

## TP - 10

# Amplification de puissance

On s'intéresse dans ce TP à l'amplification de puissance électrique en utilisant un amplificateur de puissance à base de transistors bipolaire appelé montage Push-Pull.

### Liste du matériel

- Transistors bipolaires : NPN-BD243(x1) et PNP-BD244 (x1); Amplificateur opérationnel TL081;
- GBF; Oscilloscope, Multimètre MTX3250;
- Alimentation stabilisée Electronic2 (x2);
- Résistances : 100 k $\Omega$  (x1), 10k (x2); Plaque d'essai;

## 10.1 Introduction

Un amplificateur est un quadripôle actif qui constitue généralement le dernier étage d'une chaîne amplificatrice.

Il y a plusieurs situations où l'amplification des signaux est incontournable. Citons par exemple :

- L'amplification des petits signaux fournis par les capteurs, les lecteurs CD, les microphones,...
- L'amplification de puissance pour la commande des charges à faible impédance comme les moteurs électriques, les haut-parleurs,...

Les amplificateurs classe B sont les amplificateurs les plus utilisés. Leur distorsion est extrêmement faible. Leur rendement est très bon et ils peuvent aisément fournir des puissances de sortie élevées. Ces amplificateurs utilisent une paire de transistors bipolaires complémentaires un NPN et l'autre PNP dont les caractéristiques sont identiques (même amplification  $\beta$ ).

## 10.2 Amplificateur classe B (Push-Pull)

### 10.2.1 Montage

Le schéma de principe de l'amplificateur de puissance classe B (Push-Pull) est le suivant :

- ☞ Réaliser le montage de la figure 10.1 où  $v_e(t)$  est une tension sinusoïdale alternative de fréquence  $f = 1$  kHz, d'amplitude  $V_{em}$  réglable et  $R_u = 10$  k $\Omega$ .

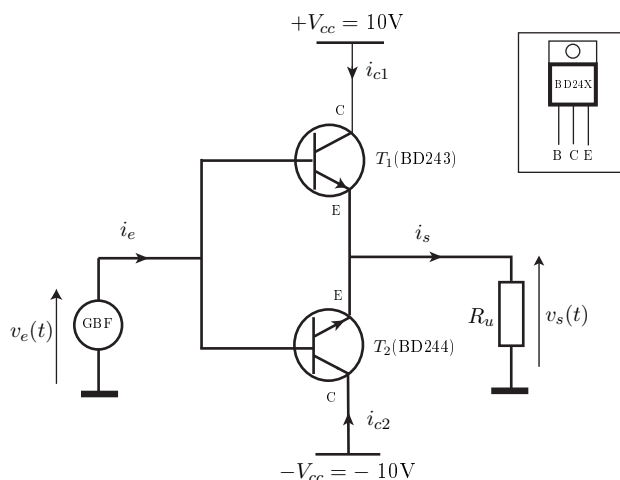


FIGURE 10.1 – Montage amplificateur Push-Pull

### 10.2.2 Caractéristique de transfert du montage

- Dans cet amplificateur de classe B, le point de repos<sup>1</sup> des transistors est à l'état bloqué ( $I_c = 0$ ). Sur la caractéristique de sortie  $I_C = f(V_{CE})$  du transistor bipolaire (voir TP3), situer le point de repos  $M_0$  des transistors.
- ☞ Visualiser les tensions  $v_e(t)$  et  $v_s(t)$ . Que constatez-vous ?
- ☞ Déterminer la valeur  $V_{e0}$  de l'amplitude  $V_{em}$  pour laquelle la tension de sortie  $v_s$  devient nulle. Expliquer le comportement du montage dans ces conditions.
- ☞ Tracer la caractéristique de transfert  $v_s(v_e)$  pour  $V_{em} > V_{e0}$ . L'amplification est-elle linéaire ? Quel est le gain en tension du montage ? Conclure.

### 10.2.3 Étude des courants $i_{c1}$ et $i_{c2}$

Régler l'amplitude  $V_{em}$  de la tension d'entrée sur une valeur convenable  $V_{em} = 10 \text{ V}$  ( $\approx V_{cc}$ ).

- ☞ Ôter le transistor  $T_2$  du montage et visualiser la tension de sortie. Déduire la zone de conduction du transistor  $T_1$ . Expliquer.
- ☞ Ôter le transistor  $T_1$  du montage et visualiser la tension de sortie. Déduire la zone de conduction du transistor  $T_2$ . Expliquer.
- ☞ Déduire l'allure des courants  $i_{c1}$  et  $i_{c2}$  et mesurer leurs valeurs maximales  $\hat{I}_{c1}$  et  $\hat{I}_{c2}$
- ☞ Remettre les deux transistors dans le montage.
- Montrer que l'amplitude  $\hat{I}_{c1}$  du courant délivré par l'alimentation continue  $+V_{cc}$  est donnée par :

$$\hat{I}_{c1} \approx \frac{V_{em}}{R_u}$$

- Montrer qu'à la limite de *saturation* des transistors,  $\hat{I}_{c1}$  (de même que  $\hat{I}_{c2}$ ) est donnée par :  $\hat{I}_{c1} \approx \frac{V_{cc}}{R_u}$   
Comparer ces valeurs avec les valeurs mesurées.

1. Le point de repos est le point de fonctionnement en l'absence du signal d'entrée

- Montrer que la valeur moyenne temporelle  $\langle I_{c1} \rangle$  du courant délivré par l'alimentation continue  $+V_{cc}$  est donnée par :

$$\langle I_{c1} \rangle = \frac{\hat{I}_{c1}}{\pi}$$

- Mesurer, à l'aide du multimètre, la valeur moyenne du courant  $i_{c1}$ . Comparer avec la valeur théorique.

### 10.2.4 Bilan de puissance

- Évaluer la puissance statique consommée en absence du signal d'entrée ? Conclure.
- Montre que la puissance moyenne délivrée par une alimentation continue ( $+V_{cc}$  par exemple) est donnée par :

$$P_a = \frac{V_{cc}^2}{\pi R_u}$$

- Mesurer la puissance moyenne délivrée par une alimentation et comparer avec la valeur théorique.
- Que peut-on dire de la puissance moyenne  $P_g$  délivrée par le générateur ? Justifier votre réponse par la mesure des valeurs efficaces d'entrée  $V_{e,eff}$  et  $I_{e,eff}$ .
- Montrer que le rendement théorique  $\eta$  de l'amplificateur est donné avec une bonne approximation par :

$$\eta \approx \frac{\pi}{4} \approx 78\%$$

- Mesurer la puissance  $P_s$  reçue par la charge  $R_u$ . En déduire le rendement expérimental.
- Déduire la puissance totale dissipée dans les transistors.

## 10.3 Correction de la distorsion de croisement

Le montage précédent présente une distorsion pour les faibles valeurs de  $v_e$  ( $-V_{e0} < v_e < V_{e0}$ ), pour résoudre ce problème on ajoute un amplificateur non inverseur à base d'amplificateur opérationnel comme le montre la figure suivante :

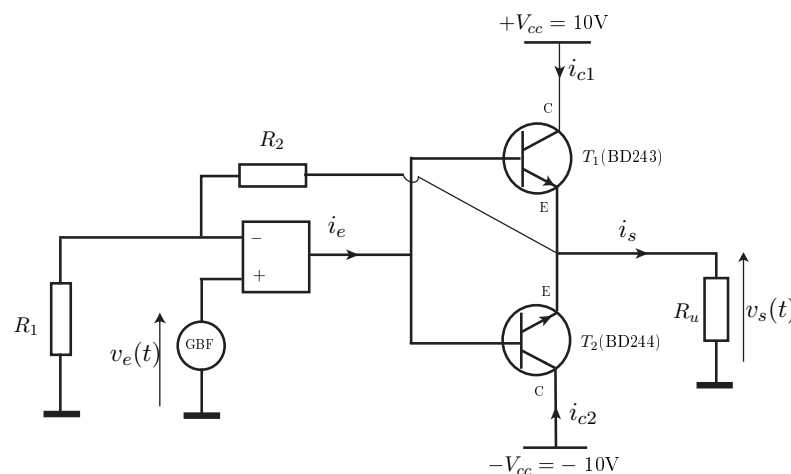


FIGURE 10.2 – Montage amplificateur Push-Pull sans distorsion de croisement

- ☞ Réaliser le montage de la figure 10.2 avec :  $R_1 = 10 \text{ k}\Omega$  ;  $R_2 = 100 \text{ k}\Omega$  ;  $v_e(t)$  est une tension sinusoïdale de fréquence 1 kHz et d'amplitude 0,5 V.
- ☞ Calculer la gain en tension de l'amplificateur non-inverseur à AO.
- ☞ Visualiser à nouveau les tensions  $v_e(t)$  et  $v_s(t)$ . Que observe-t-on cette fois? L'amplification est-elle linéaire ?
- ☞ Expliquer comment l'amplificateur opérationnel permet d'éliminer la distorsion de la tension de sortie.