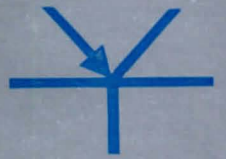


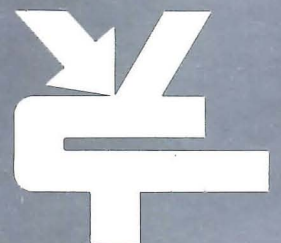
# note d'application technique



## Mise en parallèle des transistors de puissance

par M. Helbert, Service Applications

réf. : 55.D.095



ses@sem<sup>®</sup>

Société Européenne de Semiconducteurs et de Microélectronique  
Direction commerciale : 101 Bd Murat - 75-Paris 16<sup>e</sup> - Tél. 525.75.75  
Service commercial région Sud-Est : 38-St-Egrève - Tél. (76) 88.40.61

## - MISE EN PARALLELE DES TRANSISTORS DE PUISSANCE .

La mise au point de circuits devant fournir des fortes puissances peut conduire à employer la mise en parallèle de transistors de puissance. Ce type de montage permet de multiplier la puissance commutée; malheureusement des dispositifs de même type ne présentent pas forcément les mêmes caractéristiques. Si l'on ne prend pas de précautions particulières, les transistors montés en parallèle ne travaillent pas de façon identique, le dispositif présentant la tension  $V_{BE}$  minimale laissant circuler un courant collecteur beaucoup plus important que les autres.

Il y a deux solutions pour résoudre ce problème :

- 1° - L'emploi de transistors appariés dynamiquement.
- 2° - La mise en série dans les émetteurs d'une résistance d'égalisation.

Nous n'envisagerons ici que le second cas :

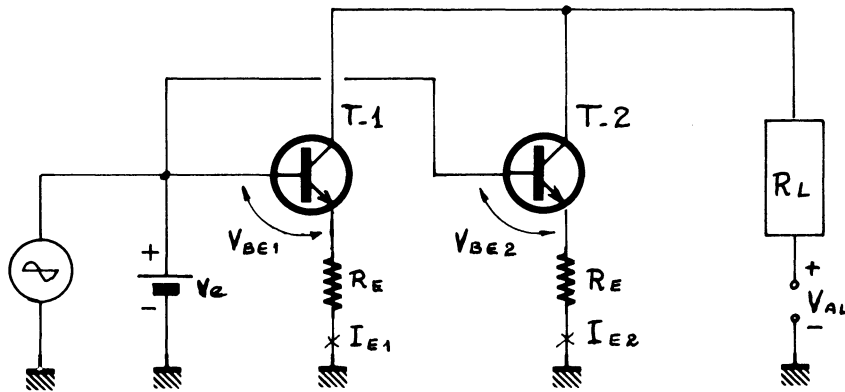


Figure : 1

Les équations de la tension d'entrée  $V_e$  du circuit de la Figure 1 sont :

$$-V_e = V_{BE1} + R_E I_{E1}$$

$$-V_e = V_{BE2} + R_E I_{E2}$$

Ceci fait clairement ressortir l'importance de  $R_E$  dans l'obtention du courant émetteur. Si l'on choisit  $R_E$  de telle sorte qu'au courant collecteur considéré, le produit  $R_E I_E$  soit supérieur à  $V_{BE}$ , on conçoit que les dispersions de  $V_{BE}$  seront en quelque sorte "masquées" par la chute de tension aux bornes de la résistance d'émetteur.

Pour déterminer  $R_E$  d'une façon simple on peut procéder comme indiqué sur la Fig. 2.

Sur celle-ci sont indiquées les dispersions maximales et minimales de la tension  $V_{BE}$  pour différentes valeurs de courant collecteur. Supposons, par exemple, que l'on décide de mettre en parallèle deux transistors pour obtenir un courant collecteur total de  $2 I_{C1}$ . On désire également que la différence entre les courants collecteurs des deux transistors ne soit pas supérieure à  $2 \Delta I_C$ . Cet impératif détermine deux points A et B sur les courbes limites. La pente de la droite de charge qui passe par ces deux points, représente la valeur de la résistance d'émetteur  $R_E = \frac{V_e}{I_C}$ . Le point où la droite de charge coupe l'axe des tensions  $V_{BE}$  représente la tension d'entrée nécessaire (point  $V_e$ ).

Si la résistance d'émetteur était égale à zéro, on peut voir (figure 2) que la dispersion des deux courants collecteurs serait notablement plus élevée (tension d'entrée  $V_e$  correspondant à des courants collecteur extrêmes  $I_{C3}$  et  $I_{C4}$ ).

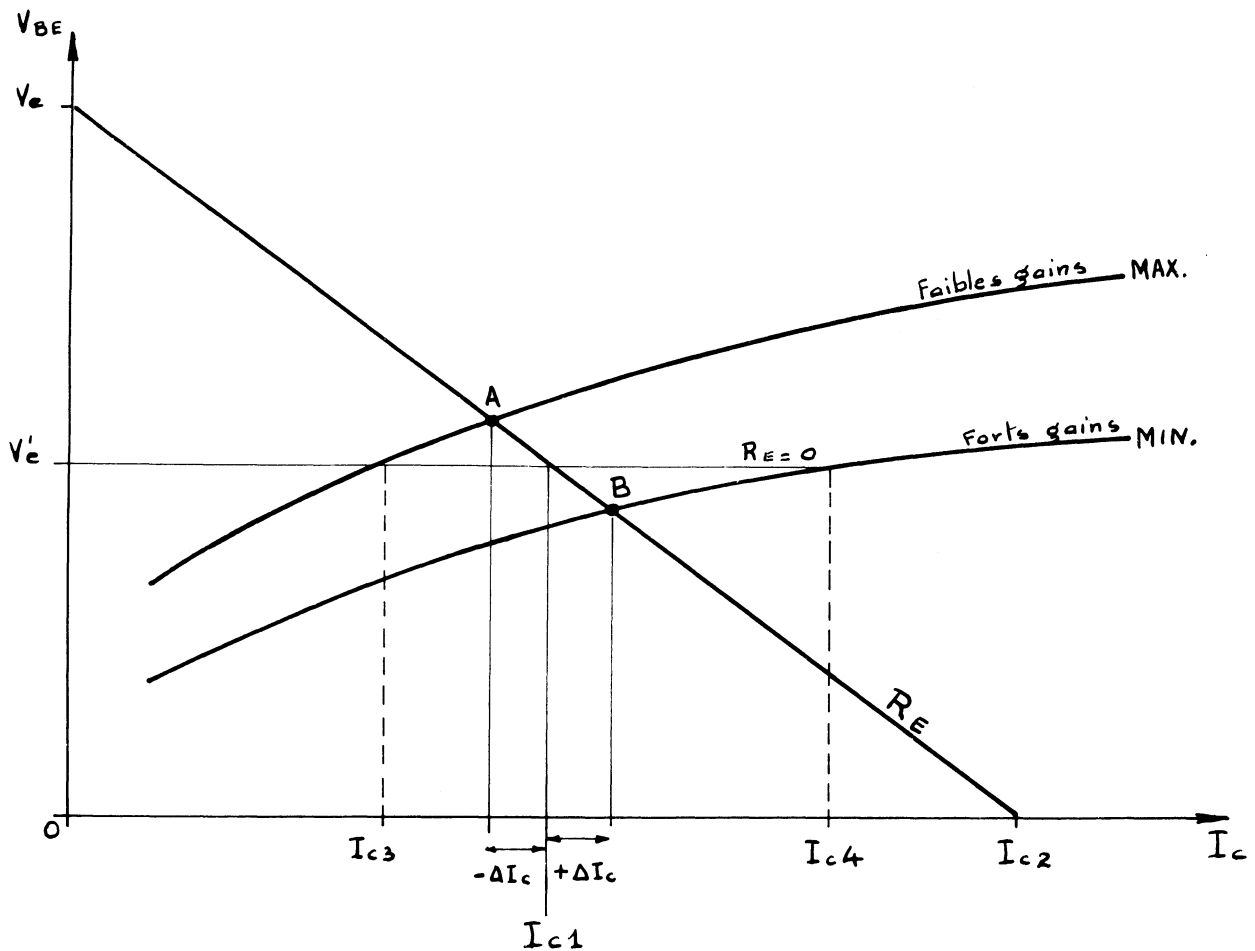


Figure : 2

On peut prendre différentes valeurs de  $R_E$ , ceci conditionne le pourcentage de répartition des courants collecteur que l'on désire obtenir. Une bonne pratique consiste à choisir une résistance d'émetteur qui procurera une chute de tension d'environ 1,5 Volt à ses bornes, lorsqu'elle sera parcourue par le courant collecteur maximum. La nécessité d'obtenir des circuits stables aux températures élevées peut conduire à utiliser des résistances d'émetteur de valeurs supérieures : ceci peut être également le cas lorsque la tension d'alimentation est élevée.

Il est possible d'obtenir une dérive en température pratiquement nulle : il faut pour cela fractionner  $R_E$  en deux résistances séries dont l'une est réalisée en fil de cuivre de section suffisante et portée à la même température que le boîtier du transistor. Le cuivre possède un coefficient de température qui tend à augmenter sa résistance ohmique d'environ 1 % tous les 3 °C. Cette dérive est de sens opposé à celle du  $V_{BE}$ . Pour un transistor au Silicium, il suffit de réaliser une chute de tension d'environ 0,6 à 0,7 Volt aux bornes de la résistance en cuivre pour assurer une compensation presque parfaite du  $V_{BE}$  en fonction de la température. Les problèmes d'équilibrage des transistors fonctionnant en régime de commutation se résument, la plupart du temps, en des cas d'espèces; il est donc difficile de préconiser des solutions applicables universellement.

Si les transistors ne commutent pas simultanément, il peut apparaître une dissymétrie dans la répartition des courants collecteurs. Le transistor qui conduit avant les autres, ou qui conduit encore quelques temps après que les autres aient été bloqués, voit son courant collecteur limité uniquement par la charge commune et le  $\beta$  du transistor. Ce courant peut atteindre des intensités trop élevées incompatibles avec les caractéristiques maximales du dispositif.

Il existe un moyen, parfois employé, pour équilibrer les courants lors des commutations. Il consiste à placer, en série avec  $R_E$ , une inductance dont le coefficient de self-induction et la résistance du circuit déterminent une constante de temps  $L/R$ . On choisit cette dernière de telle sorte qu'elle soit grande devant le temps de passage de l'état bloqué à l'état conducteur, et vice-versa, du transistor le plus lent. De cette façon, c'est l'inductance  $L$  qui impose la vitesse d'accroissement et de décroissance du courant.

En ce qui concerne le problème des charges inductives, il faut que le cyclogramme de fonctionnement du dispositif qui conduit le premier ou qui coupe le dernier reste inscrit dans l'aire de sécurité en fonctionnement.

Notons que d'une façon générale, il est préférable de commander les bases des transistors montés en parallèle par un générateur de tension plutôt que par un générateur de courant. La commande par générateur de tension permet de conserver toute son efficacité à la résistance  $R_E$ , ce qui n'est pas forcément le cas de l'autre solution.

Dans le cas où la récurrence du signal est assez faible, il est quelquefois possible d'augmenter artificiellement les temps de transition du signal de commande par un circuit intégrateur dont la constante de temps soit au moins dix fois supérieure aux temps de turn-on et de turn-off du transistor le plus lent. Ce système présente l'inconvénient d'augmenter la puissance dissipée pendant la commutation, mais tant que la fréquence de répétition reste faible, la puissance moyenne dissipée dans le transistor demeure peu importante.