

Le filtre électronique Kanéda

Un exemple de réalisation pratique

Jean Claude Gaertner

L'article publié dans le numéro 24 de l'Audiophile a eu une grande répercussion au niveau de nos lecteurs et nombreux sont ceux qui ont été tentés par cette réalisation. Les explications données dans ce précédent numéro étaient « minimales » et ne s'adressaient qu'à ceux de nos lecteurs ayant déjà une pratique certaine de l'électronique ; aussi avons-nous décidé de vous montrer une réalisation pratique avec le maximum de détails de construction.

A) Retour sur l'article du n° 24

1) Carte 2 voies

Il s'est glissé malencontreusement fig. 5 p. 32 trois erreurs au niveau de l'implantation des composants. Les lecteurs ayant comparé celle-ci avec le schéma théorique fig. 3 p. 31 l'auront remarqué :

- Le condensateur tantale $2,2 \mu\text{F}$ situé à côté du 2SCI400 est à supprimer.

- Il manque une résistance R_e qui est à placer entre l'émetteur du 2SCI400 et le drain du 2N5465 de la voie aigue.

- Il manque un strap reliant la ligne positive $V+$ au collecteur du 2SCI400 de la voie grave ; ce strap est clairement visible sur la photo n° 2.

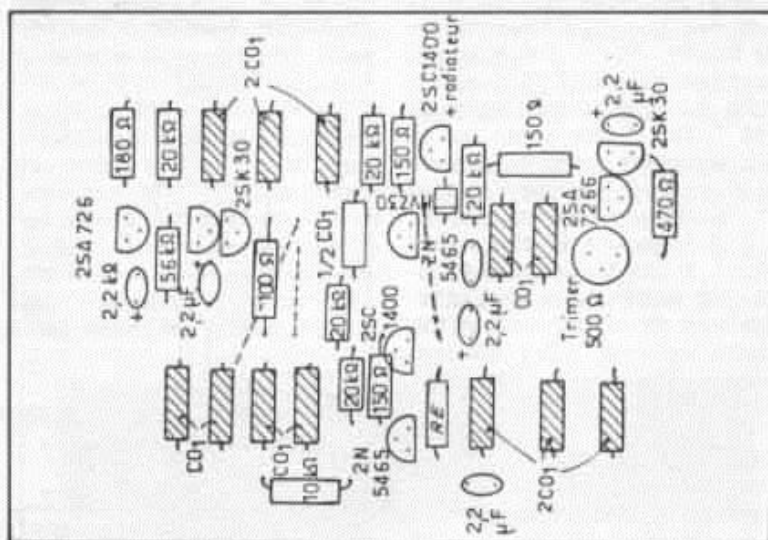


Fig. 1 : Implantation corrigée du circuit du filtre 2 voies.

2) Carte alimentation stabilisée

L'alimentation stabilisée proposée fig. 11 p. 36 n° 24, extrêmement simple malgré des performances exceptionnelles, a amené beaucoup de questions de la part de nos lecteurs et leur a semblé-t-il, posé quelques problèmes :

a) Cette alimentation n'est pas protégée, c'est-à-dire qu'une surcharge ou un court circuit à la sortie même momentanée entraînera la destruction quasi automatique du transistor de sortie 2N1711 ou 2N2905. Dans 90 % des cas ce sera le seul dégât. Ce transistor sert en quelque sorte de fusible. Nous n'avons pas voulu de protection car cela dégradait les performances. Pour information, nous avons relevé sur notre prototype une tension de bruit et ronflement inférieure à 0,5 mV crête à crête et une réjection de plus de 100 dB des harmoniques secteur.

b) De nombreux lecteurs se sont inquiétés de ne pas obtenir + et - 30 V en sortie ; une explication s'impose :

- L'examen du schéma théorique de la fig. 11 montre que la tension de sortie est dépendante d'une tension de référence donnée ici par une diode zener par la relation $1 + R2/R1$ avec $R2 = 6 \text{ Kohms}$, $R1 = 3 \text{ Kohms}$ soit avec une zener de 10 V et un facteur 3 une tension de sortie de 30 V. Or, il faut savoir que la tolérance sur la tension délivrée par une diode zener est d'environ 5 % ; d'où une variation possible de la tension de référence de 9,5 V à 10,5 V environ. La tension de sortie pourra donc varier dans les mêmes proportions soit entre 28,5 V et 31,5 V. On peut donc se trouver avec, dans le pire des cas, une alimentation délivrant 28,5 V d'un côté et 31,5 V de l'autre ; des essais ont montré que cela n'était pas du tout critique pour les filtres Kanéda. Celui-ci est beaucoup plus sensible à la qualité de la tension con-

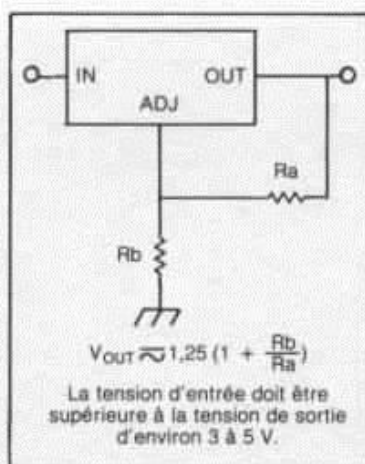


Fig. 2 : Principe d'utilisation des régulateurs 317 et 337.

tinue délivrée qu'à l'exacte symétrie entre le positif et le négatif.

Néanmoins il est tout à fait possible de réduire cette dissymétrie de deux manières :

- Choisir une paire de diodes zener délivrant la même tension (pas nécessairement 10 V exactement).

- Mettre en parallèle une résistance de forte valeur sur celle de 6 Kohms du côté délivrant la tension la plus élevée afin de réduire le gain. Par exemple : supposons que nos mesures en sortie d'alimentation : +29,10 V, il va falloir ramener la tension négative à la même

valeur absolue que la positive, pour cela nous allons réduire légèrement le coefficient multiplicateur (2 théoriquement) à 2,84. Une résistance de 68 Kohms fera l'affaire et la tension de sortie sera alors d'environ -29,08 V.

- Il est possible de diminuer la valeur des condensateurs tantale (initialement 47 $\mu\text{F}/35 \text{ V}$) jusqu'à 10 μF : une bonne valeur est 22 $\mu\text{F}/50 \text{ V}$. La valeur du condensateur 0,47 μF mylar peut être portée à 1 μF .

- Ne pas oublier le strap sur le circuit imprimé du côté de la partie négative.

- Placer un radiateur sur les transistors 2N1711 et 2N2905 qui chauffent un peu en fonctionnement normal.

3) Pré-régulateur

Nous n'avons pas prévu de circuit imprimé devant le peu de composants à câbler. Il vous suffira d'utiliser un petit morceau de circuit universel.

La formule approchée permettant le calcul de la tension de sortie des circuits intégrés régulateurs 317 et 337 est la suivante : $1,25 (1 + Rb/Ra)$ voir fig. 2.

Les valeurs de résistances proposées fig. 10 p. 36 vous donnent approximativement +34,6 V et -35,5 V.

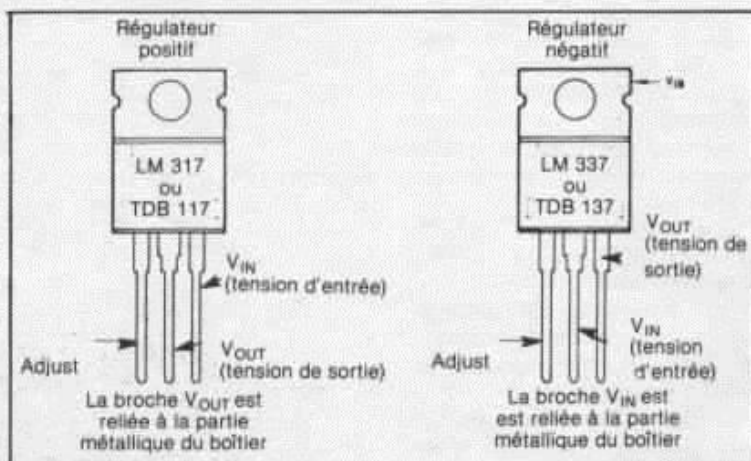


Fig. 3 : Brochage des régulateurs 317 et 337 en boîtier TO 220 vue de face. Nota : Ne pas tenir compte du brochage incorrect donné dans le n° 25 de l'Audio-ophile page 66.

Nota : un équivalent au LM317 de chez National est le TDB0117SP de chez Thomson. Le brochage de ces régulateurs en boîtier T0220 vous est proposé en fig. 3. Attention : la broche V_{out} est reliée à la partie métallique du boîtier dans le cas du 317 ou du 117 ; la broche V_{in} est reliée à la partie métallique du boîtier dans le cas du 337 ou du 137.

Il est possible de modifier la valeur du condensateur de filtrage jusqu'à 10 000 μF , et celui de 1 μF au tantale par 10 $\mu F/50 V$.

B) Construction du filtre

Nous avons construit un filtre trois voies, car il regroupe l'ensemble des cartes qui vous ont été proposées. Nous avons utilisé un coffret de marque ESM : hauteur 2U anodisé noir. Ceux qui désireront construire un filtre deux voies seulement n'auront qu'à omettre la carte médium. Vous pouvez voir le résultat sur les photos 1 et 1bis.

Sur la face avant nous trouvons de gauche à droite :

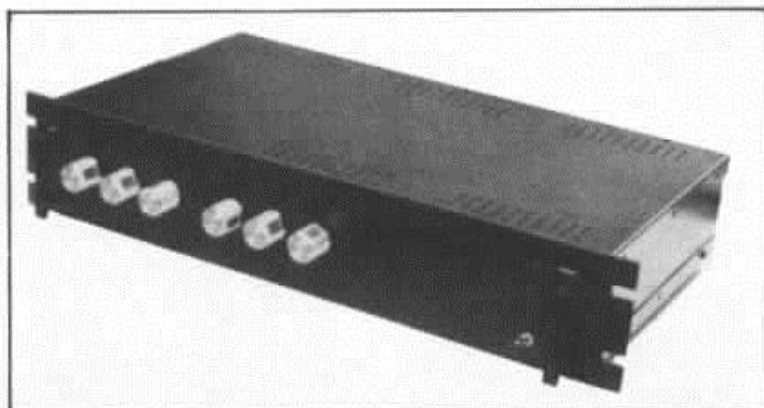
- Les réglages aigu - médium - grave voie gauche ensuite, grave - médium - aigu voie droite et enfin l'interrupteur secteur et la diode Led témoin de mise en route.

Sur la face arrière nous trouvons de gauche à droite :

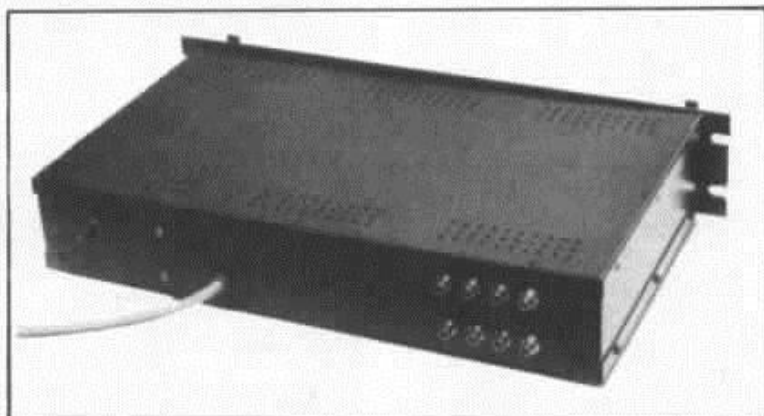
- Le porte fusible secteur avec un fusible de 0,25 à 0,5 Ampère de type rapide, le cordon secteur, la rangée supérieure de fiches Cinch pour la voie droite avec successivement sortie grave - médium - aigu - entrée (située à l'extrême droite), la rangée inférieure de fiches Cinch pour la voie gauche avec successivement sortie grave - médium - aigu - entrée (située à l'extrême droite).

1) Préparation mécanique

La première opération ne consiste pas à brancher le fer à souder, mais à procéder aux quelques perçages nécessaires.



1. Le filtre habillé dans un coffret 2U.



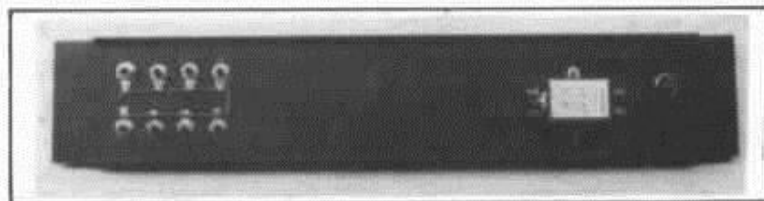
1 bis. Vue de la face arrière.

- La photo n° 3 vous montre les éléments à fixer sur la face arrière. Remarquez que la partie secteur est éloignée le plus possible des fiches Cinch. Nous avons utilisé un filtre secteur pour une atténuation maximale des parasites (voir à ce sujet l'article paru dans le n° 27). Le cordon secteur est placé à proximité du filtre de façon à limiter au maximum la distance entre le boîtier et le secteur non filtré. A l'autre extrémité de la face arrière, on peut

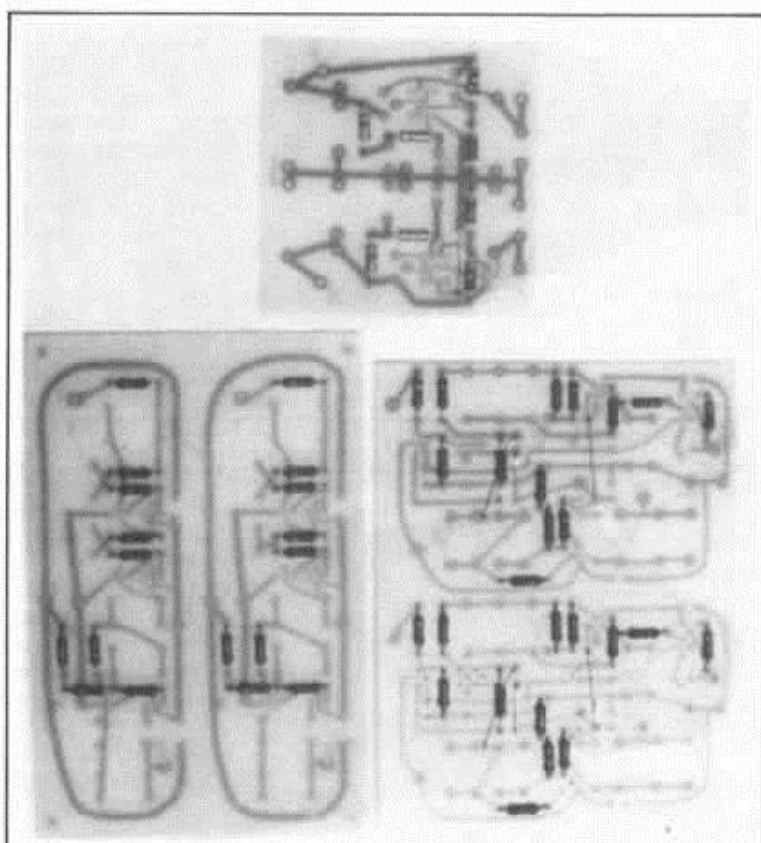
apercevoir les deux rangées de fiches Cinch qui sont vissées directement sur le boîtier sans isolement.

Remarquez le fil nu qui relie les masses de ces huit fiches.

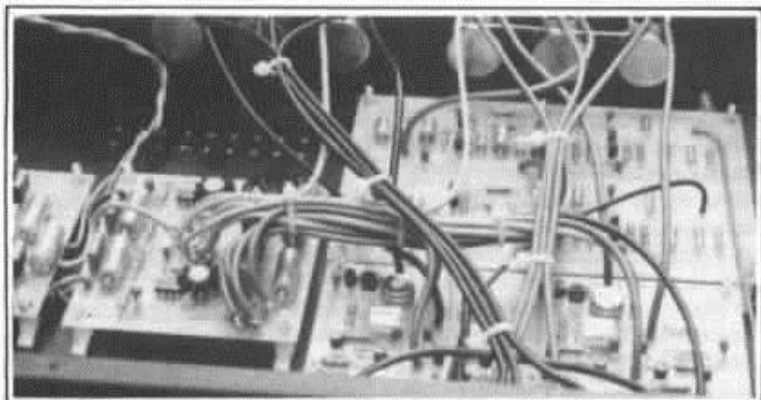
- La photo n° 4 vous montre les éléments à fixer sur la face avant. Les six potentiomètres doivent être de haute qualité (Cosmos, Sfernice...). Leur valeur est de 10 Kohms LIN ou LOG.



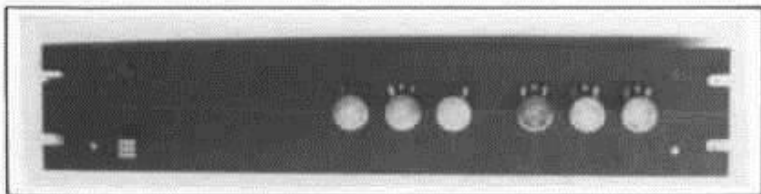
3. Préparation de la face arrière.



2. Câblage des circuits, commencez par les straps et les résistances.



5. Les circuits se clipsent sur des entretoises.



4. Préparation de la face avant.

Nota : Nous avons utilisé pour la voie grave uniquement un potentiomètre de 20 Kohms cela n'est pas obligatoire mais diminue légèrement la charge de travail du buffer de sortie voie grave.

Remarquez sur cette photo que les potentiomètres sont éloignés de l'interrupteur secteur (les six potentiomètres n'occupent qu'un peu plus de la moitié de la longueur de la face avant).

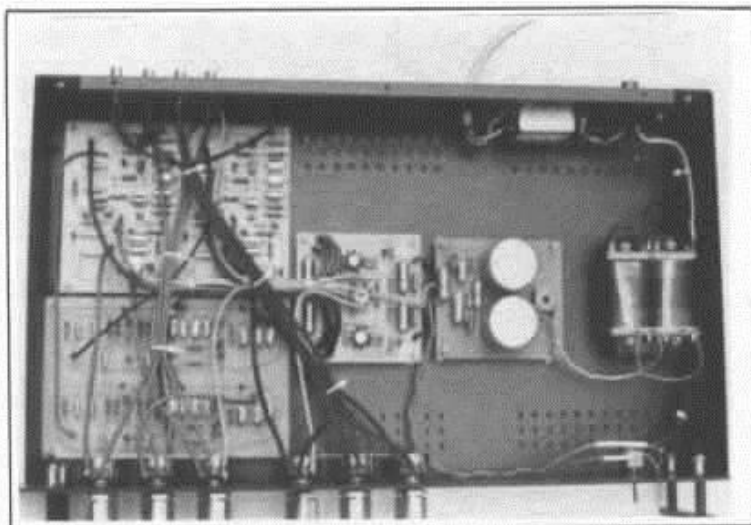
- Les circuits imprimés ainsi que le transfo sont fixés sur la place de fond. Nous avons utilisé des entretoises en plastique (identiques à celles utilisées pour l'ampli 20 W Hiraga). Cela évite l'utilisation de vis et écrous et facilite énormément le câblage des circuits imprimés qui sont extraits simplement par traction. Il vous faudra donc percer chaque circuit imprimé de quatre trous de diamètre 3,5 mm. La position de ces trous et le type d'entretoises utilisées sont particulièrement visibles sur les photos n° 5 et 6. Pour faciliter le câblage des fils d'alimentation sur le circuit imprimé de l'alimentation stabilisée, nous vous proposons de percer trois trous de diamètre 3,5 mm aux endroits marqués V_{-out}, V_{+out}, Masse ; cela permettra de placer quatre cosses à souder du côté positif et négatif et huit cosses à souder du côté masse. Ces cosses seront fixées par une vis et un écrou et permettent ainsi de raccorder plusieurs câbles au même point sans difficultés, ces cosses sont clairement visibles sur la photo n° 7.

2) Câblage des circuits imprimés

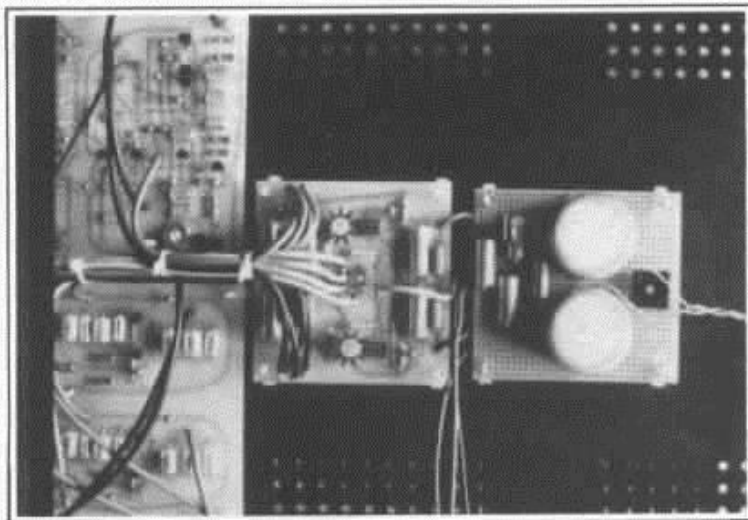
- Câbler les six straps sur la carte deux voies et le strap sur la carte alimentation.

- Souder les résistances 100 ohms / 150 / 180 / 470 / 10 K / 20 K / 56 Kohms sur les circuits imprimés du filtre.

Les résistances de 3,01 K, 6,04 K, 3,32 K et 47,4 Kohms sur le circuit imprimé d'alimen-



6. Disposition générale des circuits dans le coffret.



7. Détail du câblage des masses.

tation. Vérifier à l'aide de la photo N° 2 que vous n'avez pas fait de fautes d'implantation.

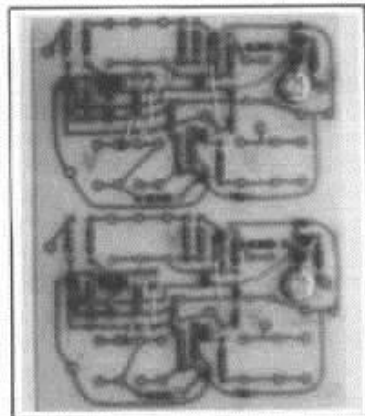
Nota : Nous vous avons présenté un tableau pour ajuster les valeurs R_e fonction des IDSS des 2N5465 ; les transistors livrés par la Maison de l'Audiophile sont triés de façon à utiliser une résistance de 10 ohms pour R_e .

- Câbler les transistors, les trimers, les diodes (attention à leur sens) et les tantalets goutte 2,2 μ F/35 V.

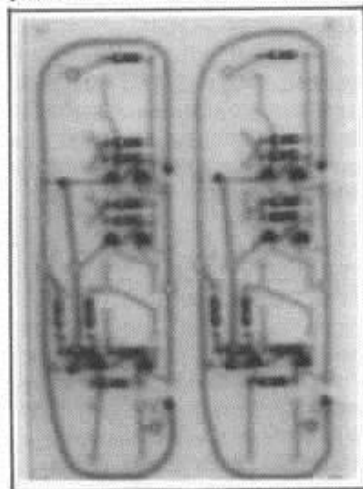
Attention à la polarité de ces

tantalets goutte, en effet, ceux-ci ne supportent pas la moindre inversion de polarité, surtension, ou sur-oscillation ; ils présentent le désagréable inconvénient de se mettre alors en court circuit, ce qui revient à faire claquer automatiquement les transistors de sortie de l'alimentation stabilisée.

Les photos n° 8 et 9 vous montrent le câblage des cartes grave-aigu et médium. Tous les composants sont soudés excepté les condensateurs spécifiques à la



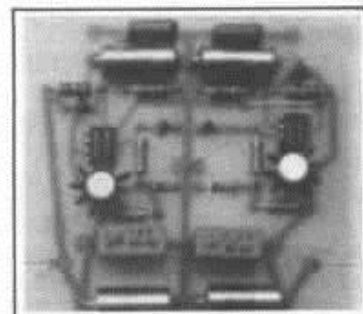
8. Câblage des circuits, grave-aigu, transistors et trimers sont mis en place.



9. Câblage des circuits médium, transistors mis en place.

sélection de la fréquence de coupure.

La photo n° 10 vous montre le câblage de l'alimentation stabilisée.



10. Câblage de l'alimentation stabilisée.

sée. Remarquez l'orientation des diodes zener et les endroits où il vous faudra percer les trois trous permettant de fixer les cosses à souder. Nous avons choisi comme fréquence de coupure 600 Hz et 8 kHz soit :

$$\begin{aligned} C01 &= 10 \text{ nF} + 3 \text{ 300 pF} \\ 2C01 &= 22 \text{ nF} + 4 \text{ 700 pF} \\ 1/2C01 &= 2 \times 3 \text{ 300 pF} \\ C02 &= 1 \text{ 000 pF} \\ 2C02 &= 2 \times 1 \text{ 000 pF} \\ 1/2C02 &= 470 \text{ pF} \end{aligned}$$

Pour d'autres fréquences de coupure reportez-vous au tableau p. 35 n° 24.

Vous pouvez remarquer les cartes complètement câblées photos n° 11 et 12.

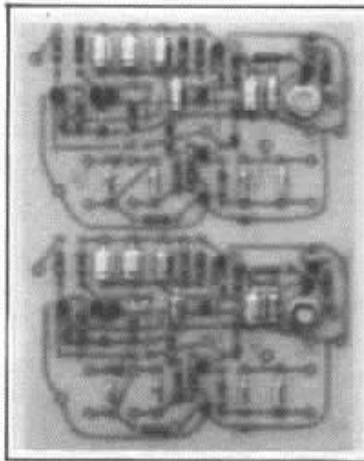
Nota : Il est conseillé de placer un radiateur sur les 2SC1400 de la voie grave afin de limiter la dérive en courant continu. Ces radiateurs ne sont pas présents sur les photos publiées.

- Placer alors provisoirement sans les enfoncer les trois circuits imprimés sur leurs entretoises respectives et préparer les câbles de section 1 mm² qui serviront aux différents raccordements : V+, V-, masse, entrée filtre, sortie grave - médium - aigu, liaison entre les deux cartes grave/aigu et médium.

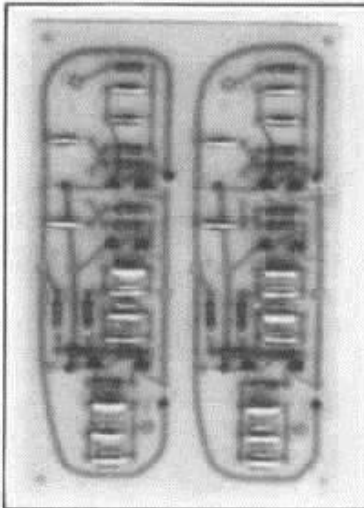
Lorsque tous ces câbles seront préparés et soudés sur les circuits imprimés du côté filtre, enfoncer alors les trois circuits imprimés sur leurs entretoises respectives.

Nota : Remarquez sur la photo n° 6 la position des différents circuits imprimés sur le fond du coffret.

- Réunir en toron les douze fils d'alimentation (quatre fils V+, quatre fils V-, quatre fils Masse) du filtre à l'aide de serre-câbles, puis souder ce toron au circuit imprimé de l'alimentation stabilisée sur leurs cosses respectives. Voir photo n° 13. Remarquez sur cette photo la position du toron ainsi que les deux fils qui relient la carte grave-aigu à la carte médium.



11. Câblage des circuits grave-aigu. Mise en place des condensateurs.



12. Câblage des circuits médium, mise en place des condensateurs.

- Visser alors les faces latérales ainsi que les faces arrière et avant sur la plaque du fond.

- Relier ensuite les entrées gauche et droite du circuit imprimé aux fiches Cinch correspondantes sur la face arrière.

- Souder les sorties grave, médium, aigu aux potentiomètres situés sur la face avant.

- Relier avec un fil étamé les trois potentiomètres côté point froid de chaque voie, ceci est particulièrement visible sur la photo n° 13.

- Relier alors les fiches Cinch de sortie avec les curseurs de

potentiomètres correspondants. (Attention aux éventuelles inversions de câblages, en cas de doute observez minutieusement la photo n° 13).

Relier les masses des potentiomètres gauche et droite à la masse principale de l'alimentation stabilisée par deux fils distincts.

- Relier la masse fiche Cinch à la masse générale.

- Relier les sorties du pré-régulateur aux entrées du circuits imprimé de l'alimentation stabilisée, vous devez alors avoir sur ce circuit quatre fils V+, quatre fils V-, huit fils de masse. (Voir photo n° 13).

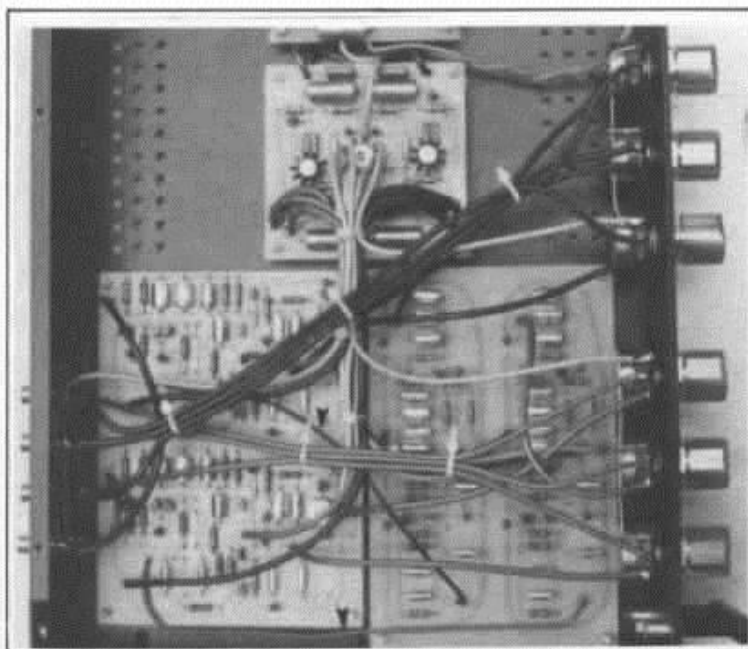
- Le câblage est alors pratiquement terminé, il vous reste à raccorder le transfo, l'interrupteur secteur, le cordon secteur, le filtre secteur et le porte-fusible.

Notez que la diode Led est alimentée en courant continu par la sortie du pré-régulateur et non par la sortie de l'alimentation principale. Nous avons choisi la tension positive du pré-régulateur et intercaler en série une résistance de 3,3 Kohms 1/2 W pour limiter la tension vue par la diode.

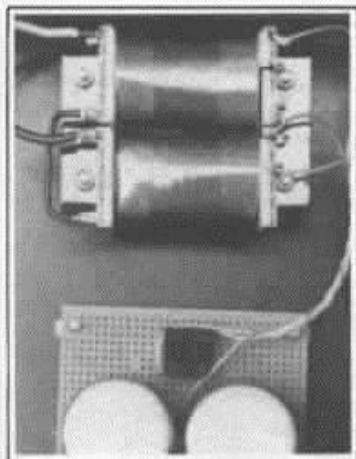
La photo n° 14 vous montre le câblage de la partie secteur et en particulier celui du transformateur. Il s'agit d'un modèle à très faible rayonnement spécialement développé pour le filtre FA 1, version finie. Il comporte trois secondaires : 2 x 26 V 0,5 Ampères et 1 x 24 V/0,5 Ampères. La sortie 24 V n'est pas utilisée ici.

Remarquez sur la photo n° 14 le câblage du transfo et en particulier les deux straps, au niveau du primaire et du secondaire.

Le point milieu du secondaire du transfo est à relier à la masse située entre les deux condensateurs de filtrage se trouvant sur la carte du pré-régulateur. Ceci est important car des essais ont



13. Vue générale du câblage. les flèches indiquent les liaisons entre carte grave-aigu et carte médium.



14. Câblage du transformateur, noter les deux straps.

montré une très grande différence de bruit résiduel en sortie d'alimentation. L'interrupteur secteur est un modèle bipolaire dont les contacts ont été mis en parallèle.

Contrôle et réglage du filtre

Vous voici donc au terme de cette réalisation qui devrait fonc-

tionner du premier coup. Néanmoins par expérience personnelle nous vous conseillons de vérifier toutes les polarités des condensateurs, zeners, transistors, et l'ensemble de votre câblage avant la première mise en marche.

Rappelons que si vous disposez d'instruments de mesure tels qu'oscilloscope et voltmètre, il serait intéressant de désouder temporairement les huit fils V+ et V-, et vérifier après mise en marche que vous avez bien des tensions + et -30 V environ ; coupez alors l'interrupteur et resoudez les fils V+ et V- sur leurs cosses respectives. Mettre en marche et vérifier alors les tensions aux bornes de l'alimentation ; vérifier qu'il n'y ait pas d'oscillation en plaçant la sonde de l'oscilloscope sur l'alimentation positive et négative ; placer le sélecteur sur alternatif et choisir l'amplitude la plus faible (en général 2,5 ou 10 mV/cm).

Si tout va bien, il vous reste à régler la dérive en continu sur la voie grave. Pour cela, court-circuiter les deux entrées voies gauche et droite du filtre au niveau des fiches Cinch. Mettre alors le filtre sous tension et placer un voltmètre en continu à la sortie de la voie grave potentiomètre au maximum, régler alors le trimer de 500 ohms jusqu'à lire 0 V. Laisser le filtre se stabiliser en température (capot supérieur posé) environ 30 mn, puis procéder au réglage définitif.

Lors de l'utilisation, il faut savoir qu'à la mise en route et à l'arrêt du filtre il apparaît une tension continue en sortie de la voie grave pendant une dizaine de secondes environ, le temps que les divers composants trouvent leur équilibre thermique. C'est pourquoi nous vous conseillons fortement soit de laisser votre filtre continuellement en fonction (la consommation est suffisamment faible pour cela) ou alors de toujours mettre en marche votre filtre environ 30 secondes avant les amplificateurs et d'arrêter ces derniers avant le filtre.

Nous avons obtenu sur notre prototype moins de 3 mV de dérive en continu. Mettre alors un point de vernis sur les trimers et visser le capot supérieur. Votre filtre est alors définitivement terminé et il ne nous reste plus qu'à souhaiter une excellente écoute.

Nota : Tous les composants sont disponibles à la Maison de l'Audiophile pour ne pas vous poser de problèmes d'approvisionnement. Le prototype réalisé pour la préparation de cet article y est exposé. Les 2SC-1400 sont remplacés par les 2SC-1775, ils ne sont plus fabriqués à l'heure actuelle.