

TP AO 2 : Montages de base avec l'AO et leurs limites

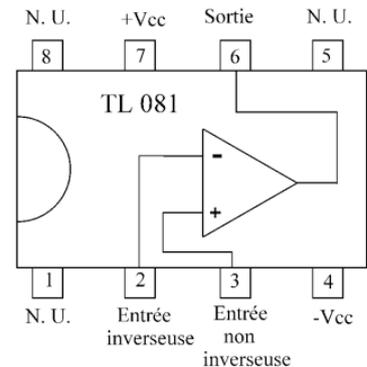
On utilisera le TL081 dont le brochage est rappelé ci-contre :

On l'utilisera sur les plaquettes d'électronique.
L'AO se présente sous la forme d'une puce à 8 pattes :

- Entrées E- et E+ en 2 et 3.
- Sortie en 6
- Alimentation continues en 4 et 7 (+/- 15 V)

Observer la puce et en particulier son sens :
repérer les différentes pattes vis-à-vis du schéma.

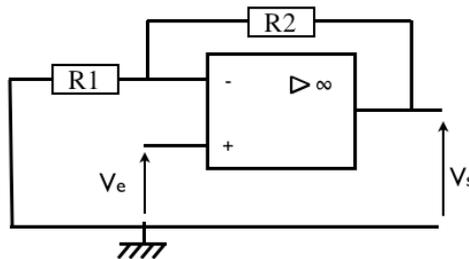
RQ : la masse n'y apparaît pas mais correspond au 0V de l'échelle définie par 4 et 7 (+/- 15 V)



Reprendre la procédure générale du TP précédent avant de mettre sous tension.

Montage 1 : L'amplificateur non inverseur :

On veut réaliser une fonction d'amplification du signal de la tension d'entrée, qui délivre une tension ~ 10 fois plus grande en sortie. On utilisera pour cela le montage suivant :



Calculer le gain théorique. Tracer son diagramme de Bode théorique.

Réalisation expérimentale :

Réaliser le montage de façon à obtenir un gain d'environ 10. On utilisera une tension d'entrée sinusoïdale assez faible $e_0 = 0,1V$. Quelle résistance prendre pour R1 et R2 ? Vérifier que l'on obtient l'amplification prévue et notamment le signe attendu pour un signal continu et pour des signaux sinusoïdaux, triangle ou créneaux. Mesurer la valeur exacte du gain en tension et la comparer à la théorie.

Influence de la tension d'entrée :

Reprendre ces observations pour une tension d'entrée plus grande $e \sim 5v$. Qu'observe-t-on ?
Quelle est alors la tension de sortie de l'AO ? Quel est alors le régime de fonctionnement de l'AO ?

Première source de non linéarité : saturation en tension de l'AO.
L'AO ne peut délivrer une tension supérieure à $V_{sat} \sim 15 V$.

Influence de la fréquence :

Reprendre à nouveau les mesures avec $e_0 \sim 0,1 V$, mais pour une fréquence importante : essayer avec des fréquences croissantes $f \sim 1 \text{ kHz}$, $f \sim 10 \text{ kHz}$, $f \sim 50 \text{ kHz}$, puis $f \sim 200 \text{ kHz}$ (ou plus). Commenter l'évolution du signal. A quoi peut-t-on l'attribuer. Comparer les variations du signal avec l'ordre de grandeur obtenu dans le TP précédent.

Deuxième source de non linéarité : le slew rate.

Le temps de réponse de l'AO devient trop lent à haute fréquence.

🔧 Impédance d'entrée et de sortie :

-Essayer de mesurer l'impédance d'entrée de l'AO au multimètre. Conclusion.

-Proposer un protocole de mesure du courant de sortie de l'AO en vous appuyant sur le TP précédent. Qu'observe t'on lorsque l'on diminue la résistance de mesure ? Mesurer le courant de sortie et interpréter.

Troisième source de non linéarité : saturation en courant de l'AO.

L'AO ne peut délivrer un courant supérieur à $I_{sat} \sim 20 \text{ mA}$.

🔧 Bande passante :

On utilise pour R2 une résistance variable. Observer pour un gain de ~ 10 que le signal est coupé lorsque l'on va vers les hautes fréquences. Comment appelle-t-on ce comportement ?

Mesurer la fréquence de coupure pour cette valeur de gain.

Recommencer la mesure de la fréquence de coupure pour un gain de 2 ou de 5 et calculer le produit du gain par la bande passante. Conclusion.

Le produit gain bande passante est constant.

🔧 Stabilité de l'amplificateur :

Reprendre le montage 1 en permutant cette fois les deux entrées et en se plaçant à fréquence raisonnable. Le gain théorique H0 est a priori le même. Faire la mesure expérimentale correspondante. Conclure quant à la stabilité de cet amplificateur.

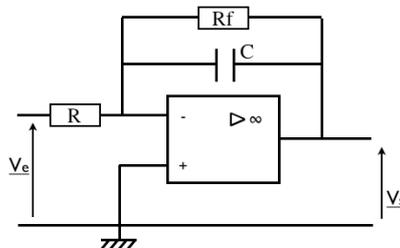
Un AO ne peut fonctionner en régime linéaire que s'il possède une contre-réaction sur la borne E-.
Dans le cas contraire, il est instable.

🔧 Montage 2 : Le filtre intégrateur :

🔧 Réaliser un simple intégrateur (Pas de Rf).

🔧 Réaliser le montage avec $R = 10 \text{ k}\Omega$ et $C = 0,1 \mu\text{F}$. Se placer en DC sur l'oscilloscope. Décrire ce que l'on observe en sortie. Décèle-t-on une intégration ? Essayer avec une entrée sinusoïdale, triangle ou créneau. Observe t-on un phénomène de dérive ?

🔧 On désire remédier à ce problème. Pour cela, on place en dérivation sur C une résistance $R_f = 1 \text{ k}\Omega$.



Déterminer par le calcul la fonction de transfert du filtre ainsi obtenu (cf TD). Tracer le diagramme de Bode en amplitude. Démontrer qu'à haute fréquence on réalise une intégration. Que doit-il se passer à basse fréquence ? À partir de quelle fréquence doit-t-on retrouver le caractère intégrateur du filtre ? Selon quels critères choisir cette fréquence ?

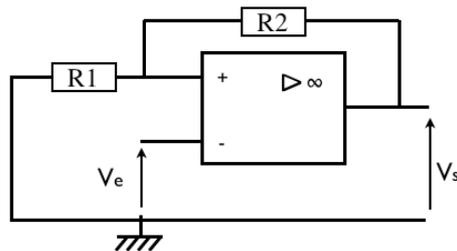
Réalisation expérimentale :

Réaliser le montage représenté ci-dessus. Retrouver la fréquence de coupure calculée.
Réaliser l'intégration de signaux sinusoïdaux, triangulaires puis carrés. On remarquera que si la fréquence est trop basse on ne réalise pas l'intégration mais si la fréquence est trop haute les défauts de l'AO apparaissent ! Pourquoi ? (retranscrire le signal obtenu dans ce dernier cas)

Montage 3 : Le comparateur (inverseur) à hystérésis : Trigger de Schmitt

Hystérésis : persistance d'un phénomène lorsque cesse la cause qui l'a produit. (effet mémoire)

On reprend cette fois-ci le premier montage mais avec les entrées inverseuse et non-inverseuse, commutées : on boucle sur l'entrée non inverseuse uniquement => instabilité.



Observer le signal en sortie. Utiliser le mode XY pour visualiser la tension de sortie V_s en fonction de la tension d'entrée V_e . Représenter dans le cours le «cycle d'hystérésis» ainsi obtenu.

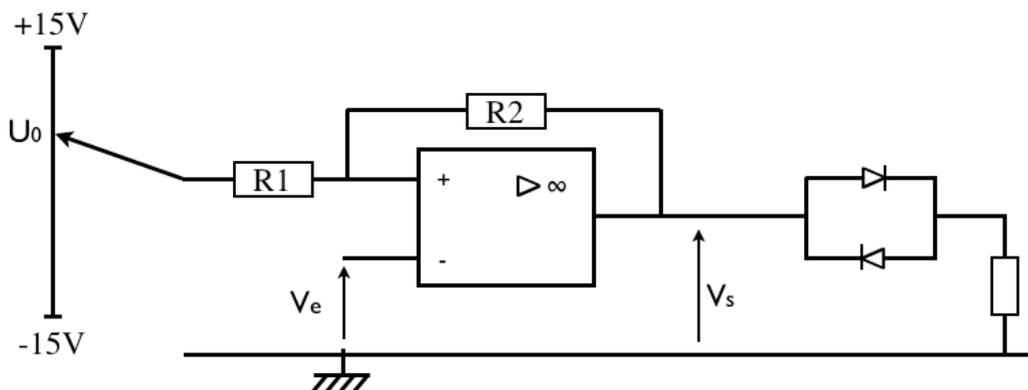
Que peut-on dire de la tension ε entre les deux entrées ? Dans quel Régime fonctionne-t-on ?

A partir des potentiels V_- et V_+ , expliquer la caractéristique de transfert (V_s en fonction de V_e) du montage.

Montage 4 : Réalisation d'un feu clignotant ajustable :

Préparation : Tracer le cycle d'hystérésis et mettre en évidence le contrôle opéré par la tension U_0 .

On souhaite réaliser un feu rouge clignotant (vert-rouge) dont la durée de chaque phase est contrôlable ($T_R \neq T_V$). On propose le montage suivant :



Réaliser au préalable la partie gauche du montage au moyen d'un potentiomètre et vérifier que vous obtenez bien une tension U_0 variant entre $-15V$ et $+15V$: U_0 est une tension de contrôle.

Calculer le potentiel V_+ en fonction de V_s , V_e , U_0 et de R_1 et R_2 . En déduire le tracé du cycle d'hystérésis. Comparer aux mesures de V_s en fonction de V_e à l'oscilloscope. Comment intervient U_0 sur le cycle des diodes ?