

# UN SON PUISSANT DANS UN ENVIRONNEMENT MUSICAL CONFORTABLE.

VOLUME CONTROL

20  
19  
18  
17  
16  
15  
14  
13  
12  
11  
10  
9  
8  
7  
6  
5  
4  
3  
2  
1  
0

TAPE/DAT 1 ▶

TAPE/DAT 2 ▶ 1

SOURCE DIRECT

TREBLE

MUTING

LOUDNESS

SUBSONIC

MODE

KA-7020. AMPLIFICATEUR INTÉGRÉ 110 W X 2(IEC/NF)

POLE POSITION

# KENWOOD

TRIO-KENWOOD FRANCE S.A. - HiFi - AUTORADIO - TELECOMMUNICATIONS - 13 Bd Ney - 75018 Paris - Tél.: (1) 4035 7020

# SOMMAIRE

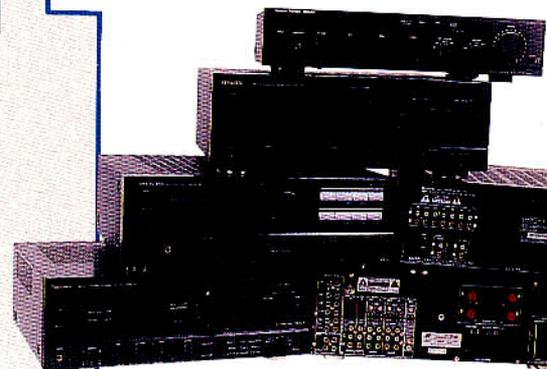
## LE DOSSIER DU MOIS : LES AMPLIFICATEURS

**35** 10 AMPLIFICATEURS AU BANC D'ESSAI

### 41 FICHES TESTS

● DENON PMA 1060 ● HARMAN KARDON HK 6300 ● KENWOOD KA 7020  
● MARANTZ PM 80 ● ONKYO A-R 700 ● PIONEER A 757 MK II ● SANSUI AU-X 611 AV  
● SONY TA-F 550 ES ● TECHNICS SU-V 670 ● YAMAHA AX 730

**54** PANORAMA : LES AMPLIFICATEURS



Dossier :  
Amplificateurs, page 35.

## AU BANC D'ESSAI

**27** FACE A FACE : S-VHS CONTRE VIDEO HI 8, LES MAGNETOSCOPES S-VHS THOMSON S 4000 ET VIDEO HI 8, SONY EV-S 1000 B

**89** LE SYSTEME DE RECEPTION DE TELEVISION PAR SATELLITE CAMBRIDGE

## INITIATION

**64** LES BANDES MAGNETIQUES A DEPOT PAR EVAPORATION SOUS VIDE

**70** KENWOOD DEVELOPPE UN SYSTEME CD-WO ENREGISTRABLE

**74** PRATIQUE DE L'ELECTRONIQUE : DIVISION ET MULTIPLICATION DE FREQUENCE

**147** JOURNAL DES O.M. : COMMENT DEVENIR RADIOAMATEUR

## REALISATIONS

**118** CHARGEUR DE BATTERIE AUTOMATIQUE 12 V POUR ACCUS NICKEL CADMIUM

**126** RADIOCOMMANDE : SUPERTEF 90

**134** REALISEZ UNE ALIMENTATION STABILISEE DE LABORATOIRE

## REALISATIONS « FLASH »

**103** MINI LABO : VOLTMETRE ANALOGIQUE 30 POINTS 100 mV

**105** ALIMENTATION A DECOUPAGE 4 AMPERES

**107** INDICATEUR DE NIVEAU POLYVALENT

**109** ALIMENTATION SECTEUR REGLABLE SANS TRANSFORMATEUR

**111** PSYCHETOILE DE NOEL

**113** GUIRLANDE MAGIQUE

## DOCUMENTATION - DIVERS

**6** LE PETIT JOURNAL DU HAUT-PARLEUR

**8** NOUVELLES DU JAPON

**10** QUOI DE NEUF ?

**14** AUDAX, UN NOUVEAU DEPART

**18** BLOC-NOTES (suite pages 22, 26, 82, 95)

**23** SABA ET LE VIDEO 8

**86** GRUNDIG : DES TELEVISEURS « MADE IN FRANCE »

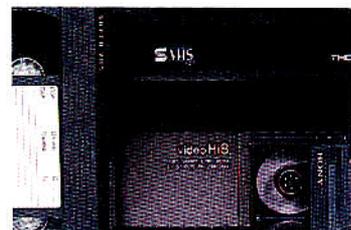
**115** COMMANDEZ VOS CIRCUITS IMPRIMES

**132** LES LIBRES PROPOS D'UN ELECTRONICIEN : « COMMUNIQUEZ, DISENT-ILS »

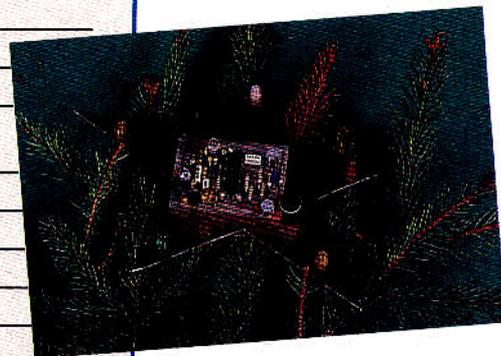
**140** NOTRE COURRIER TECHNIQUE

**156** PETITES ANNONCES

**172** BOURSE AUX OCCASIONS



Face à face :  
S-VHS contre Hi 8, page 27.



Flash : Psychétoile  
de Noël, page 111.



Grundig, page 86.

# NOUVELLES DU JAPON

## Le DAT, enfin...

**La nouvelle génération de DAT enregistre les CD sans altération, en numérique... Une performance qui n'effraie plus trop les éditeurs de musique, grâce au système SCMS. Quant au CD-8 cm, il pourra peut-être un jour supporter 80 mn de musique, grâce à Denon. Et la domotique européenne s'ouvre aux constructeurs japonais...**

Bon nombre de fabricants japonais exposent des DAT nouvelle génération à l'Audio Fair de Tokyo qui se tient ce mois-ci, et plusieurs modèles sont déjà commercialisés. Ces nouveaux DAT peuvent copier directement les disques compacts en numérique, c'est-à-dire sans altération du message.

Ils sont équipés d'une entrée pour les signaux échantillonnés à 44,1 kHz. Mais ils ne peuvent pas copier la cassette ainsi réalisée.

C'est le système SCMS, dérivé de l'idée du Solo Copy proposé par Philips. Ce Solo Copy Management System semble enfin satisfaire les éditeurs de musique angoissés par le piratage.

Il devrait aussi satisfaire les amateurs, car les contraintes ne sont pas importantes. A condition que ces nouveaux DAT ne soient pas trop chers.

### Sanyo en tête

Le nouveau DAT de Sanyo, justement, coûte 120 000 yens (6 000 F) au Japon. Un effort par rapport à la précédente génération, mais ce n'est tout de même pas donné. Ce DRD-02 est évidemment équipé du SCMS et est compatible avec cinq modes d'enregistrement et de lecture.

Cinq LSI lui suffisent pour supporter le circuit PLL, les processeurs de subcode et de correcteur d'erreur et quelques autres circuits. Grâce à cette intégration et à un nouveau tambour d'enregistrement avec moteur à entraînement direct, le DRD-02 n'encombre que 33,5 x 36 x 9,5 cm, soit le volume d'un lecteur CD midi. Ses convertis-

seurs séparés pour chaque canal utilisent un suréchantillonnage 64 fois pour l'A/N et 256 fois pour le N/A. Divers modes de programmation et de répétition sont prévus.

### L'eau et la poussière

Hormis un modèle vidéo 8 mm de Sony, les caméscopes ne supportent pas la poussière et l'humidité. Aussi, le nouveau NV-M5 proposé par Panasonic au Japon est-il le bienvenu.

Vendu quelque 210 000 yens (environ 10 000 F), ce S-VHS-C est capable de fonctionner dans un nuage d'eau et de poussière grâce à une carrosserie spéciale.

C'est aussi un caméscope à neuf têtes, équipé d'un zoom électronique 6 x, d'un circuit de mise au point automatique qui lui permet de fonctionner de l'infini jusqu'à l'extrémité de l'objectif, d'un inverseur négatif/positif à 8 couleurs et d'un générateur d'image à 12 modes.

### 80 mn sur un CD 8 cm

En utilisant un laser à longueur d'onde plus courte, Denon (Nippon Columbia) peut faire tenir jusqu'à 80 minutes de musique sur un disque compact de 8 centimètres de diamètre. Le procédé d'enregistrement utilise un laser argon, d'une puissance de 3 mW, muni d'un objectif à F 0,06 et d'une détection d'erreur astigmatique. Sur le disque, la largeur de piste est de 0,8  $\mu$ m et la vitesse linéaire de 0,7 m/s. La capacité d'enregistrement du CD-8 cm est

ainsi multipliée par quatre. A quand les platines CD à deux positions ?

### Voir plus grand

Le TH01P est un projecteur vidéo à cristaux liquides équipé d'une lampe halogène 300 W et d'un condenseur asphérique capable de procurer des images de 14 à 70 pouces de diagonale (35 à 175 cm). Ce vidéoprojecteur Panasonic utilise une matrice active de transistors à film mince de 22 x 25,2 cm, d'une définition de 55 400 pixels. Il possède une sortie casque et un haut-parleur intégré de 0,8 W. Il coûte 100 000 yens (5 000 F environ) au Japon. Les vidéophiles fortunés peuvent projeter les images sur l'Audio Flat Panel SST-70, lui aussi commercialisé par Matsushita (810 000 yens, soit environ 40 000 F). Cet écran de 70 pouces de diagonale a une épaisseur de 10 cm et reproduit le son.

### La domotique en marche

La société D2B Systems associe Philips (75 %) et Matsushita (25 %) dans le développement du bus numérique domestique européen. D2B est en effet la partie du bus européen destiné aux produits audio-vidéo et associés. Le D2B inclut le code RC-10 ainsi que le RC-5 actuellement utilisé par les télécommandes infrarouges des téléviseurs, magnétoscopes, etc., commercialisés sous les marques Philips, Radiola et Schneider. Avec D2B Systems le groupe japonais Matsushita met un pied dans la domotique européenne...

**P. LABEY**

# BLOC-NOTES



Dans un souci constant d'améliorer la qualité des images offertes par ses appareils, Toshiba a mis au point le tube de la nouvelle génération ! Le Super C3.

Les ingénieurs de Toshiba ont porté leurs efforts sur la qualité du rendu des images, à savoir : meilleur contraste et plus grande définition des couleurs.

Par la présence d'un filtre spécifique sur la face avant du tube, qui lui donne une couleur « lavande », la réflexion de la lumière extérieure est sensiblement réduite et permet d'accroître de plus de 20 % le contraste de l'image.

De plus, ce filtre spécifique aux téléviseurs Toshiba améliore la netteté des couleurs. Les interférences de couleurs sont réduites et la profondeur des coloris obtenus permet de reproduire toutes les nuances d'une palette de couleurs.

Enfin, le tube Super C3 est antistatique. Plus aucun problème de poussière sur l'écran, l'image reste claire et nette.

Conçus pour recevoir les images de demain, les téléviseurs Toshiba équipés du tube C3 bénéficient d'une résolution de 750 lignes afin de reproduire le moindre détail des images transmises par les nouveaux moyens de diffusion : satellites, câbles...

Les nouveaux modèles de la gamme sont équipés d'un tuner hyperbande qui garantit la réception des émissions câblées.

Notre photo : le téléviseur 2805 Toshiba.

## UN MICRO PERSONNALISÉ : SENNHEISER « BLACK FIRE 530 »

Ce microphone spécialement étudié pour les chanteurs présente la particularité de pouvoir être réglé en fonction des caractéristiques sonores de la voix de l'artiste, en tenant compte de la façon dont ce dernier utilise le micro. Une fois le bon réglage obtenu, une bague de serrage permet de conserver celui-ci indéfiniment.

Quand on chante contre le micro, pour renforcer la présence et la chaleur de la voix, on renforce aussi les basses. Quelquefois, trop. Le preneur de son est obligé de manipuler la voix à la table de mixage, au risque d'introduire des bruits parasites.

On peut aussi éloigner le micro des lèvres, mais ce n'est pas facile de changer d'habitudes. De plus, on perd tout de suite de la puissance sonore.

Avec le nouveau BF 530, Sennheiser résout le problème d'une façon astucieuse. Son

pavillon coulisse. En position étudiée pour les chanteurs présente la particularité de pouvoir être réglé en fonction des caractéristiques sonores de la voix de l'artiste, en tenant compte de la façon dont ce dernier utilise le micro. Une fois le bon réglage obtenu, une bague de serrage permet de conserver celui-ci indéfiniment.

Avec le BF 530, vous pouvez donc, sans rien changer à vos habitudes, donner exactement à votre voix la personnalité que vous cherchez. Le bon réglage obtenu, vous verrouillez le pavillon, le BF 530 est vraiment devenu votre micro personnel.

Le BF 530 est naturellement équipé de la protection anti-humidité Black Fire, la qualité sonore reste intacte, après les concerts ou les enregistrements les plus longs.

Son prix public : 2 000 F TTC.



## L'AMPLIFICATEUR DE PUISSANCE CABASSE AMC 100

C'est un véritable amplificateur professionnel capable de délivrer une puissance efficace de 100 W (330 W en crête instantanée).

Il est équipé d'un bruiteur de puissance dont l'action varie avec la fréquence et qui intervient automatiquement dès que le taux de saturation de la modulation à reproduire dépasse une certaine limite.

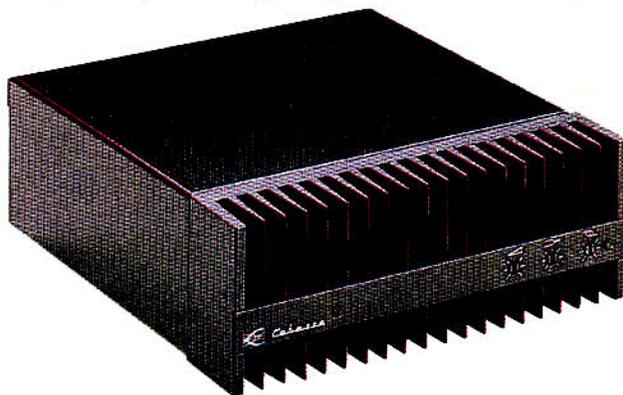
Il dispose d'un contrôle de surcharge par diode électroluminescente et d'un triple système de sécurité qui assure, à la fois, la protection des haut-parleurs à la mise en

service et à l'arrêt de l'amplificateur, ainsi que celle de tous les transistors.

Enfin, cet amplificateur pré-

sente une originalité supplémentaire : il intègre le compensateur acoustique permettant de rétablir, une

fois l'enceinte installée dans le local d'écoute, une courbe aussi régulière que possible dans les fréquences graves.



### Autres caractéristiques :

Rapport signal bruit en pondéré > 100 dB.

Coefficient d'amortissement > 120.

Bande passante à -3dB = 10 Hz à 85 kHz.

Distorsion harmonique de 20 Hz à 20 kHz < 0,1 %.

Distorsion harmonique à 1 kHz à la puissance nominale < 0,03 %

Sensibilité : -2 dB à +12 dB.

# B L O C - N O T E S

## UN NOUVEL ESPOIR POUR LE D2-MAC

Les industriels européens d'électronique grand public, qui participent activement à l'introduction du D2-Mac, se félicitent de l'accord franco-allemand qui a été conclu entre les ministres Paul Quilès et Christian Schwarz-Schilling à l'occasion du Sommet de Munich les 17 et 18 septembre.

Cet accord, qui consacre l'engagement des administrations et des radiodiffuseurs des deux pays en faveur de l'utilisation et de la promotion de la norme de transmission D2-Mac sur les satellites de télédiffusion directe TDF1/2 et TVSAT2, ainsi que sur les réseaux câblés, est un pas important pour les projets franco-allemands de télédiffusion directe. Grâce aux décisions annoncées de diffuser en D2-Mac des programmes à forte audience, la norme D2-Mac, confirmée dans son rôle fédérateur de la télévision actuelle en France et en Allemagne, l'est aussi, dans son rôle d'étape vers la télévision à haute définition (TVHD). L'engagement des pouvoirs publics français et allemands en faveur de la diffusion prochaine sur les satellites d'images aux formats 4/3 actuel et également au 16/9, et, à leurs côtés, celui des industriels de mettre sur le marché des récepteurs 16/9 correspondants dès 1991, garantit la transition progressive vers la TVHD.

## BIEN DANS L'AXE



La nouvelle série Axial d'Elipson utilise la technologie du haut-parleur coaxial et de la simulation acoustique par ordinateur. Ces enceintes en placage noyer sont des bass reflex optimisées. L'Axial 100 (2 800 F la paire) admet 100 W et offre un rendement de 89 dB/W/m et une réponse en fréquence de 45 à 20 000 Hz dans 4 dB. L'axial 130 équipée d'un second transducteur pour allonger la réponse dans le grave (40 à 20 000 Hz dans 4 dB) offre un rendement de 90 dB/W/m et admet 130 W (4 500 F la paire).

**Distributeur :** Elipson, 1, rue Froide 92220 Bagneux. Tél. : (1) 47.35.99.10.

## MIXAGE ET EFFETS SPECIAUX

La table de mixage Panasonic WV-AVES propose deux entrées et deux sorties doublées, l'une en vidéo composite PAL, l'autre en S-VHS, et mixe les signaux audio et vidéo. Outre le fondu à l'ouverture et à la fermeture, elle présente un grand nombre d'effets spéciaux comme l'image dans l'image ou 96 types de volet (11 900 F).

La synchronisation numérique permet de mélanger deux sources vidéo PAL non synchronisées entre elles provenant d'un magnétoscope, d'un caméscope ou d'un tuner TV. Une horloge interne numérique remplace les images synchronisées entre elles et autorise les effets de mélange d'images. Il est aussi possible de mélanger des signaux composites ou des signaux S-Vidéo, à composantes Y.C. séparées, ainsi que de ressortir des deux manières.

Une mémoire d'image sur chacun des canaux stocke les images avec un taux d'échantillonnage élevé de 10 MHz pour la génération des effets spéciaux. Ainsi, le gel d'image, les effets stroboscope, mosaïque et peinture peuvent être produits instantanément sur les deux canaux. Une commande de niveau permet de régler l'action des quatre effets.

Cette table effectue la surimpression des images et ajoute une configuration ou des effets si désirés.

Pour la surimpression, il est possible d'utiliser l'une quelconque des trois entrées vidéo : source 1, source 2 ou caméra externe. Des effets spéciaux tels que l'effet d'ombrage ou le détournement sont prévus (effet d'ombrage 3 niveaux, détournement 2 niveaux), les titres et l'ar-

rière-plan peuvent être également inversés. Des formes complexes peuvent être créées, grâce à l'entrée caméra externe, et aisément surimposées. N'importe quelle caméra peut être connectée à l'entrée caméra externe sans besoin d'un spécifique verrouillage Gen-Lock.

Il est possible d'effectuer des opérations de fondu à l'ouverture ou à la fermeture comme les professionnels avec un choix de couleurs pour l'image en fermeture. Les taux de fondu à la sortie peuvent être réglés indépendamment afin, par exemple, de faire disparaître progressivement les titres plus rapidement que l'image.

Deux générateurs de caractères sont disponibles en option, ils permettent des effets de titre complets. Une fonction de mémoire sera utile pour les titres les plus fréquemment utilisés. En plus, ils possèdent les fonctions de date, heure et chronomètre.

Le mixage audio incorporé possède 3 entrées stéréo (source 1 et 2 plus Auxiliaire) et une entrée micro. Un indicateur

de niveau visible facilite le contrôle du son.

La possibilité d'obtenir une grande variété de volets est également intéressante. Quatre ou seize modèles de volets peuvent être produits simultanément à l'écran en utilisant le commutateur multi-wipe. Les bordures des volets sont, à volonté, floues, nettes ou même détournées par une bordure de la couleur de son choix. Trois modèles de volets à ouverture centrale peuvent être déplacés sur l'écran au moyen d'un joy-stick.

La fonction image dans l'image ajuste automatiquement une image entière dans une lucarne qui peut être déplacée dans l'écran en superposition sur l'image.

La dimension d'image peut être sélectionnée en 1/4 et 1/16 de la surface d'écran. Il est aussi possible de sélectionner une direction de déroulement et même de l'inverser.

**Distributeur :** Panasonic France, 13-15, rue des Frères-Lumière, 93151 Le Blanc-Mesnil Cedex. Tél. : (1) 48.65.44.66.



# face à face

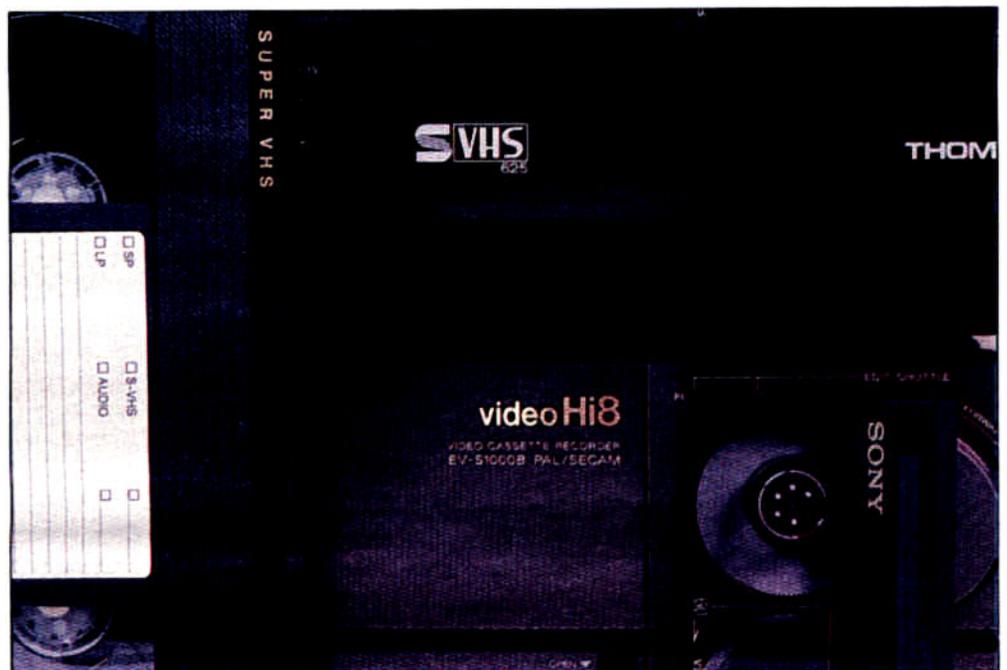
## S-VHS contre Vidéo Hi-8

Les super-magnétoscopes sont désormais sur le marché. Vos téléviseurs n'ont plus qu'à bien se tenir s'ils veulent vous restituer toutes les qualités dont sont capables les appareils de cette dernière génération.

- Deux appareils ?
- Non, deux systèmes, face à face.

Pour concrétiser notre démonstration nous avons tout de même choisi deux magnétoscopes :

- l'un représente la grande famille du VHS c'est le S-VHS Thomson S 4000 ;
- l'autre, une famille un peu moins nombreuse sur le marché du magnétoscope de salon, c'est le vidéo Hi-8 Sony : EV-S1000 B.



### Les super-vidéos

Les premiers systèmes vidéo développés à l'usage du grand public donnent satisfaction à la grande majorité des utilisateurs. Pourtant, ils n'ont qu'une définition limitée qui n'a rien à voir avec celle du téléviseur. Il est vrai que ce qui intéresse le public, c'est surtout le message transmis par l'image, message qui masque le plus souvent les imperfections techniques du système. Pourquoi cette limitation ? Pour enregistrer une image très définie, il faut impérativement stocker des fréquences

élevées. Un tel stockage nécessite une mémoire de haute capacité, donc, dans le cas d'une bande magnétique, une grande surface de bande. Pour répondre à des impératifs pratiques comme le stockage domestique de cassettes, on a dû réduire l'encombrement de la bande et donc en mettre le moins possible dans la cassette, d'où une réduction de la vitesse de défilement de la bande, vitesse longitudinale et vitesse relative par rapport aux têtes vidéo.

Bien entendu, il fallait aussi tenir compte des possibilités

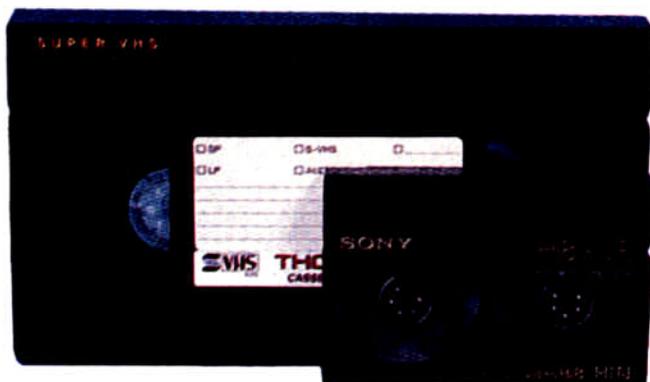
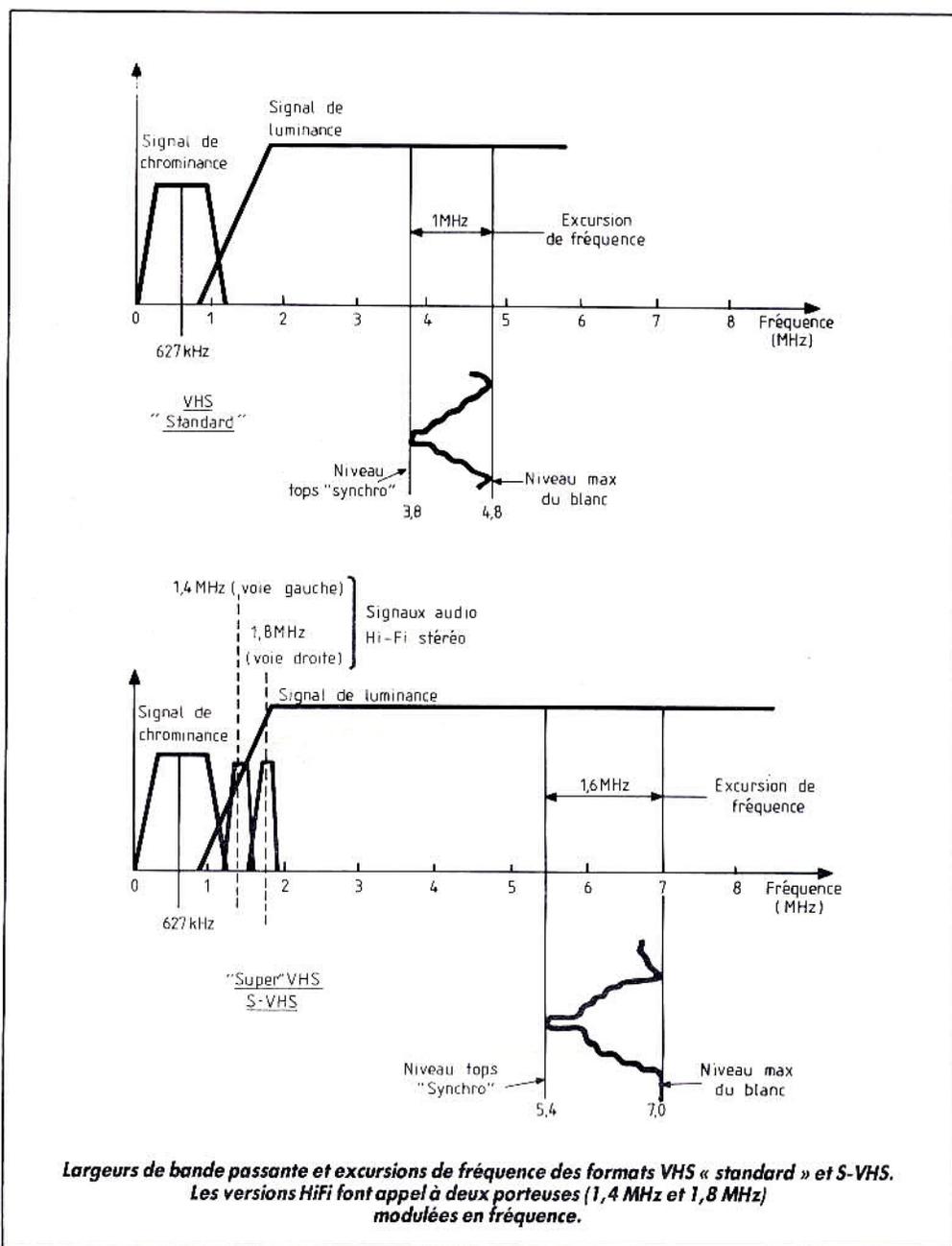
techniques des bandes magnétiques. Le système U-matic, utilisé dans le domaine semi-professionnel, a été lancé avant les standards grand public ; son inconvénient était une surface de bande incompatible avec les impératifs de ce marché.

Après les premiers standards grand public comme le Beta-max, le VHS ou le V 2000, on a encore réduit la quantité de bande magnétique, notamment pour les prises de vue dans les caméscopes. C'était la naissance du 8 mm vidéo, standard accepté, en théorie, par la quasi-totalité des mar-

ques. On assistait encore à une réduction considérable de la surface de bande nécessaire au stockage de l'image et à une modernisation des techniques d'exploitation de cette bande avec notamment l'introduction du son numérique et un système de suivi de piste automatique optimisant la lecture. Le groupe VHS devait suivre avec le VHS-C, une version mini de la cassette VHS qui consistait à installer dans un mini-boîtier la même bande que celle introduite dans la cassette VHS dite « full size ». Même bande, même configuration des pistes, car il fallait assurer la compatibilité...

Une compatibilité presque complète d'ailleurs, grâce à un adaptateur mécanique transformant une VHS-C en « full size ». Petit problème : l'autonomie réduite de la cassette C : 30 minutes ou, depuis peu 45 minutes, compatible toutefois avec la prise de vue domestique. Cette autonomie a été prolongée sur les caméscopes par l'adoption d'une double durée résultant d'une division par deux de la vitesse de défilement ; il faut bien sûr que le magnéscope de salon soit capable de traiter cette vitesse lente, ce qui reste rare et oblige les propriétaires de caméscopes à brancher directement ces derniers sur leur téléviseur.

Les bandes magnétiques ont évolué, avec notamment une augmentation de leur capacité de stockage. Mais un standard vidéo fixe, par ses paramètres, la bande passante et par suite la résolution de l'image. Il a donc fallu modi-

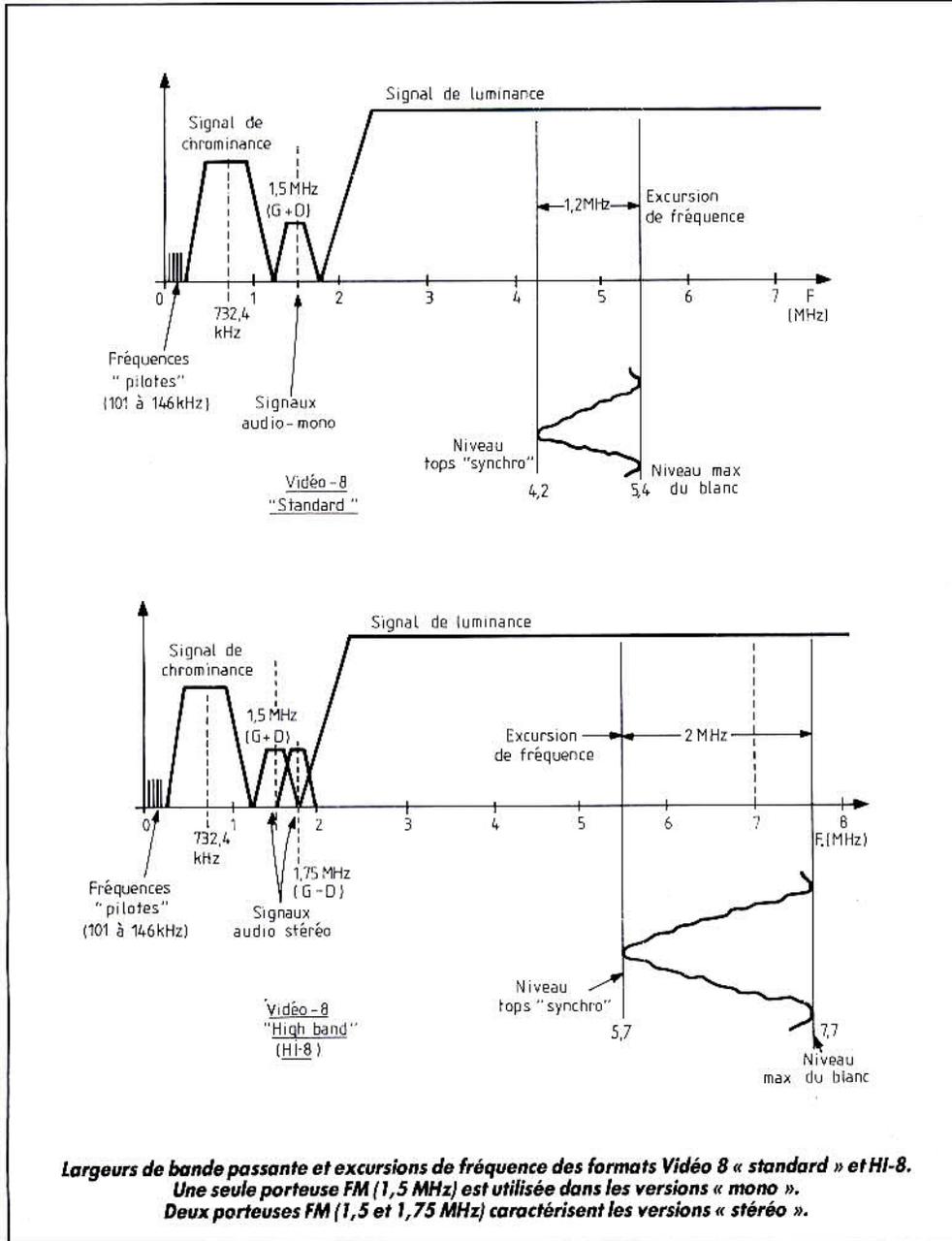


Deux standards, deux cassettes : la 8 est tout de même plus petite !

fier ces paramètres pour évoluer vers les standards « Super » pour le VHS et « Hi-Band » pour le 8 mm, mieux adaptés à la très bonne définition actuelle des capteurs vidéo des caméscopes. Avec ces deux nouveaux standards (on a conservé les normes géométriques des cassettes VHS et 8 mm), la définition fait un bond magistral : elle passe de 220/250 points par ligne à 400/440 points : elle double pratiquement et atteint les limites des écrans de télévision à définition normale.

Maintenant que la vidéo a rattrapé la qualité moniteur, les écrans des téléviseurs doivent évoluer vers une meilleure définition ! C'est d'ailleurs en cours.

Nous avons représenté, sur la figure 1, le spectre des fréquences enregistrées sur la bande. Quel que soit le standard couleur, on sépare les informations chrominance et luminance. Ces informations modulent en fréquence une sous-porteuse. Dans le système VHS, la sous-porteuse chrominance est à 627 kHz,



dans le 8 mm elle est à 743 kHz en PAL (un peu moins en NTSC).

L'excursion de fréquence luminance va de 3,8 à 4,8 MHz, soit 1 MHz dans le VHS, 4,2 à 5,4 MHz soit 1,2 MHz en Vidéo 8, largeur un peu plus importante donc. Le 8 mm supporte d'autres signaux : signaux pour l'alignement des pistes à très basse fréquence (100 à 163 kHz) et sous-porteuse modulée en fréquence pour les signaux audio (mono en standard, deux canaux possibles).

Dans le système S-VHS, la chrominance n'est pas touchée ; en revanche, pour augmenter la résolution de l'image, sa finesse, on pousse la porteuse luminance qui va de 5,4 à 7 MHz, soit une largeur de bande de 1,6 MHz. On dispose donc d'une bande de fréquence plus importante, d'où l'augmentation de résolution. Dans le système Hi-8, l'excursion de fréquence luminance est de 2 MHz, la fréquence maximale étant de 7,7 MHz. Nous retrouvons la porteuse FM indissociable du

8 mm ainsi que les signaux de suivi. Les deux systèmes suivent donc des parcours parallèles. S'agissant de l'audio, il existe dans le système VHS une variante que l'on retrouve dans le S-VHS, c'est le son HiFi qui utilise des têtes séparées enregistrant, en profondeur, deux sous-porteuses modulées chacune en fréquence par un canal audio. Sachez que ce son HiFi n'est pas une obligation et que nombre de caméscopes S-VHS conservent le son de la piste longitudinale. Dans le système 8 mm

s'ajoute un signal numérique. Il n'est pas multiplexé en fréquence comme les autres composantes, mais placé en début des pistes audio, dans un espace réservé permettant toute modification ultérieure, contrairement au signal HiFi intégré au signal vidéo, en VHS comme en 8 mm.

Compatibilité ? Comme les spectres le montrent, il n'y a pas de compatibilité entre le standard, de base et sa version à définition améliorée. Un peu comme si vous vouliez écouter France Inter en étant accordé sur Europe. Les magnétoscopes S ou Hi, capables de traiter le meilleur des standards sont pourvus d'une commutation leur permettant d'enregistrer des cassettes normales ou de lire. Il existe donc une compatibilité descendante. En revanche, votre magnéscope VHS ou 8 mm ne pourra pas lire les cassettes « super » ou Hi.

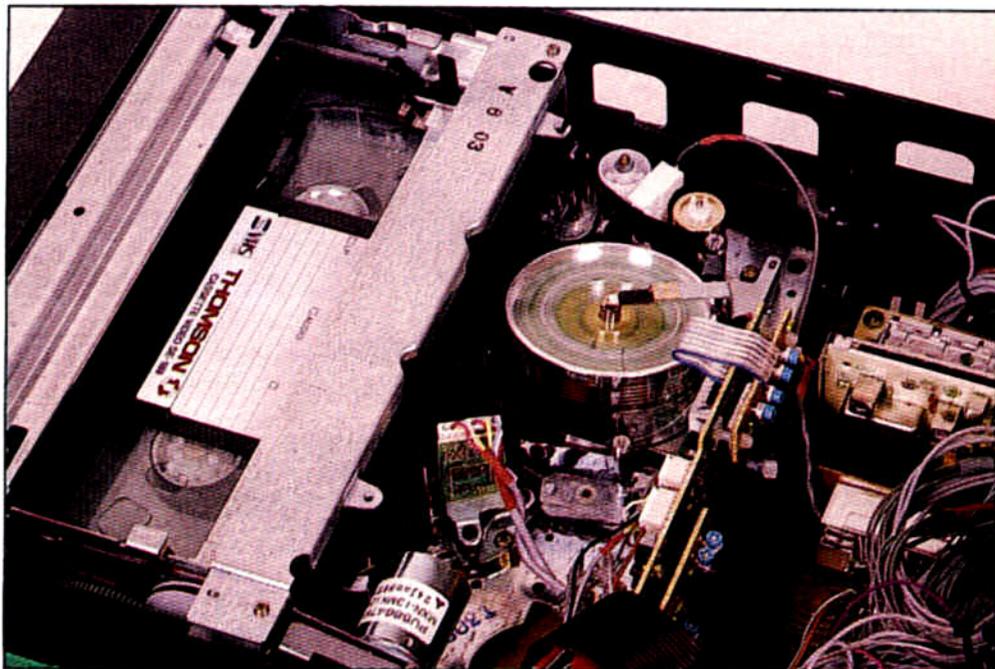
Il reste un autre problème qui est celui de la cassette. En effet, les standards VHS et 8 mm sont moins exigeants que les S-VHS et Hi-8 car il y a moins de fréquences à enregistrer. La cassette VHS utilise une bande classique aux oxydes métalliques, la cassette 8 mm une bande type poudre métallique (alliage fer/cobalt/nickel). En passant à la norme supérieure, le S-VHS demande une cassette de meilleure qualité, aux super-oxydes, tandis que la bande 8 mm, de surface nettement moindre, demande soit une bande au métal évaporé, difficile à produire, soit une bande à pigments métal améliorés. Comment le magnéscope ou le caméscope vont-ils reconnaître ces bandes ? Tout simplement par des ergots situés, pour la cassette VHS, derrière le volet pour la cassette normale, et à l'arrière pour la C. Pour la cassette 8 mm, on avait prévu un codage dès la conception ; on utilise donc, dans la version Hi-8, l'un des trous de la partie inférieure. Une autre modification a été réalisée dans les magnétoscopes. Pour éviter de perdre une partie de la qualité, on sépare, lors du transport vidéo, les informations de chrominance et de luminance. Ces

informations sont séparées dans le processus d'enregistrement, comme on le constate dans les spectres, dans un magnétoscope PAL ou SECAM, on va prendre un signal en PAL ou en SECAM, puis le démoduler pour séparer luminance et chrominance. Après enregistrement puis lecture, on va retrouver les informations séparées qui seront multiplexées en PAL ou en SECAM avant d'être démultiplexées dans le téléviseur ou le moniteur.

On a donc imaginé, dans le S-VHS, une prise S-Vidéo où chrominance et luminance sont séparées. Cette prise (prise mini DIN 4 broches) existera aussi sur le moniteur. On évite ainsi deux traitements pas vraiment indispensables, d'où une amélioration de l'intermodulation entre chrominance et luminance. Il existe une variante où le signal chrominance est disponible sur la broche 15 d'une prise Euro-AV (SCART), broche normalement attribuée à l'entrée de la composante rouge.

## Les magnétoscopes

L'exploitation des cassettes 8 mm et Hi-8 issues d'un caméscope a été, dès le départ, prévue dans le EV-S1000 B de Sony qui comporte, en plus des éléments typiques des machines de salon, une section montage intégrée. Rien de tel dans le S-4000 de Thomson qui reste un appareil de salon. Les deux appareils reçoivent les signaux PAL/SECAM, dans les normes BG et L, en UHF et VHF, avec en plus une réception des canaux câblés. Prévus pour les systèmes supérieurs, S ou Hi, ils sauront aussi traiter les cassettes normales, en lecture comme en enregistrement, et même enregistrer les cassettes S ou Hi dans le standard d'origine. Le Thomson est, en vidéo et en réception RF, un PAL/SECAM. En revanche, comme le Sony est un 8 mm et que le standard 8 mm est en PAL, il est indispensable de disposer d'un convertisseur PAL/SECAM si votre téléviseur est exclusivement SECAM, ce qui devient rare aujourd'hui. En revanche, son tuner est prévu pour la ré-



Le tambour vidéo du S-VHS : le même que celui du VHS, mais les têtes et la bande doivent monter plus haut en fréquence...

ception des signaux RF en SECAM comme en PAL.

### Le son S-VHS

Dans la suite de cet exposé, nous appellerons « son HiFi » celui enregistré en profondeur par des têtes séparées, et « son normal » celui inscrit de façon longitudinale sur la bande. Sur le S-VHS, le son est enregistré des deux façons à la fois.

En stéréo en HiFi, en mono en normal. L'enregistrement simultané, c'est-à-dire avec son venant d'un tuner MF stéréo, est possible.

Le son de la piste analogique peut être éventuellement modifié après enregistrement vidéo, mais le son des pistes HiFi sera effacé et changé en même temps que les signaux vidéo. Le 4 000 peut être utilisé en magnétophone HiFi ; il sera alors intéressant d'utiliser la vitesse lente qui doublera l'autonomie de la cassette.

Le principe, côté son, est identique à celui d'un VHS HiFi, avec les mêmes possibilités de sélection du signal HiFi, analogique, ou mélange des deux.

### Le son Hi-8

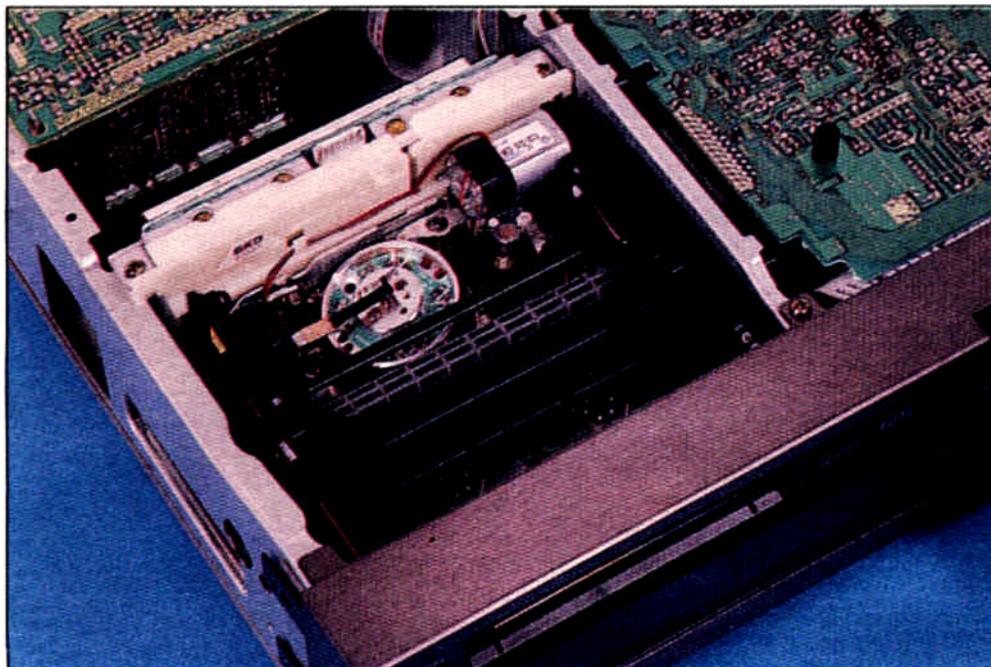
Nous retrouvons ici une certaine analogie, avec aussi

deux possibilités d'enregistrement du son ; ici, le son de moindre qualité, celui enregistré en modulation de fréquence, est inamovible. En revanche, on peut changer le son numérique, le meilleur.

L'enregistrement a lieu simultanément dans les deux systèmes ; à la lecture, on sélectionnera soit le signal stéréo en MF, soit les deux pistes numériques ou encore un mélange des deux. Le mode



Télécommande et clavier, les clés d'accès aux plaisirs de la vidéo. De multiples options, pas toujours faciles à gérer. S-VHS Thomson.



*Une toute petite mécanique ; elle est à l'échelle de la cassette vidéo. Au repos, la bande reste enroulée autour du tambour. On gagne du temps à la mise sous tension...*

mixage comme les signaux enregistrés lors de la prise de vue (ou l'enregistrement) et ceux ajoutés ultérieurement. Un mode bilingue est prévu, avec une manipulation par la télécommande.

## Image

Y a-t-il une image vraiment meilleure que l'autre ? Nous sommes, dans les deux cas, en présence d'images d'une définition supérieure. Les mi-

res montrent que l'on peut enregistrer des images mieux définies avec les super-vidéo. Le Super-VHS est très supérieur au VHS, comme le Hi-8 bat franchement le 8 ; en revanche, Hi-8 et S-VHS présentent une qualité d'image comparable à tous points de vue, qu'il s'agisse de netteté d'image, de stabilité ou de rendu des couleurs.

Les mires, enregistrées à partir d'un signal vidéo en PAL, lues sur l'entrée S-Vidéo d'un téléviseur Toshiba, montrent que les différences sont faibles. Sur des images animées, elles disparaissent complètement.

Trois techniques d'enregistrement sont exploitées sur les deux standards : son analogique, son MF et son numérique. Le tableau donne les performances mesurées sur les deux appareils. Le son HiFi présente la plus large réponse, l'analogique la plus faible, mais bonne quand même (elle sera réduite en mode longue durée). En numérique, où la fréquence d'échantillonnage est fixée au double de la fréquence ligne, 31,25 kHz, la bande passante est limitée à 15 kHz, largeur de bande de la télévision à l'émission. Le pleurage et le scintillement sont inexistantes en numérique

et en MF, le bruit de fond est situé très bas, sauf bien sûr en analogique.

A noter : un bruit de fond un peu meilleur en MF sur le magnétoscope S-VHS.

## Conclusions

Bien sûr, vous avez une collection de cassettes vidéo VHS, et vous voulez en profiter. Dans ce cas, la formule S-VHS vous permettra d'aller plus loin et de profiter de sa haute définition pour vos futurs enregistrements, avec des cassettes disponibles en quantité. Second cas, vous avez peu de cassettes VHS, un magnétoscope à ce standard, mais vous êtes un fanatique de la vidéo légère et vous possédez déjà un caméscope 8 mm : le Hi-8 est une solution de choix.

L'avantage incontestable du Hi-8 reste le gain de place énorme procuré par ce support.

Le volume d'une cassette 8 mm est cinq fois plus faible que celui d'une cassette VHS. Autre point fort : un son numérique que l'on peut enregistrer en dehors de la vidéo et qui reste modifiable à tout instant. L'inconvénient est aujourd'hui que les cassettes restent relativement difficiles à se procurer, une situation qui ne peut que s'améliorer.

Il ne faut pas oublier non plus que les cassettes dans le standard 8 mm utilisent, pour une image, une surface de bande inférieure à celle du VHS. La taille d'une poussière sera donc nettement plus importante pour une cassette 8 que pour une VHS. La bande 8 mm reste donc un peu plus sensible que la VHS aux microdéformations de la bande dues, par exemple, à une accumulation de particules le long des guides.

Nous ne pouvons donc que vous inciter à prendre le plus grand soin de votre magnétoscope et à le nettoyer. Sony, avec son EV-S1000 B livre d'ailleurs une cassette autonettoyante...

Il ne reste qu'à apprécier la nouvelle définition de ces images, en attendant la TVHD bien sûr !

**E.L.**



*Télécommande à horloge intégrée, beaucoup de fonctions ne se retrouvent pas en face avant. La molette sert à rechercher les séquences, aussi bien pour le magnétoscope que sur un caméscope externe...*

# LES APPAREILS

## Thomson S-4000

Cet appareil ayant fait l'objet d'un banc d'essai dans notre numéro 1772, nous nous contenterons, ci-dessous, d'en résumer le contenu.

Le S-4000 est un appareil qui ne déroutera pas les habitués du VHS, il se manipule de façon identique, les subtilités du S-VHS n'apparaissent qu'ensuite.

Il admet les standards PAL et SECAM et les normes L, B, G et A ainsi que les émissions transmises par le câble. Un afficheur fluorescent indique les caractéristiques de l'émission sélectionnée.

Les sorties RF et vidéo composite voient leur standard commuté, entre PAL et SECAM, par un interrupteur à glissière situé sous la trappe.

Une des prises SCART peut être utilisée pour acheminer les signaux S à composantes séparées (luminance à la place de vidéo composite et chrominance sur la borne 15) par le jeu d'un interrupteur à glissière.

Le tuner du magnétoscope S-4000 est très sensible ( $40 \mu V/75 \Omega$ ), il utilise la synthèse de fréquence pour la recherche des émetteurs. L'horloge interne dispose de 5 minutes d'autonomie lorsqu'on débranche l'appareil du secteur. Elle pilote un calendrier programmé entre

	THOMSON S-4000		SONY EV-1000B	
	Normal	HiFi	Normal	Numér.
<b>AUDIO</b>				
Pleurage et scintillement	0,2 %	0,00...	0,00...	0,00...
Niveau de sortie	- 5 dBu	- 7 dBu	- 3 dBu	+ 2 dBu
Bruit de fond pondéré	- 56 dBu	- 83 dBu	- 72 dBu	+ 84 dBu
Bande passante analogique*	42 Hz à 12 kHz			
Bande passante MF*	> 20 Hz à 20 kHz		> 20 Hz à 20 kHz	
Bande passante numérique*			20 Hz à 15,5 kHz	
<b>VIDEO</b>				
Définition horizontale	> 400 points		> 400 points	

\* (-3 dB)

les années 1900 et 2099 ! La programmation permet d'effectuer huit enregistrements sur un an, on entre les données par un clavier décimal.

La section son, du type VHS HiFi, permet l'enregistrement simultané et le doublage, mais, pour ce dernier, seulement sur la piste audiolinéaire et non HiFi.

Multiplis possibilités de défilement : outre les deux vitesses normales, on notera : ralenti et accéléré dans les deux sens à vitesse ajustable selon les facteurs suivants : 1/30, 1/24, 1/21, 1/18 et 1/16 pour les ralentis ; 2, 3, 5 et 9 pour les accélérés.

L'essentiel des fonctions citées se retrouve sur la télécommande qui, en outre, permet la programmation à distance avec contrôle sur afficheur LCD.

## Sony EV-S1000B

Tout d'abord il est très beau, avec ses deux faces bordées de bois verni (autrefois, c'était

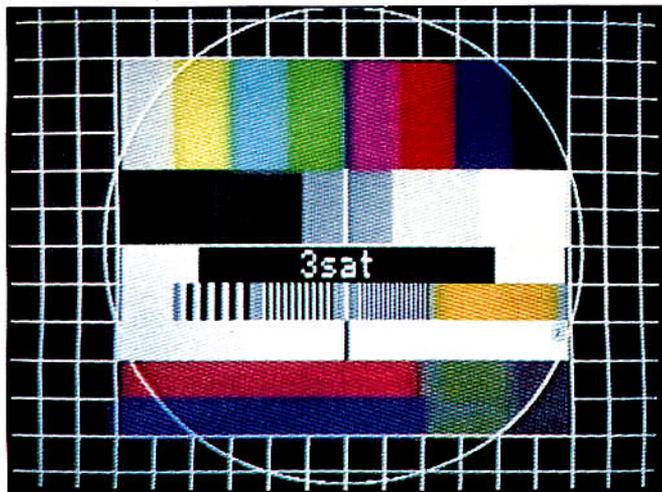
les téléviseurs qui étaient vernis !). Une toute petite ouverture laisse passer la minicassette. Deux portes s'ouvrent pour donner accès à quelques commandes, c'est classique. Sur la droite, une molette recherche les séquences ; pas de recherche progressive comme chez les pros, mais plusieurs positions correspondant à des fonctions différentes.

Appareil complexe (mode d'emploi de 96 pages), le 1000 reçoit l'assistance d'un système de réglage par menus qui s'affichent sur l'écran du téléviseur ou du moniteur. Première page du menu : les automatismes. Ils permettent par exemple de retrouver le zéro du compteur et de commencer la lecture à ce point, ou encore d'éjecter la cassette en fin de lecture, de rebobiner la cassette et de passer en mode minuterie, etc. Seconde page : une sélection de diverses commutations de services comme l'écoute du son, en lecture à double vi-

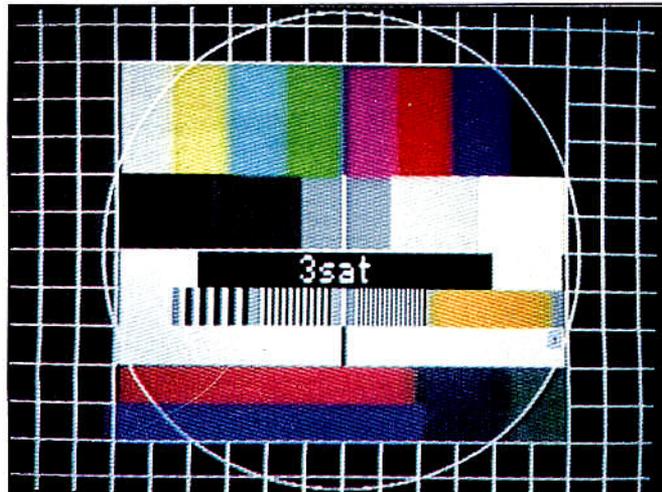
tesse (son légèrement haché mais non transposé), commutation du système couleur, etc. On évite ici de multiplier les commutateurs ou les touches, déjà nombreuses sur la télécommande. La troisième page est un réglage d'image avec netteté (correction des contours), réglage du ralenti, de l'arrêt sur image ou de l'accélééré. La quatrième page concerne l'accord du tuner interne, tandis que la dernière page mémorise une fonction, parmi sept, et assigne une séquence à une touche de la télécommande marquée « Fonction ». La télécommande permet de retransmettre les données de la programmation ; c'est aussi elle que l'on utilise pour la remise à l'heure de l'horloge interne. L'heure et la date sont conservées dans la télécommande. Les modes de lecture satisfieront vos exigences.

- La lecture à vitesse double s'accompagne du son, non transposé, mais accéléré.
- Ralenti au 1/5°.





Mire du Thomson en S-VHS.



Mire du Sony en Hi-8.

- Arrêt sur image avec avance trame par trame. Une possibilité nouvelle : en bobinage, dans les deux sens, vous accédez instantanément à la lecture accélérée.

Le 1000 a aussi reçu une mémoire d'image utilisée en incrustation : vous lisez une bande et vous explorez automatiquement toutes les chaînes par la touche TV SCAN. Cette mémoire est aussi utilisée en mode montage pour visualiser simultanément les images de la bande à enregistrer et celles de la bande source. Cet écran « intelligent » affiche aussi des indications, comme le numéro du compteur et la situation de la bande dans la cassette, l'entrée, etc. Le magnétoscope pose des index en début d'enregistrement ; ils peuvent

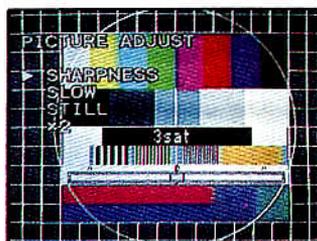
aussi être déposés ultérieurement ou effacés. On les comptera et les décomptera lors de la recherche.

Parlons un peu montage, une opération que l'on pratiquera par assemblage, insertion ou sur les pistes audio-numériques. Pour cette opération, le 1000 pilote le lecteur, par exemple un caméscope, et l'enregistreur le 1000. L'interconnexion se fait par un câble terminé par deux jacks stéréo mâles de 2,5 mm de diamètre. Très pratique, cette liaison a

lieu en face avant, là où vous trouverez aussi les entrées audio et vidéo. Un regret : que Sony ne signale pas les modèles de caméscopes susceptibles de répondre aux sollicitations du 1000. Bien sûr, si le lecteur ne répond pas, vous pourrez passer en mode manuel et bénéficier de la recherche du point de montage sur l'enregistreur... La molette commande la recherche rapide, le retour à vitesse normale, l'arrêt sur image, le ralentit au 1/5<sup>e</sup>. Bien entendu,

tous ces modes seront disponibles sur le lecteur, le caméscope, si toutefois il sait le faire. En insertion, le zéro du compteur commande l'arrêt en fin d'insertion. Pas de mémoire comme sur les tables de montage, on travaille scène par scène. Les deux appareils, lecteurs et enregistreurs, démarrent simultanément. Au cas où la synchro ne serait pas possible, restent les procédures manuelles permises par tous les appareils...

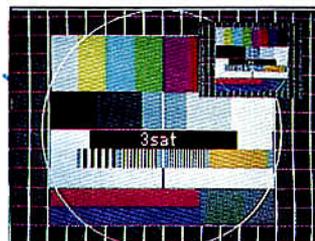
E.L.



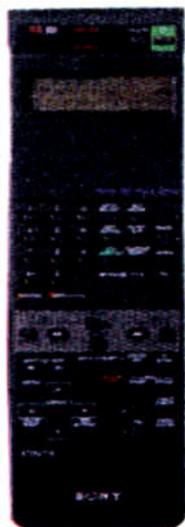
L'un des menus. Ici, on propose les réglages de l'image avec une échelle dans le bas et un choix de plusieurs paramètres.

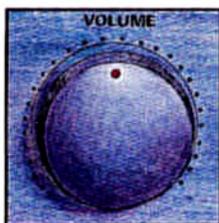


L'écran de montage : à gauche, l'image qui sera enregistrée à la suite de celle de droite, celle de l'enregistreur proposée par la mémoire. On visualise ainsi le point de montage.



L'image dans l'image. Classique, mais si votre poste de télévision ne l'a pas...





# AMPLIFICATEURS

## DOSSIER

# 10

# amplis au banc d'essai

10 amplificateurs, ils ne sont pas tous pareils, même si certaines ressemblances sont évidentes. Beaucoup de détails les séparent, mais ce ne sont, sauf exceptions, et il y en a, que des détails. De nombreuses options technologiques ont été prises par les constructeurs, nous allons bien sûr vous en parler, marque par marque, avant d'aborder le chapitre des mesures.

### Hautes technologies

Un premier point à signaler : aucun des appareils que nous avons choisi de tester ici ne disposait de convertisseur numérique/analogique intégré, élément qui fait légèrement monter le prix de l'appareil.

### Denon

Nous retrouvons dans l'amplificateur PMA-1060 le système « classe A optique » lancé en 1988. Il s'agit d'un système de commutation de l'amplificateur en classe A lorsque l'amplitude du signal est faible. Cette technique fait appel à un photocoupleur qui adapte le courant de polarisation à l'amplitude du signal. A forte puissance, on reste en classe B, car la classe A aurait un trop faible rendement et exigerait des radiateurs et un transformateur de puissance d'une taille incompatible avec l'utilisation domestique de l'amplificateur ! La section optique du 1060 a été améliorée pour éviter des parasites au moment de la mise en service du changement de polarisation. Un autre travail a été accompli au niveau de l'organisation interne pour améliorer la diaphonie (chaque ampli de puissance a son dissipateur) et pour réduire la longueur de trajet du signal (par exemple, potentiomètre au milieu de l'ampli).

### Harman Kardon

Harman Kardon conserve sa politique avec une forte capacité en courant instantané, assorti d'une faible contre-réaction favorable à une intermodulation transitoire faible mais entraînant une distorsion plus importante (quoique déjà très faible) que pour les autres amplis. Technologie exclusivement basée sur des transistors discrets. Une initiative intéressante : à l'arrière de l'appareil, un commutateur change la tension d'alimentation en fonction de l'impédance de l'enceinte, 4 ou 8  $\Omega$ . Cette technique permet de sortir la puissance nominale sur une charge de haute impédance alors que les autres amplificateurs sortent une puissance réduite dans la même situation.

### Kenwood

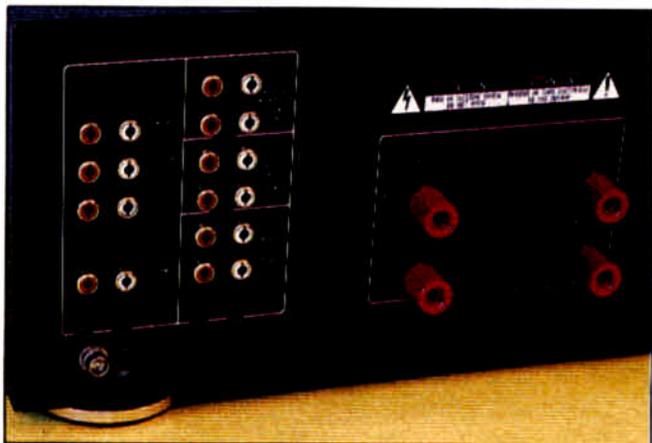
L'ampli 7020 est une version améliorée du 7010, mais avec un taux de distorsion plus faible, une puissance supérieure sous basse impédance, des sextuples circuits de volume, des étages de sortie à 4 transistors au lieu de 2, un châssis renforcé, des entrées plaquées or pour un contact inaltérable dans le temps, un double transformateur d'alimentation mais avec une alimentation continue commune. Une réduction d'impédance des circuits imprimés

## 10 AMPLIFICATEURS AU BANC D'ESSAI

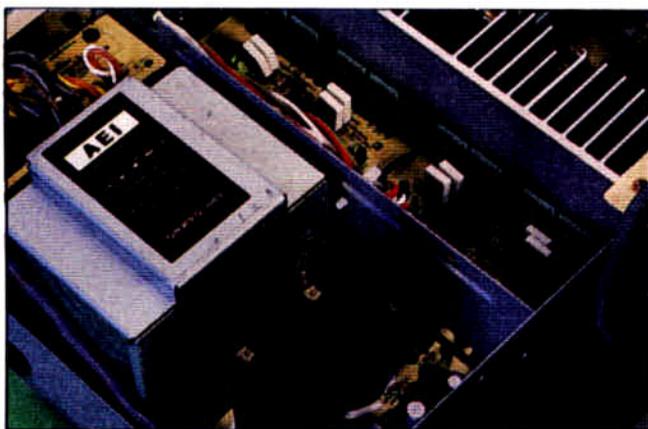
est assurée par un doublage par straps. (Voir aussi *HP* n° 1778, juillet 1990.)

## Marantz

Deux classes pour l'amplificateur PM 80, une classe A et une classe AB ; la commutation se fait en face avant. En classe A, la puissance est limitée à 25 W. Au-dessus, on sature. La commande de volume se fait par un quadruple potentiomètre. Pour réduire les trajets du signal, Marantz utilise des commutateurs installés près des prises avec transmission flexible depuis la face



*Kenwood. Des prises dorées pour toutes les entrées, des bornes de sortie surdimensionnées, on raffine le contact.*



*Onkyo. Un transformateur EI qui rayonne encore moins qu'un toroidal, amplificateur à transistors discrets, un filtrage par condensateurs spéciaux : une partie des revendications Onkyo.*

avant ; autre technique : une commutation par relais pour l'entrée directe ou pour les magnétophones. En revanche, la commutation aimant/bobine se fait par un câble blindé parcourant l'espace entre les faces avant et arrière. On privilégie les signaux à haut niveau.

## Onkyo

Onkyo prend une option « ésotérique » et élimine de son amplificateur de puissance les circuits intégrés. Autrefois, on se bagarrait entre le son tube et le son transistor ; on déplace le problème aujourd'hui avec une lutte transistor contre circuit intégré. L'ampli est télécommandé ; comme on conserve un clavier en face avant et que l'on ne désire pas de circuits intégrés de commutation, on a créé un commutateur motorisé

où un moteur électrique fait tourner les galettes d'un sélecteur. Une technique qui ressemble à celle du potentiomètre motorisé, aujourd'hui très répandu. Un nouveau composant ici : un transformateur de structure EI (ces lettres représentent la forme des tôles du transformateur), rayonnant moins à l'extérieur qu'un transformateur toroidal.

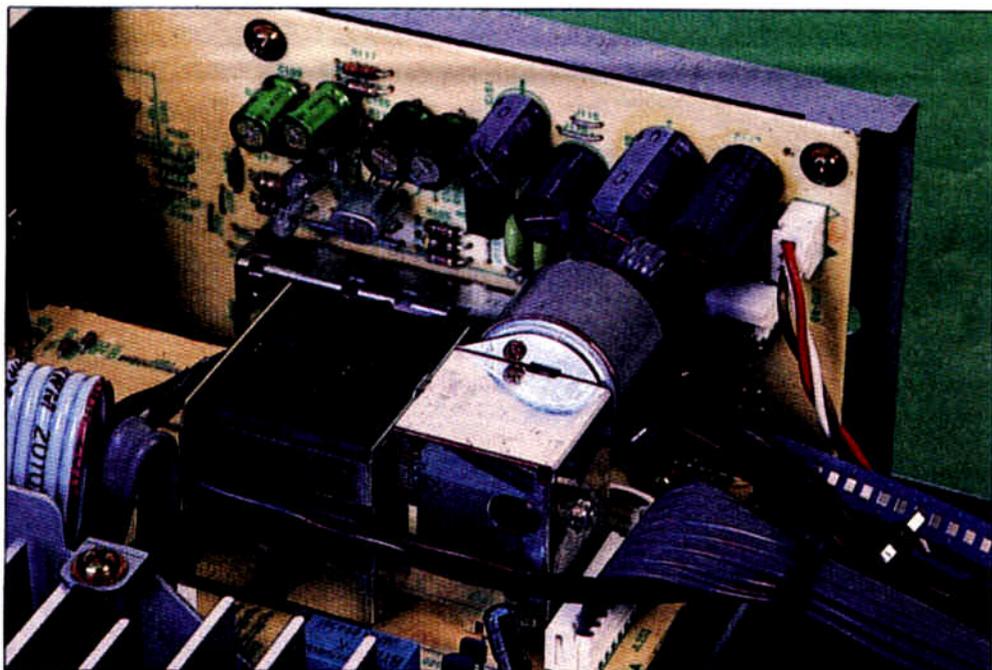
## Pioneer

Nous avons ici une nouvelle version, la Mark II du 757. Les améliorations ont porté sur une réduction de 30 % de la

longueur du trajet du signal audio. La masse des transformateurs et des dissipateurs thermiques a été séparée électriquement de la masse du châssis. Traitement de rigidification et antivibratoire avec des tôles embouties en forme de nid d'abeilles et revêtues de PVC. Lutte antivibratoire et antirayonnement avec les transformateurs d'alimentation enfermés dans des blindages moulés garnis d'ailettes de refroidissement pour abaisser la température de fonctionnement et par suite l'impédance des bobinages.

## Sansui

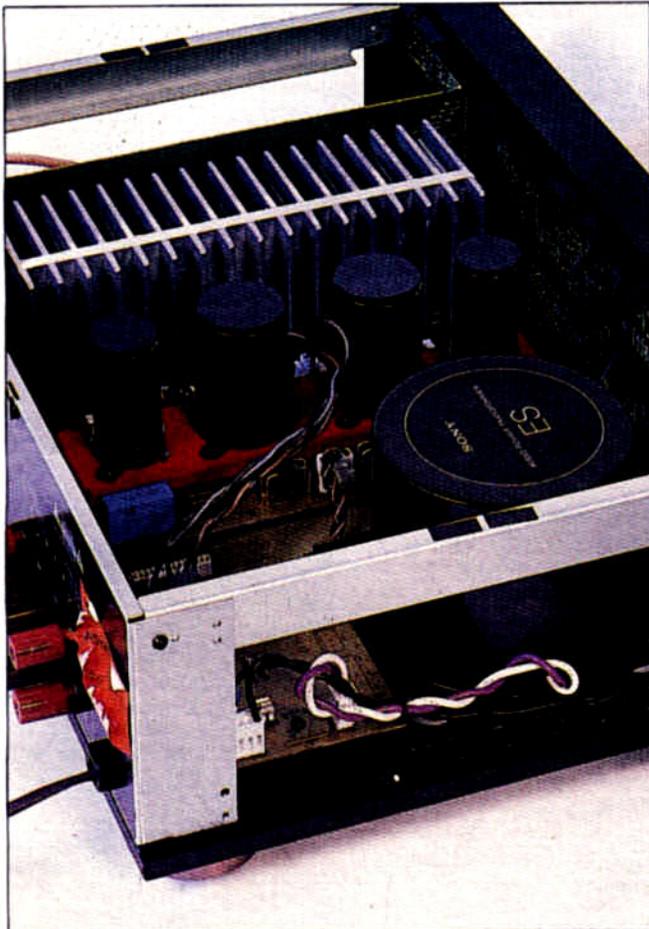
L'amplificateur de Sansui se classe dans une catégorie assez récente : celle des amplificateurs audio/vidéo. L'image accompagne de plus en plus le son, la télévision par satellite autorise la stéréo, le Laserdisc arrive. L'ampli de Sansui propose donc plusieurs entrées vidéo accompagnant des paires d'entrées audio. Si vous n'utilisez pas l'entrée vidéo, vous avez à votre disposition de entrées magnétophone ou auxiliaires supplémentaires. Sansui va plus loin et propose deux entrées et sorties vidéo : la vi-



*Onkyo. Un nouveau composant : un commutateur motorisé, il sélectionne les sources sans utiliser de circuit intégré de commutation qui altérerait le son. Permet la télécommande.*



*Technics. Deux condensateurs de filtrage très spéciaux, électrodes, électrolytes sont optimisés en fonction des exigences audio. Les enroulements du transformateur sont en cuivre pur, sans oxygène.*



*Sony. Radiateur moulé, transformateur toroïdal, châssis de résine chargée (béton synthétique). Un tapis rouge (traverse d'acier floqué) supporte les condensateurs chimiques.*

sif, puissant. Entrée phono sur effets de champs sans condensateur de liaison.

## Yamaha

Si les amplificateurs Yamaha sont conçus pour recevoir des enceintes traditionnelles, ils sont aussi prévus pour les enceintes asservies AST de la firme. Il s'agit d'un asservissement où chaque paire d'enceintes est associée à un module que l'on enfiche à l'arrière de l'amplificateur.

Ces modules sont calculés en fonction de l'enceinte et fourniront à l'amplificateur les éléments nécessaires à un asservissement précis, ces éléments sont en effet fonction de la variation d'impédance le long du spectre. On corrigera éventuellement une insuffisance dans la réponse acoustique...

## Les éléments

Ils sont regroupés dans un tableau que nous allons examiner.

### Origine

Tous les amplis testés ici sont fabriqués au Japon, même si les marques comme Harman Kardon ou Marantz sont d'origine américaine...

### Entrées haut niveau

Elles sont en général 3 ou 4 avec une exception, celles du Sansui, qui propose des entrées audio couplées avec des entrées vidéo.

### Entrées magnétophone

Elles seront au minimum 2. Ces entrées sont en fait doublées d'une sortie qui permet l'enregistrement. Le signal à enregistrer vient d'une source qui sera soit celle en cours d'écoute, soit une autre, choisie par un sélecteur distinct du sélecteur d'entrée.

### CD Direct

Il s'agit d'une possibilité de raccourcir le trajet entre l'entrée et la sortie de l'amplificateur ; dans cette position, on coupe en général le filtre subsonique, et le correcteur de timbre, ce dernier, comme il est solidaire des potentiomètres

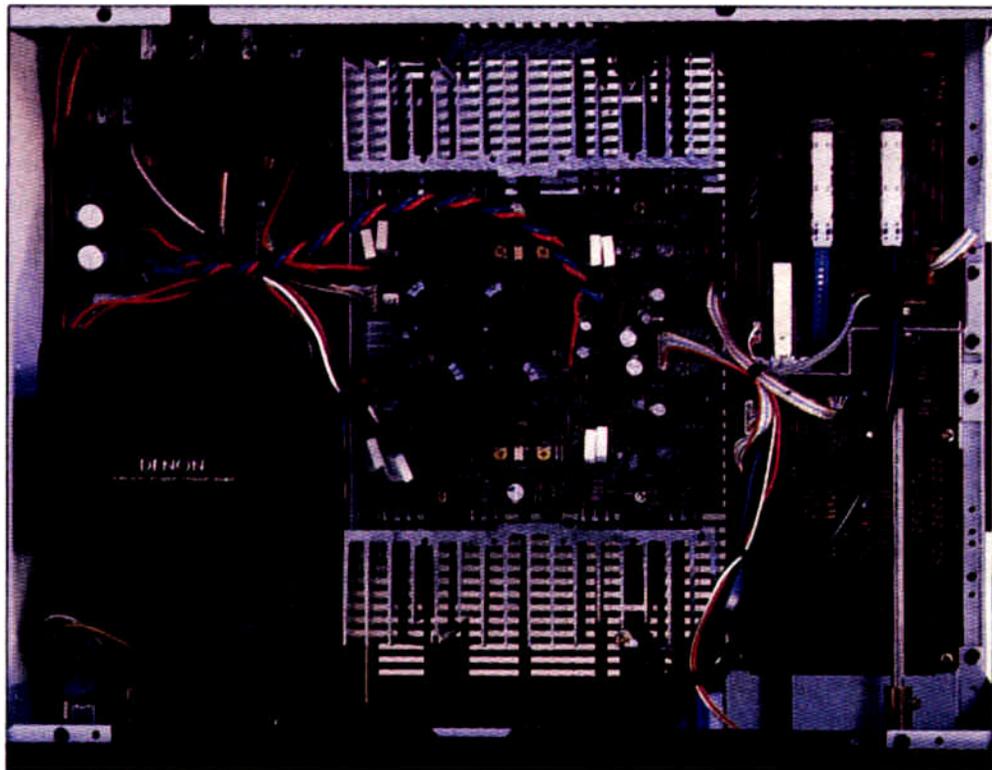
déo composite classique et la récente norme S-Vidéo utilisant le miniconnecteur spécial par lequel transitent séparément les signaux de luminance et de chrominance.

## Sony

Sony travaille dans le béton synthétique avec sa technique dite Gibraltar que l'on retrouve ici, un châssis épais et moulé dans une résine chargée. Cette lutte antivibrations se retrouve également sous forme d'une traverse supportant les condensateurs chimiques de filtrage et recouverte d'un flocage rendant l'acier inerte ou presque.

## Technics

Bien sûr, nous retrouvons la célèbre classe AA qui n'a rien à voir avec la A et qui sépare les fonctions amplifications de courant et de tension et mieux aussi, les enceintes de l'amplificateur. Technics double sa commande de volume pour la rapprocher de la sortie et propose une entrée directe sur l'amplificateur. Les condensateurs PXS doubles, spécialement conçus après tests d'écoute, sont là, associés à un transformateur mas-



Denon. Un transformateur toroïdal, deux amplis avec radiateur séparé, c'est plus symétrique. Denon raccourcit aussi les liaisons électriques : plus c'est court et meilleur c'est !

tres, est situé en face avant, sa traversée allonge de ce fait le parcours du signal audio.

Nous avons regroupé sous l'appellation « CD Direct » la commutation générale directe qui affecte parfois toutes les sources. Chez Technics, on entre directement sur l'ampli de puissance, par une prise spéciale réservée au lecteur de CD.

#### Entrée phono

Tout le monde propose la double sensibilité aimant et bobines mobiles avec une distinction pour Harman Kardon, qui a choisi deux entrées séparées permettant d'exploiter deux tables de lecture équipées chacune d'un phonocapteur différent.

#### Sélecteur d'enregistrement

Avec lui, on dirige sur le magnétophone un signal autre que celui écouté. Intéressant pour la copie d'une cassette sur une autre ou pour la copie d'un CD. Cela permet aussi d'écouter les informations, à la radio, tout en poursuivant un enregistrement.

Page 38 - Octobre 1990 - N° 1781

#### Entrée micro

C'est rare, nous n'en avons pas rencontré dans cette série...

#### Correcteur physiologique

Il n'est pas toujours là ; en son absence, on peut exploiter le correcteur de timbre pour compenser le grave et l'aigu. Une particularité chez Yamaha : un correcteur physiologique dont l'action est dosée par un potentiomètre.

#### Entrée/sortie processeur

Ces prises permettent de brancher un instrument périphérique comme un générateur d'ambiance ou un correcteur graphique, mais lorsqu'il n'est pas prévu, il vous reste une solution : brancher ledit processeur sur une paire d'entrées/sorties pour magnétophone et passer en position moniteur ou écoute magnétophone.

#### Filtres

Ils sont le plus souvent subsoniques, parfois couplés avec l'entrée phono. Chez Onkyo, on utilise la coupure d'aigu du correcteur de timbre comme filtre d'aigu.

#### Correcteur

Pas de variante ici, deux commandes en général. Si aux débuts du Baxandall on annonçait  $\pm 20$  dB d'efficacité, on se contente aujourd'hui de moins de 10 dB, le plus souvent. Une particularité : le correcteur du Pioneer dont l'efficacité dépend de la position du potentiomètre de volume.

#### Silence

C'est la touche de silence instantané, celle qui vous permet de répondre au téléphone et de retrouver le niveau initial après cet entracte. Fréquent mais pas systématique.

#### Télécommande

Nous l'avons rencontrée sur deux appareils avec des technologies intéressantes. Chez Onkyo, la télécommande contrôle toute la chaîne, si ses éléments sont de la marque, bien sûr. Chez Sansui, on se contente de commander l'amplificateur.

#### Prix du watt

Deux lignes de prix. Le calcul est simple : on prend le prix

de l'appareil et on le divise par la puissance totale, somme des puissances mesurées. Comme nous mesurons une puissance impulsionnelle et une puissance en régime sinus, nous obtenons deux valeurs. On se rend compte que, à quelques exceptions près, le prix du watt est comparable. Il y a tout de même deux exceptions : Harman Kardon vend son amplificateur assez cher, ce qui ne le favorise pas dans cette estimation. Le problème est différent chez Yamaha : son amplificateur est conçu pour une impédance de charge minimale de  $6 \Omega$  ; or une longue tradition fait que l'impédance nominale est de  $4$  ou  $8 \Omega$ . Nous avons donc effectué notre mesure sur une charge qui ne met pas en danger l'existence de l'amplificateur,  $8 \Omega$  pour la mesure sinusoïdale et  $4 \Omega$  pour la mesure impulsionnelle.

## Les mesures

### Puissance sinus et impulsionnelle

Première mesure : celle de la puissance en régime sinusoïdal. La tension secteur est de 220 V, une tension ajustée à mieux que 1 % près. La puissance est mesurée lorsque le signal est à la limite de l'écrêtage, un écrêtage constaté au distorsiomètre. La mesure est effectuée sur l'impédance précisée en face arrière, une seule sortie utilisée.

La puissance impulsionnelle est mesurée en injectant un signal spécial. La puissance moyenne est réduite, nous calculons la puissance qu'aurait le signal s'il était sinusoïdal avec la valeur de crête constatée. Ici, l'impédance de charge est égale à la moitié de l'impédance minimale proposée par le constructeur, 2 ou  $4 \Omega$  (sauf pour Yamaha).

### Puissance sur charge complexe

Un canal de l'ampli est chargé par une impédance de 4 ou  $8 \Omega$  constituée d'une résistance et d'un condensateur entraînant un déphasage de  $60^\circ$ . L'autre canal est chargé par une résistance de 8 ou



16 Ω. Cette charge inflige aux transistors de l'amplificateur une contrainte importante : le courant est déphasé par rapport à la tension, le maximum de courant correspond à une chute de tension importante aux bornes du transistor de puissance, ce qui n'est pas le cas avec une charge purement résistive. Le transistor doit donc dissiper une puissance importante ou être protégé.

Le comportement est différent suivant les amplificateurs ; deux amplificateurs, chez Sansui et Technics, passent en sécurité au-dessous de la puissance nominale. Nous n'avons pas appliqué cette condition de travail pendant longtemps, il ne peut en effet s'agir que d'un phénomène transitoire lors d'une utilisation musicale.

### Distorsion

Il y a quelque temps, il fallait descendre au-dessous de 1 % pour qu'un amplificateur soit de bonne qualité. Le générateur lui-même a de la distorsion, celle de l'instrument utilisé est de 0,002 % à 1 kHz et de 0,006 % à 10 kHz, une distorsion déjà très basse comme vous le constatez. On obtient, dans la plupart des cas, une distorsion légèrement supérieure. Le taux résiduel du distorsiomètre par intermodulation est de moins de 0,02 %, là encore, on s'approchera de très près de cette limite. La mesure est faite sur charge de 8 Ω.

### Rapport signal/bruit

Trois mesures ici, la première concerne le rapport signal sur bruit sur l'entrée auxiliaire, mais à un bas niveau d'écoute, un niveau que l'on pratique souvent, surtout en appartement. Deux très bonnes performances : Kenwood avec 84 dB et Technics avec 82 dB.

Nous passons ensuite à pleine puissance, où Denon se distingue avec ses 112 dB, le plus « mauvais » résultat étant de 95 dB, un résultat déjà très bon.

Le rapport signal sur bruit est ensuite mesuré sur l'entrée phono, où Kenwood obtient 94 dB, le résultat étant tou-

jours supérieur à 80 dB. Les mesures sont doubles, pondérées et non pondérées ; on a souvent accusé la mesure pondérée de donner un meilleur résultat, il est important de savoir qu'elle rend mieux compte de la perception du bruit de fond par l'oreille.

### Facteur d'amortissement

C'est le rapport entre l'impédance de charge de l'ampli (ici, on prend 8 Ω) et la résistance interne de l'amplificateur. Dans tous les cas il est suffisant ; dès qu'il dépasse 16, les améliorations apportées ne sont plus très sensibles. Nous avons ici un comportement peu courant pour l'amplificateur Yamaha dont la résistance de sortie est négative (Système AST) : avec une tension d'entrée constante, la tension de sortie diminue lorsqu'on enlève la charge ; normalement, elle augmente.

### Diaphonie

Nous la mesurons à 20 Hz, une fréquence à laquelle l'impédance de l'alimentation ne favorise pas le découplage. Une valeur de 50 dB serait déjà très suffisante ; nous avons relevé des valeurs de 55 à 87 dB ; plus la valeur est élevée, plus le constructeur a soigné la symétrie de ses circuits.

### Temps de montée

C'est le temps que met un signal pour passer de 10 % à 90 % de sa valeur finale. Plus un ampli est rapide et plus il répondra rapidement aux transitoires. Attention, vous devez vous souvenir que le temps de montée d'un lecteur de CD est de 17 μs environ. Les amplis sont donc en général beaucoup plus rapides...

### Courbe de réponse en fréquence

Nous adoptons ici une échelle verticale dilatée qui met en

évidence les écarts de linéarité en fréquence. Pour la linéarité des entrées RIAA, nous utilisons un réseau RIAA inverse, de précision, permettant d'afficher directement l'écart entre la courbe RIAA théorique et la courbe du préamplificateur. Lorsque le correcteur de timbre est en service, autrement dit, en position non directe, on constatera que, commandes au neutre, la linéarité n'est pas toujours parfaite. Nous ajoutons par ailleurs la réponse phono avec filtre subsonique.

### Courbe du correcteur de timbre

Elle rend compte de l'efficacité de la correction de timbre.

### Réponse aux signaux rectangulaires

Elle est relevée à 10 kHz sur charge résistive de 8 Ω et 4 Ω avec condensateur de 1 μF en parallèle. L'amplitude de l'oscillation et son amortissement

Marque Modèle	Denon PMA-1060	Harman Kardon HK6300	Kenwood KA-7020	Marantz PM 80	Onkyo A-R700
Origine	Japon	Japon	Japon	Japon	Japon
Dimensions (mm)	434x160x398	443x134x359	440x162x398	454x166x378	436x157x391
Entrées haut niveau	3	3	3	4	4
Magnéto	2	2	3	3	3
CD Direct	oui	non	oui	oui	oui
Entrée phono	AM/BM	2, AM et BM	AM/BM	AM/BM	AM/BM
Sélecteur enregist.	oui	non	oui	oui	non
Entrée micro	non	non	non	non	oui
Corr. physiol.	oui	oui	oui	non	non
E/S Processeur	non	oui	oui	oui	non
Filtres	Subs	Subs	Subs	non	aigu sur timbre
Correcteur	G/A	G/A	G/A	G/A	G/A
Silence	oui	non	oui	oui	oui
Télécommande	non	non	non	non	oui
Prix de watt sinus	12,60 F	26,42 F	13,13 F	13,65 F	13,06 F
Prix du watt impuls.	6,75 F	18,93 F	6,36 F	7,19 F	6,30 F
Prix	5 000 F	3 990 F	4 990 F	4 890 F	4 990 F

# 10 AMPLIFICATEURS AU BANC D'ESSAI

permettent de constater la stabilité du fonctionnement. Le meilleur comportement serait sans suroscillation, bien sûr...

## Conclusions

6 amplificateurs à 5 000 F environ, 2 à 4 000 et 2 à 3 000 F. Commençons par les moins chers, Sony et Technics. Ils offrent leurs watts sinus à 9,58 F chez Technics, 10,64 F chez Sony et, en régime impulsif : 6,23 F chez Technics et 2 centimes de plus chez Sony ! Pas une différence décisive. Retour à la case départ. Côté équipement, Technics propose une entrée de plus que Sony mais, en revanche, il ne met pas de touche de silence. Une entrée et sortie processeur chez Sony ainsi qu'un filtre subsonique, rien chez Technics. Un équipement donc un peu supérieur chez Sony.

Continuons avec les performances, où le Technics montre

une légère supériorité concernant la distorsion, le rapport signal/bruit, la diaphonie, Sony étant meilleur en facteur d'amortissement et en temps de montée.

Stabilité un peu meilleure pour Sony en présence d'une charge capacitive. Il ne nous reste plus qu'à décréter un match nul ; les deux amplis sont bien construits, par deux firmes dont le sérieux est indiscutable. Malgré leur prix d'environ 3 000 F, ces amplificateurs délivrent une puissance qui n'est inférieure que de 1,5 dB à celle des amplificateurs à 5 000 F que nous avons sélectionnés.

Passons maintenant à la catégorie des 4 000 F, avec deux produits complètement différents, donc difficilement comparables : un ampli simple, comme le Harman Kardon, dont le watt est un peu cher et un ampli audiovidéo à télécommande, le Sansui, qui as-

socie ses nombreuses entrées à des commutations vidéo avec, en plus, une très belle présentation laquée.

Problème plus délicat, pour le haut de gamme, les amplis à 5 000 F ; les concepteurs déploient des trésors d'imagination pour réduire la distorsion et pousser les autres performances dans leurs derniers retranchements. Côté équipements, c'est chez Onkyo que vous trouverez autre chose : une télécommande complète du niveau et des entrées ainsi qu'une liaison par bus avec les autres éléments de la chaîne. Donc, si vous avez envie d'une télécommande, c'est vers Onkyo que vous devrez vous tourner, d'autant plus que le prix de ses watts reste à un niveau convenable.

L'amplificateur Yamaha occupe lui aussi une position particulière avec son système d'asservissement. Si vous avez envie d'enceintes de très petite taille mais capables de

débiter du grave, la solution asservissement proposée par Yamaha vous conviendra sûrement.

A part l'ampli Yamaha qui ne travaille pas sur 4  $\Omega$ , la puissance de tous ces amplificateurs est identique, à quelques watts près. La puissance impulsif est importante ; là encore, il n'y a que peu de différence, à part Pioneer, qui limite le courant de sortie sur basse impédance (2  $\Omega$ ).

Côté distorsion, les résultats sont proches, à part Onkyo dont le taux monte un peu à 10 kHz tout en restant excellent.

L'intermodulation reste très basse, avec un résultat un peu meilleur chez Pioneer.

Le champion du rapport S/B à faible puissance, c'est Kenwood, à forte puissance, c'est Denon, tandis que pour l'entrée phono, Kenwood, suivi de près par Marantz, marque un point. Prime de rapidité pour Onkyo suivi de près par Denon, facteur d'amortissement très élevé chez tous, avec plus de 1 000 chez Pioneer et même une valeur négative et très élevée chez Yamaha. Les 160 de Denon peuvent presque paraître faibles bien que dix fois meilleurs que le minimum !

Une diaphonie à revoir chez Kenwood qui pourrait mieux faire, les autres atteignent ici 80...

Côté courbes, nous critiquons le Marantz dont le correcteur de timbre n'est pas vraiment neutre en position centrale ; heureusement, il existe une position directe.

Une stabilité moindre, celle de l'ampli Onkyo, la réponse aux signaux carrés révèle la présence d'une oscillation qui ne s'amortit pas très vite. Très faible amplitude de la suroscillation chez Marantz et amortissement très rapide chez Pioneer. Le vainqueur ? Nous aurions mauvaise conscience à les classer.

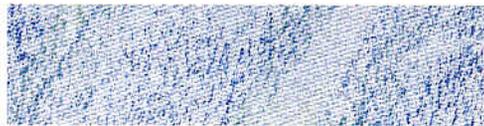
Tous ces amplificateurs bénéficient d'une excellente qualité de fabrication et de prestations, qui dépassent largement les normes actuelles. Autrement dit, les défauts se situent à un niveau absolument inaudible.

**E. LEMERY**

Marque Modèle	Pioneer A757 MKII	Sansui AU-X611AV	Sony TA-F550 ES	Technics SU-V670	Yamaha AX-730
Origine	Japon	Japon	Japon	Japon	Japon
Dimensions (mm)	420x162x435	430x163x390	430x150x370	430x158x370	435x165x418
Entrées haut niveau	3	8	3	4	3
Magnéto	3	3	2	2	3
CD Direct	oui	oui	oui	oui	oui
Entrée phono	AM/BM	AM/BM	AM/BM	AM/BM	AM/BM
Sélecteur enregist.	oui	oui	oui	oui	oui
Entrée micro	non	non	non	non	non
Corr. physiol.	oui	oui	non	oui	oui variable
E/S processeur	oui	oui	oui	non	oui
Filtres	subs/phono	subs	subs	non	subs
Correcteur	G/A	G/A	G/A	G/A	G/A
Silence	oui	oui	oui	non	oui
Télécommande	non	oui	non	non	non
Prix du watt sinus	13,06 F	13,80 F	10,64 F	9,58 F	19,34 F
Prix du watt impuls.	9,38 F	7,35 F	6,25 F	6,23 F	11,82 F
Prix	4 990 F	4 000 F	3 000 F	2 990 F	4 990 F



# DENON PMA-1060

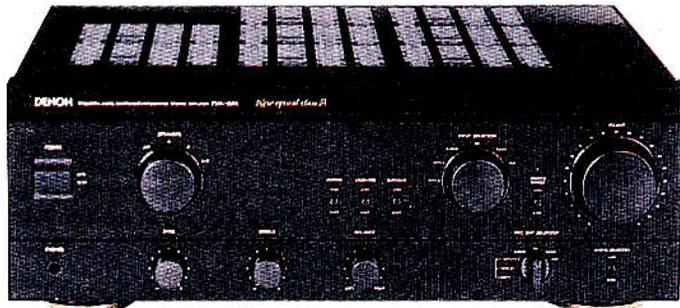


Amplificateur impressionnant, que ce PMA-1060. En option, il recevra une paire de joues en bois satiné. Léger relief dans le profilé anodisé. Boutons cylindriques noirs, satinés sauf un petit qui commande un sélecteur. Manipulation oblige.

Prises RCA sans dorure en face arrière, elles sont regroupées par fonctions. Autre bornier, celui des sorties des enceintes, rouge et noir bien sûr.

Gros sélecteur rotatif pour les sources à écouter, dont les magnétophones, un tout petit pour l'enregistrement, avec les positions copies de magnéto à magnéto. La commande de volume est un peu dure : le bouton est en façade, le potentiomètre à l'intérieur. L'inévitable touche de « source directe » est là et élimine au passage quelques circuits pas toujours indispensables. Aimant et bobines mobiles sont accueillis sur les mêmes entrées. Le filtre subsonique est là, comme la correction physiologique, le silence. Le préampli dispose d'une sortie spéciale pour amplis externes, il est installé après le réglage de volume frontal et dispose de son préampli indépendant.

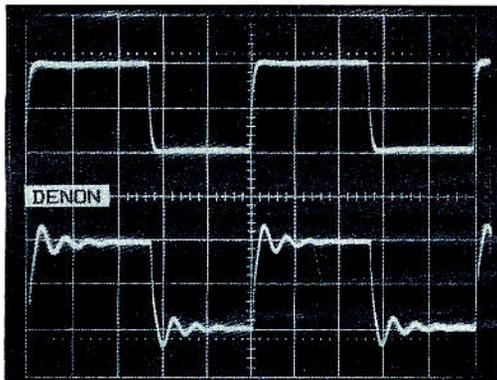
L'ampli travaille en classe A optique, une technique qui modifie, par optocoupleur interposé, la polarisation en fonction de l'amplitude du signal. Sélecteur rotatif d'enceintes, il agit sur des relais placés à



proximité des bornes de sortie. Transformateur toroïdal, double radiateur, liaisons de masse à basse impédance par straps sur les circuits imprimés, report des commandes sur les circuits imprimés avec transmissions flexibles ou rigides. L'amplification à bas niveau est confiée à des circuits intégrés, transistors discrets pour la puissance.

## NOUS AVONS MESURE :

Puissance sinus sur 4/8 Ω	198 / 126 W
Puissance impulsionnelle 2/4/8 Ω	370 / 285 / 185 W
Puissance sur charge complexe 60°	217 VA / 4 Ω
Distorsion harmonique à 1 kHz, P max	0,0036 %
Distorsion harmonique à 10 kHz, P max	< 0,006 %
Distorsion par intermodulation SMPTE, P max	0,024 %
Rapport S/B, auxiliaire, 50 mW NP/P	75 / 76 dB
Rapport S/B, auxiliaire, P max NP/P	110 / 112 dB
Rapport S/B, Phono AM, P max NP/P	83 / 88 dB
Facteur d'amortissement / 8 Ω	160
Diaphonie à 20 Hz, P max	80 dB
Temps de montée, entrée auxiliaire	2,2 μs



Réponse de l'amplificateur Denon aux signaux rectangulaires. En haut sur résistance de 8 Ω, en bas sur résistance de 8 Ω en parallèle sur un condensateur de 1 μF. Réponse classique, pas trop d'amplitude, amortissement rapide. 5 V, 20 μs par division.



### Le Haut-Parleur a aimé :

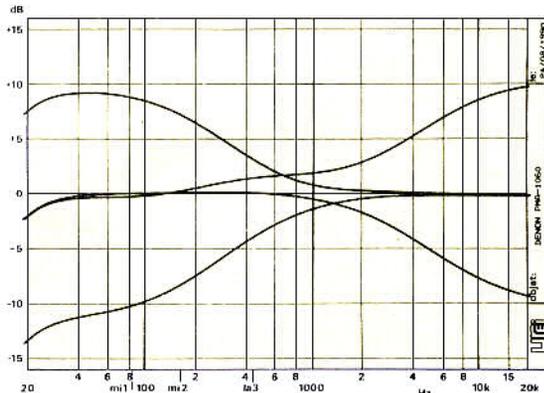
- l'excellent rapport S/B
- la classe A optique sans réduction de puissance maxi
- la qualité de la conception



### Le Haut-Parleur n'a rien regretté

◀ Courbe de réponse des entrées de l'amplificateur Denon. L'échelle verticale est dilatée. Excellente linéarité pour toutes les entrées, légère remontée de l'extrême grave sans le filtre subsonique.

▶ Courbe d'efficacité de correction de l'amplificateur Denon. Les commandes sont placées au maximum.





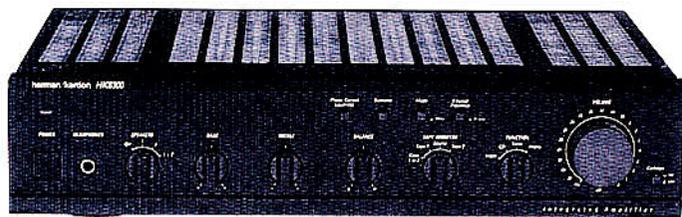
# HARMAN KARDON HK 6300

Un peu moins encombrant que ses confrères, le 6300 propose une façade uniforme rayée d'une saignée et bordée d'un chanfrein à sa partie supérieure. Les plus petits boutons ont une partie centrale plate qui évite tout glissement.

Le sélecteur de tension secteur, composant rare sur un ampli, est accompagné d'une commutation d'alimentation pour enceintes à haute impédance. Les prises RCA d'entrée et sortie bas niveaux sont alignées sur deux rangées : voies gauche et droite. A noter : deux prises d'entrée phono, aimant et bobines mobiles.

Le sélecteur de sensibilité phono commute aussi les prises ; intéressant si vous avez deux tables de lecture analogiques. Une mention vidéo pour le sélecteur d'entrée, mais l'ampli ne commute pas de vidéo. Un autre sélecteur choisit l'écoute des magnétophones ou de la source et commute la copie. Une touche met en service un processeur interne (ou un troisième magnétophone), la correction physiologique est commutable, elle est assistée d'un circuit de correction de phase. Pas de mode CD direct ici, on a limité au maximum les commutations (pas indispensables il est vrai).

L'ampli de puissance adapte sa tension d'alimentation aux enceintes, ce qui évite de surdimensionner le radiateur et permet

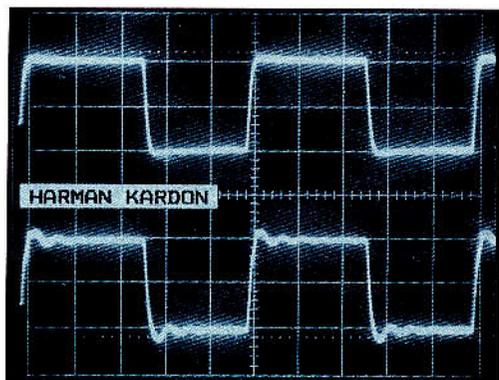


de disposer de toute la puissance avec une enceinte de 8 Ω. Sélecteur d'enceintes rotatif, avec position « coupure ». Courant de sortie élevé, faible contre-réaction, HK reste fidèle à ses options et n'utilise que des composants discrets. Le transformateur est dûment ceinturé, de cuivre et d'acier spécial. Un radiateur aux ailettes anodisées accueille les quatre transistors de puissance. Fabrication soignée, classique.

## NOUS AVONS MESURE :

Puissance sinus sur 4/8 Ω	75,7 / 52 W *
Puissance impulsionnelle 2/4/8 Ω	132 / 98 / 60 W
Puissance sur charge complexe 60°	85 VA / 4 Ω
Distorsion harmonique à 1 kHz, P max	0,046 %
Distorsion harmonique à 10 kHz, P max	< 0,038 %
Distorsion par intermodulation SMPTE, P max	0,7 %
Rapport S/B, auxiliaire, 50 mW NP/P	65 / 69 dB
Rapport S/B, auxiliaire, P max NP/P	98 / 104 dB
Rapport S/B, Phono AM, P max NP/P	77 / 83 dB
Facteur d'amortissement / 8 Ω	55
Diaphonie à 20 Hz, P max	63 dB
Temps de montée, entrée auxiliaire	2,6 μs

\* En position 4 Ω



Réponse de l'amplificateur Harman Kardon aux signaux rectangulaires. En haut sur résistance de 8 Ω, en bas sur résistance de 8 Ω en parallèle sur un condensateur de 1 μF. L'oscillation, de faible amplitude, s'amortit rapidement. 5 V, 20 μs par division.



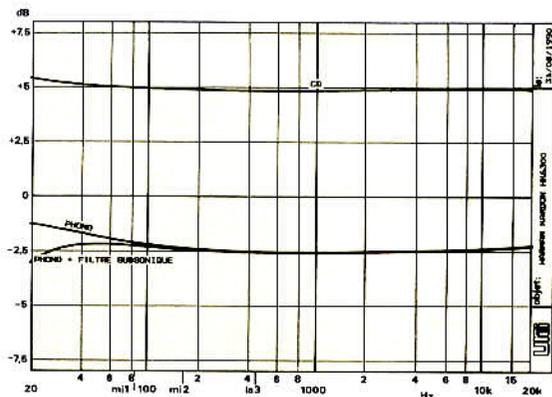
### Le Haut-Parleur a aimé :

- la double entrée aimant et bobines mobiles
- la hauteur réduite
- l'adaptation à l'impédance de charge mini



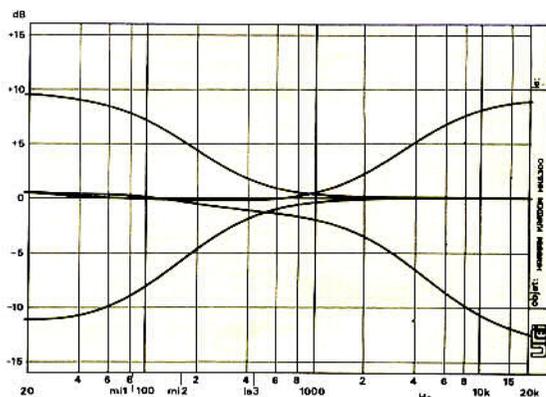
### Le Haut-Parleur a regretté

- le prix élevé du watt



◀ Courbe de réponse des entrées de l'amplificateur Harman Kardon. L'échelle verticale est dilatée. Une légère remontée due sans doute au neutre du correcteur.

▶ Courbe d'efficacité de correction de l'amplificateur Harman Kardon. les commandes sont placées au maximum. On atténue plus qu'on ne remonte les signaux, une sage précaution.





# KENWOOD KA-7020

Une large surface plane dans le haut de la face avant, au centre, le gros potentiomètre de volume ceinturé de trente graduations. Deux sélecteurs au bouton aminci : les doigts ne glisseront pas. Une ligne creusée sépare ces commandes d'autres moins importantes : potentiomètres aux boutons ronds, touches rectangulaires accompagnées de leur LED.

En face arrière, deux groupes de bornes, rouges et noires, accueillent fils ou fiches bananes. Les prises RCA sont toutes dorées. Pas de trace en revanche d'entrées ou de sorties numériques qui n'existent que sur le mode d'emploi !

Deux sélecteurs séparés choisissent les entrées, d'une part pour l'enregistrement, d'autre part pour l'écoute. Une touche distincte sélectionne le troisième magnétophone ou un processeur genre correcteur graphique ou autre. Le DAT est signalé en façade. Un peu de patience. Une touche « directe » élimine divers circuits et permet de gagner 4 dB sur le rapport S/B. Silence, correction physiologique, filtre subsonique sont signalés par voyants, une touche passe l'ampli en mono.

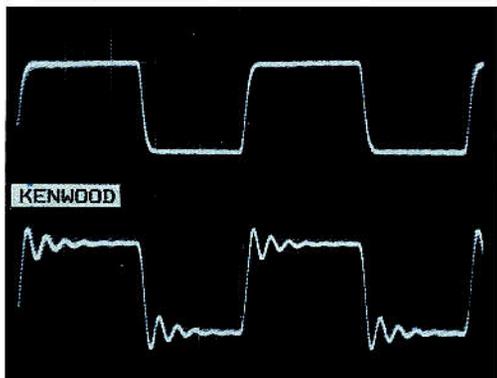
Sélecteur classique pour les enceintes, il les coupe pour une écoute au casque. Construction robuste avec entretoises raidies, double blindage pour la face avant.



Deux transformateurs d'alimentation, mais seulement deux condensateurs de filtrage, donc une alimentation commune. Kenwood adopte une structure symétrique et réduit les impédances des liaisons de masse des circuits imprimés par superposition de straps. Commutations sur les circuits imprimés avec transmission par flexible.

## NOUS AVONS MESURE :

Puissance sinus sur 4/8 Ω	190 / 116 W
Puissance impulsionnelle 2/4/8 Ω	392 / 244 / 144 W
Puissance sur charge complexe 60°	207 VA / 4 Ω
Distorsion harmonique à 1 kHz, P max	0,0027 %
Distorsion harmonique à 10 kHz, P max	< 0,006 %
Distorsion par intermodulation SMPTE, P max	0,026 %
Rapport S/B, auxiliaire, 50 mW NP/P	82 / 84 dB
Rapport S/B, auxiliaire, P max NP/P	92 / 95 dB
Rapport S/B, Phono AM, P max NP/P	88 / 94 dB
Facteur d'amortissement / 8 Ω	266
Diaphonie à 20 Hz, P max	55 dB
Temps de montée, entrée auxiliaire	4 μs



Réponse de l'amplificateur aux signaux rectangulaires Kenwood. En haut sur résistance de 8 Ω, en bas sur résistance de 8 Ω en parallèle sur un condensateur de 1 μF. Une suroscillation ni trop haute ni trop longue. 5 V, 20 μs par division.



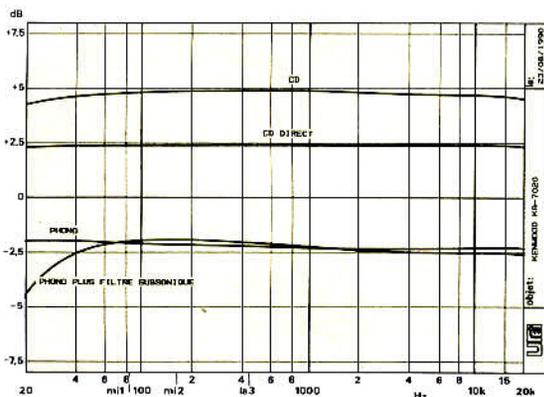
### Le Haut-Parleur a aimé :

- la qualité de la fabrication
- les performances (S/B Phono)
- les prises dorées
- le prix du watt impulsionnel



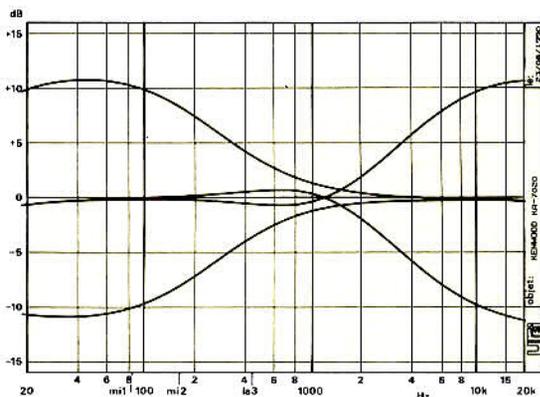
### Le Haut-Parleur a regretté

- la présence des prises numériques sur le mode d'emploi ! Comme si l'ampli n'était pas terminé...



◀ Courbe de réponse des entrées de l'amplificateur Kenwood. L'échelle verticale est dilatée. Bon comportement dans l'ensemble.

▶ Courbe d'efficacité de correction de l'amplificateur Kenwood. Les commandes sont placées au maximum. Plus de 11 dB d'efficacité avec une action symétrique.





# MARANTZ PM 80

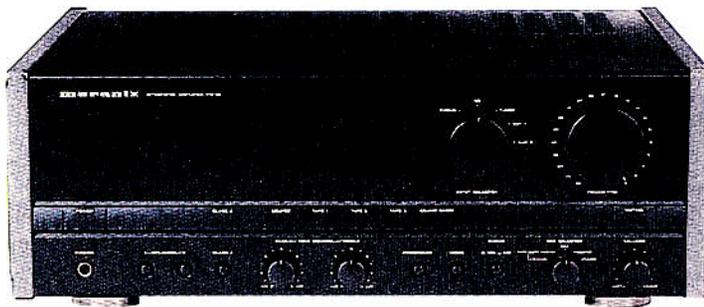
Présentation cossue pour cet amplificateur. Noir, il a reçu deux flancs métalliques moulés dans la masse (autrefois on prenait du bois) et recouverts d'une peinture vermiculée grise. La façade est anodisée, avec une surface satinée et non brossée, ce que l'on retrouve également sur les boutons.

Les prises d'entrée/sortie (RCA) sont regroupées en deux séries, d'un côté les entrées et le processeur, de l'autre les trois groupes des magnétophones. Dorure pour les entrées CD et phono. Bornes noires et rouges pour fils et bananes.

Belle collection d'entrées avec quatre paires pour les hauts niveaux : CD, tuner et deux auxiliaires. Le sélecteur d'enregistrement est séparé. Pour les magnétophones, on a prévu une autre formule : des touches fugitives avec voyants, elles commandent des relais de commutation. Une touche spéciale est réservée au processeur externe. Deux types d'entrées sont prévues pour le phono aimant et bobines mobiles. La touche « Direct » raccourcit le trajet du signal d'une cinquantaine de centimètres : il n'atteint plus le correcteur.

Amplificateur particulier : il reçoit, en face avant, une touche de passage en classe A pour les écoutes à puissance réduite. Deux touches commutent les enceintes.

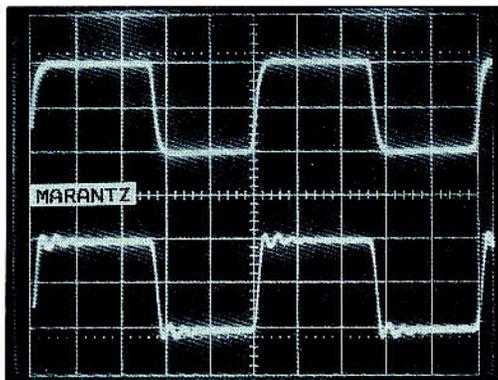
Marantz réduit le trajet et installe tous les



commutateurs, relais, sélecteurs d'entrée, sur un circuit imprimé solidaire des prises. Les sorties se font par relais, ils interviendront aussi lors d'un incident. Deux hauts radiateurs : la classe A consomme et fait chauffer les transistors. Vis cuivrées, câbles plats blindés ou non, conduits dans une goulotte. Bon travail.

## NOUS AVONS MESURE :

Puissance sinus sur 4/8 Ω	179 / 116 W
Puissance impulsionnelle 2/4/8 Ω	340 / 226 / 136 W
Puissance sur charge complexe 60°	205 VA / 4 Ω
Distorsion harmonique à 1 kHz, P max	< 0,003 %
Distorsion harmonique à 10 kHz, P max	< 0,006 %
Distorsion par intermodulation SMPTE, P max	0,036 %
Rapport S/B, auxiliaire, 50 mW NP/P	68 / 71 dB
Rapport S/B, auxiliaire, P max NP/P	100 / 104 dB
Rapport S/B, Phono AM, P max NP/P	89 / 93 dB
Facteur d'amortissement / 8 Ω	308
Diaphonie à 20 Hz, P max	81 dB
Temps de montée, entrée auxiliaire	3,9 μs



Réponse de l'amplificateur Marantz aux signaux rectangulaires. En haut sur résistance de 8 Ω, en bas sur résistance de 8 Ω en parallèle sur un condensateur de 1 μF. La suroscillation est infime et très rapidement amortie. 5 V, 20 μs par division.



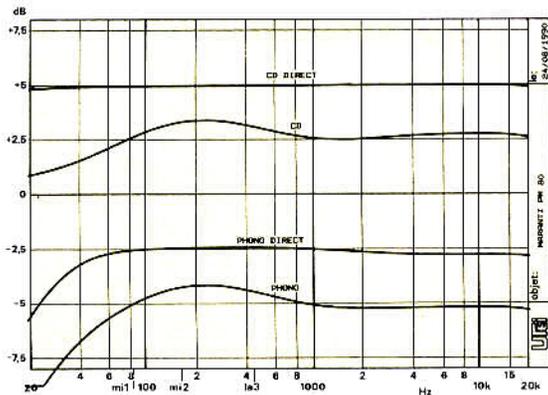
### Le Haut-Parleur a aimé :

- la commutation en classe A
- les trois magnétophones, les quatre entrées haut niveau
- la présentation cossue



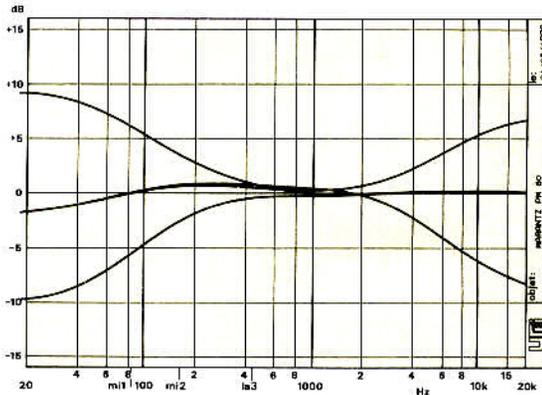
### Le Haut-Parleur a regretté

- le poids dû aux faces rapportées



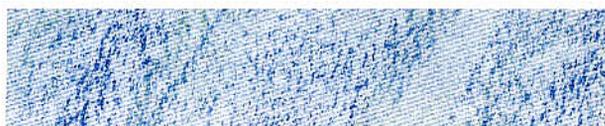
◀ Courbe de réponse des entrées de l'amplificateur Marantz. L'échelle verticale est dilatée. L'action du correcteur au neutre se fait sentir, on notera la présence d'un filtre subsonique permanent.

▶ Courbe d'efficacité de correction de l'amplificateur Marantz. Les commandes sont placées au maximum. L'action se concentre aux extrémités du spectre avec une efficacité modeste dans l'aigu.





# ONKYO A-R700



Face noire anodisée, potentiomètre de volume jouté d'un clavier électronique. Quatre sélecteurs mécaniques à boutons aplatis, trois boutons cylindriques, une prise dorée.

Tiens, deux prises secteur commutées ! Bonne (et rare) idée. Les RCA se regroupent en deux zones avec une petite séparation pour l'entrée phono. Les prises pour HP accueillent aussi des douilles de 4 mm. Un bus relie les éléments de la marque.

Sélection des entrées par touches (ou télécommande), sélection spéciale pour l'enregistrement : copie ou clavier. Le filtre subsonique s'associe uniquement aux entrées phono, AM et BM. Le sélecteur de source directe ou de correction contrôle les magnétophones. Le correcteur de timbre d'aigu sert aussi de filtre passe-bas. Un commutateur mono/stéréo, un silencieux complètent l'équipement.

Le choix des enceintes se fait par un commutateur rotatif, le volume de l'amplificateur de puissance est commandé à distance. Cet ampli utilise des transistors discrets.

Onkyo a éliminé les circuits intégrés de son ampli de puissance et le fait bien savoir. Un argument ésotérique. Pas de circuit intégré non plus pour la commutation des entrées et cela malgré la télécommande, nous

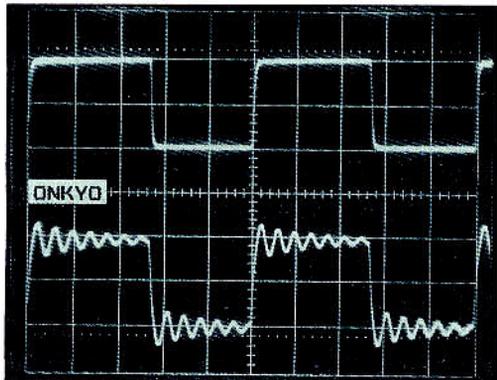


avons découvert ici un nouveau composant qui est un commutateur motorisé, technique que l'on retrouve pour le potentiomètre de niveau (haut de gamme).

Mise sous tension, sélection des entrées, réglage du volume, ce sont les actions de la télécommande sur l'ampli. Elle contrôle aussi un lecteur de CD et deux magnétophones en obligeant la solution monomarque.

## NOUS AVONS MESURE :

Puissance sinus sur 4/8 Ω	191 / 120 W
Puissance impulsionnelle 2/4/8 Ω	396 / 273 / 165 W
Puissance sur charge complexe 60°	211 VA / 4 Ω
Distorsion harmonique à 1 kHz, P max	0,0027 %
Distorsion harmonique à 10 kHz, P max	< 0,006 %
Distorsion par intermodulation SMPTE, P max	0,028 %
Rapport S/B, auxiliaire, 50 mW N/P/P	70 / 71 dB
Rapport S/B, auxiliaire, P max N/P/P	107 / 109 dB
Rapport S/B, Phono AM, P max N/P/P	81 / 86 dB
Facteur d'amortissement / 8 Ω	205
Diaphonie à 20 Hz, P max	87 dB
Temps de montée, entrée auxiliaire	2,1 μs



Réponse de l'amplificateur Onkyo aux signaux rectangulaires. En haut sur résistance de 8 Ω, en bas sur résistance de 8 Ω en parallèle sur un condensateur de 1 μF. L'oscillation se prolonge relativement longtemps. Une meilleure stabilité serait souhaitable. 5 V, 20 μs par division.



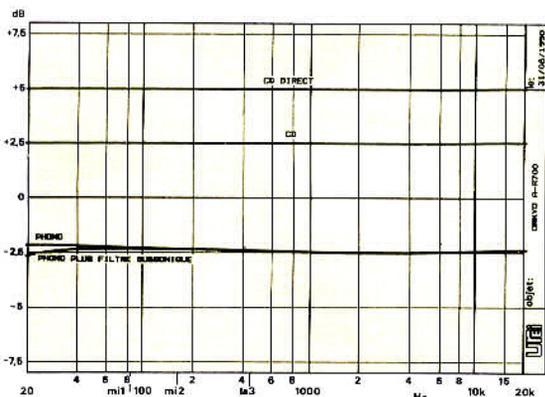
### Le Haut-Parleur a aimé :

- les composants spéciaux : transfo anti-interférences, commutateurs, condensateurs
- la télécommande
- le nombre des entrées
- la puissance plus que confortable



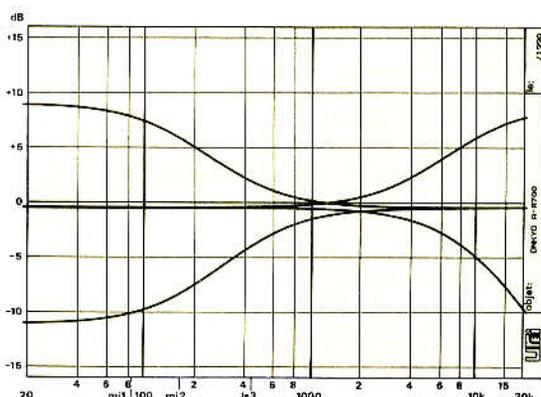
### Le Haut-Parleur a regretté

- une sélection limitée en enregistrement
- pas de correction physiologique



◀ Courbe de réponse des entrées de l'amplificateur Onkyo. L'échelle verticale est dilatée. Excellente linéarité en CD direct ou pas. Bonne correction RIAA.

▶ Courbe d'efficacité de correction de l'amplificateur Onkyo. Les commandes sont placées au maximum. Un décalage vers le haut des fréquences charnière du correcteur.





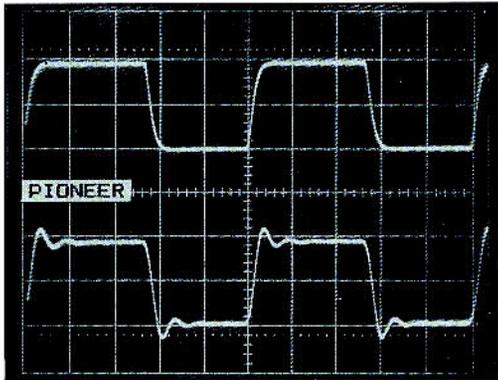
# PIONEER A757 MK II

Le nid d'abeilles reste à la mode pour la version MK II du 757 où il apparaît à l'intérieur, bien sûr, mais aussi sous l'appareil : structure des pieds et trous d'aération. Façade noire anodisée, boutons mats, demi-sphère dorée pour l'index du gros bouton de volume ou pour la touche de silence (il est en or !).

Panneau de connexion par prises RCA, certaines sont dorées : CD et phono. Visserie cuivrée un peu partout.

Deux sélecteurs, un pour les sources à écouter, l'autre celles à enregistrer. Le préampli phono reçoit un interrupteur de mise hors tension, au cas où il perturberait l'écoute d'une autre source. Un sélecteur rotatif choisit le type de phono et lui associe, ou non, un filtre subsonique. Une touche indépendante met en service un troisième magnétophone ou un processeur audio. L'efficacité du correcteur varie avec la position du potentiomètre de volume. Une touche de « direct » réduit le parcours du signal, encore plus qu'avant, celle de « muting » le coupe.

Très grosses bornes pour la sortie, bien isolées, elles recevront des extrémités de fils dénudés. Un sélecteur rotatif sélectionne la, ou les, paire(s) d'enceintes et les coupe.



Réponse de l'amplificateur Pioneer aux signaux rectangulaires. En haut sur résistance de  $8 \Omega$ , en bas sur résistance de  $8 \Omega$  en parallèle sur un condensateur de  $1 \mu\text{F}$ . Amortissement rapide et faible suroscillation garantissent la stabilité de l'amplificateur. 5 V, 20  $\mu\text{s}$  par division.



Près de 20 kg. Les deux transformateurs sont enfermés dans des culasses moulées, lourdes, les radiateurs ont une structure antirésonnante, les tôles d'acier sont recouvertes de PVC et embouties en nid d'abeilles, rien ne peut vibrer ! La longueur des trajets est réduite au maximum, le réglage de volume se fait directement sur l'ampli de puissance, les commutations sont situées près des entrées. Pioneer associe condensateurs spéciaux pour l'audio et composants plus classiques, intégrés ou non.

## NOUS AVONS MESURE :

Puissance sinus sur $4/8 \Omega$	191 / 110 W
Puissance impulsionnelle $2/4/8 \Omega$	266 / 244 / 189 W
Puissance sur charge complexe $60^\circ$	186 VA / $4 \Omega$
Distorsion harmonique à 1 kHz, P max	0,0054 %
Distorsion harmonique à 10 kHz, P max	< 0,006 %
Distorsion par intermodulation SMPTE, P max	0,015 %
Rapport S/B, auxiliaire, 50 mW NP/P	67 / 75 dB
Rapport S/B, auxiliaire, P max NP/P	102 / 104 dB
Rapport S/B, Phono AM, P max NP/P	82 / 86 dB
Facteur d'amortissement / $8 \Omega$	1 000
Diaphonie à 20 Hz, P max	84 dB
Temps de montée, entrée auxiliaire	6,2 $\mu\text{s}$

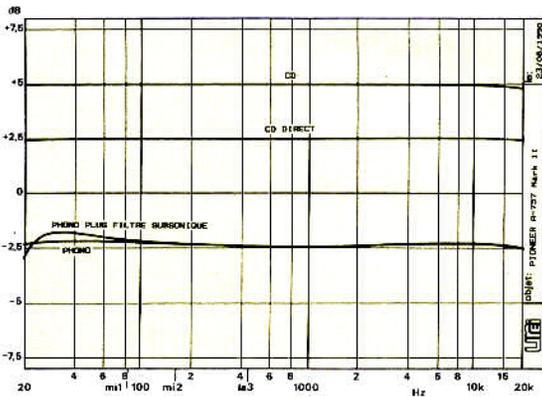


### Le Haut-Parleur a aimé :

- le soin dans la recherche antivibrations
- les sorties massives, le facteur d'amortissement
- la double sélection des sources

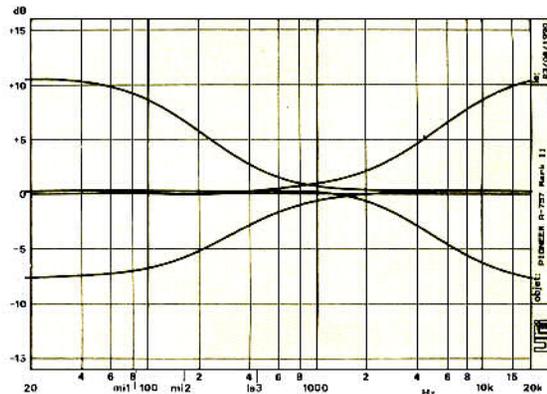


### Le Haut-Parleur n'a rien regretté



◀ Courbe de réponse des entrées de l'amplificateur Pioneer. L'échelle verticale est dilatée. Très légère chute dans l'extrême aigu en CD normal, réponse bien droite pour le préampli phono qui bénéficie d'un filtre subsonique à pente raide.

▶ Courbe d'efficacité de correction de l'amplificateur Pioneer. Les commandes sont placées au maximum, ici, on remonte plus qu'on atténue. Ce correcteur bénéficie par ailleurs d'une correction variant avec la position du potentiomètre de volume, on peut l'utiliser en correction physiologique...





# SANSUI AU-X611 AV

L'aluminium anodisé est associé ici à une luxueuse laque, et aussi à des matières moulées plus synthétiques. Une large zone est réservée à des touches de sélection des nombreuses entrées. Une tranche reçoit sept touches auxiliaires avec ou sans voyants. Boutons cylindriques, le plus gros porte un index rouge visible de loin.

Face arrière archi garnie : AV = Audio + Vidéo, on commute en composite et en S-Vidéo. Donc des RCA pour l'audio, la vidéo, des prises spéciales pour le « S » et des bornes rouges et noires pour les enceintes. Un sélecteur adapte le transfo au secteur.

Quatre entrées « audio », quatre « vidéo » plus une « magnétophone », rares sont les préamplis aussi complets. Pas de concession, l'entrée phono se commute en aimant ou en bobine mobile, le correcteur grave/aigu se commute ainsi qu'une correction physiologique et un filtre subsonique. Quatre prises sont prévues pour un processeur, un bouton rotatif élimine des circuits annexes du trajet du signal audio.

Côté sortie, Sansui a installé un commutateur capable de couper les enceintes pour l'écoute au casque.

Intérieur relativement complexe, avec de nombreux câbles colorés. Les commutations des entrées sont assurées par des circuits intégrés de Toshiba, que nous rencon-

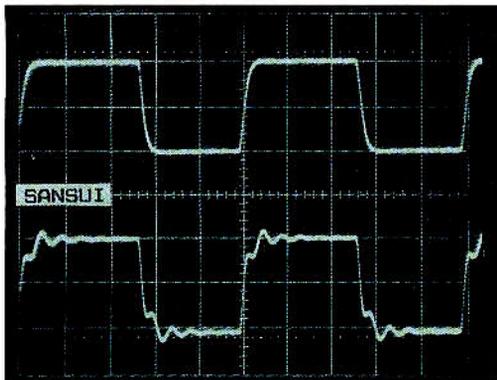


trons depuis plusieurs années déjà. Un boîtier de télécommande double les fonctions principales de l'appareil, on trouvera une télécommande volume par potentiomètre motorisé (d'où l'index du bouton) ainsi qu'une sélection des entrées, aussi bien « audio » que « vidéo ».

## NOUS AVONS MESURÉ :

Puissance sinus sur 4/8 Ω	145 / 98 W
Puissance impulsionnelle 2/4/8 Ω	272 / 196 / 121 W
Puissance sur charge complexe 60°	25 VA / 4 Ω *
Distorsion harmonique à 1 kHz, P max	< 0,0094 %
Distorsion harmonique à 10 kHz, P max	0,025 %
Distorsion par intermodulation SMPTE, P max	0,02 %
Rapport S/B, auxiliaire, 50 mW NP/P	65 / 69 dB
Rapport S/B, auxiliaire, P max NP/P	88 / 97 dB
Rapport S/B, Phono AM, P max NP/P	73 / 82 dB
Facteur d'amortissement / 8 Ω	133
Diaphonie à 20 Hz, P max	66 dB
Temps de montée, entrée auxiliaire	7 μs

\* Sécurité



Réponse de l'amplificateur Sansui aux signaux rectangulaires. En haut sur résistance de 8 Ω, en bas sur résistance de 8 Ω en parallèle sur un condensateur de 1 μF. Oscillation de faible amplitude et amortie rapidement. 5 V, 20 μs par division.



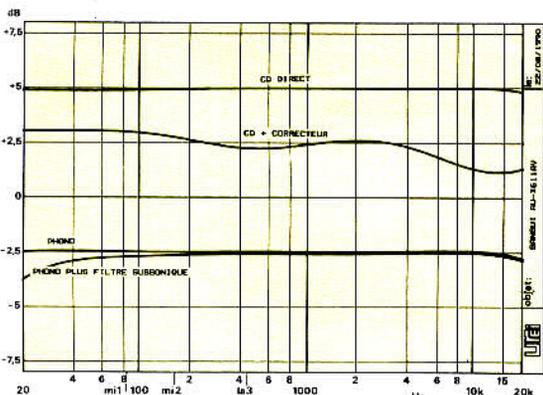
### Le Haut-Parleur a aimé :

- le grand nombre des entrées
- la commutation commune audio et vidéo
- certains commutateurs un peu durs
- le luxe de la face avant



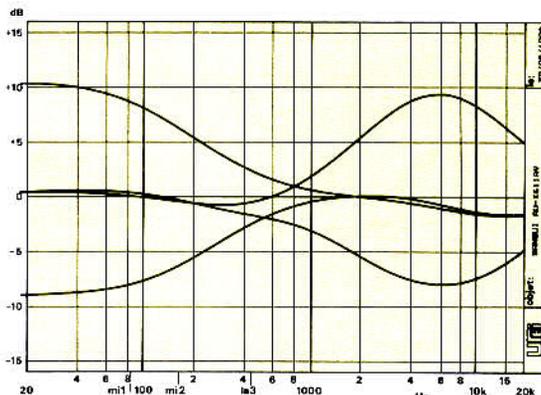
### Le Haut-Parleur a regretté

- la prise secteur à lames plates (prototype ?)
- la protection précoce sur charge complexe



◀ Courbe de réponse des entrées de l'amplificateur Sansui. L'échelle verticale est dilatée. Le direct s'impose, le correcteur au neutre intervient. Réponse phono bien droite donc très précise, légère atténuation de l'extrême aigu.

▶ Courbe d'efficacité de correction de l'amplificateur Sansui. Les commandes sont placées au maximum. Une réponse particulière pour le correcteur d'aigu, qui ne joue pas sur les fréquences ultrasoniques.





# SONY TA-F550 ES

Nous retrouvons dans le 550 ES l'esprit de famille. La face avant est tirée d'un profilé anodisé décoré d'une sérigraphie dorée et blanche. Gros bouton cylindrique pour le volume, les autres adoptent une forme en fonction de l'effort à fournir...

Pas de fusible en face arrière. L'unique fusible (secteur) est à l'intérieur. Quatre sorties stéréo utilisent des bornes bien isolées, d'allure massive. Les prises d'entrée et de sortie à faible niveau sont rassemblées à gauche, avec la prise de masse pour l'entrée phono. Pas de dorure ici.

Deux sélecteurs d'entrée pour le préamplificateur, un classique pour les entrées, les deux magnétophones, un second pour l'entrée directe, la correction ou un adaptateur externe : correcteur graphique, synthétiseur d'ambiance, etc. Un troisième sélecteur choisit séparément la source à enregistrer ou la copie. Le correcteur de timbre peut être éliminé, un filtre subsonique, une touche de silence, un sélecteur de type de phonocapteur et un commutateur mono/stéréo terminent le tableau.

Le dernier sélecteur commute les enceintes en sortie, il les coupera pour l'écoute au casque, qui a droit à une prise dorée.

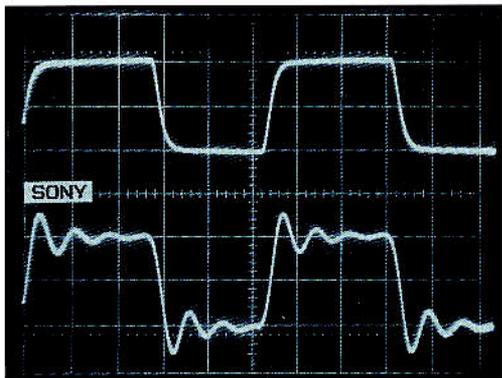
« Double drive spontané », transfo toroïdal monté sur amortisseur, châssis de béton synthétique moulé, tapis rouge (tôle



d'acier floquée) pour les condensateurs de filtrage, des matériaux amortissants ont abondamment été disséminés dans l'appareil. Fabrication intéressante avec interconnexion par circuits imprimés ou câbles terminés par connecteurs.

## NOUS AVONS MESURE :

Puissance sinus sur 4/8 Ω	141 / 96 W
Puissance impulsionnelle 2/4/8 Ω	240 / 189 / 121,6 W
Puissance sur charge complexe 60°	156 VA / 4 Ω
Distorsion harmonique à 1 kHz, P max	< 0,0066 %
Distorsion harmonique à 10 kHz, P max	< 0,006 %
Distorsion par intermodulation SMPTE, P max	0,04 %
Rapport S/B, auxiliaire, 50 mW NP/P	69 / 71 dB
Rapport S/B, auxiliaire, P max NP/P	97 / 100 dB
Rapport S/B, Phono AM, P max NP/P	80 / 90 dB
Facteur d'amortissement / 8 Ω	106
Diaphonie à 20 Hz, P max	74 dB
Temps de montée, entrée auxiliaire	2,5 μs



Réponse de l'amplificateur Sony aux signaux rectangulaires. En haut sur résistance de 8 Ω, en bas sur résistance de 8 Ω en parallèle sur un condensateur de 1 μF. Amplitude relativement importante mais amortissement correct. 5 V, 20 μs par division.

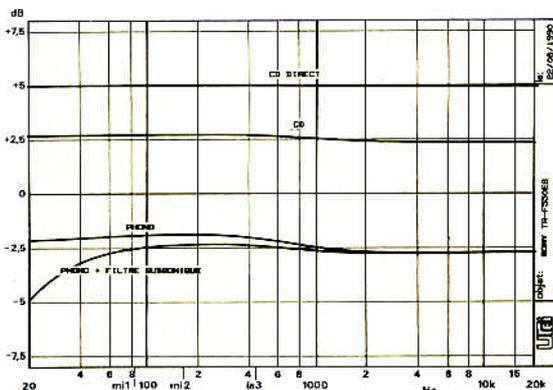


### Le Haut-Parleur a aimé :

- le soin dans la fabrication
- le rapport puissance/prix
- les boutons des commutateurs
- la touche directe, celle de silence, la commutation mono

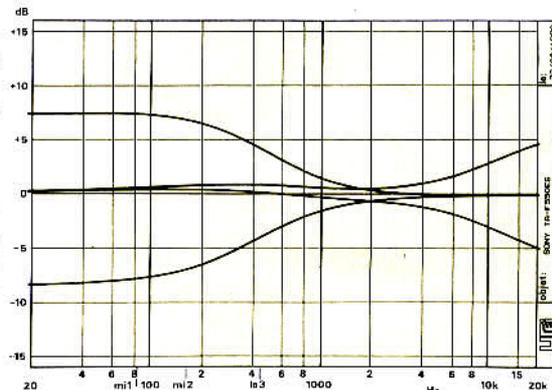


### Le Haut-Parleur n'a rien regretté



◀ Courbe de réponse des entrées de l'amplificateur Sony. L'échelle verticale est dilatée. Bon pour le CD direct, la réponse RIAA diverge légèrement de la droite parfaite...

Courbe d'efficacité de correction ▶ de l'amplificateur Sony. Les commandes sont placées au maximum. Décalage vers l'aigu et action d'amplitude volontairement limitée.





# TECHNICS SU-V670

Une face avant qui peut s'accorder avec tous les éléments du monde ou presque. Le noir n'est pas anodisé, mais métallisé. Gros bouton de volume à double graduation, sélecteurs aplatis faciles à manipuler, boutons ronds pour la correction.

Une prise secteur à deux broches reçoit une des extrémités d'un câble démontable. Les prises RCA ont été réparties en deux rangées, des bouchons de court-circuit ferment les entrées phono. Le rouge des bornes HP tire sur l'orange, le noir est noir.

Le sélecteur d'entrée joue le rôle de monitor pour les magnétophones. L'entrée phono reçoit les cellules à aimant et bobines mobiles. Pas de source directe, mais une coupure du correcteur de timbre. La correction physiologique est là, ainsi qu'une touche mono. Pour l'enregistrement, Technics a choisi un sélecteur séparé avec des positions de copie. Une touche spéciale permet d'entrer directement sur l'ampli de puissance : elle reliera un lecteur de CD directement à l'ampli. Une graduation spéciale du potentiomètre de volume est réservée à cette entrée : Technics couple deux potentiomètres afin de conserver une dynamique élevée à faible puissance. Deux touches sélectionnent les enceintes, deux voyants rappellent la classe AA de l'ampli par leur allumage successif : ampli



de tension puis de courant. Transformateur au cuivre sans oxygène, condensateurs X-pro, classe AA à ampli de courant, double réglage de volume, Technics applique ici le résultat de ses recherches. Les transistors de puissance sont regroupés sur un circuit hydride refroidi par un radiateur de surface importante. Travail sérieux.

## NOUS AVONS MESURE :

Puissance sinus sur 4/8 $\Omega$	156 / 105,8 W
Puissance impulsionnelle 2/4/8 $\Omega$	240 / 196 / 129 W
Puissance sur charge complexe 60°	105 VA / 4 $\Omega$ *
Distorsion harmonique à 1 kHz, P max	< 0,003 %
Distorsion harmonique à 10 kHz, P max	< 0,006 %
Distorsion par intermodulation SMPTE, P max	0,03 %
Rapport S/B, auxiliaire, 50 mW NP/P	80 / 82 dB
Rapport S/B, auxiliaire, P max NP/P	101 / 102 dB
Rapport S/B, Phono AM, P max NP/P	84,5 / 88 dB
Facteur d'amortissement / 8 $\Omega$	86
Diaphonie à 20 Hz, P max	81 dB
Temps de montée, entrée auxiliaire	4,2 $\mu$ s

\* Sécurité



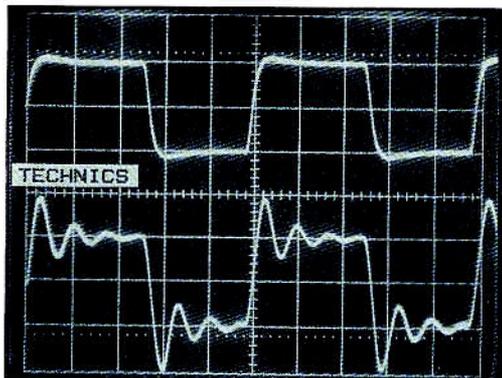
### Le Haut-Parleur a aimé :

- le double potentiomètre de volume et le rapport S/B à faible niveau de sortie
- l'entrée directe
- le rapport puissance/prix
- le soin dans le choix des composants

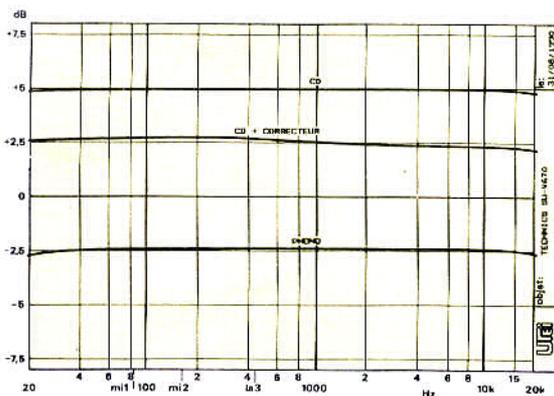


### Le Haut-Parleur a regretté

- la prise secteur non verrouillable

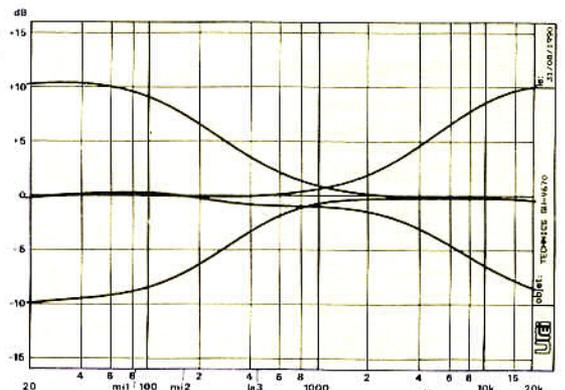


Réponse de l'amplificateur Technics aux signaux rectangulaires. En haut sur résistance de 8  $\Omega$ , en bas sur résistance de 8  $\Omega$  en parallèle sur un condensateur de 1  $\mu$ F. Amplitude importante des surcillations mais l'amortissement est rapide. 5 V, 20  $\mu$ s par division.



◀ Courbe de réponse des entrées de l'amplificateur Technics. L'échelle verticale est dilatée. Bonne linéarité, le correcteur reste neutre.

▶ Courbe d'efficacité de correction de l'amplificateur Technics. Les commandes sont placées au maximum. Une dizaine de décibels de correction maximale centrée sur 1 kHz.





# YAMAHA AX-730

Couleur gris clair pour l'anodisation de la face avant en aluminium. Traitement gris mat pour les touches, les boutons. Les touches des entrées restent alignées, même actionnées, un voyant discret vous indique celle en action. L'appareil existe aussi dans une livrée noire, plus traditionnelle. Deux groupes de prises : quatre entrées/sorties pour magnétophones et processeur, quatre paires pour les autres entrées classiques. Une fente accueille un module d'adaptation de l'ampli à l'une des paires d'enceintes asservies de la gamme (Système A.S.T. - Active Servo Technology), sans module, la sortie B reste classique. Une ligne de sept touches sélectionne les entrées ; la touche CD directe a priorité sur ces dernières mais elle n'est pas intégrée à la ligne. Très complet, le préampli propose la coupure du correcteur de timbre, un filtre subsonique, le silence, le choix du type d'entrée phono ainsi que le mode mono. Yamaha reprend une de ses spécialités : le potentiomètre qui dose la correction physiologique et adapte la progression au rendement des enceintes. Un sélecteur d'enregistrement distingue la source écoutée et celle enregistrée. La sortie, par bornes rouges et noires, est sélectionnée par deux touches indépendantes, A et B, avec quatre positions, donc la cou-



pure totale. Un regret, celui de ne pas accepter d'enceintes de 4 Ω, on se contente de 6 Ω. Fabrication sur circuits imprimés crème, composants spécifiquement audio, radiateur à ailettes rapportées, liaisons par câbles plats, aimants de soufflage sur le relais de coupure. Circuits intégrés et transistors sont à l'œuvre.

## NOUS AVONS MESURE :

Puissance sinus sur 4/8 Ω	- / 129 W
Puissance impulsionnelle 2/4/8 Ω	- / 211 / 170 W
Puissance sur charge complexe 60°	130 VA / 8 Ω
Distorsion harmonique à 1 kHz, P max	< 0,0026 %
Distorsion harmonique à 10 kHz, P max	< 0,0076 %
Distorsion par intermodulation SMPTE, P max	0,036 %
Rapport S/B, auxiliaire, 50 mW NP/P	70 / 73 dB
Rapport S/B, auxiliaire, P max NP/P	101 / 103 dB
Rapport S/B, Phono AM, P max NP/P	83 / 89 dB
Facteur d'amortissement / 8 Ω	1 000
Diaphonie à 20 Hz, P max	83 dB
Temps de montée, entrée auxiliaire	5,5 μs



Réponse de l'amplificateur Yamaha aux signaux rectangulaires. En haut sur résistance de 8 Ω, en bas sur résistance de 8 Ω en parallèle sur un condensateur de 1 μF. Amplitude classique et amortissement normal. 5 V, 20 μs par division.



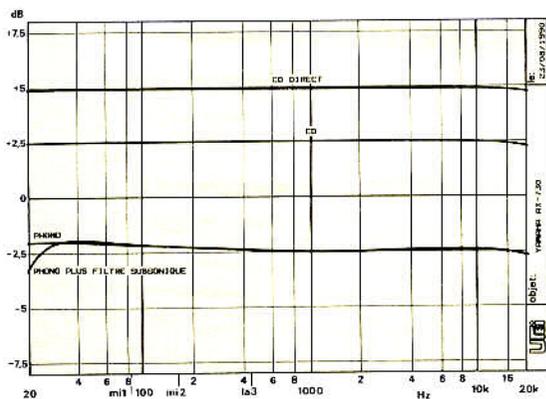
### Le Haut-Parleur a aimé :

- la correction physiologique variable
- la préparation AST et les deux sorties classiques
- le haut facteur d'amortissement



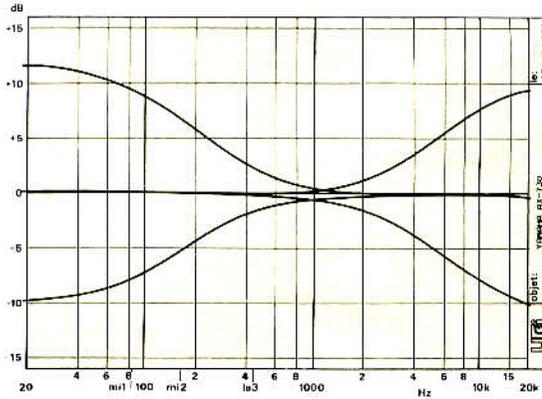
### Le Haut-Parleur a regretté

- l'organisation des sélecteurs d'entrée
- l'impédance mini de 6 Ω



◀ Courbe de réponse des entrées de l'amplificateur Yamaha. L'échelle verticale est dilatée. L'entrée CD directe ou pas reste très linéaire, le filtre subsonique est du second ordre.

▶ Courbe d'efficacité de correction de l'amplificateur Yamaha. Les commandes sont placées au maximum. Près de 12 dB dans l'extrême grave, un peu moins dans l'aigu, le tout articulé sur 1 kHz.



# Panorama des amplificateurs

En complément à nos 10 bancs d'essais, nous vous proposons ci-après les caractéristiques principales d'une grande partie des appareils de ce type, actuellement disponibles sur le marché. Ce tableau a été établi à partir des documentations qui nous ont été transmises par les constructeurs et les importateurs. Les prix sont donnés à titre indicatif mais correspondent le plus souvent aux prix généralement pratiqués.

MARQUE	TYPE	Ampli numérique	Puissance nominale (W/Ω)	Distorsion harmonique (%)	Rapport signal/bruit (dB)	Séparation des voies (dB)	Réponse en fréquence (Hz)	Nombre de sorties H.P.	Télécommande	Consommation (W)	Dimensions L x H x P (mm)	Poids (kg)	Prix (F)
ACCUPHASE	E 305		2 x 130	0,02	108						475 x 170 x 375		28 650
	E 405		2 x 170						•				37 400
	E 206 B		2 x 100	0,01	106						445 x 145 x 370		16 063
AKAI	AM 35		2 x 60	0,005	100	60	5 à 100 000 Hz (-3 dB)	4		240	425 x 156 x 370	9,6	1 990
	AM 55	•	2 x 80	0,005	102	60	5 à 100 000 Hz (-3 dB)	4		320	425 x 156 x 370	10,8	2 990
	AM 73	•	2 x 100	0,008	100	60	3 à 100 000 Hz (-3 dB)	4		340	461 x 177 x 452	17,7	4 790
DENON	PMA 260		2 x 40	0,05	106		5 à 100 000 Hz (+0 dB, -3 dB)	2		130	434 x 95 x 258	4,8	1 500
	PMA 360		2 x 60	0,008	107		4 à 100 000 Hz (+0 dB, -3 dB)	4		200	434 x 120 x 279	5,8	2 300
	PMA 560		2 x 70	0,008	110		4 à 100 000 Hz (+0 dB, -3 dB)	4		220	434 x 140 x 353	7,7	
	PMA 860	•	2 x 80	0,007	110		4 à 150 000 Hz (+0 dB, -3 dB)	4		250	434 x 160 x 397	9,7	4 000
	PMA 1060	•	2 x 105	0,004	110		1 à 250 000 Hz (+0 dB, -3 dB)	4		280	434 x 160 x 398	12,4	5 000
DUAL	CV 6060		2 x 80	0,01	95	80	10 à 80 000 Hz	4			440 x 122 x 245	8	1 990
	CV 6040		2 x 50	0,01	90	80	10 à 70 000 Hz	4		•	440 x 82 x 245	6,5	1 690
	CV 6020		2 x 35	0,02	85	75	10 à 50 000 Hz	4			440 x 82 x 245	5,5	1 490
	CV 3600 RL		2 x 50	0,02	85	60	15 à 50 000 Hz	2	•		345 x 107 x 280	6,2	
	CV 5670		2 x 100	0,01	100	80	6 à 95 000 Hz	4			440 x 142 x 303	14	3 490
	CV 5650		2 x 70	0,01	98	80	10 à 70 000 Hz	4			440 x 122 x 303	8,5	2 590
	CV 5600		2 x 35	0,02	95	75	10 à 60 000 Hz	2			440 x 92 x 303	6,5	1 790
HARMAN-KARDON	HK 6100		2 x 30	0,09	98		10 à 100 000 Hz (+0 dB, -3 dB)	4			443 x 105 x 362	6,4	2 350
	HK 6200		2 x 45	0,09	98		10 à 100 000 Hz (+0 dB, -3 dB)	4			443 x 105 x 362	6,7	2 990
	HK 6300		2 x 60	0,09	98		10 à 100 000 Hz (+0 dB, -3 dB)	4			443 x 105 x 362	7,1	3 990
	HK 6500		2 x 70	0,09	98		10 à 100 000 Hz (+0 dB, -3 dB)	4			443 x 137 x 369	9,3	4 990
	HK 6600		2 x 90	0,08	98		10 à 100 000 Hz (+0 dB, -3 dB)	4			443 x 137 x 385	11,2	6 390

MARQUE	TYPE	Ampli numérique	Puissance nominale (W/Ω)	Distorsion harmonique (%)	Rapport signal/bruit (dB)	Séparation des voies (dB)	Réponse en fréquence (Hz)	Nombre de sorties H.P.	Télécommande	Consommation (W)	Dimensions L x H x P (mm)	Poids (kg)	Prix (F)
HARMAN-KARDON (suite)	HK 6800		2 x 120	0,08	98		10 à 100 000 Hz (+0 dB, -3 dB)	4			443 x 160 x 400	16	9 550
	HK 6900		2 x 225	0,08	98		10 à 100 000 Hz (+0 dB, -3 dB)	4			443 x 160 x 400	18	11 490
JVC	AX 111 BK		2 x 30	0,08	96		10 à 50 000 Hz (+1 dB, -3 dB)				435 x 92 x 217	3,3	990
	AX 211 BK		2 x 50	0,003	104		5 à 80 000 Hz (+0 dB, -3 dB)	4			435 x 92 x 252	5	1 390
	AX 311 BK		2 x 60	0,003	104		5 à 80 000 Hz (+0 dB, -3 dB)	4			435 x 127 x 310	7,2	1 690
	AX 411 BK		2 x 70	0,003	104		5 à 80 000 Hz (+0 dB, -3 dB)	4			435 x 127 x 310	7,5	1 990
	AX 511 BK		2 x 80	0,003	104		5 à 80 000 Hz (+0 dB, -3 dB)	4			435 x 147 x 356	9,3	2 990
	AX 611 BK		2 x 90	0,003	104		5 à 80 000 Hz (+0 dB, -3 dB)	4			435 x 147 x 356	10,2	3 990
KENWOOD	KA 3020		2 x 50	0,05	106		5 à 100 000 Hz (+0 dB, -3 dB)	4		180	440 x 138 x 349	7,4	1 690
	KA 4020		2 x 75	0,05	106		5 à 100 000 Hz (+0 dB, -3 dB)	4		200	440 x 138 x 349	8,3	1 990
	KA 5020		2 x 95	0,02	110		5 à 100 000 Hz (+0 dB, -3 dB)	4		300	440 x 148 x 396	11,8	2 990
	KA 7020		2 x 115	0,008	102		5 à 100 000 Hz (+0 dB, -3 dB)	4		350	440 x 163 x 398	15,5	4 990
	DA 9010	●	2 x 110	0,015	106		5 à 90 000 Hz (+0 dB, -3 dB)	4	●	350	440 x 162 x 422	18	6 990
	KA 1010		2 x 65	0,03	100		10 à 60 000 Hz (+0 dB, -3 dB)	4		150	440 x 133 x 275	6,4	1 490
	KA 4520	●	2 x 110	0,03	100		10 à 50 000 Hz (+0 dB, -3 dB)	4		220	440 x 133 x 281	8,8	2 490
LUXMAN	LV 92		2 x 48	0,008	98		10 à 70 000 Hz (+1 dB, -3 dB)	2			438 x 110 x 278	6	1 790
	LV 91		2 x 55	0,008	98		10 à 70 000 Hz (+1 dB, -3 dB)	2			438 x 110 x 278	6	1 990
	LV 111		2 x 63	0,008	97		10 à 80 000 Hz (+1 dB, -3 dB)				438 x 110 x 270	6,5	2 190
	LV 112		2 x 72	0,007	105		1 à 150 000 Hz (-3 dB)				438 x 137 x 365	9	3 490
	LV 121		2 x 68	0,008	97		1 à 100 000 Hz (-3 dB)	4			438 x 110 x 278	6,5	2 490
	LV 122		2 x 80	0,007	105		1 à 150 000 Hz (-3 dB)	4			438 x 137 x 365	9	3 590
	LV 113	●	2 x 84	0,006	105		1 à 150 000 Hz (-3 dB)	4			438 x 137 x 382	9,8	5 690
	LV 104 u		2 x 80	0,008	110		1 à 150 000 Hz (-3 dB)	4			438 x 148 x 353	10,2	6 990
	LV 107 u		2 x 100	0,008	110		1 à 150 000 Hz (-3 dB)	4			438 x 148 x 353	14,4	8 900
NAD	3020 i		2 x 20	0,03	113		6 à 60 000 Hz	2			420 x 91 x 270	5,5	1 950
	3225 PE		2 x 25	0,03	114		12 à 45 000 Hz	2			420 x 91 x 270	5,5	2 475
	3240 PE		2 x 40	0,03	116		6 à 50 000 Hz	4			420 x 108 x 380	6,7	3 175
	3100		2 x 60	0,03	111		3 à 100 000 Hz (+0 dB, -3 dB)	4			435 x 106 x 385	10,5	5 875
NIKKO	IA 400		2 x 80	0,003	105			4			442 x 130 x 355	14,5	4 000
	IA 600		2 x 120	0,003	105			4			442 x 130 x 355	14,5	5 170
ONKYO	A 8000		2 x 60	0,08	102		15 à 30 000 Hz (± 1 dB)	4			435 x 143 x 287	6,3	1 790
	A 8200		2 x 78	0,06	102		15 à 30 000 Hz (± 1 dB)	4	●		435 x 143 x 287	7,2	2 490
	A-RV 400		2 x 100	0,08	102		15 à 30 000 Hz (± 1 dB)	4	●		435 x 143 x 287	9,1	2 990
	A 8500		2 x 115	0,08	107		2 à 50 000 Hz (+0 dB, -1 dB)	4			435 x 157 x 391	12,5	3 490
	A-R 700		2 x 155	0,008	107		2 à 50 000 Hz (+0 dB, -1 dB)	4	●		435 x 157 x 391	13,1	4 990
	A 8800	●	2 x 150	0,008	107		2 à 50 000 Hz (+0 dB, -1 dB)	4			435 x 164 x 392	14,5	7 490
	A-G 10	●	2 x 180	0,008	107		2 à 50 000 Hz (+0 dB, -1 dB)	4			477 x 183 x 453	30	26 000
PHILIPS	DFA 888	●	2 x 85	0,015	103	80	10 à 60 000 Hz (+1 dB)	4		320	420 x 120 x 335	10,5	3 990
	FA 660		2 x 55	0,008	96	60	10 à 50 000 Hz (-3 dB)	4	●	200	420 x 115 x 260	6,3	2 490
	FA 670		2 x 75	0,008	100	68	10 à 70 000 Hz (-3 dB)	4		280	420 x 135 x 260	7	2 290
	FA 650		2 x 53	0,008	96	60	10 à 50 000 Hz (-3 dB)	4		200	420 x 115 x 260	6	1 690
PIONEER	A 117		2 x 25	0,2	95		10 à 50 000 Hz (+1 dB, -3 dB)	2		210	420 x 96 x 282	4,6	990
	A 227		2 x 35	0,07	100		10 à 50 000 Hz (+1 dB, -3 dB)	4		330	420 x 103 x 282	5,6	1 290
	A 337		2 x 40	0,02	107		5 à 100 000 Hz (0 dB, -3 dB)	4		410	420 x 126 x 348	6,9	1 590
	A 447		2 x 60	0,009	108		5 à 100 000 Hz (0 dB, -3 dB)	4		550	420 x 126 x 348	8,1	1 990
	A 656 Mark II		2 x 70	0,005	110		1 à 150 000 Hz (0 dB, -3 dB)	4		650	420 x 162 x 435	13,5	2 790

MARQUE	TYPE	Ampli numérique	Puissance nominale (W/C)	Distorsion harmonique (%)	Rapport signal/bruit (dB)	Séparation des voies (dB)	Réponse en fréquence (Hz)	Nombre de sorties H.P.	Télécommande	Consommation (W)	Dimensions L x H x P (mm)	Poids (kg)	Prix (F)
PIONEER (suite)	A 757 Mark II		2 x 95	0,003	110		1 à 150 000 Hz (0 dB, - 3 dB)	4		820	420 x 162 x 435	19,5	4 790
	A 858		2 x 105	0,003	110		1 à 150 000 Hz (0 dB, - 3 dB)	4		1000	420 x 172 x 474	24,5	6 990
	A-91 D	●	2 x 120	0,003	109		1 à 150 000 Hz (0 dB, - 3 dB)	4		1000	457 x 173 x 475	29,9	9 990
SANSUI	AU-X 111		2 x 40	0,03	105		10 à 70 000 Hz (+ 1 dB, - 3 dB)	4			430 x 125 x 286	5	1 290
	AU-X 301 i		2 x 75	0,05	105		1 à 100 000 Hz (+ 0 dB, - 3 dB)	2			430 x 136 x 311	9,5	2 290
	AU-X 501 i		2 x 95	0,005	110		1 à 200 000 Hz (+ 0 dB, - 3 dB)	4			448 x 135 x 370	10,8	2 990
	AU-X 711		2 x 120	0,005	110		1 à 200 000 Hz (+ 0 dB, - 3 dB)	4			430 x 160 x 450	18,2	5 290
	AU-X 911 DE	●	2 x 120	0,005	100		0 à 200 000 Hz (+ 0 dB, - 3 dB)	4	●		430 x 163 x 450	18,2	7 490
	AU-X 611 AV		2 x 95	0,008	100		0 à 100 000 Hz (+ 0 dB, - 3 dB)	4	●		430 x 160 x 390	11	4 000
SONY	TA-F 101 R		2 x 30						●				1 400
	TA-F 120		2 x 30					4					1 400
	TA-F 220		2 x 50					4					1 800
	TA-F 420		2 x 70					4					2 300
	TA-F 550 ES		2 x 90					4					3 000
	TA-F 650 ES	●	2 x 90					4					4 500
	TA-F 730 ES		2 x 110					4					5 700
	TA-AV 501 R*		2 x 80					4	●				3 000
TA-IV 80 ES**		2 x 200					4						8 000
TECHNICS	SU 610		2 x 30	0,02	91		3 à 80 000 Hz (+ 0 dB, - 3 dB)	4		300	430 x 125 x 320	6	1 390
	SU-810		2 x 40	0,007	91		3 à 80 000 Hz (+ 0 dB, - 3 dB)	4		380	430 x 125 x 320	6,8	1 590
	SU-V 470		2 x 50	0,009	97		3 à 100 000 Hz (+ 0 dB, - 3 dB)	4		480	430 x 125 x 320	8	1 990
	SU-V 570		2 x 65	0,009	97		3 à 100 000 Hz (+ 0 dB, - 3 dB)	4		550	430 x 158 x 320	9,2	2 490
	SU-V 670		2 x 90	0,0009	97		3 à 100 000 Hz (+ 0 dB, - 3 dB)	4		690	430 x 158 x 370	12,1	2 990
	SU-V 90 D	●	2 x 100	0,0007	100		0,8 à 150 000 Hz (- 3 dB)	4		765	430 x 158 x 397	13,2	6 990
	SU-V 900		2 x 100	0,005	99		0,8 à 150 000 Hz (+ 0 dB, - 3 dB)	4		920	430 x 183 x 436	21	7 490
	SU-MA 10	●	2 x 100	0,005	92		0,8 à 150 000 Hz (+ 0 dB, - 3 dB)	4		970	430 x 186 x 433	25	12 990
TELEFUNKEN	DA 1000	●	2 x 140	0,002	100		20 à 70 000 Hz	4	●				
	HA 880		2 x 80	0,005	96		10 à 60 000 Hz	4	●				
YAMAHA	AX 930		2 x 130	0,003	114		20 à 20 000 Hz (+ 0 dB, - 0,5 dB)	4			435 x 165 x 418	15	5 990
	AX 730		2 x 110	0,003	113		20 à 20 000 Hz (+ 0 dB, - 0,5 dB)	4			435 x 165 x 418	12	4 990
	AX 640		2 x 85	0,003	102		20 à 20 000 Hz (± 0,5 dB)	4			435 x 141 x 332	8	3 490
	AX 540		2 x 85	0,003	102		20 à 20 000 Hz (± 0,5 dB)	4			435 x 141 x 332	7,8	2 990
	AX 440		2 x 55	0,004	106		20 à 20 000 Hz (± 0,5 dB)	4			435 x 134 x 332	6,2	2 190
	AX 330		2 x 30	0,01			20 à 20 000 Hz (+ 0 dB, - 0,5 dB)				435 x 98 x 251	4,4	1 690
	MX 630*		2 x 125	0,003	119	70	20 à 20 000 Hz (+ 0 dB, - 0,2 dB)	4			435 x 170 x 418,5	13	4 990
	MX 830*		2 x 170	0,003	120	72	20 à 20 000 Hz (+ 0 dB, - 0,2 dB)	6			435 x 170 x 425	13,5	6 990
	MX 1000*		2 x 260	0,003	122	72	20 à 20 000 Hz (+ 0 dB, - 0,2 dB)	6			435 x 165 x 425	20,5	11 290
	AVX-20**		2 x 20 2 x 15			100	20 à 20 000 Hz (± 0,5 dB)	4	●		435 x 122,5 x 300,5	7,5	3 590
	AVX-500**		2 x 48 2 x 10			74	20 à 20 000 Hz (+ 0 dB, - 1 dB)		●		435 x 125,5 x 304,7	8,4	4 490
	AVX-700**		2 x 65 2 x 15			98	20 à 20 000 Hz (± 2 dB)		●		435 x 145 x 377	10	5 990
	AX 2000	●	2 x 130			88	20 à 20 000 Hz (± 0,2 dB)	4	●		473 x 170 x 475	28	19 590

\* : A, amplificateur séparé (sans préampli) \*\* : AV, ampli audio vidéo

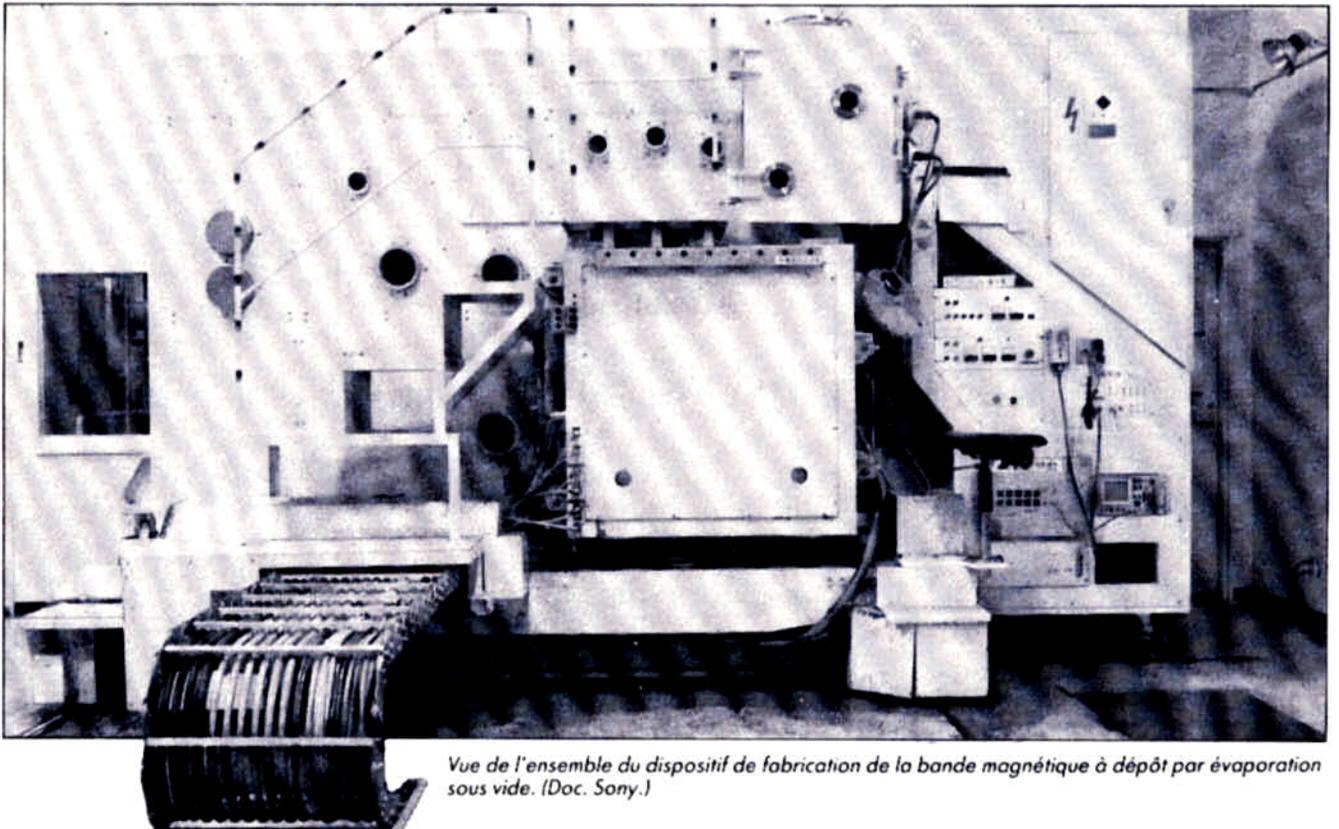
**LES BANC D'ESSAIS SUR MINITEL : 36 15 code HP**

# LES BANDES MAGNETIQUES A DEPOT PAR EVAPORATION SOUS VIDE

Nous avons exposé, au début de cette année, l'évolution passée de la bande magnétique en tant que support de l'information dans de multiples domaines (audio, vidéo, informatique...), ainsi que les tendances actuelles de cette évolution de la bande face à ses concurrents (disque dur, disquette, disque magnéto-optique...)\*. Parmi les tendances actuelles, les bandes à dépôt de la couche magnétique par évaporation sous vide, une technologie qui ne date pas d'hier, mais dont la mise en application, aux plans industriel et commercial, s'avère relativement récente.

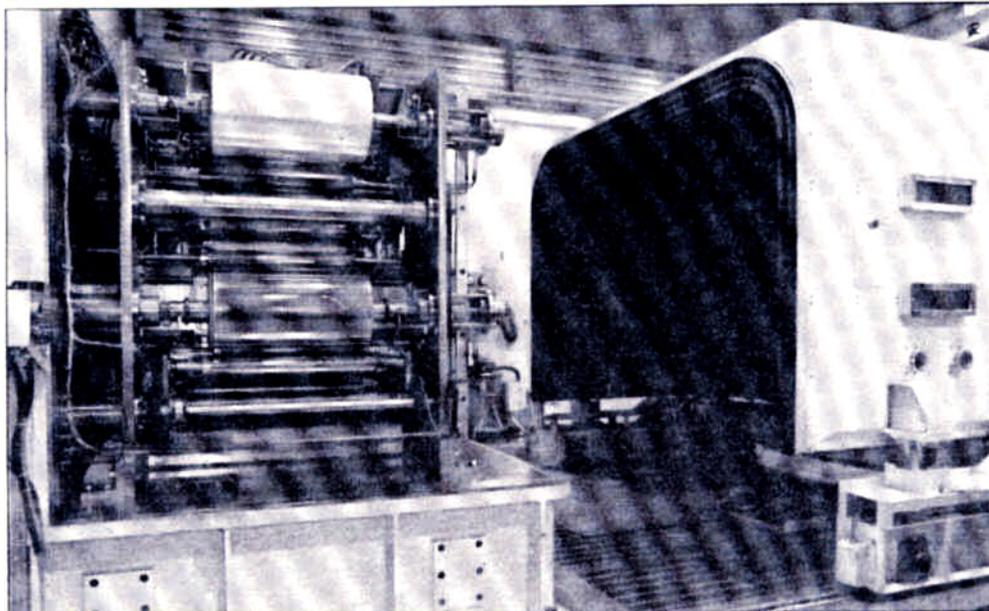
« Relativement », parce que nous avons connu, au début de la précédente décennie, des microcassettes équipées d'un tel type de bande. Lancées par Technics – du groupe nippon Matsushita – sous l'appellation d'Ångrom en 1980, ces microcassettes se caractérisaient par une bande avec couche métallique de 3 000 Å ( $0,3 \mu\text{m}$ ) – d'où, vraisemblablement, l'origine de l'appellation de cette bande – déposée sur un support en mylar de  $5,7 \mu\text{m}$ ; c'est la tenue de la bande à l'allonge-

ment qui empêchera de réduire l'épaisseur du film support. A l'actif de la bande métal à évaporation sous vide (MET : *Metal Evaporated Tape*) : une plus forte densité d'enregistrement, supérieure à celles obtenues avec les bandes à l'oxyde de fer, au dioxyde de chrome, à l'oxyde de fer dopé au cobalt ou même à particules métalliques (MPT : *Metal Particules Tape*). Une raison à cela : l'absence de liant entre les particules métalliques (absence due au procédé de fabrication) auto-



Vue de l'ensemble du dispositif de fabrication de la bande magnétique à dépôt par évaporation sous vide. (Doc. Sony.)

rise une plus forte densité des matériaux magnétisables, et on arrive de nos jours (Sony) à des inductions rémanentes de l'ordre de 3 700 gauss pour les bandes MET contre 2 500 gauss aux MPT. Le seul ennui des bandes MET – par rapport à leurs devancières –, quant à leur réponse en fréquence, provient de la faible épaisseur de leur couche magnétisable ; or, plus la fréquence à enregistrer est basse – ce qui est le cas du bas du spectre audio –, plus le flux magnétique de la tête d'enregistrement est dispersé loin de l'entrefer, ce qui signifie qu'il faut une épaisseur de matériaux magnétisables d'autant plus grande que le signal à mémoriser sera de fréquence plus faible. Pour remédier à cette insuffisance, Matsushita a présenté, en 1985, des minicassettes reprenant l'idée des bandes double couche de type III (Fer-richrome) ; sur ce nouveau type de bande Ångrom, la couche évaporée sous vide était appliquée non plus directement sur le film support, mais sur une sous-couche magnétique conventionnelle, avec liant, déposée au préalable sur le support. Le procédé permettait ainsi de bénéficier de la bonne réponse de la couche MET dans l'aigu tout en palliant ses déficiences



L'intérieur de la chambre à vide, son caisson d'étanchéité dans lequel se fait le vide ayant été déplacé à droite pour permettre de découvrir le dispositif. En haut à gauche, la partie du rouleau de mylar restant à traiter, cette opération ayant déjà été effectuée sur le rouleau inférieur (épaisseur de ce dépôt : 2 000 Å). (Document Sony.)

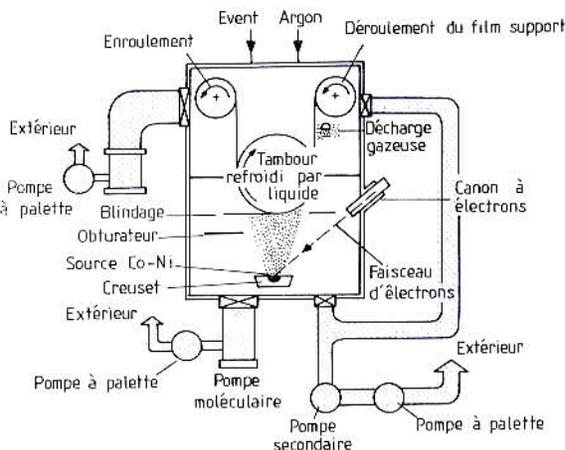
aux fréquences graves, ce au prix d'une épaisseur globale de bande plus élevée. L'aspect, spécifique aux MET, de leur insuffisance dans le bas du spectre audio en enregistrement analogique perd toute son acuité dès lors qu'il s'agit d'enregistrer des signaux après conversion numérique ou encore modulés en fréquences avec transposi-

tion dans une bande de fréquences plus élevée. Là, la bande MET peut donner toute sa mesure, ce qui explique le regain d'intérêt dont elle bénéficie actuellement pour une utilisation en vidéo, dans les caméscopes en particulier, et ce en dépit des technologies de fabrication très « pointues » que nécessite l'élaboration des bandes MET.

## LA FABRICATION DE LA BANDE MET

Nous savons, et ce depuis notre passage à l'école primaire, qu'un corps peut se présenter sous trois états différents : l'état solide, l'état liquide et l'état gazeux ; plusieurs de ces états pouvant

Fig. 1. – Principe du dispositif de métallisation par évaporation sous vide mis en œuvre aux laboratoires R et D d'Ampex à Redwood City. Celle-ci s'effectue dans un caisson étanche où règne un vide poussé ( $10^{-4}$  à  $10^{-5}$  torr), vide obtenu par l'action de pompes primaires et secondaires. Le faisceau d'électrons émis par un canon à électrons vient frapper le contenu de la nacelle, ici un alliage de cobalt et de nickel. L'échauffement qui en résulte entraîne la vaporisation de l'alliage, vaporisation facilitée par le vide régnant dans l'enceinte ; ce vide permet également une propagation quasi rectiligne du faisceau émis par le canon à électrons. Le dépôt s'effectue sur le rouleau du film support, entraîné dans un mouvement de défilement, suivant un angle optimal grâce à un blindage qui obstrue la voie aux émissions n'ayant pas cet angle de dépôt adéquat. La circulation d'un liquide de refroidissement à l'intérieur du tambour évite aux vapeurs métalliques à haute température, qui se déposent sur le film support, de brûler ce dernier tout en facilitant leur condensation. La décharge gazeuse (plasma) en sortie de la bobine débitrice du film a pour but de nettoyer le film et d'augmenter l'adhésion de la couche magnétique.



coexister, en même temps et en équilibre. Sous l'action, combinée ou non, de la température et de la pression, le passage d'un état à un autre peut se produire, et c'est ainsi qu'en partant d'un état, on peut parvenir à un des deux autres.

- en partant de l'état solide, on peut parvenir à l'état liquide (par fusion) ou à l'état gazeux (par sublimation ou évaporation) ;
- en partant de l'état gazeux, on peut parvenir à l'état liquide (par liquéfaction ou encore condensation) ou à l'état solide (condensation) ;
- en partant de l'état liquide, on peut parvenir à l'état gazeux (par évaporation ou vaporisation) ou à l'état solide (condensation).

Pour évaporer ou sublimer un corps, il faut lui apporter un certain nombre de calories, donc une certaine quantité de chaleur. En effet, pour qu'une molécule quitte un solide ou un liquide, il faut lui fournir de l'énergie, une énergie suffisante pour que la molécule puisse vaincre les énormes forces d'attraction qui la retiennent à ses voisines. D'autre part, les molécules et atomes ainsi libérés ne doivent pas être gênés dans leur déplacement par des particules étrangères, en particulier d'autres molécules gazeuses, qui les empêcheraient d'atteindre la cible ou le but qui leur est fixé. De là, la nécessité de faire un bon vide dans l'enceinte où s'effectuera l'évaporation, de l'ordre de  $10^{-4}$  à  $10^{-5}$  torr (1 torr = 1 mm de mercure en unité de pression). Ce vide poussé fera que le libre parcours moyen des molécules sera grand devant la distance qui sépare la source (la nacelle qui contient les métaux à évaporer) du film support à recouvrir du dépôt magnétique. Rappelons ici que le libre parcours moyen est la distance moyenne que parcourt une molécule entre deux chocs consécutifs. Pour éviter les

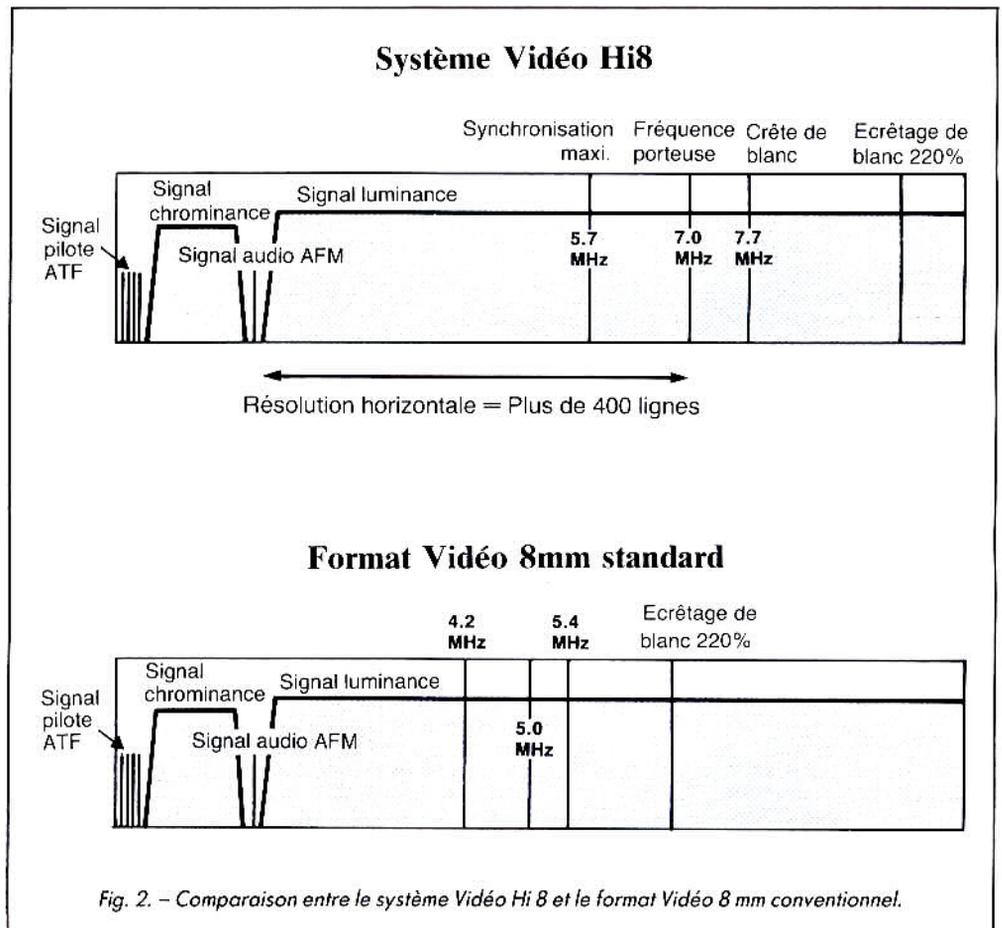
chocs ou tout au moins réduire leur nombre, compte tenu du fait que ce nombre est inversement proportionnel à la pression, il convient donc de diminuer celle-ci. Comme le laisse entendre l'expression « libre parcours moyen », cette distance parcourue entre deux chocs successifs est le résultat d'une moyenne statistique portant sur un grand nombre de chocs, certains parcours pouvant être plus longs et d'autres plus courts. Pour fixer les idées et dans le cas de l'air à la température ambiante, le libre parcours moyen est de :

- $9 \cdot 10^{-8}$  m pour la pression atmosphérique normale (760 torrs) ;
- $7 \cdot 10^{-5}$  m pour une pression de 1 torr ;
- $7 \cdot 10^{-3}$  m pour une pression de  $10^{-2}$  torr ;
- 7 m pour une pression de  $10^{-5}$  torr... et 700 m pour une pression de  $10^{-7}$  torr.

Dans les conditions d'un libre parcours moyen grand devant la distance nacelle-support, les jets atomiques se propagent en ligne droite dans leur majorité (peu ou pas de chocs), alors que la forme donnée à la nacelle les empêche de se propager dans toutes les directions en privilégiant celle dans laquelle se situe le support. La figure 1 représente la schématisation d'une installation que nous avons pu voir au centre R & D Ampex à Redwood City, en Californie. La nacelle renferme un alliage cobalt-nickel (Co : 80 % et Ni : 20 %), la sublimation étant obtenue par un faisceau électronique émis par un canon à électrons. Remarquons au passage que cobalt et nickel présentent la même chaleur de sublimation (85 kcal/mole), ce qui ne privilégie aucun des deux métaux par rapport à l'autre. Ce dispositif, expérimental, a permis

de fabriquer des bandes MET dont le support faisait  $4 \mu\text{m}$  d'épaisseur et le revêtement magnétique déposé sous vide seulement  $0,15 \mu\text{m}$  (soit de l'ordre de 5 % de celui d'un revêtement d'une bande MPT). Quant à l'induction rémanente, sur un des échantillons, elle atteint 3 728 gauss (contre 2 162 gauss pour la bande MPT). Ce processus de fabrication s'accompagne du dépôt d'une couche protectrice et lubrifiante en fin d'élabo-ration du produit.

Si Ampex, inventeur du magnéscope, a abandonné depuis quelques années toute activité grand public (et en particulier celle des bandes magnétiques destinées à un tel secteur d'utilisation), il reste bien présent dans le domaine professionnel, essentiellement pour tout ce qui ressort de l'image vidéo. Sa collaboration avec Sony a d'ailleurs conduit à la sortie



\* Le Haut-Parleur, n° 1773 (février 1990) et n° 1774 (mars 1990).

du format D2 pour les magnétoscopes professionnels numériques composites, ce qui nous amène à Sony, toujours présent en vidéo – et plus que jamais – tant en ce qui concerne des matériels de large diffusion que professionnels. Or, de la même façon que les bandes MPT sont apparues d'abord dans le domaine grand public, au début de la précédente décennie, pour ensuite s'imposer dans des usages professionnels (magnétoscopes et caméscopes aux standards Bétacam SP et M II, magnétophone numérique R-DAT, magnéscope numérique D2...), il y a fort à croire que les bandes MET suivront une voie identique après avoir subi le banc d'essai d'une utilisation grand public pendant plusieurs années. Des bandes MET à destination du grand public, il en existe déjà, conçues pour une utilisation conjointe avec les caméscopes 8 mm Hi 8 apparus l'an dernier au CES de Chicago, le Hi 8 proposé par Sony étant le dernier en date des formats vidéo.

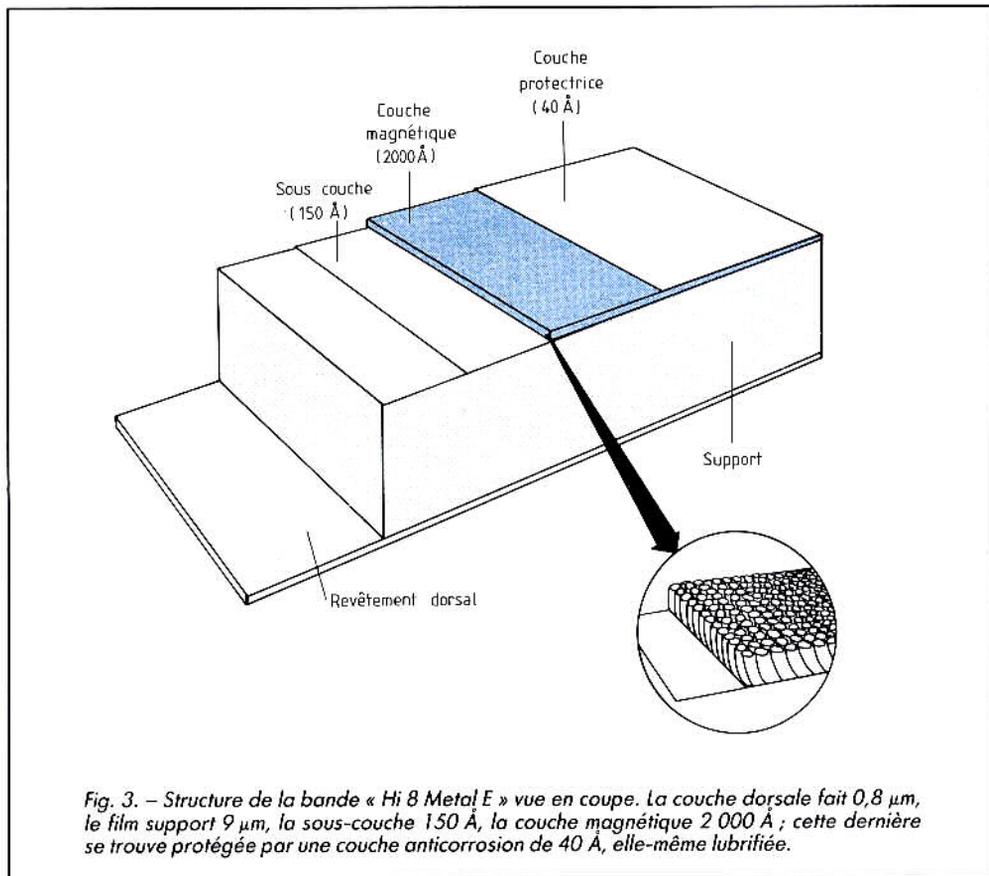
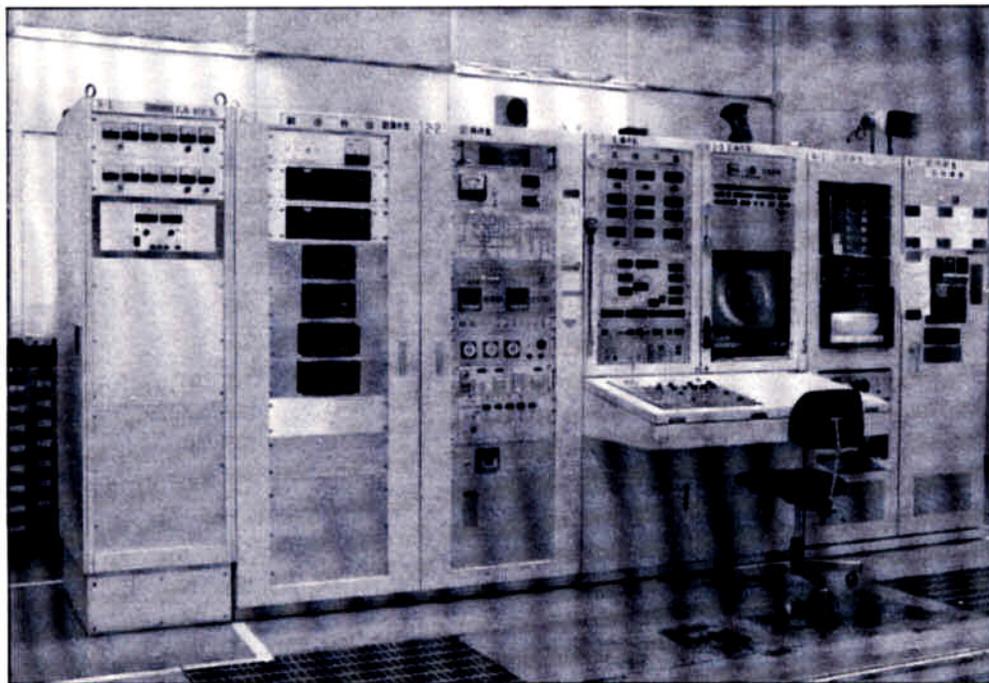


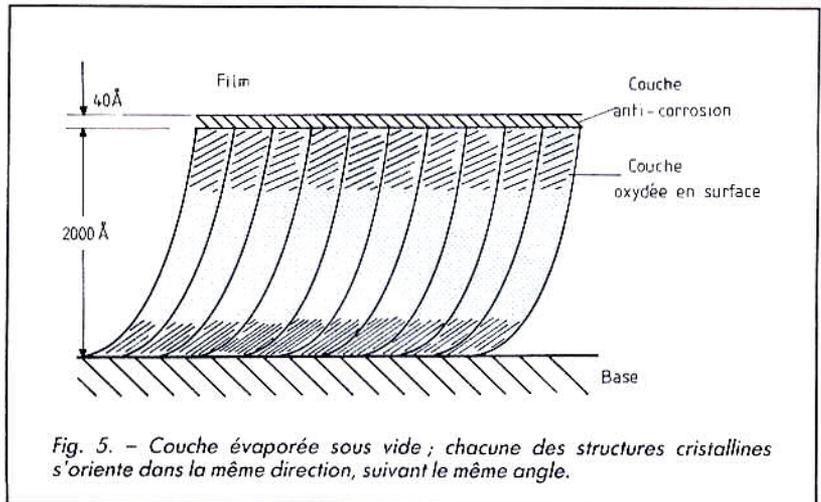
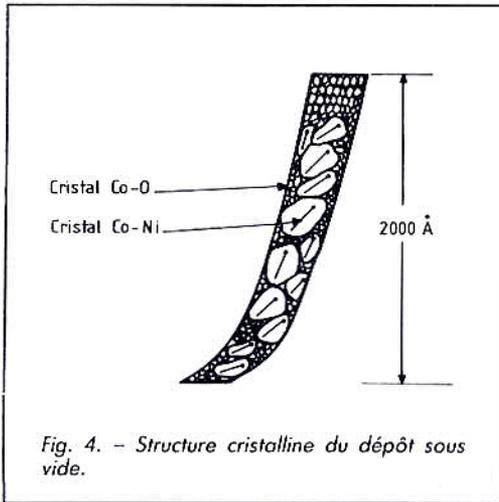
Fig. 3. – Structure de la bande « Hi 8 Metal E » vue en coupe. La couche dorsale fait 0,8 µm, le film support 9 µm, la sous-couche 150 Å, la couche magnétique 2 000 Å ; cette dernière se trouve protégée par une couche anticorrosion de 40 Å, elle-même lubrifiée.



Le pupitre de contrôle et de commande de l'installation à dépôt sous vide : de nombreux paramètres doivent être suivis et maîtrisés. (Document Sony.)

## LA BANDE HI 8 METAL E DE SONY

Si nous le comparons au 8 mm conventionnel (fig. 2), il apparaît que le Hi 8 voit sa portée lumineuse monter jusqu'à 7 MHz (au lieu de 5 MHz) et que la déviation en fréquence est de 2 MHz (contre 1,2 MHz pour le 8 mm). En outre, la constante de temps de préaccentuation du Hi 8 n'est que de valeur 1/3 de celle du 8 mm. Grâce à ces améliorations, le Hi 8 peut descendre vers des longueurs d'onde plus courtes : 0,98 µm contre 0,7 µm pour le 8 mm. (Il s'agit des longueurs d'onde  $\lambda$  sur la bande, suivant la relation  $\lambda = v/f$  avec  $\lambda$  en mètres,  $f$  en Hz et  $v$ , vitesse relative bande-tête magnétique, en m/s.) Or la bande MET, commercialisée par Sony sous l'appellation Hi 8 Metal E (E



pour *Evaporated*), rend possible l'enregistrement de longueurs d'onde plus courtes que  $0,5 \mu\text{m}$ ; elle se trouve donc parfaitement adaptée au Hi 8, d'autant que, par rapport à la bande MPT, cette bande MET améliore le rapport C/N (porteuse/bruit) de 6 dB et le niveau de sortie d'une quantité du même ordre.

Quant au procédé de fabrication mis en œuvre par Sony pour élaborer sa bande MET, on aura une idée de sa complexité en prenant connaissance des photos qui accompagnent cet article. Le procédé est très voisin de celui d'Ampex, avec, vraisemblablement, une antériorité pour Sony. La bande MET Sony se caractérise par 80 % d'alliage magnétique (Co-Ni)

en dehors du film support, les 20 % restants étant constitués d'une couche dorsale, d'une couche de protection... (fig. 3).

Quelques précisions quant à la bande Hi 8 Metal E : la figure 4 montre la structure cristalline de l'alliage métallique magnétique déposé sur le film support. Les cristaux de l'alliage Ni-Co marqués avec des flèches ont un rapport direct sur l'enregistrement magnétique; les cristaux plus petits constituent une couche de cobalt oxydée. Ces cristaux ne jouent aucun rôle au cours du processus d'aimantation, mais la couche qu'ils constituent protège les particules magnétisables de la corrosion et, par là même, améliore la stabilité de la bande tant du point de vue physique que chimique.

Cette couche est formée en faisant agir un mélange gazeux approprié, à base d'oxygène, sur la couche en fin de déposition par évaporation.

La figure 5 représente la vue en coupe de la bande MET. Sur cette figure, on constate que chacun des cristaux magnétiques est incliné dans la même direction, suivant un angle constant. Cette orientation des cristaux s'adapte parfaitement à la configuration du champ magnétique généré par la tête d'enregistrement. Théoriquement, cela signifie qu'une densité d'enregistrement extrêmement élevée est possible, ce qui est effectivement réalisé en pratique par un accroissement spectaculaire du niveau de sortie aux fréquences élevées.

On remarquera que Sony intercale, juste après l'opération de nettoyage du mylar par un plasma gazeux et juste avant la déposition de l'alliage Co-Ni, une sous-couche de  $150 \text{ \AA}$  d'épaisseur constituée de milliards de particules ultra-fines. Le but de cette sous-couche : jouer le rôle d'amortisseur mécanique, ce qui améliore la qualité de l'arrêt sur image. Un tel arrêt est possible pendant une heure avec cet artifice sans dégradation visible de l'image; alors que cette qualité se dégrade rapidement - baisse du niveau de sortie de - 10 dB au bout de 15 minutes - si

cette sous-couche est absente. Enfin, la surface de la bande en contact avec les têtes reçoit un traitement particulier pour parvenir à un défilement régulier et sans à-coups. Ce traitement conduira à un coefficient de friction réduit et indépendant du taux hygrométrique ambiant.

Si maintenant nous comparons la tenue d'une bande MET à celle d'une bande MPT, elle est du même ordre pour l'une et l'autre : chute de quelques dixièmes de dB après cent passages ou une heure d'arrêt sur image. Quant à la perte d'aimantation de la bande MET, simulée sur dix ans, elle reste très faible (quelques dB), alors que la dégradation du rapport signal luminosité/bruit ne dépasse pas 1 dB (sur la même période).

Les simulations ont été menées conjointement avec des essais réels (exposition continue aux embruns de la mer, aux vapeurs sulfureuses de sources d'eau chaude, à des températures chaudes et humides ou voisines de l'eau...), essais qui ont permis de tirer des conclusions et des enseignements quant aux améliorations à apporter à la bande Hi 8 Metal E avant que celle-ci passe au stade de la fabrication commerciale. On n'est jamais trop prudent quand on s'engage dans une nouvelle voie technologique...



La Hi 8 Metal E de Sony (existe en 30, 60 et 90 minutes).

# Kenwood développe un système CD-WO enregistrable

Nous l'avons discrètement découvert en octobre 1989, à l'usine d'Hachioji, dans une version moins avancée.

Aujourd'hui, l'intégration aidant, le constructeur japonais peut présenter un produit utilisable pour les applications professionnelles.

Mais l'histoire du CD enregistrable remonte déjà à quelques années auparavant pour Kenwood.

En effet, dès 1983, la marque proposait déjà sur le marché professionnel un encodeur pour compact-disc, le DA-3500 ; cet appareil générait les codes temporels, la correction d'erreur et finalement le signal composite EFM gravé sur le disque. Ainsi, de nombreux producteurs indépendants ont pu graver leurs masters avec cet appareil, dès lors qu'ils possédaient un original sur bande en numérique. L'objet voisinait souvent avec le processeur A/N Sony PCM 1630 et le magnétophone numérique DMR 2000.

## Littérature

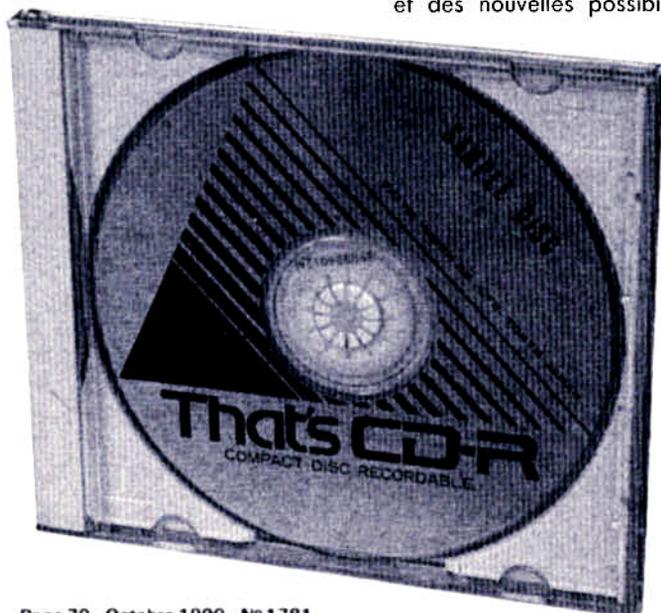
Les licenciés du procédé Compact-Disc sont régulièrement tenus au courant de l'évolution technique de ce support et des nouvelles possibilités

d'exploitation. Au début du CD, celui dédié alors aux seules applications audio, fut édité ce que l'on nomme le Livre Rouge du Compact-disc, à l'initiative des inventeurs et de l'EIAJ. Ce livre résume en fait tout ce qui concerne les normes de fabrication des disques : encodage, correction des erreurs, modulation EFM, gravure, etc. Apparurent par la suite le Livre jaune, pour le CD-ROM, le Livre vert pour le CDI, le Livre Bleu pour le CD-WO (Write Once), disque enregistrable pour applications informatiques, enfin le Livre orange, pour les CD-MO et CD-R ; le premier, CD-MO, correspond plus exactement à ce que l'on appelle plus couramment MOD (disque à enregistrement magnéto-optique), procédé défendu il y a encore quelque temps par Thomson. Le second CD-R correspond au CD audio enregistrable par procédé essentiellement optique. Notons au passage que la nature des supports optiques sont différents : la base du CD-MO est faite de matériaux exotiques dus à Fuji Film. Celle du CD-R est en or, fournie par Tayo Yuden, dont une des marques est très connue, s'agissant de That's. C'est sous un contrat de projet avec cette firme que travaille Kenwood sur le CD-R.

## En une question

En effet, il y avait deux problèmes à résoudre et chacun des partenaires pouvait y amener ses compétences.

Kenwood pour l'électronique d'encodage, That's pour le disque. Quoi qu'il y paraisse, les deux problèmes sont liés et tiennent en une seule question : Comment graver un disque vierge, au sens où celui-ci ne comporte aucun point de repère physique indiquant où et quand il faut graver ? La moitié de la réponse est fournie par le fabricant du disque. Le CD-R présente une prégravure sur une piste en spirale au pas du CD standard (1,6  $\mu\text{m}$ ). Cette gravure est optique, mais n'est pas constituée de cuvettes comme sur un CD standard, disposées selon les séquences de codage EFM, mais selon une simple modulation FM, à l'instar d'un disque vidéo par exemple, à ceci près que la fréquence est fixe. D'où modulation de la fréquence à la lecture du disque, puisque selon le rayon la vitesse d'analyse varie linéairement (principe de la CAV). L'autre moitié de la réponse vient de Kenwood. L'enregistreur sait détecter, par lecture préalable, cette fréquence enregistrée sur le CD-R vierge. La fréquence mesurée et corrélée à la vitesse de rotation du disque donne la valeur du rayon où s'effectue la lecture (voir fig. 1). La détection de fréquence est baptisée ici « Wobble ». Le calcul du rayon, et par voie de conséquence du temps par rapport à un zéro référencé à la valeur de rayon égale à 23 mm, est du au procédé ATIP intégré (Absolute Time In Pre-groove). Grâce à un PLL, la



fonction Wobble permet de caler un signal à 22,05 kHz (la moitié de 44,1 kHz, ce qui n'est pas un hasard) pilotant le servo de CLV pour l'enregistrement. La figure 2 montre que le disque utilisé ne diffère que peu de celui que nous écoutons tous les jours. Toutes les dimensions extérieures en sont identiques ; les capacités d'enregistrement, en durée et en volume binaire, sont les mêmes. Dans la version standard, la vitesse d'écriture est de 1,2 à 1,4 m/s en CLV. Cela dit, nous avons questionné les ingénieurs à ce sujet, et ils nous ont précisé que la vitesse maximale possible était de 7,4 m/s. Cela offre des possibilités de copie à grande vitesse. La puissance du laser de gravure doit être comprise entre 6 et 9 mW (le flux n'est pas précisé), sous une longueur d'onde de 780 nm (soit la même qu'en lecture).

En revanche, la puissance du laser en lecture ne saurait excéder 2,1 mW sous peine d'effacement... La puissance des lecteurs laser actuels n'est pas sujette à normalisation mais on sait dans la pratique qu'elle se situe entre 0,1 et 0,3 mW. Il est à remarquer qu'un CD-R enregistré présente, à contenu égal, un taux d'erreur normalisé (valeur moyenne BLER) dix fois moindre à celui de son homologue pressé. Le disque doit garder son contenu stable au moins cinq ans, sauf en cas d'exposition prolongée à la lumière. On remarquera d'ailleurs la couleur particulière du substrat polycarbonate, tirant sur le vert, jouant certainement là un rôle protecteur supplémentaire contre les rayons infrarouges proches et ultraviolets.

## L'enregistrement

Le CD standard est gravé entre 46 mm de diamètre et 116 mm. Les trois premiers millimètres (46 à 49 environ) sont réservés au T.O.C. (Table Of Contents), une sorte de table des matières, préalable systématique et indispensable à la suite de la lecture. Dans les grands principes, le CD-R reprend cette idée avec toutefois une légère différence. A

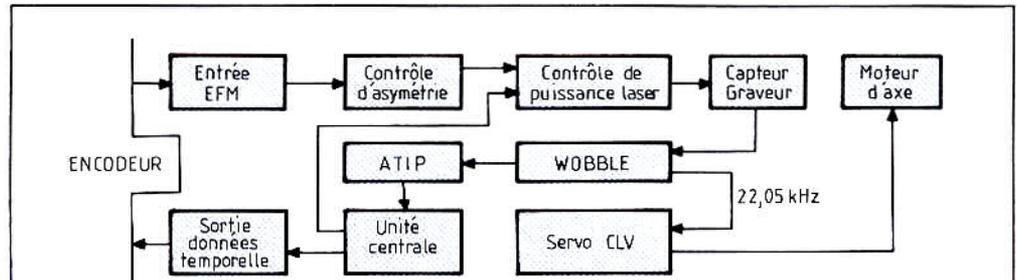


Fig. 1. - Schéma bloc du DD-7200. La communication est à double sens avec l'encodeur (DD-7000) : entrée en modulation EFM complète (audio + données de service), sortie des données temporelles calculées d'après la valeur ATIP. Le servo de vitesse de rotation du disque est piloté par la prégravure fm (Wobble) en enregistrement ou par signal EFM en lecture.

la place de T.O.C. on trouvera deux plages ; l'une est PCA (Power Calibration Area), l'autre PMA (Program Memory Area). PCA, une fois le disque gravé, indique au lecteur/enregistreur qu'il faut conserver une puissance laser raisonnable, sur toute la partie gravée en EFM, et donne la durée déjà enregistrée. PMA joue le rôle du T.O.C. des CD standards : nombre de pistes, durées, etc. Car le disque peut être enregistré de manière ininterrompue ou incrémentable, avec reprise (conformé-

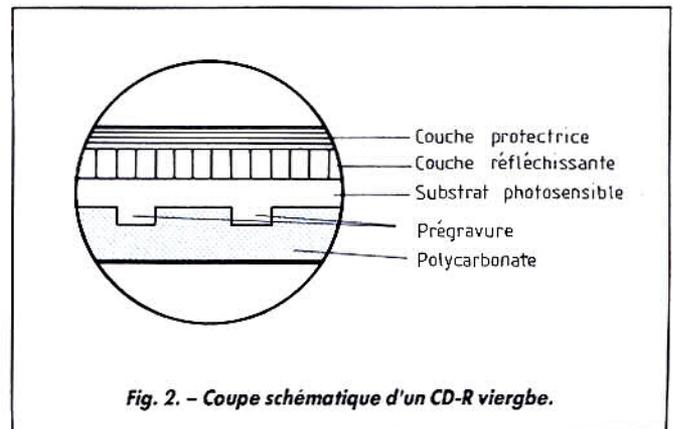
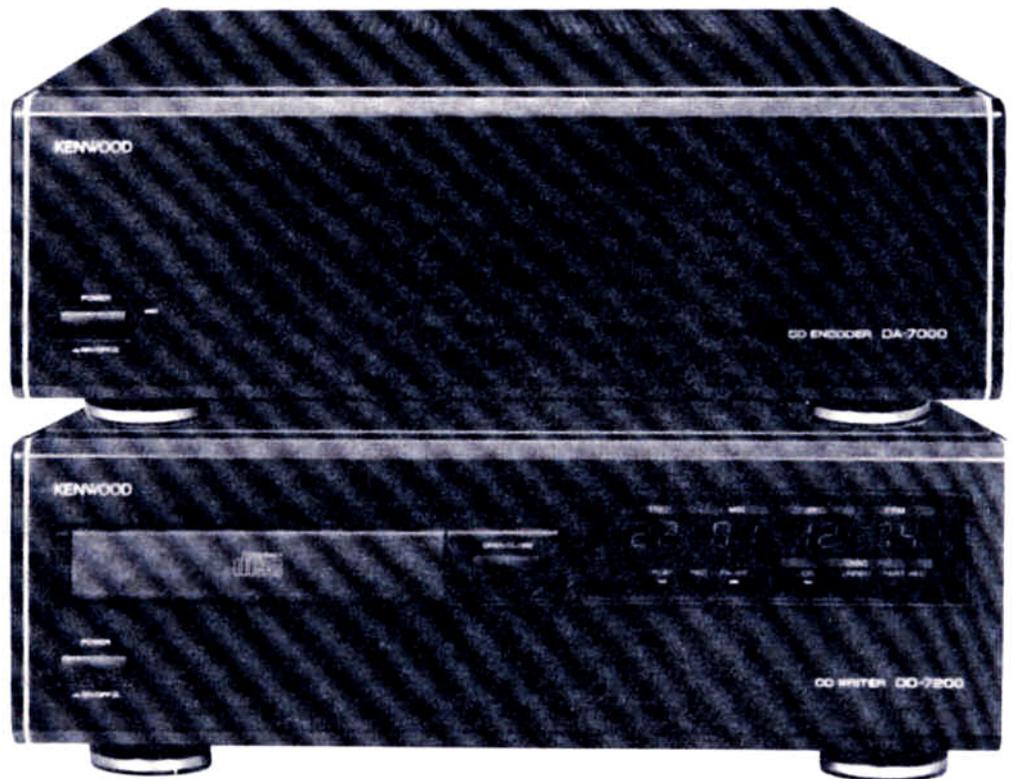


Fig. 2. - Coupe schématique d'un CD-R vierge.



En haut : l'encodeur DA-7000. En bas : le graveur DD-7200 (lecteur également).



2<sup>e</sup> PARTIE  
voir n° 1780

## Diviseurs binaires de fréquences

A partir du signal de fréquence précise, correctement mis en forme, nous allons, par exemple, en diviser la fréquence. Il y a essentiellement trois types de divisions :

- division par une puissance de 2 ;
- division par une puissance de 10 ;
- division par un nombre quelconque.

Commençons par le cas d'une division par une puissance de 2, parce que c'est particulièrement facile. On va tout simplement utiliser une série de bistables de « type T », c'est-à-dire des bistables ayant une commande « T » (comme transition), qui, à chaque signal complet (montant et descendant) reçu, fait changer l'état du bistable.

On peut prendre, pour cela, des basculeurs dits « J-K », en portant les entrées J et K au niveau haut, mais c'est « du luxe ». Il vaut mieux utiliser les circuits intégrés comportant plusieurs bistables T en cascade.

Il y a, par exemple, le HEF 4520, qui comporte deux groupes de quatre bistables T. Chaque circuit divise donc par  $16 \times 16 = 256$ , si l'on met les deux groupes en cascade. Ainsi, avec deux circuits 4520, on peut diviser par 65 536, ce qui permet d'obtenir des signaux à 1 Hz à partir d'un quartz à 65,536 Hz. Il ne faut pas oublier que chaque sortie de bistable est disponible, et que l'on peut donc, avec un groupe de deux 4520, attaqué par une fréquence F, obtenir des fréquences F/2, F/4, F/8, F/16, F/32... F/8192, F/16384, F/32768 et F/65536. La figure 9 donne un exemple d'utilisation d'un HEF 4520. Les broches 7 et 15 sont à la masse, car ce sont les commandes de remise à zéro des compteurs, que nous n'utilisons pas ici. Le premier groupe de quatre est attaqué

# Division et multiplication de fréquence

par le signal à fréquence F sur l'entrée 2 avec l'entrée 1 à la masse, car, ainsi, le compteur avance sur les flancs descendants du signal d'entrée.

Pour la seconde section (entrée 10, sorties 11, 12, 13 et 14), on a utilisé le même type de commande, de sorte que la sortie 11 change d'état lors des flancs descendants du signal de la broche 6 (signal à fréquence F/16).

Pour mettre deux 4520 en cascade, on câble le second exactement comme celui de la figure 9, on commande son entrée 2 par la sortie 14 du premier. Sa sortie 3 donnera le signal à fréquence F/512, sa sortie 4 sera à la fréquence

F/1024... et sa sortie 14 à la fréquence F/65536.

## Ne gênons pas les compteurs !

Si nous voulons « utiliser » les sorties à fréquence F/2, F/4... F/65536, nous pouvons évidemment prélever les signaux directement sur ces sorties. Mais, en général, il est plutôt déconseillé de procéder ainsi. En effet, nous risquons de perturber le fonctionnement des étages binaires en reliant leurs sorties à des fils un peu longs. Nous introduisons ainsi des capacités parasites par rapport à la masse, ou entre les différentes sorties, et l'on

arrive quelquefois à perturber complètement le fonctionnement des compteurs.

Le remède est simple. Nous pouvons, par exemple, réaliser sur chaque sortie un petit amplificateur équipé d'un transistor en collecteur commun (mais avec un résistor en série, pour éviter la destruction du transistor en cas de court-circuit). L'utilisation de tels amplificateurs est, de loin, la meilleure solution. La figure 10 donne un exemple d'étage de ce type.

On peut aussi utiliser des « buffers » intégrés, comme ceux du circuit HEF 4050, qui comporte six de ses « buffers ». Rappelons qu'un « buffer » est une sorte d'amplifica-

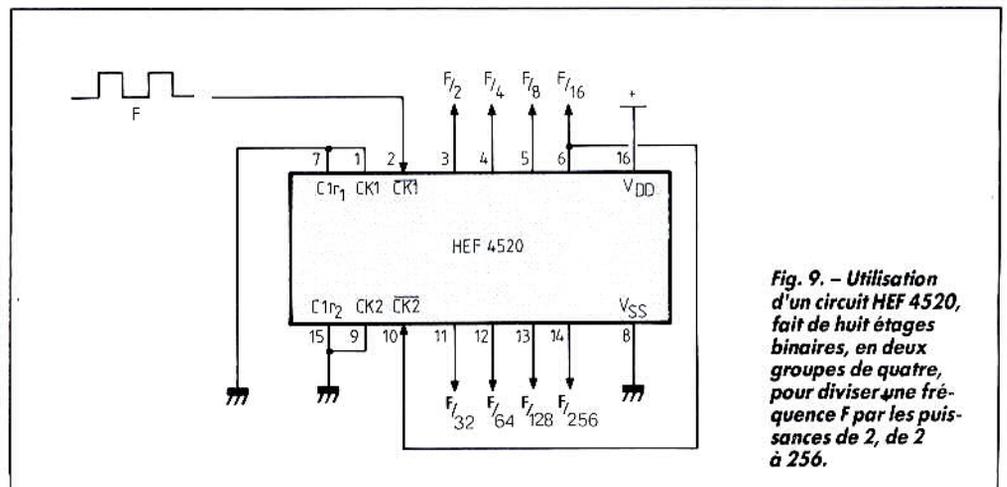
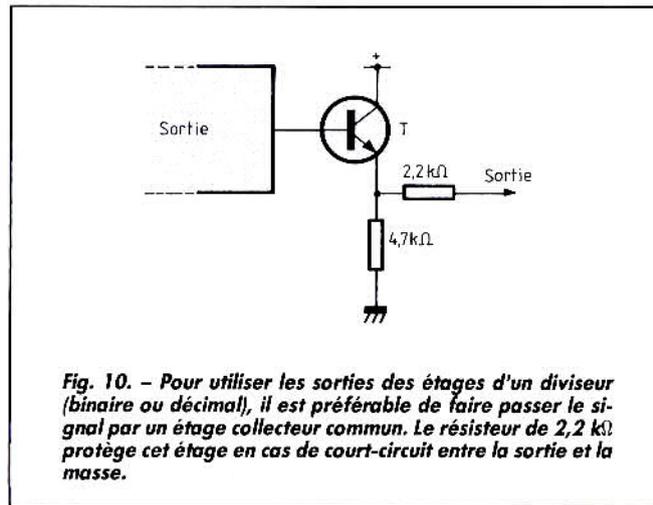


Fig. 9. - Utilisation d'un circuit HEF 4520, fait de huit étages binaires, en deux groupes de quatre, pour diviser une fréquence F par les puissances de 2, de 2 à 256.

teur de courant, fonctionnant sur des signaux logiques (tout ou rien), donnant un niveau de sortie identique au niveau d'entrée, mais rendant l'entrée relativement indépendante de la sortie.

Un tel buffer ne consomme, à son entrée, qu'un courant très faible, et il est capable, sur sa sortie, de fournir (à l'état logique haut) ou de consommer (à l'état logique bas) une intensité assez notable.

Chaque sortie de compteur commande une entrée de buffer, et ainsi, même si on met en court-circuit à la masse la sortie du buffer, on ne perturbe pas le compteur.



**Fig. 10.** - Pour utiliser les sorties des étages d'un diviseur (binaire ou décimal), il est préférable de faire passer le signal par un étage collecteur commun. Le résistor de 2,2 kΩ protège cet étage en cas de court-circuit entre la sortie et la masse.

## D'autres compteurs binaires

Le HEF 4520 n'est qu'un exemple parmi bien d'autres. Dans la gamme des circuits CMOS, on peut signaler le HEF 4040, contenant, en un seul circuit, douze étages binaires en cascade (toutes les sorties sont disponibles). Il y a aussi le HEF 4020, à quatorze étages (mais on ne dispose que des sorties 1 et 4 à 14 (les sorties 2 et 3, à fréquence  $F/4$  et  $F/8$ , ne sont pas disponibles).

Citons également le HEF

4521, qui, lui, contient **vingt-quatre** étages binaires, mais on ne peut disposer que des sorties des étages 18 inclus à 24 inclus.

Dans les familles TTL, le brave 74 LS 93 est équivalent à une moitié de HEF 4520 (quatre étages binaires), avec quelques possibilités supplémentaires, qui ne nous intéressent pas pour la simple division de fréquence.

## Division décimale

Il est bien plus fréquent d'utiliser la division décimale, sur-

tout quand on désire un ensemble fournissant toute une gamme de fréquences « étalons ». En effet, à partir d'un quartz à 10 MHz, par exemple, on aura toutes les fréquences qui sont des puissances de 10.

On a même un peu plus, comme nous allons le voir. Le circuit type, pour la division décimale, est, à notre avis, la double décade HEF 4518. Il a exactement le même brochage que le HEF 4520, donc, pour un diviseur par 10 et 100, on reprend exactement le schéma de la figure 9, en

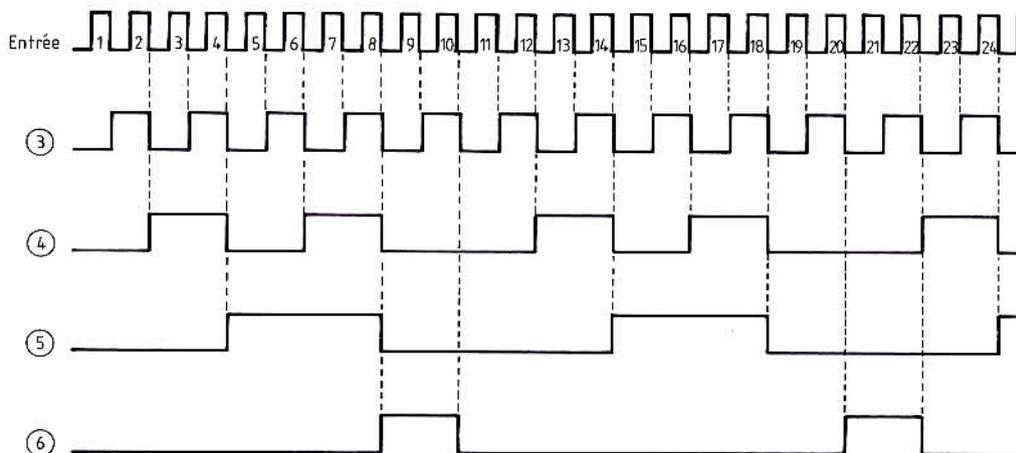
remplaçant le HEF 4520 par un HEF 4518.

Normalement, en procédant ainsi, on a tendance à penser que l'on n'utilisera que la sortie 6, à  $F/10$ , et la sortie 14, à  $F/100$  (nous verrons d'ailleurs plus loin qu'il est préférable d'utiliser respectivement les sorties 5 et 13). C'est d'ailleurs très souvent le cas. On se limite rarement à un seul HEF 4518, on en utilise souvent deux en cascade (pour avoir  $F/10\ 000$ ) ou trois (on arrive à  $F/1\ 000\ 000$ ) ou même quatre (pour aller jusqu'à  $F/100\ 000\ 000$ ).

Mais il ne faut pas oublier que, sur la sortie 3, nous avons  $F/2$ , et, sur la sortie 11, la fréquence est  $F/20$ . Quel intérêt ? Il faut savoir que, si l'on part d'un quartz à 10 MHz, il peut être très utile de disposer de signaux à 5 MHz, 500 kHz, 50 kHz, 5 kHz, 500 Hz et surtout 50 Hz, toutes ces fréquences ayant la précision et la stabilité du quartz.

## Les « pseudo-fréquences » F/5 et autres...

On a dit que l'on pouvait même avoir des fréquences en



**Fig. 11.** - Quand on utilise une « décade » (par exemple une moitié de HEF 4518), attaquée par un signal de fréquence  $F$ , on a bien, sur la sortie (3), un signal à la fréquence  $F/2$  (il est même symétrique). On a aussi, sur les sorties (6), ou (5) de préférence (signal moins dissymétrique), un signal à la fréquence  $F/10$ . Mais le signal sur la sortie (4), s'il est bien à une « cadence moyenne » correspondant à  $F/5$ , n'est pas d'une périodicité correcte (on peut dire qu'il est modulé en phase).

F/5, en F/50... Ce n'est pas totalement faux, mais presque. En effet, il est vrai que, dans un compteur décimal, il y a une sortie (sortie 4, par exemple, pour un HEF 4518) qui donne deux signaux pour dix périodes du signal d'entrée. En toute rigueur, la fréquence du signal sur cette sortie est bien le cinquième de la fréquence appliquée à l'entrée.

Oui mais... comme l'a dit un homme politique, cela se présente moins bien quand on examine les formes d'onde. La figure 21 reproduit les signaux des différentes sorties d'une décade, pour vingt signaux d'entrée. La sortie 3 nous donne bien un signal parfaitement symétrique, à fréquence moitié de celle du signal d'entrée.

Mais la sortie 4... quelle horreur ! Elle comporte bien deux parties hautes toutes les dix périodes du signal d'entrée, mais elle est très loin d'être un vrai signal « normal » à la fréquence F/5. Il suffit de regarder la forme d'onde pour s'en rendre compte.

Autrement dit, si nous attaquons l'entrée 2 par un signal à fréquence  $F = 1$  MHz, la sortie 4 nous donnera bien 200 000 signaux par seconde, mais les espaces entre ces signaux seront tantôt de 2  $\mu$ s, tantôt de 4  $\mu$ s. La sortie 4 fournit donc un signal atrocement modulé en phase, presque inutilisable pour des mesures et des étalonnages.

## Si l'on tient vraiment aux F/5, F/50 et autres...

... on peut les obtenir quand même, mais pas avec des circuits du type HEF 4518. Il faut recourir aux décades TTL du type 74 LS 90.

Ces circuits comportent, en effet, un diviseur par 2 (un bistable du type T) et un « compteur par 5 ». Dans le fonctionnement normal, en décade classique, on attaque l'entrée du bistable séparé, dite CP<sub>0</sub> (broche 14) par le signal d'entrée, et on relie la sortie de ce bistable (bro-

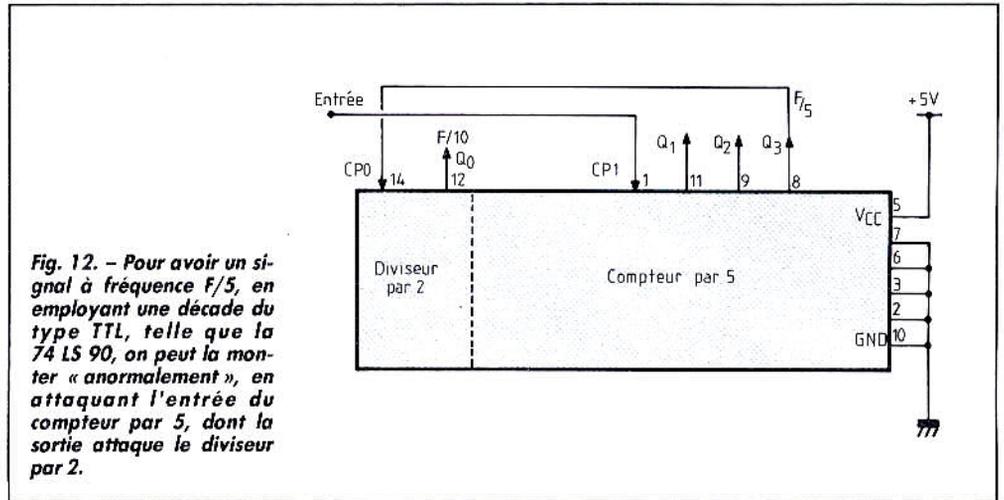


Fig. 12. - Pour avoir un signal à fréquence F/5, en employant une décade du type TTL, telle que la 74 LS 90, on peut la monter « anormalement », en attaquant l'entrée du compteur par 5, dont la sortie attaque le diviseur par 2.

che 12) à l'entrée (dite CP<sub>1</sub>) du « compteur par 5 » (broche 1).

Mais, si l'on veut, on peut commander l'entrée CP<sub>1</sub> du compteur par 5 directement par le signal d'entrée, et utiliser le bistable séparé pour diviser par 2 la fréquence qui sort du compteur par 5. On a bien réalisé ainsi une division de fréquence par 10, et cette fois, la sortie du « compteur par 5 » est bien un signal correct, parfaitement périodique, à la fréquence F/5.

Le montage correspondant, pour un 74 LS 90, est indiqué sur la figure 12, et les formes d'onde qui en résultent sont celles de la figure 13. On voit, sur ces formes d'onde, que les signaux Q<sub>2</sub> et Q<sub>3</sub> sont tous les deux périodiques et à la fréquence F/5, le signal Q<sub>2</sub> étant un peu plus symétrique que le signal Q<sub>3</sub>.

Signalons que, « en prime », nous avons, maintenant, en sortie du bistable, un signal à fréquence F/10 parfaitement symétrique. Ce n'était pas le cas en utilisant le signal de la sortie 6 d'un HEF 4518, par exemple, ainsi qu'on peut le voir sur les formes d'onde de la figure 11. D'ailleurs, quand on emploie un HEF 4518, la sortie 5 donne un signal à fréquence F/10 moins dissymétrique que celui de la sortie 6.

À noter que, quand on monte un 74 LS 90 avec le compteur par 5 en tête et le diviseur binaire en sortie, on ne peut plus utiliser la décade pour faire du comptage décimal : ses sorties ne peuvent plus

être « décodées » par les circuits habituels pour commander des afficheurs. Mais nous ne nous intéressons actuellement qu'à l'aspect « division de fréquence » et pas au comptage.

## Comment cumuler tous les avantages

Rappelons aussi que, si l'on monte les 74 LS 90 avec le compteur par 5 en tête, on ne dispose plus de la fréquence F/2. On peut toujours l'obtenir, si on souhaite l'avoir en plus de F/5, par un diviseur binaire supplémentaire (comme une moitié de 74 LS 74), attaqué par le même signal que celui envoyé au compteur par 5.

Evidemment, la circuiterie devient plus lourde, mais il est bien agréable de disposer, par exemple, de 10 MHz, 5 MHz, 2 MHz, 1 MHz, 500 kHz, 200 kHz, 100 kHz, et ainsi de suite.

Une solution « économique » consiste à utiliser uniquement des diviseurs par 10, 100, 1 000, etc., en disposant de quelques diviseurs par 2 ainsi que de quelques diviseurs par 5, que l'on peut connecter où l'on veut, par des commutateurs ou des fiches, quand on désire une sortie particulière.

Signalons enfin que le fait de disposer d'une sortie à 200 kHz présente un grand intérêt. En effet, on peut alors étalonner le système très facilement, grâce à la station de

la BBC grandes ondes (Droitwich), qui émet sur 200 kHz exactement, avec une précision supérieure à 10<sup>-10</sup>.

Pour réaliser cet étalonnage, il suffit de relier la sortie 200 kHz de notre ensemble à une petite antenne, et de disposer un récepteur grandes ondes (si possible avec une aiguille indicatrice d'accord), réglé sur la longueur d'onde de 1 500 m, à une distance convenable de ladite antenne, de telle sorte qu'il puisse recevoir environ aussi bien notre 200 kHz que celui de la station anglaise.

Les deux ondes vont alors produire un battement. Si le récepteur comporte une aiguille indicatrice d'accord, on la verra osciller régulièrement, au rythme du battement. En ajustant la fréquence du quartz, on doit arriver à donner à ce battement une période d'au moins 10 ou 20 s. Le tout est alors calé avec une bonne précision (écart 0,1 Hz sur 200 kHz, soit 1/2 000 000).

Si le récepteur ne comporte pas d'aiguille indicatrice d'accord, on peut apprécier le battement par la modulation du signal BF reçu (ou, mieux, du souffle). En effet, suivant la composition des deux oscillations, la tension de C.A.G. du récepteur varie à la fréquence du battement.

La réception de Droitwich est parfaite dans le nord de la France, moyenne à Paris, très difficile dans le centre et quasi impossible dans le sud de notre pays.

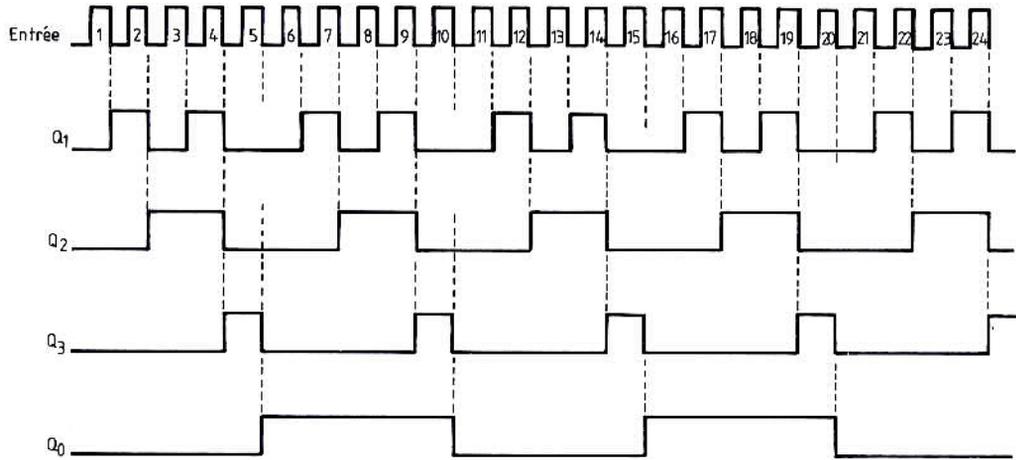


Fig. 13. - Dans le montage de la figure 12, on voit que les sorties  $Q_3$  et  $Q_2$  (signal moins dissymétrique) fournissent des signaux réellement périodiques à fréquence  $F/5$ , les signaux en  $Q_0$  étant à fréquence  $F/10$  (et ce sont des signaux symétriques).

## Division par un nombre quelconque

Nous commencerons par le cas relativement simple où l'on veut diviser par un nombre  $N$ , produit de nombres entiers relativement petits, par exemple par 21 ( $3 \times 7$ ).

L'utilisation du circuit intégré HEF 4017, compteur décimal à dix sorties décodées, permet de diviser facilement par un nombre de 2 à 9.

Ce circuit utilise, en effet, une technique de comptage par 10 en cinq bistables, anormalement appelée « compteur de Johnson », imaginée en fait, par V.H Regener, il y a près d'un demi-siècle (décrite en avril 1942 - avec des tubes, évidemment - dans la *Review of Scientific Instruments*).

Cette structure est très curieuse. Elle utilise une chaîne de cinq bistables du type J-K, avec des couplages entre eux.

Rappelons d'abord brièvement ce qu'est un basculeur J-K. Il s'agit d'un bistable qui possède une entrée « horloge » (ou « clock ») et deux entrées de commande, nommées respectivement J et K. Il a deux sorties, complémentai-

res l'une de l'autre, Q et Q' (ou  $\bar{Q}$ -barre).

Un signal sur l'entrée horloge (le plus souvent le flanc montant d'un signal rectangulaire) agit sur le basculeur de différentes façons, suivant les états des entrées J et K :

- si J et K sont bas tous les deux, l'horloge n'agit pas, le basculeur reste dans l'état où il était ;
- si J est haut, K étant bas, l'horloge agit sur le basculeur, faisant passer sa sortie Q au niveau haut, sauf si elle y était déjà, auquel cas il n'y a pas d'action ;
- si J est bas, K étant haut, l'horloge fait passer la sortie Q au niveau bas, sauf si elle y était déjà, auquel cas il n'y a pas d'action ;
- si J et K sont hauts tous les deux, l'horloge provoque un changement d'état du basculeur, quel que soit son état au moment de l'arrivée du top d'horloge.

Donc, en désignant le niveau bas par zéro et le niveau haut par 1, on peut dire que, lors d'un top d'horloge, la sortie Q :

- garde la même valeur si  $J = K = 0$  ;
- passe à un (ou y reste) si  $J = 1$  et  $K = 0$  ;
- passe à zéro (ou y reste) si  $J = 0$  et  $K = 1$  ;

- change de valeur si  $J = K = 1$ .

La figure 14 montre la structure du compteur de Regener. Les cinq bistables J-K sont répertoriés de (1) à (5).

Ainsi, chaque impulsion d'horloge H, appliquée à tous les J-K, fait passer le bistable de rang  $(n + 1)$  ( $n$  compris entre 1 et 4) dans l'état où se trouve le bistable de rang  $n$ , à moins, évidemment, que le bistable de rang  $(n + 1)$  ne soit déjà dans cet état.

Le bistable de rang 5 commande les J et K du bistable n° 1, mais, contrairement aux autres couplages, c'est sa sortie Q qui commande le K du bistable (1), alors que sa sortie  $\bar{Q}$ -barre commande le J de (1). Autrement dit, le couplage de (5) à (1) est « inversé » par rapport aux autres couplages. Cette disposition rappelle l'« anneau de Moebius » (ou « surface à un seul côté ») pour ceux qui aiment les curiosités topologiques.

## Fonctionnement du compteur de Regener

Imaginons, au départ, que les cinq basculeurs soient dans l'état « repos », leurs sor-

ties Q étant toutes basses. On voit donc que les basculeurs (2), (3), (4) et (5) ont un zéro sur leurs J et un « un » sur leurs K. Une impulsion d'horloge n'agira pas sur eux, puisque leurs sorties Q sont à zéro.

Mais, en revanche, il y a un « un » sur J du basculeur (1) et un « zéro » sur son entrée K. La première impulsion en H fera donc passer (1) dans l'état où  $Q = 1$  et  $\bar{Q} = 0$ . Après cette première impulsion, le basculeur (2) a donc  $J = 1$  et  $K = 0$ , le (1) a toujours  $J = 1$  et  $K = 0$ . L'impulsion n° 2 en H fera donc passer (2) dans l'état où  $Q = 1$ , elle n'agira pas sur (1), puisqu'il est déjà dans cet état ; elle n'agira pas non plus sur (3), (4) et (5).

On voit ainsi que la première impulsion en H fait passer (1) dans l'état où  $Q = 1$ , la deuxième y fait passer aussi (2), (1) restant avec  $Q = 1$  ; la troisième impulsion fait passer (3) dans l'état où  $Q = 1$ , (1) et (2) restant dans cet état. La quatrième impulsion amène, à son tour, (4) dans l'état où  $Q = 1$  (les trois premiers basculeurs restant dans cet état).

Enfin, la cinquième impulsion amènera (5) dans l'état où  $Q = 1$  : tous les basculeurs seront dans cet état. Mais alors, du fait des couplages « inversés » de (5) vers (1), on appli-

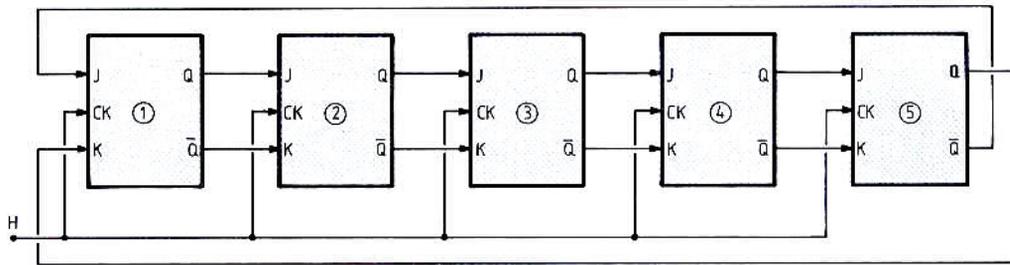


Fig. 14. - Structure du compteur en anneau (du genre « anneau de Moebius »), imaginé par V.H. Regener en 1942 (avec des tubes) et portant, injustement, un autre nom dans les manuels. Quand on commence avec tous les « J-K » au zéro, les impulsions en H font progresser des « un » jusqu'au bout de la chaîne, suivis par une progression des « zéro ».

que maintenant 0 au J de (1) et un à son K.

La sixième impulsion ramènera donc le Q de (1) à zéro, sans agir sur les autres basculeurs. Après cette impulsion, il y aura donc zéro sur le J de (2) et un sur son K, donc la septième impulsion ramènera (2) à zéro, sans agir sur les autres.

On voit comment cela se continue : à la neuvième impulsion, seul (5) sera dans l'état où  $Q = 1$ , et la dixième impulsion la ramènera à zéro. Donc, dans la chaîne des sorties Q, les « un » avancent pendant les cinq premières impulsions, remplaçant les « zéro », et les « zéro » avancent pendant les cinq dernières impulsions, remplaçant les « un ».

On peut trouver une certaine analogie entre cette succession d'états et la représentation en alphabet Morse des chiffres de 0 à 9.

mettre par une commande de remise à zéro, Clr, sur la broche 15). La sortie  $S_1$  n'est haute que quand le compteur est dans l'état n° 1, etc.

Imaginons donc que nous montions le compteur comme l'indique la figure 15, la sortie  $S_7$  (broche n° 6) étant reliée à la remise à zéro (broche 15).

Le compteur fonctionnera donc tout à fait normalement depuis l'état zéro jusqu'à l'état n° 6 inclus. La sortie  $S_7$  étant restée jusque-là à zéro n'influe pas la commande Clr. Que se passe-t-il lors de la septième impulsion ? Le compteur passe dans l'état n° 7, donc  $S_7$  passe au niveau haut, ce qui amène presque instantanément la remise à zéro du compteur. Autrement dit, le signal sur la sortie  $S_7$  est ce que l'on appelle un « signal sui-

cide » : dès qu'il apparaît, il actionne la commande qui le détruit (la remise au zéro).

Si on regarde la sortie  $S_7$  à l'oscilloscope, on ne voit qu'une fine impulsion, moins de 200 ns à la base, due aux différents retards de propagation des commandes dans le HEF 4017. En effet, l'application d'un niveau haut sur l'entrée Clr ne provoque pas instantanément la remise au zéro du compteur.

Donc, dans le montage de la figure 15, le compteur revient à zéro toutes les sept impulsions en H. En utilisant une sortie telle que  $S_1$ , par exemple, on dispose donc d'un signal d'une durée égale à une période des impulsions en H, se reproduisant toutes les sept impulsions en H.

On réalise ainsi une division de fréquence par 7. On pour-

rait, de la même façon, diviser une fréquence par 2, 3... 8 ou 9, simplement en reliant, dans le montage de la figure 15, la commande Clr à la sortie  $S_2$ ,  $S_3$ ...  $S_8$  ou  $S_9$ .

Donc, si l'on veut diviser une fréquence par 21, qui est le produit de 3 par 7, on utilisera un premier montage analogue à celui de la figure 15, avec la sortie  $S_3$  (broche 7) commandant l'entrée Clr, dont la sortie  $S_1$  (par exemple) attaquera l'entrée d'un second montage, identique, celui-là, à celui de la figure 15.

## Division par un nombre premier supérieur à 10

Les HEF 4017 peuvent aussi être employés pour diviser

## Les onze sorties du compteur

Dans le circuit HEF 4017, réalisé en anneau de Regener selon le schéma de la figure 14, on dispose d'une première sortie : la sortie Q-barre de (5), sur la broche 12, haute pendant les cinq premiers états du compteur, basse pendant les cinq derniers.

Mais, grâce à des jeux de portes, on dispose aussi de dix autres sorties, nommées  $S_0$ ,  $S_1$ ,  $S_2$ ...  $S_9$ . La sortie  $S_0$  est haute quand le compteur est à l'état zéro (où on peut le re-

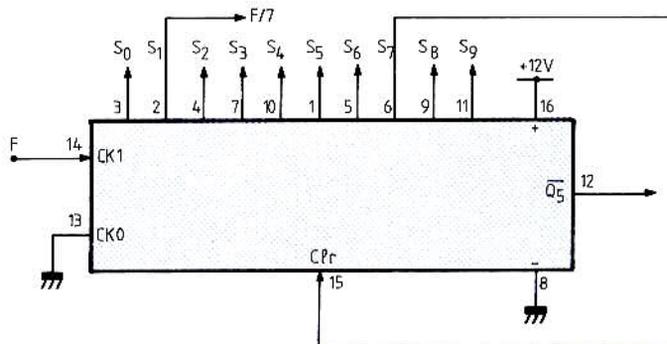


Fig. 15. - Le circuit HEF 4017, en structure de Regener, a dix sorties « décodées », de  $S_0$  à  $S_9$ , et une sortie Q-barre. En utilisant, par exemple, la sortie  $S_7$  pour commander la remise à zéro du compteur, on réalise une division de fréquence par 7.

une fréquence par un nombre premier assez grand. Supposons qu'il s'agisse du nombre 547, qui est premier.

Nous utiliserons alors le montage de la figure 16. On voit qu'il comporte trois compteurs HEF 40917, U pour les unités, D pour les dizaines, et C pour les centaines.

La sortie S7 du compteur des unités, la sortie S4 de D, la sortie S3 de C vont aux trois entrées d'un circuit ET, E (par exemple un tiers de HEF 4073). C'est la sortie de ce circuit qui commande les trois remises au zéro de U, D et C.

Donc, cette remise à zéro aura lieu quand U sera dans l'état n° 7, D étant dans l'état n° 4 et C dans l'état n° 5, c'est-à-dire quand le compteur aura reçu 547 impulsions.

Le couplage entre les circuits utilise la sortie Q-barre du J-K n° 5 (fig. 14). Elle redevient haute quand le compteur revient à l'état n° 0, partant de l'état n° 9, donc quand il « recycle », ce qui est le bon moment pour faire passer une « retenue » des unités vers les dizaines, ou des dizaines vers les centaines.

Il faut toutefois noter que cette disposition peut conduire à ce que l'on appelle une « situation de conflit » : à l'arrivée de la 547<sup>e</sup> impulsion, comme U est remis au zéro, il envoie une impulsion positive, par sa sortie 15, à l'entrée de D, qui est, en même temps, commandé par son entrée Clr (broche 15). L'impulsion sur son entrée 14 tend à le faire avancer, alors qu'il est remis au zéro.

Comme la commande de mise au zéro est « dominante » (ayant seule de l'effet si l'on applique d'autres commandes pendant que l'entrée 15 est haute), il suffit que le signal sur les entrées 15 des trois compteurs dure un temps suffisant. Comme il s'agit d'un signal « suicide », dont l'apparition même provoque la destruction (par remise au zéro des compteurs), il est plus prudent, pour éviter les ennuis, de l'allonger un peu.

Cet allongement est réalisé par les éléments D, R et C.

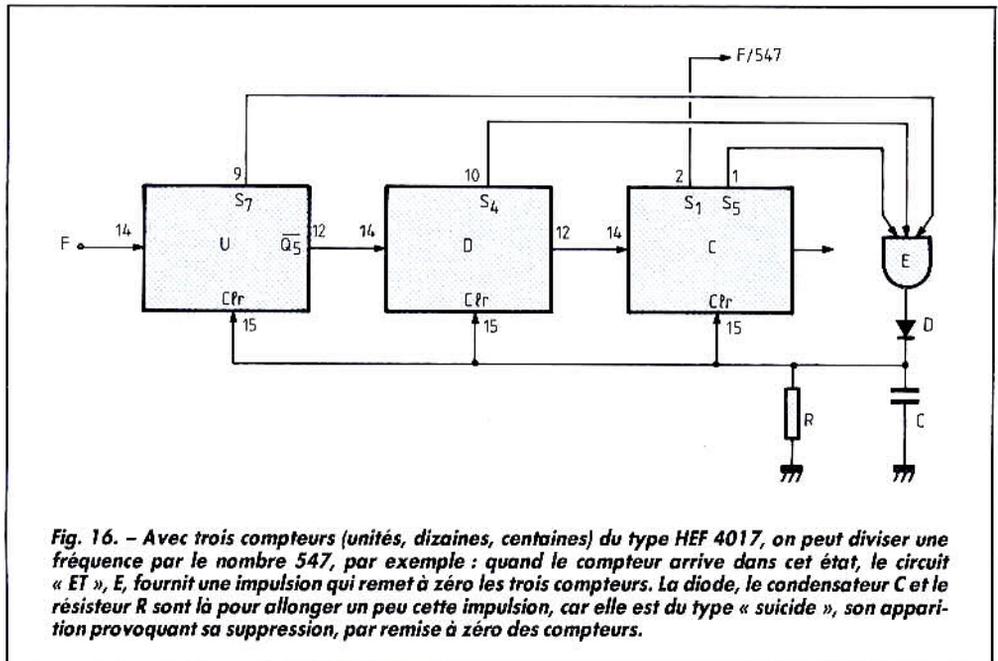


Fig. 16. - Avec trois compteurs (unités, dizaines, centaines) du type HEF 4017, on peut diviser une fréquence par le nombre 547, par exemple : quand le compteur arrive dans cet état, le circuit « ET », E, fournit une impulsion qui remet à zéro les trois compteurs. La diode, le condensateur C et le résistor R sont là pour allonger un peu cette impulsion, car elle est du type « suicide », son apparition provoquant sa suppression, par remise à zéro des compteurs.

Lors de l'apparition du signal sur la sortie de E, le condensateur C se charge à travers la diode D, maintenant, sur les entrées Clr des circuits, un niveau haut pendant le temps de décharge de C dans R.

Bien entendu, il ne faut pas allonger trop le signal, sinon la première impulsion d'entrée qui suit la remise à zéro n'agirait pas sur le compteur U, « bloqué » à zéro par le signal allongé sur son entrée Clr. On se contente d'un allongement de quelque 100 nanosecondes (par exemple C = 100 pF, R = 2,2 kΩ).

Plus la fréquence d'entrée est basse, moins les valeurs de R et C sont critiques. Avec une fréquence d'entrée de 1 MHz, on dispose de 1 μs entre chaque impulsion, en tenant compte d'un retard de 50 ns pour l'arrivée de S7 de U au niveau haut, puis de 30 ns pour la propagation dans E, on peut se permettre d'allonger le signal de mise à zéro jusqu'à 600 ns sans problème. Avec une fréquence d'entrée de 4 MHz (T = 250 ns) et 80 ns de retard total, il faut limiter l'allongement à 120 ns maximum, pour se réserver une « marge » de 50 ns avant l'impulsion suivante.

L'allongement du signal par le circuit D, C, R est un moyen un

peu « rustique », et l'on aura de meilleurs résultats en utilisant un allongement réalisé par un monostable (une moitié de HEF 4518 par exemple) commandé par la sortie de E, donnant, en sortie, un beau signal rectangulaire de 150 ns, par exemple, capable de durer après la disparition de la sortie de E.

## Les compteurs prédéterminés

Un autre moyen de réaliser une division de fréquence par un nombre quelconque est l'emploi des « compteurs prédéterminés », qui se réalisent de plusieurs façons.

On peut utiliser les « décades à prédétermination », comme le circuit HEF 4522 (ou les nombreux équivalents TTL, comme le 74 LS 168). Les circuits indiqués ci-dessus sont des décades, ayant deux particularités :

- on peut les « précharger », c'est-à-dire leur imposer un état de départ arbitrairement choisi, indiqué en code binaire sur quatre entrées, par une commande de « chargement » (« preset-load » en VO), ainsi que nous l'expliquerons plus loin en détail ;
- ces décades comptent « à l'envers », systématiquement

pour la HEF 4522, si on le lui « demande » (par un niveau bas sur la broche 1), dans le cas du 74 LS 168. Autrement dit, les états de la décade, lors de l'envoi d'impulsions successives à l'entrée, se succèdent dans l'ordre 9, 8, 7... 2, 1, 0, un peu comme à Kourou (on n'est toutefois pas obligé de faire partir une Ariane 4 à chaque utilisation). L'idée générale d'un diviseur de fréquence utilisant ces circuits est la suivante. Supposons que nous désirions diviser une fréquence par 691 (nombre premier). Nous allons constituer un compteur à trois décades, et nous allons, au départ, le « prépositionner » à l'état 691, en « prépositionnant » les unités à 1, les dizaines à 9 et les centaines à 9. Autrement dit, nous appliquerons aux entrées de prépositionnement des unités le nombre binaire 0001 (un), à celles des dizaines, le nombre binaire 1001 (9) et à celles des centaines le nombre binaire 0110 (6).

Un signal sur la commande « preset-load » va donc mettre le compteur dans l'état n° 691. La première impulsion envoyée le fera passer, en « décomptage », par l'état 690, la seconde à 689... La 691<sup>e</sup> impulsion le fera passer dans l'état 000.

Comme le circuit a la gentillesse de nous dire (par une sortie *ad hoc* dans la décade) quand il arrive dans l'état zéro, lorsque les trois circuits seront dans cet état, on utilisera une porte OU ou NOR à trois entrées (une pour chaque sortie « état zéro » des décades) pour commander le « preset-load », qui va remettre le compteur dans l'état 691... et c'est reparti pour un tour.

## Prédétermination par roues codeuses

Pour donner toute sa généralité au système, c'est-à-dire pour permettre une division par n'importe quel nombre, le mieux est d'appliquer aux entrées de prédétermination des décades les sorties d'un ensemble de « roues codeuses ». Précisons ce dont il s'agit.

On veut pouvoir mettre chaque décade dans un état allant de l'état zéro (inclus) à l'état n° 9 (inclus). Signalons, à ce propos, que, quand nous parlons de « remettre la décade à l'état n°9 », nous n'envisageons pas un ravalement de la façade de cette décade ni de repeindre le circuit. C'est pourquoi il est important de dire qu'on la remet dans l'état n° 9.

Pour remettre une décade dans l'état n° n (n de 0 à 9), il faut commencer par lui appliquer, sur ses quatre entrées de prédétermination, le nombre n en code binaire. Autrement dit, si ces entrées sont répertoriées A (unités), B (deuxaines), C (quatraines) et D (huitaines), il faut appliquer à ces entrées :

n	D	C	B	A
0	0	0	0	0
1	0	0	0	1
2	0	0	1	0
3	0	0	1	1
4	0	1	0	0
5	0	1	0	1
6	0	1	1	0
7	0	1	1	1
8	1	0	0	0
9	1	0	0	1

Il va de soi que la présence d'un « un » dans un emplacement signifie que l'on applique à l'entrée un niveau logique haut, le « zéro » correspondant à un niveau logique bas.

On peut, bien entendu, le faire par quatre interrupteurs, permettant de relier les entrées A, B, C et D soit à la masse (zéro), soit au + (un). Mais cela serait compliqué et un peu long.

Une roue codeuse est un ensemble de plusieurs commutateurs, associés à un bouton de commande portant les dix chiffres de 0 à 9, que l'on fait défiler devant un repère.

Ces commutateurs comportent un « commun » et quatre sorties, correspondant respectivement aux entrées A, B, C et D de la décade à prédétermination.

Une réalisation possible d'une telle roue est celle de la figure 17. On voit que l'on n'utilise que trois galettes de commutation, car la troisième peut servir à la sortie C (reliée au commun dans les positions 4, 5, 6 et 7) et D (reliée au commun dans les positions 8 et 9).

Ces roues peuvent se présenter comme des éléments relativement plats, que l'on empile les uns au bout des autres, les chiffres, gravés sur un cylindre court, étant visibles sur la tranche. Une molette reliée au cylindre permet alors de faire tourner la roue.

On trouve aussi ces roues dans une disposition qui rappelle un peu un afficheur à deux chiffres de sept segments. L'engin a alors la forme d'un petit bloc, un prisme à base carrée, qui se fixe sur un circuit imprimé par des broches à l'arrière. La rotation de l'axe des commutateurs est assurée par une tige centrale munie d'une fente comme une vis, les chiffres de 0 à 9, gravés sur un disque, apparaissent alors dans une fenêtre sur la face carrée du bloc.

Il est également à signaler que ces roues existent en « direct » (correspondant au schéma de la figure 17) ou en « complément ». Dans ce se-

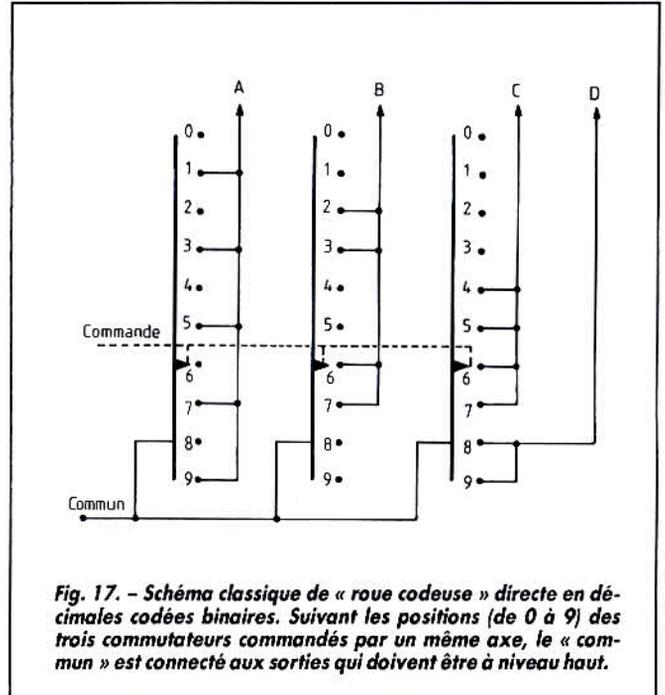


Fig. 17. - Schéma classique de « roue codeuse » directe en décimales codées binaires. Suivant les positions (de 0 à 9) des trois commutateurs commandés par un même axe, le « commun » est connecté aux sorties qui doivent être à niveau haut.

cond type, les sorties sur lesquelles on doit avoir un « un » niveau haut, au lieu d'être connectées au « commun », en sont déconnectées ; elles lui sont reliées quand elles doivent être dans l'état « zéro » (cette disposition est plus rare).

Signalons enfin qu'il y a des roues codées en « hexadécimales ». Elles ont alors seize positions (et non dix), les positions au-delà de 9 étant repé-

rées par A, B, C, D, E et F, ainsi que les informaticiens le savent tous.

Comment utiliser une roue codeuse décimale directe ? C'est extrêmement simple, et la figure 18 en indique le branchement. Le « commun » de la roue est relié au + (la tension positive d'alimentation du circuit) et les sorties de la roue commandent les entrées de même nom de la décade.

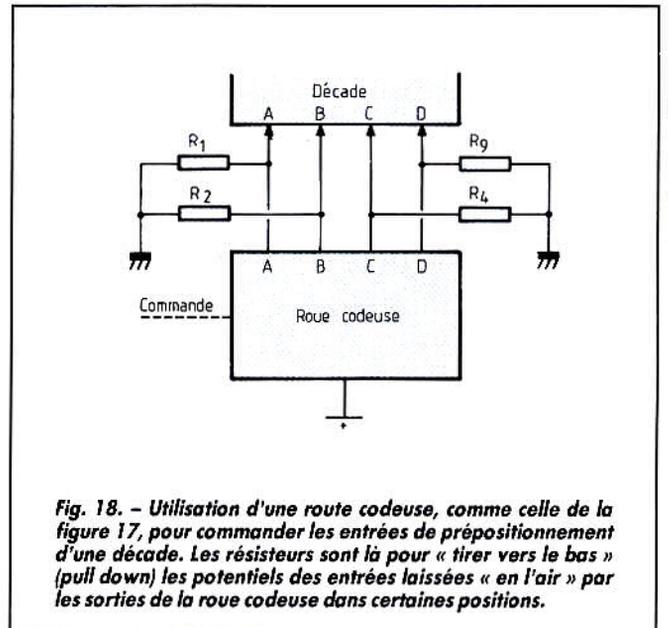


Fig. 18. - Utilisation d'une roue codeuse, comme celle de la figure 17, pour commander les entrées de prépositionnement d'une décade. Les résistances sont là pour « tirer vers le bas » (pull down) les potentiels des entrées laissées « en l'air » par les sorties de la roue codeuse dans certaines positions.

Un seul point peut sembler moins évident : les quatre résisteurs de  $R_1$  à  $R_4$ . Ils sont tout simplement là pour fixer les potentiels des entrées, laissées « en l'air » par la roue codeuse quand ils doivent être au niveau zéro logique.

Pour un circuit CMOS, il ne faut jamais laisser une entrée « en l'air », elle prend un niveau indéfinissable, donc on la connecte à un résistor dit « de tirage bas » (pull down) car il « tire » le potentiel de cette entrée vers « le bas » (la masse). La résistance des résistors peut être grande (10 k $\Omega$  est une valeur bien classique).

Si le circuit est du type TTL, le fait de laisser une entrée « en l'air » la porte automatiquement au niveau logique un. Il faut alors, si on veut l'amener au niveau bas, un résistor de « tirage bas » de faible résistance (pas plus de 1,8 k $\Omega$  pour les TTL du type LS, pas plus de 270  $\Omega$  pour une TTL classique).

## Intérêt de la division par un nombre quelconque

Avec les roues codeuses et les décades à prédétermination, on peut donc, en associant P groupes (décade + roue codeuse), arriver à diviser une fréquence par tout nombre de 1 à 10 puissance P (à un près). Avec quatre décades et quatre roues codeuses, on divisera donc une fréquence par tout nombre compris entre 1 et 9 999.

On peut se demander l'intérêt d'une telle opération. Nous verrons plus loin que c'est extrêmement important, paradoxalement, quand on veut multiplier une fréquence. Mais il y a des applications plus directes.

Supposons que, par exemple, nous souhaitions régler la vitesse du cabestan d'un magnétophone à cassette. Supposons que ce cabestan ait un

diamètre de 2 mm et que la bande doive défiler à 47,5 mm/s. La circonférence du cabestan représente  $2 \times P = 6,283 2$  mm. L'axe doit donc tourner à :

$47,5/6,283 2 = 7,559 86$  tr/s  
En mettant un petit point excentré de peinture blanche sur le bout du cabestan, nous réglerons facilement sa vitesse à l'aide d'un stroboscope qui donne 7,559 86 éclairs par seconde. Il « suffit » donc de synchroniser ledit stroboscope par un signal à 7,559 86 Hz.

On voit facilement que, en divisant une fréquence de 1 MHz (très précise, parce que fournie par un oscillateur à quartz) par le nombre 132 278, on obtient une fréquence de 7,559 84 Hz, soit la valeur voulue à **cinq millièmes près**.

Nous avons supposé que les décades utilisées, en plus de leurs possibilités de « prédétermination », permettaient de

compter « en descendant ». Si nous n'avions disposé que de décades à prédétermination comptant uniquement dans le sens montant (sens « normal »), il nous aurait fallu prédéterminer les décades non pas par le nombre N par lequel on veut diviser la fréquence, mais par son « complément à 99...9 ».

Ainsi, avec trois décades, pour diviser une fréquence par 691, il aurait fallu prédéterminer les décades par le nombre :

$999 - 691 = 308$

car, avec une décade « montante », il y a une sortie qui indique quand elle passe par l'état n° 9. Les trois décades, partant de 308, passent donc dans l'état 999 (ce qui déclenche la remise à 308) au bout de 691 impulsions. Cette solution est donc peu pratique.

(A suivre)

**J.-P. OEHMICHEN**

# BLOC-NOTES

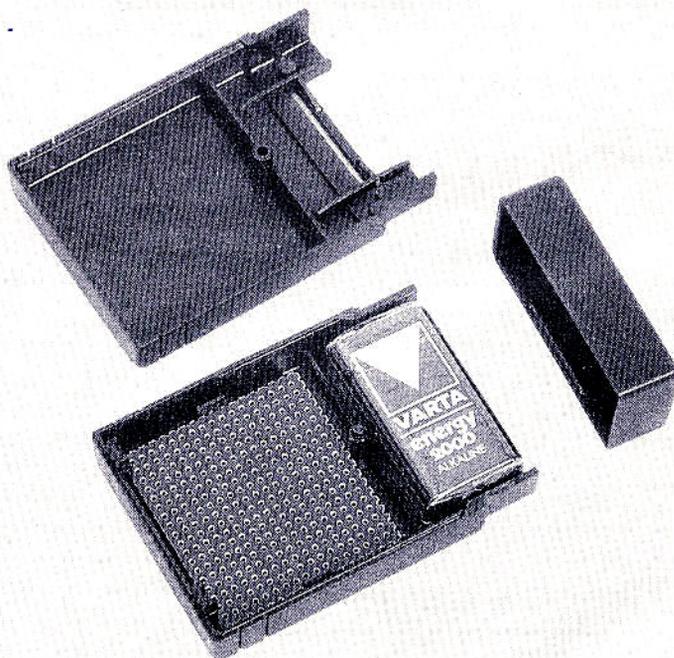
## UN COCON POUR VOS MONTAGES

MMP sort un nouveau coffret. Vous allez nous dire que ce n'est pas vraiment original. Ce coffret est particulièrement bien conçu. Il est réalisé en trois parties moulées et ressemble assez à un paquet de cigarettes.

Son extrémité, retenue par le moulage, s'enlève par simple traction et laisse apparaître un emplacement pour une pile de 9 V, ou éventuellement deux éléments de 1,5 si vous leur faites un porte-piles pas trop long. Un changement très facile pour la pile, si votre montage est gourmand...

Une fois le couvercle enlevé, vous pourrez séparer les deux parties restantes, elles sont retenues par deux crochets à l'arrière et un pion situé au niveau du compartiment à pile. Si vous avez besoin d'une tenue mécanique meilleure, une version existe avec fermeture par vis, mais, si vous avez acheté la version sans vis, vous n'aurez qu'à faire votre trou...

Il vous faut maintenant fixer votre circuit électronique. Plusieurs solutions ont été prévues. Deux rainures permettent d'introduire deux circuits imprimés de 55 x 22,5 mm, vous avez également aussi une possibilité de mise en place d'un circuit de 49 x 45 mm, qui sera retenu par deux verrous élastiques. Pas besoin de vis, quatre pieds aux quatre coins supportent le circuit, vous devrez seulement éviter, dans votre implantation, d'installer une queue de composant à l'endroit du pied... Il reste un dernier élément attrayant : le prix, qui se monte à seulement 5 F...



Découvert chez : Composants Electronique Services, 101, boulevard Richard-Lenoir, 75009 Paris. Tél. : 47.00.80.11.

# flash

## Réalisation

# HP

réf. 10901

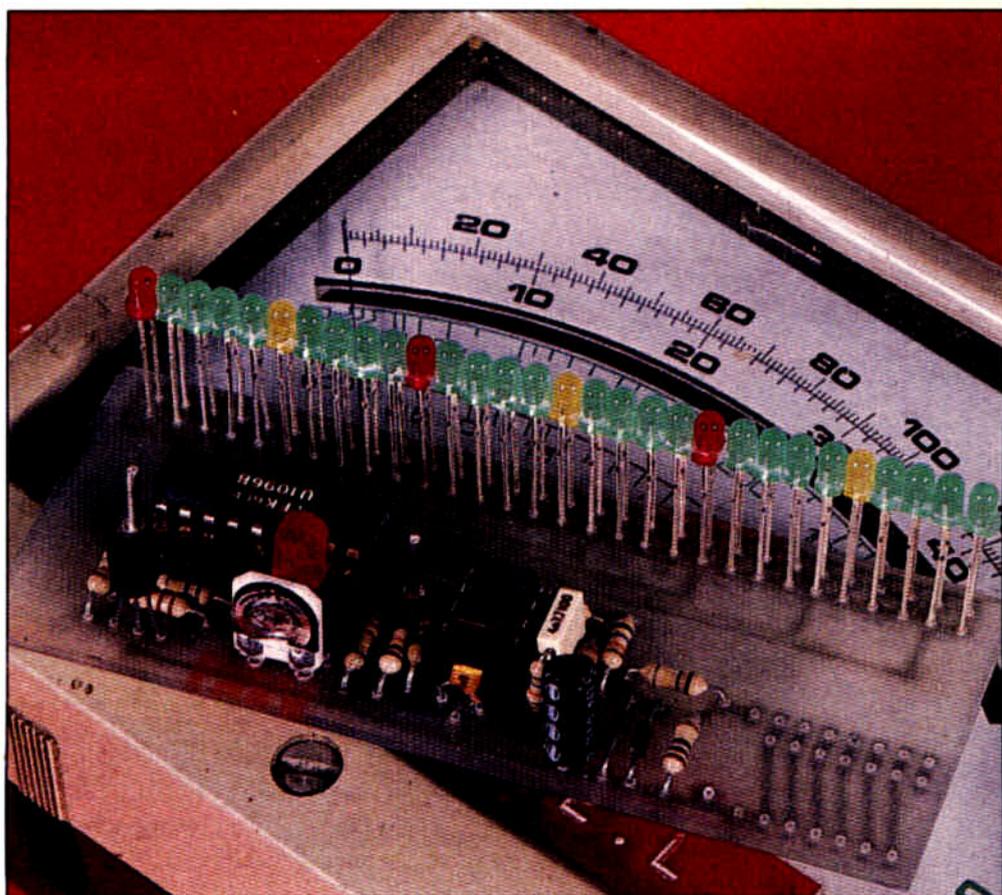
### ■ A quoi ça sert ?

Les indicateurs numériques, c'est beau, moderne, mais ils ont du mal à permettre de visualiser une tendance. L'indicateur que nous proposons affiche un point sur une échelle de 30 diodes, donc avec une précision intéressante.

### ■ Le schéma

Nous utilisons ici un circuit de commande de diodes pas très connu et qui, à partir de 9 patentes, arrive à allumer 30 diodes. Ce circuit affiche un point unique avec une transition brusque d'une diode à la suivante, d'où l'impossibilité d'estimer les valeurs intermédiaires. Comme nous avons quelques ressources, nous avons ajouté un petit circuit qui permettra de passer progressivement d'une diode à la suivante et non pas à pas. Ce circuit est un générateur de triangles que l'on superpose à la tension continue. Lorsque la tension d'entrée prendra une valeur intermédiaire, deux diodes contiguës seront alternativement allumées ; l'œil ne verra qu'un allumage simultané. La résistance  $R_3$  détermine la valeur de la tension superposée en sortie. La distance entre deux pas, à l'entrée de  $C1_2$ , étant de 100 mV, nous avons calculé  $R_3$  pour une tension de 100 mV crête à crête en sortie de l'ampli. La tension de référence est fixée par une zener programmable TLC 431 réglée à 3,1 V, le gain de l'ampli étant ajustable. La sensibilité du montage ne dépendra pas de la tension d'alimentation. La sensibilité d'entrée est de 100 mV pleine échelle. L'amplificateur est un circuit LINC MOS qui bénéficie d'une très haute impé-

## Mini labo



dance d'entrée. Cette impédance est de 10 M $\Omega$  pour une sensibilité d'entrée de 100 mV, soit 1 000 M $\Omega$  par volt. Le condensateur  $C_1$  élimine les composantes alternatives qui perturberaient la lecture.  $D_{32}$  et  $D_{33}$ , associées à  $R_2$ , protègent l'entrée du circuit. Nous n'avons pas fait figurer le câblage complet des diodes électroluminescentes d'affichage ; toutes sont raccordées avec groupage anodes/cathodes.

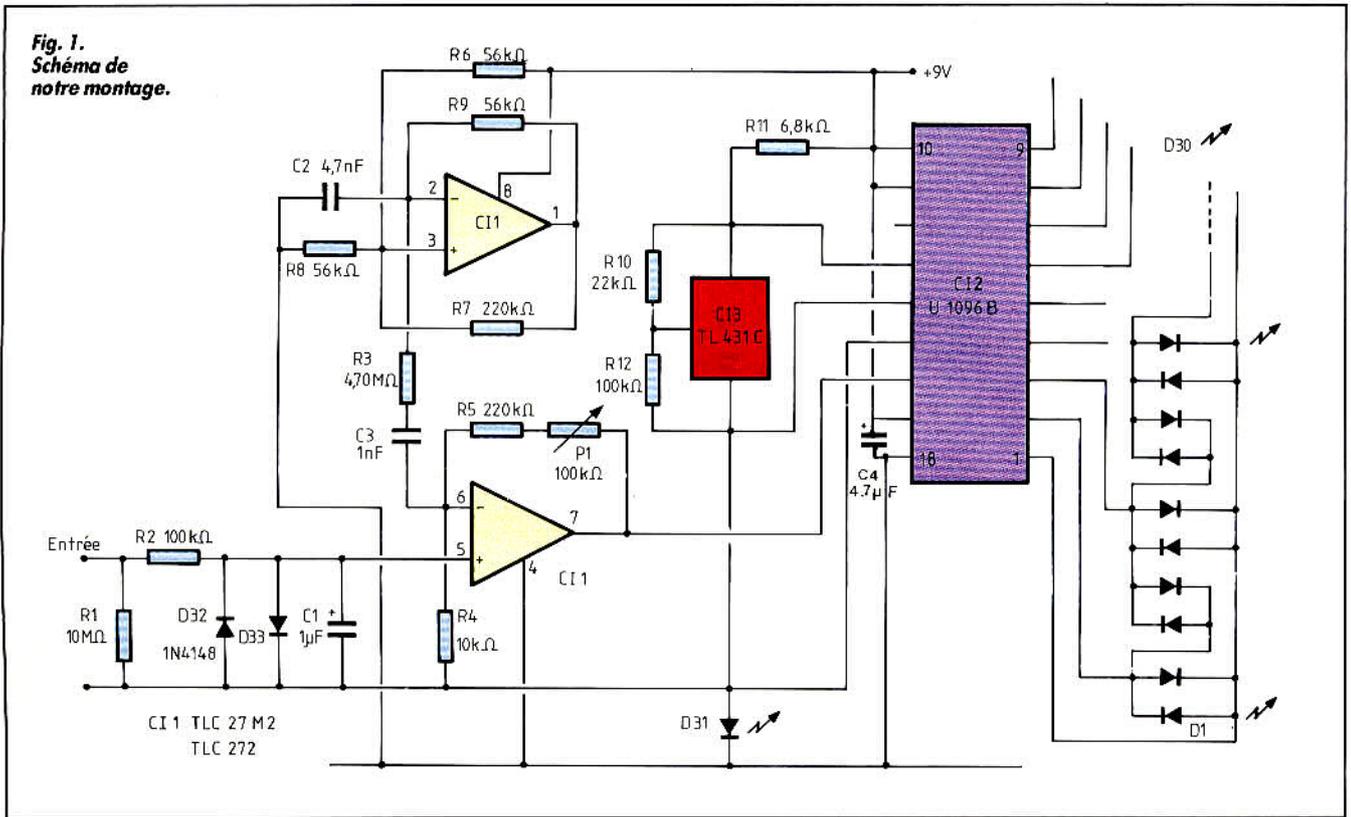
### ■ Réalisation

Les diodes électroluminescentes sont alignées ; comme le pas est de 3 mm, il faudra meuler leurs collerettes (meule sur mini-perceuse). Les cathodes (fil court et métal) sont repérées sur le circuit imprimé. Prendre les précautions nécessaires pour que l'alignement soit esthétique. Nous avons réalisé le proto avec des diodes de couleurs jaune

et rouge toutes les 5 et 10 diodes. Nous avons prévu sur le circuit un emplacement pour l'installation d'un réseau de résistances constituant un diviseur de tension. Il permettra de commuter la sensibilité et de réaliser ainsi un voltmètre... Le réglage de la sensibilité se fera en utilisant un voltmètre de référence ou en utilisant la tension de la zener programmable associée à un diviseur que vous calculerez. ■

# Mini labo : voltmètre analogique 30 points, 100 mV

Fig. 1.  
Schéma de  
notre montage.



## Nomenclature des composants

### Résistances 1/4 W 5 %

R<sub>1</sub> : 10 MΩ - R<sub>2</sub>, R<sub>12</sub> : 100 kΩ  
R<sub>3</sub> 4,7 MΩ  
R<sub>4</sub> : 10 kΩ - R<sub>5</sub>, R<sub>7</sub> : 220 kΩ  
R<sub>6</sub>, R<sub>8</sub>, R<sub>9</sub> : 56 kΩ  
R<sub>10</sub> : 22 kΩ - R<sub>11</sub> : 6,8 kΩ

### Condensateurs

C<sub>1</sub> : 1 μF chimique radial 10 V  
C<sub>2</sub> : 4,7 nF MKT 5 mm  
C<sub>3</sub> : 1 nF MKT 5 mm ou céramique  
C<sub>4</sub> : 4,7 μF chimique radial 16 V

### Semi-conducteurs

CI<sub>1</sub> : circuit intégré TLC 27M2, TLC 272 (Texas), TS 27M2, TS 272 (SGS/Thomson)  
CI<sub>2</sub> : circuit intégré U1096B (Telefunken)  
CI<sub>3</sub> : TL 431C (Texas)  
D<sub>1</sub> à D<sub>30</sub> : diodes électroluminescentes 3 mm, 24 vertes, 3 jaunes et 3 rouges  
D<sub>31</sub> : diode électroluminescente rouge  
D<sub>32</sub>, D<sub>33</sub> : diodes silicium 1N 4148

### Divers

P<sub>1</sub> : potentiomètre ajustable vertical 100 kΩ

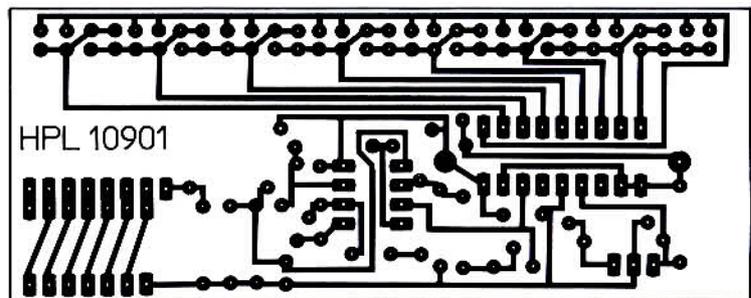


Fig. 2. - Circuit imprimé côté cuivre, échelle 1.

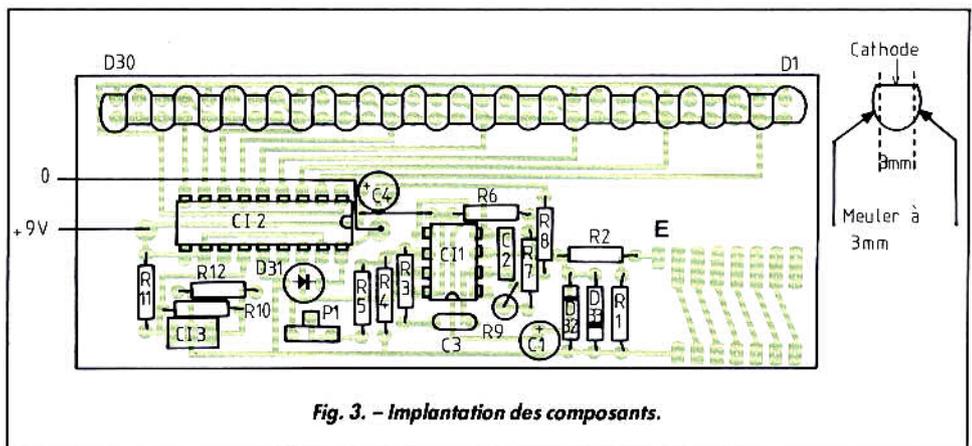


Fig. 3. - Implantation des composants.

### ■ A quoi ça sert ?

Il y a quelque temps, nous vous avons proposé de réaliser une alimentation à découpage basée sur le TL497 de Texas Instruments. Ce montage, simple et efficace, tor-dait déjà le cou à un certain nombre d'idées reçues concernant ces alimentations, tant à propos de leur complexité de réalisation qu'à celui de leur mise en œuvre délicate.

Le montage que nous vous proposons aujourd'hui continue sur cette lancée mais va vous permettre de réaliser une alimentation pouvant débiter jusqu'à 4 A pour une tension de sortie réglable entre 5 et 40 V.

Malgré ces performances plus qu'honorables, sa réalisation reste d'une extrême simplicité grâce à l'emploi d'un seul et unique circuit intégré, d'une part, et à une self disponible toute faite dans le commerce, d'autre part.

### ■ Le schéma

Comme vous pouvez le constater, notre schéma est d'une grande simplicité en raison de l'utilisation du L296, circuit intégré spécialisé et particulièrement bien conçu de SGS-Thomson.

Ce composant, présenté en boîtier « multiwatt » à 15 pattes (boîtier analogue au TO 220 mais plus long vu les 15 pattes !), renferme tous les éléments nécessaires, y compris les étages de puissance. Il bénéficie de ce fait d'une protection thermique contre les échauffements excessifs.

Les différents éléments R-C qui l'entourent fixent les conditions de fonctionnement de l'oscillateur interne ; la tension de sortie, quant à elle,

# Alimentation à découpage 4 ampères



est sélectionnée en agissant sur  $R_1$  selon la formule suivante :  $V_S = 5,1 \times (1 + R_1/4700)$ , la valeur de  $R_1$  étant exprimée en ohms.

Le seul semi-conducteur externe est la diode  $D_1$  qui doit impérativement être une diode Schottky ou une diode à recouvrement rapide.

Un certain nombre de fonctions, intégrées dans le L296, ne sont pas mises en œuvre

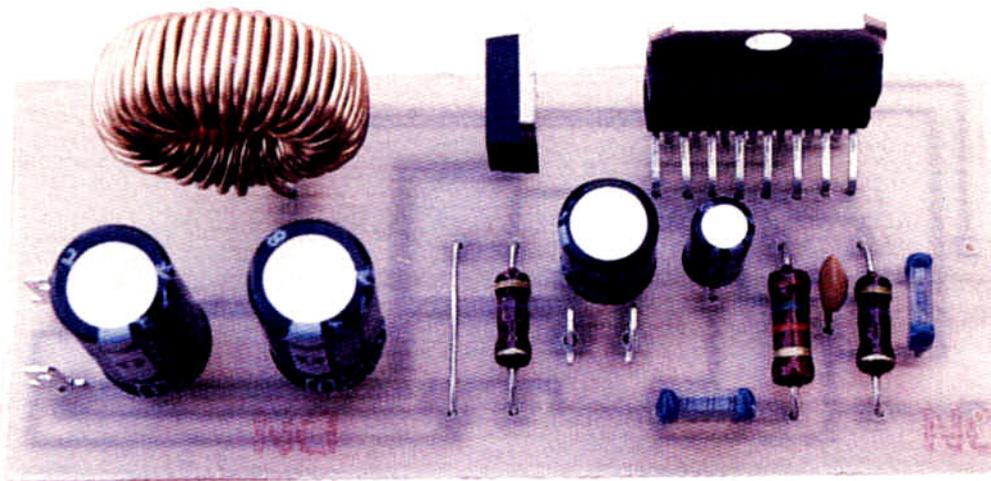
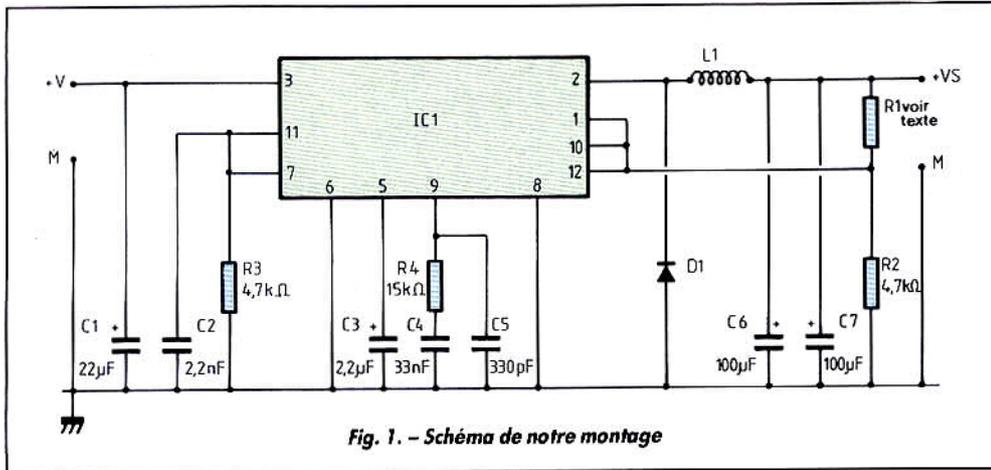
dans le cadre de ce montage flash car cela ne présentait pas d'intérêt. On peut tout de même citer : la possibilité de « soft start » (démarrage en douceur de l'alimentation), la possibilité de générer un signal de « reset » pour un microprocesseur ou, enfin, l'existence d'une sortie « crowbar » qui peut déclencher un thyristor court-circuitant la sortie de l'alimentation

en cas de montée anormale en tension de celle-ci. On le voit, le L296 est vraiment très complet.

### ■ Le montage

L'approvisionnement des composants ne pose aucun problème, le L296 est bien distribué et, si les diodes Schottky sont assez rares,

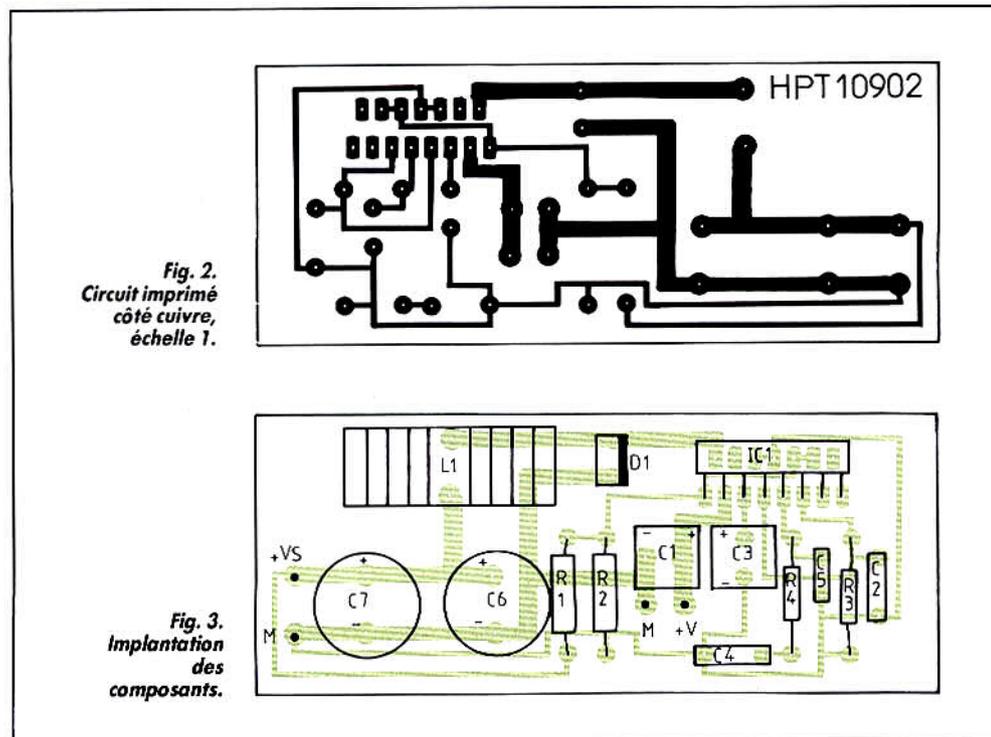
# Alimentation à découpage 4 ampères



celle à recouvrement rapide que nous avons utilisée est bien répandue. La self, point noir pour beaucoup d'entre vous, est une self de 125 à 300  $\mu$ H sous un courant de 3 à 5 A réalisée sur un tore de ferrite. Elle est généralement vendue sous le nom de self d'antiparasitage pour gradateurs à triacs. Si vous n'en trouvez pas, sachez que la nôtre vient de chez Beric (43, rue Victor-Hugo à Malakoff). Le montage ne présente aucune difficulté, mais nous vous conseillons d'utiliser notre circuit imprimé ou un tracé rigoureusement identique si vous réalisez ce dernier vous-même. En effet, celui-ci respecte les indications données par le fabricant du circuit et garantit un fonctionnement stable en toutes circonstances.

Le L296 est à visser sur un radiateur sans accessoire d'isolement car sa languette métallique est, pour une fois, reliée à la masse.

Après avoir choisi  $R_1$  en fonction de la tension de sortie désirée, vous pouvez relier votre alimentation à toute tension continue filtrée inférieure ou égale à 50 V pour constater son fonctionnement immédiat.



## Nomenclature des composants

### Semi-conducteurs

IC<sub>1</sub> : L 296  
D<sub>1</sub> : diode Schottky 7 A ou BY 229-600

### Résistance 1/2 W 5 %

R<sub>1</sub> : voir texte  
R<sub>2</sub> : 4,7 k $\Omega$   
R<sub>3</sub> : 4,7 k $\Omega$   
R<sub>4</sub> : 15 k $\Omega$

### Condensateurs

C<sub>1</sub> : 22  $\mu$ F 63 V radial  
C<sub>2</sub> : 2,2 nF céramique ou mylar  
C<sub>3</sub> : 2,2  $\mu$ F 63 V radial  
C<sub>4</sub> : 33 nF mylar  
C<sub>5</sub> : 330 pF céramique  
C<sub>6</sub>, C<sub>7</sub> : 100  $\mu$ F 63 V radiaux

### Divers

L<sub>1</sub> : self 125 à 300  $\mu$ H à 3 ou 5 A (voir texte)  
Radiateur pour IC<sub>1</sub>

### ■ A quoi ça sert ?

Comme son nom l'indique, notre montage est un indicateur de niveau aux multiples possibilités selon les options de câblage proposées.

Il peut ainsi signaler un niveau trop haut ou un niveau trop bas en faisant coller un relais ou en générant un signal sonore. Comme la majorité de ses homologues, il ne fonctionne qu'avec des liquides conducteurs ou faiblement conducteurs, mais présente l'avantage de ne pas faire passer de courant continu entre les électrodes de mesure. Celles-ci ne sont donc pas le siège de réactions d'électrolyse destructrices.

Ce montage peut donc être utilisé dans une voiture, par exemple, où il signalera une absence de liquide de lave-glace, ou bien encore, un niveau de liquide de refroidissement trop bas. Il peut aussi être utilisé à domicile pour avertir, par exemple, d'un éventuel débordement de baignoire ou de machine à laver quelconque.

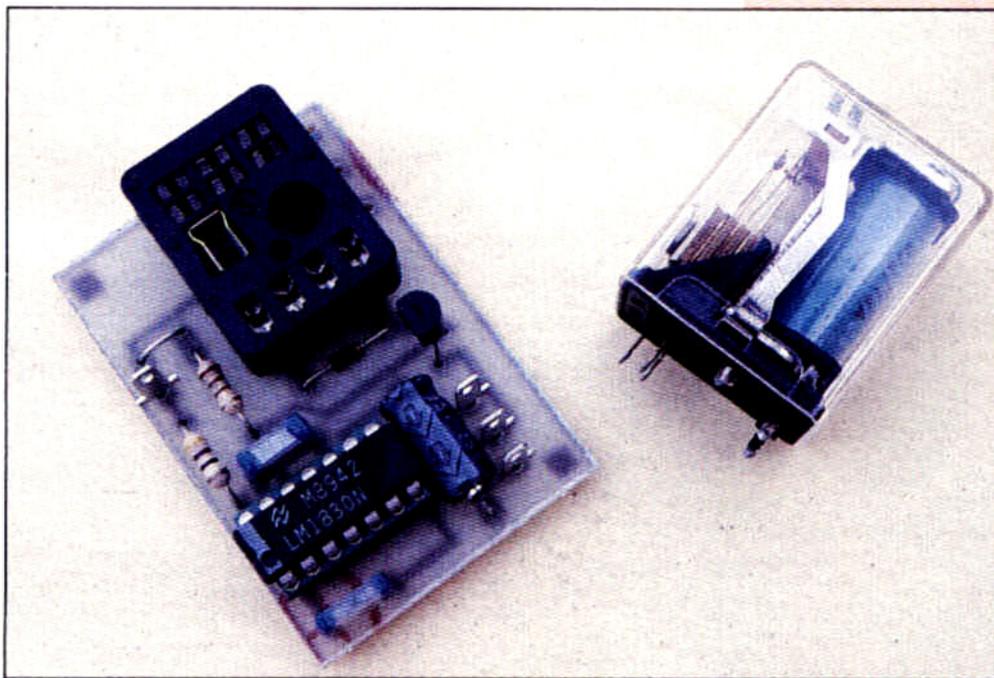
### ■ Le schéma

Nous avons fait appel à un circuit intégré spécialisé, le LM 1830 de National Semiconductor. Ce composant renferme, en un seul boîtier, un oscillateur basse fréquence qui alimente les électrodes, un amplificateur de mesure suivi d'un détecteur dont on peut éventuellement filtrer la sortie au moyen d'un condensateur externe et un transistor « de puissance » dont le collecteur et l'émetteur sont disponibles.

La tension d'alimentation du circuit, enfin, peut varier de 9 à 28 V sans affecter ses performances.

Le montage le plus complet est

# Indicateur de niveau polyvalent



visible sur le schéma. La sortie du détecteur interne au LM 1830 est filtrée par  $C_2$  et le transistor de sortie commande un relais qui sera décollé si les électrodes ne sont pas en contact avec le liquide et collé dans le cas contraire. On dispose donc, par le biais des contacts repos et travail, d'une indication à relais niveau haut ou niveau bas.

Il est également possible de ne pas monter  $C_2$ , ni  $T_1$ , ni le relais et de remplacer  $R_2$  par un ensemble  $470 \Omega$  et haut-parleur de 8 à 16  $\Omega$  pour dis-

poser d'une alarme sonore qui se déclenche lorsque les électrodes ne sont pas en contact avec le liquide.

Comme vous pouvez le constater, les possibilités du montage sont multiples.

### ■ Le montage

Le circuit imprimé que nous avons dessiné supporte toutes ces options, qui sont à choisir au moment du montage des éléments.

Pour la version avec relais, il faut monter  $T_1$ ,  $R_2$ ,  $D_1$ ,  $C_2$  et le

relais et relier par un strap les points A et B.

Pour une version avec alarme sonore, il ne faut pas monter  $T_1$ ,  $D_1$ ,  $C_2$  et le relais et il faut remplacer  $R_2$  par une résistance de 470  $\Omega$  environ (sa valeur exacte dépend du volume sonore désiré pour l'alarme). Le haut-parleur est alors connecté entre les points A et B, qui ne sont évidemment plus strapés.

Les électrodes peuvent être constituées par à peu près n'importe quel élément conducteur. Celle reliée à la

# Indicateur de niveau polyvalent

masse du montage peut être le corps même du récipient s'il est conducteur, dans lequel il ne reste plus alors qu'à faire plonger une électrode reliée à la patte 10 du CI. Cette façon de faire convient très bien à la mesure de niveau du liquide de refroidissement sur certaines voitures par exemple.

Pour surveiller l'éventuel débordement d'une baignoire ou d'une machine à laver, on préférera la solution de deux électrodes en serpentin dessinées, par exemple, sur une plaquette de circuit imprimé. Si les serpentins sont bien imbibés, la moindre goutte d'eau tombant dessus les relie et déclenche l'alarme.

Sur un véhicule l'alimentation du montage est confiée à la batterie. En utilisation domestique, un bloc secteur, tels ceux que l'on trouve à bas prix dans les supermarchés, convient fort bien.

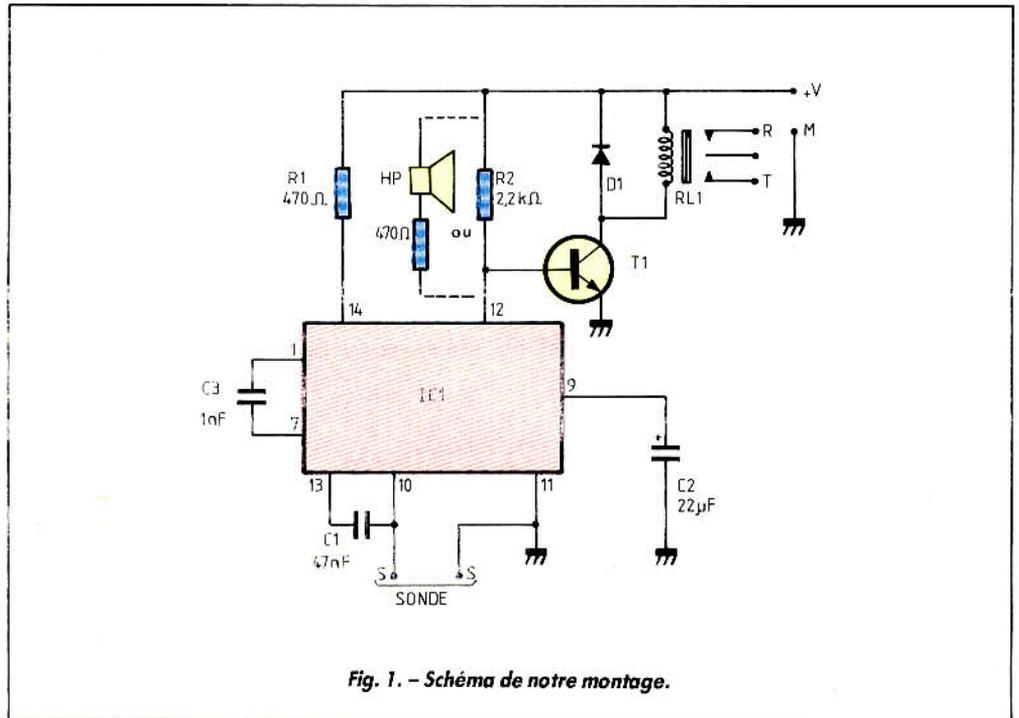


Fig. 1. - Schéma de notre montage.

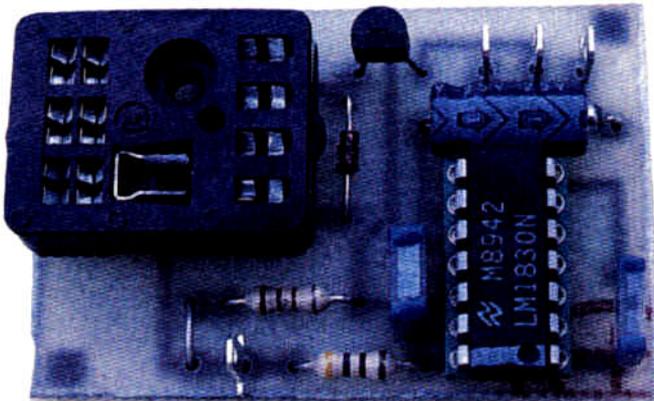


Fig. 2. - Circuit imprimé, vu côté cuivre, échelle 1.

## ■ Nomenclature des composants

### Semi-conducteurs

IC<sub>1</sub> : LM 1830 National Semi-conducteur  
 D<sub>1</sub> : 1N914 ou 1N4148  
 T<sub>1</sub> : BC 107, 108, 109, 547, 548, 549

### Condensateurs

C<sub>1</sub> : 47 nF mylar  
 C<sub>2</sub> : 22 μF 25 V  
 C<sub>3</sub> : 1 nF

### Résistances 1/4 W 5 %

R<sub>1</sub> : 470 Ω  
 R<sub>2</sub> : 2,2 kΩ ou 470 Ω (voir texte)

### Divers

RL<sub>1</sub> : Relais Europe 12 V 1RT  
 HP : haut-parleur de 8 Ω ou plus

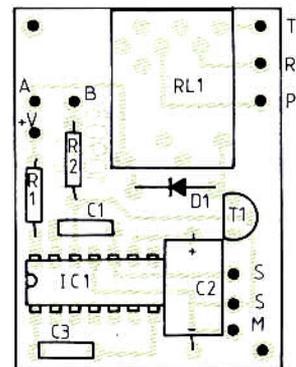
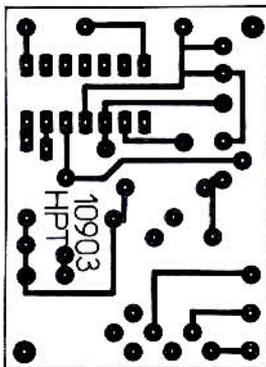


Fig. 3. - Implantation des composants.

### ■ A quoi ça sert ?

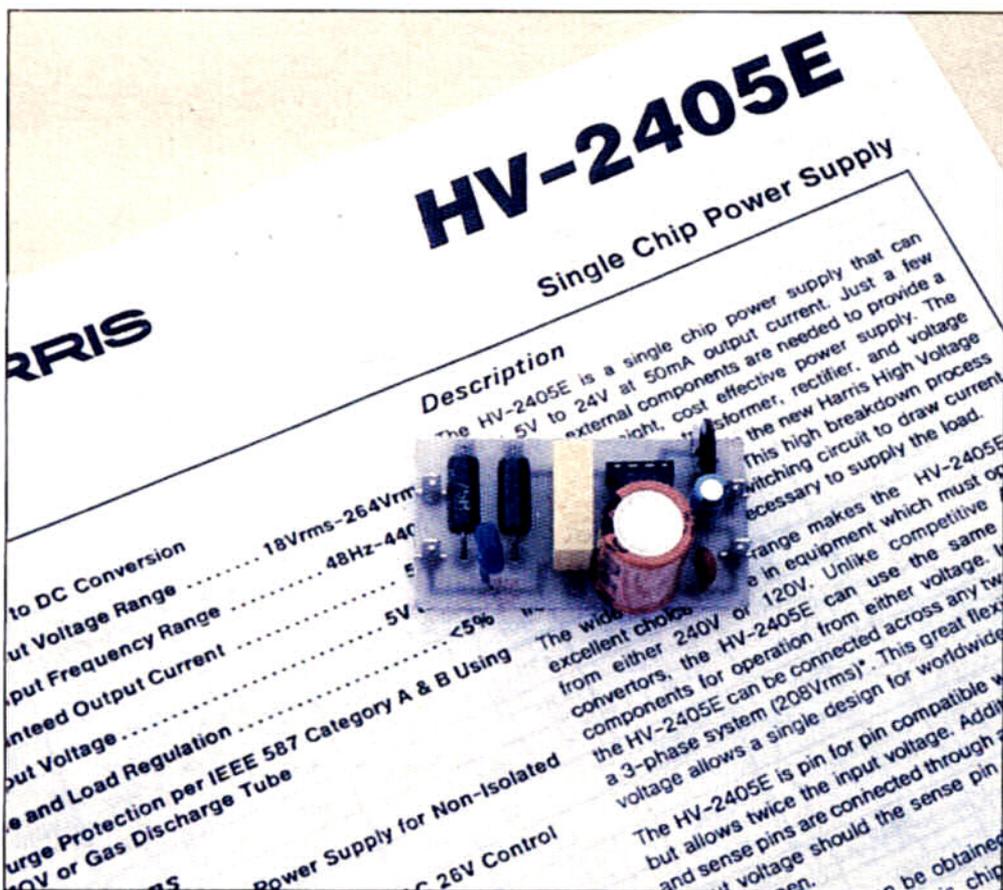
Le montage que nous vous proposons aujourd'hui est original à plus d'un titre ; en effet, il fait appel à un circuit intégré particulièrement performant mis sur le marché depuis peu de temps par la société Harris : le HV 2405 E. Ce circuit se connecte directement au secteur EDF 220 V sans nécessiter aucun transformateur d'isolement et délivre, en sortie, une tension continue, filtrée et stabilisée, réglable de 5 à 24 V sous un courant pouvant atteindre 50 mA, et tout cela avec seulement huit composants externes classiques et peu coûteux. Nous avons donc décidé de vous faire profiter de cette petite merveille et avons réalisé ce montage flash que vous pourrez intégrer dans toutes les réalisations de votre choix dès lors qu'elles peuvent se satisfaire d'un courant maximal de 50 mA.

### ■ Le schéma

Comme vous pouvez le constater, il est particulièrement dépouillé car l'essentiel des fonctions se trouve réalisé par le circuit intégré lui-même. Ce dernier contient en effet, après une diode de redressement, un pré-régulateur à découpage dont le condensateur réservoir externe n'est autre que C<sub>2</sub>. Ce pré-régulateur est suivi d'un régulateur linéaire plus classique, afin de fournir une tension de sortie très stable dans toutes les conditions de charge.

Les résistances R<sub>1</sub> et R<sub>2</sub> limitent les pointes de courant entrant dans le circuit lorsque C<sub>2</sub> est complètement déchargé. La varistance ou Gemov placée entre le point milieu de ces dernières et la masse élimine

# Alimentation secteur réglable sans transformateur



# Alimentation secteur réglable sans transformateur

les parasites très violents dont le secteur EDF peut être le siège. En effet, sans cela, des impulsions de très grande amplitude pourraient arriver à détruire le circuit intégré.

Le condensateur  $C_1$  forme, avec  $R_1$  et  $R_2$ , un filtre passe-bas qui limite la vitesse de montée de la tension à l'entrée du HV 2405. Le condensateur  $C_2$ , nous l'avons dit, est le condensateur réservoir du régulateur à découpage tandis que  $C_4$  est le condensateur de filtrage de la tension de sortie.

Le condensateur  $C_3$ , quant à lui, est le condensateur d'inhibition. Il évite que le HV 2405 ne devienne conducteur sur les transistors violents de la tension d'entrée, ce qui contribue encore à le protéger.  $P_1$ , enfin, forme, avec une résistance intégrée, un diviseur de tension ajustable, qui permet de régler la tension de sortie sur toute valeur comprise entre 5 et 24 V environ.

## Le montage

Le circuit imprimé est à la taille du schéma, c'est-à-dire tout petit, et ne présente aucune difficulté de câblage. Pour une sécurité maximale de votre montage, veillez à bien choisir la varistance et surtout le condensateur  $C_1$ , qui doit être un modèle spécialement conçu pour supporter en permanence le secteur 220 V (condensateur de classe X2 ou équivalent).

Par souci de sécurité, les résistances  $R_1$  et  $R_2$  seront de préférence des modèles bobinés

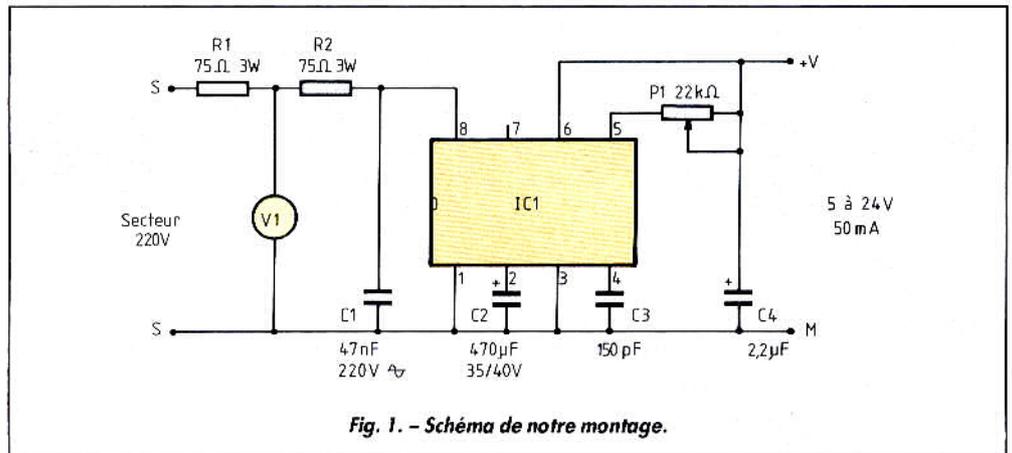
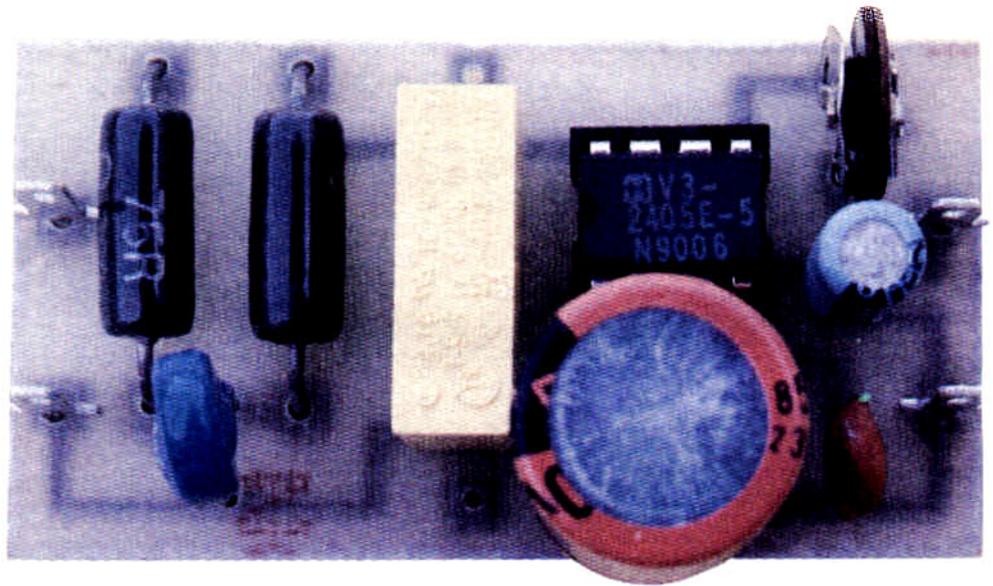


Fig. 1. - Schéma de notre montage.



vitrifiés dont la stabilité dans le temps est excellente. Le montage fonctionne évidemment immédiatement. Il suffit juste d'ajuster  $P_1$  pour obtenir la tension de sortie désirée.

**Faites cependant très attention, malgré la basse tension présente en sortie, cette alimentation est re-**

**liée directement au secteur. Il ne faut donc en aucun cas la toucher ni toucher tout montage pouvant lui être relié.** Un boîtier isolant ou des précautions équivalentes doivent impérativement être prévus, comme c'est le cas dans toute réalisation directement en contact avec le secteur.

## Nomenclature des composants

### Semi-conducteurs

IC1 : HV 2405 E (Harris)  
V1 : varistance 250 V, par exemple 07K250 de Siemens

### Résistances

$R_1, R_2$  : 75  $\Omega$ , 3 W, bobinées vitrifiées

### Condensateurs

$C_1$  : 47 nF 220 V alternatifs (classe X2 ou équivalent)  
 $C_2$  : 470  $\mu$ F 35 à 40 V radial  
 $C_3$  : 150 pF céramique  
 $C_4$  : 2,2  $\mu$ F 63 V

### Divers

$P_1$  : potentiomètre ajustable 22 k $\Omega$ , modèle debout

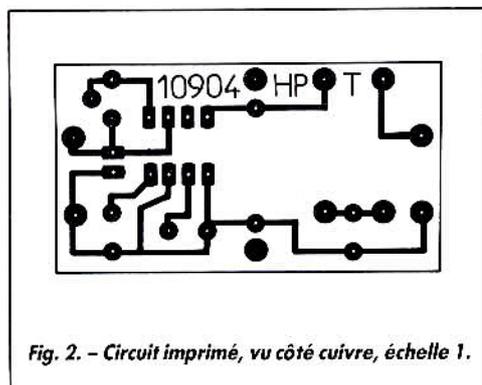


Fig. 2. - Circuit imprimé, vu côté cuivre, échelle 1.

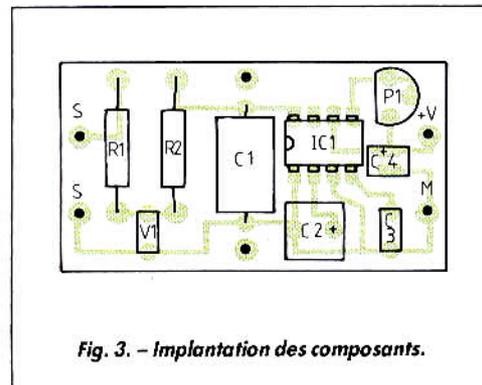


Fig. 3. - Implantation des composants.

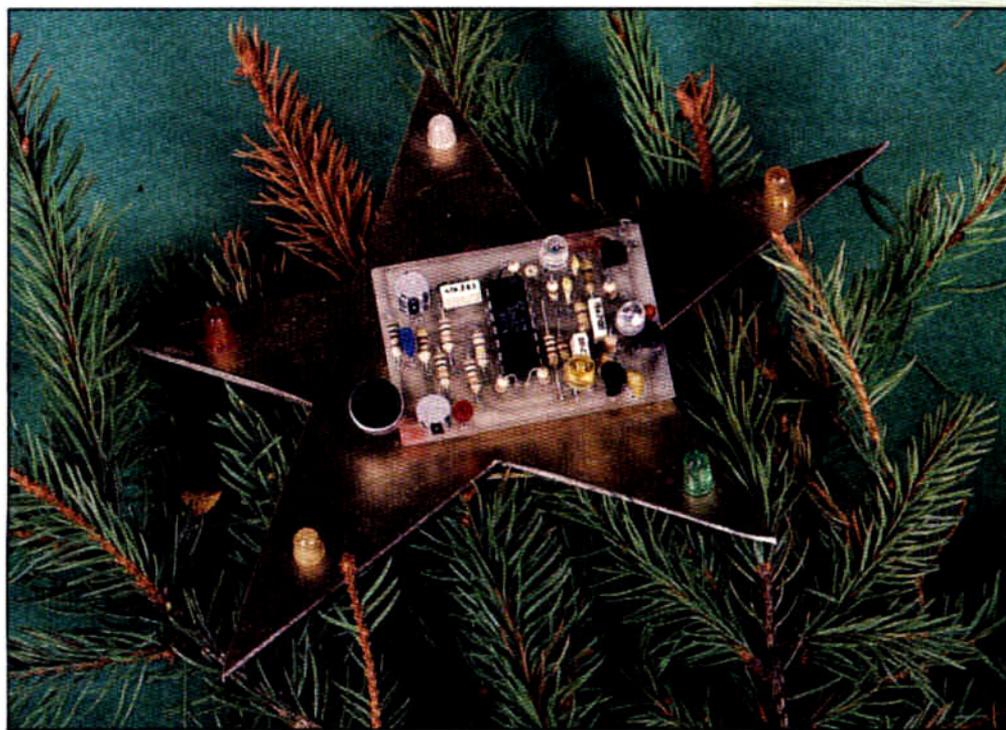
### ■ A quoi ça sert ?

Tous les ans à la même époque (on vous laisse le temps de réaliser le montage), nous vous proposons de décorer électroniquement votre sapin de Noël. L'étoile que nous proposons ici s'allume en fonction du spectre audio, une sorte de modulateur psychédélique miniature...

# Psychétoile de Noël

### ■ Le schéma

C'est un véritable modulateur de lumière que vous avez sous les yeux, le son arrive sur un microphone à électret polarisé par la résistance  $R_1$ .  $C_1$  transmet la modulation, un premier ampli remonte son niveau. La résistance  $R_2$ , de  $1,5\text{ M}\Omega$ , permet d'avoir un gain élevé. Si vous trouvez que l'étoile s'allume un peu trop, vous choisirez une résistance de plus faible valeur, nous n'avons pas voulu compliquer le montage en ajoutant une commande automatique de gain ! La polarisation du montage est confiée à une diode électroluminescente, méthode efficace et économique. L'amplificateur est suivi d'un filtre du second ordre, à  $12\text{ dB/octave}$ , utilisant deux filtres passe-haut et bas associés à un étage soustracteur qui sortira le médium, une formule plus simple que le passe-bande habituel. Les filtres sont à source contrôlée avec une variante pour le filtre passe-haut, à qui nous avons donné du gain ; le contenu en aigu de la musique est relativement faible par rapport au niveau dans le grave et dans le médium. Le signal est directement redressé par des diodes électroluminescentes à haute luminosité (nous aurons ainsi 9 diodes sur l'étoile), un condensateur se charge pour



prolonger l'allumage des autres diodes électroluminescentes, et créer ainsi un effet plus complexe qu'un parfait synchronisme. Les constantes de temps seront différentes pour les trois bandes de fréquences.

### ■ Réalisation

Si le schéma est un peu compliqué, le montage n'occupe qu'une faible surface ; en ef-

fet, les quatre amplis opérationnels sont en fait réunis dans un seul boîtier à 14 pattes.

Les composants sont assez serrés, nous avons même une diode électroluminescente qui chevauche une résistance.

N'essayez pas de câbler ce montage avec des résistances  $1/2\text{ W}$  d'antan... Les trois diodes de détection du signal,  $D_2$ ,  $D_3$ ,  $D_4$ , sont montées en hauteur et serviront éventuel-

lement à fixer le circuit imprimé sur l'étoile. Cette dernière est découpée dans du polystyrène en feuille, les autres diodes seront disposées de façon que deux diodes s'allument simultanément ne soient pas l'une à côté de l'autre...

**N.B. :** si vous avez réalisé les précédentes versions, sachez qu'elles n'assurent pas le même effet visuel...

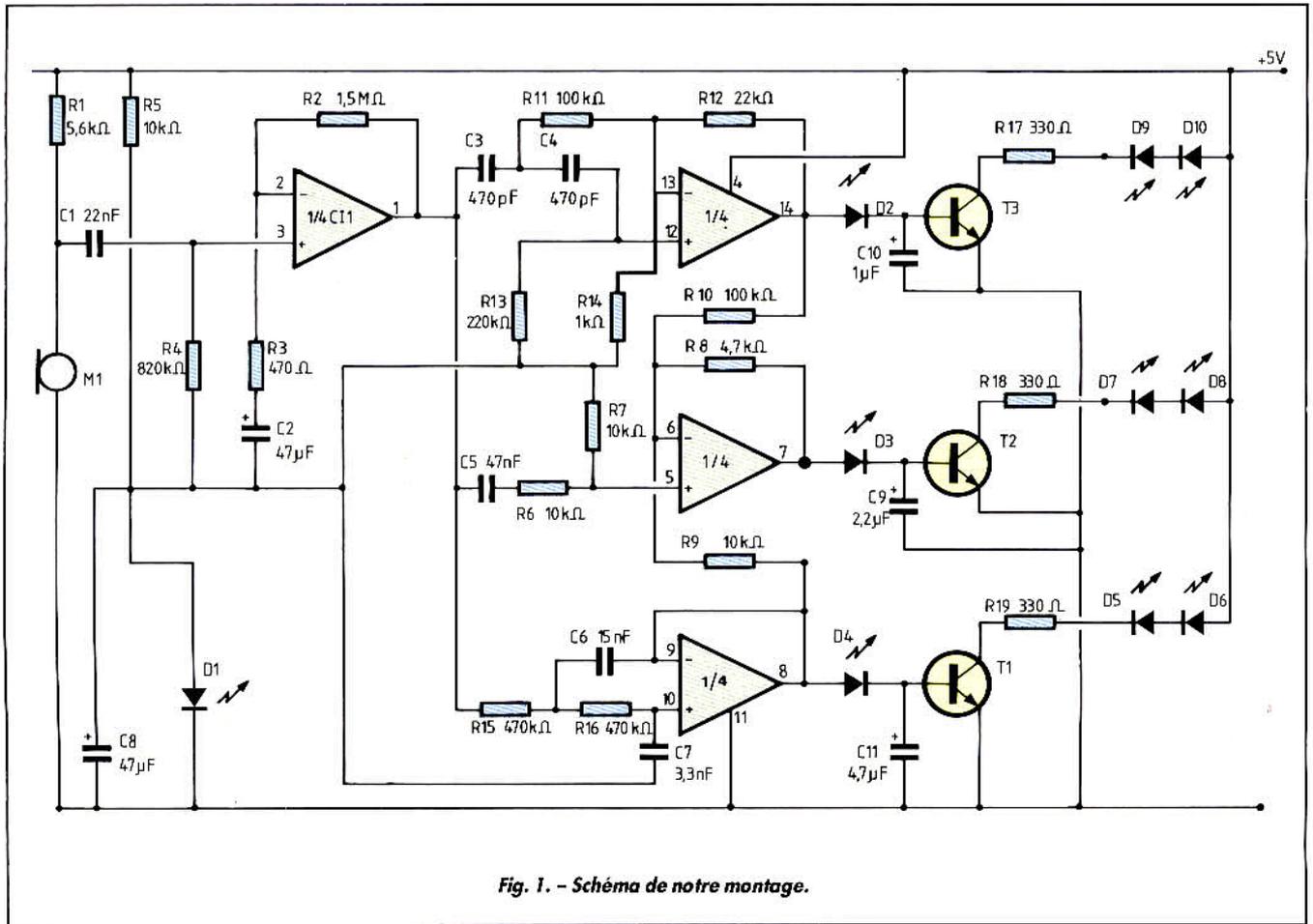


Fig. 1. - Schéma de notre montage.

## ■ Nomenclature des composants

### Résistances 1/4 W 5 %

R<sub>1</sub> : 5,6 kΩ  
R<sub>2</sub> : 1,5 MΩ  
R<sub>3</sub> : 470 Ω  
R<sub>4</sub> : 820 kΩ  
R<sub>5</sub>, R<sub>6</sub>, R<sub>7</sub>, R<sub>9</sub> : 10 kΩ  
R<sub>8</sub> : 4,7 kΩ  
R<sub>10</sub>, R<sub>11</sub> : 100 kΩ  
R<sub>12</sub> : 22 kΩ  
R<sub>13</sub> : 220 kΩ  
R<sub>14</sub> : 1 kΩ  
R<sub>15</sub>, R<sub>16</sub> : 470 kΩ  
R<sub>17</sub>, R<sub>18</sub>, R<sub>19</sub> : 330 Ω

### Condensateurs

C<sub>1</sub> : 22 nF céramique  
C<sub>2</sub>, C<sub>8</sub> : 47 μF chimique radial, 10 V  
C<sub>3</sub>, C<sub>4</sub> : 470 pF céramique  
C<sub>5</sub> : 47 nF MKT 5 mm  
C<sub>6</sub> : 15 nF MKT 5 mm

C<sub>7</sub> : 3,3 nF MKT 5 mm  
C<sub>9</sub> : 2,2 μF tantale goutte 3 V  
C<sub>10</sub> : 1 μF tantale goutte 3 V  
C<sub>11</sub> : 4,7 μF tantale goutte 3 V

### Semi-conducteurs

T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub>, T<sub>3</sub> : transistor NPN BC 238, 548, 100 mA 20 V  
C<sub>1</sub> : LM 324  
D<sub>1</sub> : diode électroluminescente rouge  
D<sub>2</sub>, D<sub>3</sub>, D<sub>4</sub> : diodes électroluminescentes à haute luminosité, rouge, verte et jaune (TLXR 5101 Telefunken par exemple pour le rouge)  
D<sub>5</sub> à D<sub>10</sub> : diodes électroluminescentes rouges, verts et jaunes

### Divers

M1 : microphone à électret

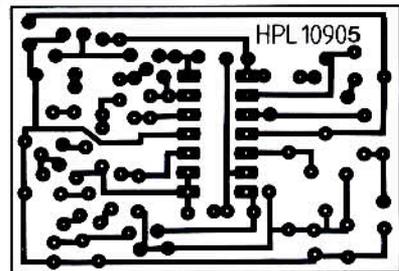


Fig. 2. - Circuit imprimé côté cuivre, échelle 1.

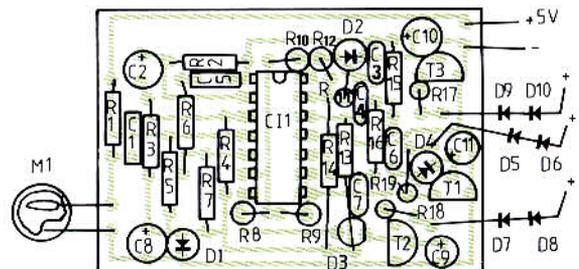


Fig. 3. - Implantation des composants.

# flash

## Réalisation

# HP

réf. 10906

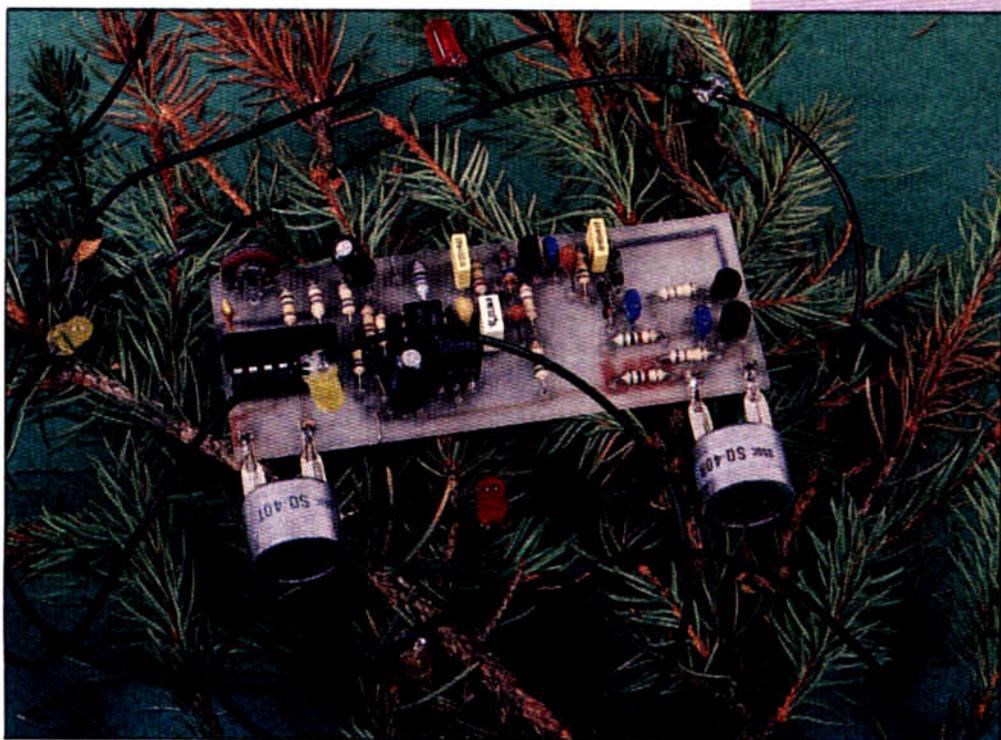
### ■ A quoi ça sert ?

Une guirlande, c'est fait pour décorer les arbres de Noël. Avec un 555, on obtient une guirlande clignotante, mais on peut faire mieux. Cette année, nous vous proposons une animation un peu différente : ce sont vos mouvements qui vont jouer sur la lumière émise par les diodes électroluminescentes montées en guirlande ! Magique, n'est-ce pas ?

### ■ Le schéma

Le principe consiste à associer le circuit de commande de la guirlande à un détecteur à ultrasons. Ce détecteur utilise l'effet Doppler : si le son se réfléchit sur un mobile, il revient à la source avec une fréquence différente. L'ultrason est émis à 40 kHz par Cl<sub>3</sub>, monté en oscillateur avec étage de sortie en pont. Le transducteur, US<sub>1</sub>, reçoit le signal réfléchi et une partie du signal direct, il est amplifié par T<sub>1</sub> et T<sub>2</sub> et détecté par D<sub>1</sub> et D<sub>2</sub>. Comme la fréquence reçue est différente, le mélange des deux signaux produit un battement à une fréquence dépendant de la vitesse du mobile. Cette fréquence est amplifiée par T<sub>3</sub> et détectée par D<sub>3</sub> et D<sub>4</sub>. La composante alternative est transmise à l'entrée du premier ampli op Cl<sub>1</sub>, qui est monté avec T<sub>4</sub> en générateur de courant. Le courant traversant les diodes électroluminescentes de la guirlande sera proportionnel à la tension d'entrée de l'ampli op. La résistance R<sub>9</sub> fixe la valeur du courant à environ 20 mA. Le circuit est alimenté en 8 V par un régulateur miniature. La seconde moitié de Cl<sub>1</sub> est montée en générateur de signaux triangulaires, ce générateur superpose, à la

# Guirlande magique...



tension venue du détecteur Doppler, une onde triangulaire qui anime la guirlande en l'absence de déplacement.

### ■ Réalisation

Deux parties dans cette réalisation, l'électronique est câblée sur circuit imprimé, les diodes D<sub>5</sub> à D<sub>n</sub> seront reliées en série pour former une guirlande. On mélangera des diodes des trois ou quatre cou-

leurs disponibles, la chute de tension dans une diode étant de 1,8 V environ. Pour calculer le nombre de diodes : diviser la tension d'alimentation - 1 V par la chute de tension est de 1,8 V... Un seul réglage est à faire, celui de la fréquence de l'oscillateur : on branche un voltmètre continu aux bornes de R<sub>5</sub> et on ajuste pour la tension maximale. Attention, en soudant les diodes au germanium, elles craignent plus la

chaleur que celles au silicium. Souder rapidement (2 à 3 secondes)... Attention au sens de branchement des diodes de la guirlande. Les deux transducteurs à ultrasons devront, bien entendu, dépasser du coffret où vous logerez le montage...

Pour plus d'effet, vous pouvez éventuellement brancher deux guirlandes identiques en parallèle... Joyeux Noël ! ■

# Guirlande magique...

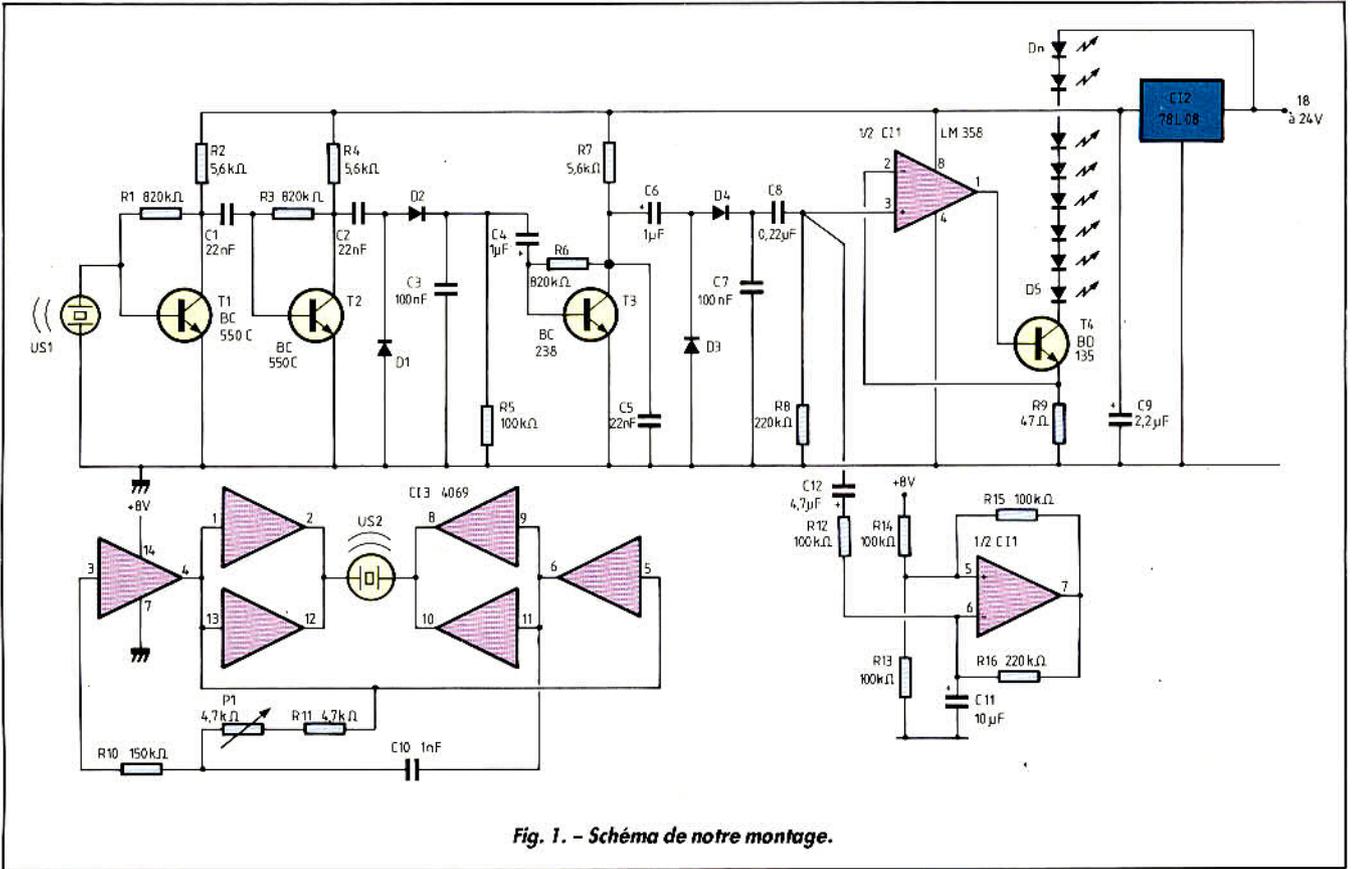


Fig. 1. - Schéma de notre montage.

## ■ Nomenclature des composants

### Résistances 1/4 W 5 %

R<sub>1</sub>, R<sub>3</sub>, R<sub>6</sub> : 820 kΩ - R<sub>2</sub>, R<sub>4</sub>, R<sub>7</sub> : 5,6 kΩ - R<sub>8</sub> : 220 kΩ  
 R<sub>9</sub> : 47 Ω - R<sub>10</sub> : 150 kΩ - R<sub>11</sub> : 4,7 kΩ  
 R<sub>5</sub>, R<sub>12</sub>, R<sub>13</sub>, R<sub>14</sub>, R<sub>15</sub> : 100 kΩ - R<sub>16</sub> : 220 kΩ

### Condensateurs

C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub>, C<sub>5</sub> : 22 nF céramique  
 C<sub>3</sub>, C<sub>7</sub> : 100 nF MKT 5 mm  
 C<sub>4</sub>, C<sub>6</sub> : 1 μF tantale goutte 10 V  
 C<sub>8</sub> : 220 nF MKT 5 mm  
 C<sub>9</sub> : 2,2 μF chimique radial 10 V  
 C<sub>10</sub> : 1 nF céramique ou MKT 5 mm  
 C<sub>11</sub> : 10 μF chimique radial 10 V  
 C<sub>12</sub> : 4,7 μF chimique radial 10 V

### Semi-conducteurs

T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub> : transistor NPN BC 550C  
 T<sub>3</sub> : transistor NPN BC 238 - T<sub>4</sub> : transistor NPN BD 135  
 D<sub>1</sub>, D<sub>2</sub>, D<sub>3</sub>, D<sub>4</sub> : diode germanium AA 119, OA 95, 1N60, etc. - C<sub>1</sub> : circuit intégré LM 358  
 C<sub>2</sub> : circuit intégré 78L08 - C<sub>3</sub> : circuit intégré CD 4069  
 D<sub>5</sub> à D<sub>n</sub> : diodes électroluminescentes de couleurs diverses, voir texte

### Divers

US<sub>1</sub> : transducteur piézoélectrique 40 kHz, récepteur.  
 US<sub>2</sub> : transducteur piézoélectrique 40 kHz, émetteur.  
 P<sub>1</sub> : potentiomètre ajustable pour C<sub>1</sub> vertical 4,7 kΩ.

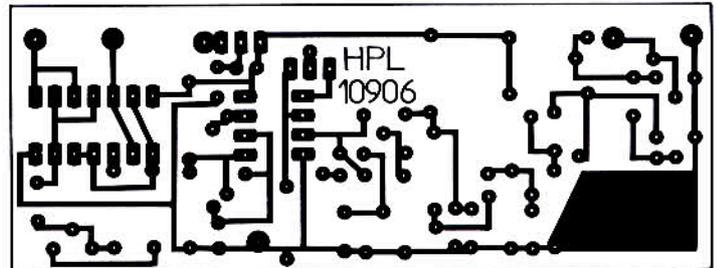


Fig. 2. - Circuit imprimé côté cuivre, échelle 1.

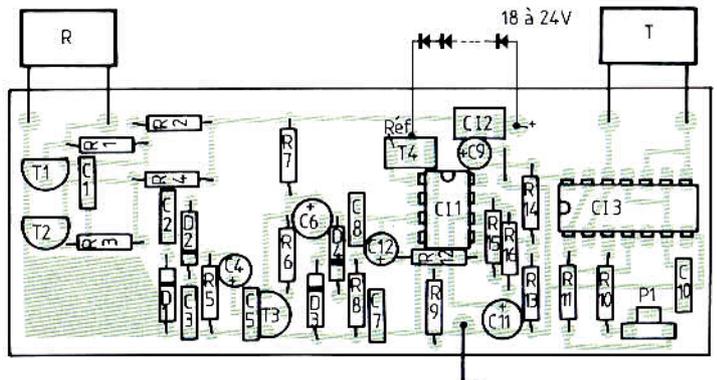
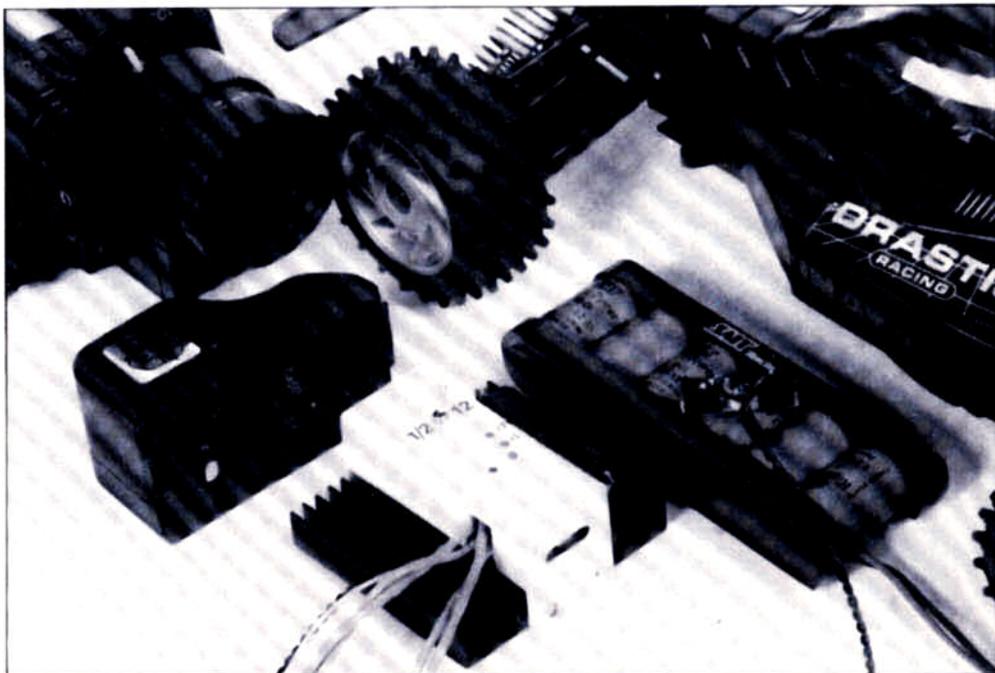


Fig. 3. - Implantation des composants.

# CHARGEUR DE BATTERIE AUTOMATIQUE 12 V POUR ACCUS NiCd

Ce chargeur d'accumulateurs répond à plusieurs besoins actuels. Nous l'avons conçu pour une alimentation en courant continu 12 V, et, de ce fait, il pourra fonctionner, à l'extérieur, sur toute batterie automobile. Il est conçu pour des accumulateurs nickel-cadmium tels ceux que l'on rencontre sur les modèles réduits ou dans les caméscopes. Ce chargeur est conçu pour prendre le plus grand soin de ces accumulateurs ; par ailleurs, il est équipé de plusieurs sécurités qui interviendront en cas de problèmes divers.



## DES DIFFICULTES DE LA CHARGE

Le cerveau de ce chargeur est un circuit intégré spécialement conçu par Telefunken pour ce type d'application. Nous avons attendu quelque temps avant de vous le présenter, car les circuits les plus récents sont souvent difficiles à trouver chez les revendeurs de composants qui ont du mal, on le comprend, à suivre les incessantes productions des fabricants de CI, qui proposent, chacun quelques centaines, voire milliers, de circuits inté-

grés différents. L'accumulateur NiCd ne se charge pas n'importe comment, sa conception diffère d'un modèle à l'autre, certains acceptent uniquement une charge lente, d'autres une charge rapide. Si les modèles à charge rapide acceptent également une charge lente, l'inverse n'est pas possible. Un accu à charge lente qui subirait une charge rapide aurait certainement quelques problèmes de durée de vie ou même de vie tout court. Une charge lente peut se prolonger longtemps ; en revanche, une charge rapide ne doit surtout pas le

faire : l'accumulateur s'échauffe et le dégagement de gaz interne peut entraîner une exposition de l'élément. Ce dégagement a lieu en fin de charge, une période où la tension des éléments augmente plus rapidement qu'au début, on observe aussi une augmentation plus rapide de la température (cette dernière croît régulièrement au cours de la charge).

Par ailleurs, il est rare que l'on connaisse l'état de décharge exact d'une batterie. Il est donc difficile d'appliquer une règle de calcul simple pour connaître la durée de la

charge en fonction de la capacité de la batterie, règle que l'on trouve imprimée sur beaucoup d'accumulateurs à charge en 14 heures. La solution la plus simple pour « connaître » l'état de décharge de la batterie avant d'entreprendre sa charge est de la décharger complètement. Une fonction que vous retrouverez dans ce chargeur.

### LE CERVEAU DU CHARGEUR

Le cerveau du chargeur est donc un circuit intégré baptisé U 2400 B. Aujourd'hui, de nombreux appareils domestiques et de bricolage utilisent des chargeurs d'accumulateurs ; lorsque l'élément énergétique est vide, il est intéressant de lui redonner son énergie au plus vite, d'où l'existence de chargeurs dits rapides qui mettent une heure, ou moins, à redonner de la vitalité à votre taille-haie, votre scie sauteuse ou autre grille-pain de jardin...

Cette charge rapide demande pourtant quelques précautions ; elles ont été prévues par le fabricant qui met à notre disposition un circuit intelligemment conçu. Nous n'allons pas reprendre ici, figure 1, la totalité du schéma synoptique du circuit intégré, il existe dans les notices du constructeur, nous allons nous limiter aux fonctions exploitées dans notre chargeur. Si vous voulez en savoir davantage, veuillez consulter votre revendeur habituel. Les notices existent, nous les avons même rencontrées !

La figure 1 donne donc le schéma synoptique simplifié. Le circuit intégré s'alimente avec une tension continue de 5 à 25 V. Un circuit de régulation interne fournit une tension de référence de 3 V qui sera utilisée comme référence pour divers traitements.

Un oscillateur interne travaille à 200 Hz et sert de base de temps. Pour les chargeurs travaillant sur la tension secteur à partir d'un commutateur de

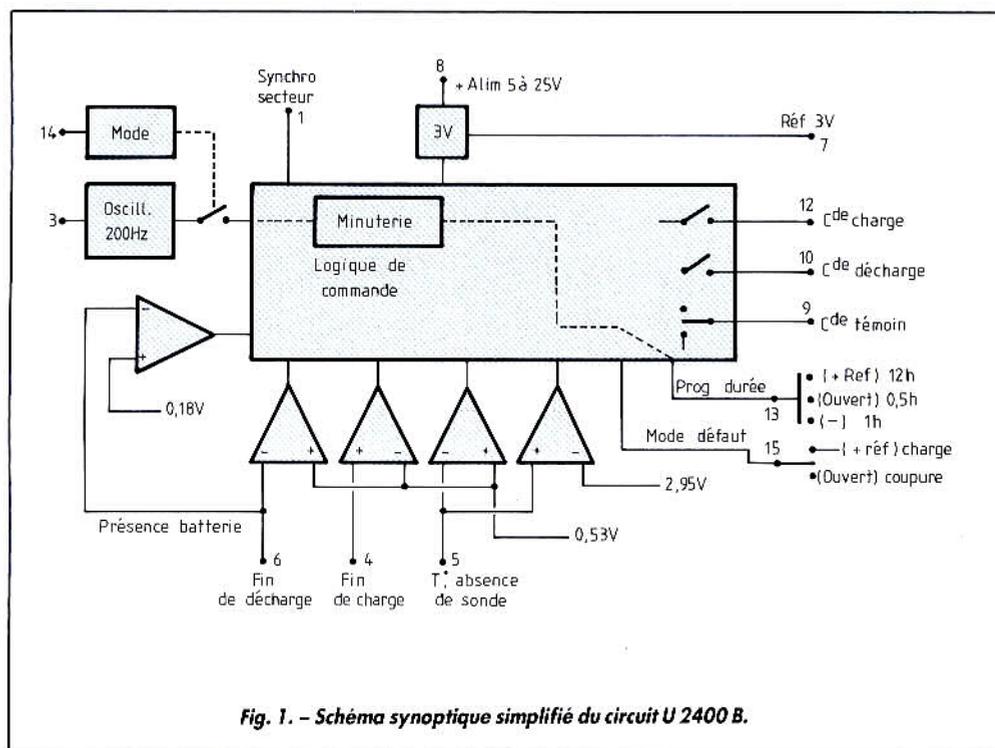


Fig. 1. - Schéma synoptique simplifié du circuit U 2400 B.

type triac ou thyristor, une entrée, broche 1, sert à injecter une tension de synchro secteur. Comme notre chargeur fonctionne sur batterie, nous n'utiliserons pas cette possibilité. L'oscillateur peut être mis en service par un interrupteur interne, la broche 14 sert à la programmation de l'oscillateur. Broche ouverte, l'oscillateur est en service. Cet oscillateur sert à déterminer la durée de la charge. Suivant le type d'accumulateur, on programmera l'une des trois durées prévues dans le circuit intégré : une demi-heure, une heure et douze heures. Cette dernière valeur est la seule autorisée pour des accumulateurs type bâton, tels ceux que l'on trouve un peu partout pour remplacer les piles.

Ici, la programmation fait appel à la tension de référence de 3 V pour l'une des trois durées. Broche 13 ouverte : 1/2 heure, à la masse : 1 heure, ou + 3 V : 12 heures.

Deux actions sont programmées dans le circuit intégré : la décharge de l'accumulateur et sa charge. Deux sorties commandent transistors ou

triacs et thyristor, transistor pour la décharge et la charge, triac et thyristor pour la recharge. Pour la décharge, on relie la sortie par un transistor PNP au pôle positif de l'alimentation. Pour la charge, on sort un courant négatif, ce qui correspond à la fermeture d'un transistor NPN entre la masse et la sortie. La situation du chargeur est confirmée par une sortie capable de commander deux diodes électroluminescentes, les deux diodes sont montées en série, la broche 9 au point commun ; cette sortie se comporte comme un inverseur relié au + ou à la masse.

Les quatre comparateurs reliés à la logique de commande servent au contrôle des opérations. La broche 6 est reliée à deux comparateurs ; si la tension est inférieure à 0,18 V, le comparateur signale qu'il n'y a pas de batterie. A la mise en place de la batterie, ce comparateur va enclencher le processus de charge. Celui-ci commence par une décharge de la batterie. C'est la sortie 9 qui commande la décharge de la bat-

terie par un dispositif externe. Dès que la tension sur la borne 6 descend au-dessous de 0,53 V, le circuit intégré comprend que la décharge est terminée, il commande alors la charge. Un courant est disponible sur la broche 12 et la sortie 9 commande alors le témoin. La fin de charge est commandée par la minuterie interne qui coupe la charge au bout du temps présélectionné. Plus exactement, le chargeur met en route un autre régime de charge qui est un régime d'entretien. Toutes les 16,8 secondes, le chargeur commande une charge à l'intensité nominale mais d'une durée de 100 ms. Ce système de découpage du signal est utilisé pour la charge en 12 heures obtenue en découplant le signal de sortie, avec un repos de 1,2 s suivi d'une charge de 100 ms. L'intérêt de cette formule n'est pas évident a priori mais il se justifie. La charge normale d'un accumulateur dit à charge rapide peut effectivement avoir lieu en une demi-heure. Or, dans une batterie, tous les éléments peuvent avoir une capacité différente.

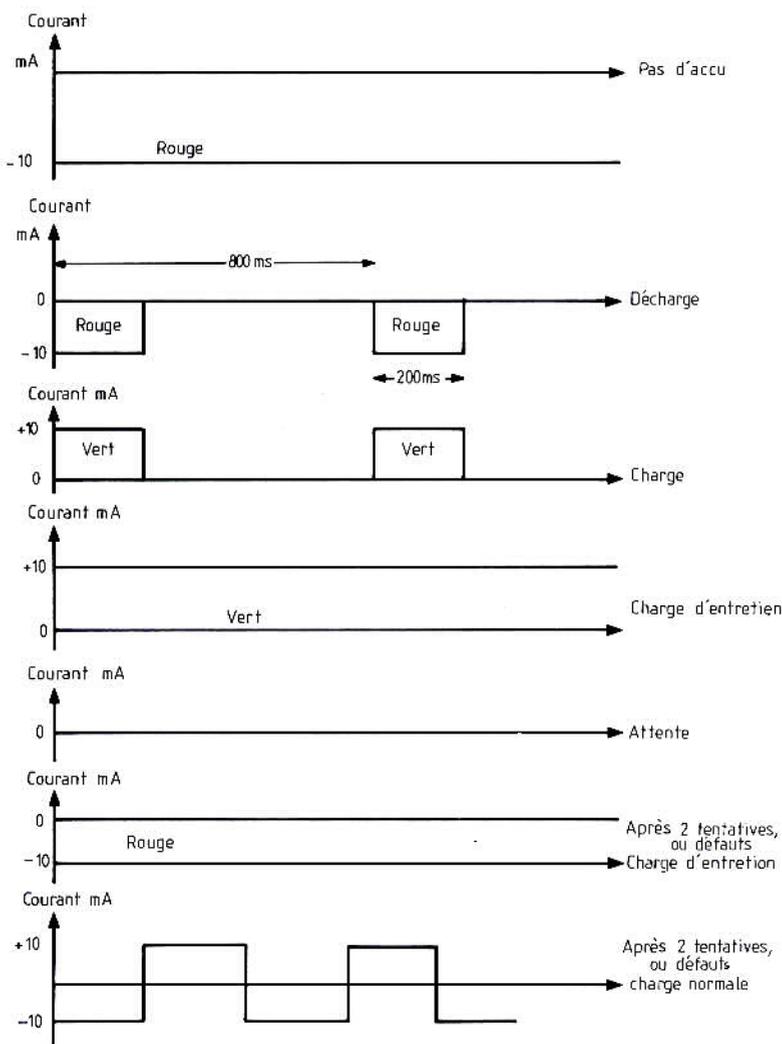


Fig. 2. - Etat des voyants vert et rouge commandés par la logique interne.

De plus, ils sont chargés par le même courant étant donné que tous les éléments sont reliés en série. Avec une charge de 12 heures, il sera possible de surcharger tous les éléments, ceux, de capacité moindre, qui sont chargés les premiers supporteront une surcharge peu gênante compte tenu de la faible intensité moyenne; en revanche, les éléments de plus forte capacité seront complètement chargés. C'est ce que l'on appelle une charge de rééquilibrage,

régime que l'on doit appliquer de temps en temps. Ce régime peut aussi être employé si l'on utilise parfois le chargeur avec d'autres éléments que ceux à charge rapide. Par ailleurs, la charge lente, mais impulsionnelle, a l'avantage, sur une charge avec courant non pulsé, de permettre un abaissement de la résistance interne des éléments, un phénomène assez peu connu... La surveillance de la charge se fait de deux façons. L'entrée 4 transmet la tension de

l'accumulateur par un pont diviseur (la tension de référence est de 0,53 V). Lorsque la tension de la broche 4 dépasse 0,53 V, on déclenche la coupure de la charge. Une autre détection est assurée, celle de la température. Une sonde thermique - thermistance par exemple - est plaquée contre la batterie; si la température de cette dernière monte trop haut, la charge est interrompue. Cette coupure de la charge sera signalée par un témoin, de même que celle

due à un excès de tension. La présence de la sonde est obligatoire, en son absence, la charge n'est pas autorisée. Comme on le voit, la surveillance de la charge est soignée. En utilisation normale, c'est la minuterie qui déclenche la fin de charge. Mais, lorsque la batterie aura perdu une partie de sa capacité, après un bon nombre de cycles, elle s'échauffera avant que la minuterie ait terminé son cycle. De même, une augmentation de la résistance interne, due au vieillissement, entraînera une augmentation de la tension de fin de charge, ce qui déclenchera la sécurité. Les diodes électroluminescentes seront là pour signaler l'anomalie.

La broche 15 modifie le comportement du chargeur au moment de la détection d'un défaut. Broche au + 3 V, tension de référence externe, la charge continue jusqu'à la fin du temps programmé par la minuterie, mais la sortie de commande de témoin passe alternativement du + au -. Si la broche reste ouverte, la charge est coupée, la sortie 9 passe et reste à l'état bas. Lors de la détection d'une surtension en sortie, la charge est complètement coupée, celle d'entretien ne reprendra que lorsque la tension de la borne 4 sera descendue au-dessous de la tension de 0,53 V.

La figure 2 donne le comportement des indicateurs lors du processus de charge. Nous avons ici une indication qui change en fonction de la programmation de la broche 15. Dans notre schéma, nous ajouterons deux diodes électroluminescentes qui transmettront directement une information sur le courant de sortie des broches de charge et de décharge.

## LE SCHEMA COMPLET

Nous n'avons pas abordé ici les fonctions particulières liées à une utilisation sur le secteur,

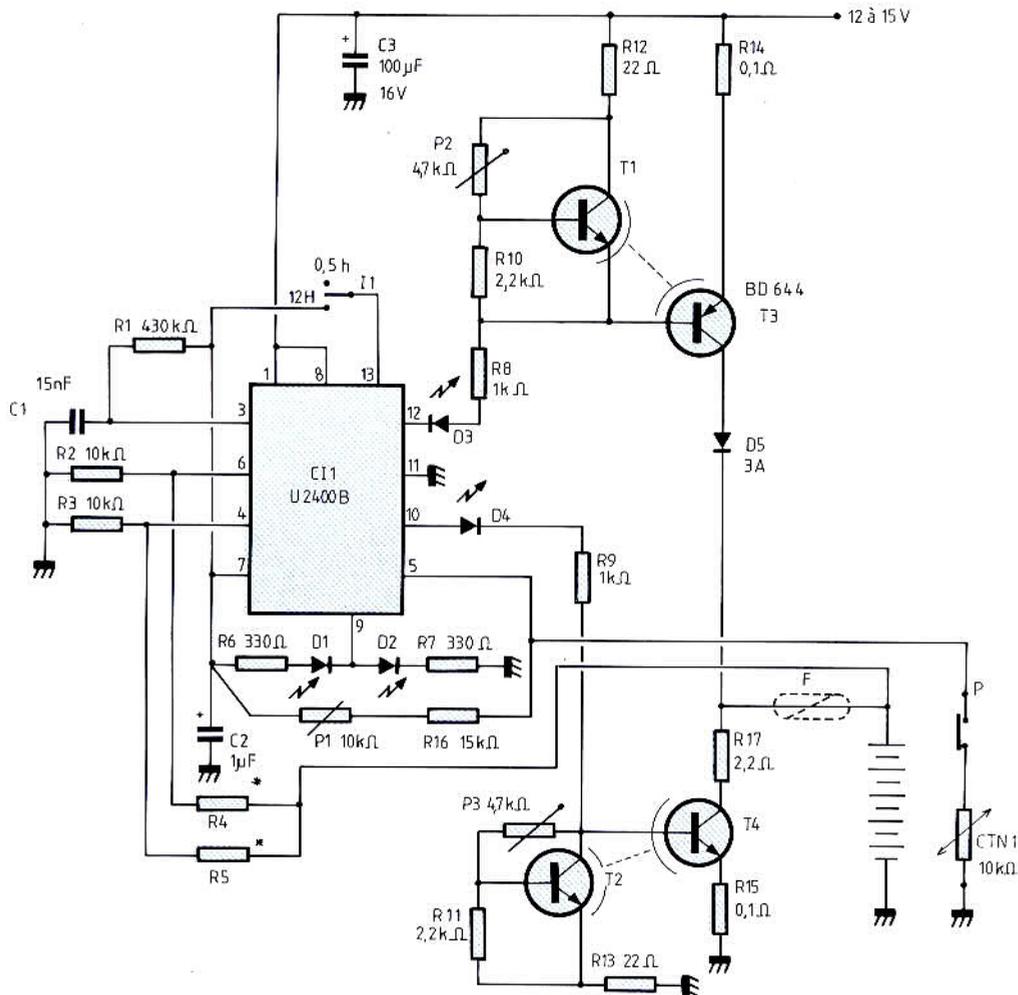


Fig. 3. - Schéma complet du chargeur.

ni la charge ou la décharge en commutation ; la résistance interne des accu est très faible, ce qui peut, en cas de court-circuit, même au travers d'un transistor, entraîner un courant extrêmement important, pas toujours facile à contrôler, même si le courant moyen reste dans des normes convenables.

Le montage, figure 3, est donc alimenté par une tension de 12 V, tension qui permet la charge d'accumulateurs de 6 V ou 7,2 V dont la capacité est de 1 à 1,2 Ah.

La tension de fin de charge de

ces éléments est de 1,6 V environ en charge rapide, ce qui nous fait une tension de 9,6 V pour l'accu de 7,2 V et de 8 V pour celui de 6 V. La tension de fin de décharge est de 1 V par élément, soit 6 V pour l'accu de 7,2 V et 5 V pour celui de 6 V. Les résistances R<sub>4</sub> et R<sub>5</sub> sont calculées en fonction de ces tensions, les résistances R<sub>2</sub> et R<sub>3</sub> ont la même valeur, R<sub>4</sub> et R<sub>5</sub> ont une valeur qui dépendra du nombre d'éléments. Curieusement, le fabricant du circuit intégré ne donne aucune valeur pour le courant de polarisation des

comparateurs ; en revanche, il recommande un courant de 20 à 200  $\mu$ A comme courant de pont.

Ces valeurs vont nous permettre de calculer les ponts diviseurs qui serviront à détecter la fin de la décharge et celle de la charge. La conception d'un chargeur multiten-sion n'est pas vraiment simple et elle a l'inconvénient d'entraîner un risque d'erreur lors d'une utilisation ; il est donc préférable de réaliser un chargeur par type d'accumulateur, vous pourrez aussi prévoir une commutation en fonc-

tion du type d'accu. Nous proposons ici deux tensions nominales types : 6 et 7,2 V ; il ne faut pas oublier que le chargeur fonctionne avec une tension d'alimentation de 12 V et que la tension de fin de charge d'un accumulateur de 7,2 V atteint 9,6 V. Pour charger des accumulateurs de tension supérieure, il faut utiliser d'autres techniques, basées sur des convertisseurs de tension.

Le commutateur I<sub>1</sub>, qui peut être un simple interrupteur, règle la durée de la charge entre douze heures et une demi-

heure, pour une charge en une heure ; la broche 13 sera mise à la masse ; dans ce cas, un inverseur est indispensable.

La constante de temps de l'oscillateur associe une résistance de 430 k $\Omega$ , R<sub>1</sub>, et un condensateur de 15 nF, C<sub>1</sub>. Ces composants ont les valeurs préconisées par Telefunken. Attention, si vous effectuez une mesure de fréquence sur le condensateur C<sub>1</sub> aux bornes duquel on trouvera une tension en dents de scie, la sonde doit être à haute impédance (> 10 M $\Omega$ ) ; une sonde de « faible » résistance interne (1 M $\Omega$ ) perturbe la mesure.

La tension de référence alimente les deux voyants rouge et vert de signalisation. On l'utilise également pour l'alimentation du pont de mesure de la température de l'accumulateur. La thermistance CTN 1 sera en contact thermique avec la batterie à charger, le potentiomètre P<sub>1</sub> permet de régler la température d'intervention de la sécurité. La thermistance a une résistance de 10 k $\Omega$  à 25° (à 50°, sa résistance sera voisine de 4 k $\Omega$  environ), le pont est calculé pour que la tension de référence soit atteinte avec une résistance de 4 k $\Omega$ .

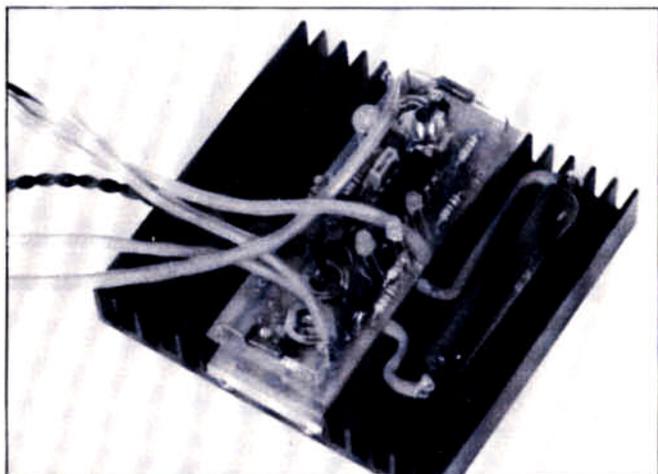
Nous avons prévu ce chargeur pour un travail à courant constant, aussi bien pour la charge que pour la décharge. La charge à courant constant a l'avantage de permettre un dosage précis de la charge. Comme par ailleurs nous effectuons une décharge, elle aussi à courant constant, il sera possible, en utilisant un circuit périphérique qui n'entre pas dans le cadre de cette réalisation, de calculer l'énergie restant dans la batterie ; vous pourrez alors, de temps en temps, tester la capacité de la batterie et juger du moment où vous devrez la changer. Nous avons d'ailleurs publié (voir HP n° 1767), un montage flash étudié pour assurer la décharge d'une batterie et mesurer éventuellement sa capacité totale ou résiduelle.

Deux générateurs de courant sont constitués par des transistors de puissance Darlingtons associés chacun à un transistor de polarisation. L'emploi de transistors Darlingtons à diode inverse intégrée impose l'adjonction de la diode D<sub>5</sub>, empêchant la décharge de l'accumulateur dans le circuit intégré en l'absence de tension d'alimentation. La mesure du courant se fait aux bornes des résistances R<sub>14</sub> ou R<sub>15</sub>, charge ou décharge. Une tension de 0,1 V correspond à un courant de 1 A. Le transistor de polarisation, T<sub>1</sub> ou T<sub>2</sub>, est couplé thermiquement au transistor et assure la compensation en température du générateur de courant, une technique de compensation identique à celle utilisée dans les amplificateurs audio de puissance. Les résistances R<sub>14</sub> et R<sub>15</sub> assurent une contre-réaction d'émetteur. Compte tenu du contact thermique impossible entre les jonctions des transistors T<sub>1</sub> et T<sub>3</sub>, et T<sub>2</sub> et T<sub>4</sub>, le réglage final du courant se fera par P<sub>3</sub> et une fois la stabilité thermique obtenue.

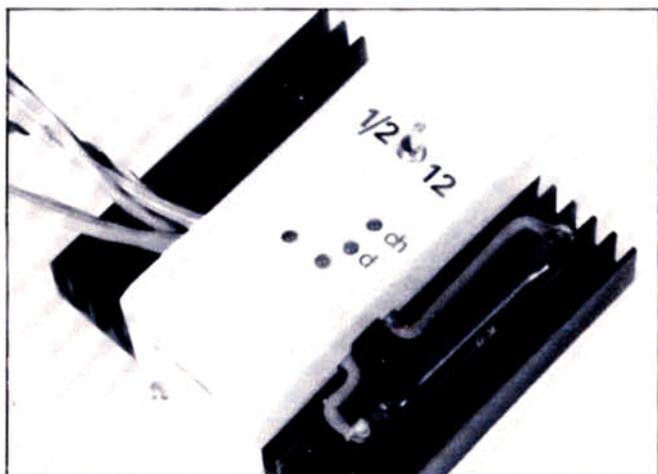
Pour une charge d'un accu de 1,2 Ah en une demi-heure, le courant sera réglé à 2,6 A, ce qui nous fait une chute de tension de 0,26 V aux bornes de R<sub>14</sub> ; pour la décharge, on adoptera un courant de 2,4 A, soit une décharge en une demi-heure. Il va de soi que l'on adaptera le régime de charge et de décharge à la capacité de l'accumulateur ; le courant de charge optimal conduit à une élévation de la température en fin de charge sans déclenchement de la sécurité. Pour une batterie de camescope, on se basera sur la durée de charge, de préférence une charge en une heure programmée par I<sub>1</sub>, annoncée par le constructeur afin de calculer le courant, un courant de charge que l'on prendra supérieur de 10 % à 15 % à celui calculé à partir de la capacité nominale de l'accumulateur. Prenons l'exemple d'une batterie de 1 Ah, la charge en une heure demande un courant de 1 A



Le capteur de température surveille la fin de charge de la batterie.



Vue intérieure de votre chargeur de batterie automatique.



Le chargeur de batterie dans son coffret.

+ 10 %, soit 1,1 A ; pour une charge en une demi-heure, on doublera le courant, soit 2,2 A.

La chute de tension aux bornes du générateur de courant sera, pour une tension d'alimentation de 12 V, un courant de 2,6 A et une tension de 6 V de :  $12 - 6 - 0,26 - 0,8 V = 4,94 V$ , le transistor devra donc dissiper 12,84 W. Il faudra donc prévoir impérativement le refroidissement du transistor. Comme les deux transistors travaillent alternativement, ils pourront partager le même radiateur. Le transistor NPN aura à ses bornes une tension pratiquement égale à la tension de la batterie. Il est nécessaire, pour éviter au transistor de trop dissiper d'énergie, de lui adjoindre une résistance série capable de dissiper une grande partie de l'énergie ; cette résistance, R<sub>17</sub>, devra dissiper une dizaine de watts et être à l'air libre. D'autres valeurs du courant de charge peuvent être prévues, on remplacera les résistances R<sub>14</sub> et R<sub>15</sub> par d'autres de valeur inversement proportionnelle à la valeur du courant.

## REALISATION

Le circuit imprimé, figure 4, a été étudié pour être installé entre les ailettes d'un radiateur de 80 mm de large, 75 mm de long et 14 mm d'épaisseur, un radiateur dont la résistance thermique est de l'ordre de 2 à 3°/W, genre WA 204 de Schaffner. Nous sommes partis d'un radiateur déjà percé pour des TO 3 et avons dû prévoir une plaque intermédiaire améliorant le contact avec des boîtiers TO 220 ; une technique intéressante si un jour vous devez réutiliser un radiateur de récupération déjà percé. Une couche de graisse thermique améliorera la conduction de la chaleur du radiateur à la plaque.

Les transistors de puissance sont vissés sur la plaque d'aluminium avec interposition d'isolant de mica. Les deux collecteurs sont

au même potentiel, mais ce dernier n'est pas celui de la masse. Ces isolants ne sont pas obligatoires, mais, dans ce cas, vous devrez tenir compte du fait que le potentiel du radiateur est celui de la batterie ; si vous alimentez le chargeur à partir d'une batterie de voiture, vous devrez assurer impérativement l'isolation entre le radiateur et la masse du véhicule. Attention,

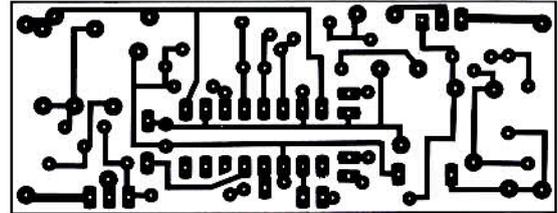


Fig. 4. - Le circuit imprimé, échelle 1.

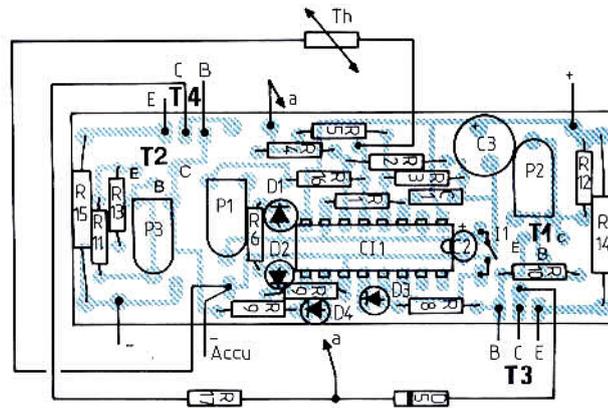


Fig. 5. - Implantation des composants.

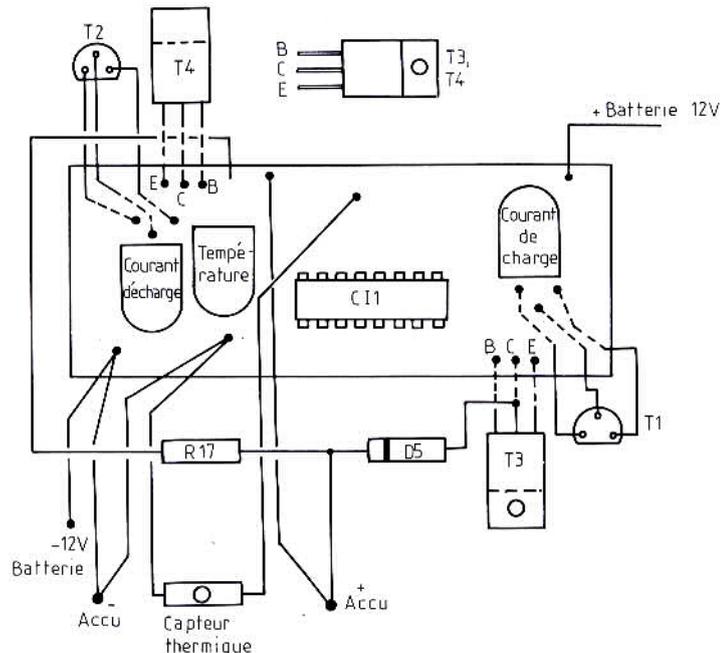


Fig. 6. - Câblage du circuit.

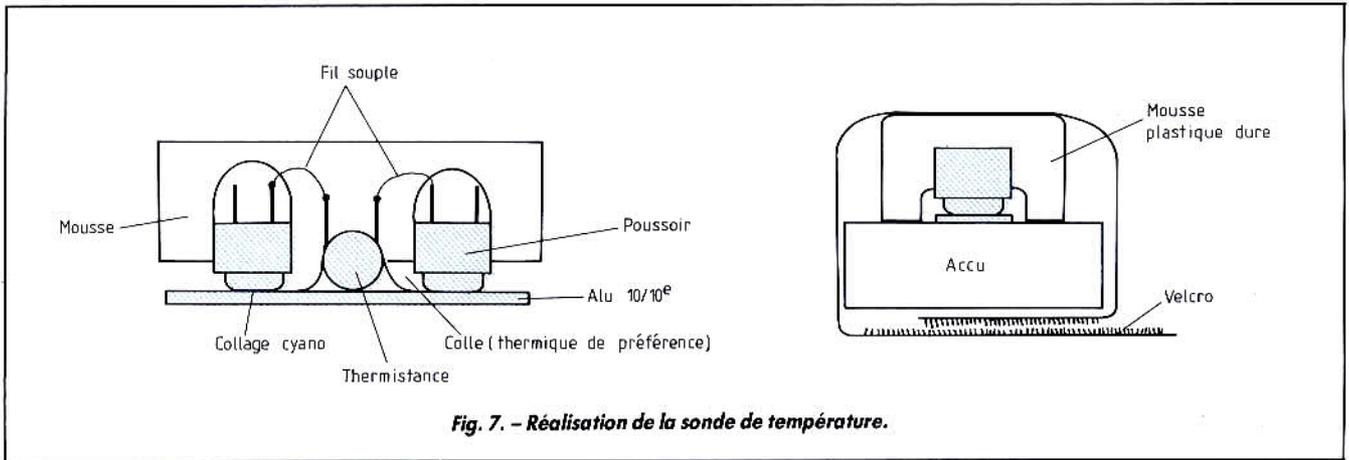


Fig. 7. - Réalisation de la sonde de température.

si vous utilisez des rondelles isolantes de nylon, ce matériau s'échauffe en même temps que l'ailette du transistor, et, comme ce dernier peut atteindre une température importante, surtout si vous omettez R17, la matière risquera de se ramollir, le transistor ne sera plus plaqué contre le radiateur, le système s'emballera et le transistor sera détruit. La formule du radiateur au potentiel des collecteurs est donc la meilleure, on prendra toutes les mesures d'isole-

ment requises. A titre de précaution, vous pouvez en outre insérer un fusible entre l'accu et la sortie du chargeur, mais le point de mesure de la tension devra être pris directement sur l'accu pour ne pas tenir compte de la chute de tension existant dans le fusible. Un autre fusible peut aussi être installé dans la ligne d'alimentation positive du chargeur (par exemple fusible dans le câble). La figure 5 donne l'implantation des composants sur le circuit imprimé,

la figure 6 le câblage complet du chargeur, les transistors T1 et T2 sont placés dans des trous pratiqués dans le radiateur.

La connexion de la sonde de température est obligatoire ; en son absence, la sécurité intervient. La connexion n'implique pas ce contact thermique entre l'accumulateur et la sonde. Nous avons donc repris une excellente idée, parue dans *Radio Plans*, et qui consistait à associer un interrupteur type bouton-poussoir à la sonde. La sonde était placée sur la touche, si elle n'était pas en place, la charge ne se déclenchait pas. Ici, la sonde est une thermistance dont la résistance est de 10 kΩ à 25 °C, cette sonde est collée sur une plaquette d'aluminium par un adhésif thermoconducteur OUTPUT de Loctite. L'idéal est toutefois d'utiliser une thermistance déjà installée dans sa gangue métallique. Deux poussoirs à membrane seront collés sur la plaquette, une sangle équipée de Velcro permettra de ceinturer l'accu à charger et de capter sa température. Une mousse plastique isolante limitera les échanges thermiques entre la sonde et l'extérieur afin de ne prendre en compte que la température de la batterie. En ce qui concerne cette sonde, il faut savoir que la mesure de température s'effectue à l'extérieur de la batterie, il existera donc une différence entre la valeur

mesurée et la température réelle. Le potentiomètre P1 sera utilisé pour ajuster le déclenchement. Nous avons laissé l'interrupteur de sélection de durée, comme nous l'avons dit plus haut, le réglage du courant est le même, quelle que soit la durée : avec la charge en 12 heures, on découpe le courant de charge, ce découpage n'existe toutefois pas pour la décharge : la sélection de durée est prévue pour un régime différent mais avec le même accu ; un accu capable, par conséquent, de supporter une décharge rapide. Les accu peuvent pratiquement tous supporter une telle décharge ; en modèle réduit, on les décharge en 5 minutes, ici, il n'y a pas le problème chimique de la fin de charge.

## CONCLUSIONS

Avec le U 2400 B de Telefunken, la charge efficace des accumulateurs devient possible avec un circuit de petite taille et de grande efficacité. Le contrôle de la charge par la tension et la température constitue un gage de sécurité pour l'utilisateur comme pour l'accumulateur. A vous de bien choisir vos courants de charge et de décharge, et de ne pas utiliser en charge rapide des accumulateurs qui ne sont pas prévus pour supporter une telle contrainte...

Etienne LEMERY

## NOMENCLATURE DES COMPOSANTS

### Résistances 1/4 W 5 %

R<sub>1</sub> : 430 kΩ  
R<sub>2</sub>, R<sub>3</sub> : 10 kΩ  
R<sub>4</sub> : 100 kΩ (7,2 V), 82 kΩ (6 V)  
R<sub>5</sub> : 170 kΩ (7,2 V), 140 kΩ (6 V) (100 + 68 kΩ) ou (100 + 39 kΩ)  
R<sub>6</sub>, R<sub>7</sub> : 330 Ω  
R<sub>8</sub>, R<sub>9</sub> : 1 kΩ  
R<sub>10</sub>, R<sub>11</sub> : 2,2 kΩ  
R<sub>12</sub>, R<sub>13</sub> : 22 Ω  
R<sub>14</sub>, R<sub>15</sub> : 0,1 Ω  
R<sub>16</sub> : 15 kΩ  
R<sub>17</sub> : 2,2 Ω, 15 W, VNA 8 x 34 MCB

### Condensateurs

C<sub>1</sub> : 15 nF, MKT 5 mm  
C<sub>2</sub> : 1 μF, chimique radial  
C<sub>3</sub> : 100 μF chim. radial 16 V

### Semi-conducteurs

T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub> : transistors NPN BC 238

T<sub>3</sub> : transistor Darlington PNP BD 644  
T<sub>4</sub> : transistor Darlington NPN BD 643  
CI : circuit intégré U 2400 B Telefunken  
D<sub>1</sub> : diode électroluminescente rouge  
D<sub>2</sub> : diode électroluminescente verte  
D<sub>3</sub>, D<sub>4</sub> : diodes électroluminescentes jaunes  
D<sub>5</sub> : diode silicium 3 A, 50 V, 1N5401 ou équivalent

### Divers

P<sub>1</sub> : potentiomètre ajustable horizontal 10 kΩ  
P<sub>2</sub>, P<sub>3</sub> : potentiomètre ajustable horizontal 4,7 kΩ  
CTN 1 : 10 kΩ à 25°, de préférence en boîtier métallique  
Radiateur 2 à 3 °/W, interrupteur, deux poussoirs

# Réalisez une alimentation stabilisée de laboratoire

Si l'on devait dresser un palmarès des montages les plus souvent présentés dans les revues d'électronique, les alimentations stabilisées seraient certainement très bien placées. Et pourtant, nous récidivons aujourd'hui mais avec juste raison. En effet, le jour où l'auteur de ces lignes a voulu changer ses vieilles alimentations, il n'a rien trouvé qui lui convienne dans l'abondante littérature consacrée à ce sujet. Le projet qui vous est présenté ci-après a donc vu le jour et répond à 95 % des besoins d'un amateur éclairé et même de nombre de professionnels.

## Le cahier des charges

Plutôt que d'essayer de faire correspondre nos besoins à des schémas existants, nous avons adopté la démarche inverse, d'ailleurs beaucoup plus logique, pour déduire les caractéristiques que devait posséder notre alimentation.

Comme vous allez le constater, cette démarche est commune à la majorité d'entre vous.

A quoi sert une alimentation stabilisée de laboratoire ? Tout simplement à remplacer la ou les alimentations d'un montage en cours de conception ou de réparation. De ce fait, elle doit offrir au moins les fonctionnalités suivantes :

- une sortie fixe 5 V pour les circuits utilisant de la logique TTL ou compatible TTL qui sont encore très nombreux. Le débit doit pouvoir être assez important et 1 A semble une bonne valeur ;

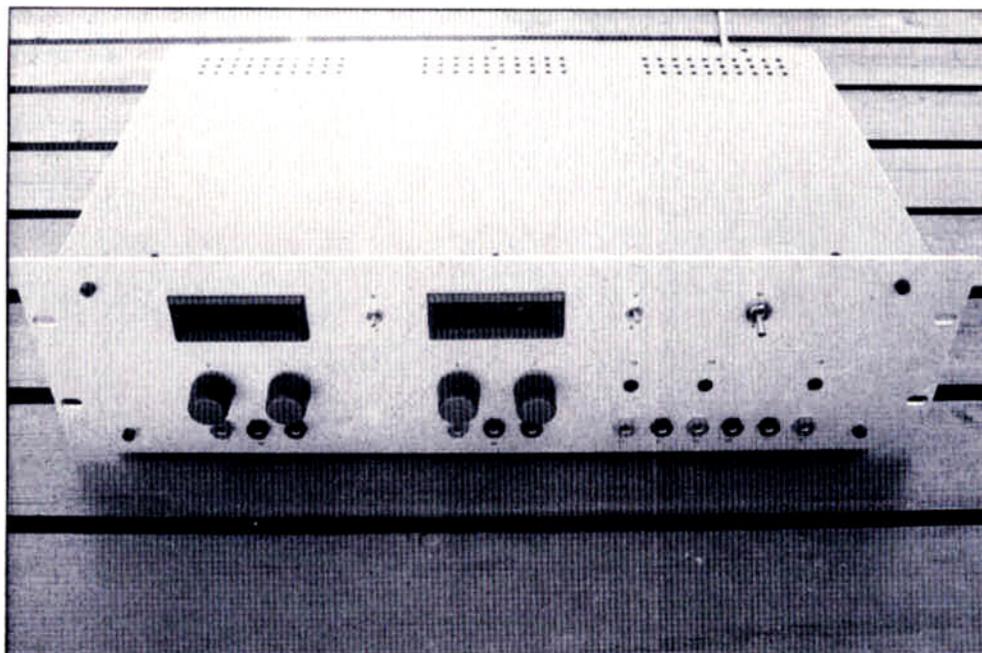
- deux tensions symétriques par rapport à une masse commune, ajustables de quelques volts à 40 V environ pour tester les montages à amplificateurs opérationnels classiques mais aussi les amplificateurs de puissance à alimentations symétriques. Le débit de ces sorties doit être aussi élevé que possible. Pour ne pas augmenter exagérément le prix de revient, nous l'avons fixé à 2 A ;

- une circuiterie de limitation de courant, au minimum fixe mais si possible réglable sur une large plage, afin d'assurer la sécurité des montages en dépannage ou en cours de mise au point ;

- une indication permanente de la tension ou du courant de sortie pour les sorties de l'alimentation qui sont ajustables.

De toutes ces remarques est né le schéma de notre alimentation qui offre en fait les services suivants :

- une sortie fixe 5 V 1 A limitée en courant à 1 A et protégée



gée contre les échauffements excessifs ;

- deux sorties fixes + et - 12 V 1 A, symétriques par rapport à une masse commune, limitées en courant à 1 A et protégées contre les échauffements excessifs ;
- deux sorties totalement indépendantes, réglables continûment de 1,5 V à plus de 40 V, pouvant débiter 2 A. Ces deux sorties sont limitées en courant par un circuit réglable continûment de quelques milliampères à 2 A ;
- deux voltmètres/ampèremètres numériques 2 000 points connectés en permanence sur les deux alimentations réglables et pouvant indiquer, par le jeu d'un commutateur, la tension ou le courant de sortie ;
- les alimentations fixes et les deux alimentations réglables sont flottantes entre elles et par rapport au boîtier. Il est donc possible de les connecter en série comme l'on veut ou de s'en servir pour alimenter des montages isolés galvaniquement. Si nécessaire, la connexion des masses au boîtier reste bien évidemment possible sans changer quoi que ce soit ;
- enfin, notre montage ne fait appel qu'à des composants très courants et peu coûteux afin de garantir un prix de revient global bas eu égard aux performances offertes.

## Organisation générale

La figure 1 présente le synoptique détaillé de cette alimentation. Nous y voyons trois transformateurs distincts, ce qui a de quoi surprendre mais est justifié par la présence dans le même boîtier de pas moins de cinq alimentations indépendantes ainsi que des modules voltmètres. TA<sub>1</sub> et TA<sub>2</sub> sont ainsi des transformateurs de puissance alors que TA<sub>3</sub> ne sert qu'à alimenter les modules voltmètres. Cette façon de faire tient un peu plus de place que la solution consistant à utiliser un transformateur spécial disposant de tous les enroulements nécessaires mais présente deux

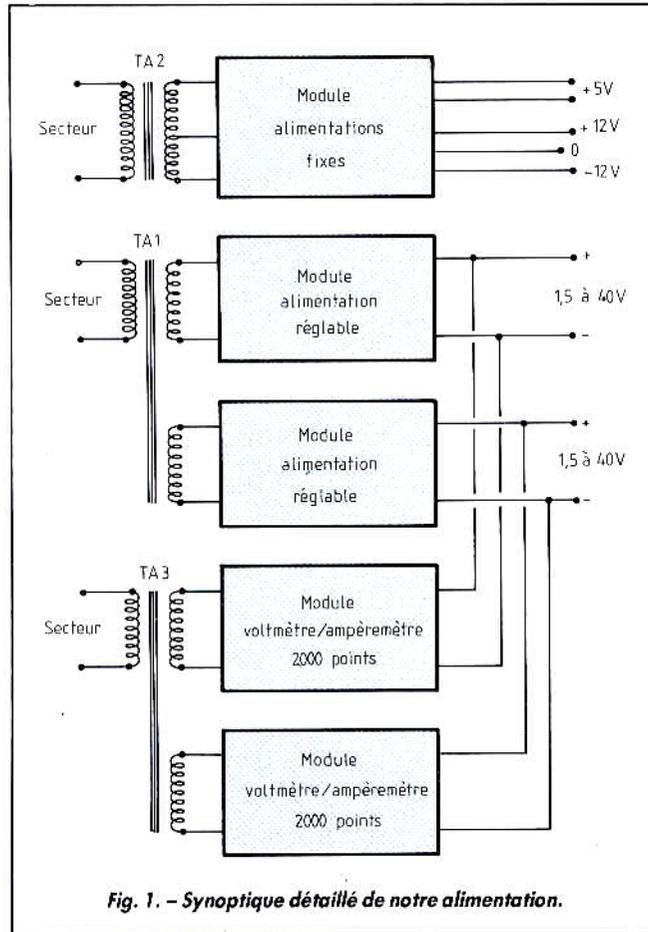


Fig. 1. - Synoptique détaillé de notre alimentation.

avantages majeurs : elle revient moins cher et, surtout, elle ne demande aucun transformateur particulier quasiment introuvable dans le commerce courant.

Hormis cela, la décomposition du synoptique est facile à faire, TA<sub>2</sub> alimente un module à régulateurs fixes qui délivrent les trois tensions + 5, + 12 et - 12 V.

TA<sub>1</sub>, grâce à deux enroulements indépendants, alimente deux modules électroniques chargés de la régulation de tension et de courant des alimentations réglables.

TA<sub>3</sub> alimente, grâce à deux enroulements séparés là aussi, deux modules voltmètres électroniques 2 000 points connectés chacun en sortie des alimentations réglables. Deux ponts diviseurs commutables transforment à loisir ces voltmètres en ampèremètres et permettent donc la mesure de tension ou de courant par manœuvre d'un simple inverseur.

## Les alimentations fixes

Le schéma utilisé, visible figure 2, n'a rien d'original si ce n'est qu'il est muni de protections trop souvent oubliées malgré leur réelle utilité.

Le transformateur TA<sub>2</sub>, qui est un modèle deux fois 15 V, alimente le pont PT<sub>1</sub> qui permet de disposer de deux tensions de polarité opposées par rapport à un point commun M. Côté positif, un régulateur intégré + 12 V IC<sub>1</sub> se charge de fournir une tension stabilisée de + 12 V en sortie. Une LED visualise la présence de celle-ci. De même, mais après une résistance chutrice destinée à réduire sa dissipation de puissance, un régulateur intégré + 5 V IC<sub>2</sub> fournit du + 5 V à la sortie de même nom. Là aussi, une LED signale la présence de cette tension. Côté négatif, le même schéma est évidemment utilisé mais avec un régulateur - 12 V.

Les trois régulateurs sont protégés en interne contre les échauffements excessifs et sont limités en courant aux environs de 1 A (en fait à 1 A minimum ou un peu au-dessus compte tenu des tolérances de fabrication). Deux protections externes doivent cependant être ajoutées. On ne les rencontre pourtant sur quasiment aucun schéma alors que leur absence peut conduire à la destruction des régulateurs intégrés. Pour IC<sub>1</sub>, ces protections, sont assurées par D<sub>1</sub> et D<sub>2</sub> (pour les autres CI d'autres diodes jouent le même rôle).

Si l'on applique par erreur une tension de polarité inverse à celle délivrée par l'alimentation sur sa sortie, ce qui peut sembler énorme comme erreur mais qui peut très bien se produire lors d'essais, la diode D<sub>2</sub> court-circuite cette tension et protège IC<sub>1</sub> qui, dans le cas contraire, serait détruit quasiment sur-le-champ.

Si maintenant le montage alimenté possède un condensateur chimique de forte capacité en parallèle sur son alimentation, il peut rester chargé quelques secondes après l'arrêt de notre alimentation et appliquer ainsi une tension sur la sortie de IC<sub>1</sub>, ce qui a également un effet destructeur certain et très rapide. La diode D<sub>2</sub> entre alors en action et décharge ce condensateur dans l'entrée de IC<sub>1</sub>.

## Réalisation des alimentations fixes

La nomenclature des composants vous est proposée figure 3 et n'appelle aucun commentaire tant les éléments utilisés sont classiques. Ne soyez pas surpris de l'absence de radiateurs pour IC<sub>1</sub>, IC<sub>2</sub> et IC<sub>3</sub>, ceux-ci sont, en effet, vissés sur le fond du boîtier de l'alimentation, qui convient très bien pour cela. Prévoyez, en revanche, les traditionnels micas et rondelles à épaulement pour montage en isolé de ces composants.

Un circuit imprimé au tracé très simple, visible figure 4, reçoit

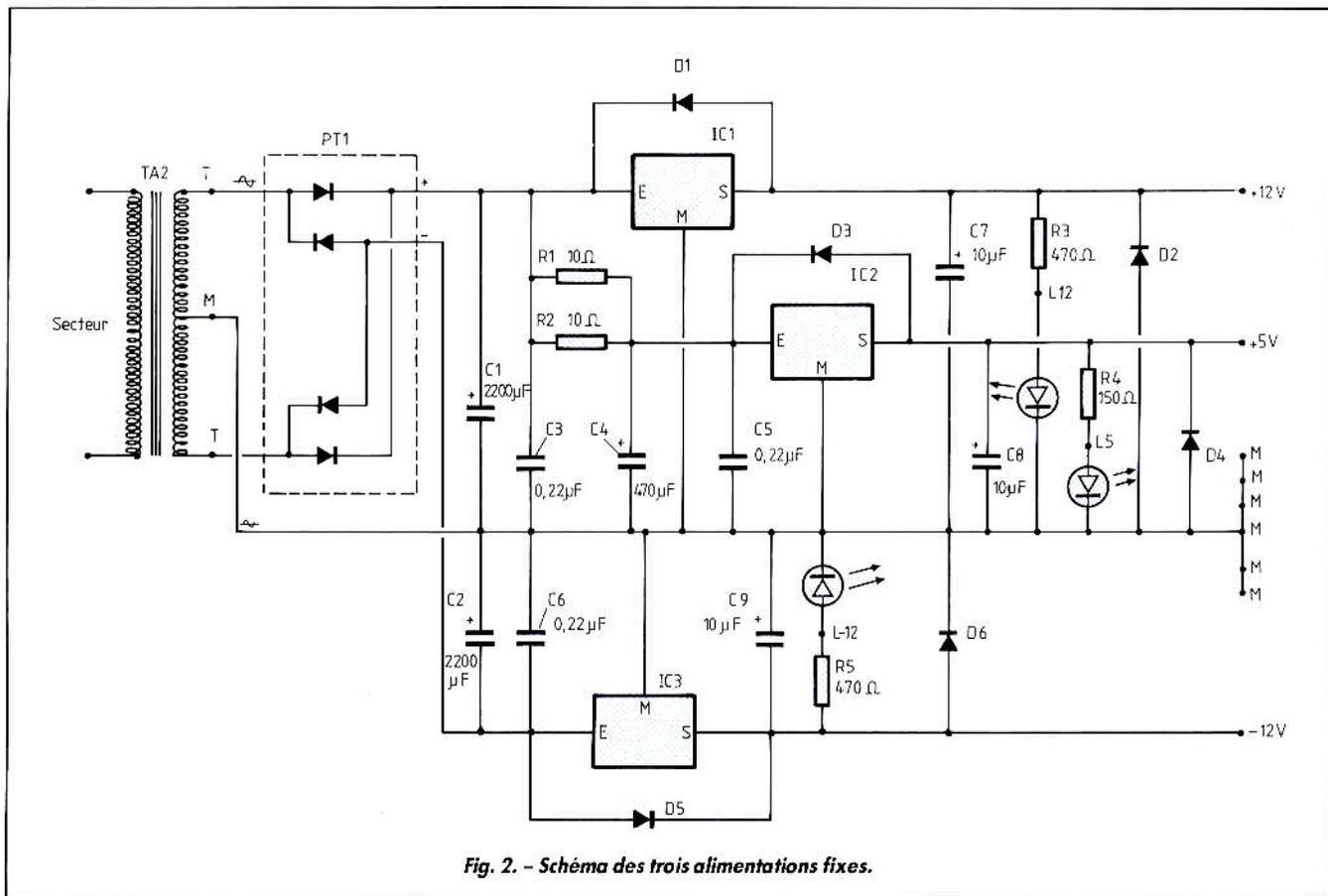


Fig. 2. - Schéma des trois alimentations fixes.

l'intégralité des composants. Le montage ne présente aucune difficulté. En revanche, IC<sub>1</sub>, IC<sub>2</sub> et IC<sub>3</sub> ne doivent pas être montés comme de coutume afin de pouvoir être vissés facilement sur le fond du boîtier. Comme vous pouvez le voir sur une photo, ils ont leurs pattes soudées côté cuivre du CI et sont montés parallèlement à ce dernier, décalés de quelques millimètres, vers le bas, de telle façon le CI est vissé sur le boîtier au moyen d'entretoises de quelques millimètres, la semelle métallique des circuits intégrés touche le boîtier. Vérifiez bien votre travail et laissez ensuite ce module de côté pour continuer la réalisation avec...

couvrent une plage allant de près de 0 à 40 V sans commutation sont déjà plus rares. Si en plus on désire bénéficier d'une limitation en courant réglable de quelques milliampères à la valeur maximale, le choix se restreint encore plus. Après de multiples essais, nous avons adopté un schéma préconisé par National Semiconductor, qui utilise deux circuits intégrés originaux de cette société : les LM 10, dans la version la moins chère à sa-

**Le circuit imprimé des alimentations fixes. Remarquez le montage particulier des CI régulateurs.**

voir la version (CLN). Comme le montre la figure 6, ces circuits intégrés contiennent, dans un seul et même boîtier, un amplificateur opérationnel

de qualité, une source de tension de référence de 200 mV et un amplificateur de tension de référence. Le plus intéressant n'est cependant pas visi-

### Nomenclature des composants des alimentations fixes

#### Semi-conducteurs

PT<sub>1</sub> : pont 50 V 3 A ou plus, par ex. : B125C5000/3300  
 IC<sub>1</sub> : régulateur + 12 V 1 A, boîtier TO220 (7812)  
 IC<sub>2</sub> : régulateur + 5 V 1 A, boîtier TO220 (7805)

IC<sub>3</sub> : régulateur - 12 V 1 A, boîtier TO220 (7912)  
 D<sub>1</sub>, D<sub>3</sub>, D<sub>5</sub> : 1N4002 à 1N4007  
 D<sub>2</sub>, D<sub>4</sub>, D<sub>6</sub> : diodes 100 V 3 A ou plus, par ex. : BY252  
 LED<sub>1</sub>, LED<sub>2</sub>, LED<sub>3</sub> : LED quelconques

#### Résistances 1/4 W 5 %

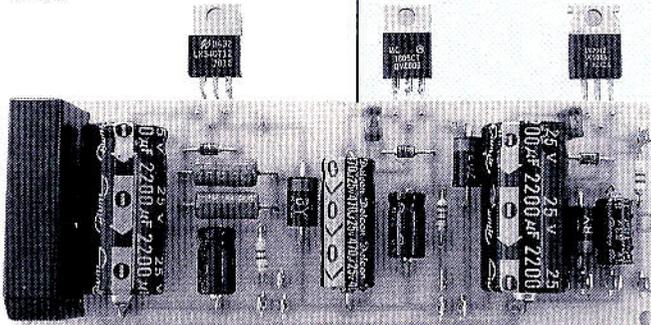
R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub> : 10 Ω, 3 W bobinées  
 R<sub>3</sub>, R<sub>5</sub> : 470 Ω  
 R<sub>4</sub> : 150 Ω

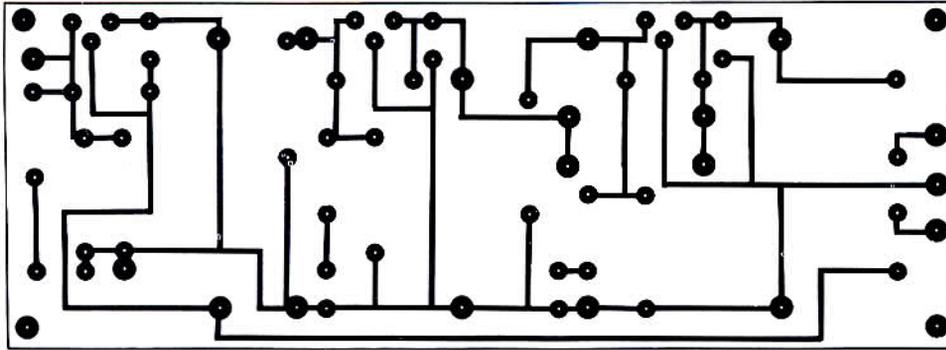
#### Condensateurs

C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub> : 2 200 μF 25 V  
 C<sub>3</sub>, C<sub>5</sub>, C<sub>6</sub> : 0,22 μF mylar  
 C<sub>4</sub> : 470 μF 25 V  
 C<sub>7</sub>, C<sub>8</sub>, C<sub>9</sub> : 10 μF 25 V

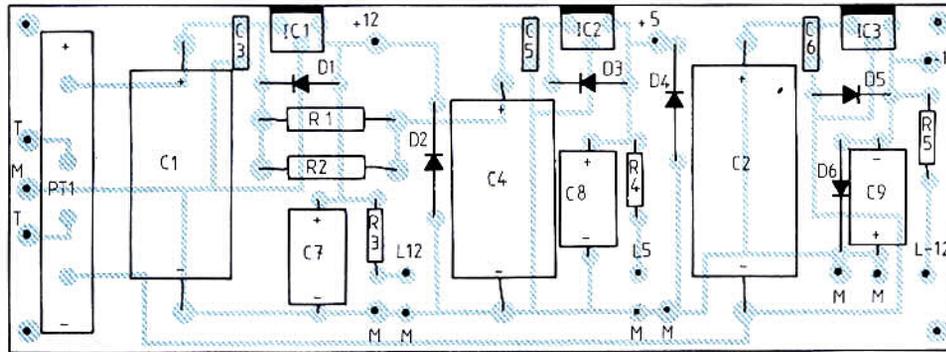
### Les alimentations réglables

Il existe de très nombreux schémas d'alimentations stabilisées réglables. Ceux qui





**Fig. 4**  
Circuit imprimé  
des alimentations  
fixes, vu côté cuivre,  
échelle 1.



**Fig. 5**  
Implantation  
des composants  
des alimentations  
fixes.

ble sur cette figure : en effet, ce circuit intégré s'alimente sous toute tension comprise entre 1,1 et 40 V en ne consommant que 270  $\mu$ A.

Malgré cela, la tension de référence interne ne varie pas plus que 0,001 %/V pour une variation de tension d'alimentation de 1,1 à 40 V.

Cette très faible consommation et, surtout, le fait qu'il soit possible d'alimenter le circuit sous une tension aussi faible que 1,1 V permet de concevoir un régulateur flottant autorisant une très large plage de tension d'entrée.

Le schéma de notre alimentation réglable est visible figure 7. Il existe bien évidemment en deux exemplaires rigoureusement identiques puisque notre montage complet dispose de deux alimentations réglables indépendantes.

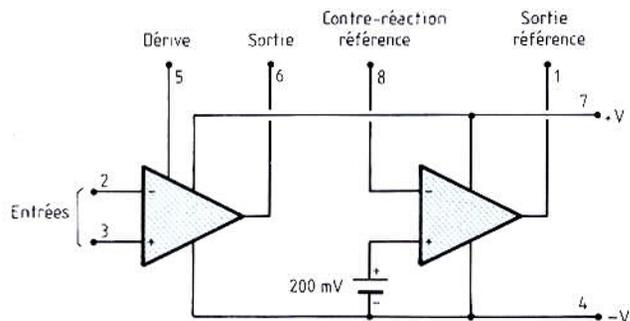
Un des enroulements secondaires de TA<sub>1</sub> (l'autre servant pour l'autre alimentation) est relié au pont PT<sub>1</sub>, en sortie duquel un condensateur chimique de filtrage de forte valeur permet de disposer d'une tension continue avec une bonne réserve de puissance. Le régulateur lui fait suite en mon-

tage flottant, c'est-à-dire, en d'autres termes, qu'il s'alimente par la chute de tension présente entre base de T<sub>3</sub> et sortie de l'alimentation.

Le circuit intégré LM 10 IC<sub>1</sub> assure les fonctions de régulation de la tension de sortie. Il compare, en effet, une fraction de la tension de sortie à

sa référence interne. En agissant sur le potentiomètre P<sub>1</sub> on peut donc régler la tension de sortie. Avec les valeurs choisies, on peut aller de 1,5 V environ à 42 V, pour peu que TA<sub>1</sub> délivre une tension suffisante.

Le deuxième circuit intégré LM 10 IC<sub>2</sub> sert uniquement à la



**Fig. 6**  
Synoptique interne  
du LM 10.

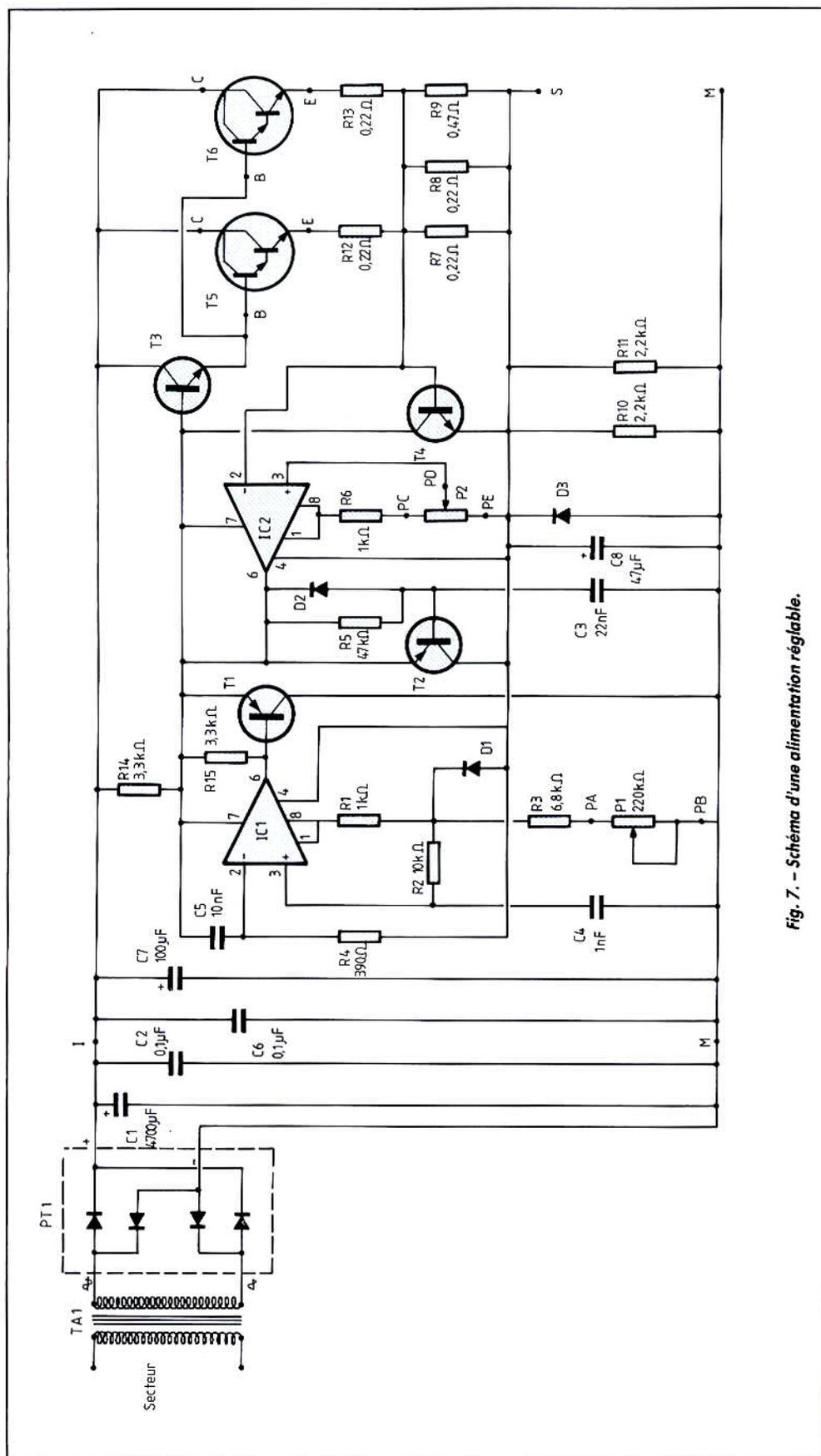


Fig. 7. - Schéma d'une alimentation réglable.

limitation de courant réglable. Il compare, en effet, le courant de sortie, mesuré grâce à la chute de tension dans R7, R8 et R9, à une fraction de sa tension de référence interne prélevée par P2. Un ajustement d'une fraction de milliampère à 2 A (compte tenu des valeurs des éléments) est possible.

Le montage demandant environ 100 µs pour répondre en cas de court-circuit, le transistor T4 a été ajouté afin de limiter l'appel de courant pendant ce laps de temps. Il est totalement passif dans tous les autres cas.

L'étage de puissance est constitué par deux Darlington de puissance montés en parallèle avec des résistances d'équilibrage de courant dans les émetteurs. Vu leur gain élevé, un simple transistor petits signaux (mais moyenne tension) T3 suffit à les commander.

Comme pour l'alimentation fixe, D3 protège la sortie des éventuelles tensions de polarité opposée qui pourraient y être appliquées.

Compte tenu du fait que le montage de IC1 et IC2 est flottant, il faut en permanence assurer le retour de leur courant d'alimentation par la sortie ; fort heureusement, celui-ci est très faible, ce qui permet de le réaliser avec les résistances R10 et R11, qui, même à la tension de sortie maximale, ne dissipent qu'une puissance raisonnable.

## Réalisation des alimentations réglables

La nomenclature des composants vous est présentée figure 8. Elle est à multiplier par deux puisque nous devons réaliser deux montages identiques. Quelques commentaires sont nécessaires.

Pour les Darlington de puissance, nous avons indiqué des MJ 3001 de Motorola, qui ont l'avantage d'être performants et peu coûteux, mais n'importe quel Darlington de 80 à

### Nomenclature des composants des alimentations réglables

#### Semi-conducteurs

IC<sub>1</sub>, IC<sub>2</sub> : LM 10 CLN ou autres versions de boîtier (voir texte)  
 T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub> : 2N2907A  
 T<sub>3</sub> : 2N1893  
 T<sub>4</sub> : 2N2222A  
 T<sub>5</sub>, T<sub>6</sub> : MJ3001 ou équivalents (voir texte)  
 D<sub>1</sub>, D<sub>2</sub> : 1N914 ou 1N4148  
 D<sub>3</sub> : diode 100 V 3 A ou plus, par ex. : BY252  
 PT<sub>1</sub> : pont 100 V 3 A ou plus, par ex. : B125C5000/3300

#### Résistances 1/4 W 5 %

R<sub>1</sub>, R<sub>6</sub> : 1 kΩ  
 R<sub>2</sub> : 10 kΩ  
 R<sub>3</sub> : 6,8 kΩ

R<sub>4</sub> : 390 Ω  
 R<sub>5</sub> : 47 kΩ  
 R<sub>7</sub>, R<sub>8</sub>, R<sub>12</sub>, R<sub>13</sub> : 0,22 Ω 2 W  
 R<sub>9</sub> : 0,47 Ω 1/2 W  
 R<sub>10</sub>, R<sub>11</sub> : 2,2 kΩ 2 W  
 R<sub>14</sub> : 3,3 kΩ 2 W  
 R<sub>15</sub> : 3,3 kΩ

#### Condensateurs

C<sub>1</sub> : 4 700 μF 63 V en boîtier alu avec collier de fixation  
 C<sub>2</sub>, C<sub>6</sub> : 0,1 μF mylar  
 C<sub>3</sub> : 22 nF mylar ou céramique  
 C<sub>4</sub> : 1 nF céramique  
 C<sub>5</sub> : 10 nF céramique ou mylar  
 C<sub>7</sub> : 100 μF 63 V radial  
 C<sub>8</sub> : 47 μF 63 V radial

#### Divers

P<sub>1</sub> : potentiomètre à piste moulée de 220 kΩ  
 P<sub>2</sub> : potentiomètre à piste moulée de 10 kΩ

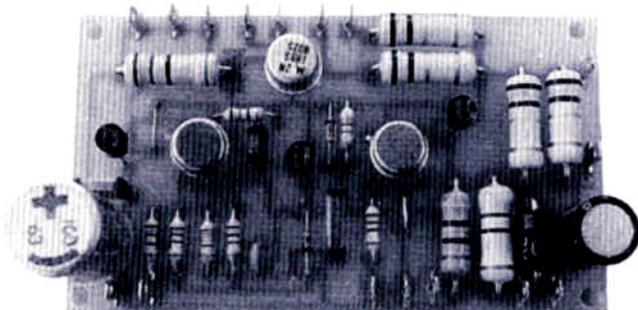
100 W de puissance, tenant au moins 80 V et comportant résistances de polarisation et diode inverse intégrées convient. Ces transistors ont impérativement besoin de vrais radiateurs. Utilisez des modèles profilés et anodisés du commerce, analogues à ceux visibles sur nos photos. Il faut un radiateur par transistor. Prévoyez aussi les classiques micas et rondelles d'isolement.

Pour ce qui est des LM 10, plusieurs versions existent. Notre

montage peut fonctionner avec toutes mais, surtout, avec la moins chère, qui est la version LM 10 CLN.

En ce qui concerne les potentiomètres P<sub>1</sub> et P<sub>2</sub>, et, bien que ce soit un peu plus cher, nous vous recommandons des modèles à piste moulée. Ils sont, en effet, appelés à être manipulés très souvent, et seuls ces modèles ne crachent pas au bout de quelque temps.

La figure 9 présente le dessin du circuit imprimé à réaliser en double exemplaire, bien évi-



Le circuit imprimé d'une alimentation réglable. Les LM 10 utilisés sont des versions CLH en boîtier rond.

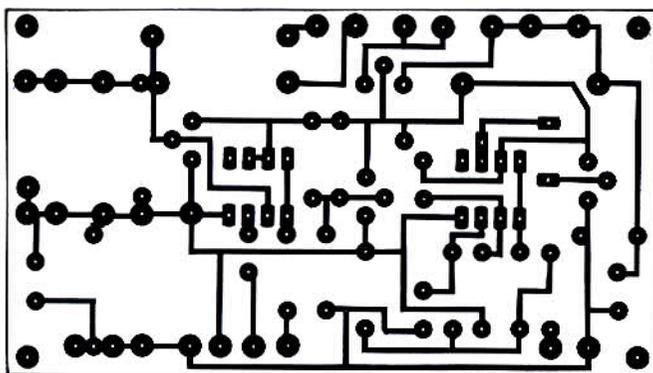


Fig. 9  
Circuit imprimé d'une alimentation réglable, vu côté cuivre, échelle 1.

demment. Il supporte tous les composants du montage, à l'exception du pont PT<sub>1</sub>, des condensateurs C<sub>1</sub> et C<sub>2</sub>, des potentiomètres P<sub>1</sub> et P<sub>2</sub> et, bien sûr, des transistors T<sub>5</sub> et T<sub>6</sub> montés sur radiateur.

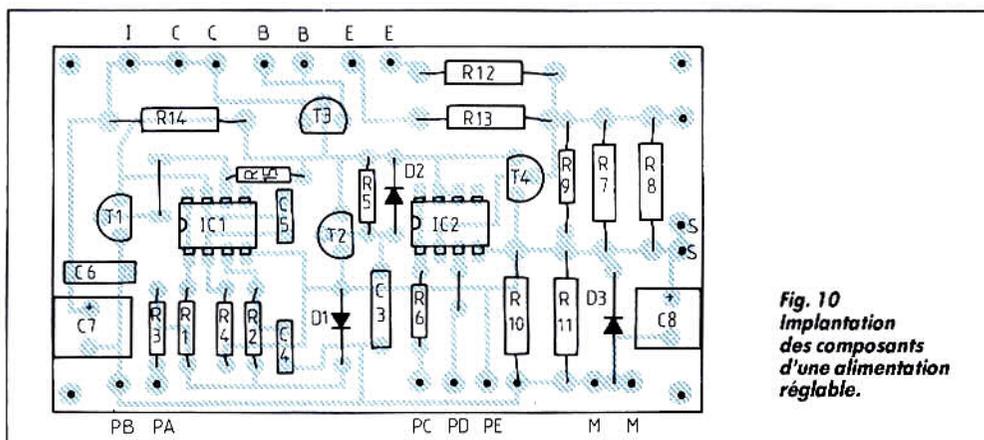
Le câblage ne présente aucune difficulté en suivant les indications de la figure 10. Si votre LM 10 est un boîtier rond, il peut tout de même se monter sans problème sur notre CI car le brochage est identique à celui du boîtier DIL sous réserve de grouper les pattes quatre par quatre. Vérifiez soigneusement votre travail avant de passer à la suite de la réalisation.

### A suivre

Cet article étant déjà long, nous l'avons scindé en deux. Nous terminerons donc, le mois prochain, la réalisation de cette alimentation avec l'étude et la réalisation des modules voltmètres numériques, la mise en boîtier, le câblage complet et... quelques conseils d'utilisation.

C. TAVERNIER

Fig. 10  
Implantation des composants d'une alimentation réglable.



**RR - 07.08-F : M. Maurice MALOSSE, 84 ORANGE, nous demande les caractéristiques brochage, et si possible un schéma d'application, pour le circuit intégré TBA 800.**

Le TBA 800 est un amplificateur BF pour alimentation de 5 à 30 V ; courant de repos = 9 mA ; puissance de sortie = 5 W

sur  $16 \Omega$  avec 24 V ; impédance d'entrée =  $5 M\Omega$  ; tension BF moyenne d'entrée = 80 mV ; gain de tension en boucle ouverte = 80 dB ; en boucle fermée = 42 dB ; réponse = 40 Hz à 20 kHz à -3 dB ; rendement = 70 %. Possibilité d'emploi d'un haut-parleur de  $8 \Omega$  avec alimentation de 12 à 13 V (puissance de sortie = 4 W). Brochage et schéma d'application, voir figure RR-07.08.

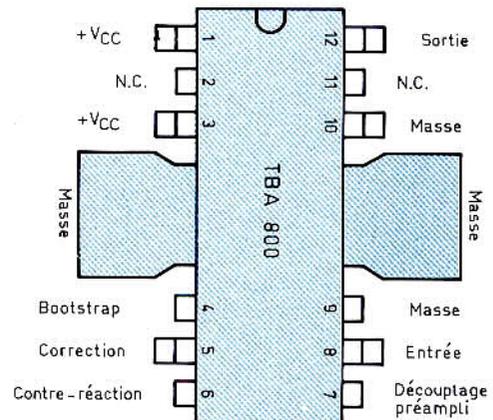
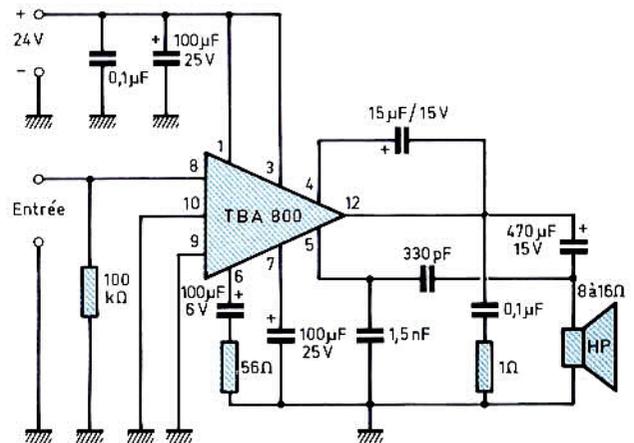


Fig. RR - 07.08