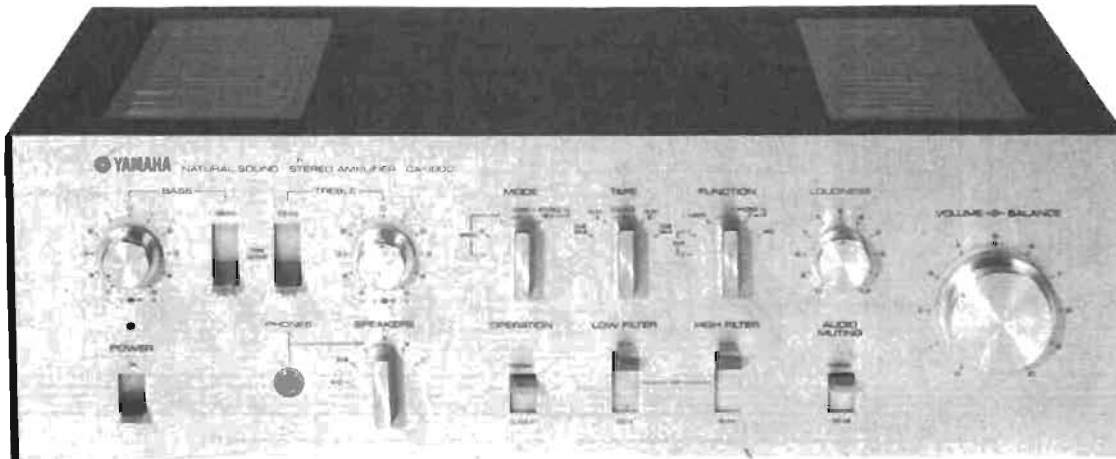


L'AMPLIFICATEUR

YAMAHA CA 1000

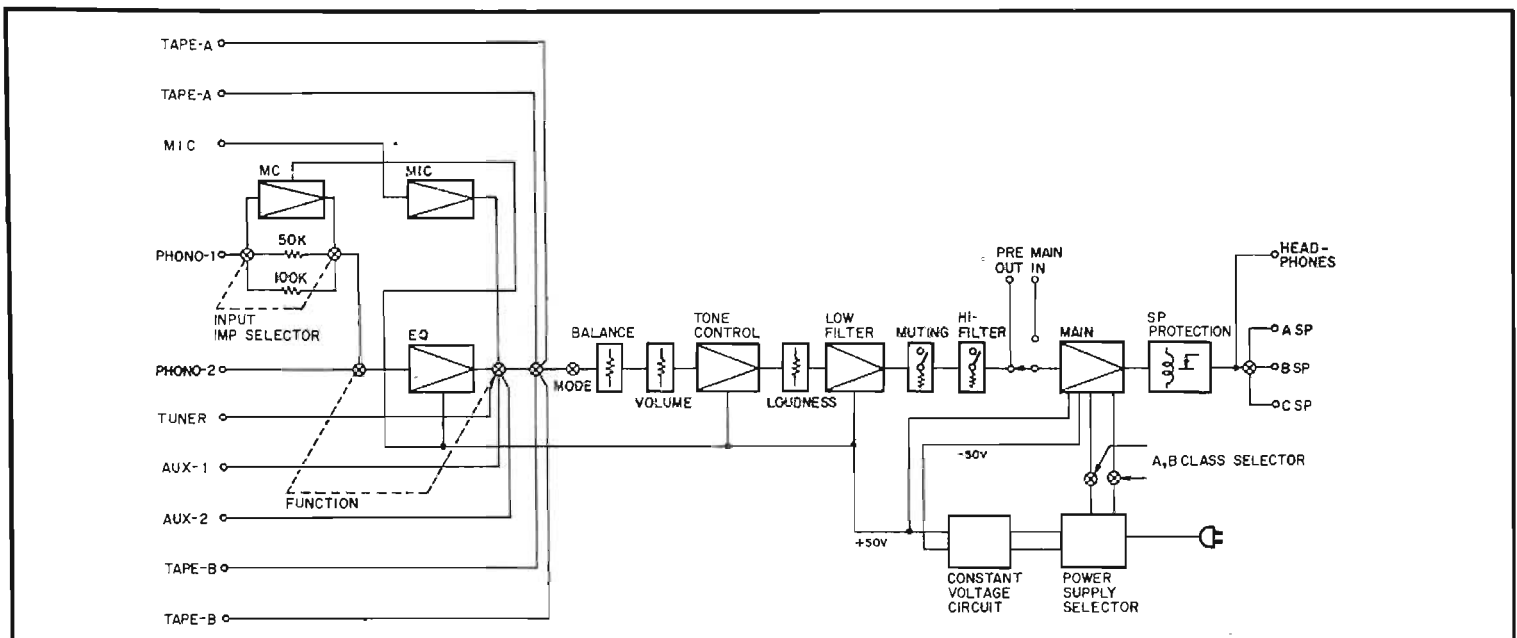


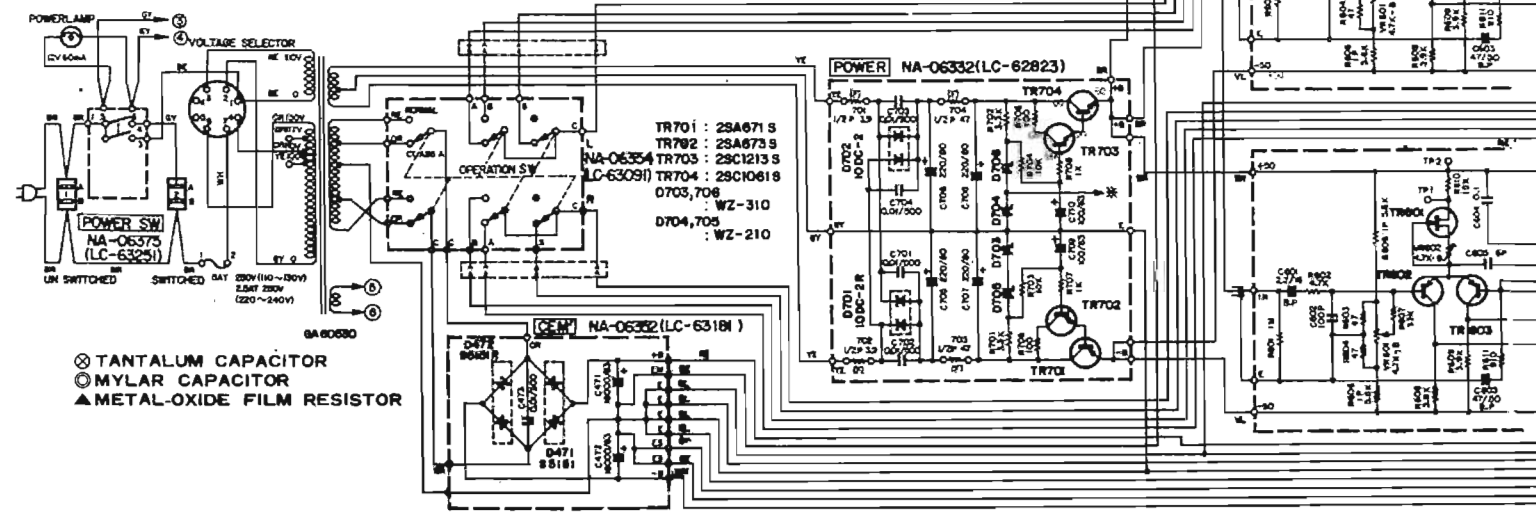
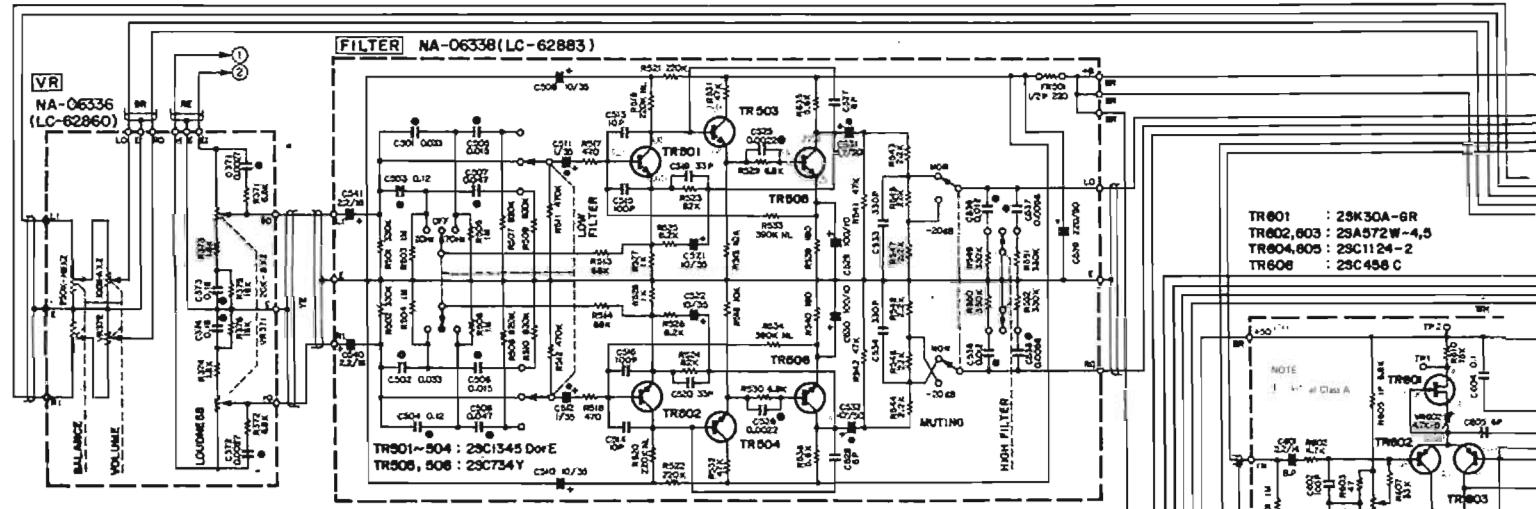
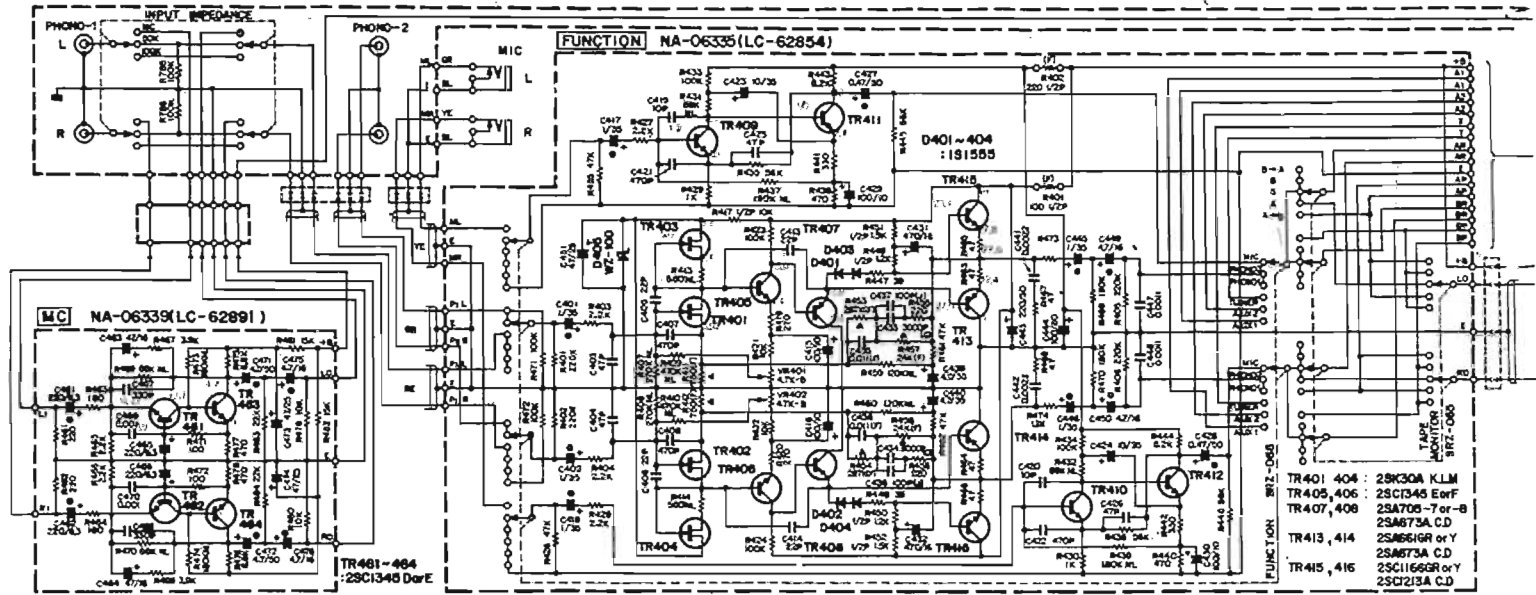
NIPPON GAKI, une importante société japonaise diffuse sous la marque Yamaha des produits très divers. Nous connaissons en France les motocyclettes Yamaha, les moteurs de Hors Bord Yamaha, les pianos Yamaha, les ensembles de sonorisation Yamaha et aussi le matériel Haute Fidélité Yamaha. Ces produits divers sont bien entendu diffusés par des importateurs différents et le matériel qui nous intéresse, c'est-à-dire les produits HI-FI sont

diffusés en France par HIFA, société spécialisée dans l'importation des produits de haute qualité. Nous ne savons pas quel rang occupe YAMAHA parmi les producteurs de matériel haute fidélité, mais nous savons que c'est le premier producteur de piano du Japon. Des statistiques déjà vieilles de deux ans nous ont appris que Yamaha fabriquait 120 000 pianos par an dont 110 000 étaient vendus au Japon. Mais revenons à notre problème. HIFA nous a demandé

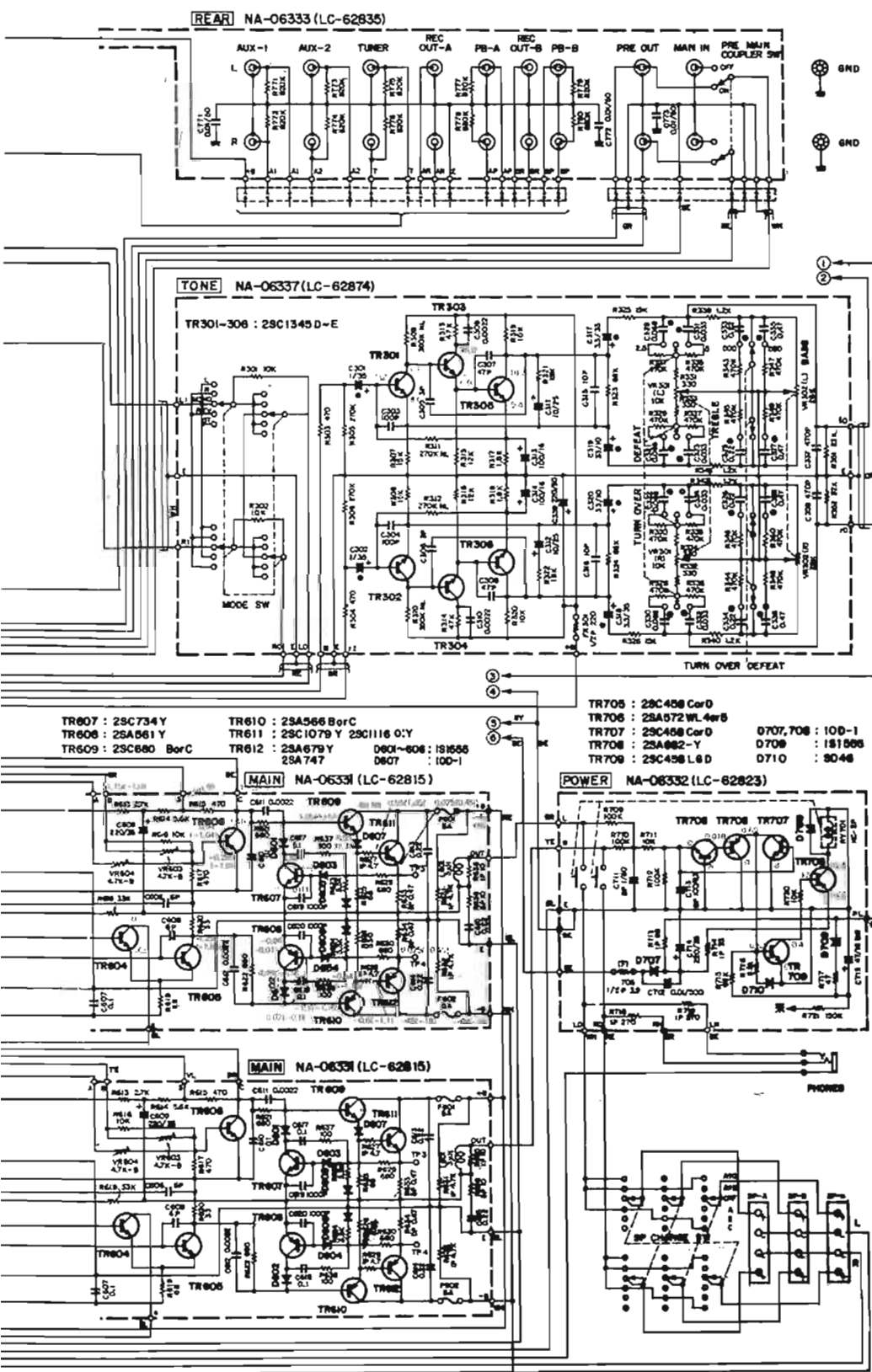
d'étudier un amplificateur de grande classe, de grande puissance qu'il venait de recevoir et nous avons été flattés de voir que notre revue avait été choisie pour ce test difficile. L'amplificateur Yamaha CA 1000 est en effet un des plus sophistiqué que nous ayons jamais eus à tester aussi avons-nous confié cet appareil au laboratoire de Hi-Fi Stéréo, notre revue sœur aux fins d'essais. Nous avons considéré que les spécialistes en haute fidélité de ce laboratoire

possédaient seuls les appareils de mesures nécessaires pour contrôler un appareil dont les performances sont remarquables. Ce long préambule mérite une explication. Jusqu'à ce jour tous les amplificateurs que nous avons eus à tester travaillaient en classe AB ou en classe A. Le CA 1000, peut travailler suivant les deux formules par une simple commutation. Et le commutateur est placé sur la face avant. Donc en une seule manœuvre, il est possible de passer du fonctionnement





⊗ TANTALUM CAPACITOR
 ⊙ MYLAR CAPACITOR
 ▲ METAL-OXIDE FILM RESISTOR



en classe AB au fonctionnement en classe A. Il est évident que les puissances délivrées sont très différentes dans les deux cas. Dans le premier cas, le constructeur dit dans ses spécifications que la puissance délivrée sur 4Ω est $2 \times 100 \text{ W}$ à 1000 Hz , de $2 \times 75 \text{ W}$ à 1000 Hz et dans le deuxième cas de $2 \times 15 \text{ W}$ sur 8Ω . Le constructeur ne parle pas de la puissance délivrée en classe A sur 4Ω . Nous pensons qu'il a raison. On trouve encore un dispositif de réglage original, c'est celui du correcteur physiologique. Dans presque toutes les réalisations que nous avons eues à examiner, nous avons trouvé deux types de correcteur physiologique. Le premier donne une correction fixe indépendante de la position du curseur du potentiomètre de puissance. Le deuxième donne une correction progressive en fonction de la position du curseur de contrôle de volume dans la moitié de sa course et une correction nulle, si l'on peut dire dans la deuxième moitié de la course du potentiomètre. En effet, tous nos lecteurs le savent, on utilise à cette fin des potentiomètres à point milieu.

Nous estimons que la première formule est plus valable que la seconde car elle laisse la liberté à l'utilisateur de choisir lui-même la puissance à laquelle il considère avoir besoin d'utiliser le correcteur physiologique, mais elle ne lui permet aucune progressivité dans son emploi. La deuxième lie l'action du correcteur physiologique à la position du curseur ce qui est une hérésie puisque, sauf dans les ensembles compacts personne ne sait quelle sera la puissance délivrée par la source, ce qui veut dire en clair que personne ne peut dire quelle sera la puissance délivrée pour une position déterminée du curseur du potentiomètre de contrôle de volume.

Yamaha a adopté une formule qui permet d'avoir une correction physiologique progressive pour n'importe quelle position du curseur du potentiomètre de volume. C'est donc la formule idéale pour l'utilisateur.

POSSIBILITÉS DE L'AMPLIFICATEUR

Parlons d'abord des entrées, ce qui est logique. L'entrée Phono 1 est reliée à un commutateur à trois positions. Les deux premières positions de ce commutateur permettent le raccordement d'une cellule phonocaptricc sur deux impé-

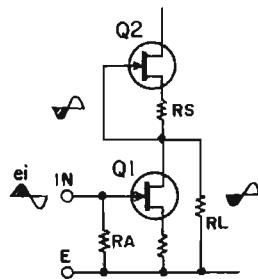


Fig. 1. — Quand le signal d'entrée est positif, la phase est inversée aux bornes de RS. Cette tension, opposée en phase avec le signal d'entrée, oblige Q₂ à travailler comme un push-pull. Le signal de sortie est disponible aux bornes de RL.

dances différentes : 50 kΩ et 100 kΩ, la sensibilité de l'entrée est alors de 3 mV. La troisième position permet le raccordement d'une cellule phonocaptrice dynamique. L'impédance d'entrée est alors de 100 Ω, la sensibilité de 200 μV. Voilà encore quelque chose d'original mais que nous avons déjà rencontré. L'entrée Phono 2 est de type classique. Les deux entrées microphone se trouvent à l'arrière de l'appareil, elles sont constituées par deux jacks au standard 6,35 mm. Elles sont prévues pour le raccordement de microphones à haute impédance (50 kΩ); la sensibilité est de 2,5 mV.

On trouve ensuite les huit prises cinch classiques permettant le raccordement de deux magnétophones à trois têtes magnétiques puis une entrée tuner et deux entrées auxiliaires. Le propriétaire de cet appareil qui voudra utiliser toutes les entrées devra prévoir un budget important s'il achète des appareils de la même classe que l'amplificateur.

Pour en terminer avec ce chapitre, disons que le préamplificateur peut être séparé de l'amplificateur par un inverseur qui est normalement bloqué.

Les sorties. On peut raccorder à l'appareil trois paires de haut-parleurs, et un casque. Un commutateur placé sur la face avant permet de sélectionner un groupe de haut-parleurs ou de grouper les haut-parleurs par groupes de deux. Le casque est toujours alimenté, mais une position de ce commutateur permet la suppression de l'écoute sur les haut-parleurs.

LES FONCTIONS ET LEURS SÉLECTEURS

On trouve sur la face avant trois sélecteurs de fonctions. D'abord

un sélecteur d'entrées, nous ne nous étendons pas sur ce sélecteur étant donné que nous avons longuement parlé des entrées et de leurs possibilités. Puis un sélecteur de mode de fonctionnement. L'appareil peut travailler en mono sur un canal ou sur l'autre, sur les deux canaux simultanément en mono, sur les deux canaux en stéréo normale ou en stéréo inverse.

Un sélecteur spécial est prévu pour les magnétophones, il permet de faire du monitoring ou d'enregistrer sur l'un ou l'autre en se servant d'un des deux magnétophones comme source. Autrement dit on peut aisément copier d'un magnétophone sur l'autre et ceci quelque soit le magnétophone utilisé comme source.

Un quatrième sélecteur permet l'accès aux haut-parleurs dans les conditions que nous avons déjà définies.

LES CORRECTEURS ET LES FILTRES

Nous n'allons pas reparler du correcteur physiologique si ce n'est pour dire qu'il est commandé par un gros bouton situé sur la face avant, mais nous allons nous étendre sur les correcteurs de tonalités qui sont comme dans tous les amplificateurs sophistiqués à deux points d'inflexion. Le correcteur de tonalité des fréquences basses a un premier point d'inflexion à 500 Hz, le second à 250 Hz. Le correcteur de tonalité des fréquences aiguës a son premier point d'inflexion à 2 500 Hz, le second à 5 000 Hz. Rappelons pour ceux qui l'auraient oublié que les points d'inflexion définissent la partie du spectre où la variation est de 3 dB. On retrouvera cela dans les courbes que nous publions plus loin.

Les points d'inflexion sont matériellement donnés par des in-

verseurs à trois positions, la position centrale met hors service le correcteur de tonalité considéré (en anglais « tone defeat »).

On trouve aussi sur la face avant deux inverseurs commandant la mise en ou hors service des filtres de graves et d'aiguës dont les points d'inflexion sont situés à deux fréquences pour chaque filtre : pour les basses à 70 Hz et 20 Hz, pour les aiguës à 6 000 Hz et 12 000 Hz.

Ces inverseurs sont également à trois positions, la position médiane mettant le filtre hors service. Bien entendu on trouve aussi le classique atténuateur de 20 dB si cher aux fabricants japonais.

ACTION DES FILTRES ET DES CORRECTEURS

L'efficacité des correcteurs de tonalité est de l'ordre de ± 6 dB par octave, ce que nous considérons comme très suffisant. Les filtres ont une efficacité différente, celui des basses a une efficacité de 12 dB par octave, celui des aiguës de 6 dB par octave.

CONSIDÉRATIONS SUR LA FABRICATION

La face avant est comme dans toutes les réalisations nippon-américaines en aluminium satiné. L'amplificateur est placé dans une boîte en vrai contre-plaqué, poli, mais verni mat du plus bel aspect. Sur la face supérieure se trouvent deux grandes ouvertures grillagées absolument nécessaires étant donné la puissance de l'amplificateur et surtout la possibilité qu'il a de pouvoir fonctionner en classe A. Tout le monde sait que lorsqu'un appareil fonctionne en classe A, le débit de l'étage final reste constant, ce qui explique la nécessité d'avoir une puissance

réduite dans ce mode de fonctionnement.

Le transformateur d'alimentation est très largement dimensionné et les condensateurs de filtrage ont une capacité énorme, rarement rencontrée : 18 000 μF.

La construction est modulaire; les modules sont reliés entre eux par des fils soudés sur les plaquettes imprimées. Les deux modules de puissance avec leurs radiateurs sont placés de chaque côté de l'amplificateur. Les radiateurs sont importants mais non énormes et cela nous a un peu étonné. L'expérience nous a prouvé que l'échauffement restait cependant dans des limites très admissibles.

Des blindages importants séparent tous les éléments modulaires, ils sont très efficaces comme nous le verrons dans le chapitre consacré aux mesures.

Les correcteurs de tonalité sont réalisés au moyen de potentiomètres équipés de disques à crans, ce qui permet de repérer exactement la tonalité sélectionnée pour l'écoute d'un disque déterminé. Nous précisons bien qu'il ne s'agit pas de contacteurs équipés de résistances comme on pourrait le croire.

Nous avons oublié de signaler que les boutons de réglage de tonalité comportent deux boutons très astucieusement disposés concentriquement qui fait que dans toutes les circonstances lorsqu'on a équilibré les tonalités, les deux boutons concentriques fonctionnent simultanément.

On peut regretter aussi que cet amplificateur ne soit pas équipé de dispositifs permettant l'équilibrage des entrées entre elles. Si cela n'a aucune importance pour les entrées des magnétophones, auxiliaires ou du tuner, car on peut supposer que les appareils annexes seront de classe et auront leur propre réglage de niveau de sortie, il n'en est malheureusement pas de

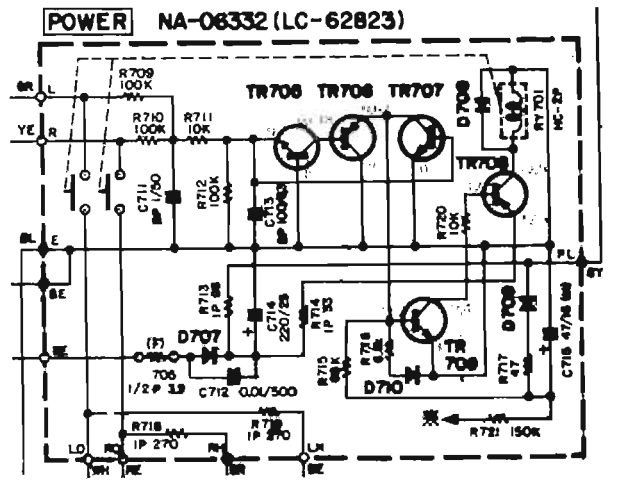


Fig. 2. — Schéma du circuit de protection des haut-parleurs en cas de claquage d'un transistor de sortie mettant ce dernier en court-circuit. Les lignes haut-parleurs suivent respectivement les circuits L/LO et R/RO et passent par les contacts des relais. Les haut-parleurs sont raccordés à LO / et RO, le casque est raccordé en RH et LH.

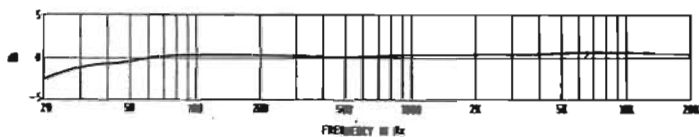


Fig. 3. — Ecart avec les recommandations de la norme RIAA.

CHARACTERISTICS OF LOUDNESS CONTROL

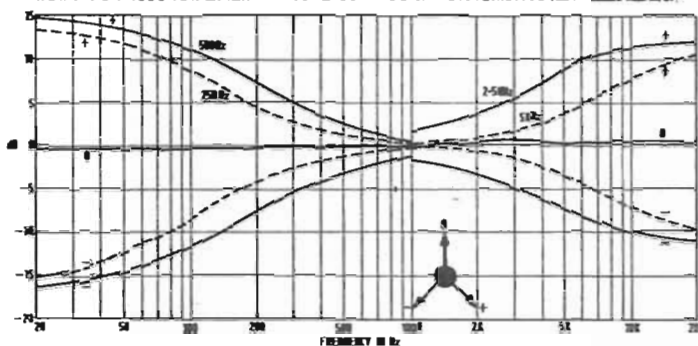
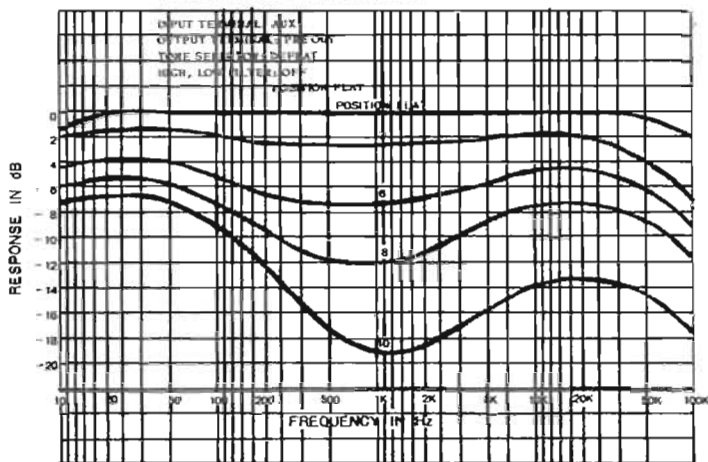


Fig. 5. — Courbes d'action des correcteurs de tonalité. Ces courbes ont été établies en tenant compte des points d'inflexions. Nous recommandons l'usage des points d'inflexion à 250 Hz et 5 000 Hz qui correspondent à une meilleure image de la haute-fidélité telle qu'elle est actuellement conçue.

Fig. 4. — Famille des courbes qu'il est possible d'obtenir avec le correcteur physiologique à action continue. Le correcteur physiologique agit d'une façon continue quelle que soit la position du curseur du potentiomètre de volume.

même pour les deux entrées phono et les entrées microphones. Ces dispositifs ne sont pas des gadgets, mais comme ils n'apparaissent pas sur le tableau de bord de la façade, beaucoup de constructeurs ont tendance même dans les meilleures fabrications à les ignorer.

tiomètre de balance supprimait complètement le son sur une voie ou sur l'autre. Nous aimons beaucoup cette solution qui permet des réglages d'équilibrage très précis si les haut-parleurs n'ont pas été appairés.

EXAMEN DES CIRCUITS AMPLIFICATEURS

L'examen du schéma bloc intéressera beaucoup de techniciens; certaines particularités des circuits amplificateurs encore davantage. Mais parlons d'abord du schéma bloc.

Considérons le raccordement de l'entrée Phono n° 1. On y trouve sur une position dite MC, un préamplificateur spécial pour une cellule dynamique, qui est raccordé au préamplificateur RIAA par le commutateur. Les deux autres positions du commutateur sont reliées directement au préamplificateur RIAA mais permettent d'utiliser la cellule à deux impédances différentes. Le préamplificateur RIAA mérite des explications, en effet, il diffère totalement des préamplificateurs classiques en ce qui concerne son étage d'entrée. Celui-ci se compose en effet de deux transistors à effet de champ montés en série. Il est important de voir comment fonctionnent ces deux transistors.

Si l'on se place sur le plan fonctionnellement en courant continu, les

deux transistors sont effectivement montés en série. Mais si on regarde le fonctionnement de ce circuit en courant alternatif, le transistor Q_2 et le transistor Q_1 sont montés en parallèle, de telle sorte que l'impédance d'entrée est très élevée et l'impédance de sortie très basse.

En effet Q_2 sert de résistance de charge à Q_1 en utilisant l'impédance de sortie élevée de ce transistor à effet de champ. De plus le circuit est calculé pour donner un facteur RL très élevé. Ceci permet d'avoir un grand gain avec un faible taux de distorsion. Mais l'avantage de ce circuit ne se limite pas à cela. Il permet d'avoir un rapport signal/bruit élevé, une forte capacité d'entrée et d'obtenir, des circuits aval, des caractéristiques RIAA très précises. Et, ce qui est plus important encore, le préamplificateur est insensible au champ magnétique même si les émetteurs radio puissants sont très proches.

On remarquera aussi le préamplificateur spécial pour les microphones. A part cela on pourra s'attarder sur le circuit de correction physiologique à action continue qui présente un intérêt d'exploitation certain.

Si l'on examine l'étage d'entrée de l'amplificateur de puissance on trouve encore un transistor à effet de champ qui sert partiellement de charge à la paire de transistors différentiels. La protection électronique des transistors de puissance est assurée dans chaque voie d'une

façon très classique. Elle ne mérite qu'une mention d'existence. L'étage de sortie est composé des deux transistors de puissance complémentaires et la liaison avec les haut-parleurs est faite directement sans condensateur de liaison. Cette solution implique dans tout appareil bien conçu un circuit de protection des haut-parleurs. Chacun sait en effet que si un transistor de puissance « claque », une tension continue importante passe dans les bobines mobiles des haut-parleurs et celles-ci sont détruites en quelques dizaines de millisecondes. La protection est obtenue dans ce cas particulier comme on peut le voir par la coupure du circuit au moyen d'un relais. Nous donnons le schéma de ce circuit dont la réalisation permettra à de nombreux amateurs de protéger leurs haut-parleurs s'ils possèdent des amplificateurs à liaison directe sans dispositif de protection. Il leur suffira d'employer des relais à action rapide, ce qui n'est pas compliqué à trouver.

Il est aussi intéressant de jeter un coup d'œil sur le circuit de stabilisation qui est symétrique étant donné les transistors qui sont alimentés.

LES PROTECTIONS

Dans un tel amplificateur, étant donné la puissance d'une part et la grande valeur des condensateurs de filtrage, il était nécessaire de

UTILISATION

L'utilisation de l'appareil malgré toutes ses fonctions est très aisée, mais il est évident qu'il n'est pas destiné à un amateur de la première génération. Utiliser toutes les possibilités offertes demande en effet une certaine expérience en haute-fidélité.

Prenons un exemple, un amateur débutant comprendra mal que lorsque le sélecteur de fonction est sur la position gauche, il entend le son sur les deux haut-parleurs. Il faut comprendre que cela veut dire que seule la voie de gauche est explorée par la cellule, mais que l'installation toute entière fonctionne sur cette voie explorée. De même il faut savoir que lorsque l'amplificateur est dans la position R + L c'est-à-dire voie droite + voie gauche, cela veut dire que les signaux sont mélangés sur les deux amplificateurs. Ces indications paraissent élémentaires, mais elles dérouteraient un amateur qui ne les auraient pas eues. Nous avons constaté que le poten-

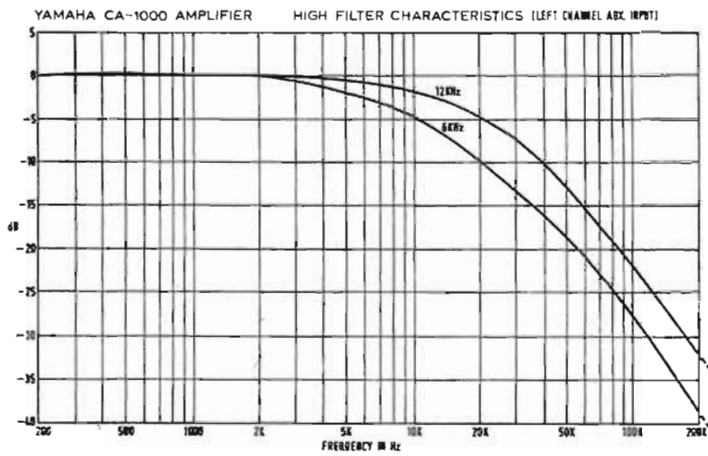


Fig. 6. — Courbe d'action du filtre d'aiguës aux deux points d'inflexion.

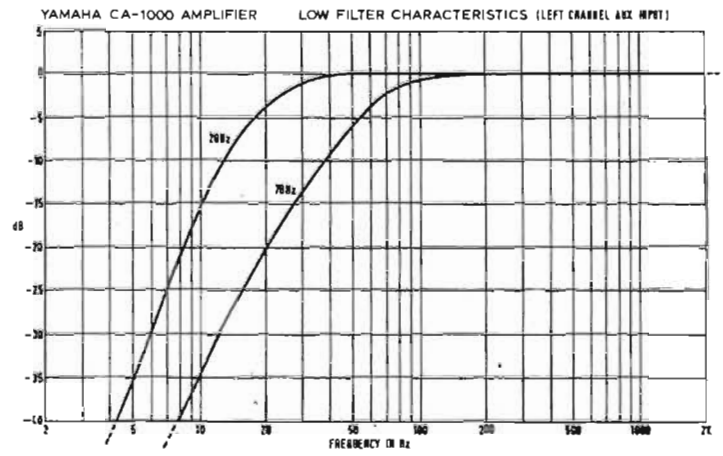


Fig. 7. — Courbes d'action au filtre de basses aux deux points d'inflexion.

prévoir des protections des circuits d'alimentation, aussi Yamaha a-t-il prévu un relais temporisateurs lors de la mise en service de l'amplificateur. Bien entendu les étages de puissance sont protégés par des disjoncteurs électroniques, mais le constructeur n'a pas négligé la protection des haut-parleurs étant donné que la liaison entre l'amplificateur et les haut-parleurs est faite sans condensateur. On peut donc consi-

dérer que dans le domaine de la protection tout le nécessaire a été fait.

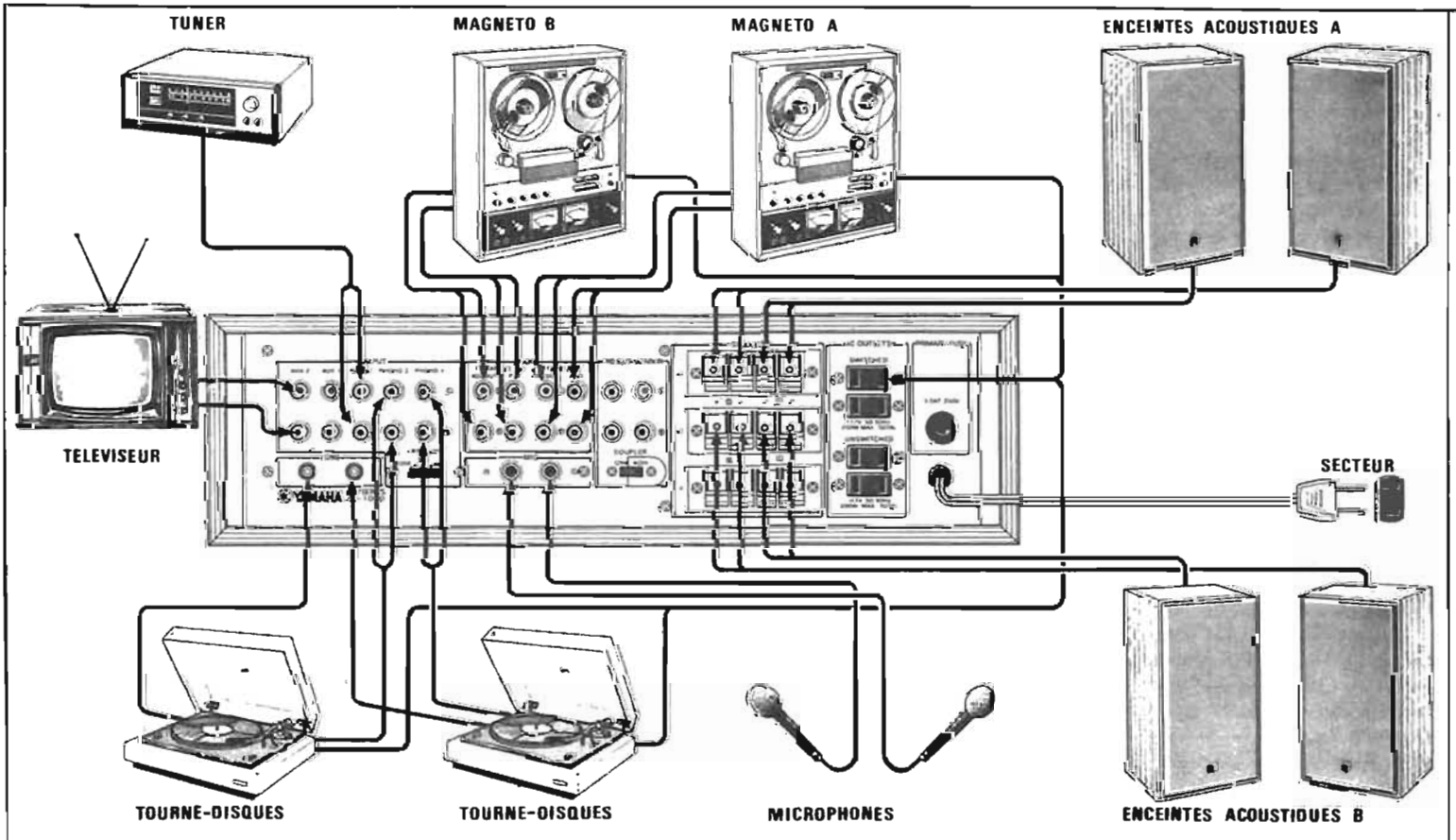
LES MESURES

Nous avons fait des mesures de puissance sur charges de 4Ω et sur charges de 8Ω à 1000 Hz, elles apparaissent dans le tableau I avec bien entendu une mesure du taux de distorsion faite pendant la mesure. On pourra remarquer qu'à la puissance limite lorsque

l'appareil travaille en classe A, la distorsion est légèrement plus élevée que lorsqu'il travaille à la puissance maximale en classe AB.

Ce phénomène est dû à deux causes. Premièrement : le point d'écrtage ne peut être déterminé que visuellement et une différence

Rapport signal/bruit			
Entrée	Non pondéré	Pondération professionnelle	Pondération amateur
Haut niveau P.U. (pour 5 mV)	64 dB 52 dB	66 dB 52 dB	> 75 dB 70 dB



Distorsion harmonique				
Classe	Fréquence	Puissance sur 4 Ω		
		2 × 1 W	2 × 50 W	2 × P max.
AB	20 Hz	0,050 %	0,030 %	0,46 %
	1 000 Hz	0,038 %	0,016 %	0,17 %
	10 000 Hz	0,030 %	0,010 %	0,12 %
A	20 Hz	0,050 %	0,030 %	
	1 000 Hz	non mesurable	0,012 %	
	10 000 Hz	non mesurable	0,010 %	

Sensibilité des entrées		
Entrée	Sensibilité	Saturation
Aux.	125 mV	non saturable
Tuner	125 mV	«
Magnétophone	125 mV	«
PU 1 × 2	2,9 mV	320 mV

Charge	Classe	P. max. 1 kHz	D. Harm.
4 Ω	AB	2 × 136 W	0,17 %
8 Ω	AB	2 × 80 W	0,12 %
8 Ω	A	2 × 13,5 W	0,3 %

CARACTÉRISTIQUES DU CONSTRUCTEUR		
	Classe B	Classe A
Puissance	100 W + 100 W (4 Ω) à 1 000 Hz 75 W + 75 W (8 Ω) à 1 000 Hz	15 W + 15 W (8 Ω)
Distorsion harmonique totale		
Amplificateur de puissance seulement	< 0,1 %	< 0,1 %
Préamplificateur	< 0,1 %	< 0,1 %
Distorsion d'intermodulation	< 0,1 %	< 0,1 %
Bande passante	5 à 50 000 Hz	5 à 100 000 Hz
Impédance de charge	4 à 16 Ω	(4) 8 à 16 Ω
Séparation des canaux	> 60 dB	
Rapport signal/bruit		
Phono	> 80 dB	
Micro	> 70 dB	
Tuner, Aux., Magnéto	> 90 dB	
Ampli puissance seul	> 100 dB	
à volume mini	> 90 dB	
Sensibilité et impédance des entrées		
Phono 1	3 mV (50 kΩ, 100 kΩ)	200 μV (100 Ω)
Phono 2	3 mV (50 kΩ)	
Micro	2,5 mV (50 kΩ)	
Tuner, Aux. 1, Aux. 2	120 mV (40 kΩ)	
Magnéto	120 mV (40 kΩ)	
Entrée amplificateur de puissance	775 mV (40 kΩ), 330 mV (classe A)	
Contrôles de tonalité		
Graves	+ 15 dB - 15 dB à 50 Hz	
Aigus	+ 10 dB - 10 dB à 10 000 Hz	
Filtres		
Bas	- 3 dB à 20 Hz, 70 Hz (10 dB par octave)	
Haut	- 3 dB à 6 000 Hz, 12 000 Hz (6 dB par octave)	
Contrôle physiologique	+ 10 dB à 100 Hz, + 5 dB à 10 000 Hz	
Alimentation secteur	110, 117, 130, 220, 240 V - 50/60 Hz	
Consommation max.	420 W	
Dimensions	436 × 144 × 323 mm	
Poids	15,5 kg	

aussi faible ne peut apparaître; deuxièmement : il faut savoir et cela est très important que les distorsionmètres n'enregistrent pas les distorsions de raccordement et ceci fausse les résultats de toutes les mesures. Ceci explique pourquoi des appareils ayant des taux de distorsion identiques donnent à l'écoute des résultats très différents les uns des autres.

Les diverses courbes sur l'efficacité des correcteurs en fonction du mode choisi sont suffisamment éloquentes pour n'appeler aucun commentaire. Dans le tableau II, nous avons fait apparaître les résultats de nos mesures des taux de distorsion harmonique en fonction de la fréquence et de la puissance de sortie. On trouve ici une amélioration légère mais mesurable lorsque l'appareil travaille en classe A. Mais à l'écoute, il nous a été impossible de savoir si l'appareil travaillait en classe A ou en classe AB.

Bien entendu, comme il est de règle dans nos bancs d'essais, toutes les mesures de puissance ont été faites avec les deux canaux en service. Toutes les mesures de distorsion également. La tension du secteur était lors des essais de 226 V. Il sera difficile de comparer nos mesures avec les spécifications du constructeur étant donné que celui-ci donne d'une part les taux de distorsion de l'amplificateur de puissance et d'autre part les taux de distorsion du préamplificateur. Nous sommes nettement contre cette manière de faire qui ne permet pas aux amateurs qui ne sont pas très avertis de faire des comparaisons entre les appareils.

Nous n'avons pas établi de tableau pour le taux de distorsion d'intermodulation, car si celui-ci atteint 0,3 % à la puissance maximale de l'amplificateur, il tombe tellement rapidement que nous

considérons qu'il n'est plus mesurable.

Nous tenons à répéter ce que nous avons dit très souvent, qu'en dessous de 0,1 % les mesures de distorsion ne voulaient plus rien dire. Nous maintenons toujours cette position. Et l'amplificateur que nous venons de tester ne vaudra rien s'il n'est pas relié à des transducteurs de grande classe.

Nous ne ferons pas de commentaires sur les mesures faites sur cet amplificateur autres que celui-ci : sur le plan mesure, il est difficile de trouver mieux.

L'ÉCOUTE

Le rôle d'un amplificateur est d'être incorporé dans une chaîne haute-fidélité pour faire de la musique. Nous avons donc utilisé cet appareil avec une platine de grande classe équipée d'une cellule dynamique, un tuner de très bonne facture et des haut-parleurs correspondant à la qualité des moniteurs de studio d'enregistrement. Bien entendu dans ces conditions aucune distorsion n'était apparente et la qualité du son était celle délivrée par les sources, puisque les haut-parleurs ne donnaient aucune coloration. Malgré tous nos efforts, il nous a été presque impossible de savoir si le son était meilleur en classe A qu'en classe AB. La différence ne peut exister que si le raccordement des deux parties de la sinusoïde se fait mal. Dans un amplificateur d'une telle valeur, il aurait fallu fonctionner à la limite du seuil d'audibilité pour s'apercevoir d'un défaut. Or en écoute normale la chose n'est pas possible.