

PRECO

Les applications de la télécommande sont de plus en plus répandues. Suivant qu'elle s'applique à des voitures-jouets, des téléviseurs, des modèles réduits ou des grues de chantier, la télécommande est soit un gadget, soit utile, soit indispensable. Suivant l'utilisation à laquelle elle est destinée, la liaison se fera par radio ou au moyen d'une longueur suffisante de câble.

La télécommande des appareils haute-fidélité peut être classée dans la catégorie "utile": par exemple, la réglage de la balance oblige à se déplacer plusieurs fois entre la position d'écoute et l'amplificateur. Cependant, l'élimination de cet inconvénient ne justifie pas pour autant la dépense d'une somme disproportionnée. C'est pourquoi la télécommande du Preco s'effectue simplement au moyen d'un câble blindé à quatre conducteurs. En contrepartie, ce choix conduit à une disposition plutôt inhabituelle des différentes étages, comme on peut s'en apercevoir à la figure 2.

Tableau 1.

Caractéristiques

- prix de revient peu élevé
- possibilité de télécommande du volume, de la tonalité, de la balance et de l'intensité de l'effet stéréophonique.
- adaption optimale à toute source de signal
- performances excellentes
- composants standard

Performances

- distorsion: typique 0,03% maximale 0,07%
- rapport signal/bruit: entrée P.U. 95 dB sensibilité: ajustable séparément pour chaque entrée de 1,5 mV à 1500 mV.
- impédance d'entrée: entrée P.U. magnétique: 47 k autres entrées, suivant la sensibilité choisie: 50 à 150 k
- niveau de sortie: nominal: 400 mV (à 0,03% de distorsion); maximum: 1 V (à 0,1% de distorsion)
- correcteur de timbre: graves: $\pm 12,5$ dB à 63 Hz; aiguës: ± 10 dB à 12,5 kHz

Le préamplificateur-correcteur décrit dans l'article suivant offre des performances excellentes pour un prix de revient raisonnable.

L'amplificateur-correcteur peut être placé dans un boîtier séparé et permet ainsi de télécommander le volume, la balance, les réglages de tonalité et l'intensité de l'effet stéréophonique. Le raccordement avec le boîtier principal s'effectue avec une longueur pratiquement quelconque de câble blindé à quatre conducteurs.

T. Meyrick

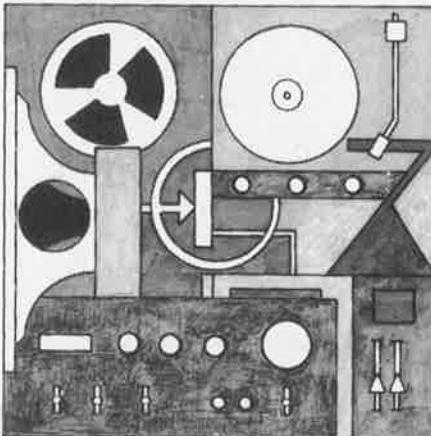
(1ère partie)

Dans la plupart des circuits habituels, le sélecteur d'entrée se trouve à l'entrée du correcteur de timbre B; par exemple, on peut sélectionner le préamplificateur P.U. (A) qui amplifie le signal issu de la cellule magnétique jusqu'à un niveau comparable à celui des autres entrées, et le corrige suivant les normes RIAA. Le sélecteur d'entrée est suivi du réglage de volume puis d'un étage adaptateur d'impédance qui attaque le correcteur de timbre.

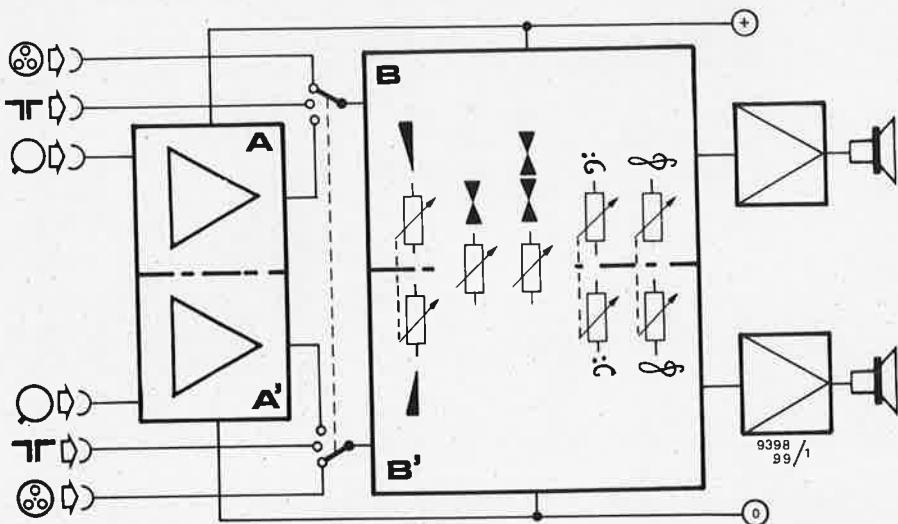
Dans le circuit proposé ici, l'alimentation de l'amplificateur-correcteur s'effectue de façon assez complexe; elle serait encore plus difficile à réaliser si un étage adaptateur d'impédance devait être inséré entre les commandes de volume et de tonalité. La solution consiste à employer un potentiomètre de volume de faible valeur que l'on peut raccorder directement au circuit de commande de timbre, et à déplacer l'étage adaptateur d'impédance en amont de la commande de volume. Ainsi, l'étage abaisseur d'impédance peut être combiné avec le préamplificateur et alimenté normalement. Cette disposition présente également l'avantage de délivrer sur le câble de liaison (dont la longueur peut être assez importante) un signal à basse impédance.

A partir de cet endroit, l'appareil se met à différer sensiblement du schéma classique. Comme l'étage abaisseur d'impédance est réuni avec le préamplificateur, les différents signaux d'entrée doivent être appliqués à l'ensemble. Le sélecteur d'entrée précède alors le préamplificateur qui doit pouvoir traiter des signaux de niveaux très différents. Cela impose une commutation supplémentaire à l'intérieur de la boucle de contre-réaction. Cette complication amène cependant un avantage: le circuit peut être adapté à n'importe quel signal d'entrée en commutant des atténuateurs à résistances fixes et/ou des réseaux de correction. On obtient ainsi un excellent rapport signal/bruit et une marge de niveau importante avant sur-modulation.

Le second point important est la liaison avec la boîtier de télécommande B. Comme le correcteur de timbre et les autres réglages doivent y être incorporés,



1



2

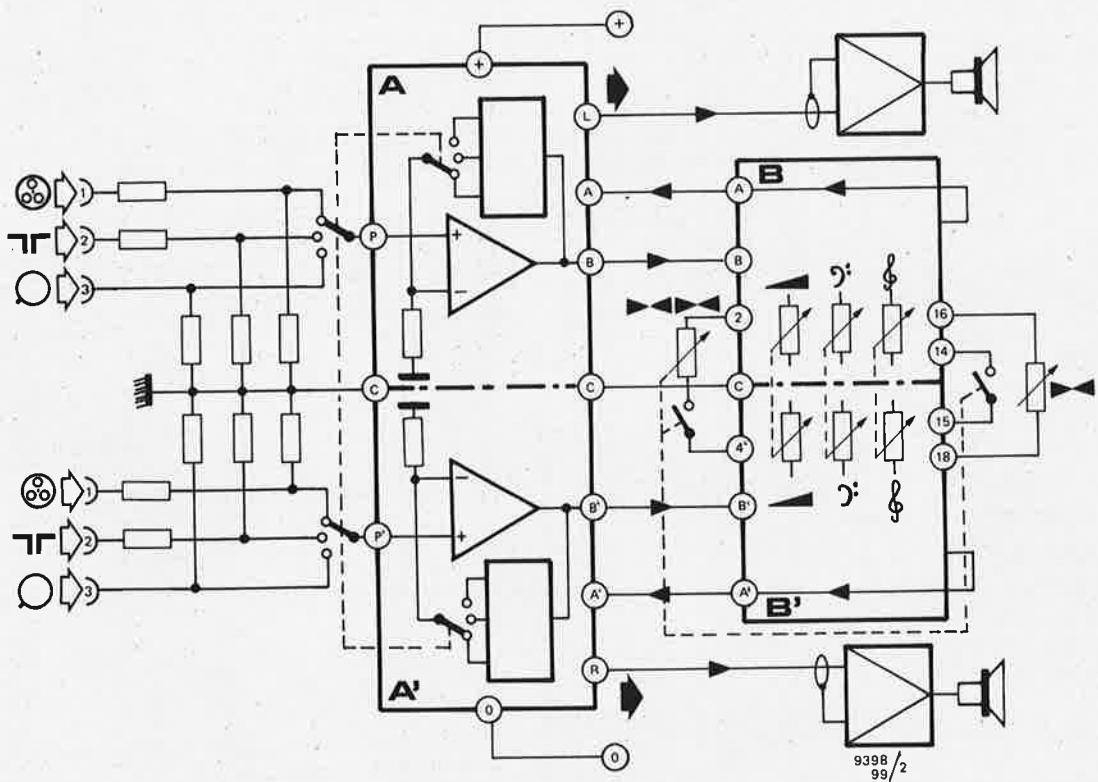


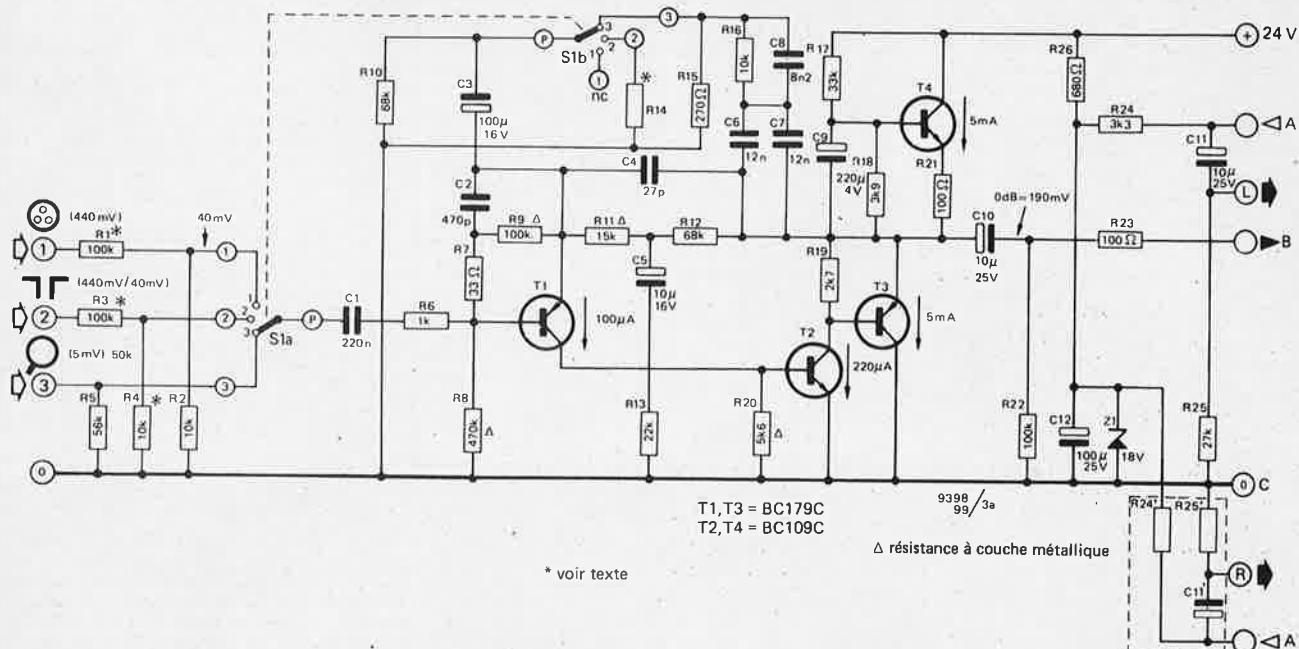
Figure 1. Schéma synoptique d'un préamplificateur-correcteur conventionnel. Le préamplificateur ne sert que pour l'entrée P.U. magnétique.

Figure 2. Schéma synoptique du Preco. Toutes les entrées sont reliées au préamplificateur A à travers des atténuateurs; l'amplificateur-correcteur B est relié au préamplificateur au moyen d'un câble blindé à quatre conducteurs.

la liaison devra normalement comprendre deux fils blindés pour l'entrée, deux fils blindés pour la sortie, et deux fils ordinaires pour la masse et le pôle positif de l'alimentation. Si on accorde un peu d'attention à la conception du circuit, le blindage du câble peut servir à relier la masse de l'alimentation entre les deux circuits. Cela conduirait à l'utilisation d'un câble blindé à cinq conducteurs. Cependant, le câble blindé à quatre conducteurs est beaucoup plus facile à trouver dans le commerce (par exemple, celui destiné au raccordement

des magnétophones). Il faut donc trouver le moyen d'éliminer un conducteur de plus; la solution consiste à utiliser une alimentation 'fantôme'. En deux mots – une description détaillée sera donnée plus loin – les résistances de charge collecteur et les condensateurs de liaison du dernier étage de l'amplificateur-correcteur sont montés sur le circuit imprimé du préamplificateur. Cela permet à la tension d'alimentation positive et au signal BF issu du correcteur d'emprunter le même conducteur, ce qui autorise la suppression

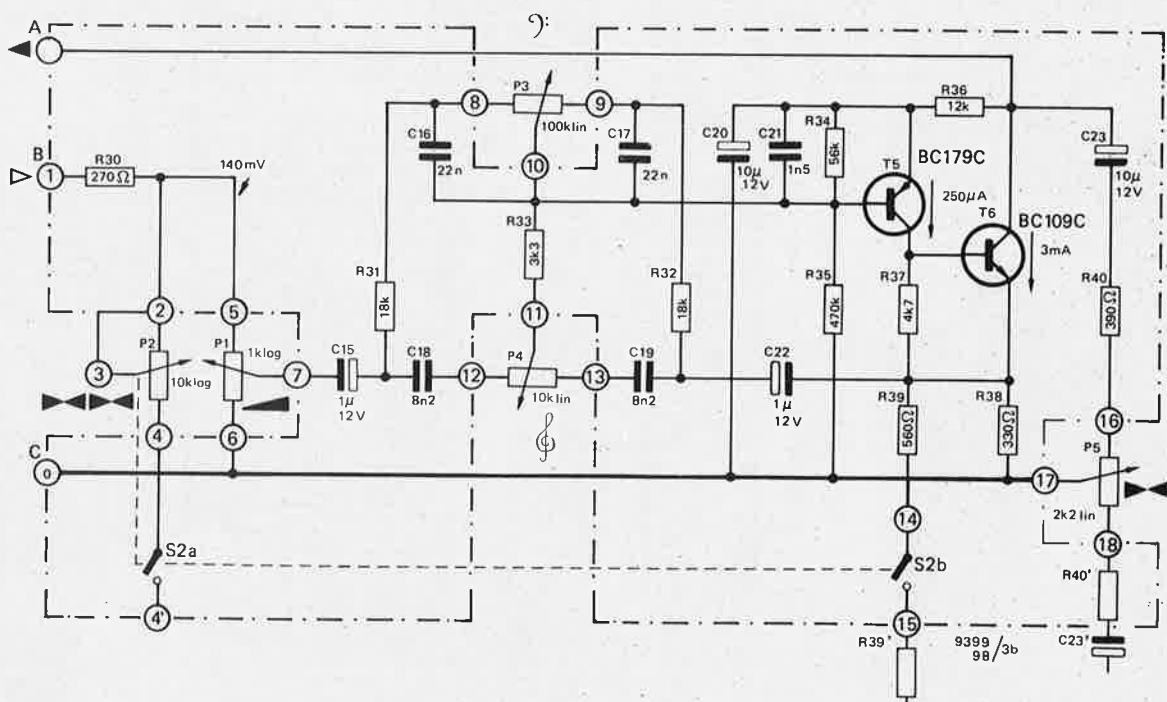
3a



* voir texte

T1, T3 = BC179C
T2, T4 = BC109C9398 99/3a
△ résistance à couche métallique

3b



sion du fil d'alimentation positive. La description donnée jusqu'ici peut faire croire que les circuits sont compliqués, et que l'appareil est de réalisation délicate. En fait, chaque canal du Preco n'emploie que six transistors au total (voir figure 3).

Puisqu'on utilise si peu de composants pour un montage assez complexe, on est en droit de s'attendre à ce que plusieurs compromis aient dû être consentis, et cela au détriment des performances.

En réalité, les performances de l'appareil

sont si bonnes (tableau 1) qu'il constitue un bon choix même pour ceux qui ne sont pas intéressés par la commande à distance: rien n'empêche de réunir les deux parties de l'appareil dans un même boîtier pour l'utiliser de façon conventionnelle.

Préamplificateur

Les impératifs qui gouvernent sa conception ont déjà été soulignés: tous les signaux sont appliqués à ce circuit qui doit être adapté à chaque entrée au moyen d'atténuateurs fixes et

Figure 3. Schéma électrique du Preco (un seul canal est représenté). Le préamplificateur (figure 3 a) est décrit dans cet article; l'amplificateur-correcteur (figure 3 b) fera l'objet de l'article suivant.

d'une commutation des réseaux de contre-réaction. De plus, il doit présenter une impédance de sortie faible afin de pouvoir le relier au moyen d'un câble de grande longueur avec le circuit correcteur de timbre.

On doit évidemment utiliser plus de deux transistors pour y parvenir. Le gain en boucle ouverte doit être élevé même lorsque la charge est à basse impédance, et le préamplificateur doit pouvoir délivrer une intensité importante dans cette charge. Cela suppose que l'étage de sortie est caractérisé par un rendement élevé.

Le circuit est décrit à la figure 3a. L'atténuateur d'entrée se compose de R1 à R5; il est suivi du sélecteur d'entrée qui sera décrit en détail un peu plus loin. Le transistor d'entrée est un PNP dont le courant collecteur est faible ($100 \mu A$). On évite ainsi l'apparition d'un bruit excessif aux fréquences basses, et on obtient un rapport signal/bruit extrêmement élevé.

La tension présente aux bornes de R7 et R9 est la tension base-émetteur de T1, soit environ 550 mV. Comme l'intensité traversant ces résistances est pratiquement semblable à celle qui traverse R8, la chute de tension totale dans R9, R7 et R8 est fixe: elle est d'environ 3 V. Le courant collecteur dépend de la valeur choisie pour R20, car la chute de tension aux bornes de cette résistance doit également avoisiner 550 mV. La valeur donnée ($R20 = 5k6$) fixe le courant collecteur à $100 \mu A$. Cette intensité parcourt la boucle de contre-réaction en continu (R11 et R12) et provoque aux bornes de ces résistances une chute de tension d'environ 8,5 V. Ceci implique que la tension continue présente à la sortie (émetteur de T3) est d'environ $3 + 8,5 = 11,5$ V. Ces tensions sont relativement insensibles aux variations de la tension d'alimentation. L'étage de sortie à rendement élevé comprend les transistors T2, T3 et T4. T2 et T3 composent un "super-transistor" et T4 est monté en générateur de courant constant, permettant à toute la composante alternative du courant collecteur d'être disponible pour attaquer la charge et la boucle de contre-réaction.

L'utilisation du "super-transistor" présente deux inconvénients. Sa transconductance (c'est le rapport entre le courant de sortie et la tension d'entrée) est énorme; on obtient ainsi avec toute valeur de charge raisonnable un gain en tension extrêmement élevé (plusieurs milliers). Dans ces conditions on ne peut plus négliger la contre-réaction interne: L'impédance d'entrée est fortement réduite, et l'effet Miller dû à la capacité parasite collecteur-base de T2 provoque une chute précoce de la bande passante en boucle ouverte. Aucun de ces inconvénients n'a de conséquences sérieuses - à condition qu'on en soit conscient!

La charge du collecteur du super-transistor est une source de courant,

constituée de T4, R17, R18 et R21; celle-ci délivre un courant constant d'environ 5 mA. L'adjonction de C9 donne au circuit un comportement qui se rapproche de celui d'une self de filtrage, rendant le préamplificateur relativement insensible à l'ondulation résiduelle présente sur la tension d'alimentation. De plus, cela permet au circuit de ne pas délivrer une transitoire brutale lors de la mise sous tension. Les composants R22 et R26, C12 et Z1 font partie de l'amplificateur-correcteur; leurs rôle sera défini plus loin. Les composants restants (R10 à R16, C3 à C7 et S1b) constituent la boucle de contre-réaction.

ADAPTATION AUX SIGNAUX D'ENTRÉE

L'atténuateur d'entrée et la commutation de la boucle de contre-réaction servent à adapter le préamplificateur au signal appliquée à l'entrée.

Lorsque le sélecteur d'entrée est en position 1, seul le réseau de contre-réaction de base est en fonction. Il est composé de deux parties: d'une part R11, R12, R13, C4 et C5 et de l'autre R10 et C3.

La détermination du schéma équivalent montre que la première partie correspond à une résistance de 130 k placée entre les émetteurs de T1 et T3, et chargée à l'émetteur de T3 par une résistance de 42 k reliée à la masse de l'alimentation. Pour le moment, on néglige l'influence des condensateurs; en omettant C3, R10 (68 k) est connectée en parallèle avec la résistance fictive de 42 k, donnant ainsi une résistance totale de $68 k // 42 k = 26 k$. Le gain obtenu avec le réseau de contre-réaction de base est ainsi de l'ordre de 6.

Ce gain est suffisant pour prévenir la surcharge du premier transistor en mode commun: la sensibilité nominale est d'environ 30 à 40 mV. Les sources à haut niveau sont appliquées à des atténuateurs convenables; les valeurs données ($R1 = 100 k$, $R2 = 10 k$) font passer la sensibilité à environ 400 mV. Le condensateur C2, relié aux deux résistances R7 et R9, se comporte en shunt pour la HF et détermine alors une chute brutale

du gain en boucle ouverte; C4 joue le même rôle.

On obtient une sensibilité d'entrée élevée et une coube de réponse plate (par exemple, si l'on désire raccorder un microphone) en supprimant l'atténuateur et en augmentant le gain en boucle fermée. C'est le cas lorsque le sélecteur d'entrée est en position 2; R3 est court-circuité, et R4 aura une valeur d'environ 3k3 afin d'obtenir une impédance d'entrée peu élevée.

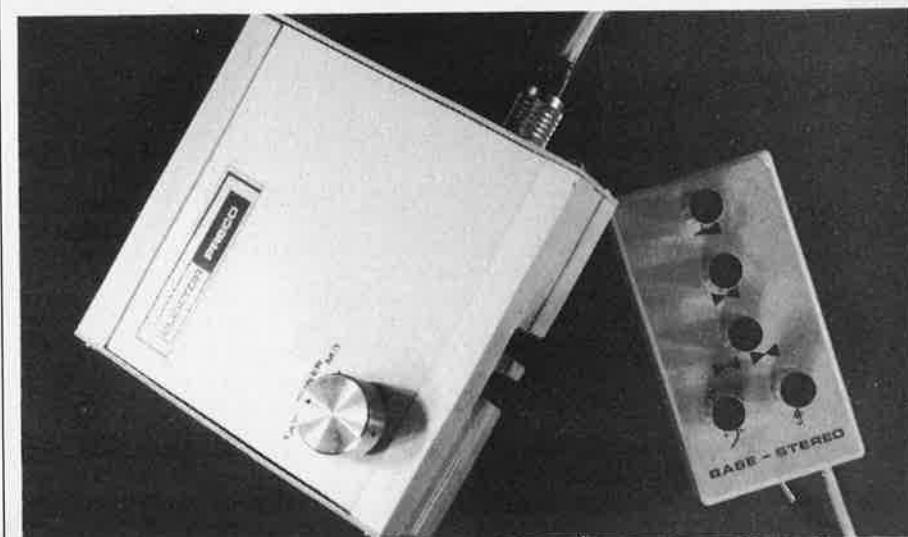
S1b met simultanément R14 en circuit. Si la valeur choisie de R4 est 3k3, le gain est déterminé par les résistances équivalentes de 130 k à 42 k en parallèle avec R10 et R14, soit environ 2k9. Le gain passe alors à 45, ce qui correspond à une sensibilité de 4 à 5 mV.

De très faibles valeurs de R14 (en-dessous de 330Ω) amènent une sensibilité très élevée - et un bruit non négligeable. Si l'on doit utiliser un micro délivrant un très faible signal, la meilleure solution consiste alors à intercaler un transformateur adapté.

La position 3 du sélecteur d'entrée correspond à l'entrée P.U. magnétique. R5 sert à adapter l'impédance d'entrée à celle de la cellule. Le réseau de contre-réaction comprend maintenant R15, R16, C6, C7 et C8 qui déterminent deux des constantes de temps de la correction RIAA; la troisième est donnée par ce réseau associé à R11, R12 et R13.

R15 fixe la sensibilité de cette entrée; la valeur indiquée (270Ω) procure une sensibilité de 5 mV qui convient pour la plupart des cellules magnétiques. Une valeur plus faible de R15 (jusqu'à 68Ω) donne une sensibilité plus élevée (jusqu'à 1,25 mV), et une valeur plus élevée (au maximum 470Ω) correspond à une sensibilité d'environ 9 mV. En appliquant les mêmes principes, on pourrait également ajouter un correcteur convenable pour traiter les signaux issus d'une tête de lecture de magnétophone; la place n'est toutefois pas prévue sur le circuit imprimé. Il faut bien s'arrêter quelque part!

La deuxième partie de cet article décrira l'amplificateur-correcteur, les circuits imprimés, la réalisation et les détails d'interconnexion.



preco

(2ème partie)

Comme on l'a vu dans l'article précédent, le Preco est un préamplificateur-correcteur doté d'excellentes performances. Il possède la particularité inhabituelle de pouvoir être télécommandé, car la partie correcteur du préamplificateur est logeable dans un petit boîtier séparé. Le premier article concernait le préamplificateur; il s'agit maintenant de décrire la partie "correcteur", ainsi que la réalisation et les détails d'interconnexion.

Tableau 1. Caractéristiques.

Préamplificateur

Tension de sortie = 190 mV (nominale)
4,5 V (maximum)

Sensibilité des entrées:

Entrée 1 = 40...1500 mV*

Entrée 2 = 0,5...1500 mV*

Entrée 3 = 1,25...9 mV*

*peut être ajustée pour chaque entrée (voir texte et tableau 2)

Amplificateur-correcteur

Tension de sortie = 400 mV (nominale)
1 V (maximum)

Sensibilité à l'entrée = 190 mV (nominale)

Réglage d'aigus = ± 10 dB à 12,5 kHz

Réglage des graves = ± 12,5 dB à 63 Hz

Résultats d'ensemble du Preco

Distorsion = 0,1% pour 1 V en sortie
0,03% pour 400 mV en sortie

Rapport signal/bruit:

entrée P.U. magnétique = 95 dB

autres entrées = 100 dB

Longueur maximale du câble de raccordement avec le boîtier de télécommande = 10 m.

Le préamplificateur est caractérisé par une impédance de sortie faible. Le niveau du signal et l'impédance de sortie permettent d'utiliser un câble blindé de longueur assez élevée sans difficulté; de plus, on peut attaquer directement un circuit de correction de timbre type Baxandall.

La conception du correcteur doit tenir compte des trois points suivants:

- l'impédance de la source est basse et de valeur connue, ce qui est utile.
- la sortie BF soit "cohabiter" avec une alimentation "fantôme" afin d'économiser un fil de raccordement (voir l'article précédent); cela apporte une complication.
- cet élément doit être de petite taille afin de pouvoir le placer dans un boîtier attrayant pouvant être tenu en main.

Cela restreint le nombre de composants encombrants (par exemple les condensateurs chimiques) qui peuvent être employés dans le circuit.

En se limitant aux réglages utiles et nécessaires à une bonne reproduction musicale, le correcteur doit comprendre:

- le réglage de volume (logarithmique)
- le réglage de balance, assurant autant que possible une intensité sonore globale indépendante de la position choisie.
- le réglage de l'intensité d'effet stéréophonique, dont la gamme s'étend de "mono" à "stéréo renforcée" en passant par "stéréo normale".
- la correction de timbre, agissant sur les basses et les aiguës et conçue pour être utile sinon "frappante".

Amplificateur-correcteur

Le schéma complet d'un canal est donné à la figure 1 b; la figure 1 a représente le préamplificateur déjà décrit.

Le cœur de l'amplificateur-correcteur est un étage amplificateur de tension constitué par le transistor PNP (T5) suivi d'un amplificateur de courant T6.

Le courant collecteur de T5 est déterminé par la valeur de R37. Comme la chute de tension dans cette résistance est d'environ 700 mV, le courant collecteur s'établit à 150 µA. Cette valeur peu élevée évite le bruit à basse

fréquence ($\frac{1}{f}$).

La tension continue présente à l'émetteur de T5 est fixée par le rapport de R34 à R35. En effet, la tension aux bornes de R34 est pratiquement constante; pour les valeurs données, cette tension est d'environ 5 V. La tension du collecteur de T6 est supérieure de 2 V environ (cette d.d.p. correspond à la chute de tension dans R36).

Le courant collecteur de T6 dépend de la chute de tension dans R24 (qui appartient à l'alimentation fantôme, figure 1 a) et de la valeur de cette résistance. Les valeurs données ici correspondent à une chute de tension d'environ 10 V dans une résistance de 3k3, soit un courant sensiblement égal à 3 mA.

Le gain en boucle ouverte de la paire de transistors T5 et T6 (de la base de T5 à l'émetteur de T6) peut être estimé comme suit; la transconductance de T5 (c'est-à-dire le courant collecteur divisé par la tension émetteur-base, pour des signaux d'entrée faibles) dépend du courant collecteur; une estimation à peu près correcte est

$40 \times I_C T5 = 6 \text{ mA/V}$. L'impédance de charge du collecteur est R38 multipliée par la moitié du gain en courant de T6, soit environ $330 \Omega \times 150 \approx 50 \text{ k}\Omega$. Le gain en boucle ouverte est égal à la transconductance multipliée par la charge, soit $6 \times 50 = 300$. La limitation de bande passante en boucle ouverte est assurée par C21.

L'alimentation fantôme comprend R24, R25, R26, C11, C12 et Z1. R24 est la résistance de charge du collecteur de T6. Elle est reliée à l'alimentation qui est stabilisée par la diode Zener; C11 est le condensateur de liaison à la sortie. La tension alternative du signal BF et la tension d'alimentation parcourront simultanément le câble de connexion reliant ce circuit intermédiaire à l'amplificateur-correcteur (point A). L'alimentation de T5 est découpée par R36 et C20.

L'étape suivante consiste à transformer cet étage en amplificateur-correcteur.

Correcteur de timbre

Le circuit correcteur de timbre est semblable à celui imaginé par P.J. Baxandall; depuis, ce montage est devenu un grand classique. La variante décrite ici est semblable à celle utilisée dans l'amplificateur-correcteur Quad 33. Elle possède l'avantage de garantir une meilleure adaptation en bruit avec un amplificateur utilisant des transistors bipolaires, à condition qu'elle soit attaquée par une source à basse impédance. C'est pour cette raison que le préamplificateur a été conçu pour présenter une impédance de sortie faible; c'est également pour cela que le potentiomètre de volume a une valeur de 1 k.

Le principe du réglage des graves est bien connu: l'amplificateur associé travaille en configuration

"masse virtuelle", où l'impédance d'entrée et l'impédance de la boucle de contre-réaction s'élèvent simultanément à mesure que la fréquence décroît. Lorsque le potentiomètre est en position médiane, les deux impédances se suivent de façon telle que le gain résultant (déterminé par le rapport des deux impédances) est constant; la courbe de réponse est alors plate. Lorsque la commande des graves est déplacée de la position médiane, les deux impédances ne varient plus dans le même rapport: l'une ou l'autre domine aux fréquences basses, causant une augmentation ou une diminution du gain. La courbe de réponse qui en résulte est représentée à la figure 2.

Le réglage des aiguës s'obtient en

1

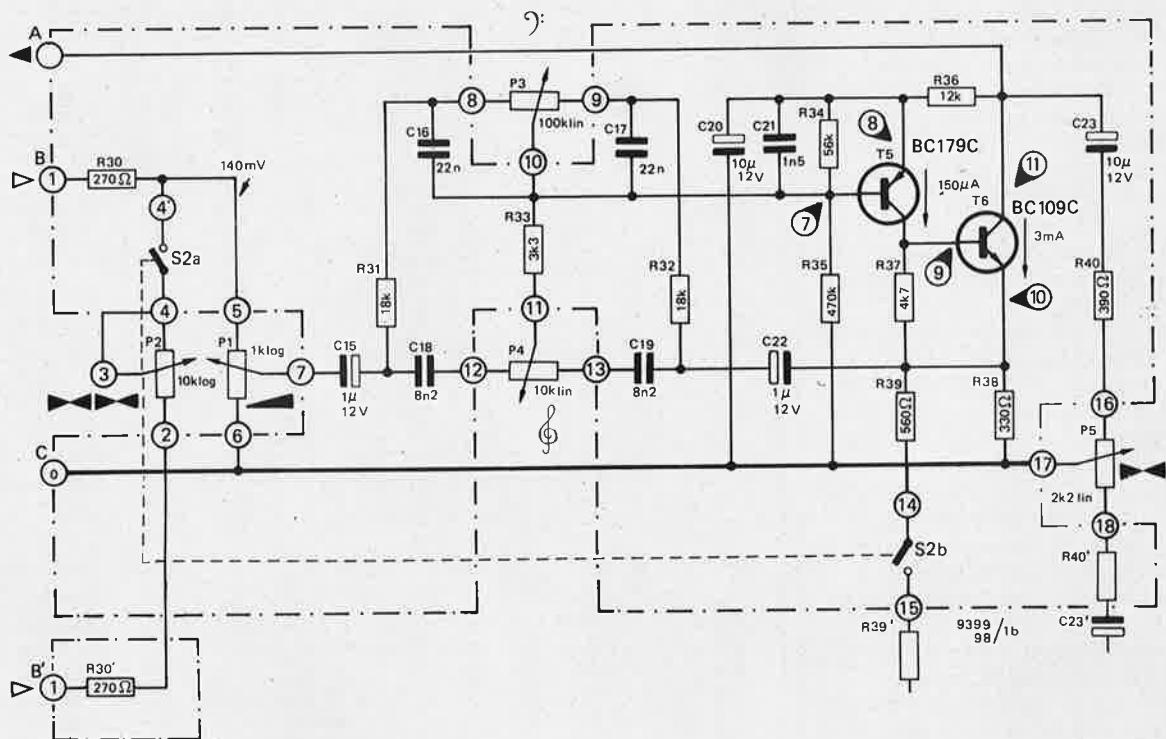
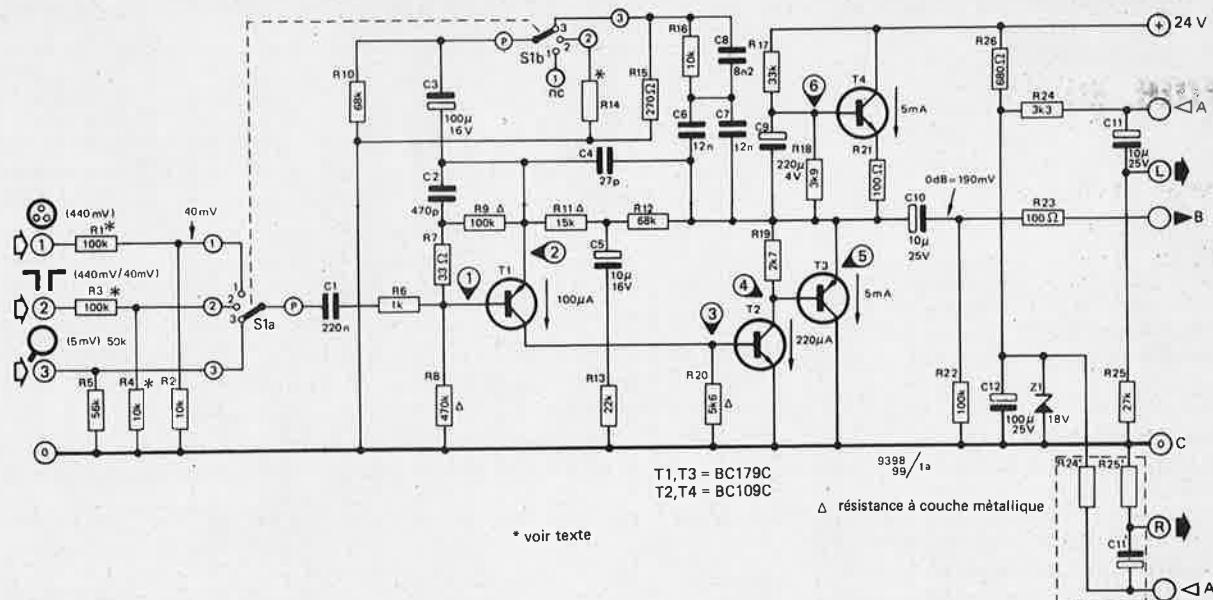


Tableau 1. Caractéristiques du Preco

Figure 1. schéma complet du circuit (un seul canal)

shuntant des réseaux RC à travers les deux résistances de 18 k (R31 et R32). Ceci fait décroître l'impédance d'entrée et l'impédance de la boucle de contre-réaction pour les fréquences élevées. De la même façon, lorsque le curseur du potentiomètre est en position médiane, le circuit est symétrique et n'a pas d'effet. Cette symétrie est détruite lorsqu'on tourne le potentiomètre provoquant le renforcement au l'affaiblissement des aiguës (voir figure 2). Ce circuit est caractérisé par un niveau de bruit très faible, dû au raccordement direct du point de masse virtuelle (le curseur de P3) avec la base de T5. L'amplificateur est alors attaqué par une source dont l'impédance est égale à la

résistance de 18 k divisée par le gain en boucle ouverte, soit environ 600 Ω .

Réglage de balance

Le potentiomètre de balance P5 fonctionne de façon assez inhabituelle. En alternatif, T6 fonctionne en source de courant: l'intensité délivrée est fonction de la tension du signal d'émetteur et de l'impédance présente entre l'émetteur et la masse de l'alimentation (principalement R38). Le signal de sortie recueilli au collecteur de T6 (c'est en fait la sortie du Preco) est le produit du courant collecteur de signaux S soit contrebalancée par l'atténuation causée par P2 à l'entrée lorsque le potentiomètre se trouve en

T6 par l'impédance de charge. P5 permet de faire varier l'impédance de charge; ainsi la position du curseur détermine le rapport des gains relatifs des deux canaux.

La plage de réglage s'étend d'environ -8 dB à +3 dB pour chaque canal; la position de P5 n'influe que peu sur le niveau total à l'écoute.

Réglage d'effet stéréo

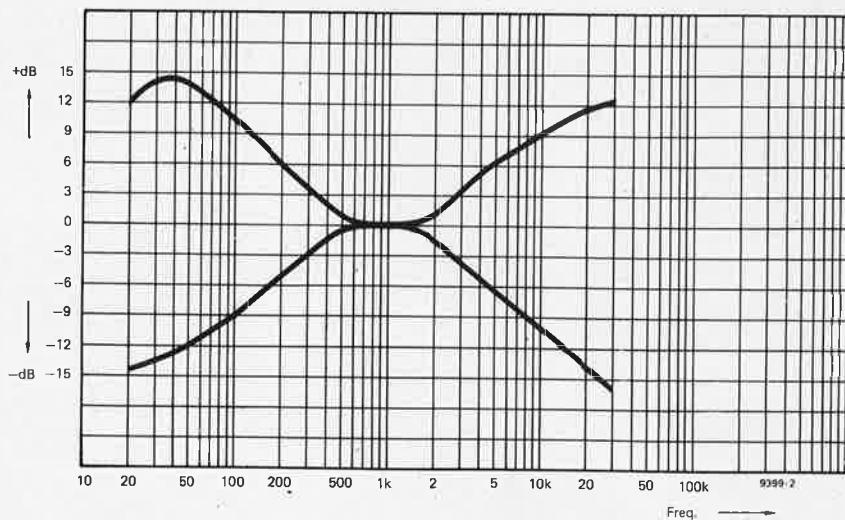
L'un des réglages les moins courants, les moins compris et les plus controversés est le réglage de l'intensité d'effet stéréophonique. Cependant, l'expérience prouve son utilité, et comme il ne demande qu'une résistance et un potentiomètre supplémentaires... En quoi consiste-t-il exactement?

L'ensemble de deux signaux stéréo se décompose ainsi: la somme et la différence d'un signal monophonique M et d'un signal de différence gauche - droite S. Lors d'une émission stéréophonique en modulation de fréquence, c'est le signal S qui module la sous-porteuse 38 kHz; dans le cas des disques, les signaux M et S correspondent respectivement aux composantes latérales et verticales du mouvement du sillon.

La position d'écoute idéale est souvent définie comme étant le troisième sommet d'un triangle équilatéral où les enceintes acoustiques occupent les deux autres sommets. Si l'auditeur désire se placer à une position d'écoute différente, il est intéressant de pouvoir améliorer l'effet stéréo en modifiant le gain du circuit parcouru par le signal S.

P2 est le potentiomètre de "gain relatif" du correcteur. Il n'a aucun effet sur le signal M puisque (par définition!) il est en phase et d'amplitude égale pour les deux canaux. A l'opposé, le signal S est d'amplitude égale mais en opposition de phase. Le potentiomètre introduit de la diaphonie (mélange) entre les deux canaux et réduit le niveau du signal S. Pour une des positions extrêmes, la résistance du potentiomètre est nulle et provoque une diaphonie infinie qui annule complètement le signal S. Il ne reste alors que le signal M, et la reproduction est monophonique. En position opposée, P2 se comporte comme une simple résistance de 10 k; la diaphonie est ramenée à -30 dB, et le signal S est à peine atténué. La gamme ne s'étend seulement que de "mono" à "presque stéréo"; l'étape suivante consiste à décaler le réglage de façon à ce que la stéréo normale corresponde à la position médiane de P2. On y parvient en ajoutant R39 et R39' entre les émetteurs de T6 et T6' (voir figure 3). Cette modification transforme l'étage de sortie en amplificateur différentiel. La réduction de l'impédance entre les émetteurs de T6 et T6' augmente le courant de sortie pour les signaux différentiels (le signal S), mais n'a pas d'influence sur le signal de mode commun (le signal M). Les valeurs des résistances sont choisies afin que l'augmentation relative du gain pour les

2



3

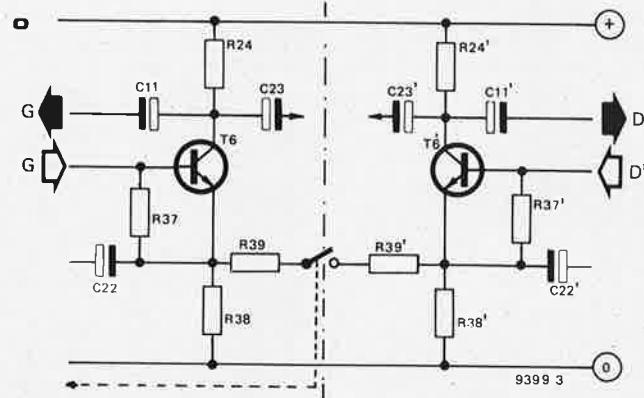


Tableau 2.

R1, R1'	R2, R2'	R3, R3'	R4, R4'	R14, R14'	Sensibilité d'entrée
					Entrée 1 Entrée 2
100 k	4k7	100 k	4k7	∞	880 mV 880 mV
100 k	10 k	100 k	10 k	∞	440 mV 440 mV
100 k	22 k	100 k	22 k	∞	220 mV 220 mV
56 k	56 k	56 k	56 k	∞	80 mV 80 mV
0	100 k	0	100 k	∞	40 mV 40 mV
—	—	0	3k3	3k3	— 5 mV

position médiane.

Le niveau du signal S peut alors être réglé entre la suppression totale (mono) et 3 dB de plus par rapport au niveau du signal M (stéréo renforcée); la position moyenne de P2 correspond à des niveaux S et M égaux (stéréo normale).

Ceux qui se méfient d'un procédé qui triche avec la séparation des canaux d'un appareil stéréo peuvent ajouter S2: cet interrupteur annule l'effet de ce réglage et donne une reproduction stéréo normale.

Il faut noter au passage que R23 et R30 font partie du circuit de "mélange"; elles sont indispensables si on désire installer un commutateur mono stéréo. Cependant, la séparation des canaux aux

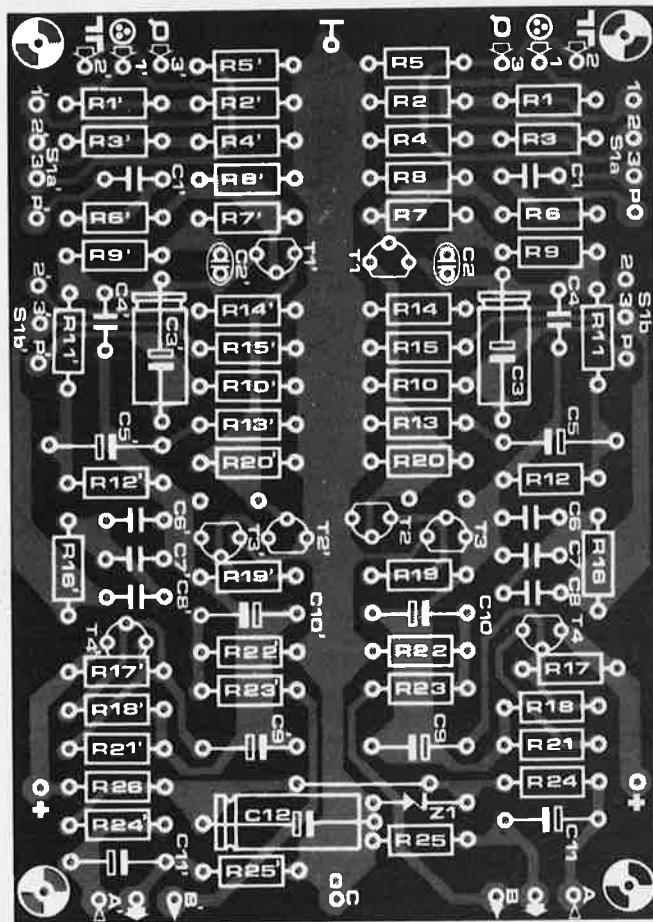
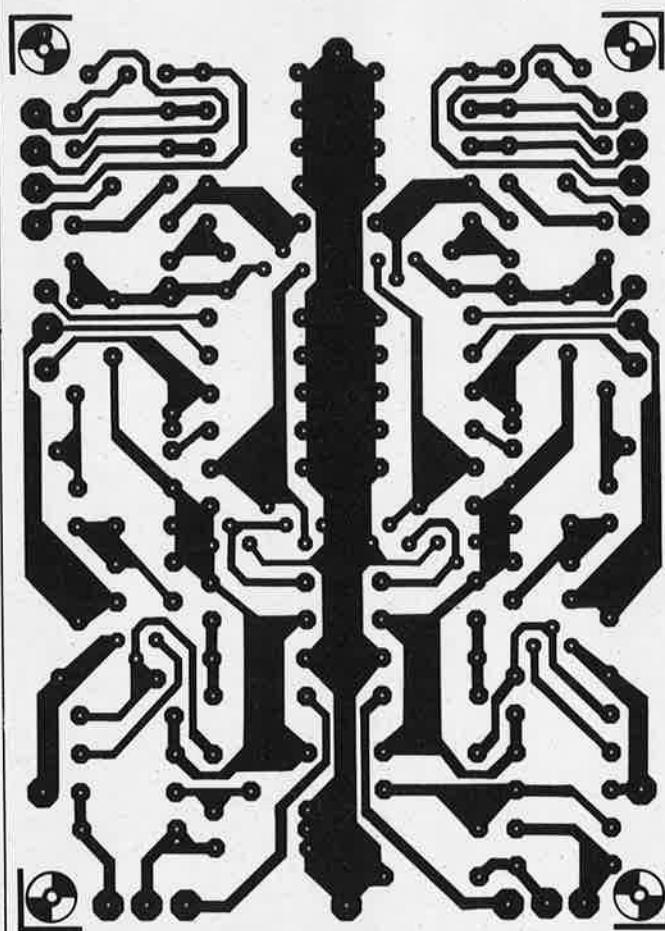
Figure 2. courbes caractéristiques du circuit correcteur de timbre (positions extrêmes des réglages).

Figure 3. détail du circuit de réglage d'effet stéréo.

Figure 4. circuit imprimé et implantation des composants du préamplificateur (EPS 9398).

Tableau 2. Valeurs des résistances pour différentes sensibilités d'entrée.

4



Liste des pièces correspondant à la figure 4:

Résistances:

R1,R1' = (1)
 R2,R2' = (1)
 R3,R3' = (1)
 R4,R4' = (1)
 R5,R5' = 56 k
 R6,R6' = 1 k
 R7,R7' = 33 Ω
 R7,R7' = 33 Ω
 R8,R8' = 470 k (2)
 R9,R9' = 100 k (2)
 R10,R10' = 68 k

R11,R11' = 15 k (2)
 R12,R12' = 68 k (2)
 R13,R13' = 22 k
 R14,R14' = (1)
 R15,R15' = 270 Ω
 R16,R16' = 10 k
 R17,R17' = 33 k
 R18,R18' = 3k9
 R19,R19' = 2k7
 R20,R20' = 5k6 (2)
 R21,R21' = 100 Ω
 R22,R22' = 100 k
 R23,R23' = 100 Ω
 R24,R24' = 3k3
 R25,R25' = 27 k
 R26 = 680 Ω

(1) voir tableau 2
 (2) de préférence à couche métallique

Condensateurs:

C1,C1' = 220 n
 C2,C2' = 470 p
 C3,C3' = 100 μ/16 V
 C4,C4' = 27 p
 C5,C5' = 10 μ/16 V
 C6,C6',C7,C7' = 12 n (5%)
 C8,C8' = 8n2 (5%)
 C9,C9' = 220 μ/4 V
 C10,C10',C11,C11' = 10 μ/25 V
 C12 = 100 μ/25 V

Semi-conducteurs:
 T1,T1',T3,T3' = BC 179C ou équivalent
 T2,T2',T4,T4' = BC 109C ou équivalent
 Z1 = diode Zener 18 V, 400 mW

Divers:
 S1a/S1b/S1a'/S1b' = commutateur 4 circuits, 3 positions.

sorties B ne sera parfaite que si l'interrupteur S2 est ouvert: il faut s'en souvenir si on désire raccorder un magnétophone à cet endroit pour effectuer des enregistrements. Il serait préférable dans ce cas de remplacer R23 par un strap et de choisir une valeur de 390 Ω pour R30.

l'alimentation sont nécessaires. Malheureusement, si les quatre conducteurs d'un câble ordinaire sont blindés séparément, il n'y a pas de retour de signal possible autrement que par le blindage commun. Les fabricants de câble ont certainement choisi cette disposition pour des raisons de prix, mais sans penser aux inconvénients dus au fait que le blindage conduit également les signaux.

Le problème consiste en ce que toute tension HF (due à la présence au voisinage d'un émetteur d'amateur ou de radiodiffusion) induite entre les extrémités du blindage sera transmise intégralement à l'entrée de l'amplificateur, provoquant de la distorsion et

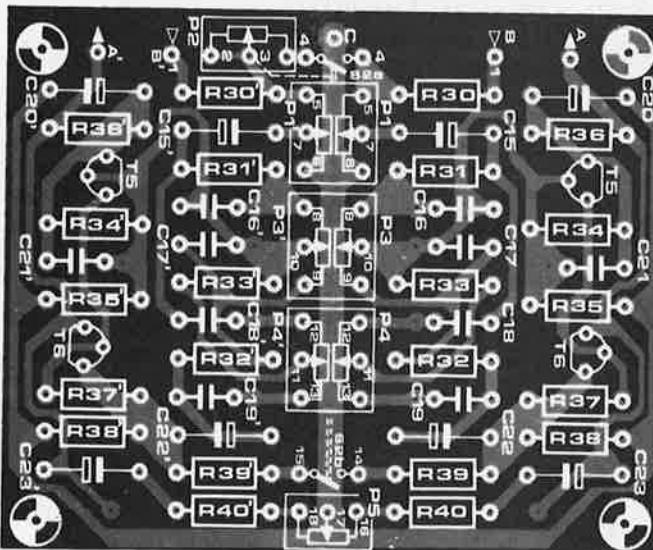
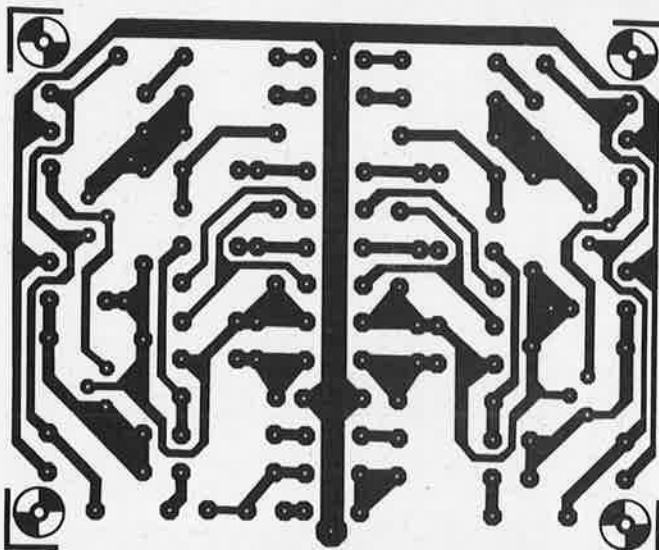
divers effets de démodulation très désagréables à l'écoute. Cela ne peut être évité qu'en disposant un retour de signal séparé à l'intérieur du blindage, et en reliant une seule des extrémités du blindage à la masse de l'alimentation.

Les professionnels connaissent cela depuis bien longtemps: les câbles utilisés pour l'équipement des studios sont toujours entièrement blindés (si cela ne servait qu'à éliminer les ronflements dus au secteur!). Le problème est de savoir ce que l'on préfère: faire le travail proprement en "tuant" l'antenne, ou bien insérer un peu partout des selfs de choc et des condensateurs afin d'éliminer les signaux HF parasites.

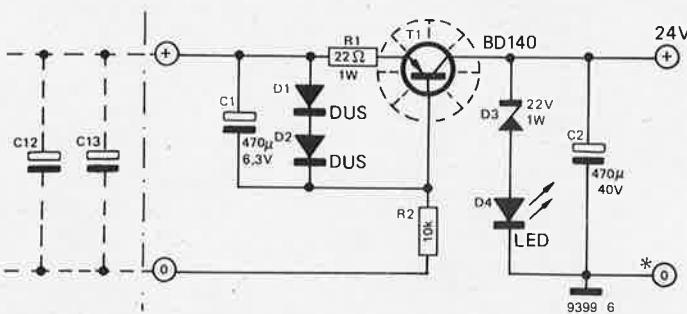
Interconnexions

En principe, l'interconnexion du préamplificateur et de l'ampli-correcteur est facile: il suffit de relier le point A du préampli au point A du correcteur, le point B à l'autre point B, etc... En tout, quatre connexions pour les signaux et un fil reliant la masse de

5



6



Quoiqu'il en soit, le correcteur décrit ici a été conçu de manière à pouvoir tolérer un niveau HF modéré à l'entrée, ce qui permet d'utiliser du câble blindé ordinaire dans la plupart des cas. Dans l'éventualité peu probable où l'on renconterait des difficultés, on pourra mettre un condensateur de $4n7$ en parallèle sur P1 (entre les points 5 et 6). Si l'amplificateur de puissance est affligé de la présence de HF (et si on ne peut pas le modifier en conséquence), on pourra insérer une résistance de 1 k entre la sortie du Preco et l'entrée de l'ampli qui sera munie d'un condensateur de $2n2$ en parallèle.

Figure 5. circuit imprimé et implantation des composants de l'amplificateur-correcteur (EPS 9399).

Figure 6. circuit permettant d'alimenter le Preco à partir de l'amplificateur de puissance.

Figure 7. plan de câblage complet, montrant comment relier les blindages des différents câbles entre eux et à la masse de l'alimentation.

Liste des pièces correspondant à la figure 5

Résistances:

R30, R30' = 270 Ω
 R31, R31', R32, R32' = 18 k
 R33, R33' = 3k3
 R34, R34' = 56 k
 R35, R35' = 470 k
 R36, R36' = 12 k
 R37, R37' = 4k7
 R38, R38' = 330 Ω
 R39, R39' = 560 Ω
 R40, R40' = 390 Ω

Potentiomètres:

P1, P1' = potentiomètre double 1 k log.
 P2 = 10 k log.
 P3, P3' = potentiomètre double 100 k lin.
 P4, P4' = potentiomètre double 10 k lin.
 P5 = 2k2 lin.

Condensateurs:

C15, C15', C22, C22' = 1 μ /12 V
 C16, C16', C17, C17' = 22 n
 C18, C18', C19, C19' = 8n2
 C20, C20', C23, C23' = 10 μ /12 V
 C21, C21' = 1n5

Semi-conducteurs:

T5, T5' = BC 179C ou équivalent
 T6, T6' = BC 109C ou équivalent

Divers:

S2a/S2b = inverseur bipolaire

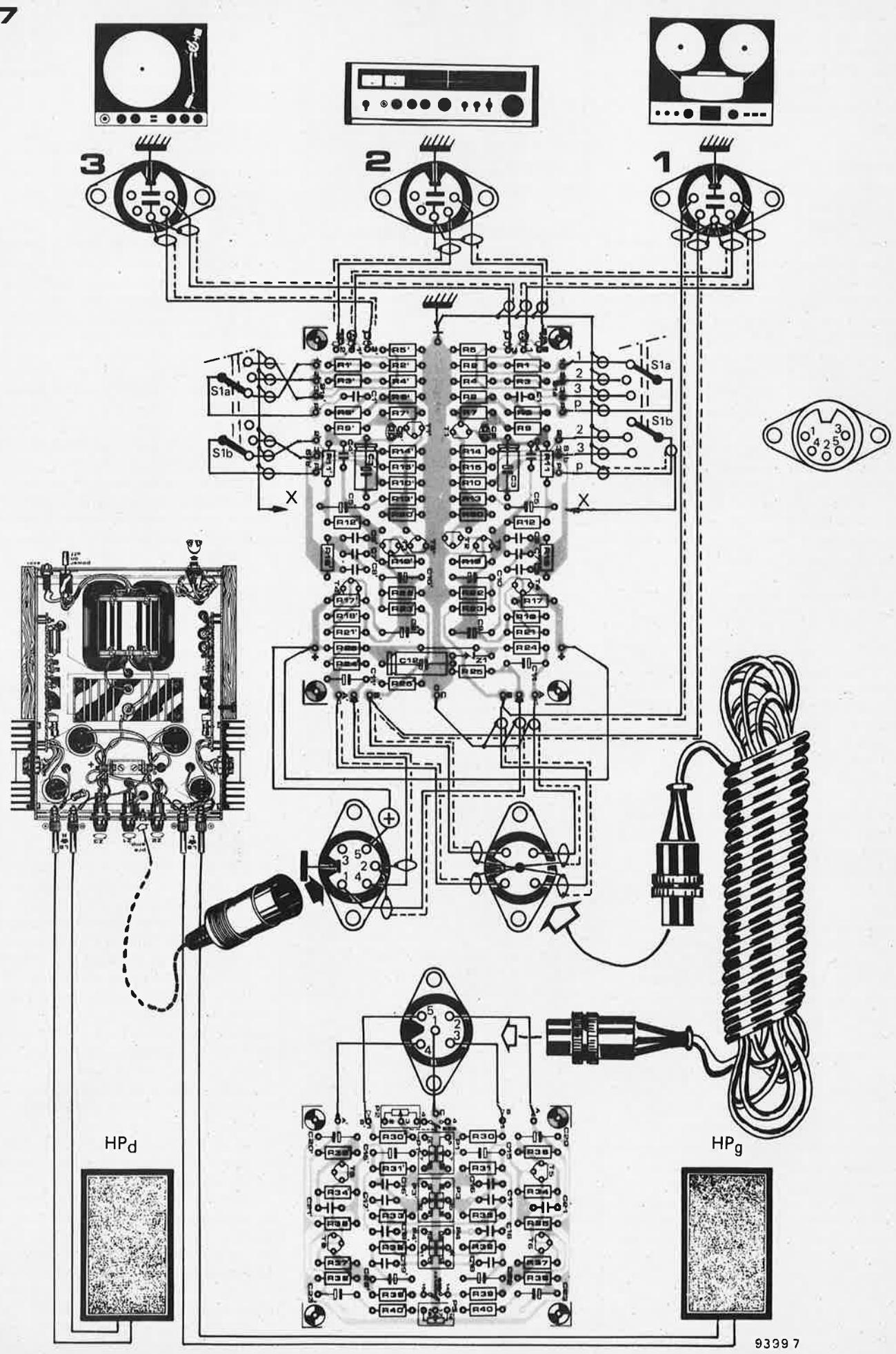
Détails de la réalisation

La figure 4 représente le circuit imprimé et la disposition des composants du pré-amplificateur et du sélecteur d'entrée; la figure 5 correspond à l'amplificateur-correcteur. Les valeurs des résistances R1, R2, R3, R4 et R14 dépendent de la sensibilité d'entrée désirée (voir tableau 2).

Comme on l'a déjà noté, les deux parties du Preco peuvent être montées dans le même boîtier si on préfère un appareil conventionnel; on peut également mettre l'amplificateur-correcteur dans un boîtier de télécommande séparé.

Dans les deux éventualités, il est préférable d'éloigner le transformateur secteur; une solution élégante consiste à prélever la tension d'alimentation du Preco à l'intérieur de l'amplificateur de puissance. Pour ce faire, on pourra réaliser le montage de la figure 6. T1 est monté en source de courant, empêchant l'ondulation résiduelle de l'alimentation de l'ampli de puissance d'atteindre le préamplificateur. La diode Zener et la LED stabilisent la tension de sortie à environ 24 V. Ce circuit pourra être placé à l'intérieur du boîtier de l'amplificateur principal.

Il faudra accorder une attention particulière à la connexion de masse de l'alimentation de la figure 6. La connexion de masse "d'entrée" est reliée au condensateur de filtrage de



l'alimentation principale, alors que la masse "de sortie" est raccordée à l'entrée de l'amplificateur de puissance. La figure 7 montre un câblage recommandé en prenant le cas le plus compliqué comme exemple (préampli, correcteur et ampli de puissance séparés).

Connections d'entrée

Les signaux d'entrée sont appliqués au préamplificateur au moyen de câbles blindés. Les fiches DIN mâles cinq broches à 180° sont certainement les connecteurs les plus difficiles à câbler...

Le blindage des câbles doit être relié à la masse de l'alimentation à l'entrée du préamplificateur, ainsi que la partie extérieure métallique de la prise DIN et le retour du signal d'entrée.

Si les câbles reliés aux sources de signal sont de longueur appréciable, il faudra éviter autant que possible d'utiliser le blindage extérieur pour le retour du signal; les boucles de masse sont également à proscrire. En partant de la source (pas exemple, la cellule magnétique), la solution idéale serait de relier les deux points chauds et les deux retours au moyen de fils situés à l'intérieur du blindage; celui-ci étant lui-même relié à la masse de l'alimentation à une de ses extrémités (du côté préampli).

C'est dans ce cas que la câble blindé à quatre conducteurs est vraiment utile! Malheureusement, la plupart des fabricants munit ses appareils de câbles blindés à deux conducteurs, dont le blindage sert de retour commun pour les deux signaux. Peu importe d'ailleurs le type de câble employé, car la norme DIN spécifie que les broches 3 et 5 de la fiche sont destinées aux signaux gauche et droit, et que la broche 2 est réservée à la masse de l'alimentation. Cela oblige à relier le blindage et tout fil de retour supplémentaire à cette connexion. Bien sûr, si l'on ne craint pas de sortir des sentiers battus, il n'y a aucune raison de ne pas relier les deux fils de retour aux broches 1 et 4 qui sont libres.

Dans ce cas, les deux fils séparés peuvent rejoindre le circuit du préamplificateur; c'est à cet endroit qu'ils sont reliés à la masse de l'alimentation.

Pour revenir à la version "officielle": nous avons maintenant deux conducteurs et une connexion de masse sur la prise. La coquille métallique de la prise doit être également reliée à la masse. La meilleure solution consiste à la connecter au châssis (remarquez qu'elle n'est pas reliée à la broche 2!). Dans la pratique, il est recommandé de placer un condensateur d'environ 10 nF entre la broche 2 et la coquille métallique, car cela permet d'éliminer certaines des interférences indésirables. Les fabricants compliquent encore la tâche à ce moment: la partie métallique est souvent reliée à la broche 2 à l'intérieur de la fiche.

Il est parfois possible d'atteindre cette connexion et de la couper.

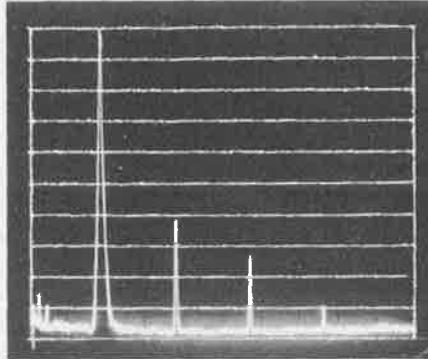


Tableau 3. Tensions aux points-test.

Point-test	Tension ($\pm 20\%$)
1	2,5 V
2	3 V
3	0,6 V
4	11,5 V
5	12 V
6	13 V
7	4,5 V
8	5 V
9	1,5 V
10	1 V
11	7,5 V

Tableau 3. Tensions mesurées aux points-test de la figure 1.

Si la fiche est moulée sur le câble, la seule solution efficace (à part l'achat d'une autre fiche) est d'isoler la coquille de la prise du châssis: elle sera reliée à la masse de l'alimentation dès que la fiche fataut sera en place. Toutes ces indications semblent peut-être un peu trop perfectionnistes, mais l'expérience montre que ces problèmes se posent plus souvent qu'on ne le pense.

Une expérience simple permet de s'en rendre compte: il arrive fréquemment qu'un préamplificateur soit muet comme une carpe tant que rien n'est connecté à l'entrée; dès qu'un câble de liaison est relié, un ronflement se fait entendre. Les raisons développées ci-dessus en sont souvent la cause; pour s'en assurer, mettez le potentiomètre de graves et d'aiguës au maximum et court-circuitez la broche 2 avec la coquille métallique de la prise d'entrée. Si le ronflement augmente, vous prendrez l'habitude d'utiliser des fiches DIN sans connexion interne entre la broche 2 et la coquille métallique...

Les connexions entre les prises d'entrée et le circuit du préamplificateur ne devraient pas poser de problèmes; les seuls écueils à éviter sont les boucles de masse.

Connexion entre le préamplificateur et le correcteur

Les problèmes en cause ont déjà été soulevés. Sur la figure 7, on s'apercevra que le seul élément nouveau est le type de connecteur.

Afin d'éliminer la possibilité d'erreurs

de raccordement, il est astucieux d'employer des modèles de prises différents pour les liaisons différentes. Les entrées étant munies de fiches DIN à 180°, on pourra employer le modèle représenté sur la figure 7.

Connexion du Preco à l'amplificateur de puissance

Comme on l'a déjà vu, il est intéressant d'alimenter le Preco au moyen de l'alimentation de l'amplificateur principal.

Pour les raisons développées ci-dessus, il vaut mieux employer du câble blindé à quatre conducteurs: deux serviront pour les signaux gauche et droit, un pour le positif de l'alimentation, et un pour la masse. Le blindage est alors relié à la masse de l'alimentation à l'une de ses extrémités.

Le connecteur recommandé pour cet usage est une fiche DIN 5 broches à 270°. Si on le désire, la broche 3 pourra servir à relier la masse de l'alimentation: un fil supplémentaire réunira alors cette broche à la connexion de la masse de l'alimentation sur le circuit du préamplificateur. Dans ce cas, la broche 2 ne sert que pour la connexion des blindages.

Magnétophone

Le meilleur endroit pour prélever le signal afin d'effectuer des enregistrements se trouve à la sortie du préamplificateur.

La figure 7 montre les deux connexions nécessaires. Il faut s'assurer que le réglage d'effet stéréo est mis hors circuit lors des enregistrements. Sinon, on pourra remplacer R23 et R23' par un strap et augmenter la valeur de R30 et R30' à 390 Ω.

Commentaires

Le tableau résume les performances du Preco. La photo 1 montre les mesures obtenues sur un analyseur de spectre (signal-test à 1 kHz, échelle verticale 10 dB/division, échelle horizontale 500 Hz/division). La tension du signal de référence (0 dB) est d'environ 775 mV. Comme on peut le voir, la distorsion est inférieure à 60 dB, ce qui correspond à moins de 0,1%. Le bruit de fond résiduel apparent est dû à l'analyseur de spectre lui-même: une mesure séparée montre que le rapport signal/bruit du Preco est supérieur à 105 dB.

A un niveau plus faible (-10 dB, soit environ 250 mV), la distorsion mesurée est de -70 dB (0,03%), et le rapport signal/bruit d'environ 100 dB. Enfin, si quelque problème survientait, le tableau 3 résume quelques tensions mesurées aux points-test repérés sur la figure 1. Ce tableau pourrait servir de comparaison, en se souvenant que des tensions effectivement mesurées différant d'environ 20% par rapport aux valeurs du tableau peuvent être considérées comme normales.