

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR  
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE DES SCIENCES ET DE LA TECHNOLOGIE  
D'ORAN MOHAMED BOUDIAF



وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة العلوم والتكنولوجيا بهران محمد بوضياف

FACULTÉ DE GÉNIE ELECTRIQUE

DÉPARTEMENT D'ELECTRONIQUE

كلية الهندسة الكهربائية

قسم الإلكترونيك

---

# Manuel de Cours

## Electronique Fondamentale 2

2<sup>ème</sup> année ELECTRONIQUE Licence

### Chapitre 2 : Amplificateurs de puissance

#### Semaine2

2019-2020

### 2.2.1.4 Rendement

Le rendement ( $\eta$ ) d'un amplificateur est le rapport entre la puissance de sortie c.a. sur la puissance d'entrée. La puissance d'entrée c.c. est le produit de la tension d'alimentation c.c. par le courant provenant du bloc d'alimentation.

$$P_{CC} = V_{CC}I_{CC} \quad (2.122)$$

$I_{CC}$  : est le courant d'alimentation moyen.

$$\eta_{\max} = \frac{P_{sor}}{P_{CC}} = \frac{0.5V_{CEQ}I_{CQ}}{V_{CC}I_{CC}} = 0.25 \quad (2.123)$$

### Puissance de charge maximale

La puissance maximale fournie par la charge pour un amplificateur classe A se produit lorsque le point Q est centré.

$$P_{charge(\max)} = \frac{V_{charge}^2}{R_{charge}} = \frac{(0.707V_{CEQ})^2}{R_{charge}} = \frac{0.5V_{CEQ}^2}{R_{charge}} \quad (2.124)$$

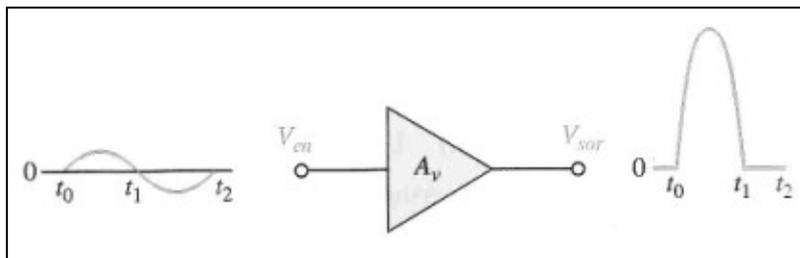
La puissance de charge maximale se définit comme étant la puissance de sortie.

## 2.2.2 Les amplificateurs PUSH-PULL classe B et classe AB

Lorsqu'un amplificateur est polarisé au point de blocage, de façon à opérer dans la région linéaire pour  $180^\circ$  du cycle d'entrée et qu'il est en blocage pour l'autre  $180^\circ$ , c'est un amplificateur classe B. Les amplificateurs classe AB sont polarisés de façon à opérer dans la région linéaire pour un peu plus de  $180^\circ$  du cycle d'entrée. L'avantage premier d'un amplificateur classe B ou classe AB sur un amplificateur classe A est que son rendement est plus élevé. Un des désavantages de l'amplificateur classe B ou classe AB est la difficulté pour mettre en œuvre son circuit de façon à obtenir une reproduction linéaire de la forme d'onde de l'entrée, le terme push-pull fait référence à un type commun de circuits d'amplificateurs classe B ou classe AB pour lesquels la forme d'onde de l'entrée est reproduite de façon approximative à la sortie.

### 2.2.2.1 Fonctionnement en classe B

Le fonctionnement en classe B est illustré à la figure 2.57, où la forme d'onde de la sortie est comparée à celle de l'entrée en fonction du temps (t).



**Figure 2.57** Fonctionnement en classe B (sans inversion).

### Point Q en blocage

L'amplificateur classe B est polarisé au point de blocage de façon à  $I_{CQ}=0$  et  $V_{CEQ}= V_{CE(\text{blocage})}$ . Lorsque le signal actionne le transistor en état de conduction, l'amplificateur sort de l'état de blocage et fonctionne dans sa région linéaire avec un circuit à émetteur-suiveur (figure 2.58). Une configuration à deux transistors, connue sous le nom d'amplificateur push-pull, est nécessaire.

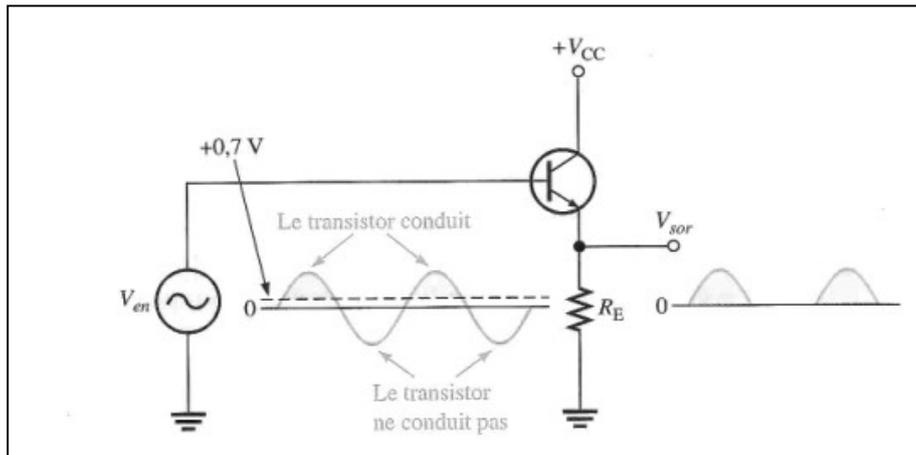


Figure 2.58 amplificateur classe B à collecteur commun

**Fonctionnement en classe B d'un amplificateur push-pull**

La figure 2.59 illustre un amplificateur classe B push-pull utilise deux émetteurs-suiveurs.il s'agit d'un amplificateur complémentaire puisque l'un des émetteur-suiveur utilise un transistor NPN et l'autre un transistor PNP assorti, les transistors conduisent donc pour les alternances contraires du cycle d'entrée. Notez qu'il n'existe aucune tension de polarisation c.c. à la base ( $V_B=0$ ). Seule la tension du signal actionne les transistors en état de conduction. Q1 conduit durant la moitié positive du cycle d'entrée et Q2 conduit durant la moitié négative.

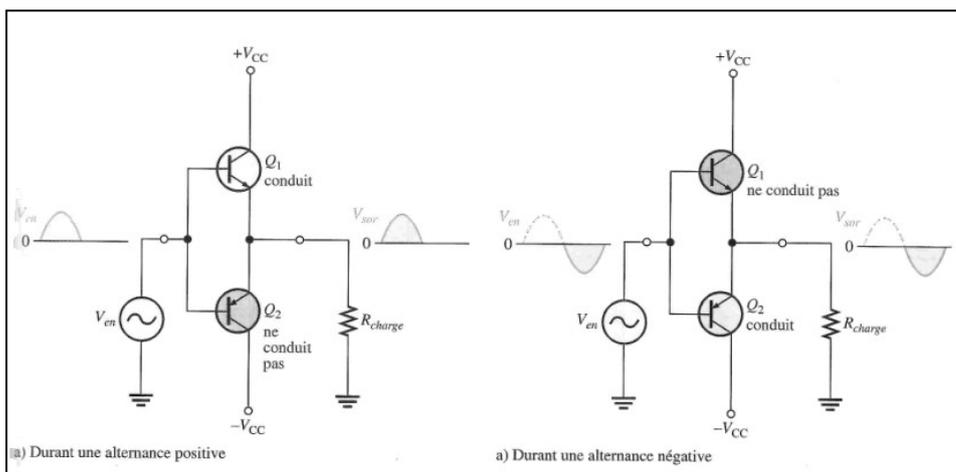


Figure 2.59 Fonctionnement en classe B d'un amplificateur push-pull.

**Distorsion de croisement**

Lorsque la tension de polarisation c.c. à la base est nulle, les deux transistors ne conduisent pas et la tension du signal d'entrée doit excéder  $V_{BE}$  avant qu'un transistor ne conduise. Pour cette raison, il existe un intervalle de temps entres les alternances positives et négatives de l'entrée pendant lequel aucun des transistors ne conduit (figure 2.60). La distorsion qui en résulte dans la forme d'onde de sortie est bien connue : on l'appelle la **Distorsion de croisement**.

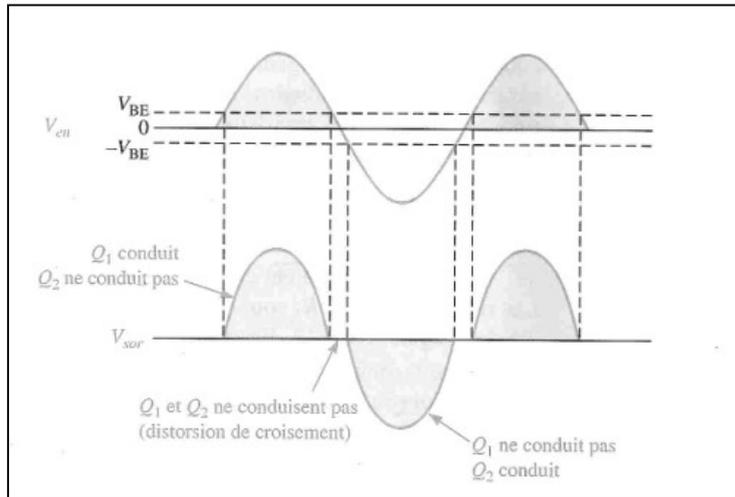


Figure 2.60 illustration de la distorsion de croisement en classe B d'un amplificateur push-pull.

2.2..2.2 Fonctionnement en classe AB

Pour éliminer la Distorsion de croisement, les deux transistors de l'arrangement push-pull doivent être polarisés légèrement au-dessus du blocage lorsqu'il n'y a pas de signal. Cette variation de l'amplificateur classe B push-pull représente la classe AB. La polarisation en classe AB peut être réalisée à partir d'un arrangement muni d'un diviseur de tension (figure 2.61.a). Cependant, il est difficile de maintenir un point de polarisation stable à partir de ce circuit, à cause des variations de  $V_{BE}$  en fonction de la température.

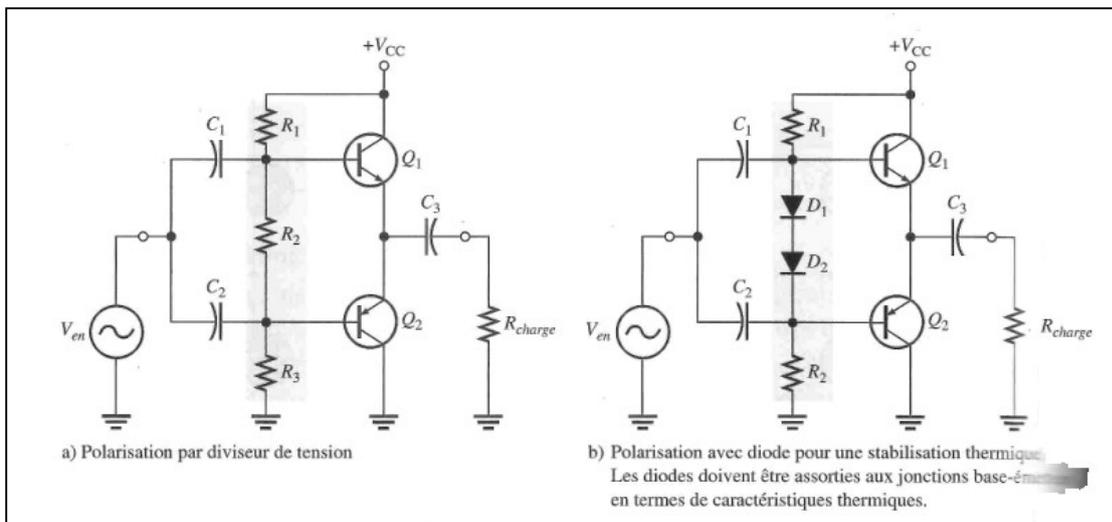


Figure 2.61 polarisation de l'amplificateur push-pull pour classe AB.

Lorsque les caractéristiques des diodes  $D_1$  et  $D_2$  sont assorties de près aux caractéristiques de transconductances des transistors, une polarisation stable peut être maintenue en dépit de la température.

Un circuit équivalent c.c. de l'amplificateur push-pull est illustré à la figure 2.62. Les résistances  $R_1$  et  $R_2$  sont de valeur égale, la tension au point A entre les deux diodes est donc égale à  $V_{CC}/2$ . En supposant que les caractéristiques de transconductance des diodes et des transistors sont identiques.

$$V_{CEQ1} = V_{CEQ} = \frac{V_{CC}}{2} \tag{2.125}$$

$$I_{CQ} \cong 0$$

$$(2.126)$$

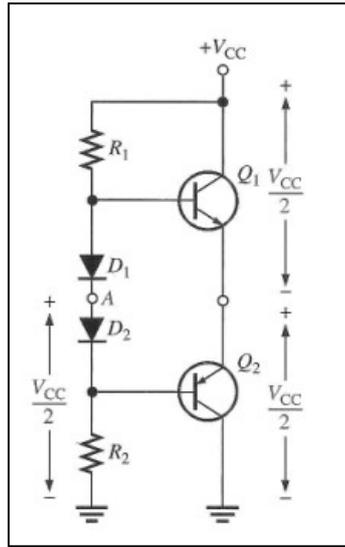


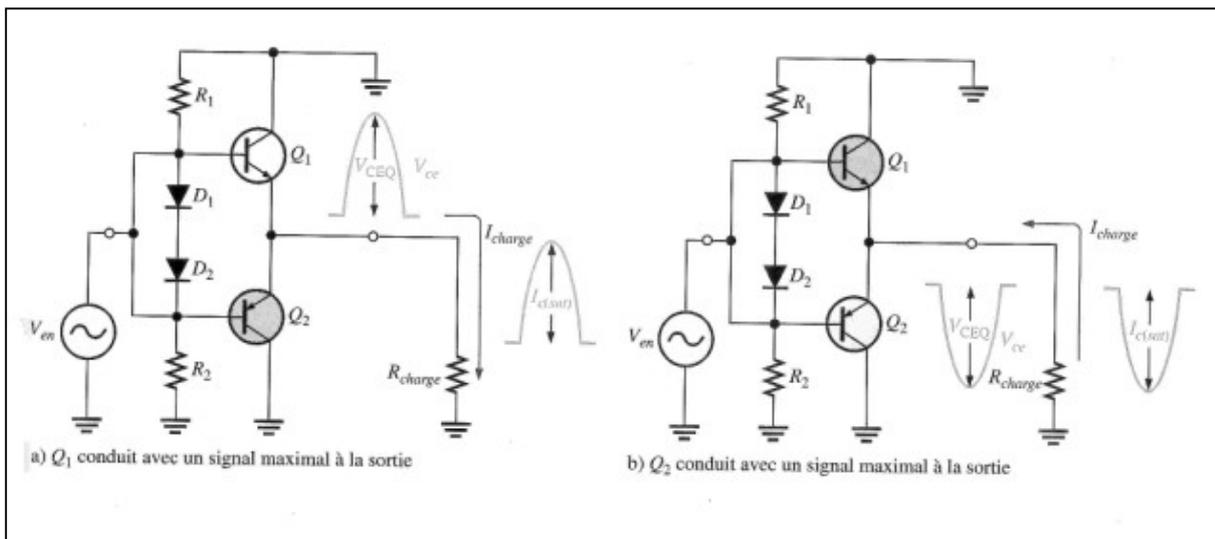
Figure 2.62 équivalent c.c. de l'amplificateur push-pull pour classe AB.

**Fonctionnement c.a.**

Sous des conditions maximales, les transistors  $Q_1$  et  $Q_2$  d'un amplificateur classe AB sont actionnés alternativement de l'état proche de blocage à l'état proche de la saturation. Durant l'alternance positive du signal d'entrée, l'émetteur de  $Q_1$  est actionné depuis sa valeur de point Q, égale à  $V_{CC}/2$  jusqu'à près de la valeur de  $V_{CC}$ , produisant une tension de crête positive de valeur approximativement égale à  $V_{CEQ}$ . Le courant de  $Q_1$  oscille depuis sa valeur de point Q de près de zéro jusqu'à une valeur près de la saturation (figure 2.63.a)

Durant l'alternance négative du signal d'entrée, l'émetteur de  $Q_2$  est actionné depuis sa valeur de point Q, égale à  $V_{CC}/2$  jusqu'à près de la valeur de 0, produisant une tension de crête négative de valeur approximativement égale à  $V_{CEQ}$ . Le courant de  $Q_2$  oscille depuis sa valeur de point Q de près de zéro jusqu'à une valeur près de la saturation (figure 2.63.b).

$$I_{C(sat)} = \frac{V_{CEQ}}{R_{charge}} \tag{2.127}$$



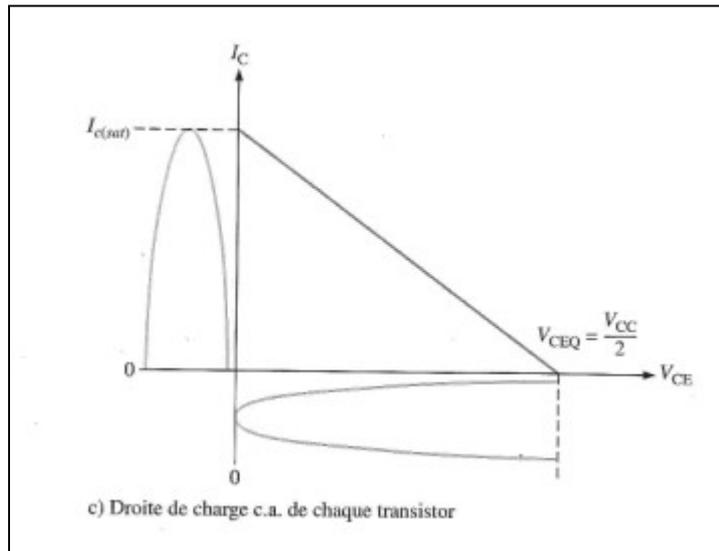


Figure 2.63 fonctionnement idéal de l'amplificateur push-pull pour classe AB.

**Puissance de sortie maximale**

$$P_{sor} = V_{sor(eff)} I_{sor(eff)} \tag{2.128}$$

Puisque

$$V_{sor(eff)} = 0.707 V_{sor(egr\grave{e}te)} = 0.707 V_{CEQ}$$

Et

$$I_{sor(eff)} = 0.707 I_{sor(egr\grave{e}te)} = 0.707 I_{C(sat)}$$

Alors

$$P_{sor} = 0.25 V_{CC} I_{C(sat)} \tag{2.129}$$

**Puissance d'entrée c.c.**

$$P_{CC} = V_{CC} I_{CC} \tag{2.130}$$

$I_{CC}$  : est le courant d'alimentation moyen.

$$I_{CC} = \frac{I_{C(sat)}}{\pi} \tag{2.131}$$

**Rendement**

Le rendement maximal d'un amplificateur classe B (le rendement de l'amplificateur AB est légèrement inférieur).

$$\eta_{max} = \frac{P_{sor}}{P_{CC}} = \frac{0.5 V_{CC} I_{C(sat)}}{V_{CC} I_{C(sat)}/\pi} = 0.25 \pi \tag{2.132}$$

Donc  $\eta_{max} = 0.79 = 79\%$

**Résistance d'entrée**

La Résistance d'entrée est la même que celle d'un émetteur-suiveur, puisque  $R_E = R_{charge}$

Ce qui donne :

$$R_{en} \cong \beta_{ca}(r'_e + R_{charg}) \quad (2.133)$$