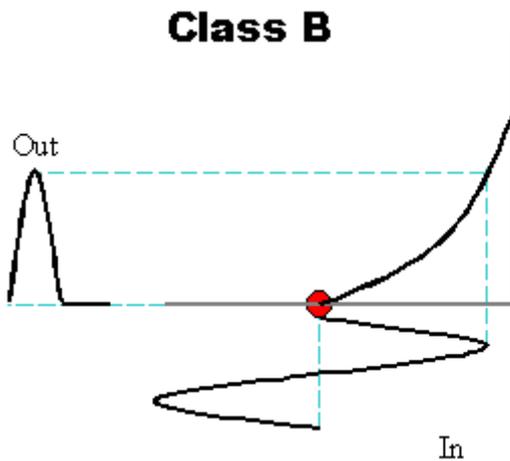


La Classe B en amplification à lampe

Principe

Visualisation graphique

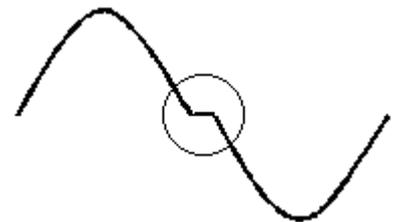


En classe B le signal n'est amplifié que sur une demi sinusoïde, durant l'autre moitié de la sinusoïde la lampe est en blocage ce qui induit un fonctionnement avec deux lampes en *push-pull*. Par contre chaque demi sinusoïde fonctionne avec une amplitude maximum et c'est là le principal avantage de la classe B, cela permet d'exploiter le maximum du pouvoir d'amplification de la lampe. Cela est dû au fait que le point de repos de ce mode de fonctionnement de notre lampe se trouve à 0 ampère.

La distorsion de croisement (crossover distortion en anglais)

La classe B connaît un défaut fondamental car en pratique, l'onde devrait permuter régulièrement d'une moitié à une autre, ce qui n'est pas le cas.

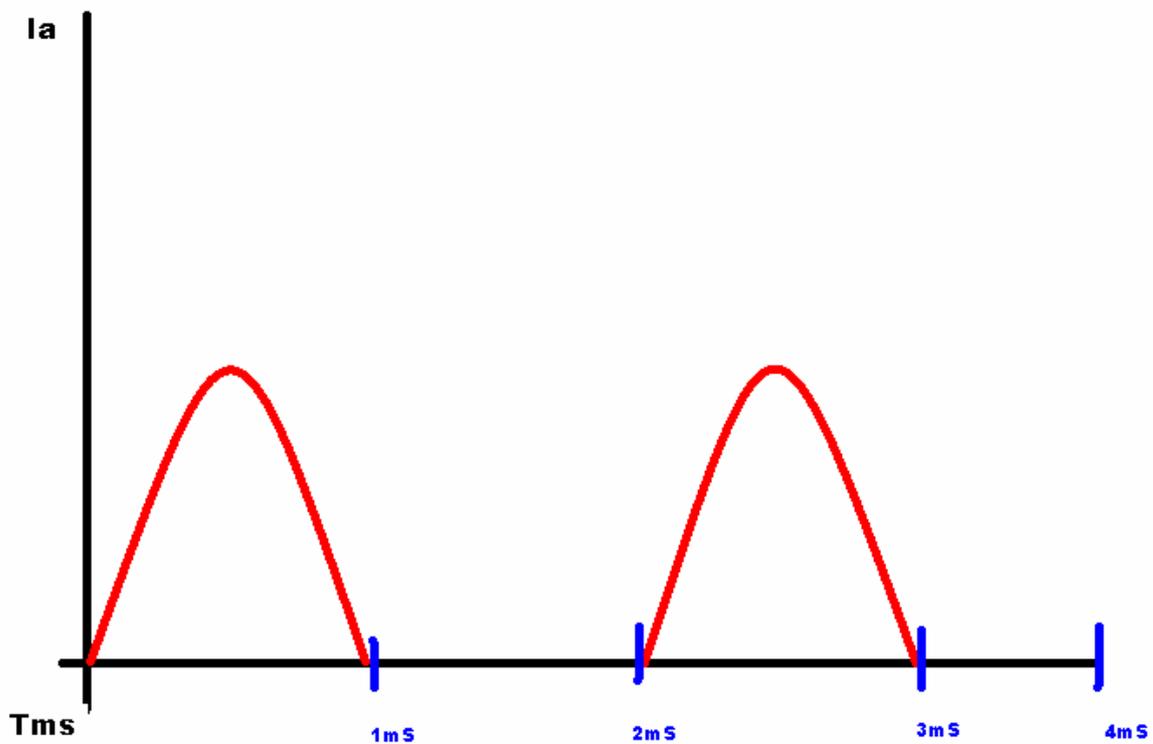
Lorsque le courant en sortie des deux lampes s'additionne au travers du transfo de sortie, une déformation peut être vue dans les amplis de classe B (diagramme de droite).



La droite de charge en classe B

Tracer une droite de charge en classe B sur le principe est extrêmement simple, cependant pour ce faire il faut tenir compte d'un élément très important, je veux parler de l'impédance de charge. Celle-ci est fortement influencée par le fait que la lampe ne fonctionne que durant une demi sinusoïde, ce qui implique que sur un temps donné la lampe ne laisse passer que la moitié du signal par rapport à la classe A (voir article sur les différentes Classes).

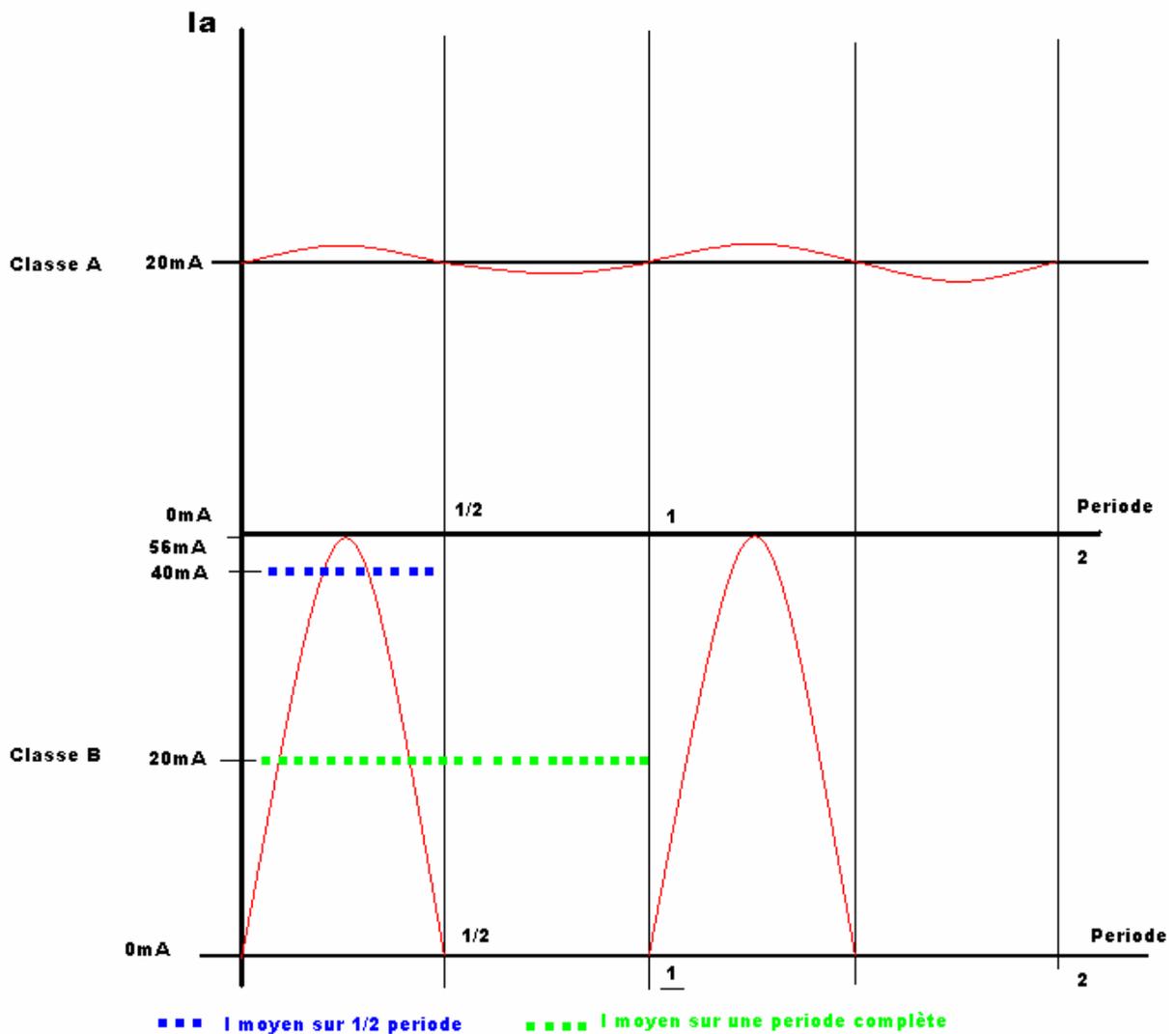
Regardons le graphique suivant :



C'est le signal amplifié par une lampe en fonction du temps sous un régime de classe B. En classe B, c'est la variation de l'intensité qui engendre le signal.

On sait qu'en classe A, c'est la tension qui varie, le courant est quasi constant et qu'il varie de manière négligeable.

Alors comparons les deux :



On peut voir que pour une lampe en classe B, il ne passe que la moitié du signal et l'autre moitié est amplifiée par la seconde lampe du push pull. Il en résulte donc que sur une durée de temps donnée, par rapport à la classe A, en classe B notre lampe est soumise à une quantité de courant à peu près deux fois moindre.

I moyen en classe A est de 20mA, en classe B il faut I moyen = 20 mA pour l'intégralité d'une période. Puisqu'il n'y a aucun courant durant la seconde demi alternance, cela revient à avoir un courant moyen de 40mA sur la première demi alternance.

En régime sinusoïdale $I_{\text{moyen}} = I_{\text{max}} / \sqrt{2} \Rightarrow I_{\text{max}} = I_{\text{moy}} \times \sqrt{2} = 40 \times 1,414 = 56,5\text{mA}$ et $56/20 = 2,3$. Cela permet donc de travailler sur une forte amplitude de signal.

La dissipation max d'une lampe est directement liée à sa capacité de dissiper de l'énergie durant un temps donné, soit $E = P \times t$.

Si t, le temps durant lequel la lampe travaille, est divisé par deux sur une même période, alors pour une valeur identique de E, P peut-être doublé.

Par exemple :

Si $E = 10$ et $P = 5$ pour $t = 2$ alors pour $t = 1$ et $E = 10$, $P = 10$ (donc P a doublé de valeur).

Il est reconnu que $P = UI$

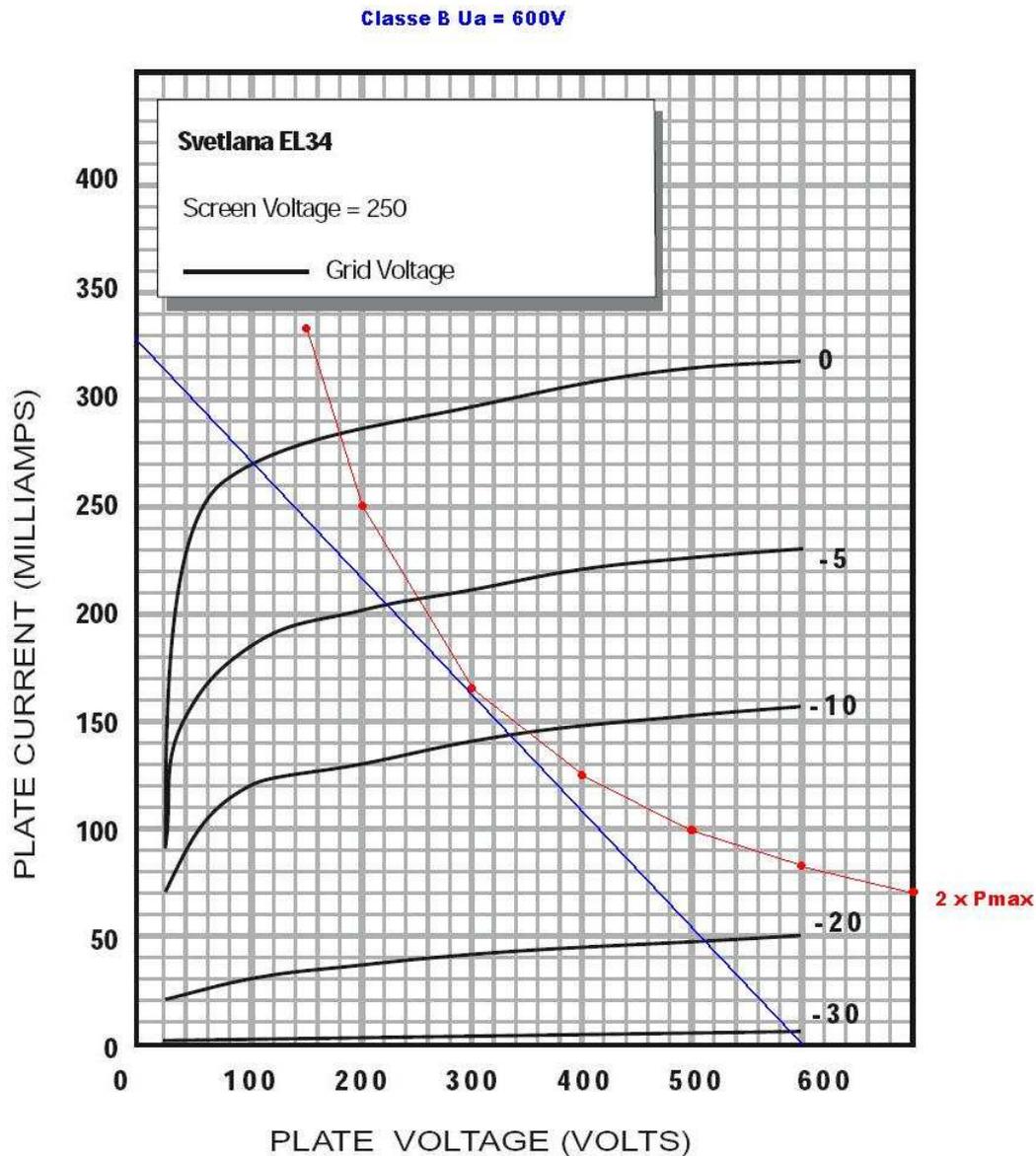
Dans le fonctionnement de notre lampe en classe B la principale variable étant l'intensité, si on veut augmenter P d'un facteur 2 il faut alors augmenter I d'un facteur 2 et nous savons aussi que $R = U/I$, donc augmenter I d'un facteur 2 revient aussi à diminuer R d'un facteur 2.

Donc en résumé, en classe B, l'impédance est divisée par deux, et la dissipation max de la lampe est multipliée par deux.

Tracer la droite de charge devient ensuite un jeu d'enfant.

Partir du point de la tension d'anode à 0A (point de BIAS), puis tracer une droite en dessous ou tout au plus tangente à $P_{max} \times 2$. Cela nous donnera une valeur de ICC sur l'abscisse des intensités qui nous permettra de calculer la valeur de la charge.

Voici un exemple avec $U_a = 600V$ pour un montage en EL34

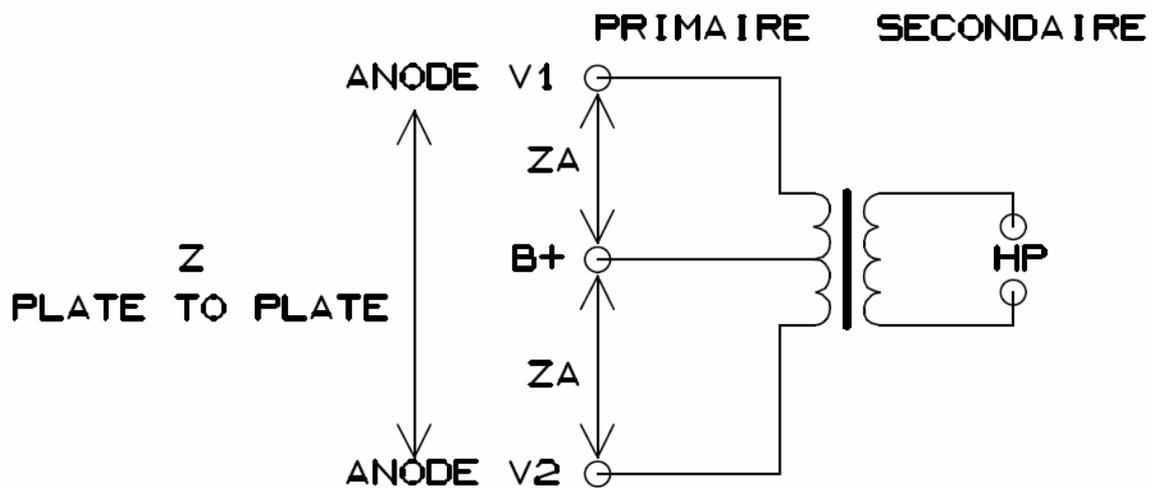


On se retrouve avec un ICC de 327mA ce qui pour U_a de 600V nous donne pour $R_a = 600 / 0,327 = 1835 \text{ Ohms}$. Soit en gros 1,8k.

Choisir son transfo de sortie

L'impédance est une valeur résistive fortement influencée par l'aspect du signal.
 Un transformateur de sortie reflète au primaire la valeur du secondaire multipliée par son rapport d'impédance. Donc pour un ampli de classe A si on a besoin de $5k\Omega$ au primaire pour un hp de 8Ω au secondaire on se retrouve avec un rapport d'impédance 0,0016.
 En classe B les choses sont différentes.

Du fait du push pull le tranfo se présente ainsi.



Ainsi, chaque demi enroulement reflète l'impédance d'une anode, et le transfo aura donc pour impédance totale au primaire $Z_{pp} = Z_a + Z_a$ ou $2 \times Z_a$.
 On en déduit aussi que $Z_a = \frac{1}{2} Z_{pp}$

Revenons sur notre exemple de droite de charge avec un PP d'EL34 exposé plus haut. Nous avons défini par le calcul une valeur de charge à l'anode de notre lampe de $1,8k\Omega$ ce qui équivaut à un transfo de sortie me direz vous de $3,6k\Omega$ anode à anode (plate to plate) au primaire, si on s'en réfère au schéma ci-dessus, et pourtant, il n'en est rien ; le transfo de sortie devra avoir $7,2k$ anode à anode au primaire. Pourquoi ? Cela est encore dû aux particularités de notre classe B.

$Z = \frac{1}{4} Z_{pp}$ quand un seul tube débite.

Ca se démontre à partir de la loi de base des transformateurs.

$$N_p / N_s = U_p / U_s = I_p / I_s \Leftrightarrow (N_p / N_s)^2 = Z_{pp} / Z_s$$

Quand un seul tube débite il le fait dans un demi enroulement soit $N_p / 2$

$$\text{Ors } (N_p / N_s)^2 = Z_{pp} / Z_s \Rightarrow N_p^2 = Z_{pp} \Rightarrow (N_p / 2)^2 = Z_{pp} / 4$$

Conclusions

Ainsi, en classe B, on combine deux éléments qui permettent d'augmenter fortement le rendement du montage. Le fait de travailler sur un demi cycle permet dans un premier temps de doubler, par rapport à la classe A, l'amplitude du signal mais dans un second temps l'amplitude est une seconde fois doublée par le fait qu'on puisse doubler l'intensité grâce à la possibilité de doubler la dissipation max du fait du fonctionnement de la lampe sur un demi signal.

Par exemple :

Pour un PP de 6V6 en classe A on obtient 10W

Pour un PP de 6V6 en classe B on obtient 40W

Pour un PP de 6V6 en classe AB on obtiendra des puissances entre 10 et 40w en fonction de la polarisation et donc de l'angle de conduction qui se situera entre 180 et 360°.

Le Fender Deluxe est donné pour 20W.

Et pour finir, le choix du transfo de sortie est régi par la règle :

$$Z_a = \frac{1}{4} Z_{pp} \Rightarrow Z_{pp} = 4 \times Z_a$$

Remerciements

Merci à Vitriol82 et à F_da pour leur aide précieuse.

Merci au PG5 (www.projetg5.com)

Rédacteur : Mikka Grytviken pour le PG5.