

Amplification de signaux

9 juin 2021

Problématiques liées au fonctionnement idéal d'un appareil électrique. On souhaite régler la tension sans perte ou déformation de l'information contenue dans le signal.

1 Théorie

2 jonctions p-n. 3 broches : émetteur, base et collecteur. 2 types : NPN ou PNP. Notation : NPN flèche sortant de l'émetteur.

PNP Flèche rentrant vers l'émetteur.

Le semi-conducteur central est la base. Il est moins étendu que les deux autres. Il est pris en sandwich entre un émetteur et un collecteur : le dopage de l'émetteur est plus élevé que celui du collecteur. Lorsqu'on polarise le transistor avec une tension V_{CE} on a deux jonctions pn dont une polarisée en direct (base-émetteur) et l'autre en inverse. La jonction base-collecteur est bloquée (on doit donc avoir $V_{CE} > V_{BE} > 0$).

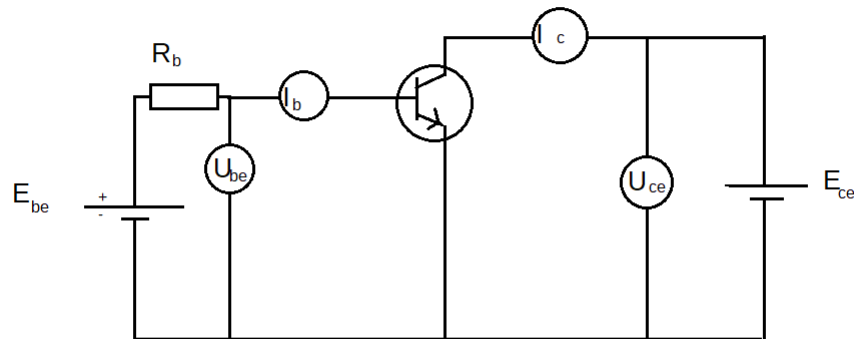
Les porteurs de charge (électrons ou trous suivant le type de transistor) peuvent passer en majorité de l'émetteur au collecteur ($I_C = \alpha I_E$ avec $\alpha \approx 0,95 - 0,99$, une petite partie revient vers la base ($I_B = (1 - \alpha)I_E$).

La loi des nœuds s'applique : $I_e = I_c + I_b$ par exemple. De plus, $I_c = \beta I_b$ et $I_e = \alpha I_c$. On montre très facilement que $\beta = \frac{\alpha}{1-\alpha}$. Pour des α proches de 1 on peut avoir des β très importants.

I_c en fonction de V_{ce} : régime saturé (valeurs basses) ou linéaire (plateaux)
Classes de transistors, cf. Duffait d'électronique.

2 Transistor

Caractéristique : gain d'un transistor. Tracer I_c en fonction de I_b : on a une droite de pente β ; voir dans le Bellier le montage.



Tracer, pour E_{ce} constante, la courbe I_c en fonction de I_b ; puis I_c en fonction de E_{ce} pour montrer les régimes linéaire et saturé.

L'idée c'est qu'avec une tension d'entrée E_{be} faible, on contrôle I_c avec E_{ce} fort.

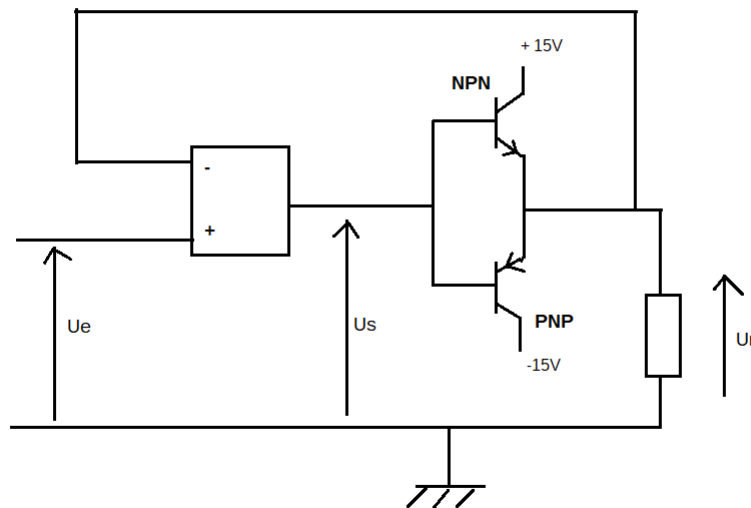
Montrer l'utilisation des transistors pour amplifier une partie du signal (npn et pnp, préalable au montage push-pull).

3 Amplificateur de tension

Montage en émetteur commun. Voir Duffait.

4 Amplificateur de puissance

Montage push-pull. On peut tirer le montage du Bellier mais il faut l'adapter : utilisation d'une alim stabilisée pour polariser les jonctions, ne pas forcément aller à 15V tout-de-suite (brancher le - d'une section sur le + de l'autre section de l'alim pour faire +U et -U, faire une masse commune). Ne pas prendre une résistance de charge trop élevée, préférer l'emploi d'une lampe (c'est plus "visuel").



Montrer les déformations du signal ayant lieu en l'absence de l'ampli op.

En présence de l'ampli op, on réinjecte à la sortie du montage la tension d'entrée (d'où la correction...) mais on bénéficie de l'amplification en puissance puisque les courants sont augmentés par le push-pull (l'idéal serait de trouver un moyen de le montrer).

On calculera un rendement énergétique (disposer des ampèremètres sur le montage) : $\eta = \frac{P_{sortie}}{P_{alim} + P_{entree}}$

Une formule donnée (étrange) est $\rho = \frac{\pi u_s}{4E}$.

Notions à approfondir

Amplificateurs de tension et de puissance : montage en émetteur commun.

Les montages utilisant l'ampli op seul sont assez risqués, l'ampli op restant une espèce de boîte noire pour l'apprenti physicien, et on ne peut pas vraiment discuter de la physique derrière (c'est une physique essentiellement à base de transistors d'ailleurs).

Problématiques liées à la saturation et à la non-linéarité (peuvent se montrer en baissant la tension d'alimentation du transistor ; mais il faut relier ça à ses caractéristiques, point de fonctionnement, droite de charge).

A voir si le transformateur monophasé pourrait servir (hystérésis)

Bibliographie

Le Bellier, le Duffait d'électronique, le Quaranta d'électronique.

http://ressources.univ-lemans.fr/AccesLibre/UM/Pedago/physique/02bis/cours_elec/emetcom

<http://ressources.agreg.phys.ens.fr/static/TP/serie2/TransistorsMultimetres.pdf>