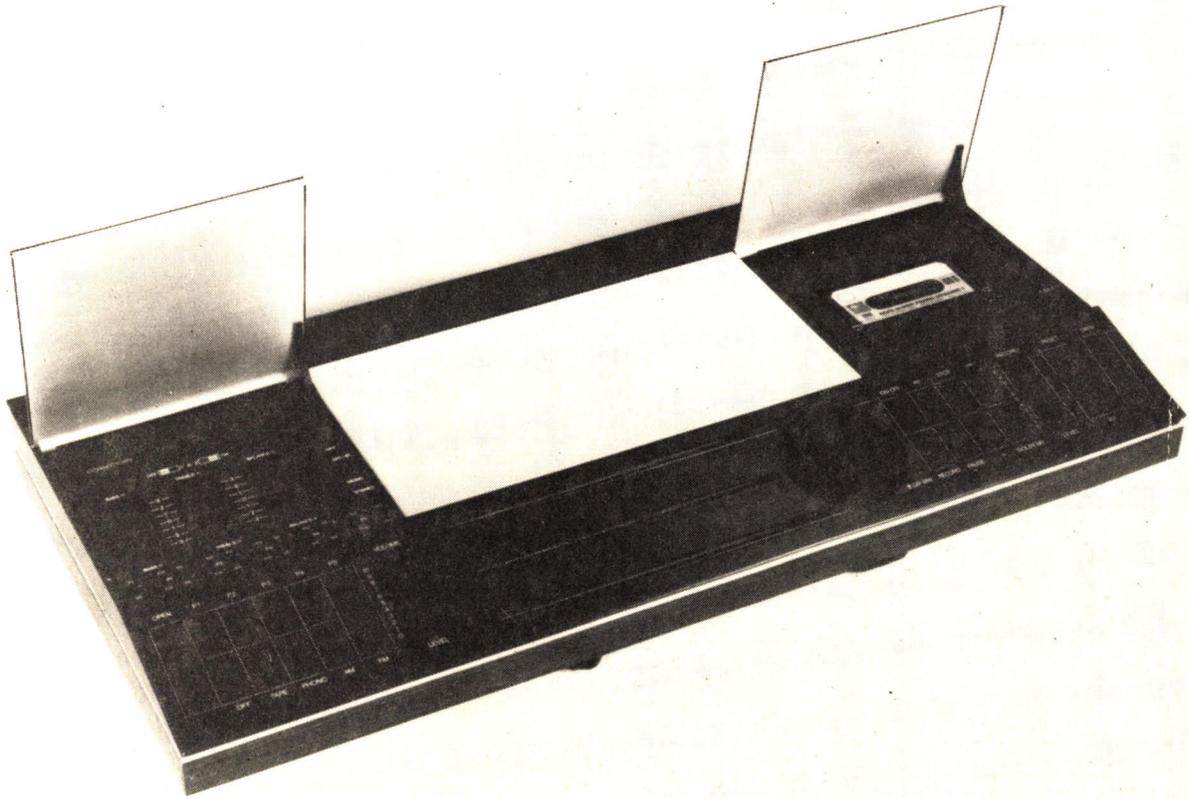


LE COMBINÉ AMPLIFICATEUR TUNER MAGNETOPHONE



BEOCENTER 4000

PRESENTE dans la plus pure tradition scandinave, le combiné amplificateur (et préamplificateur) magnétophone et tuner Beocenter 4000 de Bang et Olufsen se présente comme un appareil tout à fait intéressant, à plus d'un titre. La table de lecture d'une chaîne compacte impose un encombrement souvent important pour les chaînes dites compacts, avec l'intégration du seul magnétophone, l'appareil peut prendre des proportions nettement plus attrayantes. Plus de problème de masse. En outre, la formule permet d'avoir en permanence un magnétophone sous la main, un magnétophone qui sera prêt à faire tous les enregistrements sans problème de raccordement.

Présentation

Ce serait presque une injure de donner des indications sur la présentation du Béocenter 4000. L'aluminium anodisé, noir ou naturel fait bon ménage avec un cadran façon bois, palissandre pour être plus précis. Les potentiomètres secondaires sont dissimulés derrière des trappes, ainsi que quelques commutateurs et aussi le magnétophone. Seules les commandes principales sont restées accessibles pour simplifier le dessin de l'appareil. Le Beocenter 4000 est un appareil très plat, un socle d'acier embouti est surmonté d'une ceinture de bois (ou assimilé) puis vient, sur l'avant le panneau de commande, très légèrement incliné. Sur la gau-

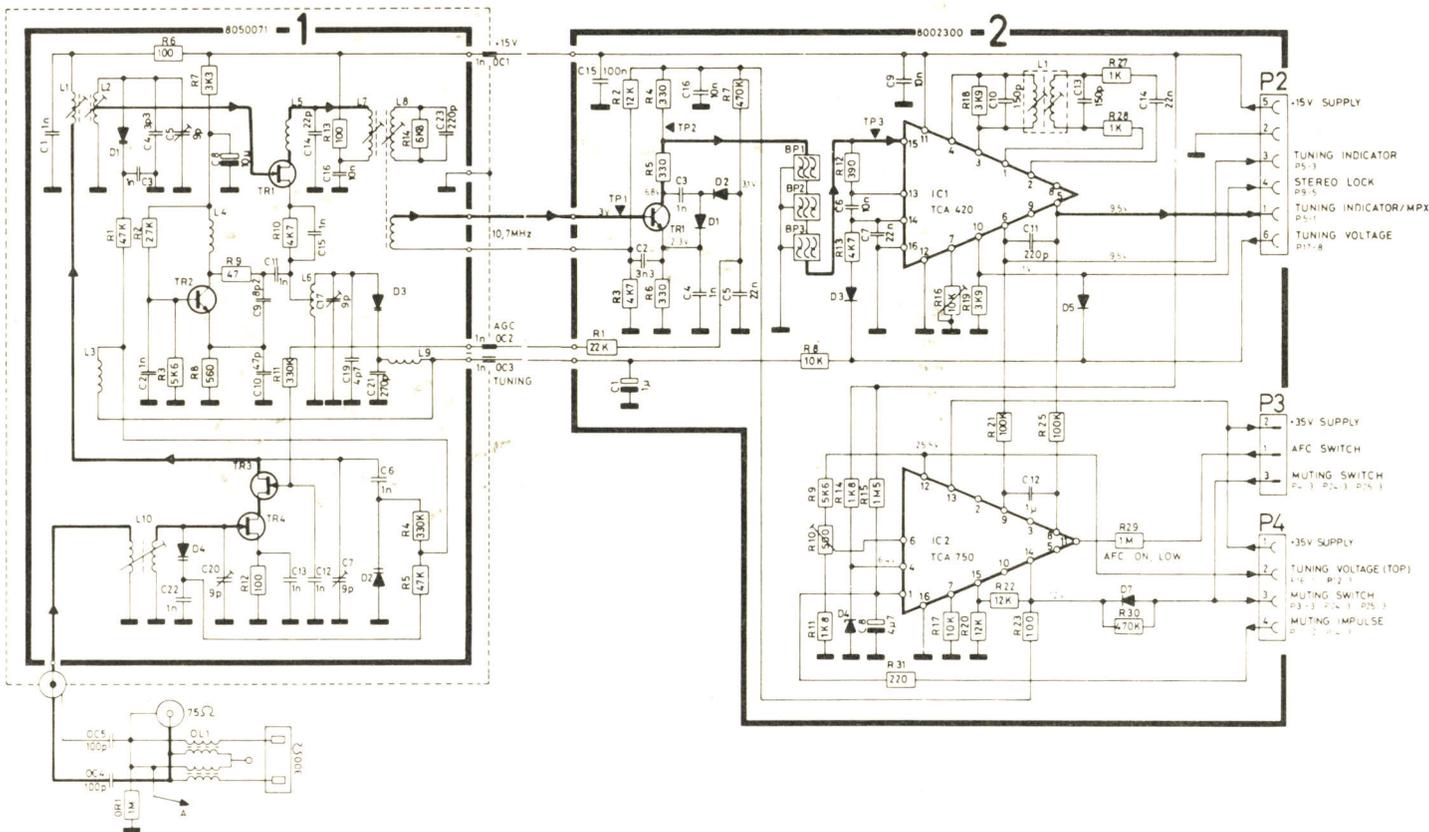
che, nous avons un clavier à touches classiques, au centre le tuner avec ses cadrans et son disque d'accord et enfin sur la droite, le magnétophone et ses commandes électriques.

Fonctions

Le Beocenter est un combiné, il rassemble un amplificateur de deux fois 40 W sur charge de 4 Ω , il dispose d'entrées pour tourne-disque et magnétophone externe, son tuner est équipé d'une section MF à stations prééglées et d'une section MA disposant des ondes longues et moyennes. Le magnétophone à cassette offre une bande passante normale, un réducteur de bruit de type Dolby, c'est un magné-

tophone à deux têtes, son volant est utilisé pour l'asservissement de la vitesse de rotation du moteur.

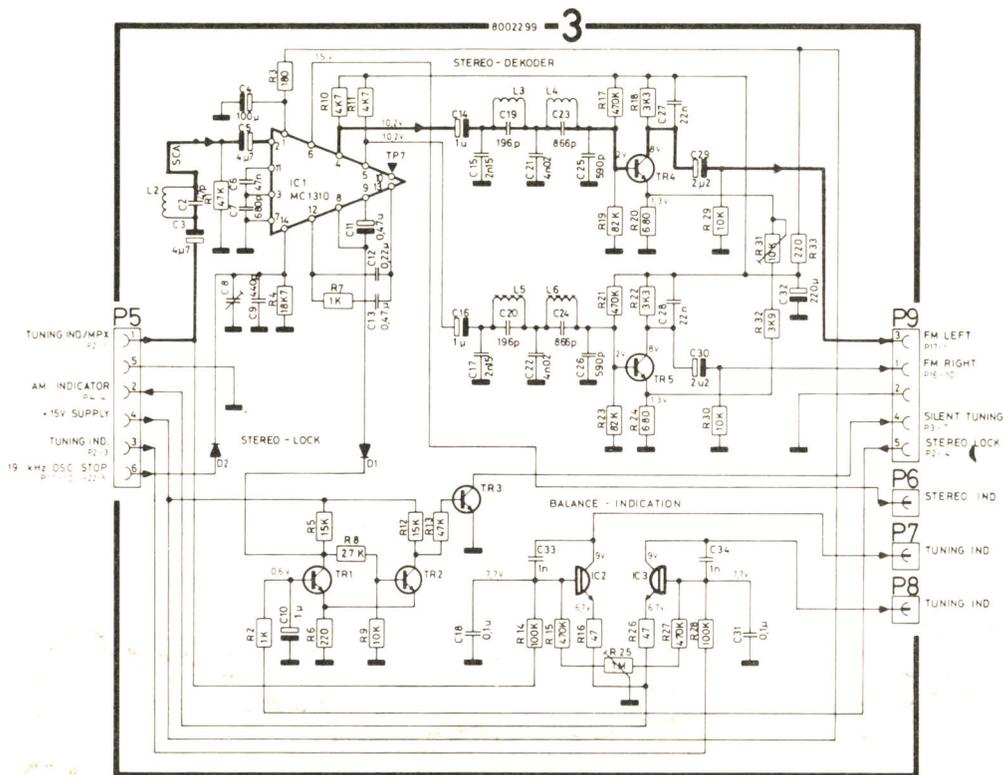
Le raccordement des enceintes s'effectue en soulevant une trappe que l'on découvre en ouvrant la trappe de gauche de l'appareil. Les ouvertures sont très confortables, pour adoucir le mouvement des volets, le constructeur a généreusement badigeonné les glissières de graisse aux silicones. Toutes les prises sont donc dans un logement, nous trouverons les prises d'antenne comme les prises DIN d'entrée ou les prises de sortie de puissance. La sortie des fils se fait par l'arrière. L'appareil peut pratiquement être plaqué contre un mur, ce que nous ne recommandons toutefois pas car il faut laisser



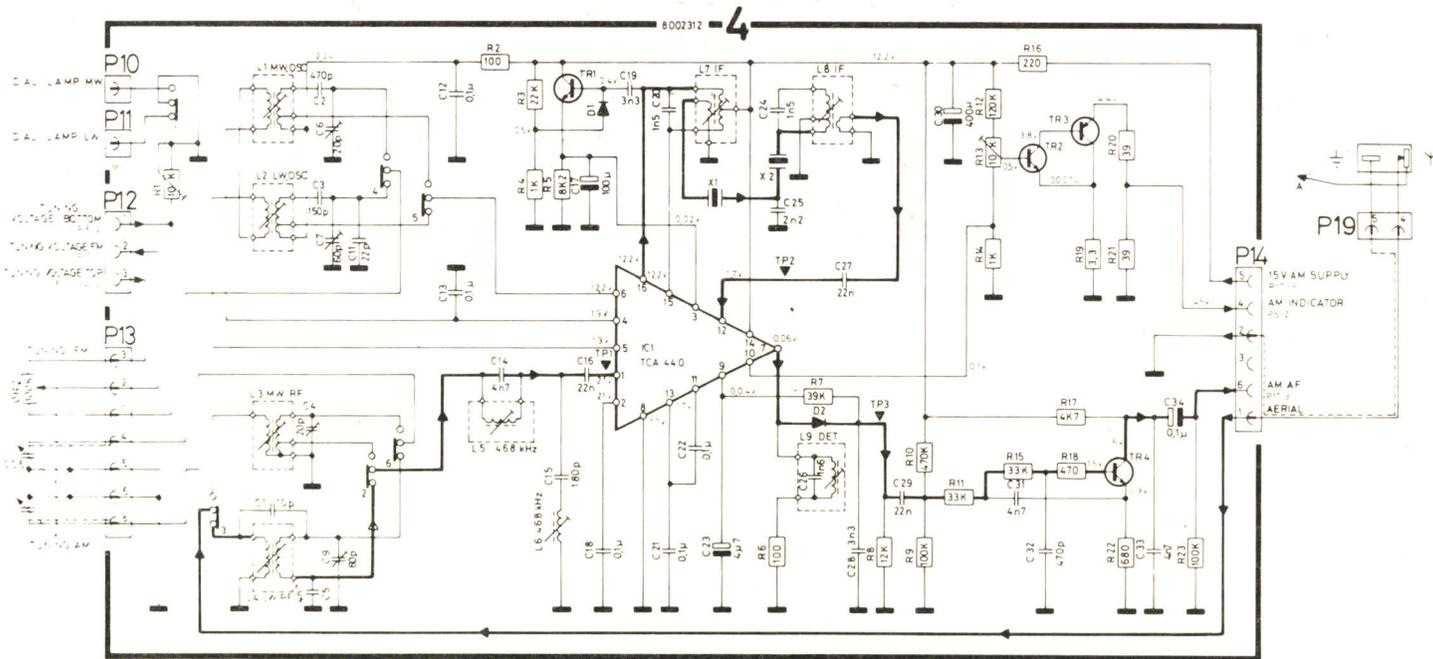
Circuits 1 et 2 : tuner FM.

passer un peu d'air pour le refroidissement des transistors de puissance.

En soulevant le couvercle de gauche, nous trouvons les glissières des potentiomètres de commande de timbre, le potentiomètre de balance, un commutateur mono-stéréo, un commutateur de commande automatique de fréquence. Dans le bas, 5 petits cadrans portent des fréquences, ce sont les fréquences des stations pré-réglées. Il faut enfoncer le tiroir pour le déverrouiller, il sort alors permettant le réglage des stations. Le choix des stations se fait par 5 touches, une touche permet de choisir entre la modulation de fréquence et l'amplitude modulée, pour cette dernière fonction, nous avons une sélection distincte pour les gammes d'onde, la sélection se fait en effet en pressant le bouton de recherche des stations. La commande de volume sonore s'opère par curseur externe, le potentiomètre est particulièrement bien protégé.



Circuit 3 : décodeur stéréo.



Circuit 4 : tuner AM.

Un autre potentiomètre de ce type est utilisé pour le réglage du niveau d'enregistrement du magnétophone.

Etude technique

Après ce tour d'horizon; pénétrons dans l'électronique. Les ingénieurs danois de B et O font souvent preuve d'originalité dans la conception de leurs produits, nous allons passer en revue les circuits électroniques qui ont été choisis.

Le premier ensemble de schémas représente le tuner.

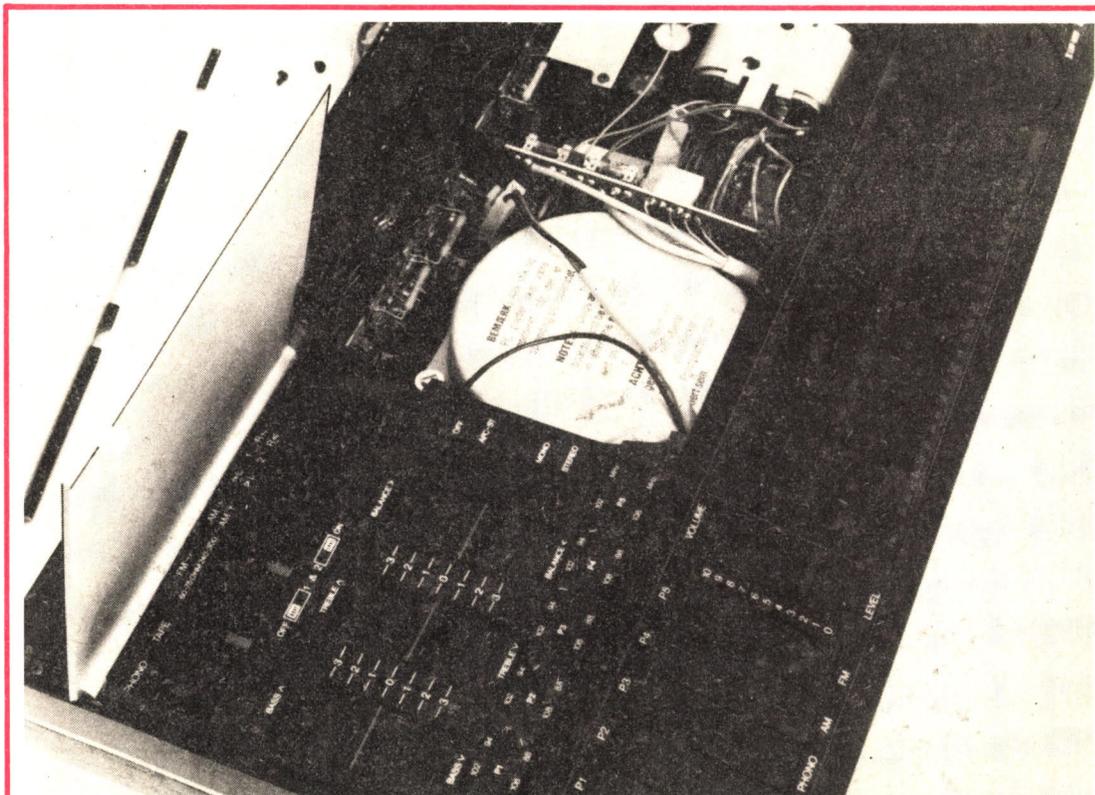
Le signal entre sur un transformateur adaptateur d'impédance permettant de traiter les signaux arrivant par un câble de 75 ou 300 Ω. Le signal arrive sur deux transistors à effet de champ montés en cascade, l'un des deux transistors reçoit une tension de commande automatique de gain. L'oscillateur est réalisé à partir d'un transistor bipolaire, le mélangeur est à transistor à effet de champ. L'accord des circuits est confié à des diodes à capacité variable, une série de potentiomètres dont un, solidaire du condensateur variable de la section MA, permet de préréglager les stations. La sortie du signal à fréquence intermé-

diaire se fait sur un transformateur, un amplificateur aperiodique (circuit 2, transistor TR 1) remonte le niveau et adapte les impédances, les filtres céramique ont en effet une impédance de 300 Ω environ, à l'entrée comme à la sortie,

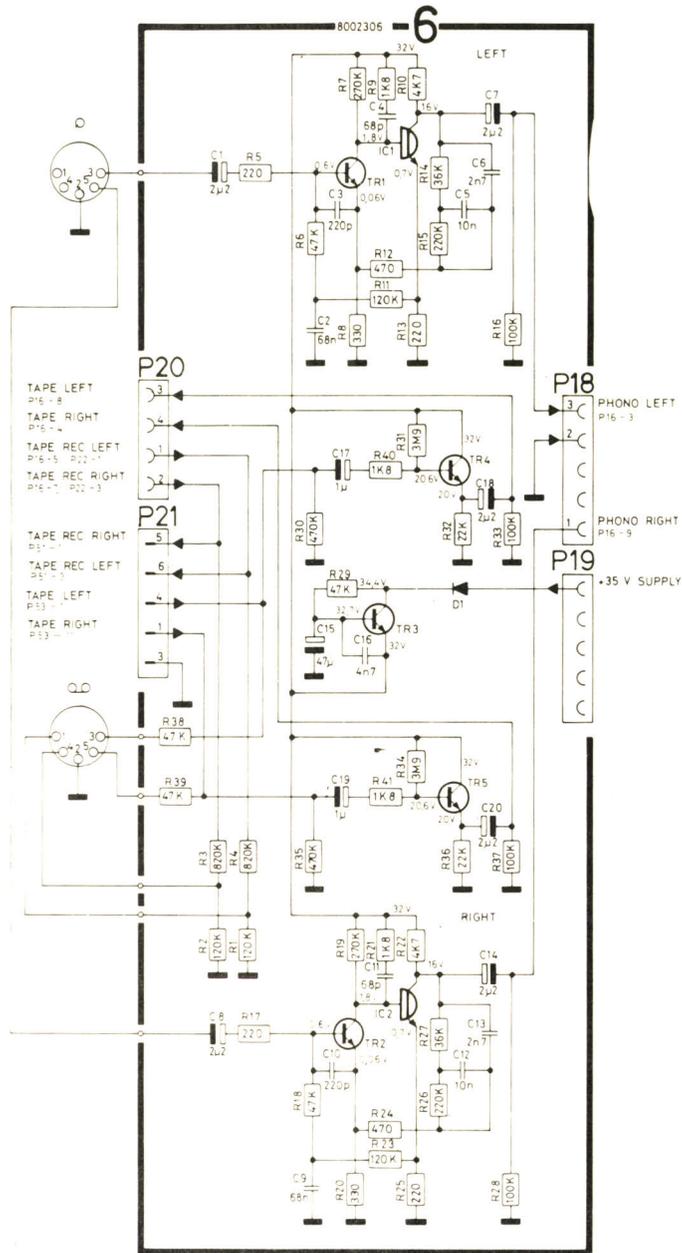
cette identité de résistance d'adaptation permet de monter les filtres céramique les uns derrière les autres sans autre inconvénient qu'une atténuation proportionnelle au nombre de cellules. Les deux diodes D₁ et D₂ détectent la valeur de la

tension FI pour commander le gain de l'étage d'entrée.

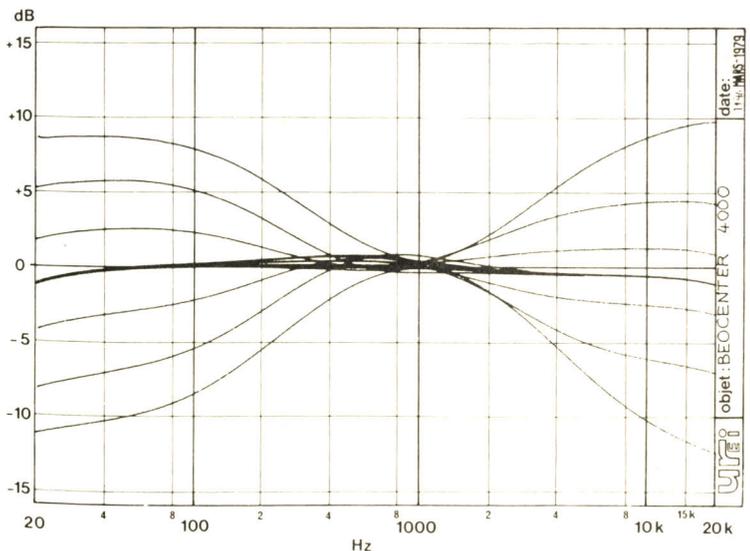
Le circuit intégré FI est un TCA 420, c'est un circuit qui comporte des étages d'amplification, un démodulateur de quadrature, des circuits de sortie pour indicateur de champ et



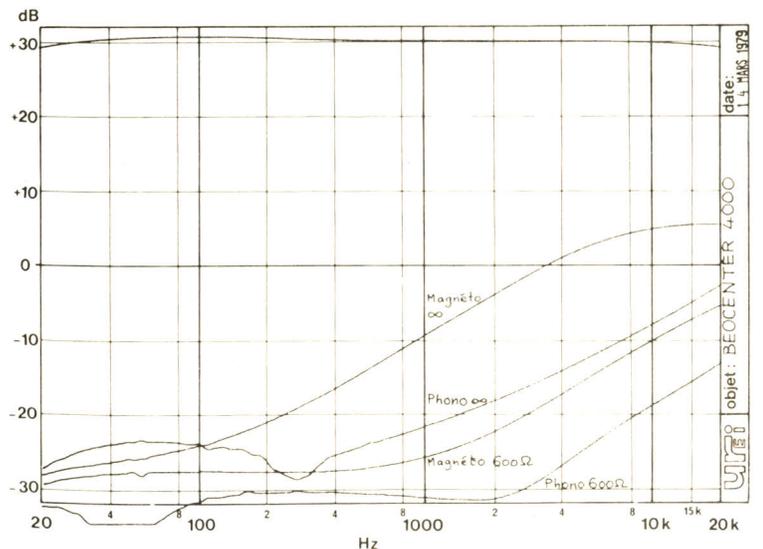
Tentative de démontage : au centre le transformateur d'alimentation.



Circuit 6 : circuits d'entrées : préampli RIAA.



Courbe A. - Correcteur de timbre, efficacité.



Courbe B. - Diaphonie des entrées phono et magnétophone.

pour commande éventuelle d'un silencieux.

Le circuit TCA 750 comporte des régulateurs de tension et des circuits de compensation thermique pour les diodes à capacité variable. Ce circuit se charge aussi de la commande automatique de fréquence.

Le décodeur stéréophonique utilise un MC1310 de Motorola, un circuit de décodage qui a fait ses preuves depuis longtemps. Comme sa réjection des résidus de sous-porteuse et de pilote n'est pas suffisante, le constructeur a ajouté

des filtres à pente de coupure raide pour éliminer les signaux indésirables. Un potentiomètre de couplage entre les émetteurs des transistors de sortie permet d'assurer un réglage fin de la séparation. Le réglage de la fréquence d'oscillation du VCO est assuré par un condensateur variable.

L'indication de l'accord est assuré par deux voyants dont l'égalité d'éclairement indique que l'accord est parfait. Ces lampes sont commandées, comme dans beaucoup d'appareils de la marque, par des transistors Darlington,

montés en amplificateur différentiel. Les transistors TR₁ et TR₃ commandent le silencieux interstation, ce silencieux commande un interrupteur électronique installé directement sur l'entrée de l'amplificateur de puissance.

Le tuner à modulation d'amplitude est très simple, il utilise l'un des meilleurs circuits intégrés destinés à cette application. Ce circuit comporte un oscillateur local, un mélangeur, un amplificateur HF à gain variable, un amplificateur FI; il faut lui ajouter en sortie un détecteur. Ce détec-

teur, c'est tout simplement une diode. Le transistor TR₁, après détection de la tension HF commande l'entrée 3 du circuit intégré, entrée utilisée pour la commande du gain de l'amplificateur HF. Le filtrage est mixte, pour la sélection des stations, on utilise des circuits accordés par condensateur variable, pour la fréquence intermédiaire, deux filtres céramique sont installés entre deux circuits accordés classiques. Le circuit dispose d'une sortie d'indicateur de champ, ce sont les transistors TR₂ et TR₃ qui commanderont l'indi-

cateur. Le signal audio, après démodulation va sur un filtre passe-bas à source contrôlée, ce filtre parachève le filtrage de la FI.

Section audio

Les préamplificateurs RIAA sont représentés dans la zone 6. Le préampli se compose de deux transistors, un NPN classique en entrée, c'est un BC 550, un transistor à très faible bruit de fond, il est suivi par un Darlington.

Le préamplificateur est alimenté par l'intermédiaire de TR₃ qui, monté en collecteur commun avec condensateur sur sa base, sert de filtre électronique.

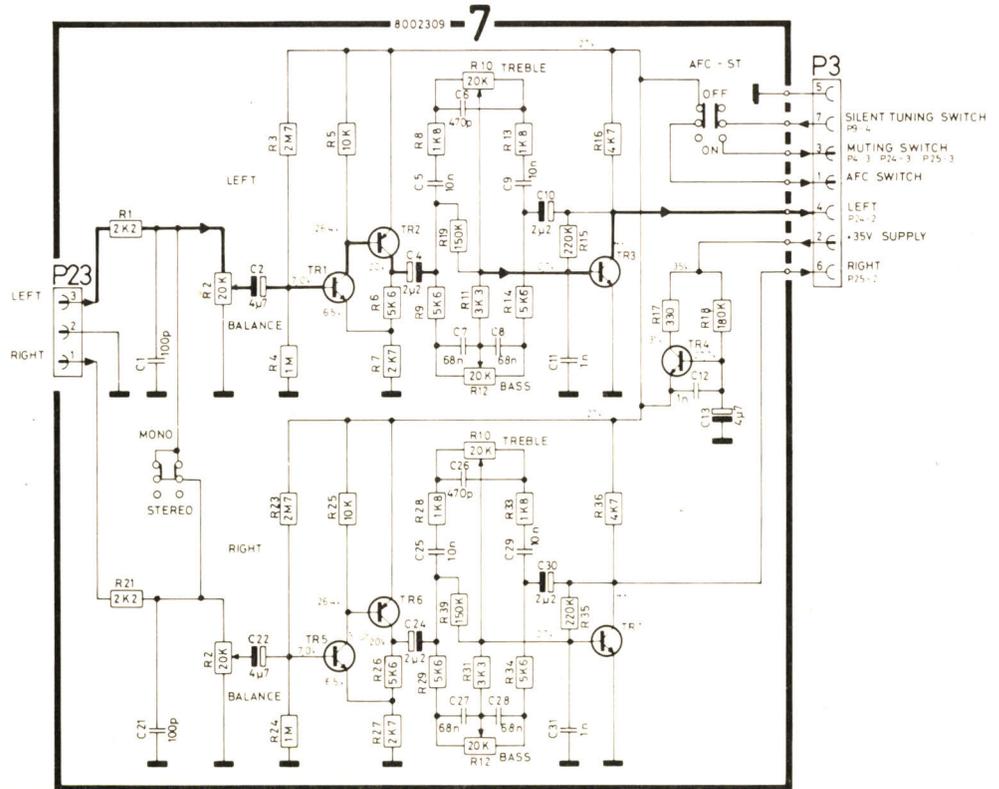
Les connexions entre les entrées et l'amplificateur de puissance sont effectuées par des contacts classiques.

Le bloc 7 comporte les amplificateurs du correcteur de timbre. Trois transistors sont utilisés dans ce but. Nous trouvons une paire complémentaire suivie du correcteur proprement dit et d'un dernier transistor dont on utilise l'inversion des phase pour assurer une contre-réaction sélective. Sur ce circuit, nous trouvons un régulateur de tension, plus précisément un filtre électronique.

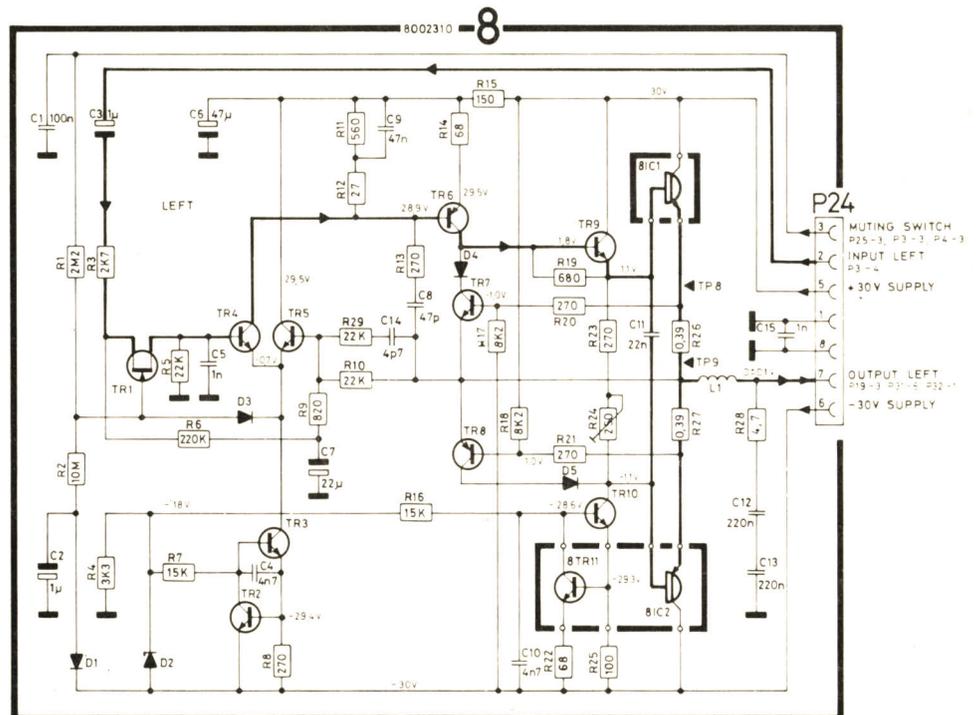
L'un des amplificateurs de puissance est représenté sur le bloc 8. Le transistor à effet de champs TR₁ sert d'interrupteur électronique pour le silence interstations, les résistances et les diodes associées assurent par ailleurs un silence au moment de la mise sous tension et de l'arrêt.

L'amplificateur de puissance est du type à entrée différentielle, le driver est commandé par un transistor 8 TR₆ chargé par un générateur de courant composé de 8 TR₁₁ et 8 TR₁₀. Les transistors de sortie sont, suivant la bonne habitude de B et O des darlington de puissance.

La protection des enceintes est assurée par une coupure de l'alimentation en cas de problème. Dans le circuit d'alimentation, circuit 5, nous avons une détection de composante



Circuit 7 : correcteur de timbre.



Circuit 8 : amplificateur de puissance.

continue à la sortie des amplificateurs de puissance. Des circuits d'intégration, de type RC, filtrent les composantes de fréquence haute et ne laissent pratiquement que le continu. Deux transistors peuvent être commandés par la tension continue, 5 TR₅ et 5 TR₆. L'un est commandé par la tension positive, l'autre par la négative. En cas de problème, le triac SCS 1 se met à conduire et court-circuite le secondaire de puissance du transformateur d'alimentation. Ce court-circuit permet au fusible de fondre, l'alimentation est coupée, les enceintes ne craignent plus rien.

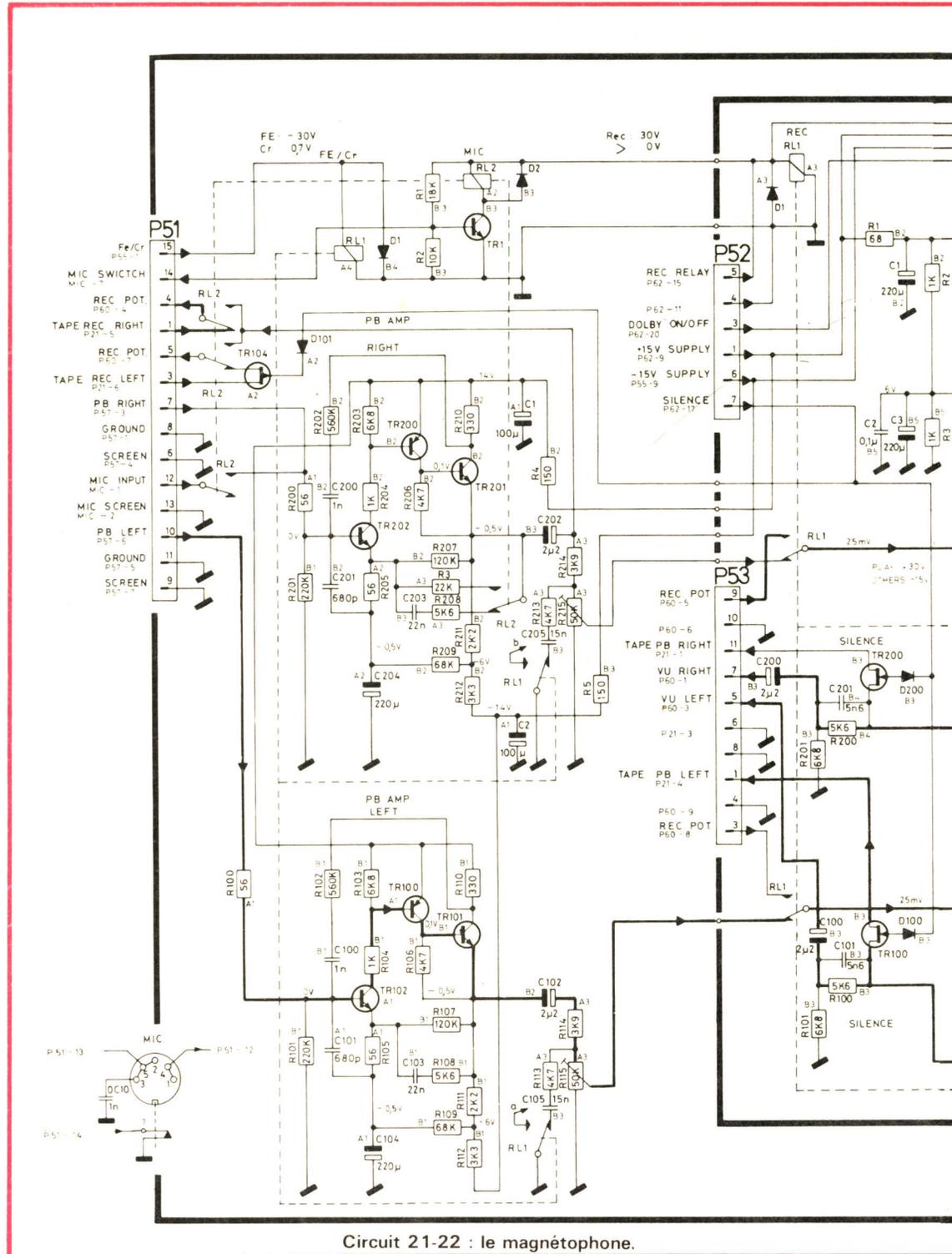
Le magnétophone à cassette

Le magnétophone à cassette que nous avons ici est un modèle assez sophistiqué, sur le plan mécanique, il est suffisamment complexe pour prendre pratiquement autant de surface de schéma que le reste de l'appareil. Nous avons dans cet appareil plusieurs sections dignes d'intérêt, une section audio et la section de commande du magnétophone.

Les constantes de temps de correction de lecture sont commutées par des contacts d'un relais. Suivant le type de cassette utilisé, on aura diverses positions. Le relais RL₁ est utilisé pour la commutation fer/chrome, RL₂ est mis en service pour l'enregistrement, le préamplificateur est alors employé en amplificateur micro. Après réglage de niveau, le signal arrive dans le circuit intégré Dolby, deux filtres sont prévus pour supprimer les résidus de sous-porteuse multiplex ou de disque CD4. Le transistor TR₂₀₁ assure la mise hors-service du Dolby en éliminant le traitement du signal.

En enregistrement, le signal qui sort du préamplificateur est dirigé vers le potentiomètre de réglage du niveau. C'est un des contacts de RL₁ qui assure cette commutation.

Le contrôle de niveau se fait à la sortie du Dolby, autrement



Circuit 21-22 : le magnétophone.

dit avant le passage dans l'amplificateur d'enregistrement. Cet amplificateur est précédé par un interrupteur électronique (transistor TR₂₀₃). L'amplificateur d'enregistrement ne dispose d'aucun circuit de correction spécifique pour le chrome ou le fer, par contre, on modifie le niveau d'enregistrement par la résistance R₂₂.

L'indication de niveau est confiée à 5 diodes électrolumi-

nescentes commandées par un circuit intégré.

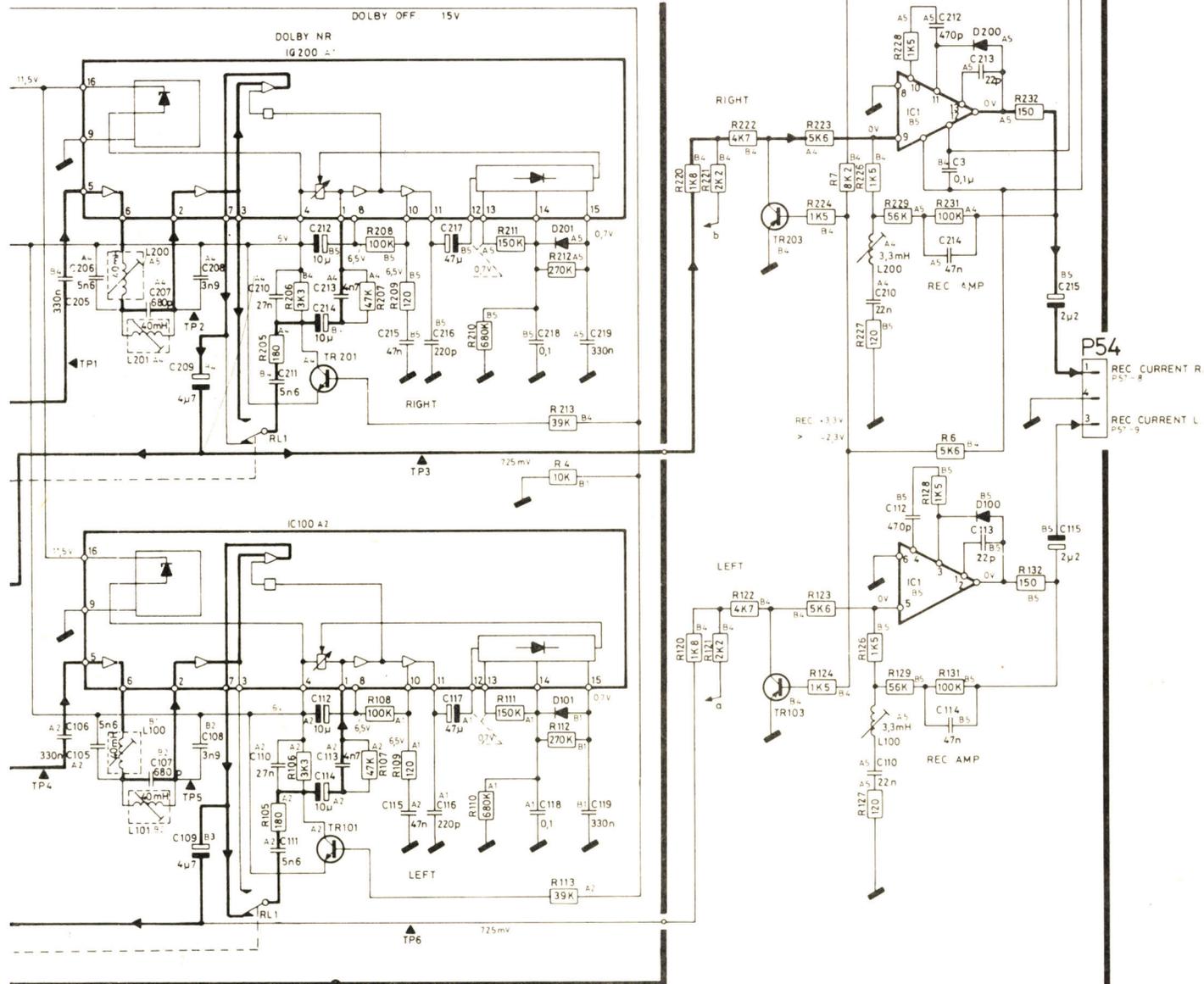
L'amplificateur d'enregistrement est un amplificateur opérationnel, tout simplement, des résistances de forte valeur, 68 k Ω , transforment le circuit en générateur de courant pour l'enregistrement.

Un circuit régulateur d'amplitude modifie la valeur du courant de prémagnétisation en fonction du type de bande, la régulation se fait par

le transistor TR₅. Il commande la polarisation des transistors de l'oscillateur.

La régulation de vitesse du moteur se fait par l'intermédiaire du volant de cabestan. La base de 23 TR₁ est reliée à un capteur placé devant une denture du cabestan. Le signal est amplifié puis détecté par 23 D₁ et 23 D₂.

On obtient sur 23 C₅ une tension continue dont l'amplitude est proportionnelle à la



fréquence. Les diodes 23 D₃ et 23 D₄ servent de compensation de température. La tension de sortie de 23 IC₁, seconde moitié commande le transistor de puissance TR₁. Monté entre les sorties d'un pont, ce transistor sert de résistance variable et permet de commander la vitesse d'un moteur asynchrone à déphasage.

Le moteur de bobinage est un moteur à courant continu, il

est commandé électroniquement. Le moteur est monté en parallèle sur 24 TR₃, ce moteur étant régulé en vitesse par un amplificateur différentiel. TR₂ est un générateur de courant constant, on fait varier, par l'intermédiaire de TR₃ la fraction du courant qui ira dans le moteur. Pour éviter les excès de vitesse, on limite la tension du moteur à la valeur de la tension de base de la paire différentielle.

L'arrêt automatique est confié à un système optoélectronique à disque rotatif solidaire de l'un des axes porte bobine.

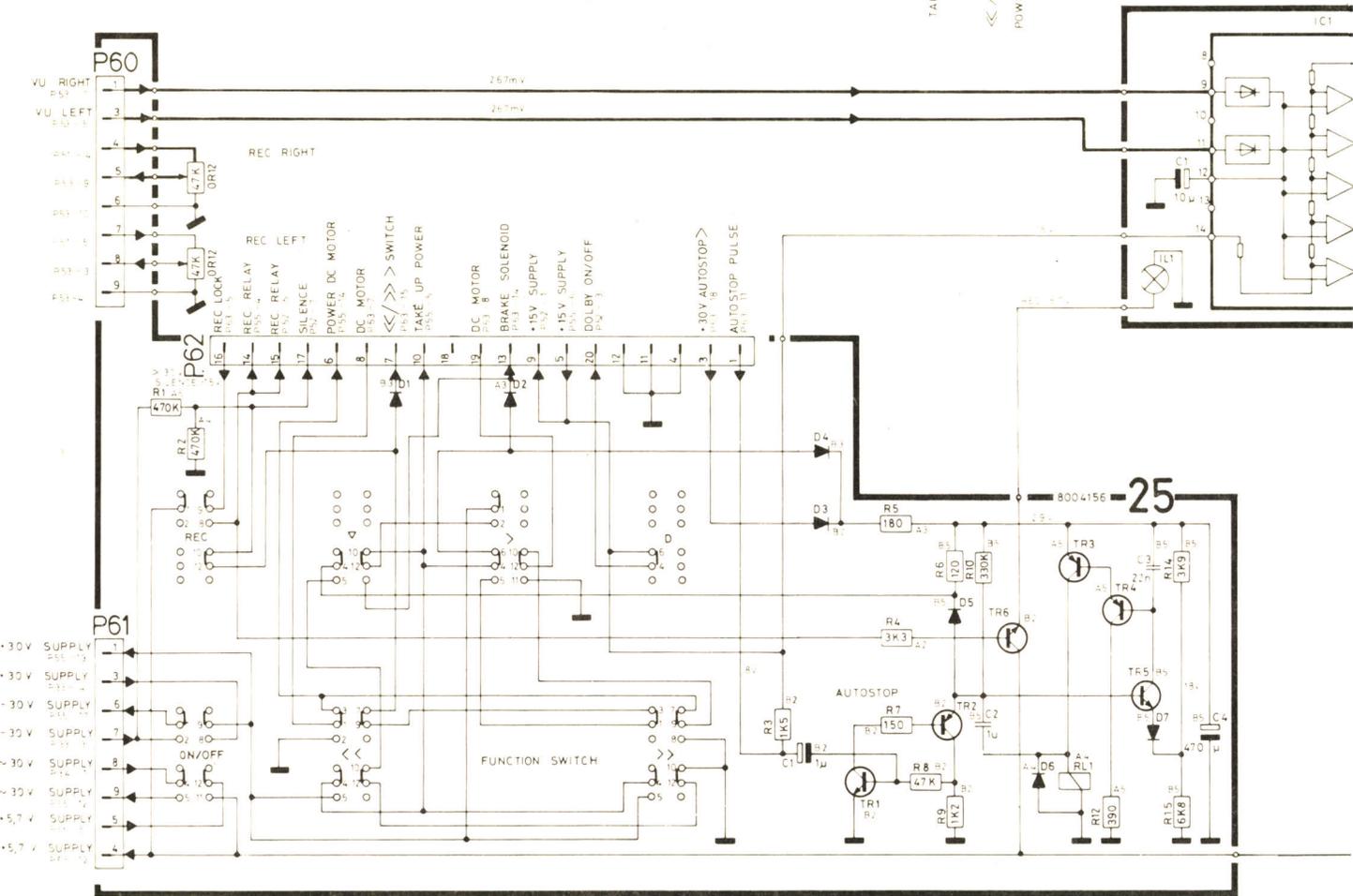
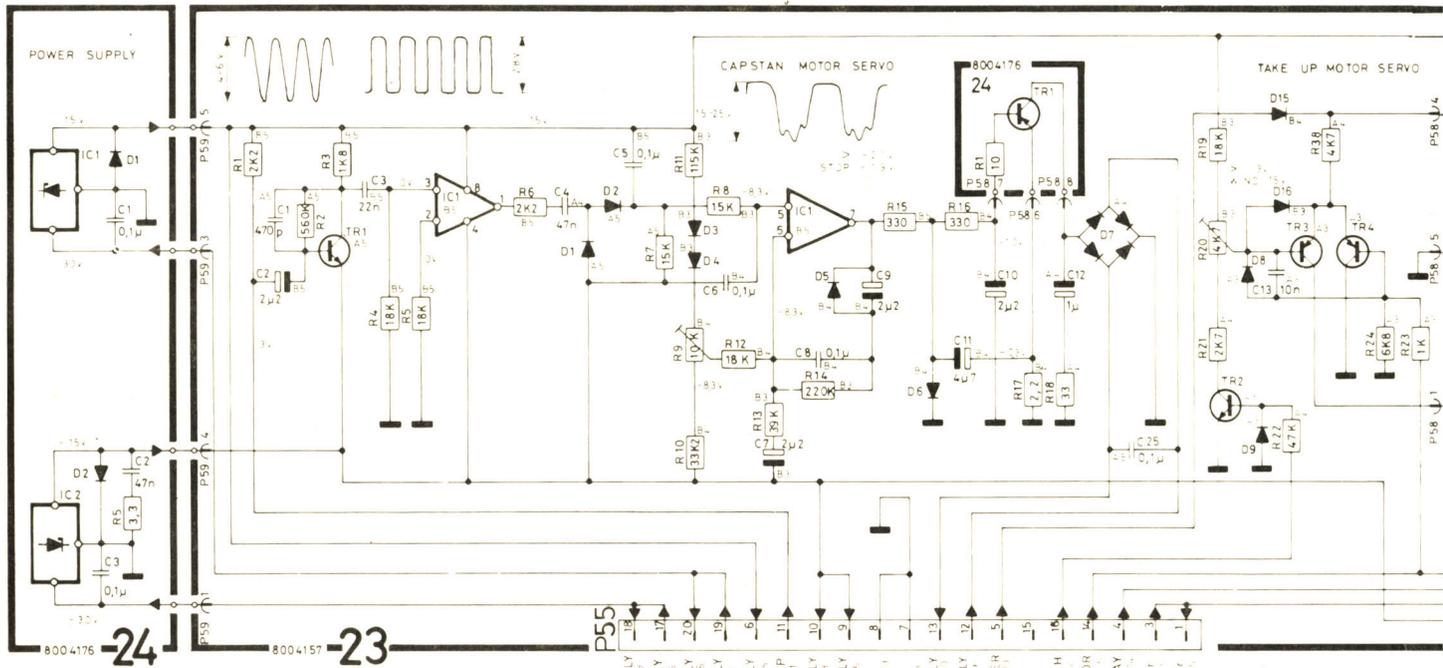
Mesures

La puissance de sortie, les deux canaux en service est de 38,4 W par canal sur 4 Ω et de 28,5 W par canal ; sur 8 Ω. Un canal en service, la puissance

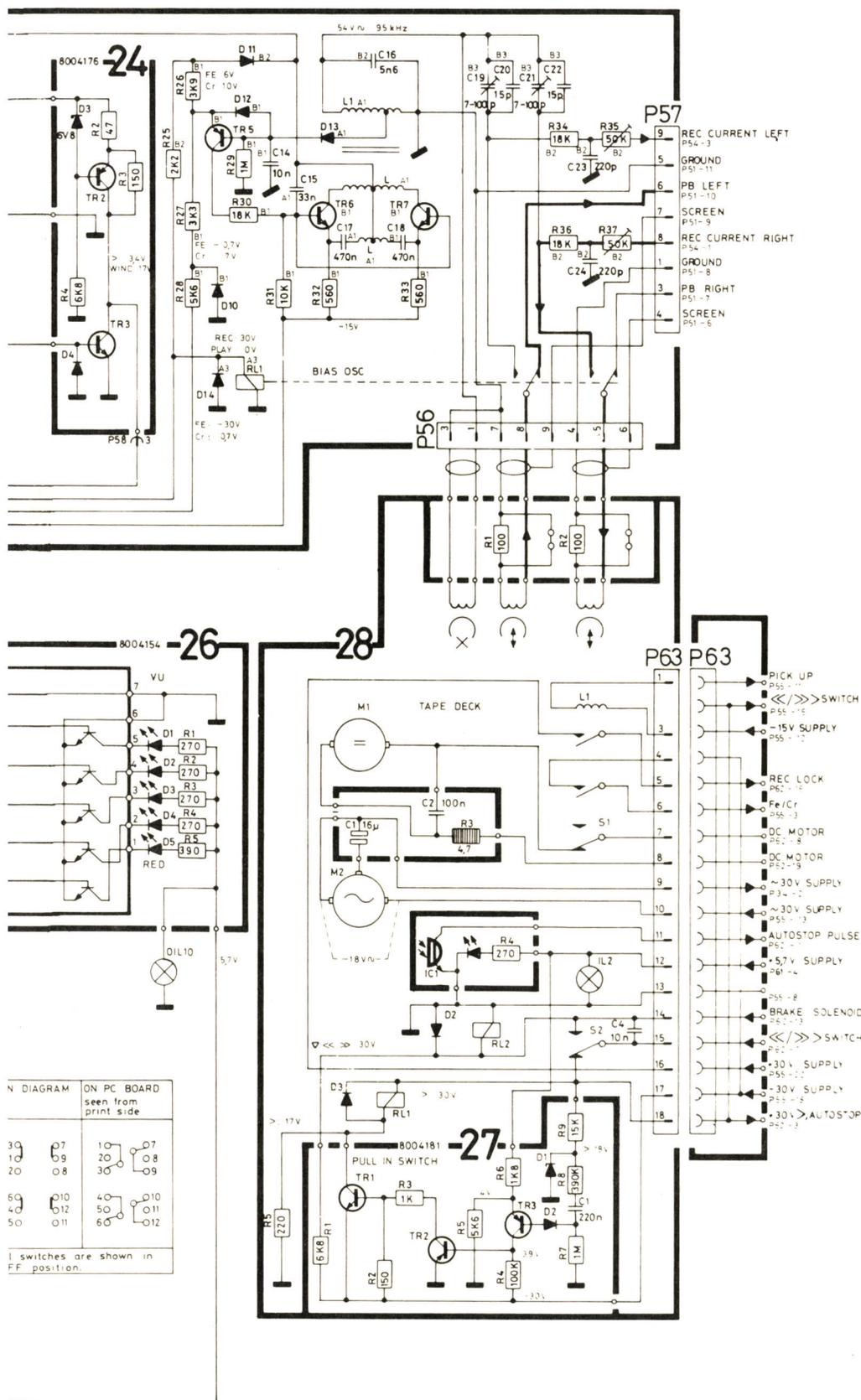
par canal passe à 51 W sur 4 Ω et 34,8 W sur 8 Ω.

Le taux de distorsion harmonique mesuré à pleine puissance est de moins de 0,03 % sur 4 Ω à 1 000 Hz et de moins de 0,02 % sur 8 Ω. A 10 kHz, le taux de distorsion est inférieur à 0,06 % sur 4 Ω comme sur 8 Ω. Nous avons mesuré la même performance à 40 Hz.

Le taux d'intermodulation est de 0,12 % sur 4 Ω et de 0,09 % sur 8 Ω. La sensibilité



Circuits 23 à 28 : le magnétophone.



N	DIAGRAM	ON PC BOARD seen from print side
30	D7	10
10	D9	20
20	D8	30
40	D10	40
40	D12	50
50	D11	60

I switches are shown in FF position.

de l'entrée phono est de 2,5 mV, la tension de saturation de 94 mV. Le rapport signal sur bruit est de 78 dB pour une sensibilité ramenée à l'entrée de 5 mV.

Sur entrée auxiliaire, la sensibilité est de 250 mV, le rapport signal sur bruit de 85 dB.

La sensibilité du tuner MF est de 0,6 μ V pour un rapport signal sur bruit de 26 dB. Le seuil de fonctionnement du silencieux est de 5 μ V environ.

Le rapport signal sur bruit non pondéré est de 61 dB, il passe à 71 dB après intervention du filtre de pondération.

La courbe A donne l'efficacité des correcteurs de timbre. Les diverses courbes correspondent aux graduations de la façade.

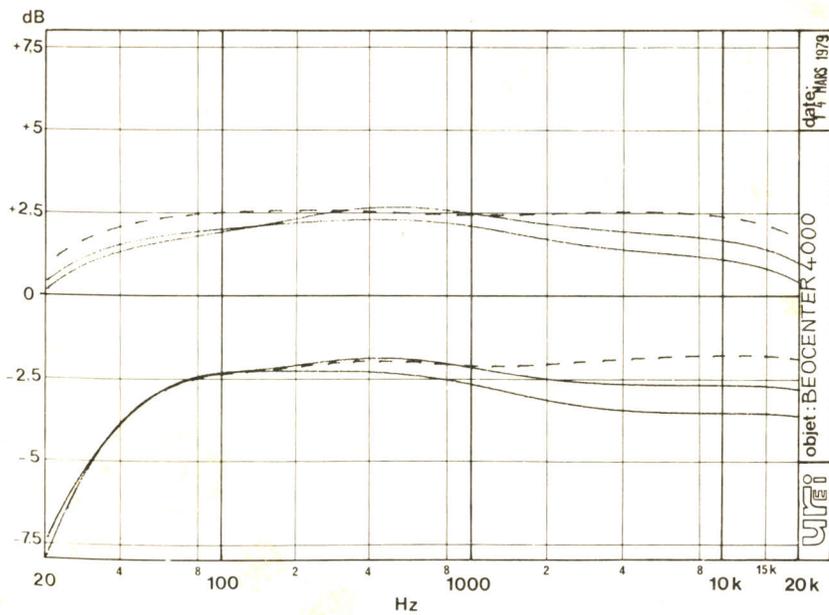
La seconde courbe donne la diaphonie sur les entrées phono et magnétophone avec entrée ouverte et fermée sur 600 Ω .

La courbe C donne les courbes de réponse des entrées phono et magnétophone, l'entrée phono coupe les extrêmes basses jugées sans doute gênantes par le constructeur.

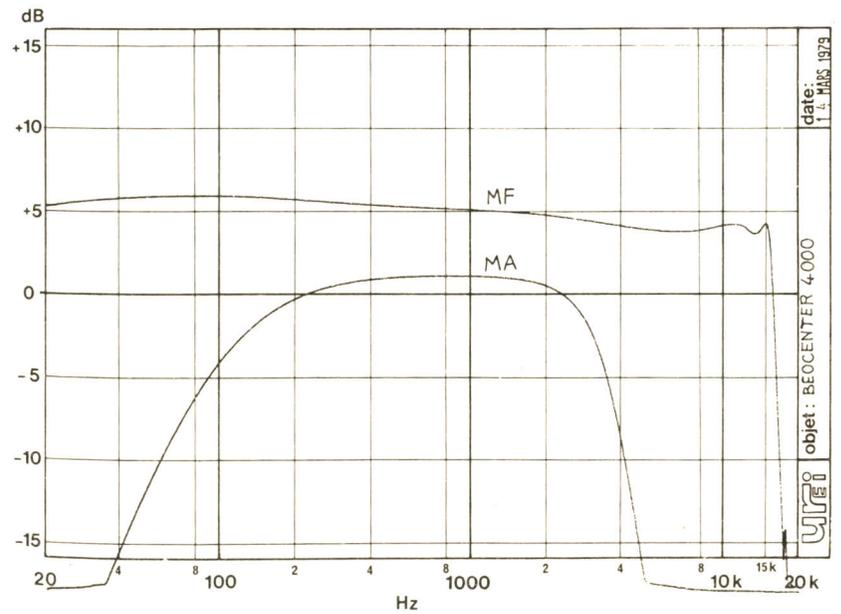
La courbe D est celle donnant les bandes passantes des circuits radio MA et MF, des courbes très régulières.

La dernière courbe est celle de réponse du magnétophone, ces courbes sont données avec un niveau d'enregistrement élevé pour les fréquences moyennes et basses et plus faible dans l'aigu. On notera une belle régularité des courbes.

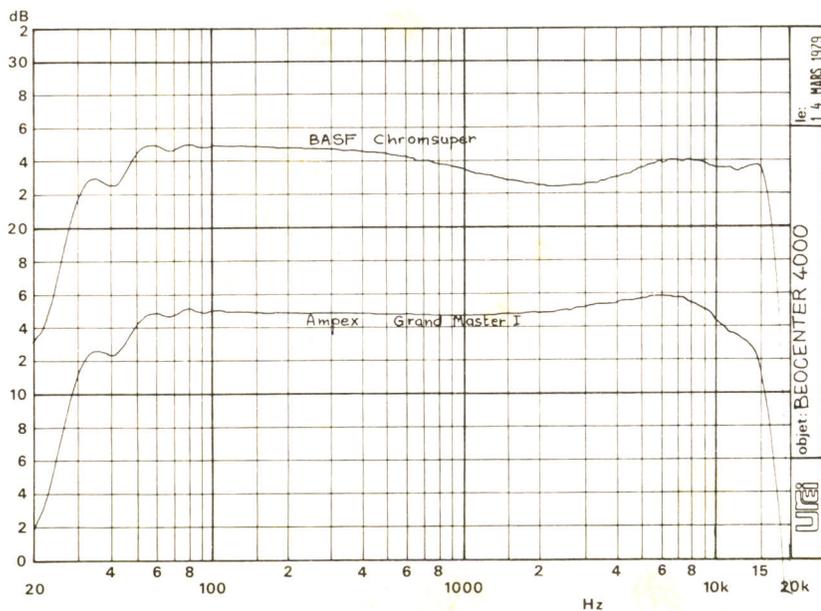
Le taux de pleurage et de scintillement de la section magnétophone est de 0,07 %, le taux de distorsion pour une bande Ampex Grand Master I est de 1,6 % pour le zéro dB donné par l'indicateur, le rapport signal sur bruit par rapport au zéro dB est de 61 dB en mesure pondérée. En surmodulant un peu, on gagne quelques décibels. Pour la cassette « Chromsuper » de BASF, nous avons mesuré un taux de distorsion de 3 % à l'allumage de la diode rouge. Le rapport signal sur bruit est de 64 dB. Les mesures de bruit de fond sont ici faites avec réducteur de bruit Dolby et filtre de pondération.



Courbe C. - Courbe de réponse des entrées phono et magnétophone, en pointillé, relevé du correcteur de timbre.



Courbe D. - Courbes MF et MA.



Courbe E. - Courbe de réponse du magnétophone avec cassette chrome et Fe₂O₃.

Conclusion

Très bel appareil que ce Beocenter 4000. La réalisation est excellente et ne devrait poser de problème qu'aux dépanneurs qui devront se risquer à l'intérieur. Nous ne voulons pas ici parler de fiabilité mais seulement signaler que l'accès aux composants n'est pas des plus faciles. Si vous êtes un fanatique des beaux appareils et si vous en avez assez des esthétiques sans personnalités, le 4000 est certainement fait pour vous.

E. LEMERY