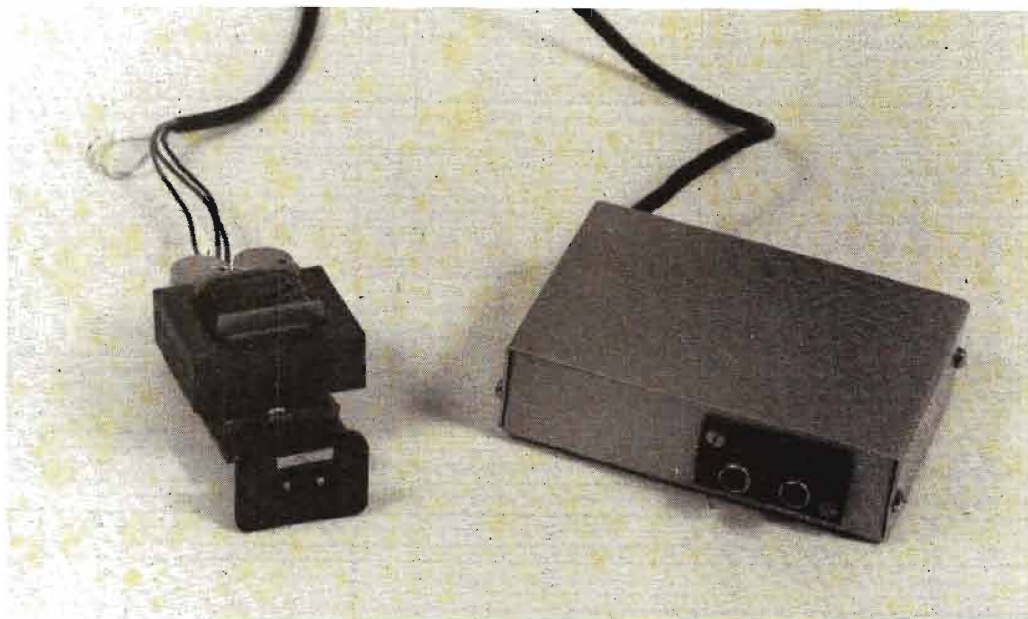


LE CIRCUIT INTEGRE POURQUOI PAS ?

UN PREAMPLIFICATEUR PHONO



A TRES HAUTES PERFORMANCES

Peut-on réaliser un préamplificateur phono sans bruit de fond à partir d'un circuit intégré. Il était difficile de le penser, pourtant, chez les constructeurs d'Extrême-Orient, nous trouvons certains circuits intégrés aux références étranges et jouant ce rôle. Nous avons voulu tenter l'expérience avec un circuit intégré nouvellement sorti par RTC ou Signetics, un circuit intégré dont le bruit de fond est nettement meilleur que ce qui se faisait auparavant. Cet abaissement du bruit de fond ne s'accompagne pas d'une chute dans la réponse, ce que l'on aurait pu constater avec un circuit « lent » du type 741, circuit de la première génération.

Le circuit intégré en question

Ce circuit, c'est le TDA 1034, circuit que l'on trouvera aussi sous la référence NE ou SE 5534 chez Signetics. Son boîtier de plastique (ou métal dans une autre version) est à huit pattes, le brochage est celui d'un 741 dans le même boîtier. Les constructeurs ont normalisés quelque peu les brochages des circuits, ce qui permettra à ceux qui ne trouveront pas le TDA 1034 de mettre à la place un 741, un TBA 221, un LM 301, ou les nouveaux ampli op à FET genre TL071 CP de Texas. Les meilleurs résultats sont

obtenus avec le TDA 1034 comme nous allons le voir.

Le brochage du circuit est donné sur la figure 1, le boîtier est un DIL à huit pattes dont, la référence exacte du circuit est TDA 1034 NB.

Le circuit se caractérise par une large bande passante en petits signaux : 10 MHz, une possibilité d'attaque de faible charge, la tension de sortie étant de 10 V efficaces sur une charge de 600 Ω lorsque la tension d'alimentation est de ± 18 V. Le bruit ramené à l'entrée est de 4 nV/Hz. Le gain en tension en continu est de 100 000, 100 dB, à 10 kHz il est encore de 6 000. La bande passante en puissance est de 200 kHz. La vitesse de balayage en tension est de

13 V/ μ s et la plage d'utilisation va de ± 3 à ± 20 V. Une plage classique. Il admet un court-circuit en sortie avec une restriction toutefois concernant le fonctionnement à température élevée.

La compensation interne est assurée pour les gains élevés, lorsque le gain s'approche de l'unité, une capacité introduite entre les bornes 5 et 8 assure une compensation complémentaire. Cette compensation peut s'avérer nécessaire lorsque l'impédance dynamique de l'alimentation n'est pas suffisamment basse. L'introduction d'une capacité de compensation entraîne une baisse de la vitesse de balayage en tension.

D'autre part, les circuits d'équilibrage autorisent un

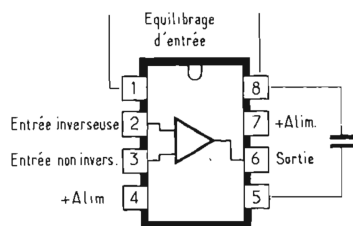


Fig. 1. - Brochage du circuit intégré en boîtier DIL 8

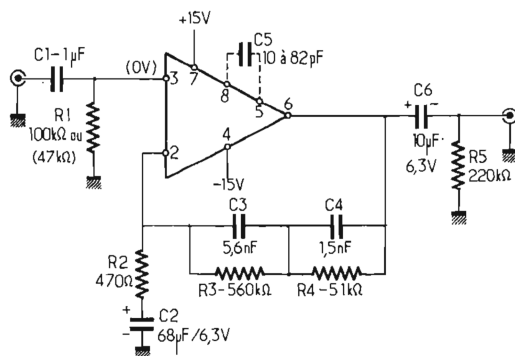


Fig. 2. - Schéma de principe.

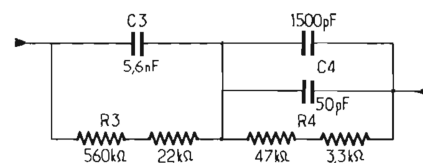


Fig. 3.

réglage du point de repos et par conséquent permettraient de réaliser un préamplificateur sans condensateur de liaison.

Schéma de principe

Le schéma est représenté sur la figure 2. L'amplificateur TDA 1034 est un amplificateur opérationnel utilisé en inverseur avec boucle de contre-réaction RIAA. Cette configuration est la plus rationnelle que l'on puisse utiliser. Le circuit de correction RIAA peut être divisé en deux sections, la zone des fréquences basses est traitée par la contre-réaction alors que les fréquences hautes le seront par un circuit passif, un filtre de désaccentuation, type passe-bas, avec pente de 6 dB par octave. Cette configuration a l'inconvénient de faire fonctionner le préamplificateur RIAA avec une forte amplitude aux fréquences élevées, la garde de fonctionnement étant réduite. Certains disques en gravure directe ou contenant pas mal d'aigu dans la zone des fréquences élevées, risquent de perdre pas mal d'informations. D'autre part, sur le plan bruit de fond, cette formule est moins avantageuse, nous l'avons expérimentée.

Le circuit que nous avons réalisé est le plus simple que l'on puisse concevoir. Le signal arrive sur C_1 qui constitue avec R_1 un filtre passe-bas pouvant éliminer certaines fréquences TBF indésirables. Avec les

constantes de temps choisies ici, nous avons une fréquence de coupure basse de 1,5 Hz. L'impédance d'entrée du préamplificateur est de 100 000 Ω , c'est pratiquement la valeur de la résistance R_1 , l'impédance d'entrée du circuit intégré étant très élevée. Beaucoup de cellules admettent une impédance de charge de 47 000 Ω , on pourra remplacer cette résistance par une 47 k Ω . Pour obtenir une fréquence de coupure plus élevée, on réduira le cas échéant la valeur du condensateur de

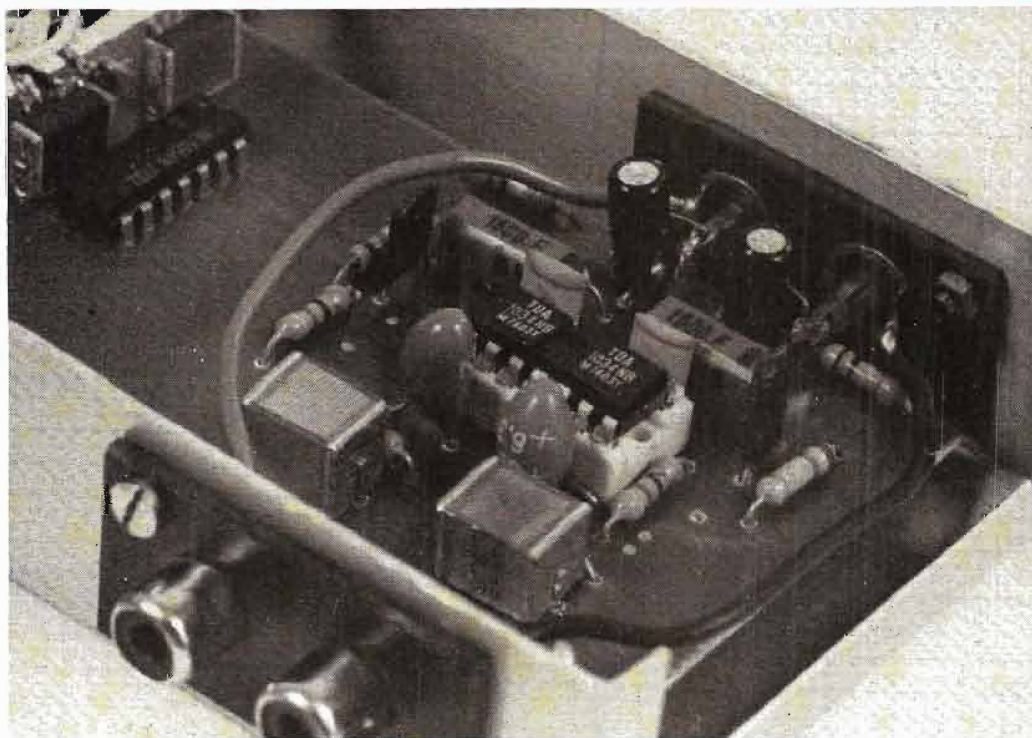
liaison. La faible valeur de ce condensateur permettra d'utiliser un condensateur à diélectrique plastique. L'entrée 3 est mise à la masse par la résistance R_1 , le faible courant d'entrée provoquera un décalage de la tension de sortie.

Les méthodes classiques de compensation des amplificateurs opérationnels pourront être utilisées, nous n'avons pas jugé intéressant de le faire.

Le circuit de sortie comporte un second circuit passe-haut qui combinera son action avec le filtre amont. Le filtre amont

évitera certaines intermodulations au rythme du bruit TBF du tourne-disque, le filtre de sortie enlèvera une partie du bruit TBF, ce bruit est faible sur ce circuit, il est nettement plus important si on utilise un 741. (bruit de pop corn). Aucune fréquence de coupure pour ce filtre, la résistance R_5 est là pour fixer le potentiel de l'anode du condensateur C_6 , la fréquence de coupure dépendra essentiellement de la valeur de la résistance de charge.

A titre d'exemple, nous aurons ici une fréquence de



Le préamplificateur complet, les deux circuits, intégrés sont montés sur un support à 16 broches.

coupure de 10 Hz pour une charge de $1\,500\,\Omega$. Une règle de trois permettra de réduire la valeur de C_6 ; plus le condensateur est faible et plus la fréquence de coupure est haute, plus la résistance de charge est basse et plus sera haute la fréquence de coupure.

Le circuit de contre-réaction utilise un condensateur qui permet d'avoir une contre-réaction totale en courant continu. La tension de décalage de l'entrée se retrouvant en sortie, comme cette tension est faible, le décalage sera lui aussi très faible et par conséquent sans importance. La valeur du condensateur C_2 modifie le gain du préamplificateur aux fréquences très basses, avec les $22\,\mu\text{F}$ choisis, nous avons une fréquence de coupure basse (constante de temps $R_2\,C_2$) de 10 Hz.

Le réseau RIAA est constitué comme d'habitude de quatre composants deux résistances, deux condensateurs ; en alternatif, le condensateur C_2 est considéré comme un court-circuit, le taux de contre-réaction est déterminé par la valeur des composantes du réseau de contre-réaction et de la résistance R_2 . R_2 déterminera le gain du préamplificateur et permettra, le cas échéant, de modifier le gain du montage.

Avec les valeurs indiquées ici, nous avons un gain de 42 dB, soit 130 (le gain du préamplificateur RIAA étant considéré à 1 000 Hz). Compte tenu de la courbe RIAA, nous aurons un gain plus élevé aux fréquences très basses et un gain faible dans l'aigu.

Il va de soi que suivant la valeur des composants du réseau de contre-réaction on pourra modeler la courbe de réponse pour lui faire épouser la courbe RIAA de très près. Avec la tolérance des composants utilisée, 5 % environ pour les résistances, nous pouvons obtenir, compte tenu des valeurs normalisées, une courbe tenant dans une bande de $\pm 0,5\,\text{dB}$. Si maintenant on dispose de moyens de mesure suffisamment précis, il est possible de mieux cerner la courbe RIAA et d'obtenir une tolérance de $\pm 0,1\,\text{dB}$. C'est ce que nous avons fait.

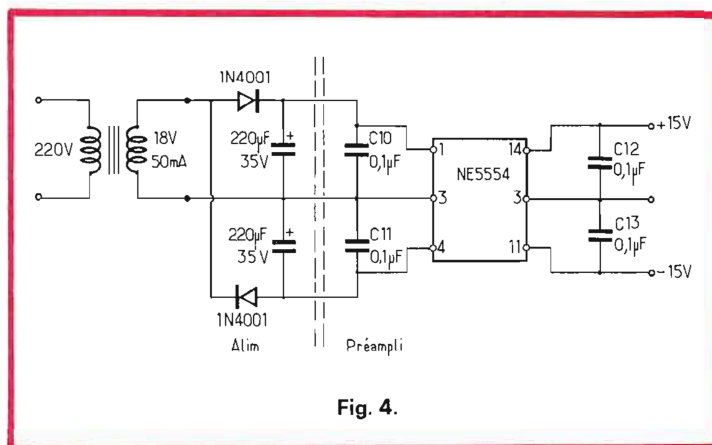


Fig. 4.

Approche de la courbe RIAA

Une expérience facile à faire lorsqu'on dispose d'un traceur de courbes dont les échelles sont suffisamment dilatées (traceur de courbe UREI), c'est de voir l'influence qu'aura chaque composant du circuit de contre-réaction. Les calculs permettent de composer une courbe exacte, mais comme les composants ayant une tolérance très faible, sont très difficiles à trouver, il est préférable de travailler par approche successive. Nous nous sommes « amusés » à modifier de 10 % la valeur de chaque composant pour voir sur quelle zone de fréquence, ce compo-

sant avait de l'influence et quelle était cette influence. Ces opérations sont résumées sur la courbe A, où l'on trouvera sur quel élément agir dans chaque zone.

La figure 3 donne le réseau de correction que nous avons utilisé, un réseau permettant d'approcher de très près, comme les ordonnées le précisent la courbe théorique. Les valeurs ont été obtenues expérimentalement par approches successives, nous avons utilisé des associations de composants, ce qui évite de se procurer des composants rares et chers.

La résistance R_4 est une résistance de $47\,\text{k}\Omega$ en série avec une $3\,300\,\Omega$, la résistance R_3 est constituée d'une résis-

tance de $560\,\text{k}\Omega$ en série avec une $22\,\text{k}\Omega$, le condensateur C_3 a conservé ses $5\,600\,\text{pF}$ alors que nous avons ajouté un $50\,\text{pF}$ sur C_{11} . Des variations très faibles des éléments donnent un résultat visible.

Sur la courbe du haut, nous avons agit sur C_3 en plaçant en parallèle un condensateur de $560\,\text{pF}$. L'action est limitée autour de 200 Hz.

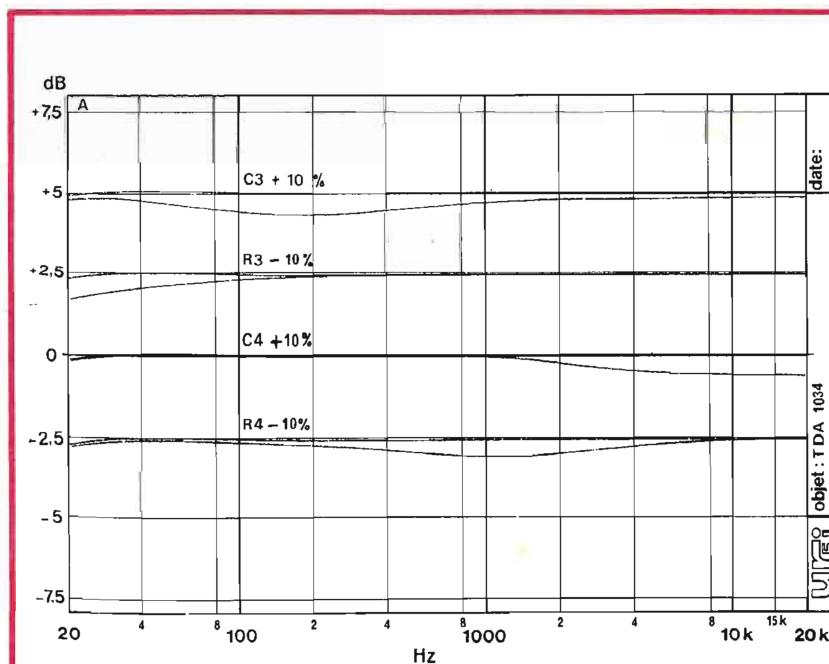
Sur la seconde courbe en partant du haut, nous avons placé en parallèle sur la résistance R_3 une résistance de $5,6\,\text{M}\Omega$, l'action a lieu dans le bas du spectre.

Troisième courbe, nous agissons sur C_4 en mettant un condensateur de $150\,\text{pF}$ en parallèle, l'action a lieu aux fréquences les plus hautes.

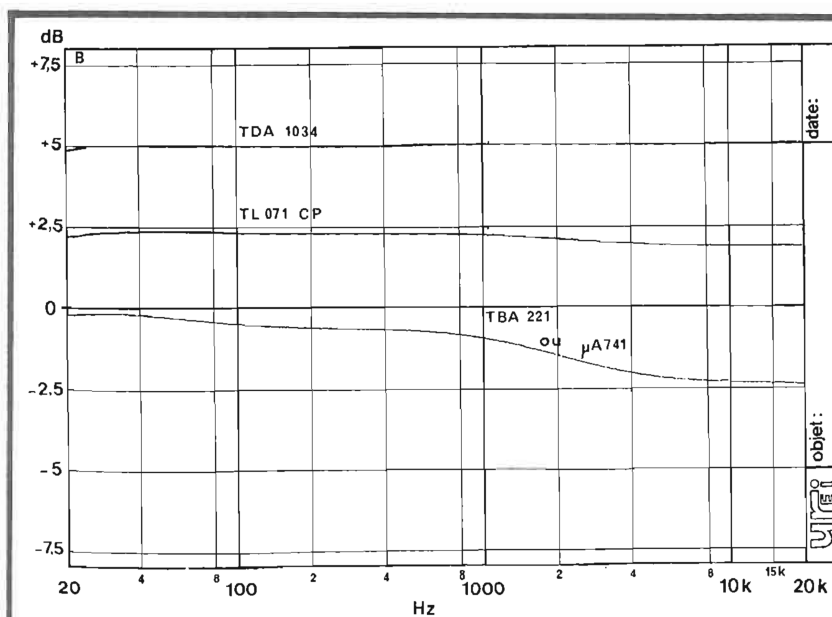
Dernière courbe enfin, celle du bas, nous agissons sur R_4 en abaissant sa valeur de 10, le creux est centré sur 1 kHz.

Quantitativement, une variation de 10 % de la valeur donne une variation de 0,5 dB. Si on veut réaliser une courbe encore plus précise, il est donc impératif de disposer de composants de haute précision.

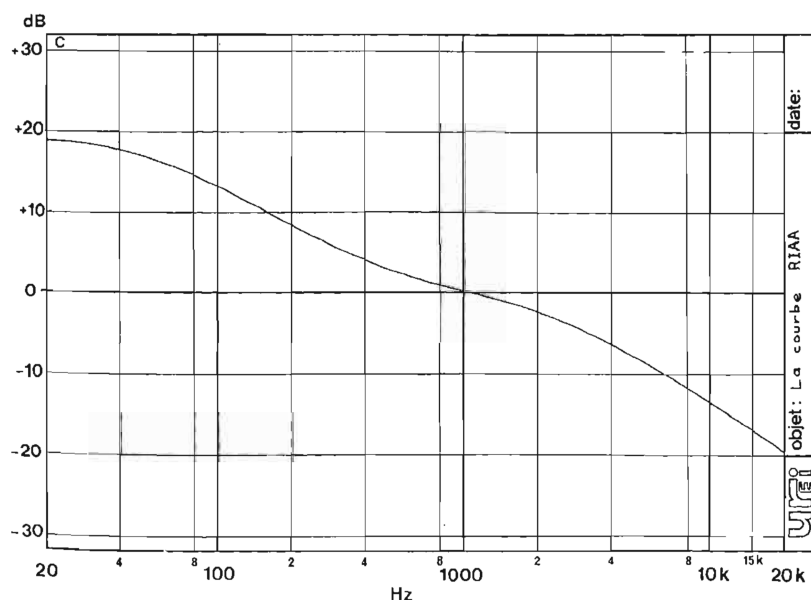
Pour rester dans un domaine plus réaliste, celui de la musique, nous précisons que $\pm 1\,\text{dB}$ constitue une précaution nettement satisfaisante pour l'oreille.



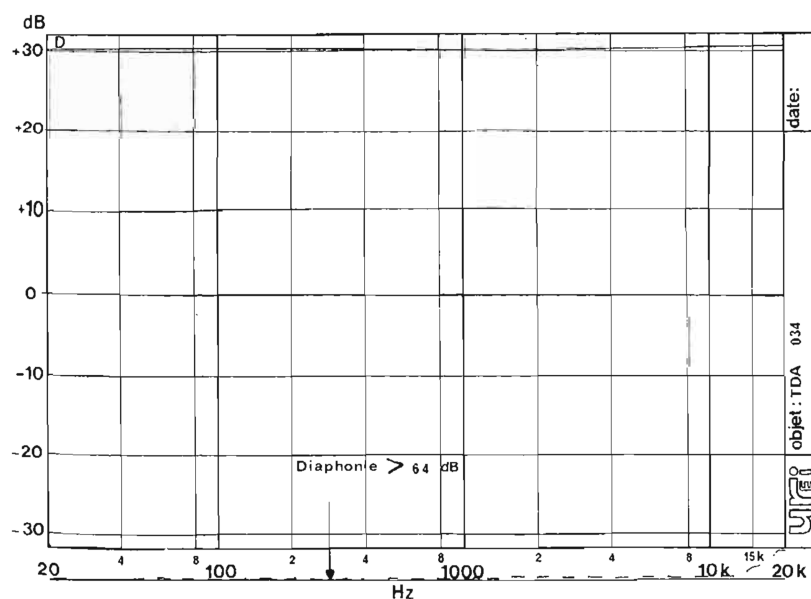
Courbe 1. - Influence d'une variation de 10 % de la valeur des composants.



Courbe B. - Influence du changement des circuits intégrés.



Courbe C. - Courbe de réponse du préamplificateur RIAA.



Courbe D. - Réponse (non optimisée) et diaphonie, elle est supérieure à 64 dB.

Changement de circuit intégré

Tous les circuits intégrés n'ont pas la même bande passante ni le même gain. Nous avons remplacé le TDA 1034 par un TL 071 CP de Texas, la courbe est donnée sur le réseau B. La courbe tient dans une plage de $\pm 0,25$ dB avec le 741 (ou TBA 221), nous avons une courbe de réponse différente, elle tient dans $\pm 1,2$ dB environ. Une atténuation aux fréquences hautes est due à la limitation de gain aux fréquences élevées du 741, ainsi qu'aux caractéristiques propres du circuit intégré. (Impédance d'entrée et de sortie). Une correction peut bien entendu être effectuée en s'aidant des courbes A.

Sur la courbe C, nous donnons la courbe RIAA globale avec les valeurs en dB données par les normes.

Alimentation

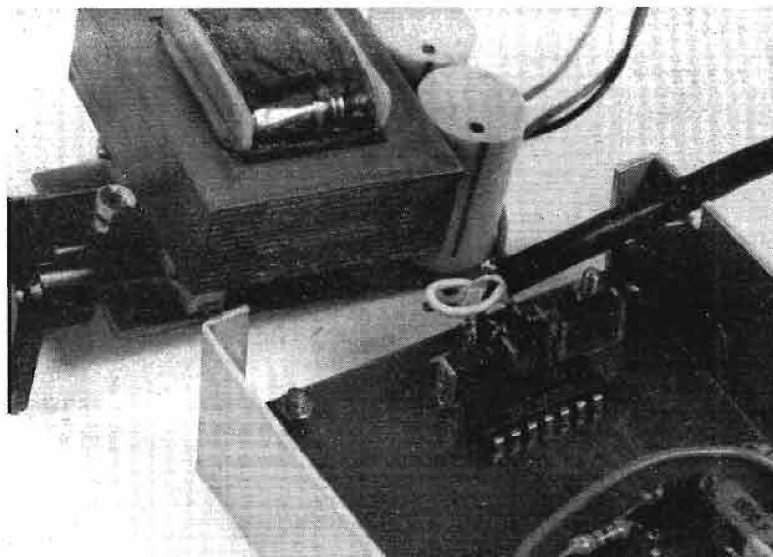
Pour rester dans une note moderne, nous avons utilisé un circuit intégré de régulation de tension, figure 4. Ce circuit intégré est une double alimentation de Signetics, un NE 5554 N délivrant une tension positive et une négative. Ces tensions sont de + et - 15 V. Le transformateur est installé à part pour éviter les problèmes de ronflements par rayonnement magnétique. Nous avons utilisé un transfo monté sur le circuit imprimé. Le redressement est simplifié, nous avons utilisé un redressement double à simple alternance, ce qui permet de bénéficier de tensions symétriques sans avoir besoin de secondaire à point milieu. Le filtrage par deux condensateurs de $220 \mu\text{F}$ est suffisant, le circuit intégré de régulation a un taux de réjection de 45 dB de l'ondulation pour le moins 15 V et de 60 dB pour le + 15 V. Comme le taux de réjection du circuit intégré TDA 1034 est de 10 à $100 \mu\text{V/V}$, nous sommes sûrs, même avec un filtrage de qua-

lité moyenne d'avoir un très faible bruit de fond dans l'alimentation. Les condensateurs C_{10} et C_{11} éliminent les risques d'oscillations aux fréquences hautes, les condensateurs C_{12} et C_{13} réduisent l'impédance de sortie dynamique aux fréquences élevées, elles permettent de supprimer les risques d'accrochages des circuits intégrés. Les condensateurs sont indispensables sur les deux pôles, ils sont inefficaces si un seul d'entre eux est utilisé.

Réalisation

Le schéma proposé est monophonique, nous avons réalisé une version stéréophonique. Quelques particularités pour ce montage. Le support de circuit intégré n'est pas indispensable. Nous avons utilisé un support à deux rangées de huit broches, les deux circuits intégrés sont montés côte à côte, on veillera à ce qu'ils ne se touchent pas, au besoin, une feuille de matière plastique intercalée entre eux sera employée.

Le circuit est symétrique, les deux voies étant identiques. Les condensateurs de filtrage sont installés à proximité du circuit intégré de régulation, exceptés ceux de forte valeur, qui sont restés près du transfo d'alimentation.



Section alimentation : au fond, le transformateur et les condensateurs de filtrage, les diodes sont fixées sous le transformateur.

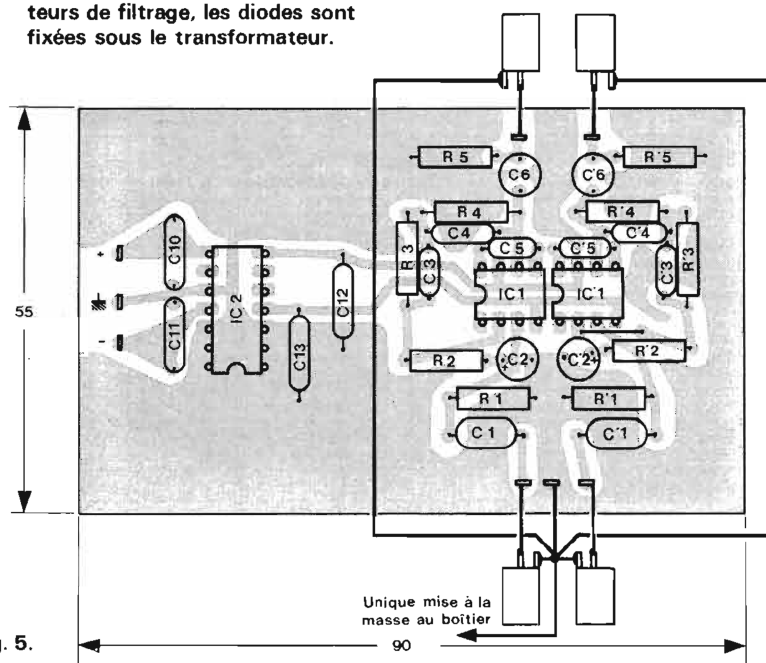


Fig. 5.

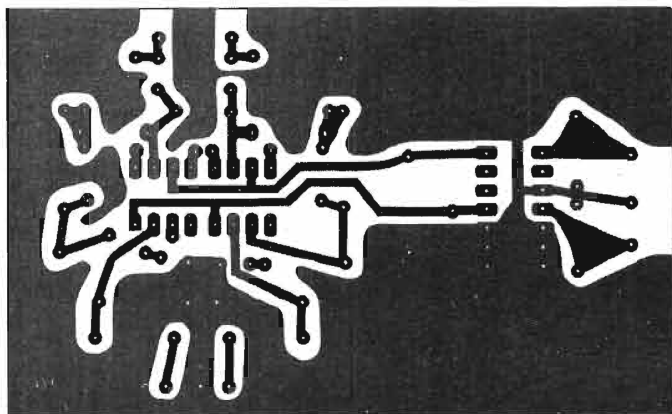


Fig. 6. - Le circuit imprimé à l'échelle 1.

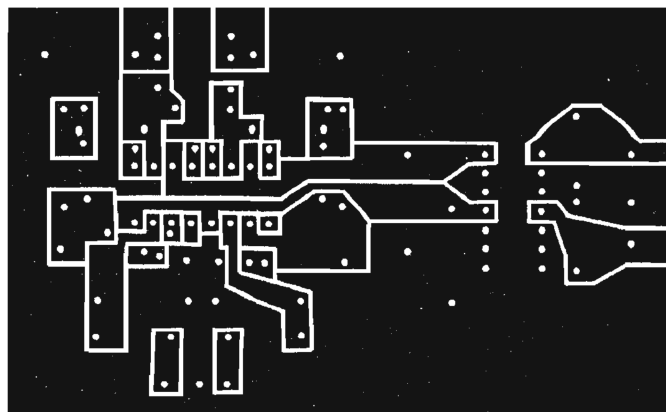


Fig. 7. - Le circuit imprimé, méthode anglaise.

Le circuit imprimé sera réalisé suivant une des deux méthodes proposées, la méthode classique (fig. 6) par photo ou par dessin sur le stratifié métallisé ou encore par gravure mécanique, le circuit « à l'anglaise » étant adopté (fig. 7).

Nous avons prévu sur le circuit imprimé un emplacement pour des condensateurs de compensation, ils réduisent la vitesse de balayage en tension et permettent d'éviter les oscillations nous n'avons pas eu d'oscillations sur ce montage, donc pas besoin de ces condensateurs. Dans le cas où les condensateurs de sortie de l'alimentation sont omis, il faut installer des condensateurs de compensation en fréquence (56 pF) environ.

Le tout est monté dans un coffret Teko type 3 A. On suivra les instructions de câblage données sur la figure 5 pour éviter le bouclage des masses. Le montage ainsi réalisé est totalement dépourvu de ronflement comme on pourra le constater dans le chapitre des mesures.

Les tensions sont indiquées sur le schéma, les entrées sont pratiquement à la masse, la sortie également, les tensions d'alimentation sont déterminées par le circuit intégré.

Si vous ne disposez pas du circuit intégré de régulation, une alimentation de ± 15 V classique capable de débiter 50 mA sera employée.

Mesures

La courbe de réponse a été donnée, d'une part sans utilisation de filtre de gravure RIAA, d'autre part avec ce filtre, le filtre permettant d'avoir une précision nettement meilleure.

Le gain du préamplificateur est de 130 mV. Avec la tension d'alimentation de ± 15 V, la tension de saturation est, à 1 000 Hz de 80 mV, ce qui est très suffisant. Une augmentation de tension d'alimentation permettra d'admettre une tension supérieure. On peut aussi abaisser le gain.

Le taux de distorsion est

infime, pour une tension de sortie de 4 V ; le taux de distorsion harmonique est de moins de 0,02 %, et à la limite de saturation, nous avons mesuré moins de 0,03 %.

La tension maximale de sortie est de 9,6 V efficaces.

Le bruit de fond ramené à l'entrée est excellent, nous avons mesuré avec pondération A, un bruit ramené de -13 dBm, soit 0,244 μ V.

Avec une cellule donnant 5 mV, nous avons un rapport signal/bruit pondéré théorique de 86,5 dB. Avec filtre de pondération 20 Hz 20 kHz, éliminant les bruits TBF, le rapport signal/bruit pour 5 mV passe à 84,5 dB. Sans pondération, nous avons encore 76 dB. Des valeurs qui, par conséquent, sont excellentes.

La tension de bruit mesurée en sortie est de 30 μ V environ.

Les mesures effectuées sur 741 donnent 12 dB de bruit supplémentaire, avec le TL071, circuit à faible bruit et entrée à FET, nous avons 10 dB de plus qu'avec le TDA 1034.

Les mesures effectuées ici montrent l'excellente qualité de ce type de préamplificateur, aussi bien sur le plan de la fidélité à la norme RIAA qu'au niveau de bruit de fond. Il admet par ailleurs une grande amplitude sur son entrée. Quant à la qualité subjective du son, nous vous laisserons juger, la vitesse de montée élevée limitera la distorsion d'intermodulation transitoire...

ETIENNE LÉMERY

E.T.S.F.

FORMULAIRE

par Charles FEVROT

Ce livre n'est pas une simple énumération de nombres, de formules et de tableaux réservés aux initiés. L'auteur s'est efforcé notamment de résumer les mécanismes essentiels du rôle des composants électroniques. Les mathématiques, les propriétés des corps, etc. ne sont pas oubliées pour autant. De nombreuses pages sont consacrées aux systèmes d'unités qui sont souvent sources d'ennuis dans les disciplines que le lecteur ne pratique pas couramment. Pour incomplet qu'il soit (comme tous les formulaires), ce livre est un outil indispensable pour les ingénieurs et les techniciens. Un ouvrage de 224 pages dont plus de la moitié consacrées à l'électronique. Format 15 x 21, couverture couleur.

Prix : 58 F.

En vente chez votre libraire habituel ou à la
LIBRAIRIE PARISIENNE DE LA RADIO
 43, rue de Dunkerque, 75010 Paris
(Aucun envoi contre remboursement - Ajouter 15 % pour frais d'envoi à la commande - En port recommandé + 3 F.)

ESF

Encore une NOUVEAUTÉ dans la

Collection technique poche

RECHERCHES MÉTHODIQUES DES PANNES DANS LES RÉCEPTEURS DE RADIODIFFUSION par
D' RENARDY et H. LUMMER

Cet ouvrage, traduit de l'allemand par R. Aschen, D'ingénieur, professeur, permettra à tous les techniciens amateurs ou professionnels, de se familiariser sérieusement avec les principes généraux et les méthodes les plus rapides de la recherche des pannes dans les récepteurs radio.

Sommaire :
 Introduction - Analyse des tensions - Analyse des courants - Examen des résistances - Signal injection et signal tracing - Recherche des défauts à l'aide d'un oscilloscope - Marche à suivre dans la recherche des défauts - Recherche des défauts dans les différents étages - Recherche de défauts dans un récepteur équipé de transistors et de circuits intégrés - Appareils utiles pour la recherche des défauts - Examen précis des composants - Quelques remèdes en cas de détériorations mécaniques.

Un ouvrage de 104 pages, format 11,5 x 16,5, 53 figures, couverture couleur.

Prix : 19 F.

En vente chez votre libraire habituel ou à la
LIBRAIRIE PARISIENNE DE LA RADIO
 43, rue de Dunkerque, 75010 PARIS
(Aucun envoi contre remboursement - Ajouter 15 % pour frais d'envoi à la commande - En port recommandé + 3 F.)