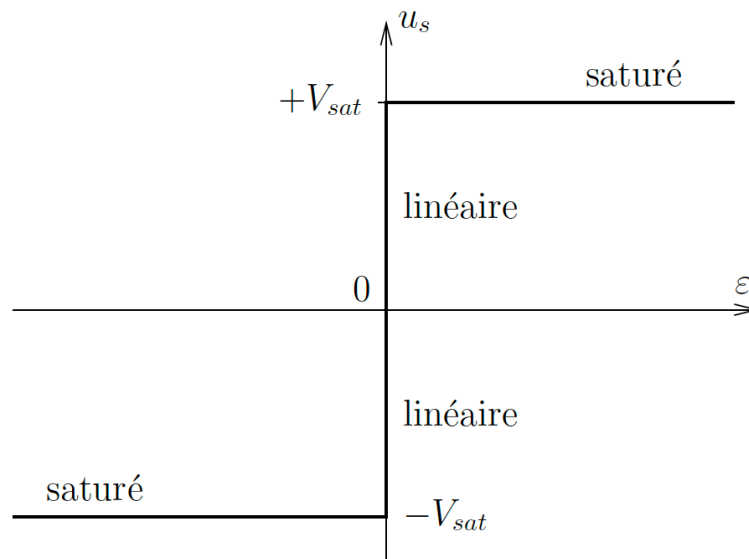
Pour un ALI idéal, en régime linéaire ou non, on a :

$$i_+ = i_- = 0$$

D'autre part :  $u_+ = V_+ - V_{masse} = V_+$  et  $u_- = V_- - V_{masse} = V_-$  ; on pose alors :

$$\varepsilon = V_+ - V_- = u_+ - u_-$$

Caractéristique de transfert :



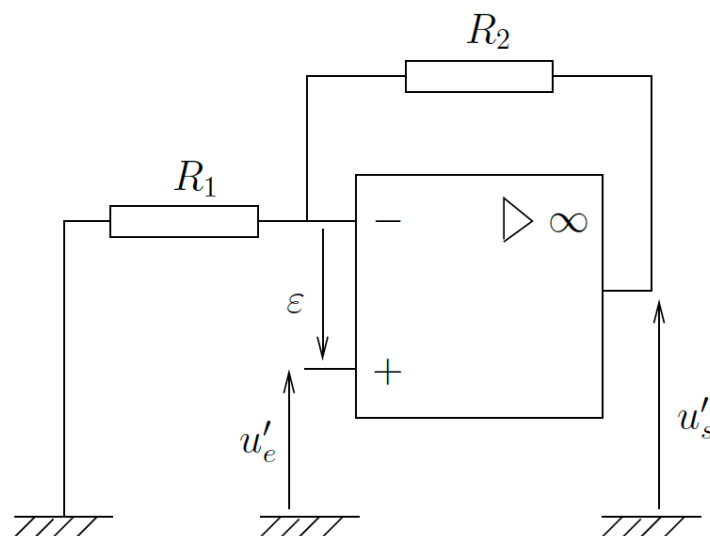
Deux régimes de fonctionnement sont alors possibles :

- En régime *linéaire*, on a  $\varepsilon = 0$ , c'est-à-dire  $V_+ = V_-$  et  $|u_s| < V_{sat}$
- En régime *saturé* ou *non linéaire*, on a  $u_s = +V_{sat}$  pour  $\varepsilon > 0$  et  $u_s = -V_{sat}$  pour  $\varepsilon < 0$ .  $V_{sat}$  est en pratique légèrement inférieur à  $V_{cc}$ .

L'ALI seul a tendance à saturer, c'est pourquoi il n'est jamais utilisé seul. On admet le résultat suivant : pour que l'ALI puisse fonctionner en régime linéaire, il faut une boucle de rétroaction entre la borne - et la sortie. C'est une condition nécessaire mais pas suffisante. S'il n'y a pas de boucle de rétroaction, l'ALI est nécessairement saturé. S'il y en a une, l'ALI peut éventuellement fonctionner en régime linéaire.

### b) Amplificateur non inverseur

Le montage est le suivant :



- Pourquoi peut-on considérer l'ALI *a priori* linéaire ?

- En utilisant la loi des nœuds, exprimer la tension de sortie  $u'_s$  en fonction de la tension d'entrée  $u'_e$ .  
On posera  $A = 1 + \frac{R_2}{R_1}$
- Pourquoi parle-t-on d'amplificateur non inverseur ?
- Le résultat dépend-il d'une éventuelle résistance de charge  $R_c$  en sortie ? Pourquoi est-ce important ?

### 3) Fonctionnement de l'oscillateur

Relier les deux quadripôles précédents (amplificateur non inverseur et filtre de Wien) de sorte que  $u_s = u'_e$  et  $u'_s = u_e$ .

- Le filtre de Wien peut-il toujours être considéré comme à vide ? Pourquoi est-ce important ?
- Peut-on obtenir des oscillations harmoniques ? Si oui, à quelle fréquence ?
- Déterminer la condition d'accrochage et étudier le rôle des non linéarités.

#### CONDITIONS D'OSCILLATIONS D'UN OSCILLATEUR

Un système bouclé constitué d'un amplificateur de fonction de transfert  $\underline{A} = \frac{u'_s}{u'_e}$  et d'un filtre de fonction de transfert  $\underline{H}$  oscille à la pulsation  $\omega_{osc}$  si :

$$\underline{A}(\omega_{osc})\underline{H}(\omega_{osc}) = 1$$

En notation exponentielle,  $\underline{A} = Ae^{j\varphi_A}$  et  $\underline{H} = He^{j\varphi_H}$ , cette condition se décompose en :

- une **condition d'accord de phase** :  $\varphi_A(\omega_{osc}) + \varphi_H(\omega_{osc}) = 0 [2\pi]$
- une **condition gain/pertes** :  $A(\omega_{osc}) \cdot H(\omega_{osc}) = 1$

## II - Étude expérimentale

On câble dans un premier temps chaque quadripôle et on teste son fonctionnement. Quand on est certain que les deux quadripôles fonctionnent correctement, on les relie entre eux pour réaliser l'oscillateur.

### 1) Filtre de Wien

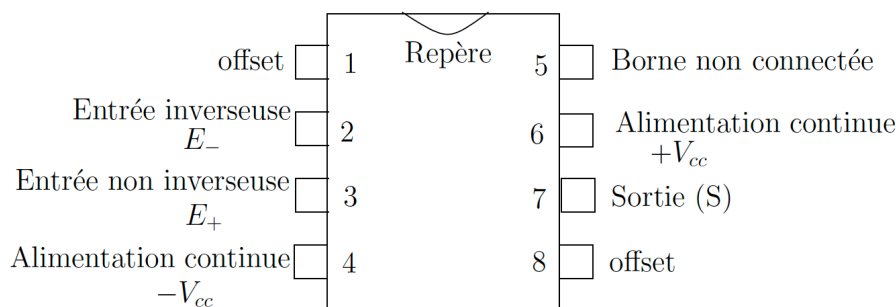
Voir TP8, finir l'étude si ce n'est pas fait !

### 2) Polarisation de l'ALI

Comme je l'ai déjà dit : **Avant toute manipulation sur l'ALI, il faut le polariser.**

Polariser l'ALI signifie connecter :

- la borne  $+V_{cc}$  de l'ALI à la borne +15 V de l'alimentation continue,
- la borne  $-V_{cc}$  de l'ALI à la borne -15 V de l'alimentation continue,
- le point milieu de l'alimentation continue à la masse du circuit.



Ces connexions de base restent en place jusqu'à la fin de la séance. Les bornes (1), (5) et (8) ne seront pas utilisées.

Ne pas oublier de mettre en marche l'alimentation continue de l'ALI!

**ATTENTION!** L'ALI ne possède pas de borne de masse *a priori*.

**ATTENTION!** L'ALI doit rester polarisé pendant toute la séance. Son alimentation doit être éteinte en dernier.

### 3) Amplificateur non inverseur

On débranche le GBF et l'oscilloscope du filtre de Wien précédent, de sorte à pouvoir être utilisés dans cette partie.

- Réaliser le montage de la page 2 en prenant  $R_1 = 3,3 \text{ k}\Omega$  et une résistance variable (boîte à décades) pour la résistance  $R_2$ . La tension  $u_e$  sinusoïdale est délivrée par le GBF. Visualiser  $u_e$  sur la voie 1 et  $u_s$  sur la voie 2 de l'oscilloscope.
- Le GBF sera réglé sur une tension sinusoïdale d'amplitude 5 V, de fréquence voisine de 1 kHz.
- Vérifier le caractère amplificateur non inverseur du montage. À quelle condition l'ALI se comporte-t-il effectivement de façon linéaire? Que se passe-t-il si on augmente trop  $R_2$ ? Mesurer la tension de saturation.

### 4) Fonctionnement en boucle fermée

Le GBF n'est plus utile dans cette partie. Il doit être retiré du montage.

- Relier les deux quadripôles précédents (amplificateur non inverseur et filtre de Wien) de sorte que  $u_s = u_e$  et  $u_s = u_e$ . Faire un schéma du montage.
- En jouant sur  $R_2$ , peut-on obtenir des oscillations quasi-harmoniques? Si oui, à quelle fréquence? Vérifier la condition d'accrochage.