

Thème II

Amplification en tension

Séance 5

Amplification en tension

Objectifs de la séance A l'issue de cette séance, vous serez capable de :

- Réaliser un circuit électronique à base d'amplificateur opérationnel,
- régler la valeur des composants en fonction d'un cahier des charges,
- utiliser la fonction réalisée pour une application sonore.

Sommaire

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | L'Amplificateur opérationnel | 24 |
| 1.1 | Caractéristiques | 24 |
| 1.2 | Quelques circuits à base d'AOP | 25 |
| 2 | Amplification pour le microphone | 26 |
| 2.1 | Amplificateur seul | 27 |
| 2.2 | Circuit complet | 28 |

1 L'Amplificateur opérationnel

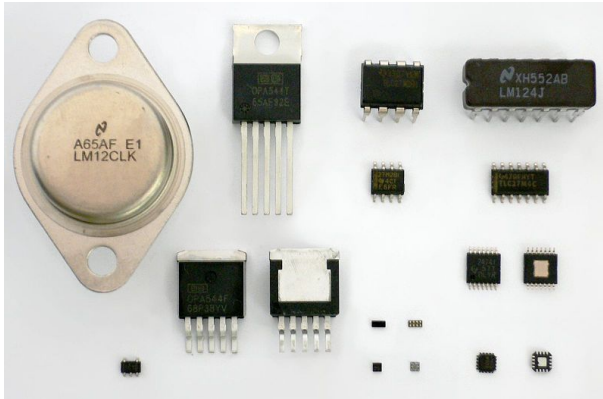


FIGURE 5.1 – Quelques amplificateurs opérationnels. (Photo Wikipédia)

1.1 Caractéristiques

Un amplificateur opérationnel est un amplificateur différentiel. Il amplifie une différence de potentiel électrique présente à ses entrées. Sa représentation schématique est donnée sur la figure 5.2, la photographie de la figure 5.1 montre différents composants de ce type.

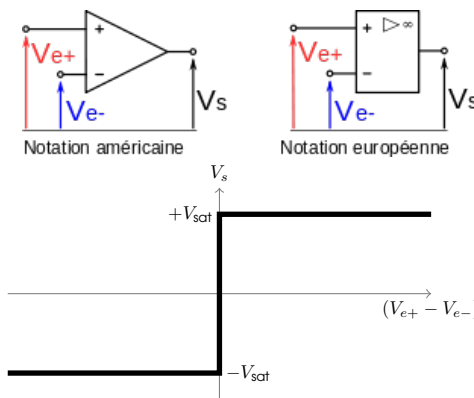


FIGURE 5.2 – Représentation schématique d'un amplificateur opérationnel et sa caractéristique entrée/sortie. La tension en sortie est toujours comprise entre les deux valeurs de saturation $-V_{sat}$ et $+V_{sat}$.

Quand on parle d'amplificateur opérationnel parfait, on considère que son impédance d'entrée et son gain sont infinis et que son impédance de sortie est nulle.

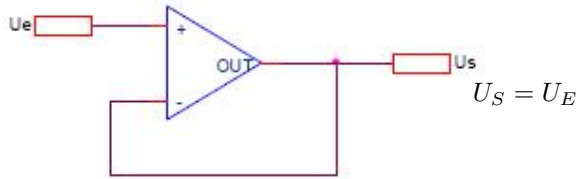
Q1 Quel serait le signal de sortie si l'on appliquait un signal sinusoïdal de valeur moyenne nulle entre $V+$ et $V-$?

Pour réaliser une amplification en tension qui soit de valeur raisonnable, on n'utilise pas l'amplificateur opérationnel seul. De plus, ce composant ne permet pas seulement de réaliser des amplifications en tension, il peut être utilisé pour réaliser des fonctions de sommateur, de filtre, etc.

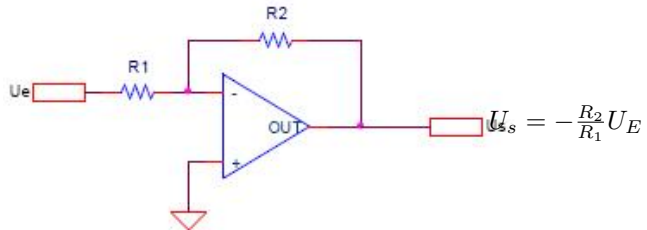
Quelques exemples de tels circuits sont donnés au paragraphe suivant.

1.2 Quelques circuits à base d'AOP

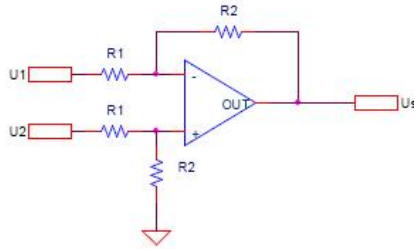
Suiveur



Amplificateur inverseur (de tension)

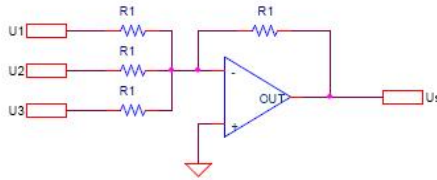


Soustracteur



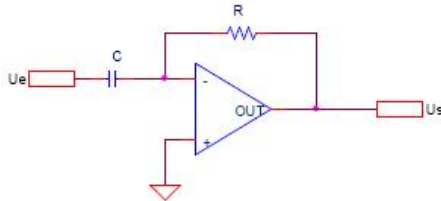
$$U_s = -\frac{R_2}{R_1} (U_2 - U_1)$$

Sommeur inverseur



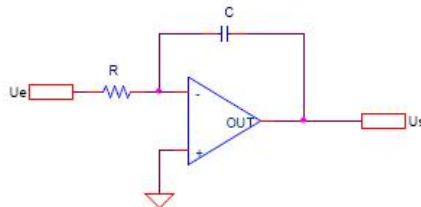
$$U_s = -(U_1 + U_2 + U_3)$$

Dérivateur



$$U_s(t) = \frac{U_e(t)}{dt}$$

Intégrateur



$$U_s(t) = \frac{1}{T} \int U_e(t') dt'$$

2 Réalisation d'un amplificateur de tension pour le circuit du microphone

L'objectif de cette partie est d'étudier un circuit simple d'amplification afin de l'utiliser pour amplifier la tension fournie par un microphone. Le composant que l'on va utiliser est un TL071 dont vous pouvez trouver la documentation sur internet. La figure suivante en fournit le brochage.

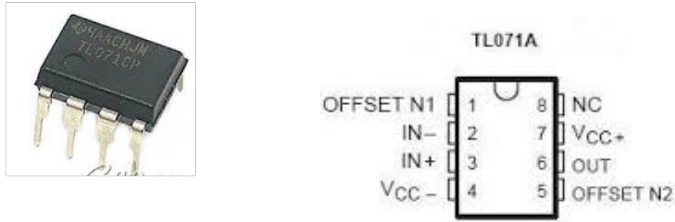


FIGURE 5.3 – Amplificateur opérationnel TL071. Les broches 1 5 et 8 ne sont pas utilisées ici.

Q2 Quelles sont les broches consacrées à l'alimentation du composant ? Au fait, pourquoi a-t-on besoin de l'alimenter ?

2.1 Amplificateur seul

Le circuit que l'on va réaliser est un amplificateur non-inverseur dont le schéma de principe est donné sur la figure 5.4

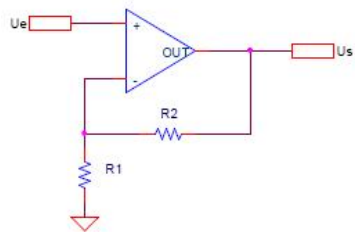


FIGURE 5.4 – Circuit amplificateur non-inverseur.

↪ Réaliser le circuit de la figure 5.4, à l'aide d'un composant TL071 alimenté avec une alimentation symétrique -5 V , $+5\text{ V}$. Les valeurs des résistances sont fixées dans un premier temps à $R_1 = 1\text{ k}\Omega$ et $R_2 = 10\text{ k}\Omega$. Pour réaliser le circuit on pourra s'aider du schéma *fritzing* de la figure 5.5.

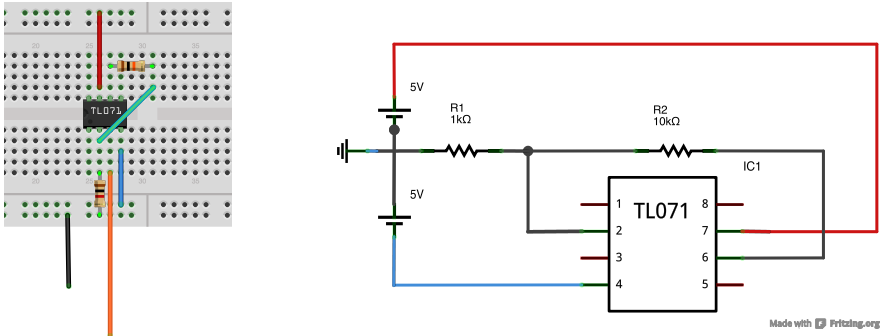


FIGURE 5.5 – Schéma *fritzing* de l'amplificateur non-inverseur.

↪ Appliquer une tension sinusoïdale en entrée du circuit, d'amplitude 1 V crête à crête environ et de fréquence 1 kHz. Modifier l'amplitude du signal d'entrée et observer l'incidence de ce changement sur le signal de sortie.

Q3 Est-ce bien un circuit amplificateur ? Quelles en sont les limites en amplitude ?

↪ Mesurer précisément le gain d'amplification à cette fréquence de 1 kHz.

Q4 La valeur du gain est-elle suffisante pour l'application visée ? Proposer une modification du circuit pour obtenir un gain différent ?

↪ Mettre en œuvre ce circuit et vérifier son gain.

Q5 Ce circuit convient-il pour le microphone ?

2.2 Circuit complet

Q6 Pourquoi est-il nécessaire de placer un filtre entre le circuit du microphone (étudié lors de la première séance) et l'amplificateur ? Quel type de filtre ?

~> Concevoir et réaliser un tel circuit. Tester son fonctionnement. Afficher en particulier sur l'oscilloscope la tension du microphone et le signal de sortie.

~> Brancher le haut-parleur en sortie. Que se passe-t-il ?

~> Laisser câblé le circuit afin de le réutiliser lors de la séance prochaine.

Séance 6

Limites de l'amplification en tension

Objectifs de la séance A l'issue de cette séance, vous serez capable de :

- lister les fonctions électroniques présentes dans un circuit d'amplification sonore,
- mettre en œuvre un amplificateur pour des applications audio.

Évaluation Deux pages A4 de synthèse des deux dernières séances.

Sommaire

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | Limite(s) de l'amplification | 31 |
| 2 | Adaptation en puissance | 32 |

1 Limite(s) de l'amplification

Lors de la séance précédente, le circuit d'amplification en tension a été étudié, est sa limite en bande passante a été mise en évidence ainsi que celle de sa gamme de tension de sortie.

L'objectif de cette séance est d'affronter et de dépasser une autre limite importante d'un circuit d'amplification, la limite en puissance.

2 Adaptation en puissance

On revient dans cette partie au circuit électronique complet (microphone, filtre passe-haut, amplificateur de tension).

Q1 Rappeler quelle est l'amplitude de la tension en sortie de votre montage. Sachant que l'impédance du haut-parleur est de $8\ \Omega$, quelle est la valeur du courant nécessaire pour appliquer cette différence de tension aux bornes du haut-parleur ? De fait, que se passe-t-il lorsqu'on branche un haut-parleur en sortie ?

On propose pour pallier ce problème d'utiliser un amplificateur dit "audio", l'amplificateur LM386. Il s'agit d'un amplificateur opérationnel câblé en amplificateur non inverseur, de gain égal à 20 et dont le courant de sortie peut être plus important que celui d'un amplificateur opérationnel.

Q2 D'après la documentation constructeur, quelle est la tension maximale atteignable sur une résistance de $8\ \Omega$?

↪ Ajouter à votre circuit électronique un étage d'adaptation en puissance, réalisé à partir d'un composant LM386. Tester le fonctionnement de l'ensemble.