

MP25 - Amplification de signaux

Table des matières

Introduction	2
1 Étude du transistor	2
2 Amplification en tension : "Préamplification"	4
2.1 Montage	4
2.2 Réglage du point de polarisation	4
2.3 Caractérisation	4
2.3.1 Gain en tension	4
2.3.2 Influence de la fréquence	5
2.3.3 Impédance d'entrée et de sortie	5
3 Amplification en intensité (étage de puissance)	6
3.1 Montage Push-Pull	6
3.2 Gain en intensité	6
3.3 Rendement	6
3.4 Push-pull corrigé de la distortion	6
Conclusion	6

Bibliographie

- Duffait, électronique

Introduction

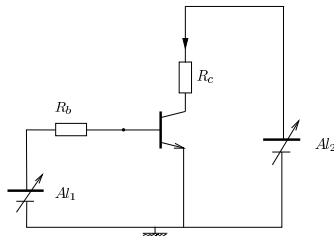
Les capteurs fournissent généralement des signaux, très souvent des tensions, en réponse à une grandeur physique d'un système. Afin de ne pas modifier le système, les capteurs interagissent peu avec ce dernier, et les signaux fournis par le capteur sont faibles. Afin d'être visualisables ou adaptés à une chaîne de mesure il sera utile de les amplifier.

Manip : Micro direct sur HP.

On se rend compte sur cette manipulation que le signal fourni par le micro n'est pas directement utilisable pour alimenter le HP. Le but de ce montage sera de montrer quelles sont les problématiques qui interviennent dans ce type d'expérience. On verra notamment que le rôle de l'amplificateur sera à la fois d'adapter le système émetteur avec l'extérieur mais aussi d'apporter de l'énergie. On verra alors quelques unes des grandeurs pertinentes à considérer pour caractériser ces amplificateurs.

L'idée dans ce type de montage sera de commander avec le faible signal d'entrée le débit en courant d'une source de tension continu. Le composant de base pour réaliser cette opération sera le transistor, c'est pourquoi on commencera par le caractériser.

1 Caractéristiques du transistor



- $R_b = 100 \text{ k}\Omega$
- $R_c = 1 \text{ k}\Omega$

On mesure ici les principales caractéristiques du transistor. Le but est de récupérer un ordre de grandeur des paramètres intervenant dans les grandeurs mesurées par la suite.

- Tracé de $I_c(V_{ce})$: On fixe Al_1 pour essayer de maintenir au mieux I_b constant et on fait varier V_{ce} à partir de Al_2
- Tracé de $V_{be}(I_b)$: On fixe Al_2 pour essayer de maintenir au mieux V_{ce} constant¹ et on fait varier V_{be} à partir de Al_1 . Le montage est identique, on change juste les prises de tension.

On trace la courbe $I_c(V_{ce})$ et on prend un point pour la courbe $I_c(I_b)$.

On déduit un ordre de grandeur de β et h_{11} .

Ici on obtient $\beta \simeq 120$ et $h_{11} \simeq 1000 \Omega$ à $i_b = 50 \mu A$.

1. En fait cette caractéristique dépend peu de V_{ce} si l'on reste loin du blocage et de la saturation je l'ai donc laissé largement varié.

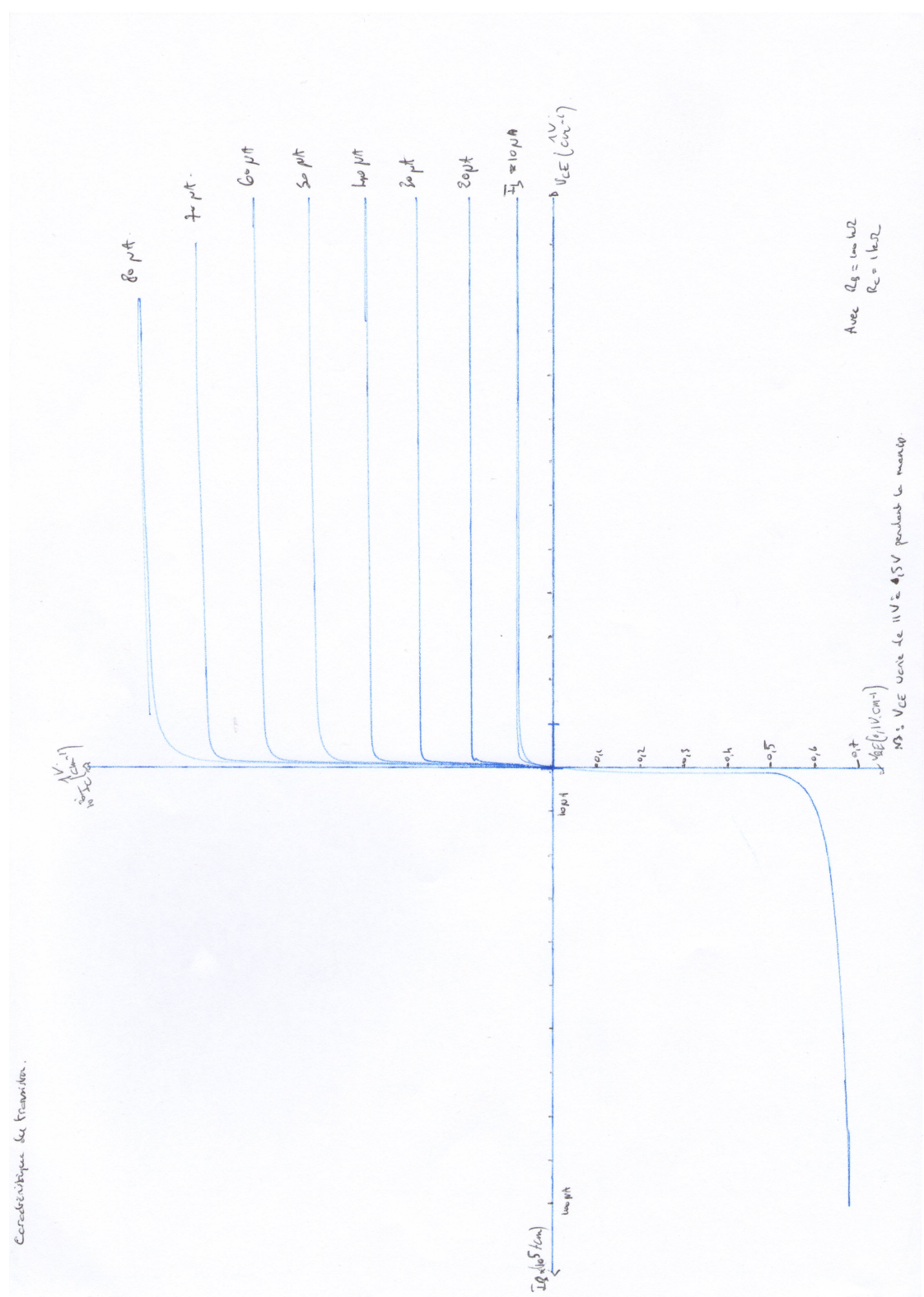
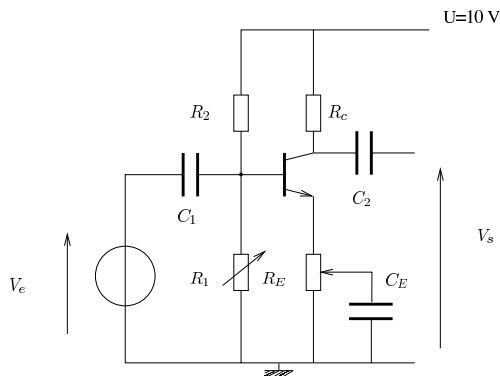


Fig. 1 – Caractéristiques du transistor.

2 Amplification en tension : "Préamplification"

2.1 Montage



- $R_1 = \text{variable}$
- $R_2 = 8120 \, \Omega$
- $R_C = 802 \, \Omega$
- $R_E = 200 \, \Omega$
- $C_1 = C_2 = 10 \, \mu F$; $C_E = 470 \, \mu F$

2.2 Réglage du point de polarisation

On joue sur R_1 pour avoir $V_{ce} = \frac{U}{2} \cdot R_E$ et R_C sont choisies pour que $I_{c_{max}}$ soit tel que l'on ne dépasse pas $P_{max} = V_{ce_{max}} \cdot I_{c_{max}}$. R_2 est choisie telle que le courant dans le pont soit très supérieur à I_b tout en restant raisonnable.

2.3 Caractérisation

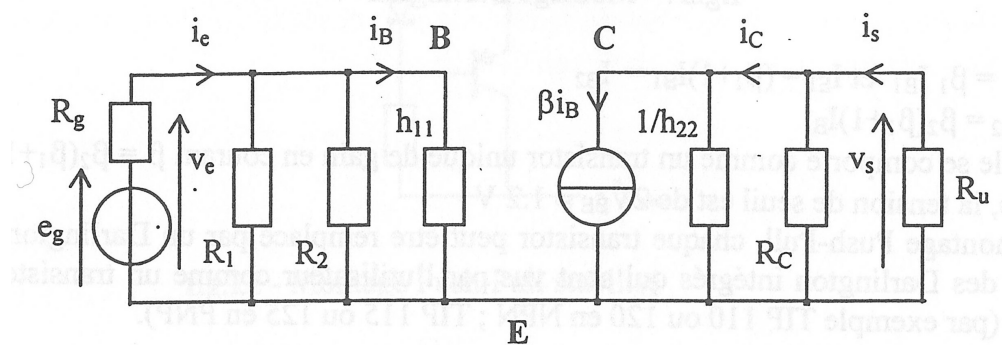


Fig. 2 – Schéma équivalent du montage émetteur commun en petits signaux.

2.3.1 Gain en tension

Mesure de l'influence de R_E . On découple plus ou moins R_E au moyen de C_E .

On prend un point pour la courbe $G_v^{-1}(R_{E_{coupl}})$ sans R_E et avec $R_{E_{coupl}}$ plutôt grand.

On vérifie que l'on obtient l'évolution théorique du gain avec R_E : $G_{vth} = -\frac{R_C}{R_E + h_{11}/\beta}$

Faire remarquer le déphasage de 180 degré

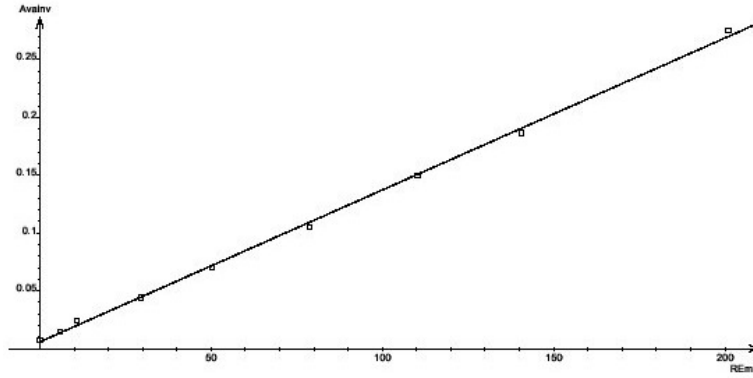


Fig. 3 – $G_v^{-1}(R_{Ecouple})$. La modélisation est compatible avec les valeurs de $R_C = 800 \Omega$, $h_{11} \sim 1000 \Omega$, et $\beta \sim 120$.

2.3.2 Influence de la fréquence

Étude a l'analyseur de spectre² :

- $G_v(f)$
- Fréquence de coupure basse : $f_{c1} = 11.75 Hz$, ici dominé par la premier capacité de liaison, $f_{cth} \simeq \frac{1}{2\pi Z_e C_1} \simeq 12 Hz$, avec $Z_e \simeq 1330 \Omega$.
- Ordre de grandeur de la fréquence de coupure a haute fréquence, $f_{c2} \sim MHz$
→ Gain*bande passante max
- Taux de distortion harmonique. Pas très net en quantitatif, aussi bien à l'oeil.

2.3.3 Impédance d'entrée et de sortie³

- $Z_e = 1340 \Omega$, $Z_{eth} = R_1 \parallel R_2 \parallel (h_{11} + \beta R_E)_{\beta=123} = 1334 \Omega$
- $Z_s = 797 \Omega$, $Z_{sth} \simeq R_c \parallel \beta/h_{22} \simeq 801 \Omega$

Faire remarquer qu'en augmentant R_c on augmente l'impédance de sortie ce qui est une des contre-parties d'un plus grand gain

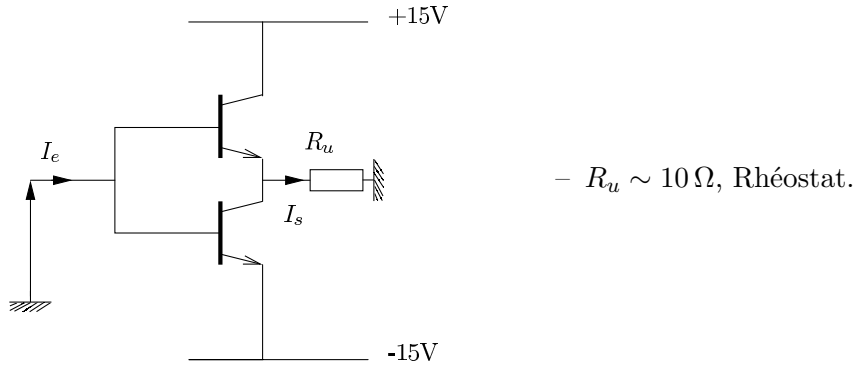
Essai micro ampli hp pour montrer le problème de l'impédance de sortie.

2. Les valeurs obtenues dépendent du découplage ou non de R_E par C_E

3. Tout à $1 kHz$, avec R_E couplée.

3 Amplification en intensité (étage de puissance)

3.1 Montage Push-Pull



Pas besoin de point de polarisation.

Visualisation des tensions, avec et sans charge $G_v \simeq 1$

3.2 Gain en intensité

On se place au maximum de puissance débitée :

$$G_I \simeq 60, G_{Ith} \simeq \beta \sim 60$$

3.3 Rendement

Mesures⁴ : – Puissance dissipée dans la charge $P_u =$

– Puissance fournie par le pôle plus de l'alimentation $P_+ =$

– Puissance fournie par le pôle moins de l'alimentation $P_- =$

– Puissance fournie par le GBF $P_{GBF} =$

$$\eta = \frac{P_u}{P_{GBF} + P_+ + P_-} = 25\% ;$$

$$\eta_{th} = \frac{\pi}{4} \frac{V_{me}}{E} = 25\%$$

$$\Delta\eta = \eta \sqrt{\left(\frac{\Delta P_u}{P_u}\right)^2 + \left(\frac{\Delta(P_{GBF} + P_- + P_+)}{P_{GBF} + P_- + P_+}\right)^2} = \pm 1\%$$

$$\Delta\eta_{th} = \eta_{th} \sqrt{\left(\frac{\Delta V_m}{V_m}\right)^2 + \left(\frac{\Delta E}{E}\right)^2} =$$

3.4 Push-pull corrigé de la distortion

Mesure de taux de distortion du Push-pull non corrigé et corrigé à l'analyseur de spectre.

Conclusion

On a vu dans ce montage le principe d'un amplificateur basé sur le transistor qui permet de commander l'appel en courant d'une alimentation à partir d'un faible signal de commande. Les caractéristiques importantes d'un amplificateur dépendent de l'utilisation que l'on veut en faire, mais sont principalement :

- la fidélité du signal amplifié par rapport au signal de commande, caractérisé ici par le taux de distortion.
- Sa réponse en fréquence.

4. Puissances mesurées au wattmètre, pas l'idéal pour la précision.

- Sa capacité à adapter l'entrée à la sortie, mesuré au travers des impédances d'entrée et de sortie.
- Et sa capacité à alimenter une charge en énergie dont l'efficacité a été mesuré par le rendement de cette opération.

Obtenir des valeurs convenables pour tous ces paramètres ne sera très souvent pas possible au moyen d'un unique amplificateur, on utilisera ainsi très souvent une chaîne d'amplification.

On en a vu également qu'il peut être intéressant d'intégrer un amplificateur à très grand gain dans un système bouclé afin d'obtenir des amplifications plus stables et une plus grande bande passante au prix d'un gain plus faible. C'est ce qui est généralement réalisé avec l'AO.

Références

[Duffait] Duffait d'électronique.