

MP 22 Amplification de signaux

Elio Thellier & Dihya Sadi

Session 2021

Introduction

Matériel

- Micro
- Haut parleur

Dans cette leçon on cherche à mettre en évidence la nécessité d'une amplification d'un signal d'entrée que l'on souhaite à observer. Par exemple pour un signal de tension fourni par un capteur et que l'on veut observer à l'oscilloscope on peut dans un premier temps réaliser une amplification en amplitude. Par contre si il a pour but d'être converti (tension en signal sonore) alors il faut l'adapter aux caractéristiques du dspositif qui se charge de la conversion. On va présenter cette notion sur un système de conversion sonore.

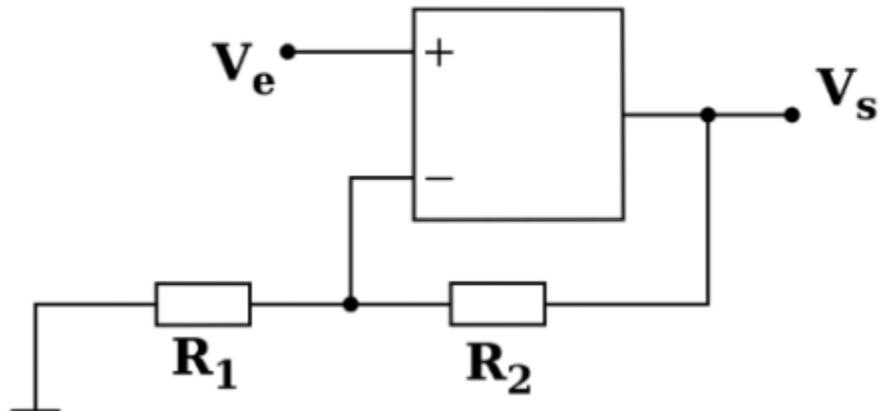
On branche un micro en entrée d'un oscilloscope et d'un haut parleur. On remarque deux choses : aucun son n'est émis par le haut parleur, mais on observe bien un signal à l'oscilloscope. Niveau de puissance fourni par le micro n'est pas suffisamment élevé pour alimenter le dispositif (bobinage du haut parleur).

500 Ohms d'impédance de sortie du micro et 8 Ohms au niveau du haut-parleur. Problème d'adaptation d'impédance. Diviseur de tension nous montre que la tension donnée par le micro est beaucoup plus grande que celle délivrée par le haut parleur. Mais pas que : parce que l'amplitude en sortie du micro est trop faible ! Il faut dès le départ connaître les OG, les donner, utiliser ça comme arguments. Les impédances, c'est pas le bon argument.

Donner un peu partout des OG d'ailleurs tout le long pour comparer

1 Amplification en tension : l'amplificateur non inverseur

[CF POLY DE JBD ASSOCIÉ À NOUVEAU]



Matériel

- ALI non inverseur
- Résistance de 1kOhm et résistance variable sur la plaquette
- GBF
- Oscillo
- Micro
- Haut parleur

Le gain en tension est : $G = 1 + \frac{R_2}{R_1}$

1.1 Mesure du gain d'amplification

- On envoie au GBF des tensions sinusoïdales d'amplitudes qui vont de 100 à 500 mV pic à pic
- On relève à chaque fois l'amplitude de la tension sinusoïdale de sortie
- Remarque : une entrée sinusoïdale donne une sortie sinusoïdale, on est bien en régime linéaire
- Incertitudes sur la mesure : dominée par l'incertitude statistique sur la régression linéaire

1.2 Mesure de la pulsation de coupure

- On met en évidence le caractère basse-bas de l'amplificateur. On fixe le gain à 100, $R_1 = 0,5k$ et $R_2 = 50k$. En augmentant progressivement la tension d'entrée on montre le caractère passe-bas
- Mesure par FFT de la fréquence de coupure pour différents gains. Choix des paramètres sur la macro Igor : $T_p = 0,5\mu s$, $T_d = 50\mu s$ pour avoir un diagramme de Bode jusqu'à 2 MHz avec 100 points. On montre que le produit gain/bande passante est conservé. Rq : Pas d'intérêt d'avoir 3 chiffres significatifs sur le produit gain bande-passante. Quand on choisit la durée de l'impulsion T_i on la prends telle que $\frac{1}{T_i} = 1f_c$
- Pourquoi ça nous intéresse ? Le choix de la fréquence de coupure implique le choix du gain. Par exemple pour l'audible on veut une fréquence de Coupure de ?? d'où la valeur du gain ?? qu'on fixe
- On relie le micro à l'amplificateur puis l'amplificateur au haut parleur

1.3 Limites de l'amplificateur

- On met en évidence les saturations de l'AO : pour des tensions trop fortes on n'est plus linéaire : distorsion, et la tension de sortie reste bloquée à 15V
- On n'a regardé que le gain. Mais si on augmente le gain on augmente le déphasage : il ne s'agit pas d'un 1er ordre parfait
- Maintenant on fixe le gain à 2 et le signal d'entrée à 5V crête à crête. On augmente doucement la fréquence : à partir d'une certaine fréquence on commence à voir à l'oeil une distorsion du signal. On mesure alors la pente limite du signal de sortie correspondant à cette distorsion en observant temporellement ce signal à cette fréquence. A $f=425$ Hz, $\frac{\Delta V_s}{\Delta t} = 7,8V/\mu s$. C'est ce qu'on appelle le slew-rate. L'AO ne peut fournir une tension de sortie dont la pente est $> \sigma = \frac{dV_s}{dt}_{max}$

Rq : on a adapté l'impédance du micro en la rendant quasiment nulle, mais la faible impédance du haut parleur (8 Ohms) demande un courant en sortie de l'amplificateur qui est trop élevé : on ne produit toujours aucun son.

2 Amplificateur de courant : le transistor

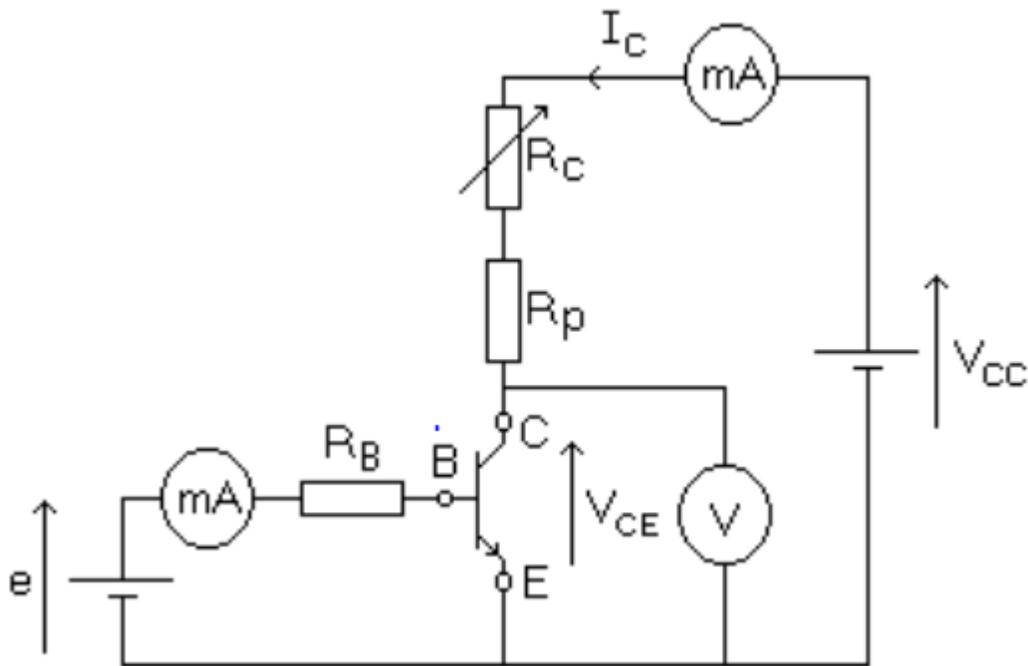
[Cf poly de JBD associé]

Matériel

- Transistor NPN ou PNP peu importe

- 2 ou 3 multimètres de table
- 2 Alimentations stabilisées
- Une résistance variable
- 1 résistance de 20 Ohm + 1 résistance de 12 kOhm

On réalise le montage suivant :



On fait varier e de sorte à être dans la zone où $V_{CE} > 0,4V$ pour être dans la zone où I_C varie linéairement avec I_B . Ensuite on fait varier I_B

Protocole

- On se place dans la zone de V_{CE} dans laquelle I_B augmente linéairement avec I_B (pour les explications c)
- On envoie une tension constante E avec le GBF et on choisit une résistance R_b de l'ordre de 10 kOhm
- On s'assure que lorsqu'on fait varier V_{cc} on est dans la zone de linéarité c-à-d $V_{CE} > 0,4V$
- On fait varier V_{cc} et on relève à chaque fois la valeur de I_c
- On trace I_c en fonction de V_{ce}

- On obtient la caractéristique courant-tension
- Maintenant on veut la caractéristique courant-courant : on fixe V_{cc} pour être en régime linéaire, pour différentes valeurs de E et donc de I_b on relève I_c puis on trace I_c en fct de I_b

Remarque : pas d'intérêt d'avoir β à 2 pourcents parce que ça varie beaucoup avec la température, déjà de au moins 10 pourcents, ne serait-ce que pour les fabriquer on a du mal à les connaître aussi précisément

Est-ce que l'incertitude est pertinente ici ? pas vrmt

3 Amplificateur de puissance

[Cf MA FICHE SUR L'AMPLIFICATEUR PUSH-PULL + LA FICHE DE JBD]

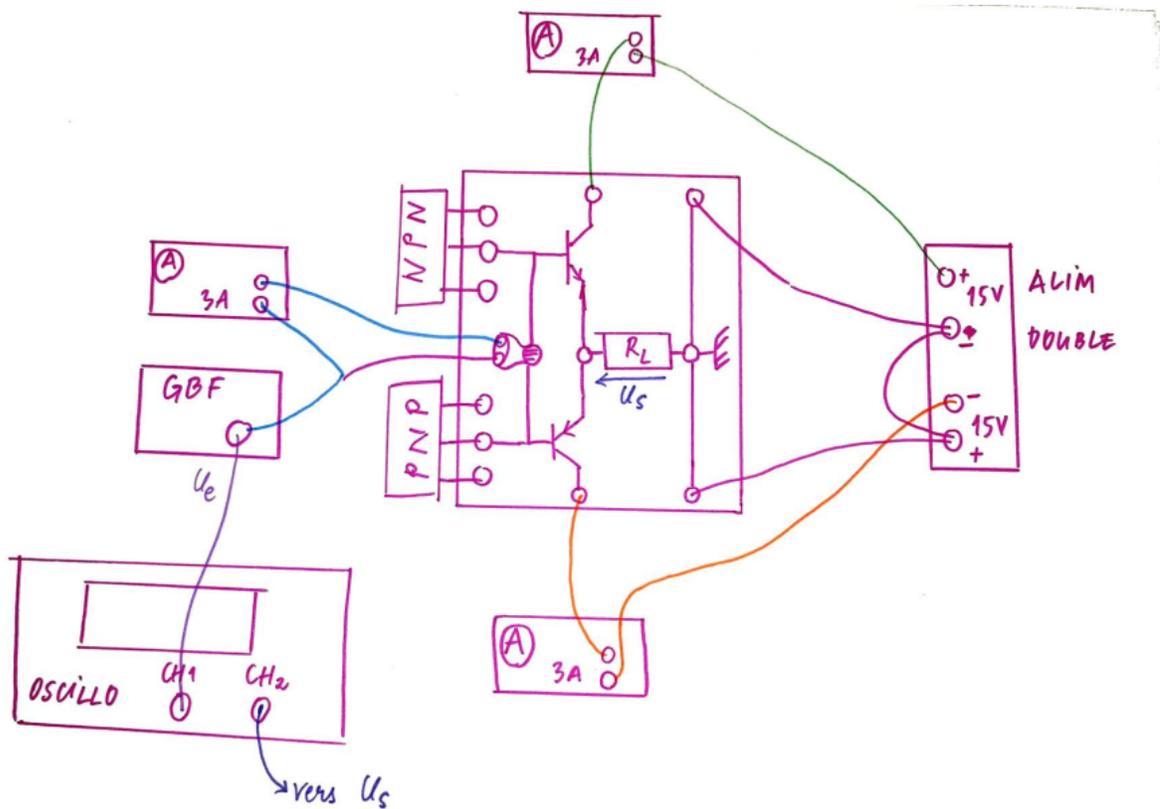
On réalise un circuit amplificateur push-pull de classe B. Expliquer le principe du circuit réalisé en se basant sur ma fiche.

Matériel

- Plaquette du push-pull
- 3 amperemètres
- 1 GBF
- 1 oscillo
- 1 alim double
- 2 transistors, 1 NPN et 1 PNP
- 2 diodes
- Résistances de 1KOhm et 10 kOhm
- 1 résistance de 5 Ohm qui supporte 1A

3.1 Protocole

Qu'est ce qu'on cherche à visualiser à l'oscillo ?



En faisant varier la tension efficace du GBF d'entrée on relève à chaque fois la tension et le courant efficace d'entrée, la tension et le courant efficace de sortie, avec les multimètres, en faisant attention à l'apparition de la saturation, le courant dans les deux alimentations +E et -E.

Ensuite on calcule la puissance délivrée par les alimentations +E et -E, la puissance transmise à la charge.

On peut tracer le courant de sortie en fonction du courant d'entrée : on obtient un gain du même ordre que celui d'un transistor seul, ce qui est cohérent.

On peut enfin tracer le rendement en fonction de la tension efficace d'entrée.

Gain total du push-pull, qui correspond au tracé du rendement, est indépendant de β , ce qui va limiter c'est la résistance ! C'est d'ailleurs pour ça qu'on fait ce montage aussi, pour s'affranchir de la précision du β

Explication : on s'arrange pour que $U_e = U_s$ puis $I_C = \frac{U_e}{R_L}$ donc le courant ne dépend pas de β ! Alors pourquoi on mets pas juste une résistance avec un GBF ? Parce que là on peut appeler des courants super grands : on mets des résistances de 5 Ohms ! Si on mettait ça avec un GBF il s'effondrerait.

Pq le rendement augmente avec la tension d'entrée ? Pertes sont dans les résistances de polarisation qui sont constantes donc elles deviennent négligeables quand on monte.

4 Conclusion

Notion importante aussi bien en physique expérimentale (création de champs magnétiques via des bobinages par ex) qu'en électrotechnique (ampli de signaux fournis par des capteurs utilisés dans des boucles d'asservissement)

5 Commentaires et questions de Fabienne

- Pour la manip d'intro est-ce qu'un suiveur réglerait le problème ? Quelle est l'amplitude en tension du signal en sortie du micro ? Ordre de la centaine de mV. Le problème c'est pas QUE l'impédance mais simplement que l'amplitude est trop petites.
- Incertitude sur les tensions ? Notice du multimètre qui dépend du calibre, 0.25 pourcents du calibre + 2 fois la dernière unité affichée. En général le 2 fois la dernière unité est négligeable
- D'où vient la formule de propagation des incertitude ? Pourquoi y a une racine carré ? Savoir d'où ça vient ? Estimateur de la variance.
- Gain en tension du transistor ? 1
- Explication de la distorsion ?
- Sur le push-pull où sont les pertes ? Pertes dans les résistances
- Comment fonctionne une photodiode ? Loi entre photocourant et flux optique ?