

## Audiophile n°24, mai 1982

# Le filtre électronique Kanéda La réalisation

*Jean-Claude Gaertner*

*La multiamplification représente une solution extrêmement séduisante pour faire évoluer un système d'écoute. Nous avons publié, dans le numéro 6 de l'Audiophile, la description du filtre électronique de M. Kanéda. Ce filtre a tenté de nombreux lecteurs, néanmoins sa réalisation reste très délicate en raison des très nombreux problèmes que ce circuit peut poser si son élaboration n'est pas effectuée d'une manière très rigoureuse. Dans cet article, nous vous proposons la réalisation de ce filtre sur circuit imprimé en version deux ou trois voies ainsi qu'une alimentation développée spécialement pour cette application.*

### Rappel sur le filtrage actif

Il existe un très grand nombre de types de filtres : Bessel, Butterworth, Legendre, Tchebyscheff, Cauer... Toutefois, seuls les types Bessel et Butterworth sont vraiment intéressants pour une application audio.

Les filtres de Bessel se caractérisent par une excellente régularité du temps de propagation de groupe, mais la pente de l'atténuation pour un ordre donné est relativement faible, typiquement 4,5 dB par octave et par ordre. Il

est, en outre, nécessaire de revenir à la fonction de transfert pour calculer la valeur des composants R et C rentrant dans chacune des structures passe-haut du filtre.

Les filtres de Butterworth se caractérisent par une réponse très plate dans la bande passante, une bonne régularité du temps de propagation de groupe et une raideur de 6 dB par octave et par ordre. En outre, ce type de filtre permet un calcul aisé de la valeur des composants déterminant les fréquences de coupure et

cela quelles que soient leurs valeurs.

Nous renvoyons le lecteur désireux d'approfondir ce sujet à l'excellent ouvrage de M. Paul Bildstein : « Filtre actif » publié aux Editions Radio.

Le filtre Kanéda utilise une structure de Butterworth d'ordre 3 dont les pentes d'atténuation seront donc de 18 dB/octave. La grande originalité de ce filtre réside dans la manière de réaliser les différents éléments actifs, c'est-à-dire les étages tampons et les amplificateurs de gain voisins de l'unité.

**Synoptique d'une cellule Butterworth d'ordre 3 passe-haut et passe-bas**

Le troisième ordre est obtenu par l'association d'une cellule d'ordre 2 (12 dB/octave) et d'une cellule d'ordre 1 (6 dB/octave). Le schéma de principe est donné en figure 1. On remarquera que le réseau d'ordre 1 n'est pas inclus dans la boucle de contre-réaction, aussi est-il possible de modifier les valeurs résistance/capacité sans influencer sur la fréquence de coupure. Par exemple dans le passe-haut on peut choisir une résistance égale à  $\frac{R_0}{2}$  en prenant une capacité égale à  $2C_0$ .

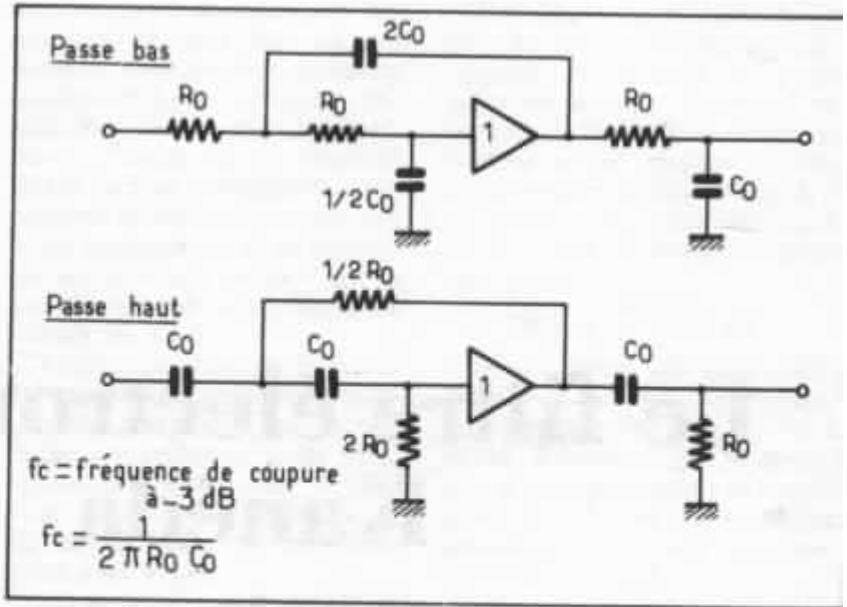


Fig. 1 : Schéma de principe d'un filtre Butterworth du 3<sup>e</sup> ordre.

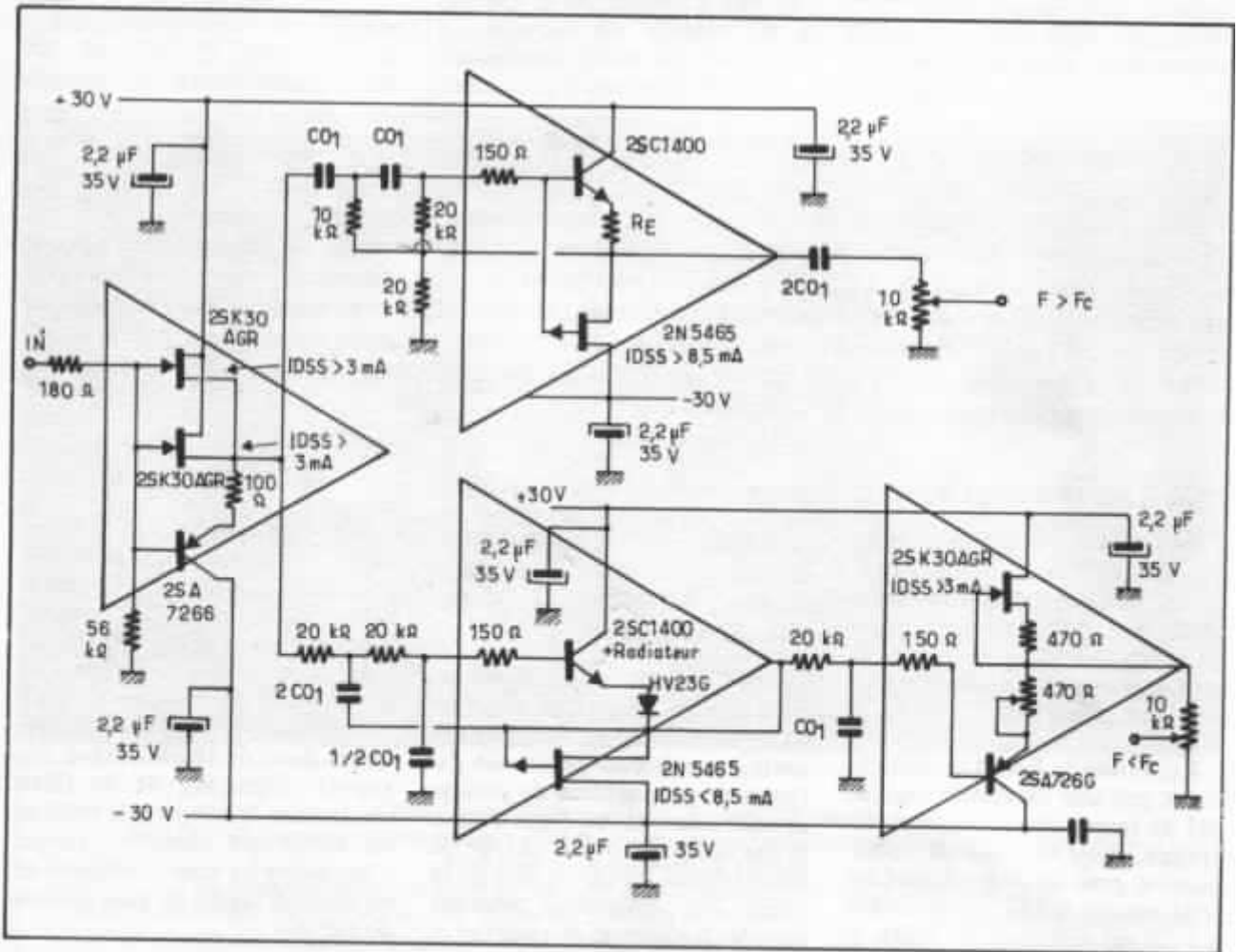


Fig. 2 : Synoptique du filtre Kanéda 2 voies.

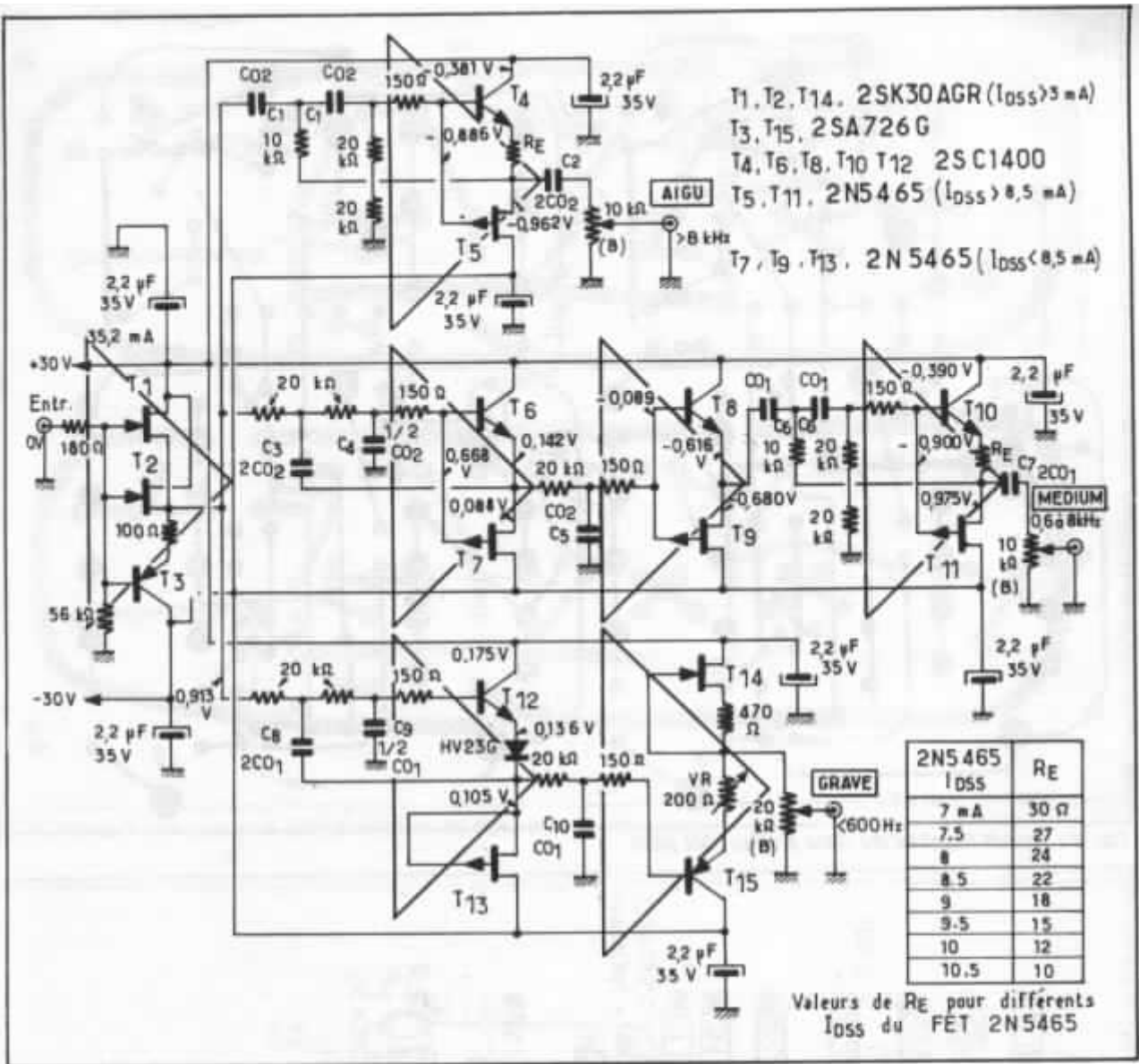


Fig. 3 : Synoptique du filtre Kanéda 3 voies.

**Synoptique d'un filtre Kanéda deux voies**

Le schéma du filtre est représenté en figure 2. On trouve à l'entrée un étage tampon qui a pour rôle d'offrir une impédance d'entrée suffisamment élevée, de l'ordre de 56 k $\Omega$  et une impédance de sortie suffisamment faible pour que les cellules de filtrage puissent fonctionner dans de bonnes conditions.

Cet étage tampon est suivi :  
 - pour la voie grave, par une cel-

lule passe-bas du troisième ordre et un étage chargé de régler la dérive en continu ;

- pour la voie médium-aigu, par une cellule passe-haut du troisième ordre, les condensateurs se trouvant en série, il n'y a pas de problèmes de dérive en courant continu dans cette partie du filtre.

**Synoptique d'un filtre Kanéda trois voies**

Le schéma du filtre Kanéda

trois voies est donné en figure 3. L'étage tampon d'entrée et la voie grave sont identiques à ceux du filtre deux voies.

La voie médium est constituée par :

- une cellule passe-bas (fréquence de coupure haute) ;
- un étage tampon ;
- une cellule passe-haut (fréquence de coupure basse) ;

La cellule passe-bas est placée avant la cellule passe-haut pour s'affranchir d'éventuels problè-



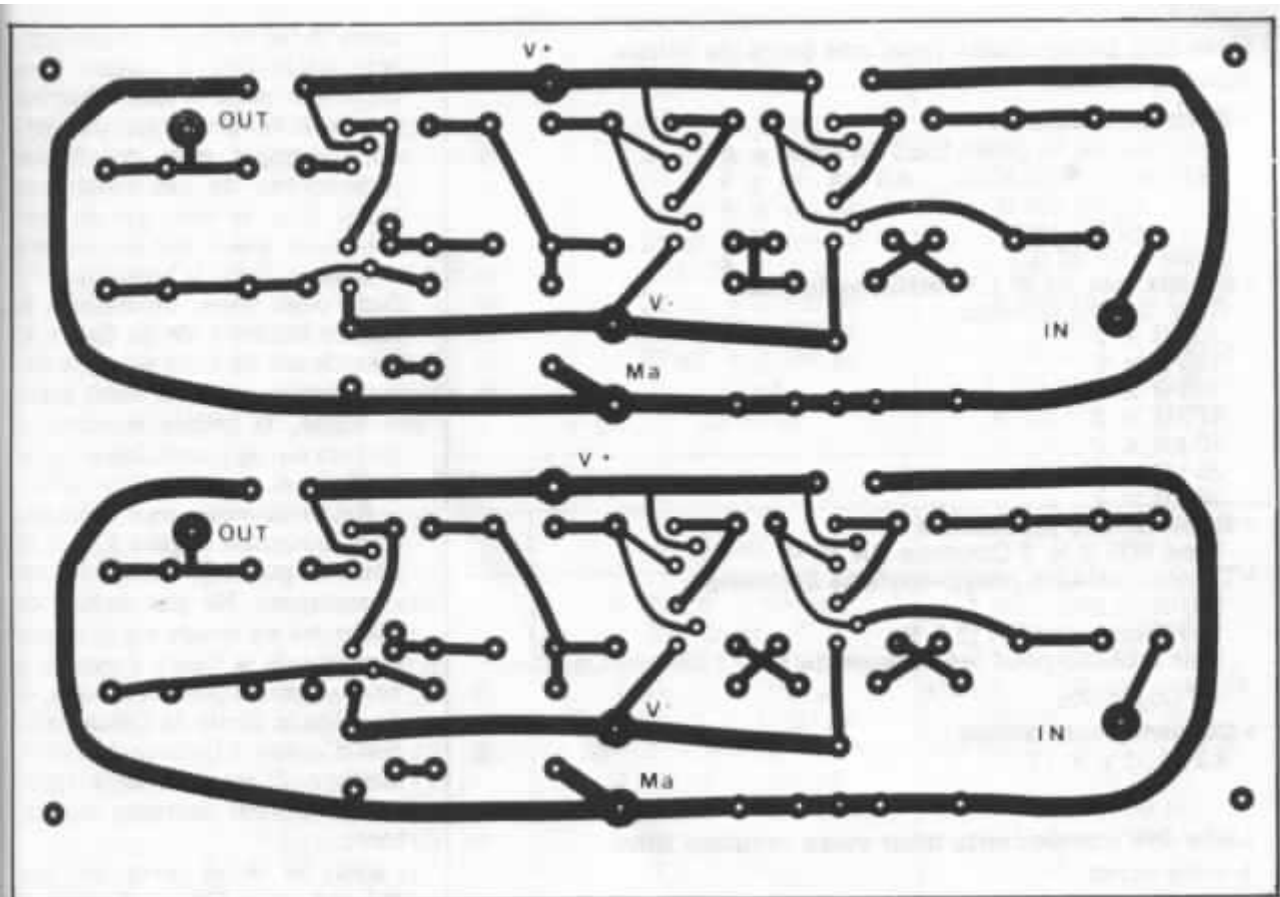


Fig. 6 : Circuit imprimé de la cellule médium du filtre 3 voies côté piste.

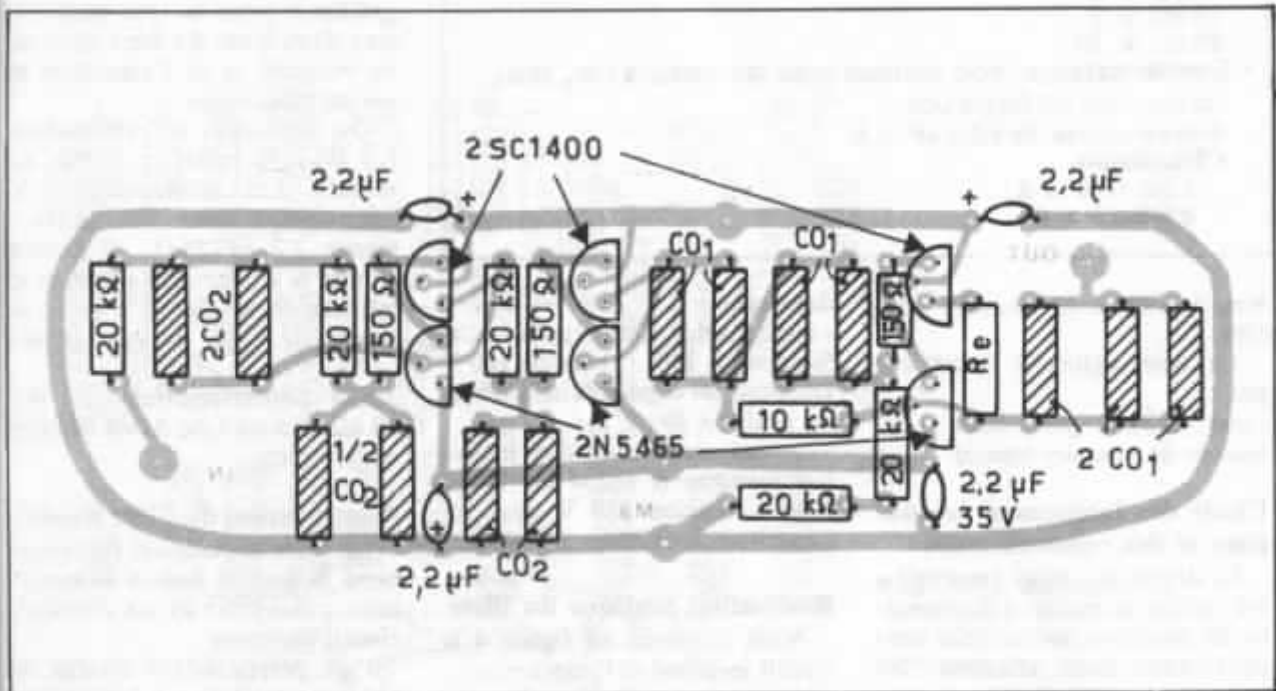


Fig. 7 : Implantation de la cellule médium du filtre 3 voies côté composants (1 seul canal représenté).

### Liste des composants pour une paire de filtres Kanéda 2 voies

#### • Semi-conducteurs

FET	• 2 SK 30 (AGR)	$I_{DSS} \geq 3 \text{ mA}$	× 6
FET	• 2 N 5465	$I_{DSS} \geq 8,5 \text{ mA}$	× 4
	• 2 SA 726 G		× 4
	• 2 SC 1400		× 4
Diode	• HV 23 G		× 2

#### • Résistances 1/2 W 1 % métal ou tantale

$R_E \times 2$ , voir tableau

100 $\Omega$	× 2
150 $\Omega$	× 6
180 $\Omega$	× 2
470 $\Omega$	× 2
10 k $\Omega$	× 2
20 k $\Omega$	× 10
56 k $\Omega$	× 2

#### • Résistances ajustables

Type 500  $\Omega$  × 2 Cosmos RA 12 P

#### • Condensateurs polypropylène Siemens

Ref B 33 063

160 V/tolérance H (2,5 %)

Voir tableau pour les valeurs de  $C_{O1}$ ,  $2 C_{O1}$ ,  $1/2 C_{O1}$ ,  $C_{O2}$

$1/2 C_{O2}$ ,  $2 C_{O2}$

#### • Condensateurs tantale

2,2  $\mu\text{F}/35 \text{ V}$  × 12

### Liste des composants pour voies médium filtre à trois voies

#### • Résistances Métal ou tantale 1 %

$R_E \times 2$ , voir tableau

150 $\Omega$	× 6
10 k $\Omega$	× 2
20 k $\Omega$	× 10

#### • Condensateurs : voir tableau pour les valeurs $C_{O1}$ , $2C_{O1}$ ,

$1/2 C_{O1}$ ,  $C_{O2}$ ,  $1/2 C_{O2}$ ,  $2 C_{O2}$

tantale goutte 35 V/2,2  $\mu\text{F}$  × 8

#### • Transistors

2 SC 1400	× 8
2 N 5465	× 6

mes de dérive en courant continu.

La voie aiguë est constituée par :

- une cellule passe-haut (fréquence de coupure haute).

#### Choix des fréquences de coupure et des condensateurs

Le dessin du circuit imprimé a été réalisé de manière à permettre de placer au moins deux condensateurs pour chacune des valeurs de capacités. Nous avons retenu comme modèle de con-

densateur :

- condensateur au polypropylène Siemens B 33063, tension 160 V DC pour les capacités inférieures ou égales à 10 nF ;

- condensateur plastique métallisé Siemens B 32234 ou Wima MKS4, tension 250 V pour les capacités supérieures à 10 nF.

#### Réalisation pratique du filtre

Nous donnons en figure 4 le circuit imprimé et l'implantation des composants pour chacune des versions deux et trois voies.

Dans le cas de  $f_{c2}$ , il est quelque fois nécessaire d'utiliser trois capacités pour s'approcher à mieux de la valeur exacte recherchée, compte tenu des faibles dimensions de ces condensateurs, il ne se pose pas de problème de place sur les circuits imprimés. Pour la réalisation du filtre deux voies, on utilisera le circuit imprimé de la figure 4. Dans le cas du trois voies, ce circuit servira pour les voies grave et aiguë, la cellule médium se placera sur le circuit imprimé de la figure 6.

Reportez-vous aux schémas d'implantation (figure 5, 7 et 8) pour la position des différents composants. Ne pas oublier de câbler les six straps sur le circuit imprimé de la figure 4 pour le 2 voies, figure 8 pour le 3 voies, et de relier la sortie de l'étage tampon d'entrée à l'entrée du circuit médium. Il est nécessaire également de trier certains transistors :

- 2SK 30 AGR avec un  $I_{DSS} \geq 3 \text{ mA}$  pour l'étage d'entrée et la sortie de la voie grave.

- 2N 5465 avec un  $I_{DSS} \geq 8,5 \text{ mA}$  pour la voie médium-aigu dans le cas du deux voies ou du médium et de l'aigu dans le cas du trois voies.

On utilisera des résistances 1/2 W 1 % métal ou mieux au tantale. Les condensateurs de découpage sont des tantale goutte 2,2  $\mu\text{F}/35 \text{ V}$ . Il faudra choisir la valeur de  $R_E$  suivant le tableau de la figure 3 selon la valeur de l' $I_{DSS}$  de vos transistors.

Les potentiomètres sont des 10 k $\Omega$  Lin ou Log Allen Bradley ou Sfernice.

#### Alimentation du filtre Kanéda

Le filtre Kanéda est très sensible à la qualité de son alimentation, aussi nous avons choisi un circuit composé :

- d'un pré-régulateur chargé de réduire au maximum les ondulations résiduelles des condensa-



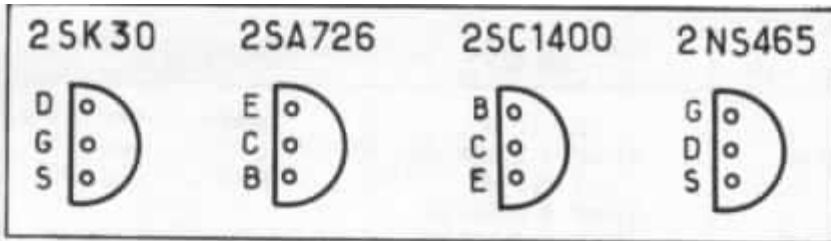


Fig. 9 : Brochage des semi-conducteurs.

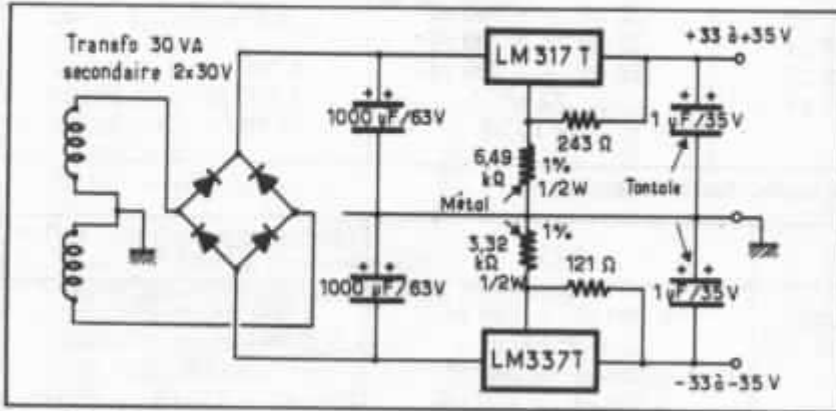


Fig. 10 : Schéma du prérégulateur.

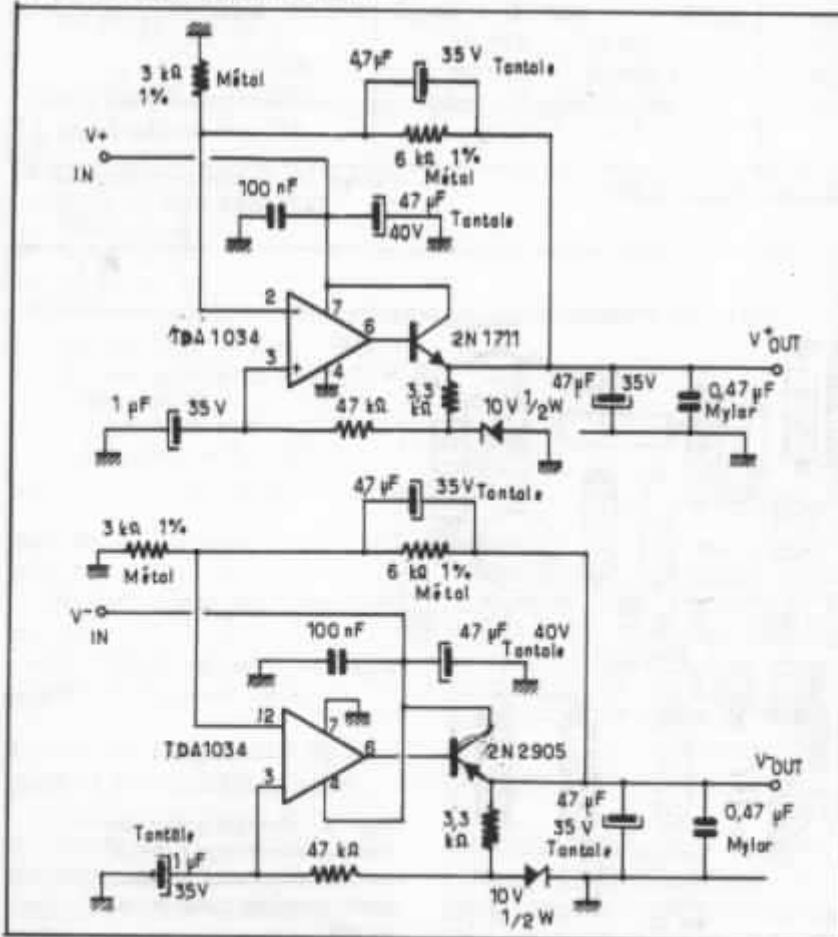


Fig. 11 : Schéma de l'alimentation stabilisée.

**Liste des composants**

- **Résistances**  
 Métal 1 % : 3,01 k $\Omega$   $\times$  2  
 6,04 k $\Omega$   $\times$  2
- **Condensateurs**  
 Mylar : 100  $\mu$ F  $\times$  2  
 0,47  $\mu$ F  $\times$  2  
 Tantale solide : 47  $\mu$ F/40 V  $\times$  4  
 Tantale goutte : 4,7  $\mu$ F/35 V  $\times$  2  
 1  $\mu$ F/35 V  $\times$  2
- **Semi-conducteurs**  
 Zener 1/2 W 10 V  $\times$  2 (10,2 V)  
 2 N 1711 + radiateur  $\times$  1  
 2 N 2905 + radiateur  $\times$  1  
 TDA 1034 NB ou (NE 5534)  $\times$  2

teurs de filtrage et de limiter la tension d'entrée du circuit de régulation principal à moins de 36 V (figure 10) ;

- d'une alimentation stabilisée  $\pm$  30 V basée sur un schéma proposé par M. Sulzer dans la revue américaine « Audio Amateur » n° 2/80 (figure 11).

Cette alimentation utilise un amplificateur opérationnel performant (NE 5534 ou TDA 1034 NB) avec un gain de 3 et d'un transistor suiveur. L'impédance de sortie d'une telle alimentation est de l'ordre de  $2.10^{-3} \Omega$  à 10 kHz et  $2,5.10^{-2} \Omega$  à 200 kHz. La régulation est excellente et le bruit en sortie est extrêmement faible.

Le circuit imprimé et l'implantation sont donnés en figures 12 et 13.

**Conclusion**

Le montage est absolument stable si l'on prend bien soin de câbler toutes les masses (fiches Cinch - circuits imprimés - potentiomètres) au point de masse du circuit imprimé de l'alimentation principale. Veillez à alimenter chaque partie du filtre en courant continu par un fil distinct.

Il est conseillé de laisser le filtre constamment sous tension secteur car au moment de la mise en route des dérives en continu apparaissent dans la voie grave tant que les composants ne sont

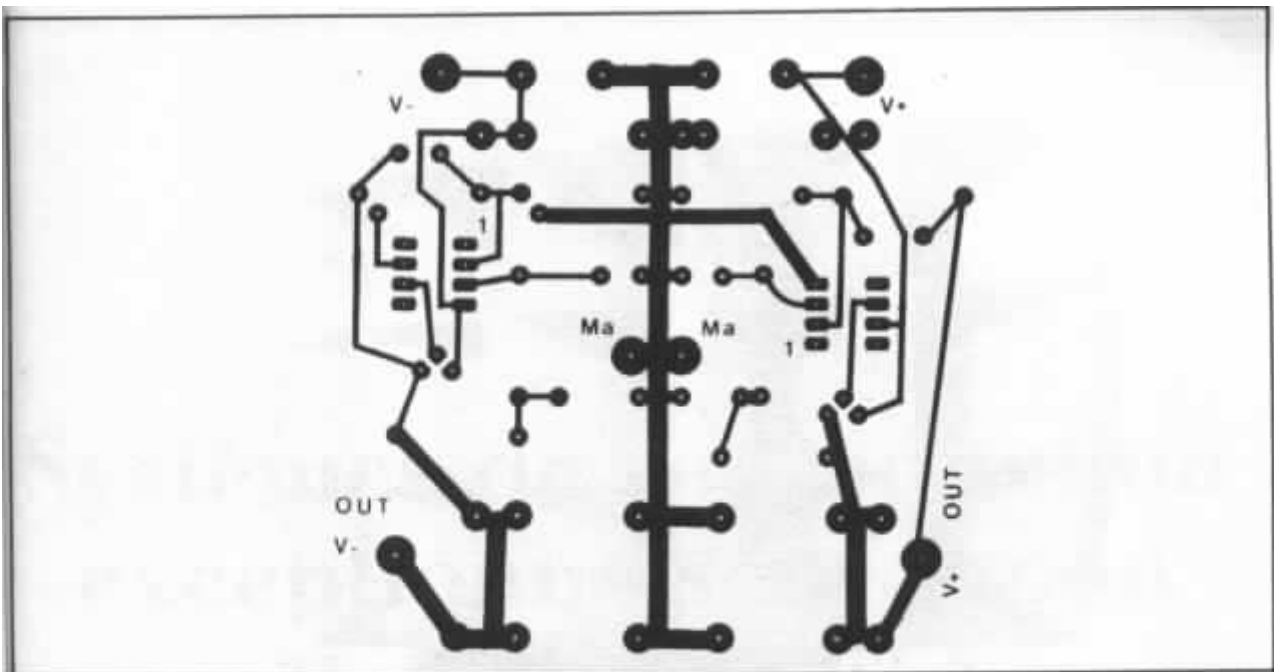


Fig. 12 : Circuit imprimé de l'alimentation stabilisée côté piste.

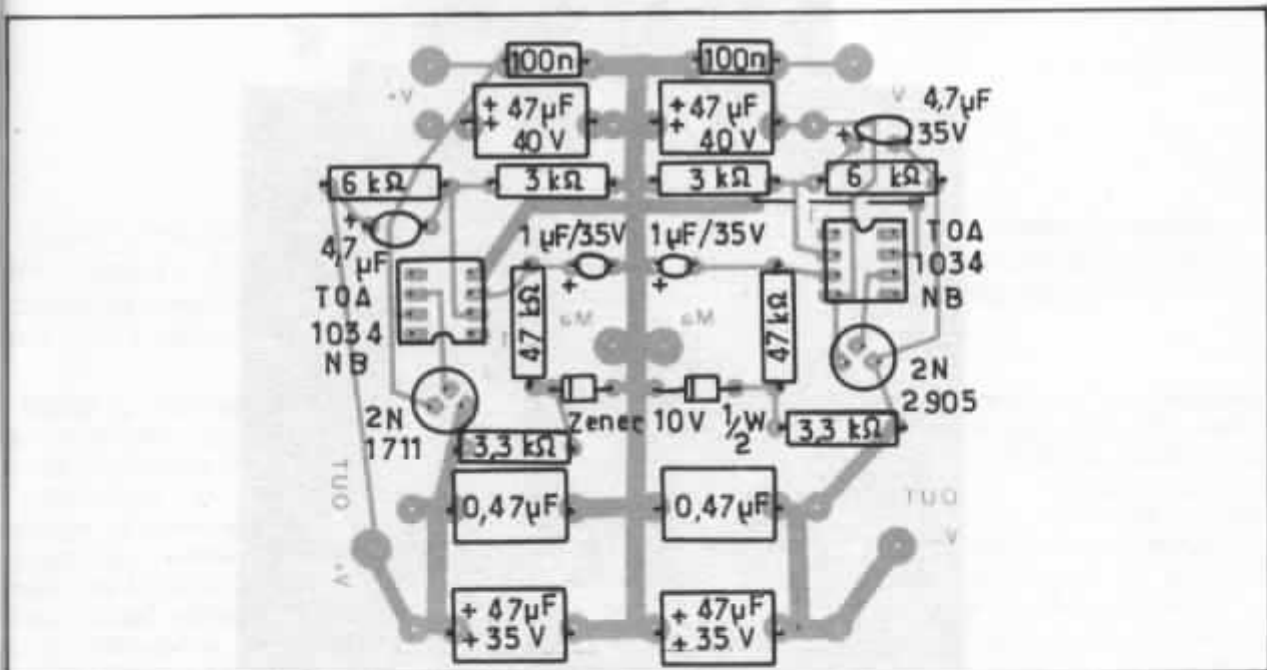


Fig. 13 : Implantation de l'alimentation stabilisée côté composants.

pas stabilisés en température.

Lors de la première mise en route, placer un oscilloscope sur les sorties  $V_+$  et  $V_-$  du régulateur pour vérifier qu'aucune oscillation parasite n'apparaît. Si vous rencontrez ce problème, il faut

recâbler toutes vos masses en vérifiant que vous n'avez pas de boucles.

Si aucune oscillation n'apparaît, court-circuiter les entrées du filtre, laisser les composants se stabiliser en température environ

une heure et régler les trimers de la voie grave pour avoir 0 V en tension continue à la sortie.

Le filtre est alors terminé et il ne vous restera plus qu'à redécouvrir votre système d'écoute avec ce circuit très performant.