

Amplificateurs monotriodes de puissance

Les transformateurs de sortie

William Walther Gérard Chrétien

Dans le numéro 38, nous avons traité de l'aspect pratique de la réalisation d'amplificateurs simple étage, sur la base du montage VT 52. Si le choix de la triode de puissance reste fondamental pour l'obtention de performances de haut niveau, il ne faut pas pour autant négliger le transformateur de sortie. Le résultat final dépendra toujours du couple tube de puissance-transformateur de sortie. La réalisation d'un tel transformateur par l'amateur nous semble des plus hasardeuses. Aussi est-ce à travers un échantillon de réalisations commerciales que nous avons entrepris toute une série d'expérimentations que nous vous proposons dans cet article. Comme le lecteur pourra s'en rendre compte, les différences sont plus que significatives. La réalisation d'un transformateur de sortie de haute qualité reste, et c'est dommage, l'apanage de quelques constructeurs. A ce sujet, il est d'ailleurs navrant de constater qu'au niveau français il n'existe pratiquement plus aucune firme ayant perpétué une tradition dans ce domaine et qui soit à même de proposer de nouveaux développements.

Bref rappel théorique

Pour transmettre un maximum d'énergie électrique entre deux appareils X et Y, l'un étant le générateur, l'autre le récepteur, il est nécessaire que leurs

impédances respectives soient égales. En d'autres termes qu'il y ait adaptation d'impédance. Dans la plupart des cas, cette condition n'est pas réalisée. Il convient donc d'avoir recours à un système d'adaptation. Dans le

cas qui nous intéresse, on utilise pour ce faire un transformateur, le générateur étant le tube final et le récepteur le haut-parleur.

La figure 1 représente une telle adaptation. Sans système d'adaptation de ce type il serait

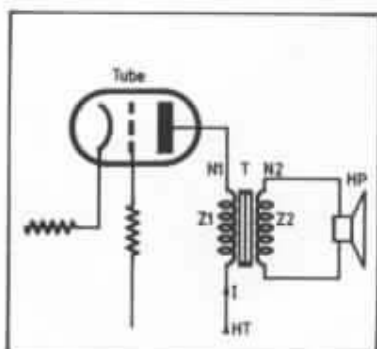


Fig. 1 : Adaptation d'impédance par transformateur de sortie entre le tube de puissance et le haut-parleur.

absolument impossible de faire fonctionner ce montage pour la raison bien simple que l'impédance de charge Z_1 d'un tube de puissance est généralement comprise entre 600 ohms et 14 kohms et que l'impédance de charge constituée par le haut-parleur se situe entre 4 et 16 ohms.

Le transformateur T est constitué de deux enroulements. N_1 est le nombre de spires du primaire et N_2 celui du secondaire. Ces deux bobinages sont réalisés sur un support magnétique.

L'adaptation d'impédance est réalisée lorsque la condition suivante est remplie :

$$\frac{N_1}{N_2} = \sqrt{\frac{Z_1}{Z_2}}$$

Cela signifie, dans cette condition précise, que le tube «voit» à travers le transformateur l'impédance Z_2 comme étant identique à Z_1 . Réciproquement le haut-parleur «voit» Z_1 comme étant égale à Z_2 .

Ce que le lecteur doit bien comprendre c'est que la valeur d'impédance primaire indiquée par le constructeur, par exemple 2,3 kohms, ne représente en rien une valeur absolue : l'impédance primaire sera de 2,3 kohms seulement si l'impédance reliée au secondaire a une valeur de 8 ohms. Pour toute charge différente branchée au secondaire, on ne retrouvera pas la valeur spécifiée de 2,3 kohms au primaire qui offrira les meilleures condi-

tions de fonctionnement du tube de puissance.

A la différence d'un transformateur d'alimentation dont le rôle est de délivrer des tensions au secondaire de valeurs déterminées à partir de la tension secteur excitant le primaire, c'est-à-dire une tension de fréquence fixe (50 Hz), le transformateur de sortie devra fournir des tensions variables à des fréquences variables. La gamme des fréquences à transmettre allant de quelques hertz à plusieurs dizaines de milliers d'hertz.

La figure 2 représente le schéma théorique simplifié d'un

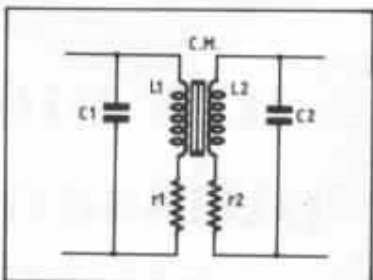


Fig. 2 : Schéma théorique simplifié d'un transformateur de sortie (voir texte).

transformateur. L_1 est l'inductance primaire, C_1 la capacité de fuites primaire, r_1 la résistance du bobinage primaire. De même, L_2 est l'inductance secondaire, C_2 la capacité de fuites secondaire et r_2 la résistance du bobinage secondaire. C.M. constitue le circuit magnétique. Comme on peut le voir, la chute de niveau aux fréquences les plus basses sera d'autant plus faible que la self primaire sera grande. Pour augmenter cette valeur, il est possible d'ajouter des spires au primaire avec pour conséquences une augmentation du nombre de tours au secondaire — le rapport de transformation N_1/N_2 devant rester constant. Toutefois, plus le nombre de spires sera important et plus les fuites dues aux capacités parasites des bobinages limiteront la bande aux fréquences élevées. En outre, la résistance des bobi-

nages augmentera et le rendement du transformateur diminuera.

De plus, dans le cas des amplificateurs simple étage qui nous intéressent ici, le primaire est traversé par un courant continu qui, suivant les cas, peut être important. Il est donc nécessaire, pour ne pas trop faire chuter L_1 , de prévoir dans le circuit magnétique un entrefer dont le réglage et la mise au point sont des plus délicats. Aux fréquences ultrasonores, les rotations de phase doivent être minimisées pour garantir une bonne stabilité à l'amplificateur.

Toutes les exigences souvent contradictoires, que nous venons d'évoquer, montrent à quel point il est difficile de bien «fabriquer» un très bon transformateur. Chaque constructeur garde jalousement son savoir-faire en la matière. Les astuces acquises au cours des nombreuses années ne sont jamais divulguées et, si sur le papier les caractéristiques sont souvent très alléchantes, nous verrons que dans bien des cas malheureusement certains paramètres importants n'ont pu être parfaitement maîtrisés.

Les transformateurs de sortie disponibles

Pour cette confrontation, nous avons retenu tous les modèles disponibles en France pour la réalisation de kits d'amplificateurs monotriodes des groupes 1 et 2 (voir L'Audiophile n° 38, p. 48-49). Il s'agit de trois réalisations de la société Millerioux dont nous avons souvent parlé dans les premiers numéros de L'Audiophile, deux modèles japonais de marque Tango et une fabrication anglaise réalisée par Partridge, constructeur de renommée mondiale.

Soit un total de six transformateurs actuellement disponibles en France. Ce choix peut être considéré comme limité si on

Fabricant	Réf.	Puiss. à 40 Hz	Rép. en fréq. à - 2 dB	Impédance primaire	Courant primaire	à 16 Ω perte d'insert.	Impéd. second.	Poids
Millerioux	HH25B	15 W	30Hz à 30kHz	2k Ω -2,5 k Ω	100 mA	0,4 dB	4-8-16	1,9 kg
	AH50B	40 W	25Hz à 60kHz	2,3 k Ω -3,5 k Ω	120 mA	0,3 dB	4-8-16	4,1 kg
	AH52B	40 W	25 à 60 kHz	2,5k Ω p 40 %	120 mA	0,3 dB	4-8-16	4 kg
Tango	U808	20 W	35Hz à 65kHz	2k Ω 2,5k Ω 3,5k Ω 5k Ω	190 mA	0,95à0,5dB	4-8-16	1,8 kg
	FX50-3,5	30 W	25Hz à 80 kHz	3,5k Ω	200 mA	0,23 dB	4-8-16	5 kg
Partridge	TK4519	30 W	20Hzà100kHz	2,3k Ω 3,5k Ω	130 mA	0,26 dB	4-8-16	4,8 kg

Tableau 1 : Principales caractéristiques constructeur des transformateurs de sortie pour montage simple étage disponibles en France.

le compare à la trentaine de réalisations mises à la disposition des audiophiles japonais. Cependant, il faut noter que la situation s'est bien améliorée depuis ces six derniers mois, la société Millerioux n'est plus la seule alternative pour les amateurs français. Nous en profitons pour signaler à MM. les importateurs des marques Luxman et Sansui qu'il existe chez ces constructeurs nippons une gamme importante de transformateurs audio qu'il serait bien agréable de trouver en France. Cela augmentera les possibilités de choix ainsi que l'intérêt de la confrontation.

Sur le tableau 1 sont regroupées les principales caractéristiques électriques données par les constructeurs. Comme le lecteur peut le constater, tous ces transformateurs sont, sur le papier, «bons», certains sont même «très bons». Nous vous proposons d'appréhender plus à fond les caractéristiques. Cela par des mesures classiques, néanmoins suffisamment parlantes pour parfaitement différencier tous les modèles.

En corrélation avec ces mesures, nous avons également effectuées des écoutes comparatives. Le but du présent article étant de dégager les meilleurs couplages sans pour autant négliger le rapport qualité-prix de chacun des modèles testés.

Les mesures

1. Perte d'insertion

La notion de perte d'insertion est liée au rendement du transformateur. En d'autres termes, plus la perte d'insertion sera faible, meilleure sera la transmission. La perte d'insertion s'exprime en décibels, elle est donnée par la formule :

$$d = 10 \log \frac{1}{R}$$

R étant le rendement du transformateur :

$$R = \frac{n^2 Z_2}{n^2 (Z_2 + r_2) + r_1}$$

$$\text{avec } n = \frac{V_1}{V_2}$$

Z_1 : impédance primaire

Z_2 : impédance secondaire, 8 ohms

r_1 : résistance en continu du primaire

r_2 : résistance en continu du secondaire

V_1 : tension injectée au primaire

V_2 : tension mesurée au secondaire.

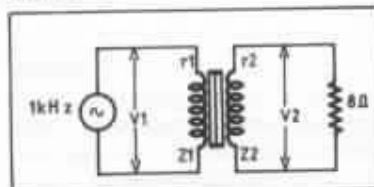


Fig. 3 : Principe de la mesure de la perte d'insertion.

Le schéma de la mesure est indiqué en fig. 3.

Pour cette mesure, nous avons chargé le secondaire par une résistance de 8 ohms. Généralement, les constructeurs utilisent une valeur de 16 ohms, ce qui a pour avantage d'augmenter le rendement. A titre d'exemple, nous avons effectué une mesure avec le transformateur AH 50 B chargé par 16 ohms au secondaire, la perte d'insertion qui est de 0,34 dB pour 8 ohms passe à 0,23 dB sur 16 ohms ce qui constitue une excellente valeur. En outre, les transformateurs ayant au primaire des impédances multiples se trouvent pénaliser en matière de perte d'insertion, lorsque l'impédance diminue du fait de la complexité des bobinages (montage série-parallèle des enroulements). A la fréquence où sont effectuées les mesures (1 kHz), les pertes sont essentiellement dues aux résistances séries des bobinages primaires et secondaires. De ce fait, les «petits» transformateurs sont désavantagés. L'ensemble des résultats de mesure est regroupé dans le tableau n° 2. Les écarts entre transformateurs de puissance similaire sont relativement peu importants. Les résultats obtenus sont, dans l'ensemble, conformes aux caractéristiques de fabricants.

Référence	r_1	r_2	n	R	d	Z_1
U 808	203 Ω	0,75 Ω	19,5	0,86	0,64dB	2,5k Ω
HH25B	98,2 Ω	0,68 Ω	19	0,89	0,49dB	2,5k Ω
AH50B	51 Ω	0,54 Ω	17,3	0,928	0,34dB	2,3k Ω
AH52B	55,6 Ω	0,56 Ω	18,6	0,915	0,4dB	2,5k Ω
FX50-3,5S	90,8 Ω	0,32 Ω	16,5	0,925	0,33dB	3,5k Ω
TK4519	76,7 Ω	0,37 Ω	17,4	0,925	0,33dB	2,3k Ω

Tableau 2 : Résultats de mesure de la perte d'insertion pour chacun des six transformateurs.

2. Réponse en fréquence

Pour effectuer une mesure de réponse en fréquence significative il convient de placer le transformateur dans les conditions réelles d'utilisation : on doit faire traverser le primaire par un courant continu d'une valeur similaire à celui rencontré dans la réalité (30 à 100 mA). L'incidence d'un tel courant se manifestera bien évidemment dans le bas du spectre et mettra en évidence la qualité de fabrication du circuit magnétique. Le schéma de la mesure est donné en fig. 4. Un banc de mesure Bruel et Kjaer 1010 + 2307 a été

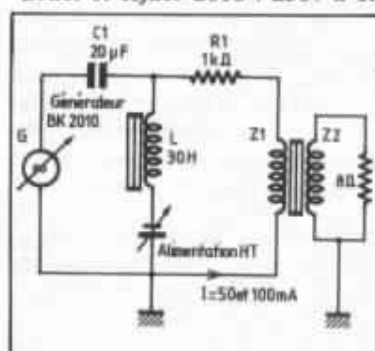


Fig. 4 : Principe de la mesure de la réponse amplitude-fréquence.

utilisé pour ces essais. Les mesures ont été faites en deux temps : de 2 à 2 000 Hz d'une part et de 200 à 200 000 Hz d'autre part. Il est nécessaire d'avoir une largeur de bande d'analyse aussi importante de manière à bien observer les différences.

Outre la réponse à -3 dB ou bande passante, il convient d'être attentif à la forme de la courbe. Un très bon transformateur verra sa réponse chuter de manière douce et régulière sans

dents sur la courbe d'amplitude sont étroitement liés à des problèmes de phase. Les résultats sont regroupés en fig. 6, pour chaque transformateur, la courbe de gauche couvre la bande 2 à 2 000 Hz et la courbe de droite de 200 à 200 000 Hz.

Sur la courbe de gauche, la tracé supérieur correspond à un courant primaire de 50 mA et la tracé inférieur à 100 mA.

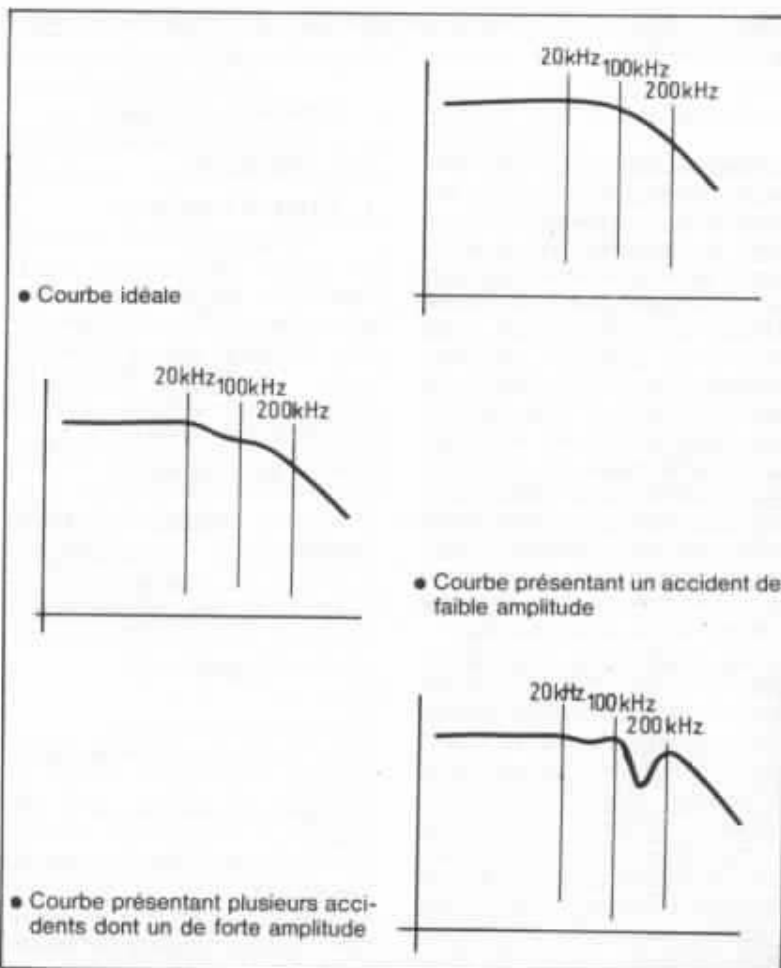


Fig. 5 : Trois formes de courbes de réponse en haute fréquence.

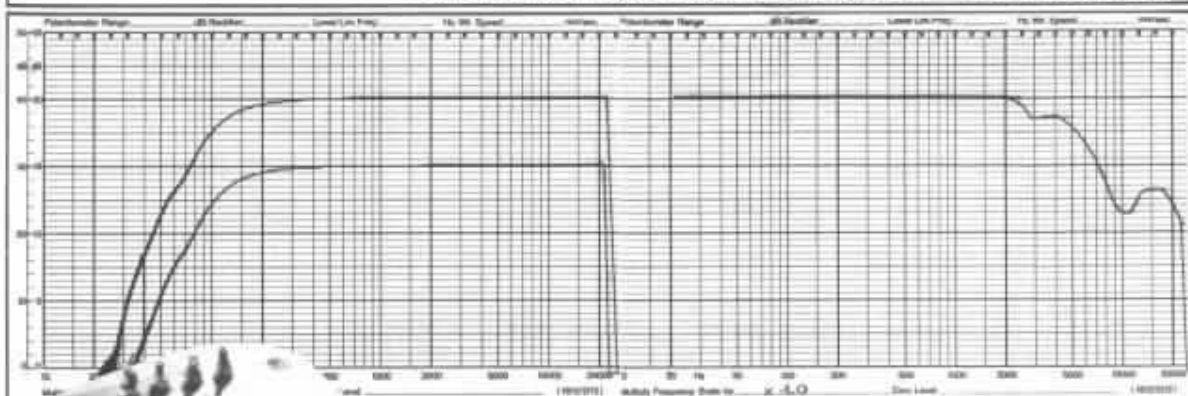
aucun accident. En fig. 5 sont représentées différentes courbes de réponse en haute fréquence. Les accidents rencontrés sont dus essentiellement aux capacités parasites et aux selfs de fuite, conséquentes à un mauvais couplage primaire-secondaire. On observe également que ces acci-

Fig. 6 : Réponse amplitude-fréquence pour chacun des six transformateurs de la confrontation. Courbes de gauche, réponse de 2 Hz à 2 kHz, tracé supérieur courant primaire 50 mA, tracé inférieur courant primaire 100 mA. Courbes de droite, réponse de 200 Hz à 200 kHz.



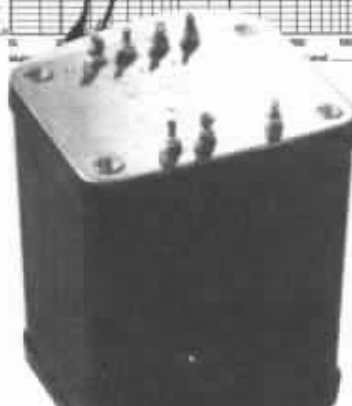
HH 25 B Millerioux

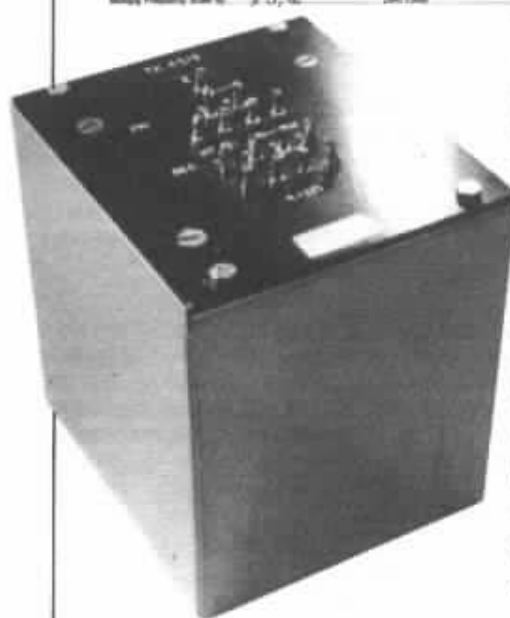
Comme tous les transformateurs de la gamme Millerioux, l'HH 25 B a une finition irréprochable avec sorties de connexion sur perles stéatite et capot aux normes professionnelles. Sur ce petit transformateur, l'augmentation du courant primaire a une influence sur la réponse, avec 50 mA l'atténuation commence dès 35 Hz, pour 100 mA, le niveau chute dès 65 Hz. La réponse à -3 dB est de 13 Hz pour 50 mA et de 18 Hz pour 100 mA. Dans le haut du spectre, il n'y a pas d'influence du courant primaire. Néanmoins pour rester dans les configurations proches de la réalité, l'ensemble des mesures a été effectuées pour un courant de 50 mA. La réponse dans le haut du spectre est beaucoup plus significative, c'est elle qui révèle la vraie personnalité du transformateur. Une courbe accidentée aura toujours subjectivement des effets néfastes, faisant apparaître à l'écoute des phénomènes de coloration, des distorsions, des non-linéarités plus ou moins prononcées. Sur ce modèle, on note clairement l'intérêt d'étendre la mesure à des fréquences aussi élevées. Si nous avions fait une mesure se limitant à 30 kHz par exemple, il aurait été impossible de déceler les deux accidents, l'un vers 39 kHz de faible amplitude, l'autre à 150 kHz de forte amplitude. La réponse à -3 dB est de 36 kHz.



AH 50 B Millerioux

Ce transformateur a été mis au point par la Société Millerioux suite à la publication de la description de l'amplificateur 300 B dans les n° 9 et 10 par Jean Hiraga. Ce modèle était jusqu'à une date récente le seul mis à la disposition des audiophiles désireux de réaliser des amplificateurs monotriodes de qualité. La réponse dans le grave est très bonne et n'appelle aucun commentaire particulier. Pour un courant primaire de 50 mA, l'atténuation à -3 dB est de 12 Hz. Pour 100 mA, elle est de 13 Hz. Dans le haut du spectre, on retrouve comme pour son petit frère HH 25 B deux accidents. Le premier à 30 kHz de forme assez douce et donc relativement peu gênant, le second à 100 kHz avec une remontée significative à 150 kHz. La réponse à -3 dB est limitée à 29 kHz.

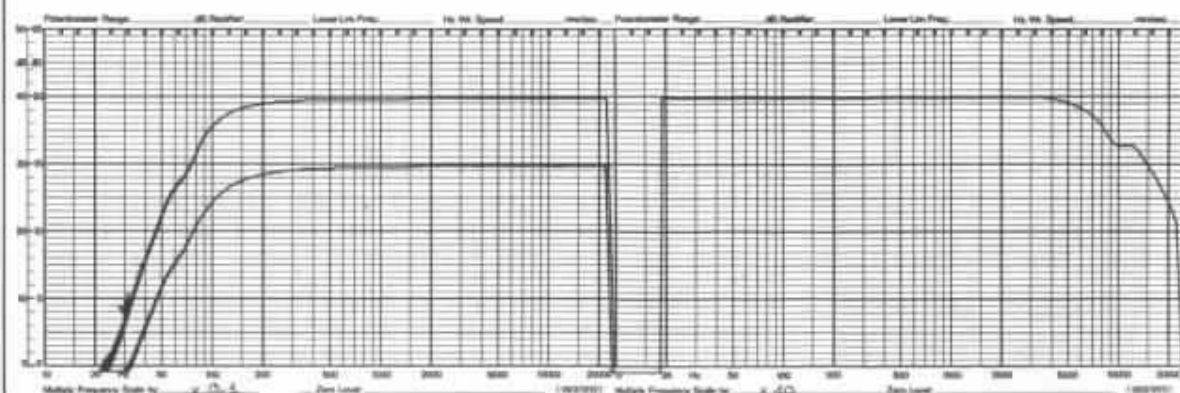


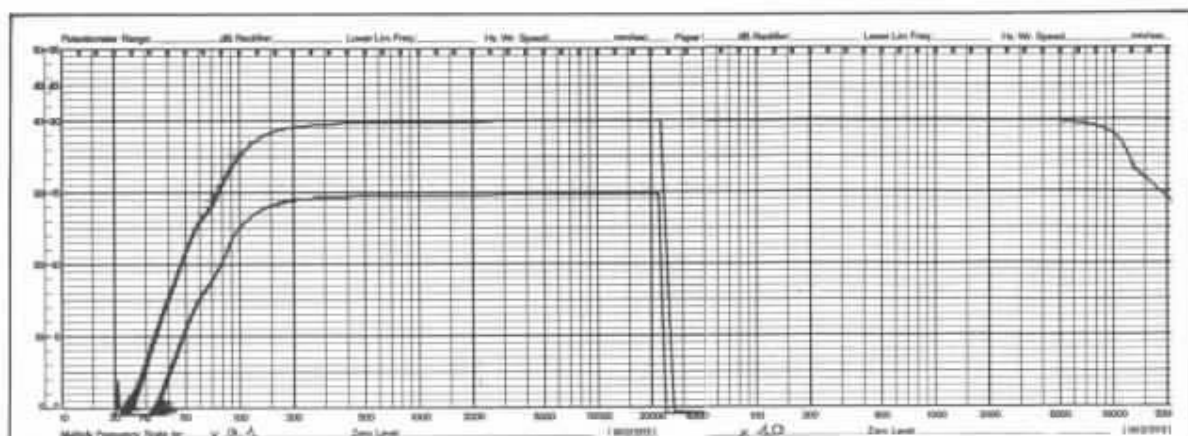


TK 4519 Partridge

Ce transformateur n'est disponible en France que depuis début septembre 86. Cette fabrication a pu être lancée grâce à une souscription mise en place par la Maison de l'Audiophile. Il est identique à la version TH 4663 utilisée au Japon par M. Tanaka. Les références différentes indiquant le mode de finition du transformateur : TH, transformateur livré avec capot, TK, transformateur livré nu. Il n'était plus possible pour le fabricant anglais de livrer le modèle dans son capot pour des problèmes de sous-traitance semble-t-il, aussi c'est la version nue TK qui a été importée, le capot et l'enrobage ont été réalisés en France. Cet enrobage a été effectué avec un matériau très proche de la «cire HF» employée autrefois dans les bobinages radio. Le gros avantage de cette cire par rapport à la plupart des résines industrielles est de ne jamais durcir vraiment, elle reste toujours un peu molle, ce qui constitue un sérieux avantage quant à l'absorption des vibrations. La réponse en fréquence montre d'emblée que l'on est possession d'un transformateur excellent. Dans le grave, l'atténuation à -3 dB est respectivement de 10 Hz et de 11 Hz pour un courant primaire de 50 mA et de 100 mA. Élément remarquable : à 20 Hz, la réponse est à 0 dB. Dans le haut du spectre, les résultats sont encore plus remarquables. En effet, c'est le seul transformateur de la confrontation dont la réponse en amplitude chute de manière aussi douce et régulière sans absolument aucun accident (à mettre en relation avec la phase...). A -3 dB la réponse s'étend jusqu'à 80 kHz.

U808





FX 50-3,5 S Tango

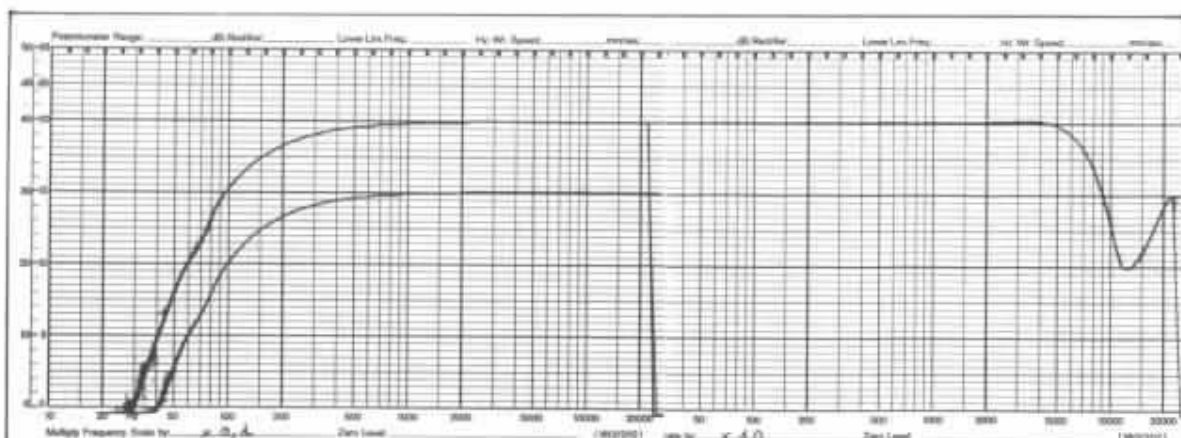
Ce sont les Japonais qui, dans les années 60, ont redécouvert les grandes qualités des montages amplificateurs utilisant les tubes triodes. Il est donc normal que le fabricant de transformateurs audio ait acquis dans ce pays une très solide expérience en la matière. Tango est sans conteste un des constructeurs majeurs de ce type de composants. Ce fabricant possède un catalogue incroyablement riche, à titre indicatif il ne propose pas moins de 15 références pour les montage simple étage... Le FX 50-3,5 S testé ici est, lui aussi, un best-seller. Il remplace les anciennes versions FW qui ne sont plus fabriquées. Sa présentation est remarquablement soignée. Il est importé sur commande par la Maison de l'Audiophile. La réponse dans le grave est très proche de celle du AH 50 B Millerioux, -1 dB à 20 Hz. On note l'accentuation de la chute lorsque le courant augmente, somme toute très légère. A -3 dB, on note 12 Hz pour 50 mA de courant primaire et 13 Hz pour 100 mA..

Dans le haut du spectre, les résultats sont tout à fait remarquables. C'est la réponse la plus étendue de tous les modèles testés puisque la bande passante s'étend jusqu'à 110 kHz ! La forme de l'atténuation ne présente aucun accident marqué, cependant la pente n'a pas la régularité de celle du Partridge par exemple.



U 808 Tango

Comme le HH 25 B, le U 808 peut être considéré comme un petit transformateur. Aussi les remarques qui ont été faites précédemment pour le secteur grave se retrouvent sur le modèle présent. L'atténuation -3 dB est de 12 Hz pour un courant primaire de 50 mA et de 14 Hz pour un courant primaire de 100 mA (courbe inférieure). Sur la courbe de droite donnant la réponse dans le haut du spectre, on notera l'excellent comportement de ce «petit» transformateur. La réponse à -3 dB s'étend jusqu'à 70 kHz. Hormis un palier très «doux» à 100 kHz, l'atténuation est très régulière sans accident marqué. Comparativement à d'autres modèles beaucoup plus puissant et beaucoup plus cher, le U 808 s'en tire très bien. Il n'est pas étonnant que ce transformateur soit un véritable best-seller au Japon.



AH 52 B Millerioux

Fabriquée lui aussi suite à une publication de notre revue, article sur l'amplificateur de 10 W KT 88 de Jean Hiraga dans le n° 14, ce transformateur a été testé dans les mêmes conditions que les autres références. La courbe de droite donne la réponse dans le grave, pour 50 mA (tracé supérieur) et 100 mA (tracé inférieur) de courant primaire. Force est de constater que pour un transformateur de cette puissance, les résultats sont médiocres, la chute de niveau se manifestant dès 100 Hz ! A -3 dB, pour 50 mA, la bande passante est limitée à 21 Hz (idem pour 100 mA). Sur la courbe de droite, donnant la réponse aux fréquences élevées, on notera que la courbe est plus étendue que sur les deux autres références Millerioux. La coupure à -3 dB est de 68 kHz. Toutefois on ne peut se limiter à cette seule constatation. Les deux accidents présents sur les deux autres modèles Millerioux de forme relativement douce, sont remplacés ici par une réponse extrêmement tourmentée vers 120 kHz suivie d'une remontée très importante qu'il n'est pas possible de parfaitement évaluer ici compte tenu de la limite d'analyse à 200 kHz. Cette réponse tourmentée n'est pas étrangère au comportement en signal carré à 10 kHz que nous donnons plus loin.

3. Signaux carrés

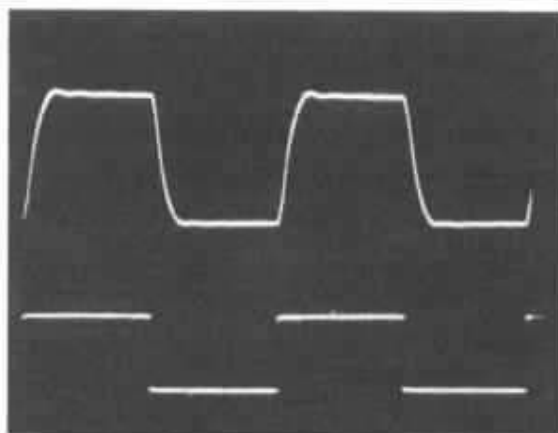
Pour cette mesure, nous avons testé les transformateurs dans des conditions réelles d'utilisation. Nous avons retenu pour ce test le montage VT 52 dont le

schéma est donné dans le n° 38 p. 47. Comme on peut le constater, cet amplificateur est totalement dépourvu de toute contre-réaction. Malgré cela, il possède une bande passante très étendue,

supérieure à 50 kHz. C'est une condition bien évidemment nécessaire pour obtenir des réponses significatives entre transformateurs. Le test a consisté à changer sur le même mon-

U 808 Tango

Le petit Tango U 808 se comporte remarquablement bien sur ce test. Quelles différences par rapport à son concurrent français ! Le front de montée est légèrement arrondi avec un petit dépassement très vite amorti. Ce transformateur peut naturellement être utilisé sans qu'il ne soit nécessaire d'avoir recours à une contre-réaction.



tage le transformateur de sortie et à visualiser à l'oscilloscope la réponse. Pour cette expérience, un générateur Hewlett-Packard 3312 A et un oscilloscope Tektronic 2236 ont été utilisés, les mesures ont été effectuées à la fréquence de 10 kHz ce qui cons-

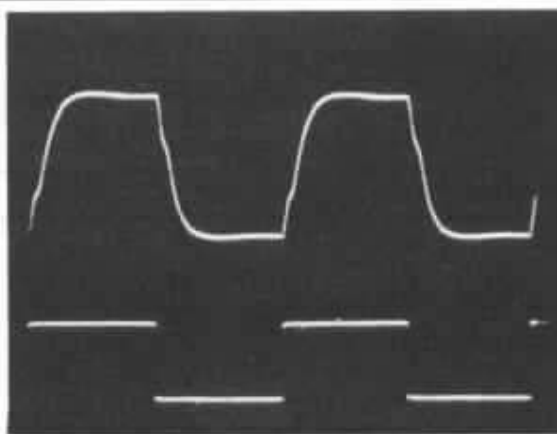
titue une condition sévère et révélatrice de la qualité du transformateur. Des mesures en signal carré avec des fréquences inférieures ne présentent que peu d'intérêt. Tous les oscillogrammes ont été effectués pour un niveau de sortie de 2 V. La trace

inférieure représente le signal délivré par le générateur excitant l'entrée de l'amplificateur VT 52.

L'ensemble des résultats pour les six transformateurs est regroupé en fig. 7.

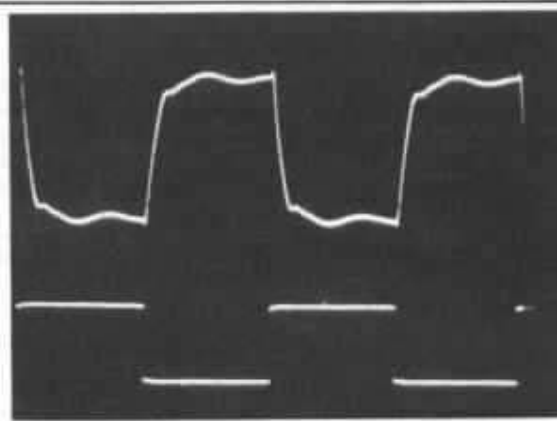
AH 52 B Millerioux

Certes, ce transformateur «monte» plus vite que le AH 50 B du fait d'une réponse plus étendue. Malheureusement, les accidents apparaissant sur les fronts montant et descendant sont extrêmement critiques car ils seront impossibles à supprimer même en appliquant une contre-réaction importante ou en limitant la bande passante. C'est dommage car les plateaux supérieur et inférieur sont correctement reproduits.



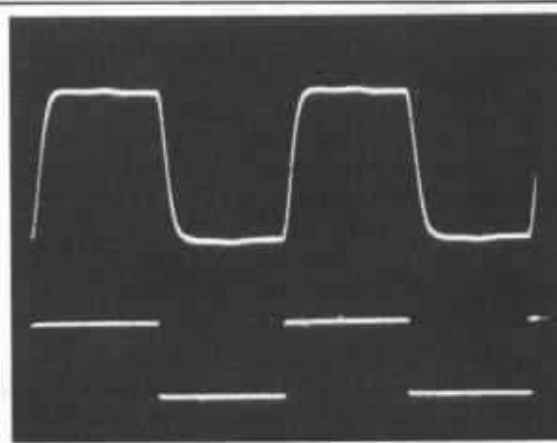
HH 25 B Millerioux

Les performances de ce transformateur sur ce test difficile ne sont pas bonnes. Elles sont liées aux accidents rencontrés sur la courbe de réponse en amplitude aux fréquences élevées. Avec un tel transformateur, il est impossible de se passer de contre-réaction de sorte à «arranger» un peu les choses. De plus, le taux devra être relativement important si l'on veut parvenir à bien lisser les plateaux horizontaux. C'est bien dommage car le grand intérêt de ce genre de montage est de justement pouvoir se passer de contre-réaction.



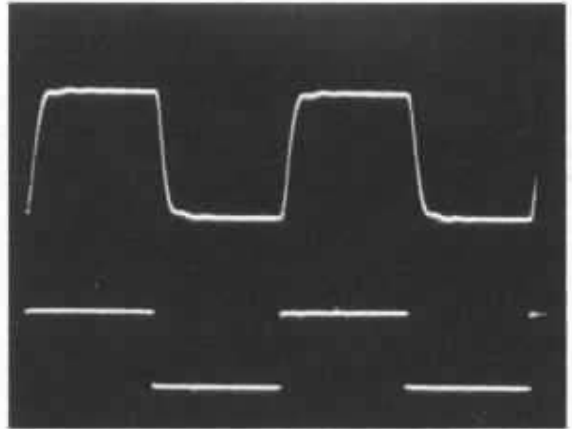
TK 4519 Partridge

L'oscillogramme se passe de commentaires. Ce transformateur est de loin le meilleur sur ce test : absolument aucun défaut, on est très proche de la perfection. Bien naturellement, ce transformateur sera utilisé sans contre-réaction.



FX 50-3,5 S Tango

Là aussi, les résultats sont à la hauteur de la réputation des transformateurs Tango. Un très léger dépassement très vite amorti tempère un peu notre enthousiasme. Pour la contre-réaction même remarque que pour les références U 808 et TK 4519.



AH 50 B Millerioux

Sur ce test, ce transformateur s'en sort assez bien. Bien sûr, la réponse est arrondie du fait d'une bande passante plus limitée dans le haut, cependant la forme est douce sans irrégularité trop marquée. Un taux de contre-réaction modéré de 8 à 10 dB permettrait d'améliorer le signal.

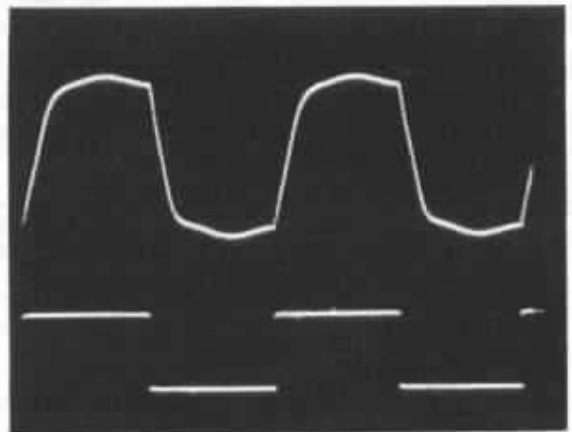


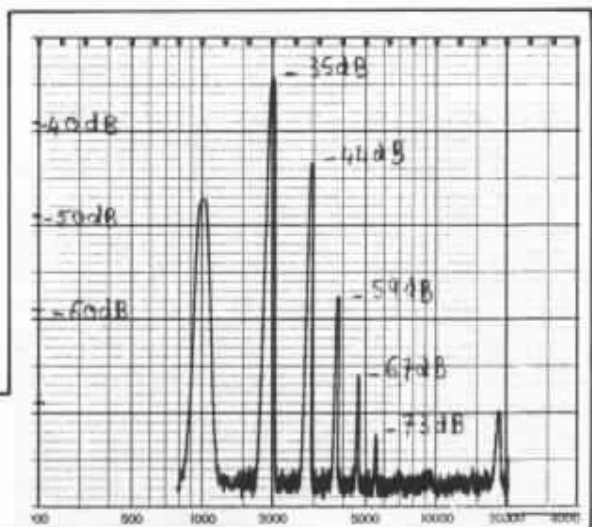
Fig. 7 : Réponse en signal carré. Chacun des transformateurs est attaqué par un montage VT52 à une fréquence de 10 kHz. Niveau de sortie sur charge de 8Ω 2 V.

4. Spectre de distorsion

Pour ce test, nous avons utilisé le même amplificateur que pour les mesures précédentes en signaux carrés, VT 52 sans contre-réaction. Les mesures ont été effectuées à 1 W pour une fréquence de 1 kHz. Le matériel utilisé était un distorsiomètre Sound Technology 1700 B associé à un banc Bruel & Kjaer 2010 + 2307. Nous rappellerons pour les lecteurs peu familiers avec ce

U 808 Tango

Dégradé harmonique très correct avec une légère remontée de H3 dans l'idéal il devrait se situer à -49 dB, H6 et H7 ont disparus.



type de mesure que le spectre de distorsion doit avoir un dégradé très régulier et que le nombre des harmoniques visibles doit être important (H7, H8, H9 doivent être décelables). Pour plus de détails sur cet aspect de la distorsion, le lecteur pourra se reporter au très important article de Jean

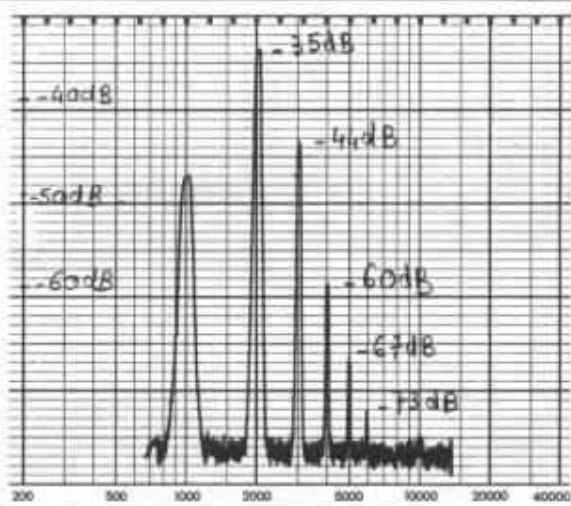
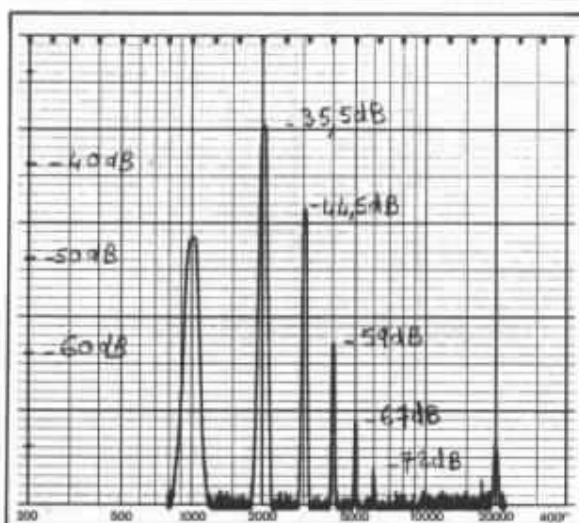
Hiraga «Harmonie et distorsion» dans le n° 22 p. 41.

Certes, en faisant une mesure telle que nous l'avons effectuée, il est certain que nous ne mesurons pas uniquement la distorsion du transformateur mais également les distorsions dues aux différents composants de

l'amplificateur (ECC 83, VT 52). Cependant, comme le montre les résultats de la fig. 8, il est intéressant de noter que le spectre se trouve modifié de manière tout à fait significative dans sa forme et sa répartition suivant le modèle de transformateur de sortie utilisé.

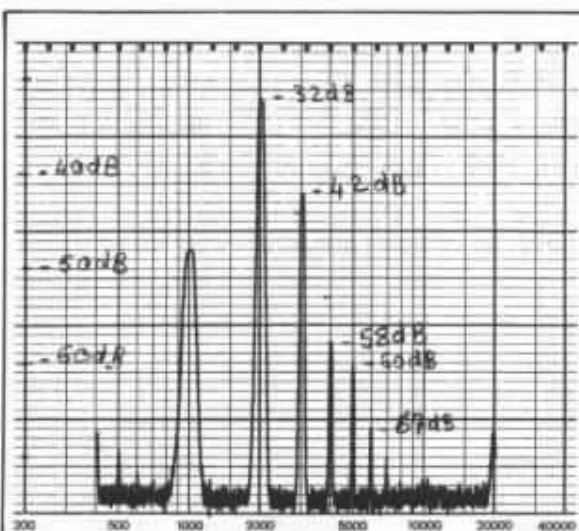
AH 50 B Millerioux

Résultat extrêmement proche du spectre de distorsion du modèle U 808 Tango.



AH 52 B Millerioux

Même remarque que pour le U 808 et le AH 50 B.



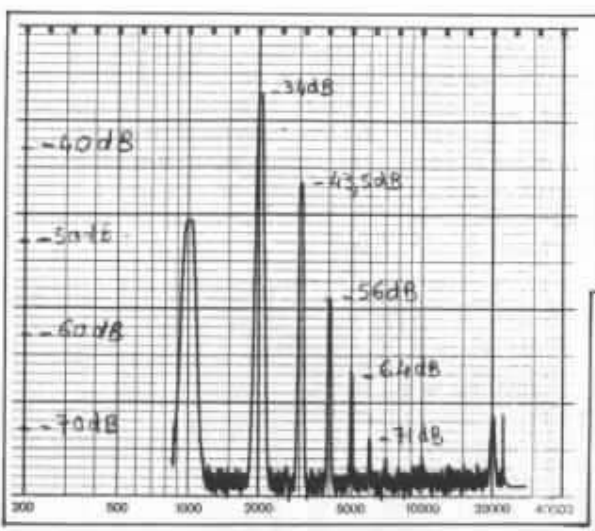
Utilisation recommandée

Cette série de tests effectués dans des conditions réelles d'utilisation met très clairement en évidence les caractéristiques propres à chacun des transformateurs.

Le réseau de présomptions que fournissent ces trois tests se retrouve toujours à l'écoute. Une courbe accidentée aux fréquences ultrasonores, des signaux carrés déformés, un spectre de distorsion irrégulier ou limité ne donneront jamais de très bons résultats subjectifs.

HH 25 B Millerioux

Spectre très étendu, H7 et H8 sont présents. Par contre, H4 est anormalement bas par rapport à H5.



FX 50-3,5 S Tango

En distortion harmonique totale lue sur le distorsiomètre, c'est le modèle de loin le plus performant. La cause en est que l'harmonique 2 est atténué de 3 à 6 dB par rapport aux autres modèles. De même pour l'harmonique 4. Par contre, l'harmonique 3 conserve un niveau proche des autres modèles. Globalement, le dégradé s'en trouve perturbé, les harmoniques de rangs élevés supérieurs à H6 n'apparaissent pas.

TK 4519 Partridge

Le spectre est très large, H7 et H8 sont visibles. Très légère remontée de H3 qui, dans l'idéal, devrait être à -47 dB. La valeur de distortion harmonique totale est inférieure à celle des modèles précédents, toutefois légèrement plus élevée qu'avec le Tango FX 50 ce qui est dû au fait que l'impédance du FX50 est de 3 500 Ω. Là encore sur ce test, le Partridge sort en tête. C'est lui qui concilie le mieux niveau de distortion, étendue et dégradé du spectre.

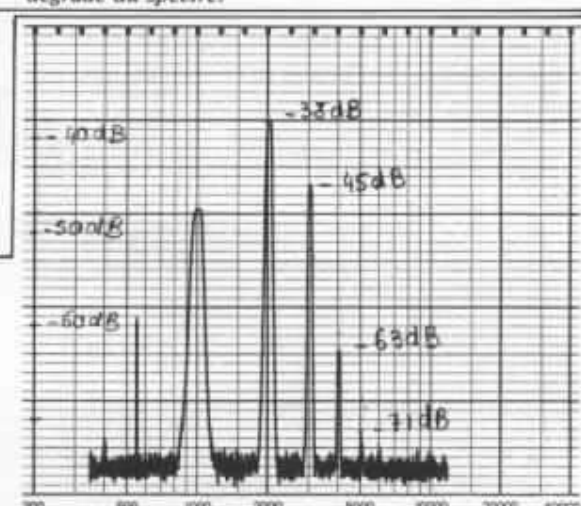


Fig. 8 : Spectre de distortion du montage VT 52 sans contre-réaction associé à chacun des six transformateurs de sortie. Niveau de sortie 1 W sur 8 Ohms, fréquence d'attaque 1 kHz. Le résidu du fondamental délivré par le distorsiomètre Sound Technology 1700 B se situe à -48 dB.

Tous les artifices et «arrangements» liés à l'application d'une boucle de contre-réaction améliorent les performances sur le papier, cependant à l'écoute, les choses sont loin d'être aussi évidentes. Nous avons regroupé dans le tableau 3 les diverses appréciations subjectives de chacun des transformateurs testés ainsi que l'utilisation que l'on peut recommander.

	U808	HH25	AH52B	AH50	TK 4519	FX 50-3,5S
R120		*				
2A3	*					
VT52	*			*	*	
AD1					*	
PX25					*	*
WE 300 B					*	*
RE 604	*				*	
PX 4					*	*

Référence	Mesures	Equilibre tonal	Dynamique	Coloration	Définition	Utilisation grave	Utilisation médium	Utilisation aigue	Utilisation large bande	Prix
HH25B	*	**	**	**	**		□			1
U 808	***	***	***	***	*****		□	△O	△+	2
AH50B	**	***	***	***	***	O	□		O	3
AH52B	**	**	**	***	***				+	3
TK4519	*****	*****	*****	*****	*****	△O	△O	△O	△O	3
FW50-3,5S	*****	***	*****	***	*****		O	O	O	4

* médiocre
 ** moyen
 *** bon
 **** très bon
 ***** exceptionnel

□ à utiliser pour le prix
 △ à utiliser pour son rapport qualité-prix
 O à utiliser pour ses qualités
 + utilisation spéciale (genre réalisation n° 14 de l'Audiophile)

Classe de prix
 1 : inférieure à 1 000 F
 2 : 1 000 à 1 200 F
 3 : 1 200 à 1 500 F
 4 : supérieure à 1 500 F

Tableau 3 : Appréciation subjective et recommandations d'utilisation.

