

MP22 : Amplification de signaux

Mai 2021

Introduction

Si on branche un micro (attention, prendre un micro non amplifié pour bien illustrer nos propos) en entrée d'un Haut-parleur et d'un oscilloscope. On n'a aucun son qui sort du Haut-parleur et on observe un signal de l'ordre du mV. Le niveau de puissance du micro n'est pas assez important pour alimenter le bobinage du haut-parleur. Il faut expliquer cela par des ordres de grandeurs : le micro a une impédance de sortie d'environ 500Ω , tandis que le haut-parleur a une impédance d'entrée de 8Ω . On a un problème d'adaptation d'impédance : un pont diviseur de tension donne que la tension aux bornes du haut-parleur est bien plus faible que la tension fournie par le micro. La puissance fournie est également bien trop faible.

1 Amplification de tension

On présente un **amplificateur non inverseur**.

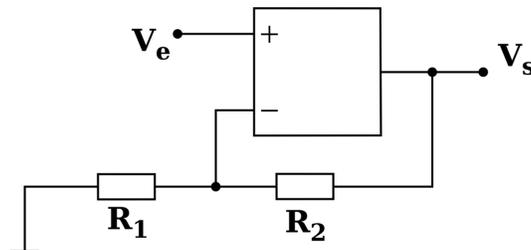


Figure 1: Amplificateur non-inverseur : schéma de principe. Le gain en amplification est de $G = 1 + \frac{R_2}{R_1}$

On envoie du GBF un signal sinusoïdal de fréquence audio (de l'ordre de $1k\Omega$).

On visualise sur l'oscilloscope le signal en sortie de GBF et en sortie de l'ALI.

1.1 Mesure du gain en tension

On prend $R_1 = 1k\Omega$ et $R_2 = 25k\Omega$ pour avoir un gain de 26 par exemple.

On fait varier la tension d'entrée entre $100mV_{pp}$ et $500mV_{pp}$. On observe que le signal de sortie est sinusoïdal, on fonctionne en régime linéaire.

On trace la tension de sortie de l'ALI en fonction de la tension d'entrée. Le gain doit être théoriquement : $G = 1 + \frac{R_2}{R_1}$. C'est une droite.

1.2 Mesure de la pulsation de coupure

Lorsque que l'on augmente la fréquence, l'amplitude du signal de sortie diminue. C'est un **passé-bas**.

Pour un gain de 26 qu'on avait précédemment, on cherche la fréquence de coupure à l'oscilloscope. Pour cela on regarde l'amplitude maximale et on fait : $A_{max}/\sqrt{2}$ et on monte en fréquence pour trouver la fréquence de coupure à $-3dB$.

Ensuite avec la macro Igor on trace les diagrammes de Bodes pour plusieurs gains.

Pour cela on connecte le GBF et l'oscilloscope à l'ordinateur. On doit ouvrir l'oscilloscope et le générateur d'impulsion sur Igor. On règle la durée du pulse à 0.5 ; période de pulse : $T = 500\mu s$; Durée acquise : $T_d = 500\mu s$ on a donc 1000 points.

Remarque : L'inverse de la durée acquise correspond à la fréquence maximale jusqu'à laquelle on veut balayer.

On effectue les diagrammes pour plusieurs valeurs de gain (par exemple 2, 20, 50, 100) en changeant les valeurs des résistances. Et on relève la fréquence de coupure à $-3dB$ (pour ça on regarde l'amplitude maximale et on enlève $3dB$ on regarde alors sur la courbe à quoi correspond cette fréquence).

On trace ensuite le gain en fonction de l'inverse de la fréquence de coupure. On a une droite. On vient de montrer que le produit gain/bande passante est conservé.

1.3 Limites de l'AO

On peut mettre en évidence les limites de l'AO : on peut mettre en évidence que pour les trop hautes tensions on a une saturation à $\pm 15V$. On a également des problèmes de slow rate pour des trop hautes fréquences (le signal en sortie de l'ALI est distordu).

Transition : si l'on envoie le même signal qu'en introduction dans le haut-parleur après passage à travers l'amplificateur, on a adapté l'impédance du micro en la rendant quasiment nulle. En revanche, la faible impédance du haut-parleur demande un courant en sortie de l'amplificateur qui est bien trop élevé. On ne produit toujours aucun son.

2 Amplification de puissance

On réalise ensuite un amplificateur push-pull de classe B, qui permet de se débarrasser des distorsions dues aux tensions de seuil des transistors.

Push-pull : mettre des résistances de 510Ω . La condition d'arrêt des diodes dépend de la valeur des résistances que l'on prend. Il ne faut pas prendre une trop grande résistance car il n'y

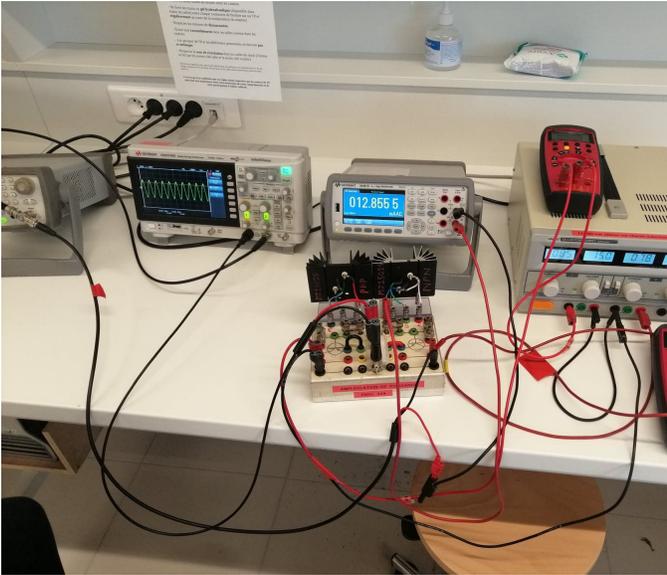


Figure 2: Photo du montage

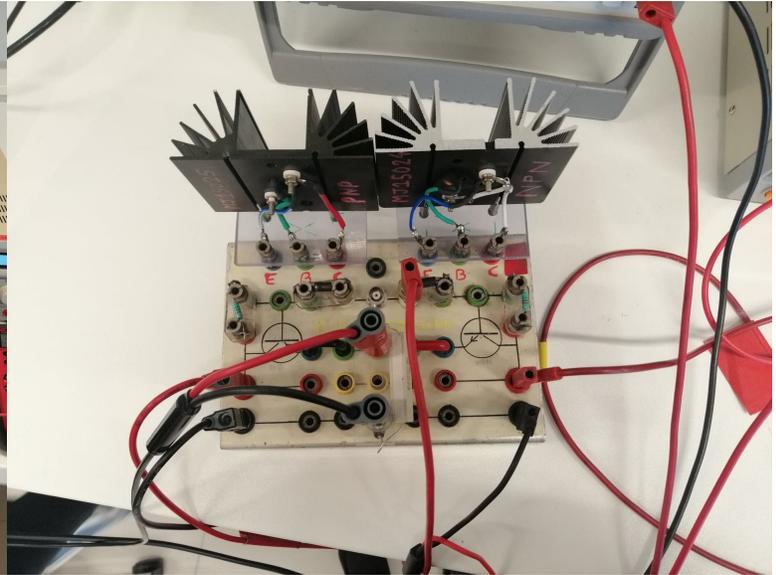


Figure 3: Photo de la plaquette

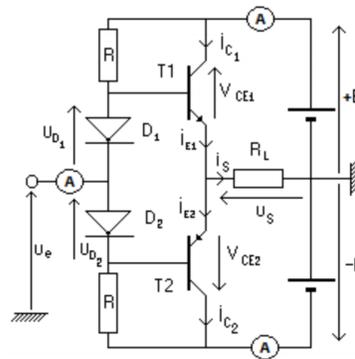


Figure 2: Schéma de l'amplificateur de puissance type push-pull. Les deux diodes sont polarisées en direct, donc en régime de conduction. Leur tension de seuil est proche de celle des transistors. Suivant le signe de U_e , un transistor est actif et l'autre bloqué, dans les deux cas la présence des diodes compense l'effet de seuil des transistors, et donc $U_s = U_e$ en fonctionnement linéaire. On a indiqué les placements des ampèremètres nécessaires pour les mesures suivantes.

Figure 4

aura pas assez de courant appelé.

Il faut prendre une alimentation double et envoyer +15V et -15V en reliant le plus et moins ensemble et le mettre à la masse du montage (ligne de masse). Il faut faire attention à l'alim qu'on prend car sinon on peut saturer en courant.

On doit avoir la même tension en entrée et en sortie du push-pull (ce n'est pas un amplificateur de tension).

C'est un amplificateur de puissance (et d'intensité puisque la tension est constante).

Comme on travaille avec des puissance on règle VRMS.

2.1 Mesure du gain en intensité

On alimente le push-pull avec un signal sinusoïdal d'amplitude environ 3 VRMS fourni par le GBF, avec une fréquence de 1 kHz. On choisit de tout exprimer en tension efficace car on va mesurer des puissances (le calcul fait donc apparaître des valeurs efficaces). On observe les tensions d'entrée et de sortie à l'oscillo. On mesure l'intensité efficace fournie par le GBF (on prend un Keysight pour mesurer des courants relativement faibles avec précision).

On relève l'intensité en entrée, on relève sur le multimètre, on relève l'intensité en sortie en prenant : $U_{oscillo}/R_{charge}$. On trace la droite de courant dans la charge en fonction du courant d'entrée. Pour faire varier le courant d'entrée on fait varier la tension qu'on envoie. On peut volontairement aller jusqu'à des tensions efficaces élevées de manière à mettre en évidence la saturation des transistors.

2.2 Mesure de rendement

Selon le même protocole (mêmes tensions efficaces d'entrée, même fréquence) on s'occupe de mesurer l'évolution du rendement du montage, c'est à dire le rapport de la puissance fournie à la résistance sur la puissance débitée par l'alim. On va négliger, pour cette mesure, la puissance fournie par le GBF et considérer que seule l'alim fournit la puissance aux transistors. On pourra justifier à posteriori l'hypothèse.

Pour les mesures : La puissance fournie par l'alim est la somme des deux puissances moyennes mesurées sur les ampèremètres multipliées par la tension de l'alim (continue) : $P_{in} = 15V \times (I_{moy,1} + I_{moy,2})$. La puissance fournie à la charge est elle évaluée grâce à $P_{in} = \frac{V_{out,RMS}^2}{R}$. On trace l'évolution du rendement en fonction de la tension efficace d'entrée, selon la même gamme qu'établie pour l'amplification en courant.

On met en évidence que le rendement augmente rapidement avec la tension efficace d'entrée. Or, on a également montré que le signal était écrêté lorsque la tension efficace était trop grande (signal distordu), donc il s'agit de trouver un **bon compromis entre rendement et saturation**.

Conclusion

Après avoir montré tout cela, on branche la sortie du montage à AO dans le montage push-pull et la sortie du push-pull dans un haut-parleur. On peut envoyer un signal de 50 mV dans l'ampli à AO et écouter le son du haut-parleur, ou bien brancher directement le micro et entendre sa propre voix. Il faut bien jouer avec les résistances de la plaquette de l'AO pour adapter le gain. On a montré qu'une simple amplification de tension n'était pas suffisante pour écouter le son d'un micro, bien qu'elle permette de s'affranchir de la haute impédance du micro. Pour cela, il faut amplifier en puissance, puisque la faible impédance du haut-parleur le rend très demandeur en intensité. Les deux amplificateurs répondent à nos attentes, sur une plage de tension dont il convient d'être conscient.