

l'aspect de cette courbe. Au dessous de 1 W, la légère remontée de bruit provient du bruit résiduel. L'écart de la courbe à 10 kHz par rapport aux autres fréquences provient essentiellement de la mesure. On remarque que le générateur B.F. employé produit un taux de distorsion de 0,0051 % à 10 kHz, celui-ci n'étant que de 0,0022 % à 1 kHz. Dans tous les cas et en tenant compte du taux de distorsion des appareils de mesure, on constate que la version 50W + 50W est très performante, ceci étant d'ailleurs la conséquence naturelle de la recherche minutieuse effectuée étape par étape en chaque point du circuit. Les différences produites par le générateur B.F. mises hors de cause, on pourra constater une quasi-superposition des courbes sur l'ensemble des fréquences audibles, ce qui est rarement constaté. Entre un et une dizaine de watts, le taux de distorsion moyen est de 0,003 %, ce qui est étonnant vu la simplicité du circuit. Par ailleurs, au dessus de 1 W la courbe de distorsion/puissance croît régulièrement ce qui rappelle curieusement certains amplificateurs à tubes dotés du paramètre de « Soft

Distortion », ou distorsion douce.

Concernant les chiffres, Kanéda insiste sur les problèmes d'appairage des transistors, le taux de distorsion à puissance moyenne pouvant être multiplié par 10, ceci même à partir d'un tri assez serré ou d'un appairage en  $h_{fe}$  effectué sur un quelconque testeur de transistor, mais n'ayant malheureusement pas de rapport avec les conditions d'appairage indiquées par Kanéda dans la plupart de ses articles.

Sans ces précautions, le taux de distorsion peut passer alors facilement de 0,0023 % à 0,03 % à moyenne puissance et de 0,008 % à 0,06 % sous une puissance plus élevée, l'ensemble des autres performances pouvant rester excellent par ailleurs.

Kanéda insiste cependant sur l'importance d'aboutir à des résultats de mesure identiques ou très proches en vue des performances subjectives dont est capable le circuit d'origine. Bien entendu, d'autres configurations de circuits ou même des modifications du circuit de base Kanéda permettent d'améliorer les performances de distorsion, dans certains cas. L'exemple du

montage Edagawa, pour un circuit préamplificateur Kanéda « amélioré » est l'un des plus frappants, l'avantage d'un taux de distorsion réduit de moitié, d'un bruit de fond très réduit venant malheureusement à l'encontre d'un résultat subjectif tout à fait opposé au résultat recherché. Edagawa lui-même, devant l'évidence des faits lors d'une comparaison avec un montage Kanéda d'origine, ne pouvait que trouver ces différences « tout à fait inexplicables ».

### Appairage des transistors

Dans le cas du montage Kanéda, il est capital. Si cet appairage n'est pas effectué, le montage ne fonctionne pas dans la plus grande majorité des cas. S'il fonctionne, il ne pourra procurer que de minces performances subjectives par rapport aux possibilités réelles du circuit, ceci même si l'utilisateur s'en trouve satisfait ou considère le résultat supérieur à une bonne majorité d'appareils concurrents. Mis à part le côté subjectif, les défauts dus à un mauvais appairage seront principalement :

- dérive en continu ;
- dérive due aux variations,

Echantillon n°	Niveau de bruit	Rapport S/B	Echantillon n°	Niveau de bruit	Rapport S/B
1	0.14 mV	-111.1dB	15	0.12 mV	-112.4dB
2	0.34	-103.3	16	0.15	-110.5
3	0.11	-113.2	17	0.22	-107.2
4	0.11	-113.2	18	0.23	-106.8
5	0.25	-106.0	19	0.29	-104.8
6	0.05	-120.0	20	0.32	-103.9
7	0.22	-107.2	21	0.42	-101.5
8	0.12	-112.4	22	0.28	-105.0
9	0.40	-102.0	23 *	0.12	-112.4
10	0.05	-120.0	24	0.28	-105.0
11	0.22	-107.2	25	0.36	-112.8
12	0.28	-105.0	26	0.14	-111.1
13	0.19	-108.5	27	0.30	-104.4
14	0.14	-111.1			

Fig. 9 : Mesures comparatives du bruit résiduel effectuées sur le transistor double à effet de champ 2N 3954. Noter que le meilleur était le n° 6, que le n° 21 était le moins bon et que le n° 23 était le meilleur à l'écoute.

mêmes faibles, de température ;

- augmentation du taux de distorsion harmonique ;
- augmentation du taux de distorsion par intermodulation ;
- difficulté et instabilité des réglages ;
- performances inégales.

Un appairage parfait n'a rien d'évident, en particulier si l'on souhaite réaliser celui-ci simultanément sur plusieurs paramètres. Il faut avoir à sa disposition des traceurs de courbe, des galvanomètres, des générateurs et distorsionmètres et disposer d'une table de comparaison. Dans l'absolu, il faudrait presque avoir recours à l'ordinateur qui pourrait gérer, classer, trier et sélectionner les paires les plus parfaites. Kanéda fait d'ailleurs la remarque, facilement vérifiable en pratique que même en ayant recours à des « paires » montées dans un seul boîtier, les différences tant au niveau du bruit résiduel qu'au niveau de la qualité d'écoute ne sont pas inexistantes. La figure 9 illustre en exemple des mesures comparatives de bruit résiduel effectuées sur vingt-sept échantillons de transistors doubles 2N 3954 d'origine National Semiconductor. On s'aperçoit que, malgré les données du constructeur, les écarts sont assez sensibles, malgré les « tolérances très serrées » annoncées. Entre l'échantillon n° 6 et l'échantillon n° 21 le niveau de bruit résiduel passe de 0,05 mV (-120 dB) à +0,42 mV (-101 dB) soit un écart de 19 dB.

D'autre part, les résultats d'écoute peuvent être assez irréguliers, en particulier au dessus de 7 à 8 kHz. Lors de ce test, le meilleur résultat subjectif était obtenu avec l'échantillon n° 23 (et non avec le n° 6). Or, il est impossible qu'un constructeur, même très sérieux puisse investir un temps aussi important pour cette pré-sélection des composants, ce qui n'exclue pas que certains d'entre eux puissent

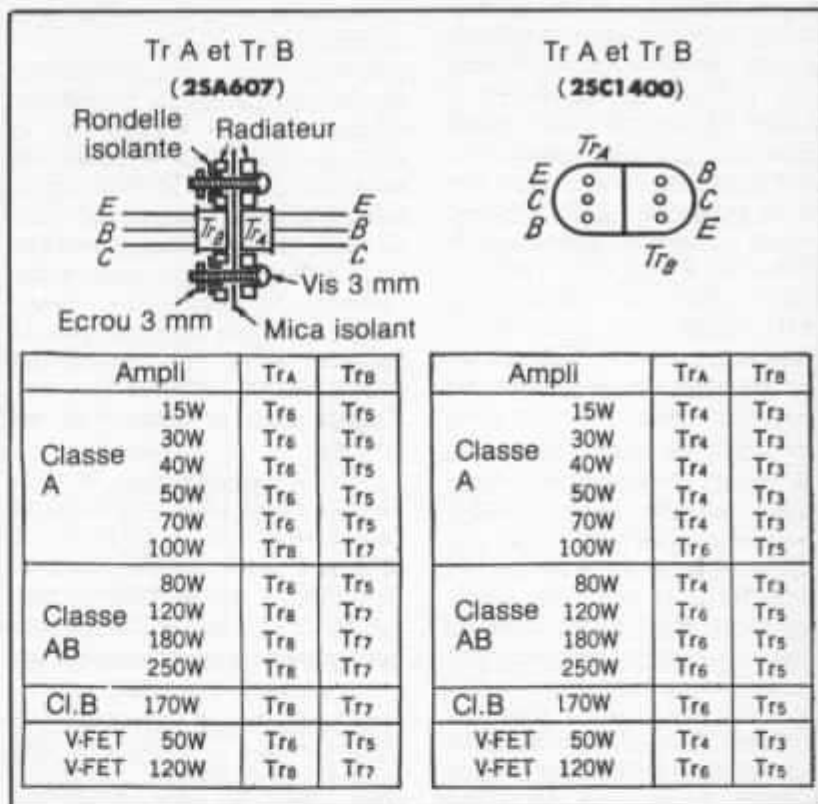


Fig. 10 : Mode de montage des transistors à associer en couplage thermique. Leurs références pour les différents montages amplificateurs Kanéda.

faire un tri serré des composants. Dans le cas du 2N 3954, l'inconvénient est principalement le prix si l'on pense qu'il est nécessaire d'investir dans une cinquantaine de transistors pour n'en sortir que deux ou trois de qualité exceptionnelle. Bien sûr, il est facile pour un constructeur de s'opposer à de tels essais, de les juger inutiles ou totalement insensibles à l'écoute, ce qui prouve d'ailleurs que l'effet de masque provoqué par une méthode de tri trop simple est tel que ces écarts, pourtant sensibles dans le cas du circuit Kanéda peuvent devenir vraiment insensibles à l'écoute. Ce qui est grave mais qui peut être parfaitement défendable à partir du moment où le constructeur en question ne possède pas d'autre point de repère.

Pour le 2N 3954, Kanéda insiste également sur l'origine, chaque procédé de fabrication

portant une signature acoustique, comme il en a été question au début de cet article. Solitron reste le meilleur choix mais le FD 1840 disponible également chez Solitron, a remplacé le 2N 3954 sur les montages Kanéda réalisés après 1982, donc récemment.

Dans le cas de l'amplificateur classe A 50 W + 50 W il s'agit d'un des seuls transistors encore disponible actuellement. Tr3 et Tr4, les 2SC 1400, montés en régulateur à miroir de courant sont collés ensemble. Le  $h_{FE}$  doit se situer aux alentours de 500, le lot étant le E (2SC 1400 E). Les 2SA 607 (Tr5 et Tr6) sont eux aussi montés ensemble en couplage thermique mais isolés électriquement. La figure 10 montre le mode de montage mécanique de ces deux paires de transistors. Pour en revenir au 2N 3954 et au 2SA 607(L), les conditions de mesure pour l'appairage et le tri

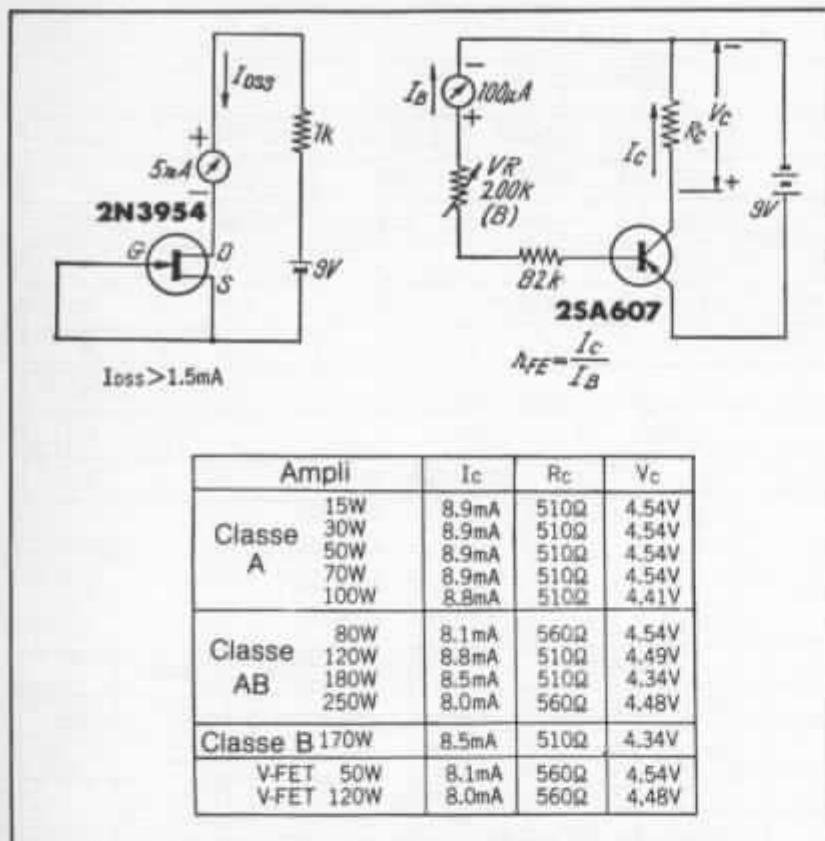


Fig. 11 : Tri et appairage des transistors. Pour le 2N 3954 le  $I_{oss}$  doit être supérieur à 1,5 mA. Pour le 2SA 607 et dans le cas du montage classe A 50W + 50W la valeur de  $R_c$  est de 510 Ω,  $V_c$  étant de 4,54 V et  $I_c$  de 8,9 mA. Pour le 2SA 607 l'alimentation 9 V est réglée. Pour le 2N 3954 on peut utiliser des piles.

s'effectuent comme sur la figure 11. Pour le 2SA 607 et une fois la sélection en  $h_{fe}$  terminée un second tri en  $V_{CEB}$  est conseillée.

Pour ce test, l'émetteur est relié au +  $V_{CC}$ , la base également mais à travers une résistance de 4,7 kΩ. Entre le -  $V_{CC}$  et le collecteur sont montés en série un galvanomètre de 1 à 5 mA et une résistance de 10 kΩ. Pour un  $V_{CC}$  et + et - 70 V (soit 140 V au total), le courant  $I_c$  doit être inférieur à 0,1 mA, l'appairage étant effectué ensuite par tri. Il s'agit d'un tri recommandé lors de la réalisation d'amplificateurs Kanéda travaillant en classe AB, de puissance dépassant 80 W. Tr7, le 2SC 1400(E) doit, lui aussi, avoir un  $h_{fe}$  de l'ordre de 500. D1 et D2, les diodes régulatrices sont les HV 23G. Il s'agit

de diodes à jonction PN d'origine Hitachi qui agissent sur des plages importantes de variations de température ou de baisses de tension, ce qui améliore le fonctionnement des transistors. Pour la HV 23 G, la tension  $V_R$  est de -3 V et le courant  $I_F$  max. de 10 mA, le travail en température étant compris entre -55 et +125° C. Dans le circuit de polarisation, ces deux diodes assurent une meilleure stabilité du  $V_{BE}$  de Tr7. D1 et D2 peuvent cependant être remplacées par certains transistors sur lesquels la jonction B-C est utilisée. C'est d'ailleurs le cas de plusieurs amplificateurs Kanéda conçus récemment.

Tr8 et Tr9, l'étage driver pose un peu plus de difficultés d'appairage. La paire complémentaire 2SA 653/2SC 1161 est

devenue très difficile à trouver et son prix ne cesse d'augmenter (dans les rares cas où certains revendeurs japonais de composants en possèdent). La figure 12 donne un aperçu des caractéristiques de ces transistors. Ces deux transistors complémentaires existent dans les lots K et L. On pourrait penser qu'un appairage complémentaire doit se faire dans les mêmes lots. Souvent, le revendeur japonais se contente d'une mesure de  $h_{fe}$  et propose pour les amplificateurs Kanéda une paire 2SA 653(L)/2SC 1161(L). Il faut en fait comprendre que, même malgré un appairage serré, les caractéristiques  $V_{CE}/I_c$  ne sont pas tout à fait superposables à celles de  $I_B$ . C'est pourquoi le choix de l'étage driver doit se porter sur une paire 2SA 653(C)/2SC 1161(K), le lot 2SA 653(C) étant rarissime, pour ne pas dire quasiment introuvable.

Dans le cas où une paire aux lots K ou L est utilisée, une augmentation assez sensible du taux de distorsion et une perte de transparence sonore ont été remarqués par Kanéda.

Pour les transistors de sortie, l'appairage s'effectue comme sur la figure 13. Noter que Tr7, le 2SC 1400 doit être collé sur Tr13 (ou Tr11) dans un but de compensation thermique.

### Les radiateurs

Il ne va pas être encore traité ici de l'alimentation pour laquelle la disposition de radiateurs, du circuit imprimé et le câblage doivent être parfaitement conformes au montage d'origine. N'oublions pas non plus que l'amplificateur utilise huit radiateurs doubles et que si les transistors de puissance disposés au milieu de ceux-ci permettent un échauffement homogène de chaque radiateur, la longueur des connexions peut influencer sur la stabilité du montage. La disposition des radiateurs peut paraître un peu