

## AMPLI DE PUISSANCE EN CLASSE B

### Avant propos

Dans toute la suite, on posera  $E(t) = E_{max} \cdot \cos(\omega t)$ ,  $S(t) = S_{max} \cdot \cos(\omega t)$  avec  $S_{max} = \alpha V_{cc}$  et  $0 < \alpha < 1$ . On pose également  $V_{cc} = 10\text{ V}$ ,  $R_{ch} = 100\ \Omega$ . Les transistors de sortie sont des transistors bipolaires complémentaires de puissance TIP31C et TIP32C (cf. doc constructeur).

*Remarques : Les mesures de puissances seront effectuées pour une fréquence de 1KHz.  
 Les parties 1,2,3 seront traitées avec le TL071 non câblé au reste de la carte.*

### 1 Étude de l'étage push-pull seul

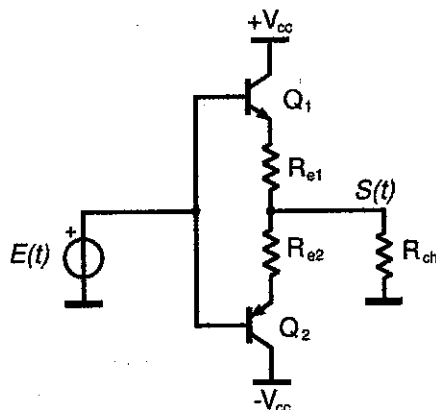


Figure 7 : étage push-pull seul.

#### 1.1 Étude théorique

Hypothèse : Dans un premier temps on néglige l'influence des résistances  $R_{e1}$  et  $R_{e2}$ .

- Donner l'allure théorique de  $E(t)$  ; de  $S(t)$  ; de  $I_{EQ1}(t)$  et de  $I_{EQ2}(t)$ .
- Expliquer brièvement le phénomène de distorsion de croisement.
- Donner les équations de  $P_{Rch}$ , de  $P_{+Vcc}$ , de  $P_{-Vcc}$ , de  $P_{Q1}$  et de  $P_{Q2}$  en fonction de  $(V_{cc}, R_{ch}, \alpha)$  ; En déduire l'expression du rendement  $\eta$ .

Applications numériques :

- Calculer les valeurs maximales de  $P_{Rch}$ , de  $P_{+Vcc}$ , de  $P_{-Vcc}$ , de  $P_{Q1}$  et de  $P_{Q2}$  et du rendement  $\eta$ .
- Montrer que l'hypothèse de départ est valable : ordre de grandeur de  $P_{Re1}$ .

#### 1.2 Manipulation

- Visualiser à l'oscilloscope  $E(t)$  et  $S(t)$  pour  $E_{max} = 3\text{ V}$  ; Relever  $S(t) = f(E(t))$  mode XY.
- En déduire  $S_{max}$  ; Expliquer la chute de tension observée.
- Mesure de la plage de non conduction des transistors.

- Donner un ordre de grandeur du taux de distorsion  $\sigma$  de  $S(t)$ . (cf distorsiomètre ou analyseur de spectre).

## 2 Étude de l'étage push-pull polarisé par diodes

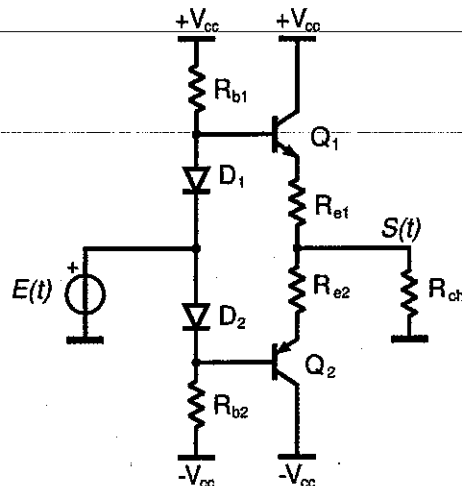


Figure 8: amplificateur push-pull polarisé par diodes.

### 2.1 Étude théorique

- Quelle est la fonction des deux diodes D1 et D2 ?
- Dimensionnement de  $R_{b1}$  et de  $R_{b2}$  en se fixant le courant traversant  $R_{b1}$  à 3 mA. Justifier cette valeur de 3 mA.
- Rôle des 2 résistances d'émetteurs ; Justifier la valeur de 2,2  $\Omega$ .
- Donner l'expression de la valeur maximale de la tension de sortie dans le cas réel (prise en compte des chutes de tensions), en déduire l'expression de la puissance maximale dissipée dans la charge. Faire les applications numériques.
- Donner l'expression du rendement en fonction de l'amplitude de la tension de sortie dans le cas réel et calculer la valeur du rendement maximum.
- Donner les expressions simplifiées et l'ordre de grandeur des impédances d'entrée et de sortie de la cellule.
- Déterminer la puissance maximale que peut dissiper un transistor sans radiateur (on prend  $T_a = 40^\circ\text{C}$  et  $T_j = 90^\circ\text{C}$ ,  $R_{th/ja} = 62,5^\circ\text{C/W}$  et  $R_{th/jb} = 3,12^\circ\text{C/W}$ ).
- Proposer un câblage permettant d'avoir  $S(t) = 0$  quand l'entrée est à la masse.

### 2.2 Manipulation

Pour  $R_{b1} = R_{b2} = R_b = 3,3 \text{ k}\Omega$ ,

- Visualiser  $E(t)$  et  $S(t)$  pour  $E_{max} = 3 \text{ V}$  ; noter l'amélioration de  $S(t)$ . Mesure de la chute de tension ; Expliquer.
- Donner un ordre de grandeur du taux de distorsion de  $S(t)$ . (cf distorsiomètre ou analyseur de spectre). A titre indicatif relever le taux de distorsion du générateur utilisé. (sur la doc constructeur du gén.).
- Relever  $S(t)$  ;  $I(+V_{cc})$  ;  $I(-V_{cc})$  pour  $E(t)$  variant de 0 une tension limite qui, au delà, provoquerait une distorsion visible à l'oscilloscope de  $S(t)$ .

- Tracer  $\eta = f(S)$ .
- Donner le rendement maximum disponible ; Le comparer avec le rendement réel max trouvé en théorie ; Expliquer la différence.
- Faire le bilan des pertes (ordre de grandeur des puissances perdues dans chacun des éléments).

### 3 Étude de l'étage push-pull polarisé par diodes et générateurs de courant

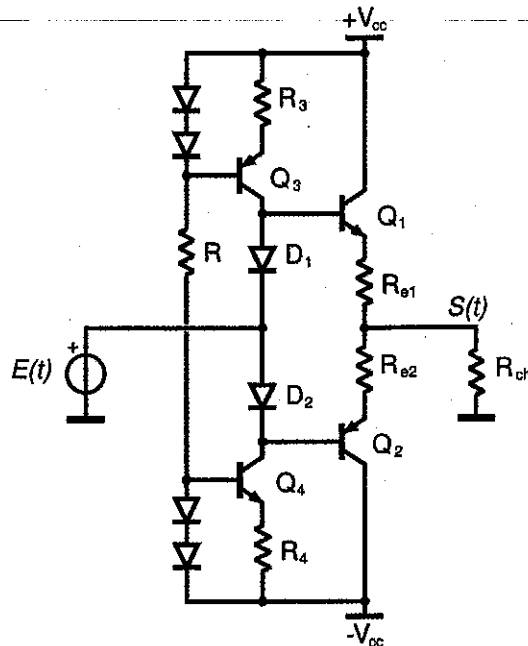


Figure 9: amplificateur push-pull polarisé par diodes et source en courant.

#### 3.1 Etude théorique

On veut  $I_{CQ3} = I_{CQ4} = 3 \text{ mA}$ .

- Dimensionner  $r_3$  et  $r_4$ .
- Justifier la valeur de  $R$  prise à  $18 \text{ k}\Omega$ .
- Donner les impédances d'entrée et de sortie de la cellule

#### 3.2 Manipulation

- Tracer  $\eta = f(S)$ .
- En déduire le rendement maximum (à la limite de la distorsion de  $S(t)$ ).
- Estimer la fréquence de coupure haute de la cellule, justifier le résultat.

### 4 Étude de l'étage push-pull contre réactionné\*

L'AOp utilisé est un TL071 (gain statique = 2. et produit gain-bande =  $4 \text{ MHz}$ ).

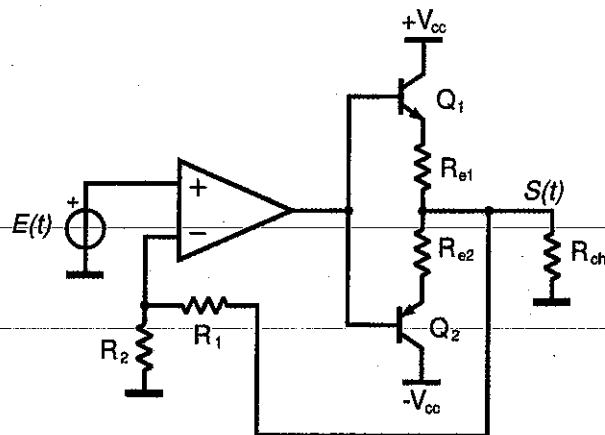


Figure 10: amplificateur push-pull contre-réactionné.

#### 4.1 Étude théorique

- Expliquer comment l'AOp permet d'éliminer les distorsions de croisements.
- Citer quelques améliorations apportées par la contre réaction.
- Donner les impédances d'entrée et de sortie de la cellule contre-réactionnée et les comparer avec celles de la cellule seule
- Représenter le schéma bloc du montage en considérant que  $R_1$  et  $R_2$  sont grandes devant  $R_{ch}$  et que la fonction de transfert de l'AOp est du premier ordre.
- Donner l'expression de la fonction de transfert du système en boucle ouverte et en boucle fermée.
- Calculer la valeur de  $R_1$  et  $R_2$  pour avoir un gain en tension  $G_v = 10$ .

#### 4.2 Manipulation

- Observer les signaux  $E(t)$ ,  $S(t)$  ainsi que la sortie de l'AOp. Conclusion.
- Tracer  $\eta = f(S)$ .
- En déduire le rendement maximum (à la limite de la distorsion de  $S(t)$ ).
- Estimer la fréquence de coupure haute de la cellule contre réactionné, le résultat était il prévisible.

#### 4.3 Amélioration

On veut maintenant une impédance d'entrée de 4,7 k $\Omega$  et une fréquence de coupure basse de 30Hz. La capacité  $C_2$  permet de réaliser une contre réaction statique (composante continue) à retour unitaire, son impédance doit être faible devant la résistance aux fréquences considérées. Pour la contre réaction dynamique (alternatif), on considère  $C_2$  comme un court circuit.

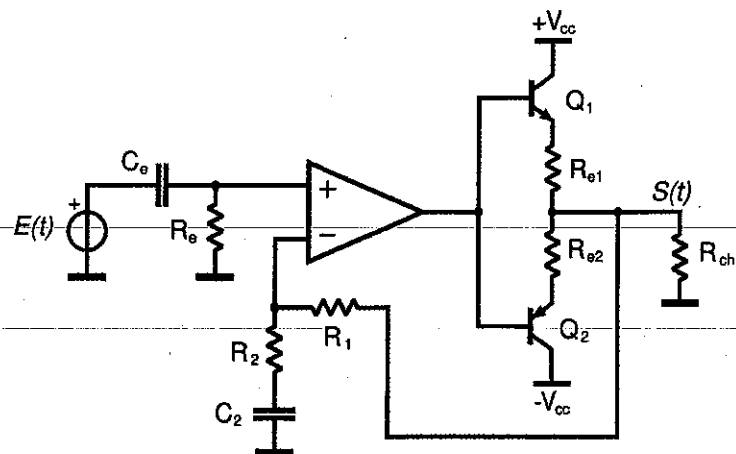


Figure 11: amplificateur push-pull contre-réactionné - version 2.

#### 4.3.1 Théorie

- Calculer les valeurs des composants  $R_e$  et  $C_e$  du filtre d'entrée.
- Expliquer l'utilité d'un asservissement statique et justifier la valeur de  $C_2$  prise à  $2,2 \mu\text{F}$ .

#### 4.3.2 Manipulation

- Relever le rendement maximum (avant distorsion sur  $S(t)$ ).
- Mesurer la bande passante du montage.
- Expliquer la nouvelle limitation de la tension de sortie.

