

COMPRESSEUR et EXPANSEUR de DYNAMIQUE DBX 119



REDUCTEUR de BRUIT de FOND DBX 124

LE DBX serait-il en passe de devenir un concurrent pour le Dolby ? Ce qui est certain, c'est que le nom de DBX est de plus en plus souvent cité comme réducteur de bruit à tel point que dans les studios d'enregistrement il peut être installé dans les mêmes appareils que ceux qui reçoivent les modules Dolby. DBX est une société américaine qui fabrique divers types de matériels adaptés à l'électroacoustique, il y a des séries professionnelles et grand public chez ce constructeur.

Nous avons choisi dans la gamme de ce constructeur deux appareils. Le premier est un compresseur/expandeur à taux variable. Le second est également un compres-

seur/expandeur mais son efficacité est identique à la compression comme à l'expansion si bien qu'un signal qui a été comprimé est ensuite expansé et retrouve à la sortie une dynamique identique.

Ces termes d'expansion et de compression nécessitent une explication, ce sont des appareils dont l'utilisation n'est pas très répandue, particulièrement dans la HiFi leur usage n'est pas indispensable puisqu'on ne les trouve pas systématiquement sur les chaînes. Ils peuvent apporter d'autres éléments et améliorer certaines caractéristiques d'un matériel.

La dynamique d'un son est l'écart qui existe entre le son le plus fort qui doit être reproduit et celui le plus faible. Les

dynamiques varient beaucoup d'un type de musique à l'autre, un instrument solo étant en principe moins bruyant qu'un orchestre entier.

Un orchestre symphonique a par exemple une dynamique de l'ordre de 80 dB, c'est une valeur pour laquelle on trouve des valeurs qui divergent à 10 dB près.

Dans une installation électroacoustique, la dynamique utile est limitée par plusieurs paramètres agissant l'un sur les signaux forts, le second sur les signaux faibles. Prenons par exemple le cas du magnétophone. Il n'est pas possible de lui envoyer de tension trop élevée sous peine de voir la distorsion augmenter considérablement. Nous avons là une limite qui est imposée par la

bande magnétique et par les têtes.

Du côté des faibles signaux, nous avons le bruit de souffle de l'électronique et aussi, et surtout, celui de la bande. On ne pourra donc pas exploiter des signaux dont le niveau sera situé au dessous du bruit de bande, il faudra respecter une marge de sécurité, si l'on veut avoir un rapport signal/bruit encore exploitable.

La dynamique est aussi un paramètre qui existe à l'écoute. Le bruit de fond d'un appartement n'est pas le même le jour et la nuit. On peut aussi écouter de la musique en voiture, dans des conditions réellement très difficiles point de vue bruit de fond acoustique.

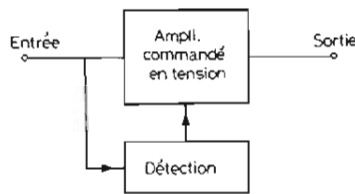


Fig. 1. - Principe de base de l'expandeur/compresseur DBX 119, c'est le signal d'entrée qui agit sur un amplificateur à gain variable, il n'y a pas de réaction entrée sortie.

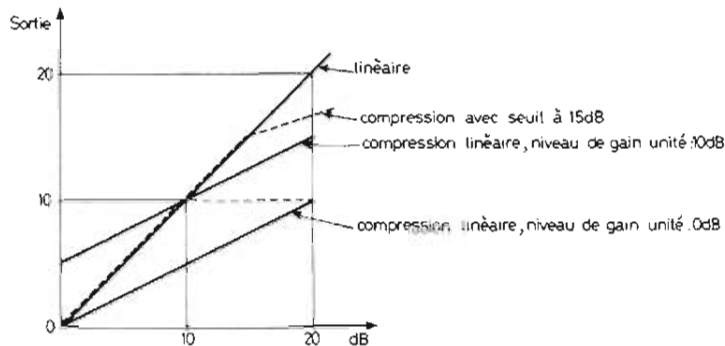


Fig. 2. - Courbes de compression qu'il est possible d'obtenir. En expansion, nous avons une pente plus importante qu'en régime linéaire.

Les techniques qui sont utilisées pour la modification de dynamique sont de plusieurs ordres. Nous avons dans certains cas une limitation d'amplitude de crête, une limitation qui s'exerce sur la crête du signal. Ce type de limitation ne respecte pas la dynamique initiale, il est réservé à des applications particulières comme la modulation d'un émetteur.

Le mode de commande de ces dispositifs est également à mentionner, il y a des modificateurs de dynamique qui fonctionnent suivant le principe de détection de crête, d'autres suivant une détection de valeur moyenne et enfin une détection par valeur efficace. Suivant le mode de détection choisi, la perception de la compression ou de l'expansion sera différente. La commande par valeur efficace est la meilleure, c'est elle qui correspond le mieux aux caractéristiques de perception de l'oreille et elle est insensible à la phase. La valeur moyenne, plus facile à mettre en œuvre vient ensuite, puis celle de crête.

Cette dernière est utile pour la limitation, le rapport entre les crêtes et l'intensité sonore telle qu'elle est ressentie peut atteindre 20 dB sans problèmes mais ne correspond à aucune notion de perception, elle servira à éviter un écrêtage inopiné.

Les deux appareils que nous avons examiné utilisent tous deux des techniques d'expansion et de compression. Ils fonctionnent soit en

compression, soit en expansion.

Le compresseur, comme l'expandeur se compose d'un système de détection de niveau qui commande un amplificateur commandé en tension : figure 1.

Suivant que l'appareil travaille en compression ou en expansion, le gain augmentera ou diminuera avec le niveau d'entrée. En compresseur, pour 10 dB de variation à l'entrée, nous pourrions avoir de 10 à 0 dB de variation en sortie suivant que le taux de compression est de 1 ou de l'infini. En expansion, pour 10 dB à l'entrée, nous pourrions en avoir 20 à la sortie avec un taux d'expansion de 2, 15 avec un taux de 1,5. Il n'est pas question ici d'avoir un taux d'expansion infini, la saturation serait vite atteinte.

Le compresseur réduit la dynamique. Il abaisse les points de niveau et remonte les faibles tensions, ce qui produit comme on peut s'en douter une remontée du bruit de fond.

L'expandeur par contre remontera les forts niveaux et abaissera le bruit de fond. Une compression suivie d'une expansion du même taux donnera un signal de sortie identique au signal d'entrée, avec une même dynamique.

Si un bruit a été introduit à titre d'exemple, par un magnétophone, ce bruit se trouvera réduit par l'expandeur. Etant donné que le bruit de l'enregistrement magnétique est plus important que celui de la source, nous aurons

une amélioration importante du rapport signal/bruit imputable à cette technique.

Le DBX 124 est un réducteur de bruit spécialement adapté aux magnétophones et à la lecture de disques codés DBX, le DBX 119 est un appareil permettant de traiter un signal en compresseur ou en expandeur, avec ou sans seuil de compression ou d'expansion.

Le seuil de compression est une notion importante lorsqu'on parle de modification de dynamique. Une compression peut être linéaire ou à seuil. Une compression linéaire traite de la même façon les signaux forts et les signaux faibles. Par contre un compresseur à seuil maintiendra leur dynamique à tous les signaux dont le niveau sera au-dessous du seuil fixé, au-dessus du seuil, nous aurons une dynamique modifiée (fig. 2).

La figure de compression peut aussi être dessinée pour une expansion, la pente entrée/sortie sera alors plus forte pour l'expansion que pour le régime linéaire. Nous pourrions avoir également le seuil variable, comme pour la compression. Pour obtenir les courbes d'expansion, on inverse les axes, entrée et sortie.

Un autre paramètre de ces appareils est le niveau de référence de la compression ou de l'expansion. Nous pouvons en effet avoir une compression qui donne une dynamique finale de 30 dB centrée autour

de 0 dBm, c'est-à-dire que le signal dont le niveau sera de zéro dBm sera conservé à son niveau d'origine et que les tensions situées de part et d'autre seront affectées. Cette notion de niveau est utile à connaître pour un enregistrement. Lors d'un enregistrement magnétique on aura toujours intérêt à travailler suffisamment haut pour éviter le bruit de fond. Il ne faut toutefois pas exagérer car une compression entraîne une modification de bande passante, les aigus ont un niveau plus faible que les graves et risquent de saturer la bande. Comme à l'expansion on gagnera sur le bruit de fond, il ne faudra pas hésiter à travailler à un niveau plus faible que d'habitude, ce que recommande d'ailleurs le constructeur.

Les techniques de compression et d'expansion sont utilisées dans d'autres systèmes comme les réducteurs de bruit Dolby ou DNL ainsi que d'autres systèmes.

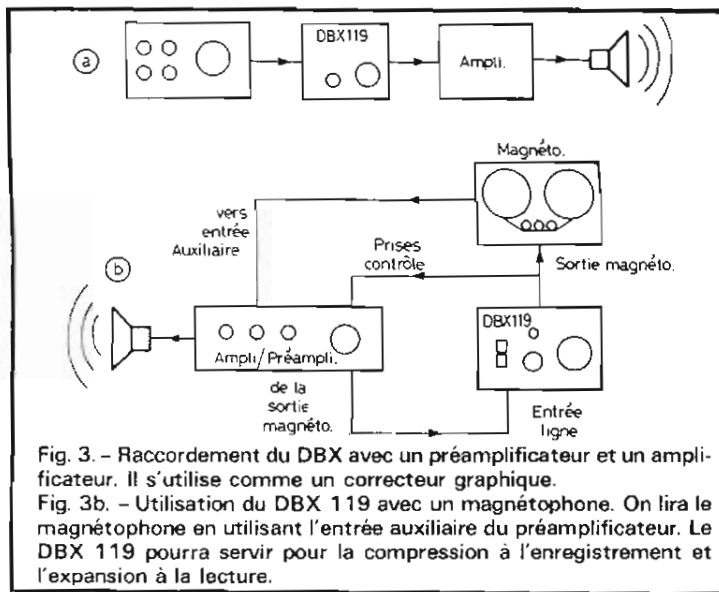
Nous avons parlé de modification de dynamique, il y a un autre paramètre à considérer, c'est la réponse en fréquence de ces systèmes. Les réducteurs dynamiques de bruit fonctionnent à partir de filtres dont on modifie l'efficacité en fonction du niveau, modification d'efficacité signifiant ici changement de la courbe de réponse en fréquence en fonction du niveau. Sur certains systèmes, la compression n'a lieu que dans une certaine bande de fréquence. De même, pour la commande

de l'amplificateur commandé en tension, on utilisera certaines bandes de fréquences qui sont considérées comme comportant le maximum d'énergie. Nous retrouverons d'ailleurs cette particularité au cours de l'étude, les courbes de réponse présentent certaines anomalies qui s'expliquent par la méthode qui a servi à les relever.

LE DBX 119

Le DBX 119 est un appareil destiné à augmenter la gamme dynamique d'un programme musical reproduit à partir des disques, les bandes, la radio. DBX fabrique aussi un 117 un peu moins cher (pas de compression supérieure à 2).

C'est un coffret aux flancs bordés de bois massif. L'appareil mesure 15 centimètres de large sur à peu près 10 de haut



et a une profondeur de 23 centimètres.

Sa façade est équipée de deux potentiomètres, un gros et un petit. Le petit potentiomètre règle le seuil de fonctionnement de l'appareil ou le niveau pour lequel le gain est unité (pas de variation de niveau si on passe en compression ou en expansion).

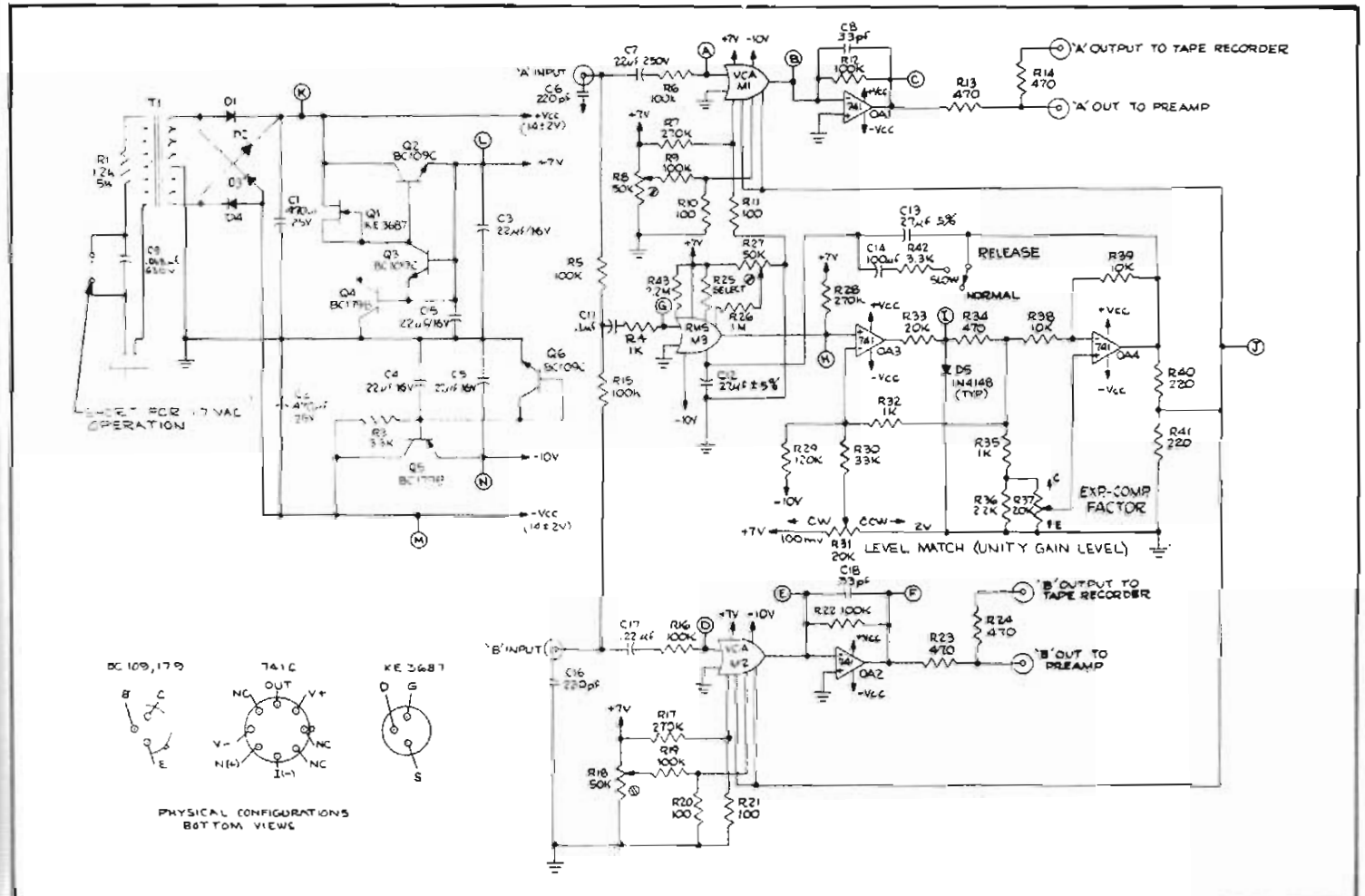
Le gros potentiomètre modifie de façon continue le taux d'expansion et de compression. Lorsque le bouton est tourné à fond dans le sens inverse des aiguilles d'une montre, nous avons un taux de compression infini. L'index du bouton trouve ensuite un taux de compression de 5, de 2 (9 heures), passe de 0 à

12 heures. Ensuite, nous passons à l'expansion et trouvons des graduations de 1,2 à 2, régulièrement espacées. Les graduations sont suffisamment espacées pour permettre un réglage facile.

La face avant se complète d'un interrupteur qui permet de passer du mode linéaire au mode « seuil ». Une diode électroluminescente indique alors quand l'appareil travaille en compresseur (lorsque le niveau est supérieur à celui du seuil).

Les prises de la face arrière sont au standard américain. Nous trouvons deux prises d'entrée et quatre de sortie, deux pour le préamplificateur, deux pour un magnétophone.

Pour une utilisation comme extenseur ou compresseur de dynamique, dans une chaîne de reproduction sans magnétophone, l'appareil se branche entre la sortie du préamplificateur et l'entrée de l'amplificateur de puissance. Exactement comme un correcteur



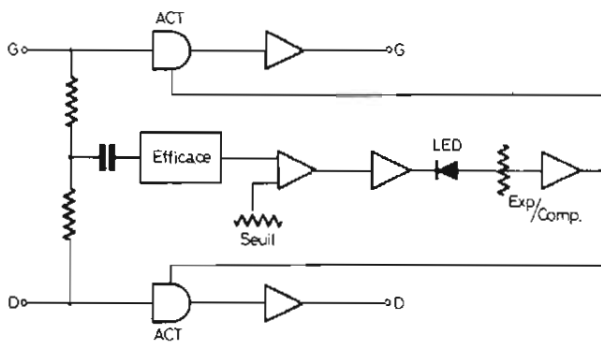
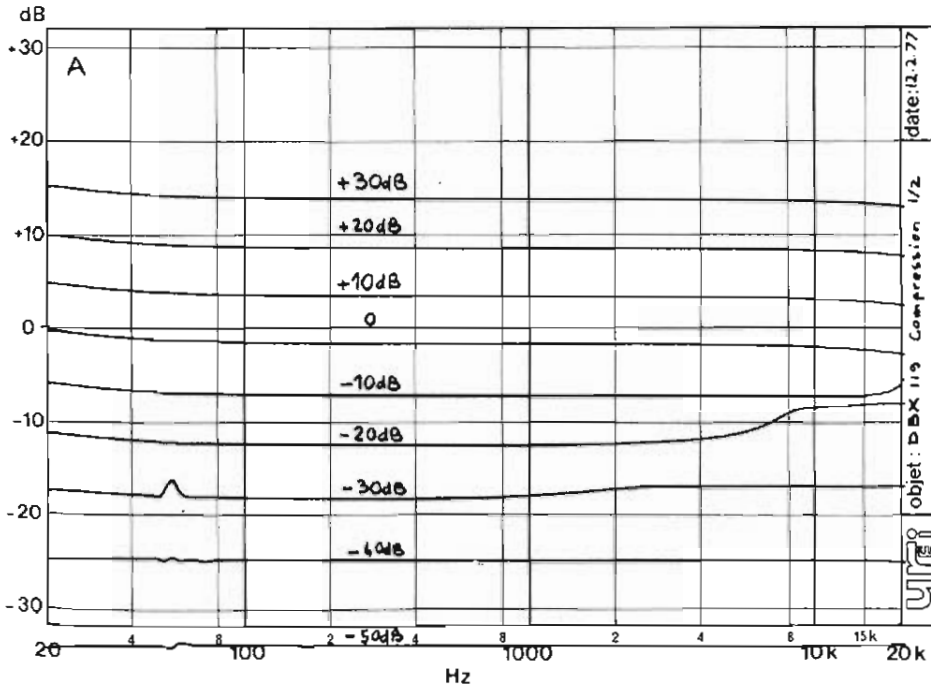
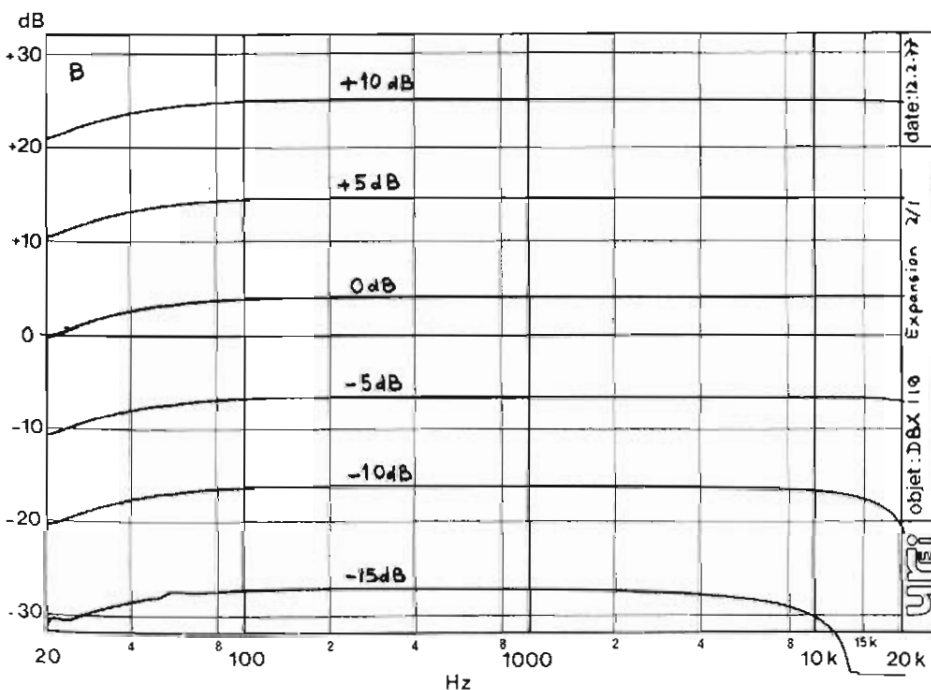


Fig. 4. - Schéma de principe synoptique du DBX 119. Nous voyons ici le mélange des signaux des deux voies qui commande le niveau de sortie.



Courbe A. - Courbes de compression du DBX 119. Taux de compression 1/2, au-dessous de -30 dB, il n'y a plus de compression.



Courbe B. - Courbes d'expansion taux de 2/1, les courbes mesurées tous les 5 dB à l'entrée sont ici espacées de 10 dB à la sortie du DBX 119.

graphique (fig. 3a). On peut aussi utiliser une prise de contrôle (monitoring) la touche de contrôle magnétophone permettra d'accéder à une musique codée par le DBX.

Avec un magnétophone, le montage est plus complexe (fig. 3b), le DBX 119 peut être utilisé pour effectuer des enregistrements, il doit donc fonctionner à la lecture comme à l'enregistrement. Pour l'enregistrement il travaillera en compresseur. Le signal partira de la sortie d'enregistrement traversera le DBX, ira vers la sortie magnétophone et passera dans les prises de contrôle qui permettront une écoute du signal comprimé, sans décodage. Dans ce cas, l'écoute directe permettra de restituer la dynamique normale. Pour écouter la bande, le signal de sortie du magnétophone ira vers les entrées auxiliaires (qui trouveront ici leur utilité), puis passera par l'intermédiaire des prises de contrôle d'enregistrement dans le DBX qui travaillera alors en expandeur, il en ressortira pour passer par les prises de contrôle d'enregistrement. Le DBX a en quelque sorte pris la place du magnétophone.

Le fonctionnement n'est pas des plus simples, nous avons un autre DBX, le 124 qui a été spécialisé dans le traitement de la bande magnétique et qui de ce fait sera plus pratique.

Avec le DBX, le constructeur donne une notice indiquant quelles sont les valeurs à utiliser pour retrouver une dynamique originale.

L'expansion de la musique classique se fait avec un taux de 1,1 à 1,4. Pour la musique pop, le rock, la modulation de fréquence il faut utiliser de 1,2 à 1,5 pour la musique de fond, on utilisera au contraire une expansion de 1,2 à 1,4, les musiques classiques et de rock doivent en effet être plus expressives qu'une musique de fond à qui on essaye d'enlever tout caractère pour ne conserver qu'une information fonctionnelle.

L'enregistrement de la musique classique s'accompagne d'une compression de 1,4 qui sera suivie d'une expansion à la lecture qui pourra atteindre 1,4 à 1,8 on retrouve ici les indications du début pour la lecture, on a augmenté ces valeurs du taux de compression introduit à l'enregistrement.

Pour les disques pop, le taux de compression est le même, c'est d'ailleurs une valeur généralement recommandée avec le 119 pour l'enregistrement, à la lecture, nous devons par un savant calcul retrouver une expression de 1,4 à 2.

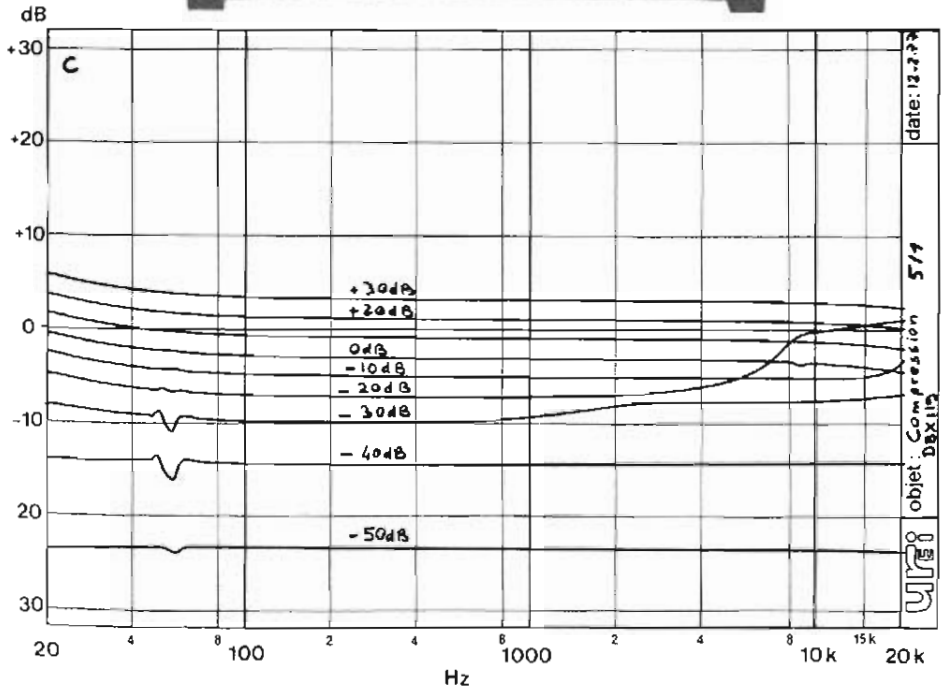
Deux exemples supplémentaires montrent l'avantage de cet appareil pour l'enregistrement de conférences. Une conférence se caractérise par un niveau de parole particulièrement variable. Pour réduire les différences de niveau, on utilisera une compression à l'enregistrement et une seconde compression à la lecture.

Enfin, si on désire que l'appareil ne soit pas en service, on place le gros potentiomètre sur 1,0. Un taux de compression ou d'expansion de 1 voulant dire qu'il n'y a pas de modification de la dynamique.

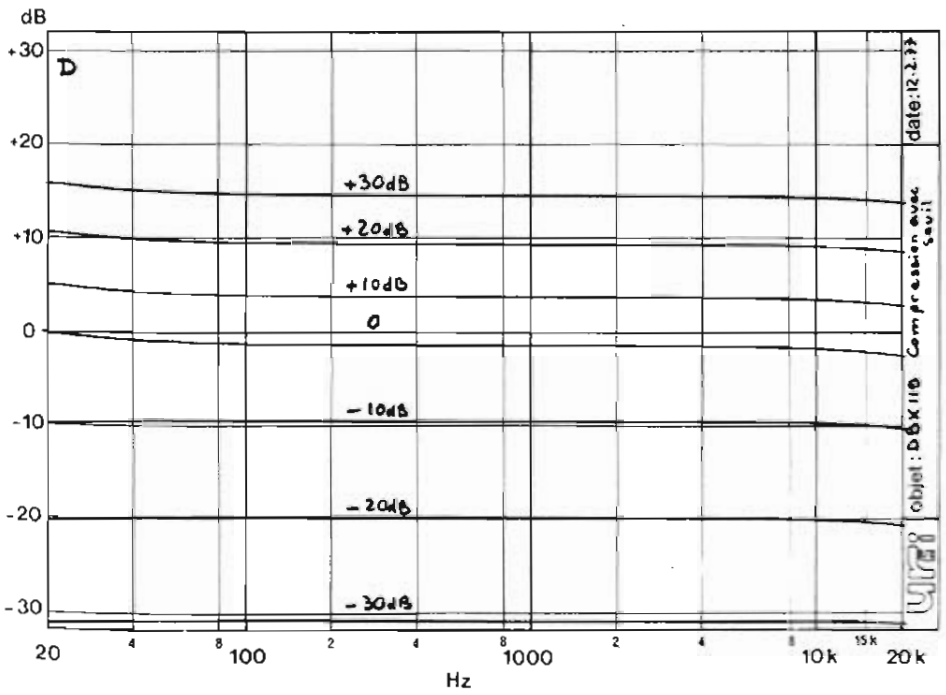
SCHÉMA

Le schéma dont nous disposons est celui du DBX 117. Les Américains ne veulent pas trop divulguer leurs secrets et restreignent la diffusion de leurs schémas. Le schéma de principe du 119 est légèrement différent, le constructeur a ajouté un détecteur de seuil qui commande une diode électroluminescente et a changé l'interrupteur de sélection de temps de chute du détecteur en interrupteur de seuil.

Le synoptique de principe est représenté figure 4. Il se compose de deux canaux audio possédant chacun un



Courbe C. - Courbe de compression de rapport 5/1, on note un resserrement des courbes.



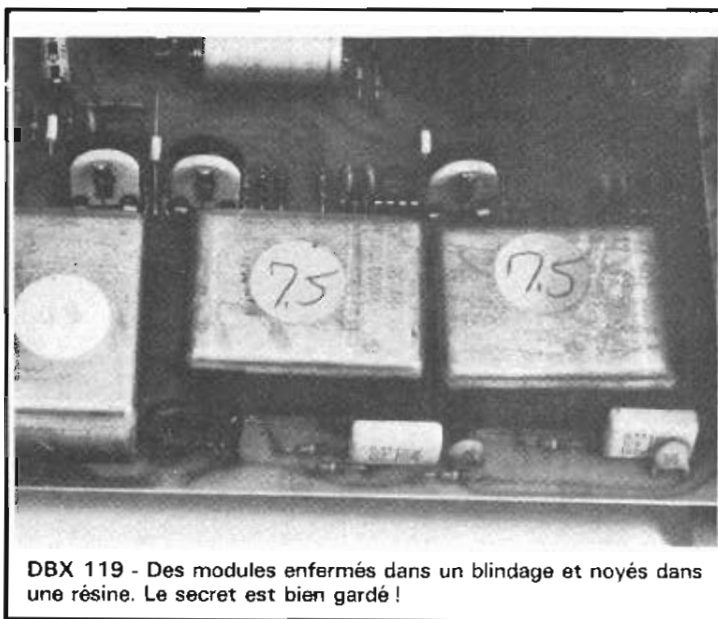
Courbe D. - La compression avec seuil permet de maintenir la dynamique au-dessous d'un certain niveau, ici, le 0 dB correspond environ à -20 dBm.

amplificateur commandé en tension. Le signal audio à traiter est pris directement à l'entrée, on n'utilise qu'un seul signal de commande pour les deux voies, cette disposition évite d'avoir des promenades dans le panorama stéréophonique. Une expansion plus importante sur un canal que sur l'autre se traduirait en effet par un déplacement du signal vers le canal le plus fort, on imagine facilement ce qui peut se passer ! Le détecteur reçoit le signal audio et le conditionne pour donner un signal utilisable par les amplificateurs commandés en tension.

La section intéressante du schéma de principe est la partie audio. L'alimentation délivre une série de tensions nécessaires pour fixer les points de fonctionnement des étages.

En réalité le schéma n'apporte pas beaucoup d'information, l'essentiel des circuits est contenu dans des modules qui sont hermétiquement clos et qui se contentent d'assurer la fonction pour laquelle ils ont été prévus.

Le schéma synoptique comporte pratiquement la même dose d'information. Le schéma sera utile pour déceler éventuellement un défaut de fonctionnement. Nous retrouvons les éléments du synoptique. On constatera que les modules exigent quelques potentiomètres ajustables qui règlent la symétrie pour les amplificateurs VCA et pour le détecteur efficace. Le potentiomètre de niveau (de seuil pour le 119) ajuste le point de fonctionnement, la tension de sortie du premier ampli par rapport à celle du détecteur efficace. Le potentiomètre de compression/expansion ajuste le gain de l'amplificateur de sortie. La tension d'entrée de l'amplificateur opérationnel OA 4 est envoyée simultanément sur les deux entrées avec un potentiomètre sur l'entrée non inverseuse. Dans le 119, la résistance R 35 est éliminée et remplacée par un



DBX 119 - Des modules enfermés dans un blindage et noyés dans une résine. Le secret est bien gardé !

court-circuit, ce qui permet d'avoir un taux de compression infini.

MESURES

Cette section d'essais et de mesures est la plus importante de cet examen. C'est elle qui se permet de se rendre compte de ce que fait réellement l'appareil.

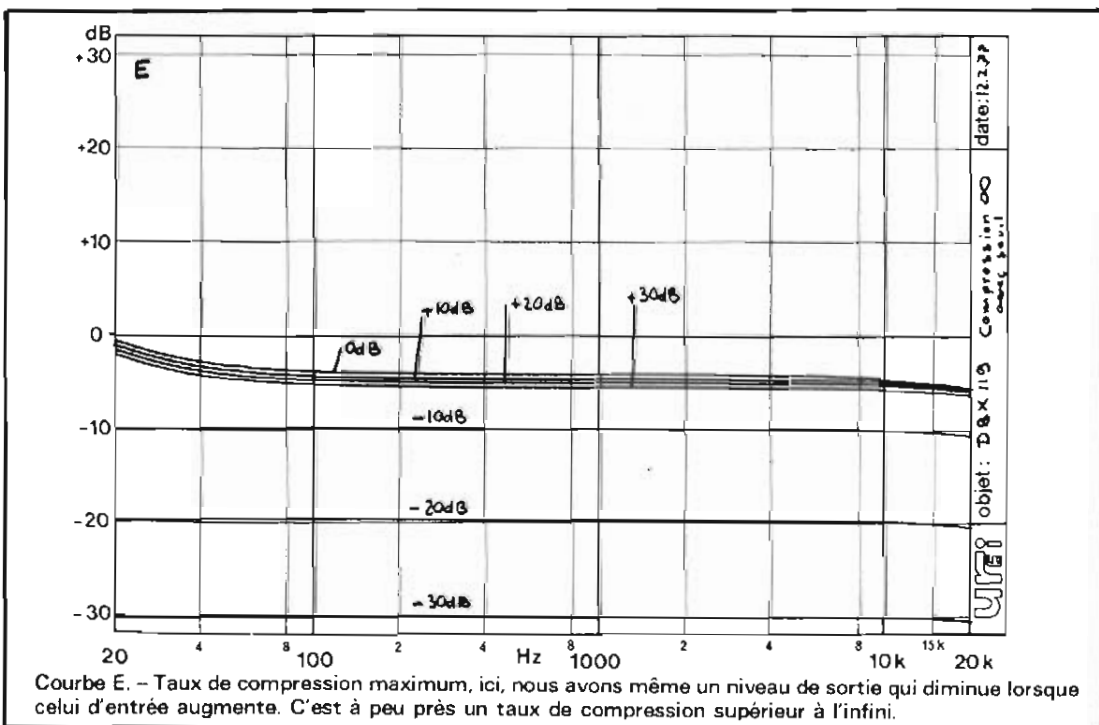
Le taux de distorsion est très bon, à 1 000 Hz il est de 0,04 % en fonctionnement linéaire, il conserve la même

valeur avec un taux d'expansion de 2 et passe à 0,1 % pour un taux de compression infini. A 15 000 Hz nous trouvons des valeurs comparables, respectivement à 0,045 % en linéaire, 0,06 % en expansion 2/1 et 0,045 % en compression infinie.

A 30 Hz, les valeurs changent pour une raison bien simple. Le compresseur ou l'expandeur de dynamique sont des appareils dont la vitesse de réaction dépend d'un réglage interne. Ces appareils doivent en principe réagir très vite, non pas en fonction de la valeur instanta-

née du signal mais de sa valeur moyenne. Si le signal est à fréquence élevée, le temps de réaction de l'électronique est grand devant la période du phénomène, le détecteur voit un signal global. Par contre, aux très basses fréquences, l'électronique réagit pour corriger instantanément le signal, par exemple, une onde triangulaire de fréquence basse aura son sommet écrasé lorsque le détecteur aura « senti » que le niveau du signal avait été changé. Les mesures ont été effectuées à 30 Hz, fréquence qui n'existe pratiquement pas dans la nature ou très rarement. Avec un taux de modification nul, la distorsion harmonique est de 0,09 %. Avec un taux d'expansion de 2, elle passe à 0,82 % pour la compression infinie, ce taux est de 2,5 %. Ces distorsions peuvent paraître élevées mais si on mesure une enceinte acoustique à ces fréquences, on s'apercevra que le taux de distorsion atteint des valeurs très sensiblement supérieures.

Les autres mesures ont été effectuées au traceur de courbe, un traceur qui délivre une tension sinusoïdale dont la fréquence varie dans le temps de manière logarithmique.



La courbe A est une courbe de réponse amplitude de sortie/fréquence avec comme paramètre le niveau d'entrée. L'appareil fonctionne en compresseur linéaire c'est-à-dire sans seuil. Le seuil existe pourtant à -40 dB environ, l'écart entre les courbes 30 et 40 dB est en effet inférieur à celui qui existe entre 40 et 50 dB. On note un accident sur la courbe -20 dB, il peut être dû à la réponse du détecteur RMS.

La courbe B est une courbe d'expansion, nous avons conservé l'échelle verticale de 60 dB de dynamique, mais cette fois, nous avons fait varier le niveau d'entrée de 5 en 5 dB à -15 dB, nous retrouvons l'accident de la courbe de réponse.

La courbe C est une autre courbe de compression obtenue cette fois avec un taux de compression de 5. Nous retrouvons ici le seuil à -40 dB environ et les accidents de la courbe de réponse.

Ces accidents peuvent paraître inquiétants. En réalité, ils n'interviennent pas au niveau de l'écoute ; la majorité de l'énergie sonore est concentrée dans une bande de fréquence située entre 200 et 800 Hz, ce sont les signaux qui sont situés dans cette zone qui commandent les amplificateurs VCA. Ces courbes de réponse ne sont pas de véritables courbes de réponse, elles

correspondent en réalité à une courbe d'efficacité du système de commande des amplificateurs commandés en tension. Nous retrouverons avec le DBX 124 de tels phénomènes, plus réguliers toutefois.

La courbe D est une courbe de compression avec seuil. Le seuil est ici situé au niveau 0. Au dessous de ce niveau, les courbes sont espacées de 10 dB en 10 dB (lus. sur l'échelle verticale), au dessus, l'espacement est de 5 en 5 dB.

La courbe E est une courbe de compression infinie. En fait, nous avons choisi une compression dont le taux constitue un véritable paradoxe étant donné que lorsque le seuil a été dépassé, le niveau de sortie baisse lorsque celui d'entrée diminue. Nous avons là un phénomène normal qui est dû à l'emplacement du détecteur de niveau. Un compresseur traditionnel, une commande automatique de gain exploite le signal après traitement. Si le signal diminue, le gain augmente automatiquement. Il y a réaction de la sortie sur l'entrée.

Ici, nous avons un dispositif qui délivre une tension de commande de gain. L'amplitude de la tension de commande détermine le gain des amplificateurs.

Ici une augmentation de niveau d'entrée de 10 dB peut entraîner la réduction de gain supérieure à 10 dB en fonction

de la sensibilité de l'entrée de commande de l'amplificateur commandé en tension.

L'utilisation musicale de cet appareil exige un réglage autre que celui du taux de compression et d'expansion. Ce réglage est celui du seuil, ou plus exactement celui du niveau de gain unité. Ce réglage se fait en lisant un disque dont la dynamique est réduite et gravé à niveau moyen. (Le réglage de seuil se fera en modifiant la position du bouton de 0 au taux d'expansion maximum. Le bouton de « seuil » sera tourné pour que l'on ne constate pratiquement aucune modification du niveau moyen. Ce sera avant tout la pratique qui sera déterminante dans le choix de la position des boutons.

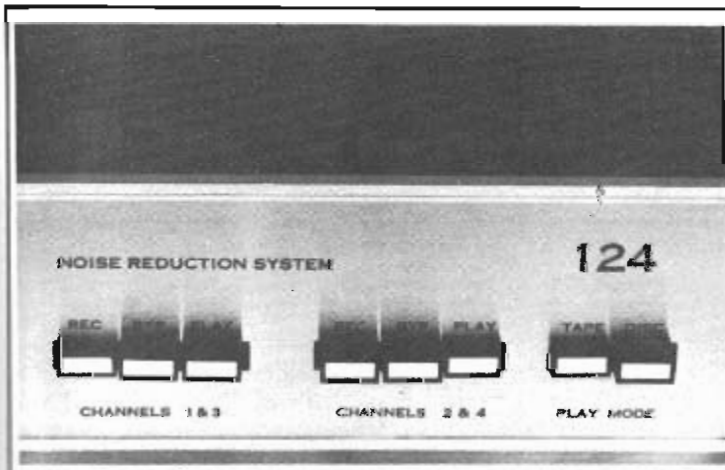
LE DBX 124

Le 124 est le grand frère du 122. Qui l'eût deviné. La série 120 de DBX est une série de réducteur de bruit. Le principe de fonctionnement est toujours basé sur la compression et l'expansion de la dynamique. Plusieurs dispositions ont été prises pour éviter des saturations de bande et une amélioration sensible du rapport signal/bruit.

Il se présente avec les mêmes flancs de bois que le 119 mais sa face avant ne com-

porte pas de bouton de réglage, seulement des touches. Le DBX 124 n'a pas besoin d'être réglé, les taux d'expansion et de compression qu'il offre sont constants c'est tout à fait normal étant donné qu'une compression doit être suivie d'une expansion d'un même taux si on veut restituer la même dynamique à la sortie et à l'entrée. Le 122 est un appareil à deux canaux, le 124 a quatre voies, il peut être utilisé pour les enregistrements tétraphoniques ou pour le contrôle de bande en stéréophonique. Il faut en effet deux codeurs/décodeurs pour assurer le codage et deux autres pour la lecture, la première paire travaillant en compression, la seconde en expansion.

L'arrière de l'appareil est garni d'une série de prises impressionnantes. 8 paires de prises américaines. Sur la gauche, un potentiomètre est installé pour accorder l'appareil à la sensibilité des têtes de lecture, car les DBX de la série 120 sont capables de décoder les disques DBX que l'on peut trouver aux Etats-Unis. C'est un peu comme si l'on trouvait des disques codés Dolby. La compression de dynamique à l'enregistrement permet de bénéficier à la lecture de l'expansion, une expansion qui réduit les bruits de fond et augmente la dynamique du disque.



DBX 124 - Commande de fonction séparée pour les canaux. Ici les voies 1 et 3 sont en enregistrement, les voies 2 et 4 en lecture.



Vue sur la technologie de construction. Montage des sous-ensembles sur pieds en plastique.

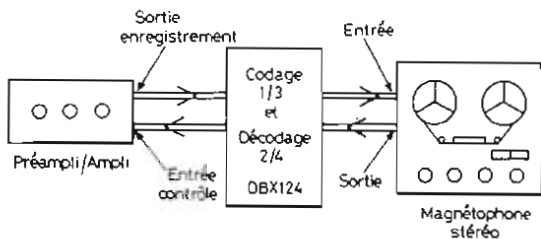


Fig. 5. - Branchement du DBX 124 avec un magnétophone stéréo, deux canaux servent en compresseur à l'enregistrement, les deux autres à la lecture en expenseur, il y a la possibilité de contrôle de bande en vraie grandeur.

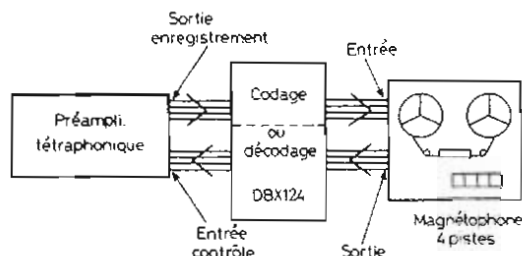


Fig. 6. - Branchement du DBX 124 avec un appareil à quatre canaux. Cette fois, le contrôle d'enregistrement sera fait avec la compression de dynamique.

Une dynamique d'enregistrement de 50 dB donne, avec le taux d'expansion de 2 à 1 de cet appareil une dynamique de sortie de 100 dB... De quoi faire rêver.

Le raccordement du DBX 124 se fait suivant le schéma représenté figure 5. Le 124 dispose de quatre systèmes de traitement de signaux pouvant fonctionner deux à deux en enregistrement ou en lecture. Ici, le signal part du préamplificateur stéréophonique entre dans le 124, est comprimé, sort pour aller vers le magnétophone, est enregistré, ressort comprimé du magnétophone sur la sortie de contrôle entre sur les deux autres compresseurs/expandeurs qui sont commutés en expenseur et à l'entrée de contrôle du préamplificateur nous retrouvons un signal avec sa dynamique d'origine.

Sur la figure 6, nous avons la configuration du branchement avec un appareil tétraphonique. Cette fois, nous utiliserons les quatre modules de codage pour l'enregistrement, les signaux codés sortiront du magnétophone, traverseront le DBX 124 pour aller sur les prises d'entrée de contrôle bande du magnétophone. L'écoute de contrôle se fera alors sur le signal comprimé. Si on désire une écoute avec la dynamique normale, il faudra se contenter de l'écoute du signal issu de la source.

L'écoute de disques codés se fait en passant au travers du DBX. DBX qui doit être commuté en position DISC et lecture (PLAY). En position dis-

que, l'utilisateur disposera sur les entrées du magnétophone d'un signal codé. Le signal décodé du disque est envoyé sur les sorties des quatre voies.

Chaque canal peut être mis hors service pour l'exploitation des disques normaux et des bandes enregistrées sans DBX.

ETUDE DU FONCTIONNEMENT

Pour le 124, les schémas n'ont pas été publiés. La construction n'est plus basée sur des modules enrobés mais sur plaquettes de circuit imprimé aux composants parfaitement visibles et dont les références n'ont pas été dissimulées hypocritement. Nous trouvons ici des circuits intégrés qui sont en réalité des circuits comportant des transistors intégrés sur une pastille unique.

La figure 7 donne les synoptiques adoptés par le constructeur pour chaque

voie. L'appareil dispose de commandes de niveau d'enregistrement et de lecture, qui sont les niveaux de gain unité, ceux pour lesquels la tension de sortie ne change pas lorsque le codeur passe en compression ou en expansion, le niveau n'agit pas sur la caractéristique compression/expansion.

La chaîne de codage d'enregistrement (compression) commence par un filtre passe-bande. Ce filtre élimine des composantes indésirables qui n'existent pratiquement pas dans la musique (coupure à 30 Hz) mais qui seraient susceptibles de modifier le comportement du détecteur de valeur efficace. Par exemple, ce filtre trouve son application dans la suppression de l'effet dû au bruit de fond TBF d'un tourne-disques.

Nous trouvons ensuite un système de préaccentuation. Ce système remonte les fréquences au dessus de 2 000 Hz. Il est utilisé comme pour la modulation de fréquence, il permet de mettre en sortie un filtre passe-bas qui élimine la portion de bruit

haute-fréquence des bandes magnétiques.

Le circuit de préaccentuation est suivi d'un amplificateur commandé en tension.

Le dispositif de commande en tension exploite le signal de sortie, il agit donc comme une commande automatique de gain. Avec ce système, il est impossible d'avoir un taux de compression supérieur à l'infini.

Un filtre passe-bande est installé entre la sortie du compresseur et l'entrée. Ce filtre a une courbe de réponse qui est linéaire entre 50 et 10 000 Hz. Les fréquences situées de part et d'autre de cette bande sont atténuées. Les fréquences au-dessus de 10 000 Hz ont été supprimées pour améliorer le fonctionnement du détecteur de valeur efficace en présence d'une sous-porteuse stéréo ou d'un autre phénomène HF. Au dessous de 50 Hz, la limitation est imposée pour des raisons de reproduction.

Les boucles de commande de niveau sont en effet utilisées aussi bien pour la lecture que pour l'enregistrement et la boucle doit tenir compte des

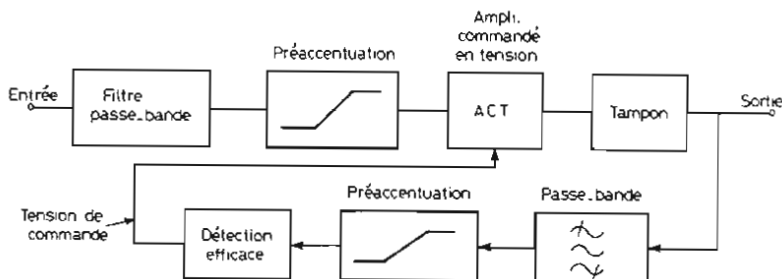


Fig. 7. - Synoptique d'une voie en enregistrement. Les quatre canaux sont absolument indépendants.

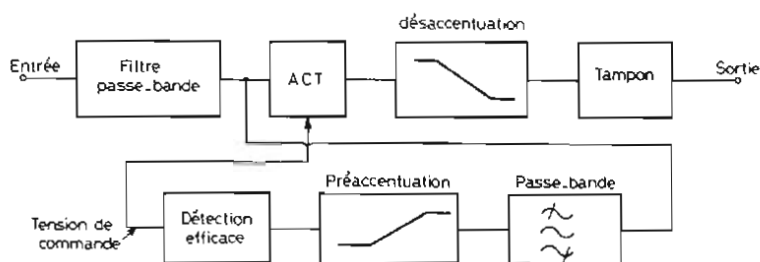


Fig. 8. - Synoptique d'une voie en lecture, le signal de commande est le même que le précédent.

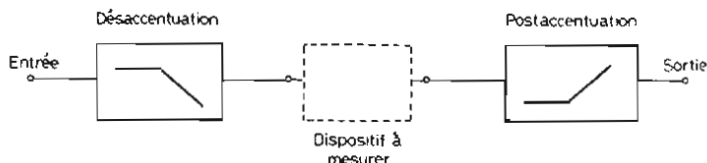


Fig. 9. - Principe de la mesure de bande passante de magnétophone à 0 dB (0 dB étant pris à 400 Hz). Ce système a l'avantage de permettre des relevés de courbe avec un mauvais rapport signal/bruit.

phénomènes perturbateurs possibles dans un sens ou dans l'autre.

Le circuit de préaccentuation du signal de commande du détecteur de valeur efficace sert à réduire le niveau des fréquences hautes au moment de l'enregistrement.

Nous avons là une commande de compression qui n'est pas linéaire en fréquence, ce que nous retrouverons sur les courbes de réponse et de compression. Si un message musical comporte une proportion importante d'aigu, le niveau global sera diminué pour éviter une saturation de la bande magnétique.

Nous trouvons ensuite le détecteur de valeur efficace qui va commander l'amplificateur commandé en tension.

La tension de commande de l'amplificateur est donc la tension disponible sur l'entrée comprimée.

Pour la lecture, nous avons le schéma de la figure 7. La boucle de commande est la même que la précédente. Nous retrouvons le filtre passe-bande qui élimine des fréquences indésirables nées au niveau de la reproduction et qui ne se trouvaient pas dans le message enregistré (il y avait eu une première limi-

tation à l'enregistrement). Nous retrouvons à l'entrée du système de détection de valeur efficace le signal qui avait servi au codage, à la dégradation due au magnétophone près. Les filtres sont les mêmes que ceux utilisés à l'enregistrement.

Cette fois l'amplificateur commandé en tension fon-

ctionne avec une tension inverse il travaille en expansur. A la sortie de l'amplificateur nous retrouvons une tension qui va être désaccentuée par un circuit dont la courbe de réponse est symétrique par rapport à celle utilisée à l'enregistrement. Un étage de sortie se charge de fournir une tension d'un niveau suffisant

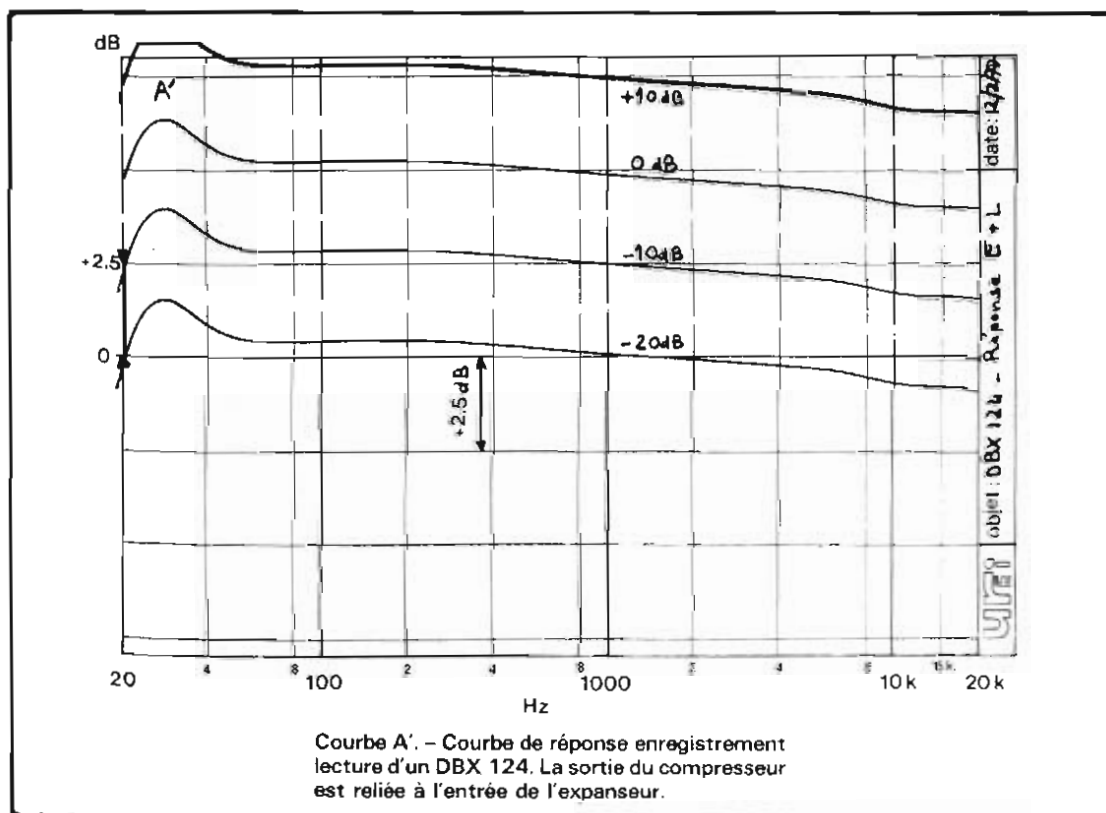
pour attaquer un préamplificateur, ou même plusieurs.

MESURES

Le DBX 124 a été choisi car il permettait d'assurer successivement le codage et le décodage, sans qu'il y ait besoin d'utiliser de magnétophone.

A 1 kHz, le taux de distorsion harmonique est de 0,07 % en enregistrement, plus lecture. A 15 kHz, il est de 0,35 % et à 30 Hz nous retrouvons l'augmentation de taux de distorsion imputable à la vitesse de réponse de l'appareil qui considère la sinusoïde comme une enveloppe et la traite comme telle. (Modification du gain au cours de l'évolution de la tension instantanée). A 100 Hz, le taux de distorsion est de 0,27 %. Le rang de l'harmonique principale est le troisième, une harmonique que l'on trouve souvent au moment d'un écrêtage.

L'examen des courbes est révélateur de quelques principes de fonctionnement. On ne peut pas tirer de cet examen de conclusions trop hâtives. Nous avons ici des courbes



Courbe A' - Courbe de réponse enregistrement lecture d'un DBX 124. La sortie du compresseur est reliée à l'entrée de l'expansur.

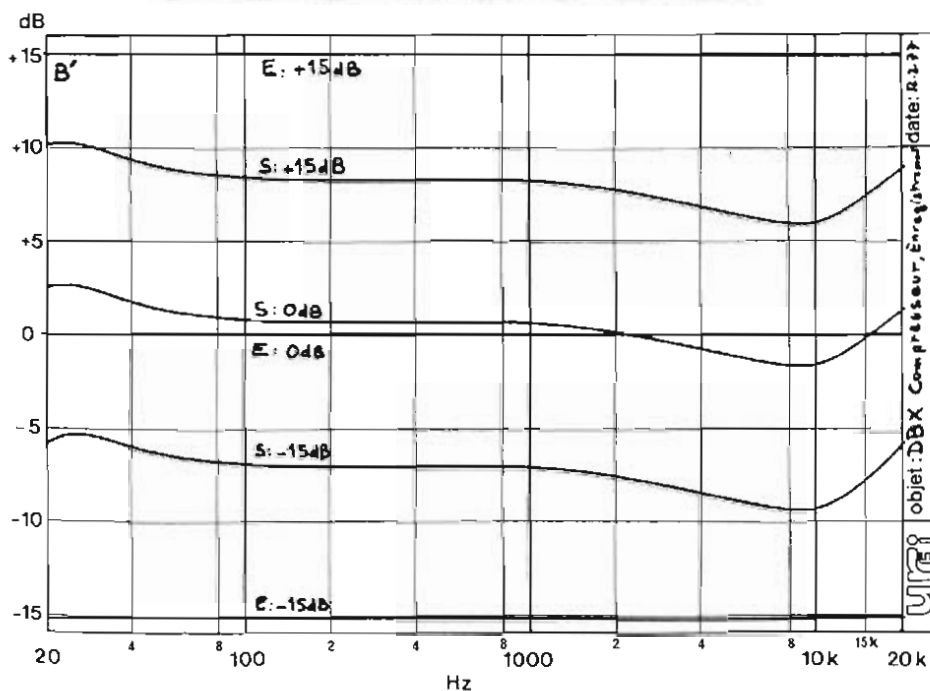
relevées avec une tension d'entrée constante et une fréquence variable de 20 Hz à 20 000 Hz. Ces courbes tiennent compte d'une part de la réponse en fréquence propre des circuits et d'autre part, de celle du circuit de commande du détecteur de valeur efficace.

La courbe A' est une courbe de réponse réalisée en mettant un décodeur DBX derrière un codeur (c'est un module identique commuté l'un sur lecture, l'autre sur enregistrement). Nous avons décalé les courbes les unes par rapport aux autres et utilisé une échelle verticale fortement dilatée. Les courbes de réponse peuvent paraître peu linéaires. Nous avons ici des courbes qui tiennent dans un gabarit de $\pm 0,5$ dB de 50 Hz à 10 000 Hz et dans ± 1 dB de 20 Hz à 20 000 Hz. La pointe aux fréquences basses est imputable à la limitation de bande passante utilisée pour la commande de l'amplificateur commandé en tension. Comme les fréquences très basses sont pratiquement inexistantes au dessous de 50 Hz, nous ne tiendrons pas compte de ce relief dans nos appréciations. Ces réseaux de courbes apparaissent comme rapprochés, il n'y a pas en fait de compression, le faible écart a été recréé artificiellement pour permettre de caser toutes ces courbes sur une feuille unique. Une expansion suivie d'une compression de même taux recrée la dynamique d'origine.

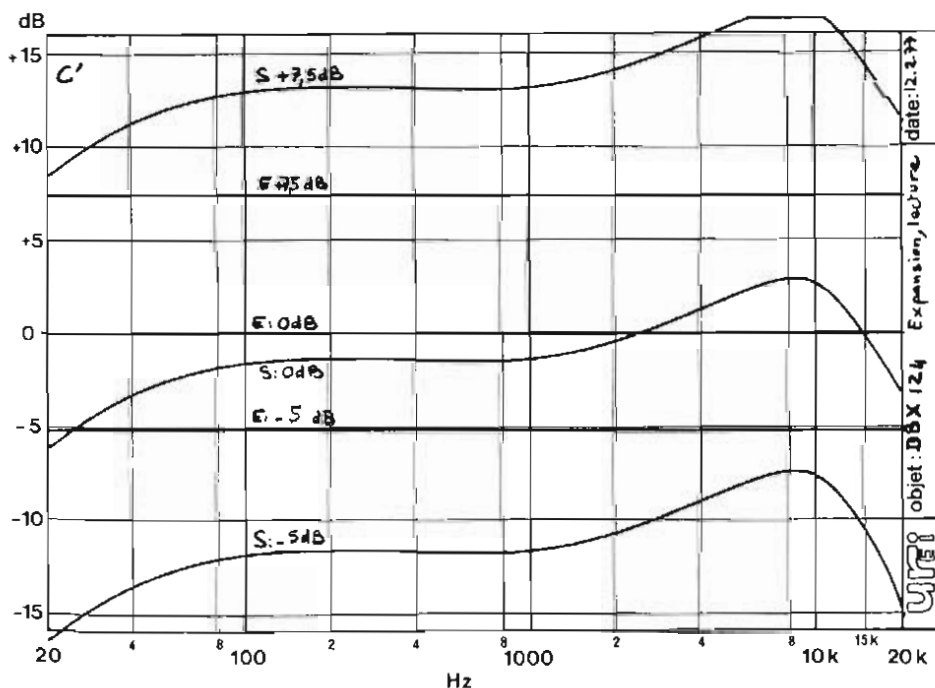
La courbe B4 montre le traitement qui est imposé au signal pour trois niveaux. Il s'agit ici de la courbe d'enregistrement et par conséquent de compression du signal. Les trois courbes sont identiques. Nous avons une expansion initiale (20 Hz/50 Hz) due à la suppression par le filtre passe-bande de la tension de commande de l'amplificateur commandé en tension. De 50 Hz à 1 000 Hz, la compression est linéaire, la courbe de réponse est respectée, ensuite, nous avons une préaccentuation



DBX 124 - Peu de réglage pour le 124 : Niveau de lecture et d'enregistrement.



Courbe B'. - Réseaux de courbes amplitude fréquence avec le niveau d'entrée comme paramètre. Ici, compression pour l'enregistrement, le rapport est sensiblement de 1 à 2.



Courbe C'. - Réseau de courbes d'expansion, le rapport est aussi de 2 à 1.

dans l'électronique, une préaccéntuation qui remonte le niveau injecté dans le détecteur de valeur efficace qui impose alors une réduction de niveau au-dessus de 1 000 Hz. Au-dessus de 1 000 Hz, nous avons le filtre passe-bande qui supprime la tension de commande de l'ampli, il y a donc une remontée du gain qui se traduit par une remontée des aigus.

Dans la pratique, nous devons considérer les choses autrement. Le signal audio se compose de diverses fréquences mélangées. Il n'y a pas de fondamental au-dessus de 10 kHz, donc si nous avons dans le signal des fréquences situées au-dessus de 10 kHz, il y aura obligatoirement des fréquences inférieures dont le niveau sera plus important, ce seront ces signaux qui imposeront le taux de compression. Le compresseur traite le signal globalement et non en fonction de ses composantes prises individuellement. Le système n'est pas divisé en bandes de fréquences mais travaille en large bande.

Les courbes enregistrement/lecture montrent qu'il y a effectivement une compensation entre l'enregistrement et la lecture, même lorsque les mesures sont effectuées avec un balayage en fréquence.

La courbe C' correspond à une courbe de lecture. Il y a là une expansion. L'échelle choisie est la même que celle de la compression. Nous retrouvons ici une courbe de réponse qui tient dans un gabarit nettement plus large que celui du compresseur. Là encore, le phénomène est normal. Les « défauts » de la courbe de réponse comprimée seront expansés au moment de l'opération de décodage. Pour les compenser, il faudra donc appliquer une correction deux fois plus importante. Nous retrouvons la modification des fréquences basses, celle de la préaccéntuation et celle due à la limitation de la bande passante aux fréquences hautes. Le résultat de la combinaison

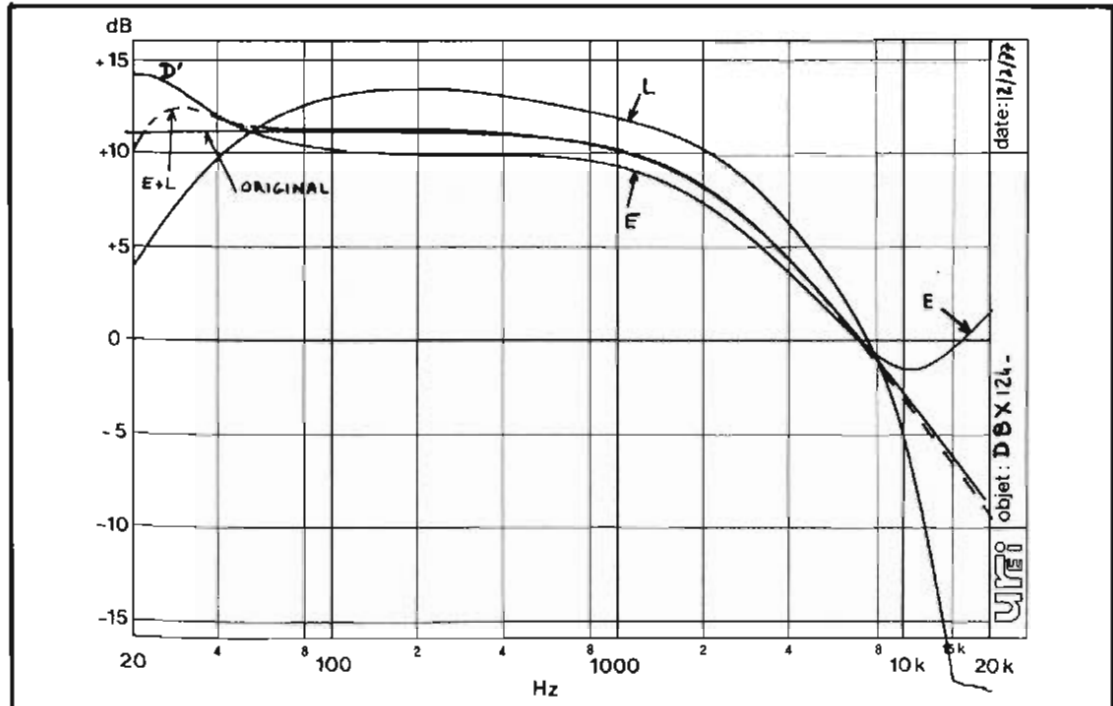
des deux actions se trouve figure A'.

La courbe D' est différente, elle est obtenue à partir d'un filtre passe-bas dont la courbe est sensiblement celle d'un signal audio. Nous retrouvons là les modifications de courbe de réponse précédentes qui

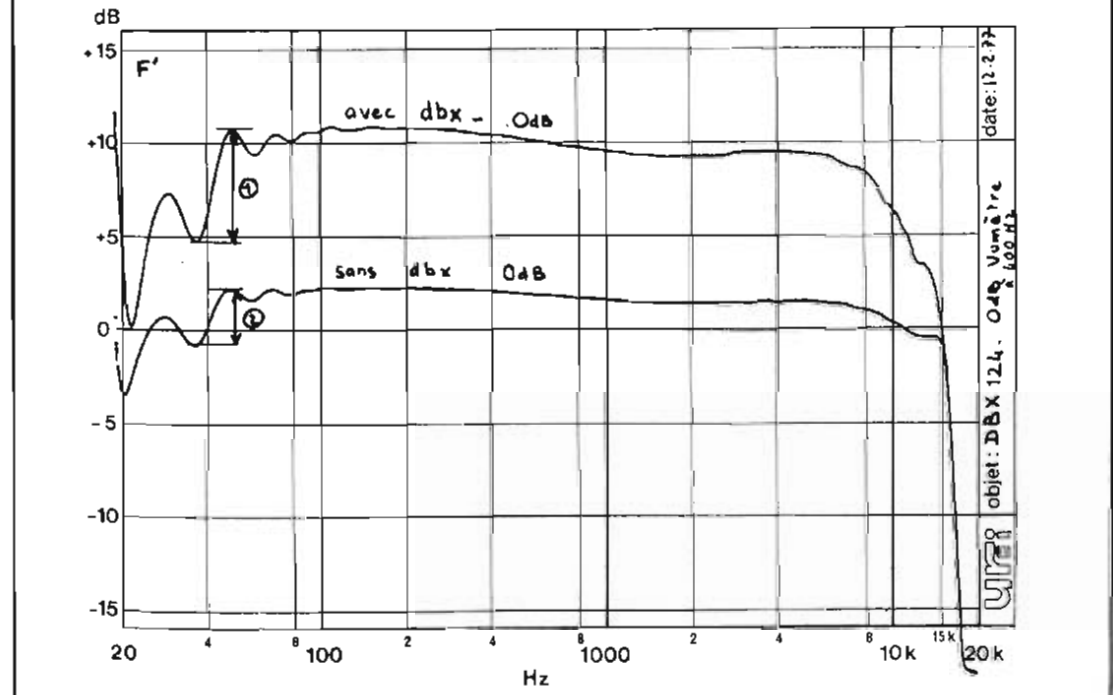
sont présentées ici sous une forme un peu différente. L'écart entre la courbe originale et la courbe d'enregistrement est deux fois plus faible que celui entre la courbe originale et celle de lecture. Nous avons, très visible ici, la remontée des aigus qui fait

penser à une possibilité de saturation aux fréquences hautes lors d'un enregistrement stéréophonique, ce qui n'est pas le cas. L'enregistrement suivi de la lecture permet de reconstituer le signal d'origine.

La courbe E' a été obtenue



Courbe D'. - Ce qui arrive à la courbe de réponse d'un filtre passe-bas, divers traitements affectent la courbe de réponse, ces traitements sont ceux dus principalement aux circuits de la boucle de commande de niveau.



Courbe E'. - Rencontre d'un Nakamichi 350 et d'un DBX 124. Courbes de réponse variable en fonction du niveau, augmentation de la bande passante à - 10 dB.

à partir d'un DBX 124 associé pour la circonstance à un magnétophone à cassette Nakamichi 350. L'enregistrement à 0 dB montre une saturation normale, celui à -10 dB montre que la courbe est un peu plus étendue. Nous devons tenir compte ici, pour la saturation que nous avons eu la remontée des aigus due au filtre passe-bande du circuit de commande

Les deux courbes tracées à -10 dB sont celles dues à deux lectures successives d'un unique enregistrement.

La dernière courbe, F' est la plus élocuente. La courbe du bas a été relevée au niveau 0 dB au Vumètre, c'est une bonne courbe de réponse pour un magnétophone à cassette. Les habitués des courbes de magnétophone s'étonneront de ne constater qu'une modeste saturation de la bande aux fréquences hautes. Habituellement, les courbes relevées à 0 dB montrent que la cassette n'accepte pas les fréquences hautes et ne peut les mettre en mémoire pour diverses raisons.

Pour relever les courbes à 0 dB, nous employons un circuit de désaccentuation qui coupe les fréquences hautes. Ce procédé permet de travailler avec un signal qui correspond sensiblement à un signal musical, ou qui possède une décroissance d'allure identique à celle du spectre musical moyen. Ainsi, nous travaillons à 0 dB à 400 Hz, mais à 10 kHz nous avons une atténuation de 15 dB environ et 20 à 20 kHz. Avec une seule courbe nous avons une idée de ce que peut accepter un magnétophone.

La courbe de réponse mesurée sans l'expandeur de dynamique est celle repérée sans DBX. Elle se caractérise par une variation de niveau aux fréquences basses, variations de niveau imputable aux têtes. Cette courbe de réponse accuse une légère baisse jusqu'à 8 kHz, baisse qui s'accroît ensuite jusqu'à 15 kHz.

Le DBX 124 utilisé en

reproduction est un expandeur. La courbe de réponse est comprise dans un gabarit de X dB. Il y a donc une évolution du niveau après la compression. A la lecture, les écarts par rapport à la courbe de réponse seront multipliés par deux. Cet écart se constate ici avec les repères 1 et 2 pris à 50 Hz, nous pouvons constater également une accentuation des accidents, un élargissement du gabarit de la courbe de réponse et par suite une limitation de la bande passante si l'on considère que cette dernière doit être fixée dans un gabarit commun.

Nous voyons là que les magnétophones qui seront utilisés avec un DBX devront être parfaitement réglés. Ce sont les magnétophones qui apportent dans la chaîne de réduction de bruit, le plus de modification de bande pas-

sante. Avec les compresseurs, c'est valable aussi pour le Dolby B, un écart de 1 dB dans la courbe de réponse se retrouve multiplié à la lecture, par deux pour le DBX 124, par une valeur variable avec la fréquence et le niveau pour le Dolby.

Cette limitation, le constructeur ne la cache d'ailleurs pas dans sa notice. Nous ne ferons que recommander de disposer d'un appareil parfaitement réglé. Nous ne pouvons pas déduire de ces expériences que le DBX dégrade le signal, il est simplement plus exigeant que le Dolby B.

Pour poursuivre ces mesures, nous avons pris un magnétophone ayant un certain bruit de fond, nous avons effectué plusieurs mesures de ce bruit de fond pour constater l'amélioration qu'il était possible d'obtenir.

Le niveau de bruit absolu de

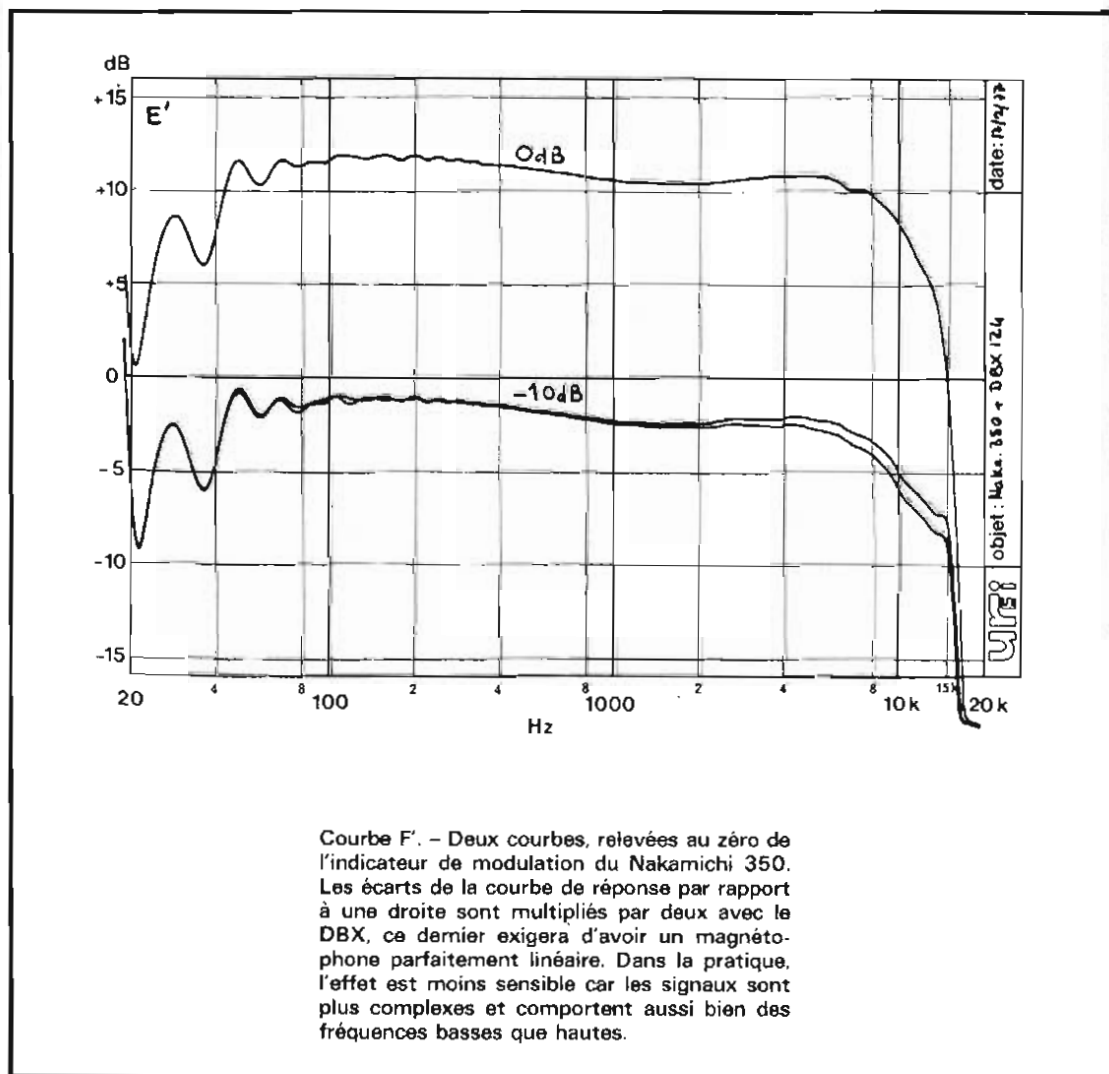
sortie de cet appareil est de -84 dBm non pondéré -87 dBm avec pondération psophométrique. Le niveau maximal de sortie étant de 5 V, soit +14 dBm. Ce qui nous fait un rapport signal/bruit de 101 dB en mesure psophométrique.

Sur le magnétophone Nakamichi 350, nous avons mesuré le bruit de fond absolu avec et sans DBX.

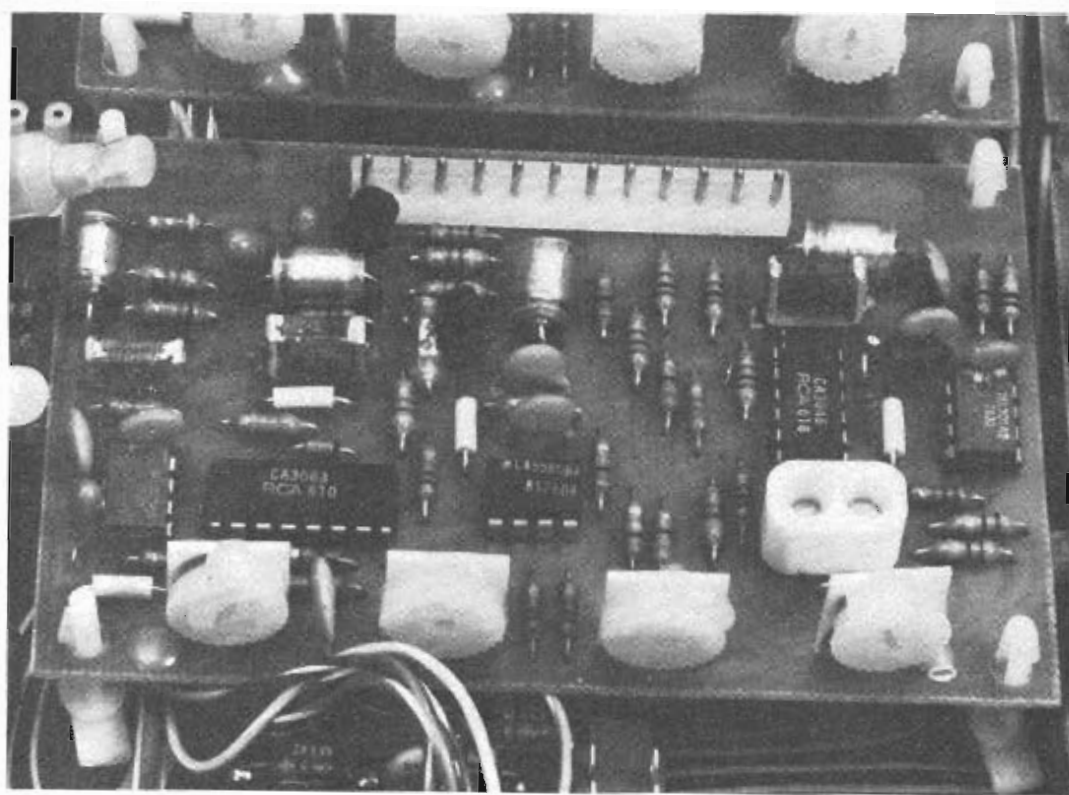
Sans pondération, le bruit de fond du 350 est de -54 dBm, avec dBX, il passe à -83 dBm.

Avec pondération psophométrique, il est de -52 dBm et passe à -85 dBm avec DBX. Enfin avec filtre de pondération CCIR, le plus récent des filtres de pondération, nous avons -60 dBm et -85 dBm.

La différence donne une réduction de niveau de bruit de fond. A cette réduction, il



Courbe F'. - Deux courbes, relevées au zéro de l'indicateur de modulation du Nakamichi 350. Les écarts de la courbe de réponse par rapport à une droite sont multipliés par deux avec le DBX, ce dernier exigera d'avoir un magnétophone parfaitement linéaire. Dans la pratique, l'effet est moins sensible car les signaux sont plus complexes et comportent aussi bien des fréquences basses que hautes.



DBX 124 - Module compresseur élargisseur de dynamique - circuits intégrés et composants discrets - Ici pas de modules secrets.

faut ajouter l'augmentation de niveau due à l'expansion au dessus du niveau de gain unité, ce qui permet d'augmenter de quelques unités le rapport signal sur bruit.

Voilà, le miracle est démontré. Une amélioration de 25 à 30 dB du bruit de fond, avec en contrepartie l'obligation de posséder un magnétophone parfaitement linéaire.

Le réducteur de bruit DBX doit travailler à un niveau inférieur à celui qui est habituellement utilisé pour les enregistrements sans DBX. La perte de niveau est compensée par l'expansion, ce qui permet malgré tout de conserver une excellente valeur du rapport signal sur bruit.

CONCLUSION

Expansion et compression de dynamique, réduction de bruit, voilà des possibilités qui sont offertes par DBX. Nous

n'avons pas beaucoup parlé des disques codés DBX, ils ne sont commercialisés, à notre connaissance qu'aux États-Unis. Le DBX est moins compatible avec les moyens de reproduction actuels que ne l'est le Dolby B qui peut se contenter d'une simple baisse des aigus pour offrir un message musical d'une qualité honnête.

La gamme de DBX se complète au Festival du Son de trois appareils, un 118 qui est un super 119, un 128 qui est un 122 (moitié de 124) auquel on a ajouté un 119 et un DBX, un nouvel appareil qui décompose le spectre en trois bandes de fréquences. Il y a encore du pain sur la planche, encore un appareil à étudier.

Les essais que nous avons entrepris sont insuffisants pour donner une idée complète du fonctionnement, il resterait à effectuer des essais de comportement dynamique et de caractère musical pour compléter cette étude, pour une autre fois peut-être...

Etienne LEMERY

CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES

DBX 119

Taux de compression et d'expansion linéaire en dB.

Compression : réglage continu de 1 à l'infini.

Expansion : réglage continu de 1 à 2/1.

Dynamique : 120 dB à l'entrée ou à la sortie.

Bruit ramené à l'entrée : - 110 dBm typique - 100 dBm maximum.

Niveau d'entrée : max. plus de 30 V.

Impédance d'entrée : 50 k Ω .

Niveau de sortie : max 10 V sur charge infinie, + 17 dBm sur 600 Ω .

Impédance de sortie : 500 Ω .

Taux de distorsion : 0,5 % max à 20 Hz, 0,2 % typique au-dessus de 50 Hz pour un cycle complet expansion/compression. 0,05 % à 1 kHz et au-dessus quel que soit le réglage.

Réponse en fréquence : 0 - 1 dB de 20 Hz à 20 kHz.

Temps de réponse : 50 dB par seconde pour expansion de

1,4. 12 ms jusqu'à 65 % de la valeur finale. Inférieur au temps d'intégration de l'oreille humaine.

Temps de chute : 140 dB/seconde pour une expansion de 1,4.

Adaptation du seuil : de 10 mV à 1 V.

Consommation : 2 W.

Dimensions : 95 x 146 x 228 mm.

Poids : 2 kg.

DBX 124

Dynamique : niveau max. de sortie par rapport au bruit de fond pondéré : 110 dB.

Impédance d'entrée : 50 k Ω .

Impédance de sortie : prévue pour charge de 5 000 Ω ou plus.

Niveau maximal de sortie : 5 V à 1 kHz sur 5 000 Ω .

Réduction de bruit : 30 dB pour un magnétophone avec S/B plus grand que 45 dB.

Taux de compression et d'expansion : 2/1.

Ecart de codage décodage : ± 1 dB par 20 dB.

Réponse en fréquence : $\pm 0,5$ dB de 50 Hz à 15 kHz ;

± 1 dB de 30 Hz à 20 kHz en régime sinusoïdal pur ;

$\pm 0,25$ dB de 30 Hz à 20 kHz avec un programme musical complexe ;

- 3 dB à 20 Hz en réducteur de bruit de bande ;

- 3 dB à 27 Hz en réducteur de bruit de disque.

Taux de distorsion harmonique : -0,1 % d'harmonique 2 de 30 Hz à 15 kHz ;

- 0,1 % d'harmonique 3 de 100 Hz à 15 kHz, 0,5 % de 30 Hz à 100 Hz.

Réponse impulsionnelle : - 20 μ s.

Temps de relâchement : 240 dB/seconde.

Adaptation de niveau : de 100 mV à 3 V pour le gain unité.

Ajustable par un potentiomètre unique pour les quatre voies d'enregistrement, un autre pour les quatre sorties.