

Fig. 15 : Circuit différentiel à deux étages chargé par miroir de courant. Effet de  $Z_o$  sur le taux de distorsion.

réaction en courant et ceux du circuit différentiel asymétrique, cités plus haut. Il semble évident que si, même à ce stade, le chercheur constate non pas une dégradation du signal audio mais au contraire une amélioration découlant de certains résultats de mesure, il s'avère difficile de faire confiance à d'autres améliorations de ce genre appliquées d'un bout à l'autre de la chaîne.

Il en est de même à propos des avantages, malheureusement très apparents seulement, que l'on peut tirer d'un second étage différentiel chargé par un circuit miroir de courant, illustré par la figure 15. Non seulement les mesures prouvent que l'on obtient des résultats médiocres, même sur charge d'impédance élevée, mais on constate en plus une instabilité du montage aux fréquences élevées obligeant d'ajouter des circuits stabilisateurs rendant le résultat encore inférieur. Le circuit doit être chargé par le driver qui travaille en émetteur follower, lequel doit attaquer les étages de puissance. En considérant des questions comme le gain en courant des étages de sortie, les variations de l'impédance de charge en fonc-

tion de la fréquence (haut-parleur), le travail de la boucle de contre-réaction générale sous ces conditions, on peut s'apercevoir que l'on aura vite fait d'aboutir à une non-symétrie de travail dynamique de  $Tr_3$  et  $Tr_4$  ce qui aurait pour effet la production d'une dérive continue asservie au signal audio.

Vu les problèmes posés, un tel montage, déjà instable sur charge pure, ne pourrait apporter satisfaction, une instabilité, un accrochage en haute fréquence sur un certain type de charge pouvant mener à la destruction de l'amplificateur comme des haut-parleurs.

Kanéda revendique d'ailleurs bien d'autres raisons pour lesquelles la charge par miroir de courant ne convient pas pour son montage.

On en revient alors au montage d'origine, à la formule équipée des 2SA 607. Ceux-ci permettent d'obtenir, sans aucune correction de phase, un résultat impeccable et satisfaisant sur tous les points. La fréquence de coupure haute, représentée sur la figure 16, peut sembler relativement modeste comparativement aux possibilités de certains transistors, certains montages. Elle est néanmoins parfaitement optimisée en fonction de l'ensemble

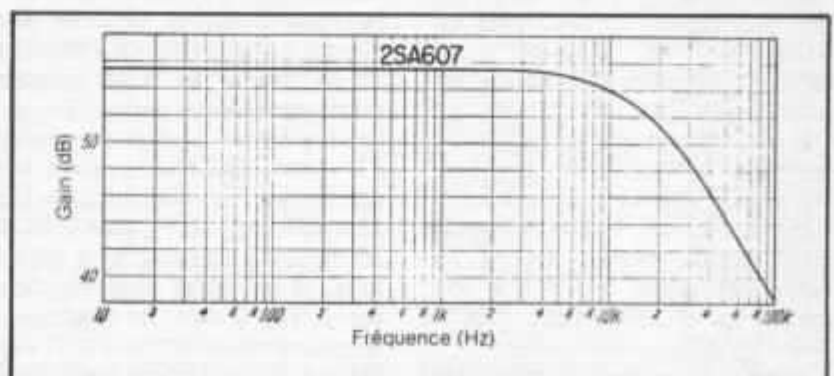


Fig. 16 : Bande passante en boucle ouverte des étages amplificateurs de tension du circuit Kanéda équipés des transistors 2SA 607.

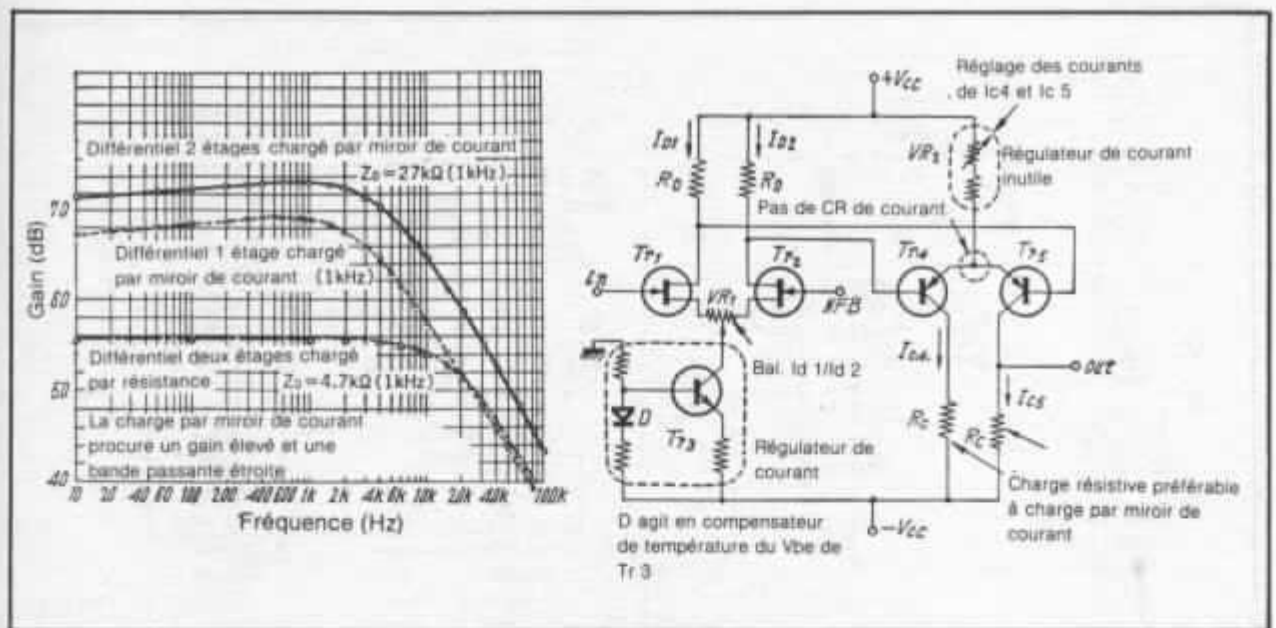


Fig. 17 : Bande passante de différents montages amplificateurs de tension et choix de montage proposé par Kanéda.

du montage amplificateur.

Les circuits Kanéda, amplificateurs comme préamplificateurs, frappent toujours par une extrême simplicité. Simplicité toute apparente comme on a pu le voir, puisque chaque point du circuit a fait l'objet d'une recherche minutieuse, d'une optimisation parfaite. Il est évident que, sans avoir pris préalablement connaissance des diverses expériences effectuées par Kanéda avant d'arriver au montage final, tout électronicien serait tenté de vouloir faire mieux. Ce laborieux travail, déjà fait par Kanéda lui-même, évite toute tentative, d'ailleurs inutile. Ceci n'exclue pas qu'il puisse exister d'autres possibilités menant au même niveau de qualité globale, dans d'autres configurations de circuits.

Pour ce qui concerne l'ensemble des petits détails dont il a été question ci-dessus, ceux-ci sont regroupés sur la figure 17. La courbe de gain vis-à-vis de la fréquence du montage final montre que l'on atteint pour le gain recherché de 56 dB la fréquence de coupure optimum de 16 kHz, tandis qu'avec la charge par miroir de courant, la fréquence

de coupure est trop basse. On constate ensuite que dans le cas de la charge par résistance avec  $Z_o = 4,7\text{ k}\Omega$  la caractéristique de distorsion vis-à-vis du niveau de sortie reste excellente tandis que le montage chargé par miroir de courant avec  $Z_o = 27\text{ k}\Omega$  produit un taux de distorsion pratiquement dix fois supérieur.

Kanéda insiste par ailleurs sur l'effet éventuel d'un instabilité du  $-V_{cc}$  de l'alimentation sur le signal de sortie, selon le mode de polarisation de la base (ou de la gate) du transistor régulateur monté sur le premier étage. La figure 18 montre deux exemples typiques présentant cet inconvénient. Il en existe d'autres, la différence n'étant souvent visible qu'à partir du moment où les mesures sont effectuées. L'une de ces méthodes, consistant à relier la gate du transistor à effet de champ monté en régulateur au  $-V_{cc}$  de l'alimentation reste un montage couramment utilisé, ceci même sur des appareils très évolués et ésotériques provenant des U.S.A., du Japon ou d'Europe.

Si on a pu remarquer les difficultés rencontrées dans le choix final de quelques transistors

représentant une petite partie du montage amplificateur classe A, le choix du transistor driver est encore plus critique. La solution une fois trouvée, on remarquera une application de ce montage, à quelques détails près, sur tous les amplificateurs Kanéda.

A titre documentaire, il est intéressant de connaître quels étaient les composants d'origine du montage Kanéda. On remarquera que du côté transistors, seules quelques rares références comme le 2N 3954 (Solitron), le 2SC 1775A, 2SA 872A et le 2N 3955 sont disponibles, 14 autres références passant dans l'appellation anglaise « discontinued » ou « obsolete ». Il est certain que pour un amateur japonais aimant « fureter » parmi les centaines de petits magasins des quartiers spécialisés de Tokyo, il est possible de trouver encore certaines références.

Cependant, le problème se complique car il faut ajouter les questions de lot de transistor, déterminant le  $H_{fe}$ , le tri et l'appairage pouvant exiger la disponibilité de plus de 50 transistors de même référence. Un article signé Kanéda publie entre-autres, à titre évocateur un

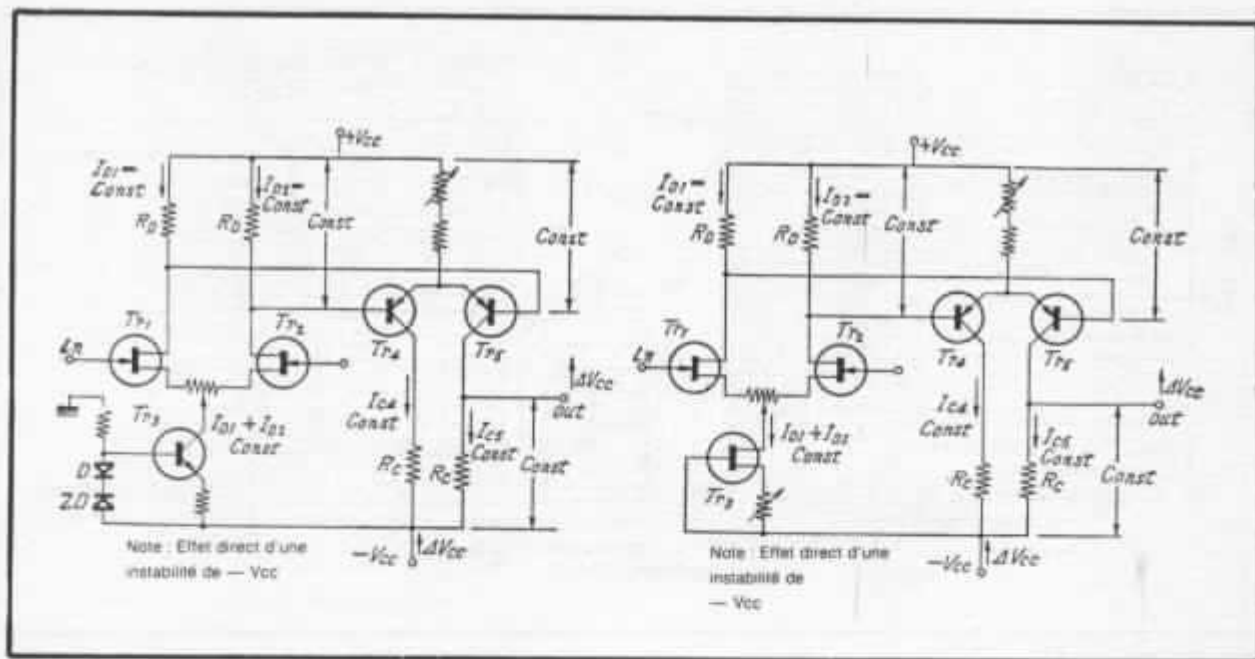


Fig. 18 : Effet des variations du - de l'alimentation ( $\Delta V_{cc}$ ) du circuit. Le régulateur de courant introduit dans le premier étage, dans les configurations indiquées ci-dessus aura pour effet qu'une instabilité du  $-V_{cc}$  de l'alimentation se retrouvera intégralement à la sortie du montage. Un mode de polarisation différent de la base ou de la gate du régulateur de courant permettra de minimiser cet effet.

tableau sur lequel figurent des dizaines de transistors de même type achetés dans plusieurs magasins, d'ailleurs indiqués dans chaque colonne. Il en résultait un rejet important, sauf pour certaines applications.

Lorsqu'un montage, une idée obtient un grand succès auprès des amateurs, la conséquence évidente est l'intérêt porté par certains petits revendeurs de composants qui essaient de profiter de l'occasion. Ainsi, deux ou trois d'entre-eux ont même été jusqu'à présenter des kits « conformes à l'original », munis néanmoins d'une certaine quantité de transistors d'une équivalence douteuse. Certains ont même été jusqu'à utiliser des alimentations régulées très sophistiquées. Suite à quoi Kanéda, après avoir comparé et testé ces appareils n'a pas hésité à donner sa réplique dans ses séries d'articles publiés jusqu'ici. Il faut cependant savoir que les montages vraiment originaux, tels que ceux montés par Kanéda

lui-même sont rares. Ils méritent d'être utilisés aux maximum de leurs possibilités en s'intégrant par exemple à des systèmes très évolués que l'on a pu voir sous forme de reportages publiés ces dernières années dans la Nouvelle Revue du Son.

C'est, en fait, dans de telles conditions que devraient être effectués des tests comparatifs ou bien des essais concernant les effets subjectifs découlant du remplacement de certains transistors d'origine par des équivalents. Il s'agit d'un travail de longue haleine. Fort heureusement, les transistors ne manquent pas et nous verrons dans les prochains numéros de L'Audiophile l'évolution que prendra ce projet.

Dans les pages suivantes, des photos de la version originale de l'amplificateur permettront de mieux faire connaissance avec la première version de 1972, équipée ici des transistors de sortie 2SA 649 et 2SD 218.

(à suivre)

#### Note de l'auteur

Une partie de cet article est basé sur la traduction partielle de certains passages du livre japonais intitulé « Audio D.C. Amplifiers », de Akihiko Kanéda, disponible chez son éditeur Seibundo Shinkosha, lequel publie régulièrement, depuis 60 ans, la célèbre revue « Radio experimenter's Magazine ». L'auteur y a apporté d'autres détails jugés utiles pour la meilleure compréhension de l'article.

A ce sujet, l'auteur remercie et s'excuse auprès de M. Kanéda. En effet, la préface du livre cité plus haut est dédiée à l'auteur (chose qu'il n'avait pas remarqué jusqu'ici), ainsi qu'à M. Tamaru (dont on connaît le système fabuleux à pavillons) et M. Koizumi (firme Onken).

L'auteur remercie également M. Oizumi, rédacteur en chef de la revue Radio Experimenter's Magazine, dont la grande amabilité nous a permis la publication des articles concernant les réalisations Kanéda.

Composant	Type	Fabricant	Qté	Remarque	Composant	Type	Fabricant	Qté	Remarque
FET	2N3954	Soliton	2	$I_{max} > 1.5mA$	Résistance	220kΩ (5%)	Shinkogyo	2	
Tr.	25C1400	N E C	6		film	5.6Ω (1/4W) (5%)	"	2	
"	25A607	"	"	P.diff.	métallique	200Ω NX-13T	Copal	2	
"	25A637	"	"		"	50Ω N-13T	"	2	
"	25D188	"	2pair	P.compl.	Trimmer	500Ω N-13T	"	2	
"	25A653	"	"		"	2kΩ	"	4	
"	25C1161	"	2pair	P.compl.	Cond.	270pF	"	1	
"	25A539	"	3		"	2.2μF25V	"	1	
"	25C815	"	4		"	330μF6.3V	"	4	
"	25C1161	"	1		"	1000μF80V	"	2	
"	25B600	"	2		"	15000μF63V	"	2	
"	25C1775	Hitachi	4		Cond.	10μF100V	"	2	
"	25A873	"	2		tantale	22μF50V	"	2	
"	25A866	"	2		"	47μF35V	"	2	
"	25A896	Sony	2		"	10pF	Soshin	1	
"	25C1124	"	1		"	24pF	"	2	
"	25C1811	"	2		"	39pF	"	1	
"	2N3055	Mtria	2		"	620pF	"	2	
Varistor	HV23G	Hitachi	4		"	1500pF	"	2	
Diode	1S1588	Toshiba	2		Cond.	0.1μF100V	"	2	
Zener	02Z6.2A	"	6		mica	0.1μF50V	"	8	
"	RD5A	N E C	1		"	0.022μF100V	"	2	
"	RD9A	"	2		Transfo	PR-7509S	Tamura	1	
"	RD11A	"	2		Boîtier	SR-4	Suzurando		
"	RD13A	"	2		C.I.	AT-20	Sato	4	
Pont	KHB2504	"	1		Radiat.	TF1310A-2	Flex	8	
"	W04	"	1		"	TF3210	"	1	
Ci	709CE	"	4		Inter	T-127	T M S	1	
Ci Op.	SN7400N	"	1		Inter	"	"	1	
Led	BD701R	Okaya	1		Jack	"	"	2	
"	BD701G	"	1		Bornes	T-3830	Sato		
Rés. film	0.47Ω (2W) (5%)	Fukushima	20	Eviter res bob	P. f u s .	"	"	4	
métallique	33Ω (1W) "	"	2		Fusibl.	"	"	1	
"	560Ω (2W) "	"	2		C o s s e	1L3p	"	2	
"	2.7kΩ (2W) "	"	2		"	1L2p	"	3	
"	3.9kΩ (1W) "	"	2		"	1L4p	"	1	
"	68Ω (1/4W) (5%)	Shinkogyo	2		"	25mm	"	2	
"	91Ω "	"	2		Angl.	"	"	1	
"	120Ω "	"	4		Prise	"	"	1	
"	150Ω "	"	2		Câble	"	"	1	
"	220Ω "	"	3		Prise	"	"	1	
"	270Ω "	"	2		Support	5mm	"	7	
"	300Ω "	"	2		"	"	"	16	
"	470Ω "	"	4		"	"	"		
"	820Ω "	"	2		"	"	"		
"	1.5kΩ "	"	4		Letras.	"	"	1	
"	1kΩ (1%)	"	2		Blind.	2510A	Mogami	30cm	
"	2.7kΩ (5%)	"	4		Câble	20	"		
"	3.3kΩ (5%)	"	1		"	30	"		
"	3.9kΩ "	"	4		"	50	"	2	
"	5.6kΩ (1W)	"	6		Vis	3#10mm	"		
"	6.8kΩ "	"	2		"	"	"	2	
"	8.2kΩ "	"	3		"	"	"		
"	10kΩ (1%)	"	2		"	"	"		
"	10kΩ (5%)	"	2		"	"	"		
"	12kΩ "	"	6		"	"	"		
"	22kΩ "	"	3		"	"	"		
"	33kΩ "	"	2		"	"	"		

Tableau des composants de l'amplificateur Kanéda classe A 50 W + 50 W.