

## TP 2 : Les amplificateurs opérationnels

Vous allez réaliser les schémas sur une plaquette de test. Les explications de l'utilisation concernant la plaquette de test et son câblage sont sur Blackboard. Vous devez vous y référer.

Respecter des codes couleurs pour vos fils : noir pour la masse, rouge pour le +15V, vert ou bleu pour le -15V (l'une ou l'autre mais pas les deux), et les connexions entre circuits en jaune, bleu, blanc ou violet.

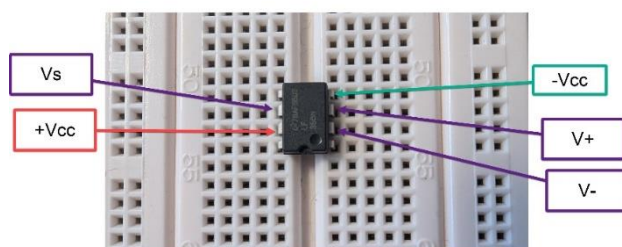
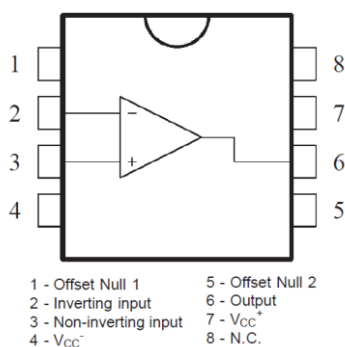
Vous allez également utiliser des générateurs de tensions continues pour alimenter le montage.

Les notices concernant les appareils que vous allez utiliser sont également sur Blackboard.

### Règles pour l'utilisation des générateurs de tension continue :

- La première chose à faire est de limiter le courant que fournit le générateur. Pour cela, réglez une tension non nulle sur le générateur et court-circuitez le. Mesurez le courant qu'il débite et réglez ce courant à une valeur maximale appropriée. Pour ce premier TP, on règlera la valeur maximale à environ 20mA.
- Ensuite réglez la tension du générateur avant de la brancher sur le montage en la vérifiant au voltmètre
- Une fois la tension réglée, vous n'éteignez pas le générateur, vous le débranchez si vous voulez l'enlever du montage

Les AOP que nous allons utiliser sont des LF356 dont voici le câblage (attention au sens du composant) :



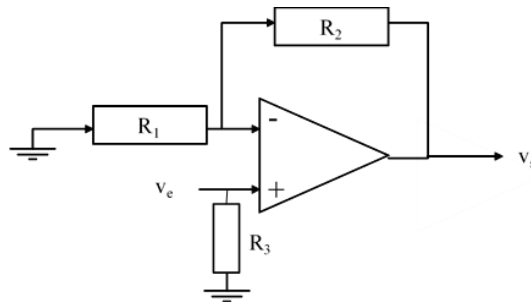
L'alimentation est réalisée à +15V pour +V<sub>CC</sub> et -15V pour -V<sub>CC</sub>. Je vous rappelle qu'avant de brancher une alimentation, il est obligatoire de la vérifier au voltmètre... Vous devez rajouter deux condensateurs de 100nF entre la patte V<sub>CC</sub>+ et la masse et la patte V<sub>CC</sub>- et masse.

L'entrée « inverting input » correspond à  $V_-$ , l'entrée « non-inverting input » correspond à  $V_+$ .

Recherchez la notice du composant et notez ses spécifications (produit gain bande, gain en continu, slew rate).

## 1) Amplificateur non inverseur

Réalisez sur la plaquette SK10 le montage amplificateur suivant :



Vous devez prendre des résistances de 10k Ohm pour R1, 10kOhm pour R3 et une résistance de 470kOhm pour R2.

Attention, tant que les alimentations et les générateurs ne sont pas configurés, vous ne devez pas les brancher sur le montage.

Vous devez reprendre les calculs du montage réalisés lors du TD2.

## MESURES :

- Avant de brancher le générateur sinusoïdal, branchez les alimentations continues et vérifiez au voltmètre que les valeurs des tensions sont correctes au niveau du générateur, sur les lignes d'alimentation et enfin sur les pattes du composant. Cela ne sert à rien de faire la suite des mesures si cela n'a pas été vérifié.
  - Si en sortie de l'amplificateur, vous avez  $\pm 14V$ , vérifiez que vous avez bien connecté le montage et surtout le câblage de  $R_2$  entre la sortie et la patte  $V_-$  de l'AOP.
- Connectez ensuite le générateur sinusoïdal en entrée du montage.
- Pour le signal d'entrée de 500mVcc et de fréquence de 1KHz, vérifiez la cohérence de votre mesure par rapport à la théorie (gain et déphasage).
- Faites varier rapidement la fréquence du signal d'entrée (avec la molette). Que constatez -vous au niveau du signal de sortie du montage.
- Mesurez ensuite le montage pour le même niveau de signal d'entrée mais cette fois ci pour 5 fréquences. Vous remplirez le tableau ci-dessous à partir des mesures demandées.

| Fréquence | Ve en Volt | Vs en Volt | $A_v = V_s/V_e$ | $20\log_{10}(A_v)$ | $\Delta t$ en s | Déphasage en radian |
|-----------|------------|------------|-----------------|--------------------|-----------------|---------------------|
|           |            |            |                 |                    |                 |                     |

- Mesurez le montage à 1KHz
- Trouvez **par la mesure** la fréquence de coupure du montage (valeur pour laquelle le gain est -3dB en dessous du gain maximum pris à 1KHz).
- Mesurez le montage à  $F_c/10$
- Mesurez le montage à  $F_c$
- Mesurez le montage à  $F_c*2$
- Mesurez le montage à  $F_c*8$

- Tracez les deux diagrammes de Bode (module en dB et argument en radian) mesurés avec leurs diagrammes asymptotiques théoriques sur la feuille fournie.
- Analysez et commentez le résultat obtenu en le comparant à la théorie et à la simulation.

Modifiez maintenant la valeur de R2 en mettant une résistance de 10k Ohm. Quel est le gain théorique du montage ?

- Mesurez le slew rate du montage
  - Remplacez le signal d'entrée par un créneau d'amplitude 10Vcc et de fréquence 1KHz. En déduire la valeur du slew rate de l'AOP qui s'exprime en V/ $\mu$ s (vous devez regarder la pente du signal de sortie).
  - Réalisez une mesure avec un signal d'entrée sinusoïdal d'amplitude 8 Vcc et en faisant varier la fréquence d'entrée :
    - A partir de quelle fréquence observez-vous le phénomène de triangulation<sup>1</sup> ?
    - Allez dans le menu Math de l'oscilloscope et affichez dans une autre fenêtre le résultat de la fft du signal. Relevez le niveau des harmoniques pour trois fréquences : la première à la limite du phénomène de triangulation (les harmoniques sont toutes 20dB en dessous de la fondamentale), la seconde où les distorsions commencent à apparaître (les deux premières harmoniques sont au-dessus des 20dB) et la fréquence pour laquelle le signal est clairement triangulaire).
  - Vérifiez théoriquement la fréquence à partir de l'expression théorique du slew rate et la valeur de l'amplitude
- Réalisez maintenant une mesure avec un signal d'entrée sinusoïdal à une fréquence de 500KHz et faite varier l'amplitude du signal d'entrée : à partir de quelle amplitude observez-vous le phénomène de triangulation ?
  - Allez dans le menu Math de l'oscilloscope et affichez dans une autre fenêtre le résultat de la fft du signal.

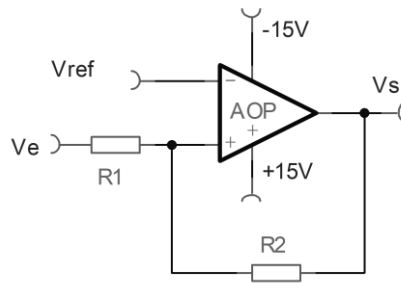
Vérifiez théoriquement la fréquence à partir de l'expression théorique du slew rate et la valeur de l'amplitude

## 2) Réalisation du Trigger avec seuil :

Câblez le schéma suivant sur la plaquette de test. Attention, vous n'avez pas à tout débrancher. Il suffit juste de modifier les résistances en prenant R1=10kOhm, R2=150kOhm. La tension  $V_{ref}$  sera mise à une valeur de 4.7 V avec un générateur de tension continue.

---

<sup>1</sup> Le phénomène de triangulation s'observe quand le signal commence à ne plus être sinusoïdal.

**MESURES :**

- Réalisez une mesure avec un signal triangulaire à l'entrée du montage, signal d'amplitude 10V et de période 1ms.
  - Tracez les courbes en fonctions du temps et vérifiez le fonctionnement du comparateur
  - Tracez ensuite la caractéristique du trigger de Schmitt à l'aide de la fonction xy de l'oscilloscope (que vous trouverez dans le menu horizontal de l'oscilloscope, en bas de la fenêtre de dialogue).
  - Analysez et commentez vos résultats en les comparant à la théorie et à la simulation.
- Refaites les mêmes mesures en mettant maintenant  $V_{ref}$  à 0V. Expliquez et justifiez les résultats obtenus.