

LOISIRS ELECTRONIQUES D'AUJOURD'HUI

N° 127

# Lead

EN SAVOIR PLUS SUR L'ELECTRONIQUE

DE L'INFRA-ROUGE : COURS N° 1

EN SAVOIR PLUS SUR LE TUBE EL 34

AMPLIFICATEUR STEREO 2 x 150W<sub>eff</sub>/8Ω

INTERFACE POUR COMPATIBLE IBM-PC

PREAMPLI HI-FI A TELECOMMANDE I.R.

**300 WATTS  
A MOINS DE  
2 000 F**



M 1226 - 127 - 28,00 F



# Led

**Société éditrice :**  
Editions Périodes  
Siège social :  
1, bd Ney, 75018 Paris

SARL au capital de 51 000 F  
Directeur de la publication :  
Bernard Duval

## LED

Mensuel : 28 F  
Commission paritaire : 64949  
Locataire-gérant des  
Editions Fréquences

Tous droits de reproduction réservés  
textes et photos pour tous pays  
LED est une marque déposée  
ISSN 0753-7409

### Services Rédaction-

### Abonnements :

(1) 44.65.80.88 poste 7314  
1 bd Ney, 75018 Paris  
(Ouvert de 9 h à 12 h 30  
et de 13 h 30 à 18 h  
Vendredi : 17 h)

### Rédaction

Ont collaboré à ce numéro :  
Georges Matoré,  
Jean Hiraga,  
Laurent Martoglio,  
Sylvain Duval,  
Bernard Dalstein

### Abonnements

10 numéros par an  
France : 210 F  
Etranger : 290 F  
(voir encart au centre  
de la revue)

### Petites annonces gratuites

Les petites annonces sont  
publiées sous la responsabilité de  
l'annonceur et ne peuvent se  
référer qu'aux cas suivants :  
- offres et demandes d'emplois  
- offres, demandes et échanges  
de matériels uniquement  
d'occasion  
- offres de service

### Composition

Edi Systèmes  
Photogravure  
Sociétés PRS - Paris  
Impression  
Berger-Levrault - Toul  
Photo de couverture  
Jean Hiraga

## 4

### L'ELECTRONIQUE DE L'INFRA-ROUGE (COURS N° 1)

Nous allons consacrer quelques  
entretiens à l'électronique qui  
s'intéresse aux rayonnements  
infrarouges. Nous livrant à  
l'expérimentation, nous étudie-  
rons les phénomènes et nous  
pourrons passer aux applica-  
tions.

## 12

### LES TUBES ELECTRONIQUES EN HI-FI (2<sup>e</sup> PARTIE). LE TUBE EL 34

Parmi les rares tubes de puis-  
sance pour application audio  
encore disponibles aujourd'hui,  
le tube EL 34 est le plus connu,  
le plus utilisé et offre un rapport  
performances/prix attrayant.

## 20

### INTERFACE UNIVERSELLE POUR COMPATIBLE IBM-PC

Après l'interface Atari publiée  
dans notre précédent numéro,

poursuivons avec la description  
d'une interface destinée au port  
imprimante d'un ordinateur  
compatible IBM-PC. Elle  
assurera la transmission dans  
les deux sens des données sur  
8 bits, sans nécessiter  
l'ouverture du capot de  
l'ordinateur, donc sans risques  
pour votre machine.

## 26

### SERVICE FILMS POSITIFS

### SERVICE CIRCUITS IMPRIMES

Ce service permet aux lecteurs  
de Led d'obtenir les circuits  
imprimés gravés, percés ou  
non.

Tous les circuits imprimés pro-  
posés dans nos précédents  
numéros sont toujours disponi-  
bles.

## 28

### AMPLIFICATEUR STEREOPHONIQUE HI-FI DE 2 x 150 W/8 Ω PROTEGE DU CONTINU

Proposer un amplificateur de  
forte puissance doté de qualités  
d'écoute irréprochables et ce,  
pour un prix de revient relative-

ment modeste, n'est pas chose  
aisée. Ce petit tour de force  
devient réalité avec cet appareil  
à moins de 2 000 F.

Ce qui nous a poussés à entre-  
prendre cette réalisation a été le  
très grand succès remporté par  
le LM 3886, initialement utilisé  
dans notre système "audiomobi-  
le" (voir Led n°s 123 à 126).

Malgré ce faible prix de revient,  
l'appareil est doté d'une excel-  
lente détection du passage du  
courant continu, protection  
appréciée par les enceintes.  
Une temporisation de mise sous  
tension "anti-cloc" est égale-  
ment prévue sur ce 2 x 150 W.

## 40

### PREAMPLIFICATEUR A TELECOMMANDE (2<sup>e</sup> PARTIE)

Après la publication dans notre  
précédent numéro de la télé-  
commande infra-rouge  
(émetteur + récepteur), nous  
allons aborder l'étude et la réali-  
sation de la carte "Moteur"  
dont le rôle est de commander  
un moteur pas à pas.

Nous enchaînerons sur la partie  
préamplificatrice de cette réali-  
sation. La carte "Préampli"  
n'est pas seulement composée  
d'un seul circuit imprimé, c'est  
un ensemble formé d'une carte-  
mère et de quatre modules.

## DROITS D'AUTEUR

Les circuits, dessins, procédés et techniques publiés par les auteurs dans Led sont et restent leur propriété. L'exploitation commerciale ou industrielle de tout ou partie de ceux-ci, la reproduction des circuits ou la formation de kits partiels ou complets, voire de produits montés, nécessitent leur accord écrit et sont soumis aux droits d'auteur. Les contrevenants s'exposent à des poursuites judiciaires avec dommages-intérêts.

Nous allons consacrer quelques entretiens à l'électronique qui s'intéresse précisément aux rayonnements infra-rouges. Nous livrant à l'expérimentation, nous étudierons les phénomènes et nous pourrons passer aux applications...

### PHENOMENES

#### ONDULATOIRES

Nos sens ne perçoivent qu'une infime partie des ondes au milieu desquelles nous évoluons, sans y prêter d'ailleurs la moindre attention...

Nous allons examiner le spectre général des ondes électromagnétiques et nous situerons l'espace occupé par les rayonnements infra-rouges.

Nous savons que tout phénomène ondulatoire se propage selon une vitesse  $V$ , dont la grandeur nous est donnée par la relation :

$$V = f \cdot \lambda$$

Dans cette expression,  $V$  est exprimée en mètres par seconde (m/s), à la condition que la fréquence  $f$  soit exprimée en hertz (Hz), c'est-à-dire en périodes par seconde et que la longueur d'onde  $\lambda$  soit exprimée en mètres.

Vous jetez un pavé dans une mare (au sens propre !), vous faites apparaître des vagues à la surface de l'eau...

Le phénomène se propage selon la vitesse  $V$  et la distance séparant les crêtes de deux vagues successives est sa longueur d'onde.

Vous pouvez compter le nombre de crêtes par vague se succédant au même endroit, pendant une seconde, ce nombre est la fréquence du phénomène...

Vous activez un corps vibrant, à l'exemple d'une corde d'instrument de musique, la corde impose son mouvement aux couches d'air qui l'entourent.

Un son est émis, qui se propage, s'appuyant sur d'autres couches d'air tour à tour agitées, de proche en proche.

Il parvient à notre tympan, c'est ainsi que nous entendons le son émis par la corde.

Un microphone capte le son dans le milieu où il se trouve et le transforme en un phénomène électrique (signal) dont le profil tension est la réplique du son capté.

Nous ne voyons pas ce signal électrique, nous ne l'entendons pas.

Un amplificateur traite le signal délivré par le microphone et le mémorise, le fixant sur un support magnétique.

Le signal enregistré est repris, traité par un amplificateur, lequel active la membrane mobile d'un haut-parleur. Cette membrane impose aux couches d'air qui l'entourent le mouvement qui est l'image acoustique du signal enregistré, donc celle du son capté par le microphone.

Un circuit électrique résonnant est constitué de l'association parallèle d'un solénoïde (bobine) et d'un condensateur.

A l'état d'excitation ce circuit devient le siège d'un champ électromagnétique alternatif de fréquence  $f$ , dont la grandeur nous est donnée par la formule de Thomson :

$$f = 2\pi/\sqrt{LC}$$

Dans cette expression,  $f$  est donnée en hertz (périodes par seconde), à la condition que l'inductance  $L$  de la bobine soit donnée en henrys et la capacité  $C$  du condensateur en farads.

Une antenne, aux dimensions adaptées à la longueur d'onde du phéno-

mène oscillatoire engendré dans le circuit, convenablement couplé à ce circuit, se met à diffuser, à émettre une onde électromagnétique de la même fréquence  $f$ , qui se propage. Imposons à l'onde émise une altération de son profil, en lui faisant subir, par exemple, la loi de variation du signal électromagnétique délivré par un microphone.

L'onde radioélectrique devient porteuse du signal du microphone, signal qui la module.

Elle est captée par l'antenne d'un récepteur accordé sur la fréquence de fonctionnement de l'émetteur.

A la réception il est procédé à la détection du signal modulant l'onde porteuse.

Un amplificateur traite le signal détecté, reconstitué et il excite la membrane d'un haut-parleur, au rythme du signal.

Les couches d'air environnantes sont ainsi activées selon la loi de variation du signal détecté, qui est celle du signal délivré par le microphone, à l'émission.

Nous ne voyons, ni n'entendons les ondes radioélectriques, appelées ondes hertziennes.

Cependant l'électronique nous permet de dialoguer avec des correspondants, d'un bout du monde à l'autre.

Les ondes radioélectriques, phénomènes oscillatoires par excellence, sont ainsi utilisées dans les radio-communications : radiotélégraphie, radiotéléphonie, télévision, radio-navigation, radar, télécommande, etc.

L'électronique guide un engin dans l'espace, elle converse avec lui, jusqu'aux confins de l'univers.

Elle détecte la présence d'un engin, elle le localise.

Radar vient de Radio Aircraft Detection And Ranging : détection et localisation (télémétrie) par radio d'engin aérien (aircraft).

Le radar était initialement appelé

| Fréquences      | Ondes hertziennes | Longueur d'onde |
|-----------------|-------------------|-----------------|
| 3 à 30 kHz      | myriamétriques    | 100 km à 10 km  |
| 30 à 300 kHz    | kilométriques     | 10 km à 1 km    |
| 300 kHz à 3 MHz | hectométriques    | 1 km à 100 m    |
| 3 à 30 MHz      | décamétriques     | 100 m à 10 m    |
| 30 à 300 MHz    | métriques         | 10 m à 1 m      |
| 300 MHz à 3 GHz | décimétriques     | 1 m à 0,1 m     |
| 3 à 30 GHz      | centimétriques    | 0,1 m à 1 cm    |
| 30 à 300 GHz    | millimétriques    | 1 cm à 1 mm     |

| Longueur d'onde   | Fréquence                                |
|-------------------|--|
| Ondes hertziennes | Supérieure à 1 mm : Inférieure à 300 GHz |
| Infrarouge        | 1 mm à 770 nm : 300 GHz à 390 THz        |
| Spectre visible   | 770 nm à 380 nm : 390 THz à 790 THz      |
| Ultraviolet       | 380 nm à 10 nm : 790 THz à 30 PHz        |
| Rayons X          | 10 nm à 100 pm : 30 PHz à 3 EHz          |
| Rayons gamma et   |  |
| cosmiques         | Inférieure à 100 pm : Supérieure à 3 EHz |

Fig. 1

Radiolocator, par les Anglais.

Les ondes radioélectriques connaissent aussi des applications thermiques (fours à haute fréquence, traitement des métaux et matières plastiques, etc.), des applications thérapeutiques (diathermie, etc.).

### SPECTRE DES ONDES HERTZIENNES

Les techniciens crurent, au début, que les liaisons radio s'effectuaient entre des postes d'autant plus éloignés que les émetteurs de l'avenir fonctionneraient sur des fréquences plus "basses" et développeraient de grandes puissances.

Ils prétendirent même qu'il était inutile de chercher "à descendre au-dessous de 200 mètres", en d'autres termes qu'il ne fallait pas

"monter" au-dessus de 1 500 kHz, que l'avenir appartenait aux longueurs d'ondes hectométriques et, mieux, kilométriques...

Les ondes hertziennes se propageant à la vitesse de 300 000 kilomètres par seconde, la fréquence de 1 500 kHz, ou 1,5 MHz si vous préférez, correspond à une longueur d'onde de  $\frac{3 \times 10^8 \text{ m}}{1,5 \times 10^6 \text{ Hz}}$ , soit

200 mètres.

Pourtant les phénomènes de rayonnement avaient été mis en évidence par le physicien Hertz sur des ondes de quelques dizaines de décimètres de longueur !

Sans enthousiasme, les radio-amateurs se virent allouer toutes les longueurs d'onde inférieures à 200 mètres.

Obligés donc de "travailler" en

# L'électronique de l'infra-rouge

haute fréquence (pour l'époque !), ils ouvrirent le chemin des ondes courtes, réussissant des liaisons transcontinentales qui surprisent d'autant plus les professionnels que les puissances de leurs émetteurs étaient dérisoires, de l'ordre de quelques watts seulement...

Aujourd'hui, si des longueurs d'onde supérieures à 3 000 mètres, l'équivalent de  $f = 100$  kHz, sont encore utilisées, c'est uniquement parce que les conventions internationales de la radionavigation existent (les stations aussi !), sur 15 kHz, soit 20 000 m.

Il ne viendrait pas à l'esprit de construire de nouveaux émetteurs travaillant sur d'aussi "basses fréquences"...

L'espace s'étendant de 15 kHz (15 kilohertz) à 300 GHz (300 gigahertz) est ainsi occupé par des ondes hertziennes, électromagnétiques, selon la classification que nous reprenons au tableau de la figure 1. Nous avons jugé convenable de rappeler les préfixes et symboles à placer avant les unités de mesure, définies et d'usage obligatoire, conformément au système métrique décimal (tableau de la figure 2).

Au-delà de la fréquence 300 GHz, qui correspond à la longueur d'onde de 1 mm, l'espace est occupé par des ondes électromagnétiques de nature particulière, à savoir les rayonnements infrarouges, les rayonnements visibles (lumière), les rayonnements ultraviolets, les rayons X les rayons  $\gamma$  (gamma) et les rayons cosmiques.

La figure 3 reproduit le spectre de toutes ces ondes électromagnétiques, auquel nous avons voulu ajouter celui des "ondes audibles", pour comparer les espaces occupés !

## LUMIERE VISIBLE

La tranche du spectre comprise entre 770 nanomètres (770 nm) et 380 nanomètres (380 nm) corres-

pond à la bande de fréquences s'étendant de 390 térahertz (390 THz) à 790 térahertz (790 THz). Les radiations de cette tranche nous sont directement perceptibles, elles sont celles de la lumière visible.

La lumière blanche présente cette particularité d'être décomposée par un prisme en 7 tranches de couleur bien connues, qui se voient dans l'arc-en-ciel :

Rouge - Orangé - Jaune - Vert -

## TERMINOLOGIE

Le système de mesures, obligatoire en France (décret du 3 mai 1961) est le système métrique décimal, appelé par la Conférence générale des poids et mesures : système international SI.

| MULTIPLIES                             |           | Préfixe :                        | Symbole :                       |
|--|-----------|----------------------------------|---------------------------------|
| Facteur multiplicateur de l'unité      |           | à placer avant le nom de l'unité | à placer avant celui de l'unité |
| $10^{18}$ ou 1 000 000 000 000 000 000 | exa       | E                                |                                 |
| $10^{15}$ ou 1 000 000 000 000 000     | peta      | P                                |                                 |
| $10^{12}$ ou 1 000 000 000 000         | téra      | T                                |                                 |
| $10^9$ ou 1 000 000 000                | giga      | G                                |                                 |
| $10^6$ ou 1 000 000                    | méga      | M                                |                                 |
| $10^5$ ou 100 000                      | hectokilo | hk                               |                                 |
| $10^4$ ou 10 000                       | myria     | ma                               |                                 |
| $10^3$ ou 1 000                        | kilo      | k                                |                                 |
| $10^2$ ou 100                          | hecto     | h                                |                                 |
| $10^1$ ou 10                           | déca      | da                               |                                 |

Exemples :

- 1 kilohertz = 1 kHz = 1 000 Hz
- 1 mégahertz = 1 MHz = 1 000 khz, etc ...
- 1 gigahertz = 1 GHz = 1 000 MHz, etc ...
- 1 térahertz = 1 THz = 1 000 GHz, etc ...
- 1 petahertz = 1 PHz = 1 000 THz, etc ...
- 1 exahertz = 1 EHz = 1 000 PHz, etc ...
- 1 myriamètre = 1 mam = 10 000 mètres

## NUMERATION DES GRANDS NOMBRES

Pour énoncer les puissances de 10 à partir de  $10^{12}$ , on applique règle exprimée par la formule :

Unités de base : mètre (longueur), kilogramme (masse), seconde (temps), ampère (intensité de courant électrique), degré Kelvin (température), candela (intensité lumineuse).

| SOUS-MULTIPLES                          |                         | Préfixe                 | Symbole          |
|---|-------------------------|-------------------------|------------------|
| Facteur multiplicateur de l'unité       | à placer                | à placer                |                  |
|   | avant le nom de l'unité | avant le nom de l'unité | celui de l'unité |
| $10^{-1}$ ou 0,1                        | déci                    | d                       |                  |
| $10^{-2}$ ou 0,01                       | centi                   | c                       |                  |
| $10^{-3}$ ou 0,001                      | milli                   | m                       |                  |
| $10^{-4}$ ou 0,000 1                    | décimilli               | dm                      |                  |
| $10^{-5}$ ou 0,000 01                   | centimilli              | cm                      |                  |
| $10^{-6}$ ou 0,000 001                  | micro                   | $\mu$                   |                  |
| $10^{-9}$ ou 0,000 000 001              | nano                    | n                       |                  |
| $10^{-12}$ ou 0,000 000 000 001         | pico                    | p                       |                  |
| $10^{-15}$ ou 0,000 000 000 000 001     | femto                   | f                       |                  |
| $10^{-18}$ ou 0,000 000 000 000 000 001 | atto                    | a                       |                  |

Exemples :

1 millimètre = 1 mm = 0,1 centimètre ... (0,1 cm)  
 = 0,01 décimètre .... (0,01 dm)  
 = 0,001 mètre ..... (0,001 m)  
 = 0,000 1 décamètre .... (0,000 1 dam)  
 = etc ...

1 angstrom = 1 Å = 0,1 nanomètre = 0,1 nm  
 = 0,000 000 000 1 m (10 puissance moins dix mètre)

|                                   |                                   |
|-----------------------------------|-----------------------------------|
| $10^{6N}$ = (N) million           |                                   |
| $10^{12}$ = 1 billion (N = 2)     | $10^{18}$ = 1 trillion (N = 3)    |
| $10^{24}$ = 1 quadrillion (N = 4) | $10^{30}$ = 1 quintillion (N = 5) |

Fig. 2

**Bleu - Indigo - Violet**

Le code des couleurs utilisé pour indiquer les valeurs résistives des résistances a été inspiré par ces tranches monochromatiques, d'une seule couleur de base.

**QUELQUES PRECISIONS**

La lumière est une onde électromagnétique. Les objets renvoient une partie seulement de la lumière qu'ils reçoivent.

Un objet blanc renvoie les radiations de toutes les (7) couleurs du spectre visible.

Un objet paraît noir s'il ne renvoie que très peu de lumière.

Un objet rouge renvoie les radiations rouges, mais il paraît noir s'il ne reçoit pas des radiations rouges...

Sous l'effet du rayonnement d'une lampe flash, les atomes d'un barreau cylindrique de rubis de synthèse sont excités, qui perdent de leur énergie en émettant une lumière rouge cohérente, aux rayons sortant parallèlement par l'extrémité du barreau.

Le LASER, pour Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation, est un appareil capable de générer un faisceau de rayonnement spatialement et temporellement cohérent, conservant la forme cylindrique qui lui est donnée à l'émission, ne se dispersant pas, ne diffusant pas.

En mesurant la longueur d'onde du rayonnement laser s'obtient une détermination précise de la vitesse de propagation des ondes électromagnétiques, soit 299 792 458 mètres par seconde, autant dire 300 000 km/s.

Les applications du laser sont de plus en plus nombreuses, bien que demeurant en réalité peu connues du public.

Elles tiennent une bonne place dans le domaine scientifique, l'armement, la médecine, les télécommunications, l'industrie, le spectacle.

Les ondes électromagnétiques se propagent à la vitesse de la lumière, dans le vide et dans les isolants dits parfaits.

Un objet plan métallique, ne serait-ce qu'un grillage, les arrête et les réfléchit.

Cette particularité est exploitée pour la direction des faisceaux, à l'aide de miroirs paraboliques, de "paniers" radar.

La réception de l'écho, le retour du

# L'électronique de l'infra-rouge

signal après réflexion du faisceau émis par un radar (ou un laser) sur un objet métallique, permet de détecter la présence de cet objet et de calculer à quelle distance il se trouve, etc. Les ondes électromagnétiques du laser se situent dans la partie visible du rouge et du proche infrarouge, dans le spectre de la lumière.

Le MASER, pour Microwave Amplification by Stimulated Emission of Radiation, est un amplificateur de micro-ondes par émission stimulée de rayonnement électromagnétique, sur des longueurs d'onde micro-métriques. Le rayonnement émis par maser est invisible...

## RAYONS X

Ces rayons méritent bien que nous leur consacrons un instant d'attention particulière.

Ils occupent, dans le spectre des ondes électromagnétiques, l'espace s'étendant de 30 PHz à 3 PHz, correspondant aux longueurs d'onde limites de 10 nm à 100 pm (figure 3).

Découverts en 1895 par l'Allemand Roentgen, ils se voyaient attribuer l'appellation de rayons Roentgen, que les Français ne pouvaient pertinemment accepter à l'époque, pour des raisons de patriotisme, qui les qualifiaient de rayons inconnus, de rayons X.

Dans une ampoule de verre chez laquelle règne un vide poussé sont disposées une cathode et une anode métalliques.

La cathode est constituée d'un filament de tungstène, parcouru par un courant de chauffage dont un rhéostat permet de contrôler l'intensité.

La cathode émet des électrons, corpuscules d'électricité négative, dont la vitesse est accélérée par attraction positive.

Il est procédé à la concentration des rayons cathodiques émis, à leur focalisation sur une surface métalli-

que miroir (anode) qui les réfléchit, leur conférant les propriétés particulières des rayons X.

La tension anode-cathode est considérablement élevée, elle atteint plusieurs centaines de milliers de volts chez les générateurs utilisés dans l'industrie.

Les rayons X provoquent la fluorescence de certains corps, à l'exemple du platino-cyanure de baryum (lumière verte), du tungstine de cadmium (lumière bleue).

Les rayons X se propagent en ligne droite et traversent de nombreuses substances, subissant de leur part une absorption qui dépend de l'épaisseur et de la nature de la substance "bombardée".

Ils impressionnent les émulsions photographiques, propriété exploitée en radiographie, en médecine, en métallurgie...

## RAYONS $\gamma$

Avec eux, nous entrons dans le domaine de la radioactivité, avec ses prouesses bénéfiques et maléfiques. Les rayons  $\gamma$  sont très pénétrants, porteurs d'énergie, ils se prêtent à la radiographie, comme les rayons X.

## OBLIGATIONS

La manipulation des appareils à rayonnements X et  $\gamma$ , rayonnements ionisants, est sévèrement réglementée.

Les risques physiologiques sont connus, invisibles mais dangereusement réels.

La médecine ne pratique plus la radioscopie, l'examen direct sous rayons X, mais uniquement la radiographie, pour ne pas "faire prendre" aux patients (et aux opérateurs !) des doses élevées de radiations.

En métallurgie il est procédé à la radiographie de soudures, par rayons X ou à l'aide de sources radioactives (gammagraphie).

Les deux techniques ont leurs adeptes, accusateurs et défenseurs

s'accordent quant à la vigilance dans la protection contre les radiations.

## RAYONS COSMIQUES

Des particules nous arrivent du fond de l'univers...

Le nombre de particules reçues décroît à mesure que leur énergie augmente et l'énergie globale reste faible.

Dans les couches supérieures de l'atmosphère (vers les 30 km d'altitude) le rayonnement cosmique est 100 fois plus important qu'au niveau de la mer, lieu où il nous arrive une ou deux particules par seconde sur le visage...

## QUELQUES PRECISIONS

L'espace occupé par l'infrarouge dans le spectre des ondes électromagnétiques apparaît comme le plus grand de tous les domaines indiqués par la figure 3.

Il faut pourtant reconnaître que l'ampleur de l'exploitation de l'IR n'est pas à la mesure de l'espace occupé !

Le domaine de l'IR est découpé en 4 zones :

Proche IR, à proximité immédiate du domaine de la lumière visible - IR moyen - IR lointain et IR très lointain. L'IR lointain et l'IR très lointain correspondent au rayonnement de chaleur bien connu de ceux qui un jour... ont touché la panne brûlante d'un fer à souder.

Le rayonnement de chaleur peut également apporter la sensation opposée, au contact d'un glaçon.

Le soleil nous chauffe : c'est que l'énergie émise par lui sous forme de lumière se transforme en chaleur lorsqu'elle est arrêtée, absorbée par un corps qui n'en réfléchit que peu. L'habillement en blanc est tout indiqué dans les régions à ensoleillement intense et constant, puisqu'il renvoie la lumière.

Des vêtements noirs seraient insup-

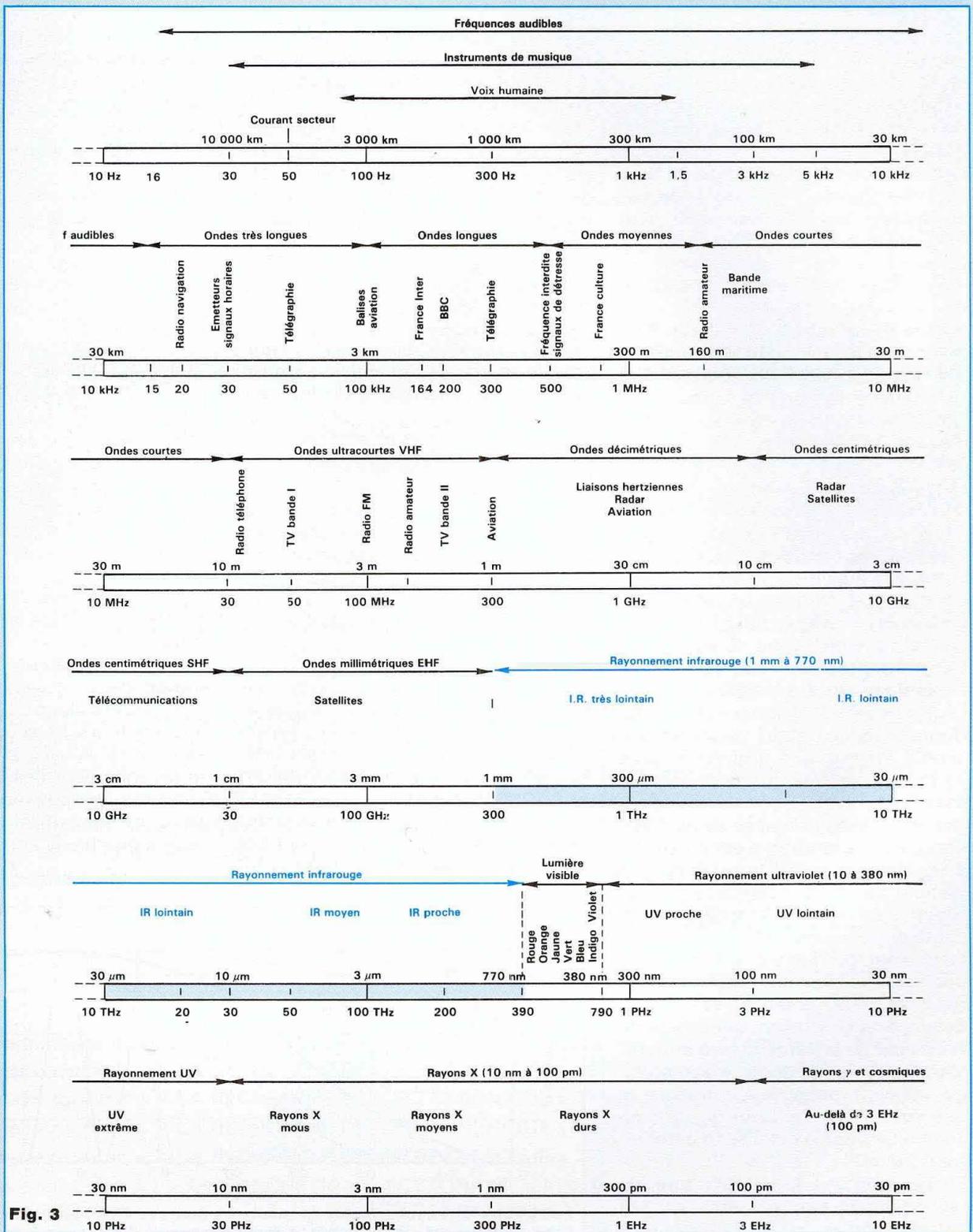


Fig. 3

# L'électronique de l'infra-rouge

portables, absorbant les radiations solaires et les convertissant en chaleur.

Il faut cependant savoir que le rayonnement solaire est pauvre en infrarouges.

Lorsque nous faisons croître la température d'un corps, ce corps se met à émettre un rayonnement dont l'intensité augmente avec la fréquence de ce rayonnement, en d'autres termes avec la diminution de sa longueur d'onde.

Plus la température d'un corps augmente, plus la longueur d'onde de son rayonnement diminue, se rapprochant de la plage du visible.

Nous chauffons un morceau de fer, élevant sa température à quelque 700 °C, soit environ 1 000 K (1 000 degrés Kelvin), ce morceau de fer est déjà nettement incandescent (rouge sombre).

L'émission de rayonnement par les corps est maximale lorsque la température de ces corps atteint la valeur de 5 900 K, ou 5 630 °C, qui est la température du soleil.

Cette température coïncide avec la plage de la lumière visible...

Le pyromètre à filament est un instrument de laboratoire pourvu d'une lunette permettant d'observer une petite surface de la paroi interne d'un four.

Un réticule est disposé dans l'axe optique de la lunette, il est constitué d'un filament métallique (alliage au platine) dont la couleur varie en fonction de l'intensité du courant qui l'active, le parcourant.

La couleur du filament, par intervention sur la valeur résistive d'un rhéostat, est amenée en coïncidence, à la confusion, avec celle de la couleur de la paroi interne du four. L'intensité du courant d'activation du filament nous fait connaître la température de la paroi du four au point visé avec la lunette du pyromètre optique.

La sensibilité à la température de rayonnement est très élevée chez certains corps.

Elle est extrêmement développée chez l'antimoniure d'indium et par conséquent exploitée à des fins particulières.

Des "lunettes", c'est ainsi que nous appellerons les matériels élaborés, donnent des "images thermiques" de portions d'espace situées à plusieurs kilomètres du point d'observation, accusant très nettement la différence de température de rayonnement entre un arbre (vivant) et un tas de bois (mort).

La vision thermique est absolument indépendante de la lumière visible, elle est possible de jour comme de nuit, en toute saison, elle n'est que très faiblement altérée par le brouillard.

Un équipement sophistiqué est embarqué à bord de satellites artificiels, qui "voit" la chaleur développée par une personne se déplaçant sur terre, celle d'un véhicule, dont le moteur rayonne de la chaleur, qui différencie les plantations, la nature des espaces atmosphériques, etc.

## SOURCES EMISSIVES

La nature ne met pas à notre disposition de source produisant ces rayonnements infrarouges qui nous intéressent pour nos expérimentations et nos applications.

Nous devons nous tourner vers des sources artificielles et les sources usuelles classiques ne produisent

malheureusement que très peu de rayonnements infrarouges.

Au passage, mentionnons que l'ionisation peut rendre fluorescents certains corps.

Le néon, emprisonné sous très faible pression (presque le vide total) s'ionise sous l'influence de champs électriques et émet une lumière de couleur orangée bien connue.

Le mercure, qui passe à l'état de vapeur dans l'ampoule vidée d'air, donne la lumière bleue qui lui est spécifique.

Le sodium procure l'éclairage jaune, apprécié pour les grands espaces, par temps de brouillard.

Le dioxyde de carbone, banal gaz carbonique CO<sub>2</sub>, est utilisé chez les tubes à usage industriel et domestique, la paroi interne des tubes ayant reçu un revêtement qui "donne de la couleur" à la lumière émise.

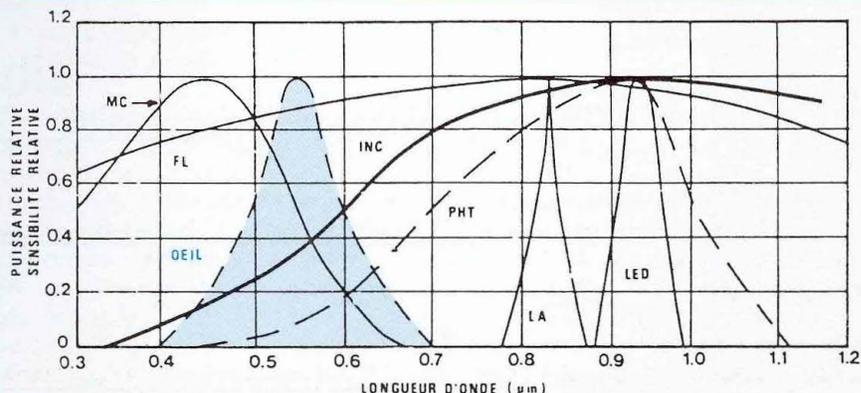
Toutes ces lampes ne produisent que peu d'IR.

Nous dominerons l'émission d'IR en mettant en œuvre des diodes électroluminescentes à infrarouges, d'approvisionnement sans problème auprès de tous les revendeurs de composants électroniques.

Nos capteurs IR seront des phototransistors au silicium, sensibilisés au rayonnement des émetteurs.

Tous ces composants nous deviendront rapidement familiers, au cours de nos prochains entretiens...

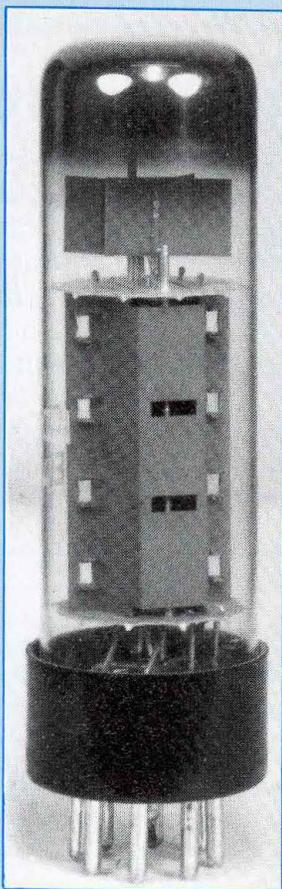
Georges Matoré



Le spectre de rayonnement de quelques sources (MC : lampe au mercure, FL : tube fluorescent, INC : lampe à incandescence, LA : laser à semiconducteur, LED : diode à infrarouges) comparé à la courbe de sensibilité de deux "récepteurs", l'œil humain et le phototransistor au silicium (PHT).

## Les tubes électroniques et la haute

Dans notre précédent numéro, il a été question de tubes pour applications audio. Une brève description des tubes noval ECC 81, ECC 82 et ECC 83 et des tubes tétrode et pentode KT 88, EL 34 et EL 84 fut effectuée. Ici, le lecteur pourra prendre connaissance de façon plus complète du tube EL 34 : caractéristiques, courbes, utilisation en sortie simple étage ou push-pull classe A, classe AB ou classe B. Parmi les rares tubes de puissance pour applications audio encore disponibles aujourd'hui, le tube EL 34 est le plus connu, le plus utilisé et offre un rapport performance/prix attrayant.



**L**e tube pentode EL 34, qui a pour équivalent américain la référence 6CA7, a rendu de longs services dans les domaines de la basse fréquence et de la haute-fidélité. Mis au point par Philips, ce tube a été fabriqué sous licence par la plupart des fabricants européens, dont Telefunken, Siemens, Mullard, RTC, Tesla, RFT. D'autres fabricants, comme la firme anglaise GEC, ont préféré conserver leurs références concurrentes. Chez GEC, la version KT 77, compromis de la grosse KT 88/6550 et de la KT 66 avait été étudiée pour concurrencer l'EL 34. Malgré une dissipation plaque supérieure (32 W au lieu de 25 W) et des performances plus poussées, sa diffusion trop confidentielle a eu un succès commercial moins marqué que celui de cette dernière. Ainsi, de longues années durant, le tube EL 34 est resté et reste aujourd'hui encore la pentode de puissance par excellence. De dissipation plaque 25 W, ce tube se présente sous la forme d'un tube à bulbe cylindrique à sommet arrondi mais assez plat, de diamètre moyen 36 mm. Selon les constructeurs, de petites variantes existent : bulbes de plus gros diamètre sur des anciennes séries Mullard ou sur des versions américaines Sylvania plus récentes, électrodes de forme légèrement différente conduisant à de petits écarts de capacités internes.

Bien qu'étudié essentiellement pour

les applications en basse fréquence, le tube EL 34 peut s'utiliser en haute fréquence (oscillateurs HF).

En classe B, un montage push-pull de tubes EL 34 poussé à ses dernières limites de dissipation plaque et écran permet d'obtenir une puissance de sortie maximale de 100 W. En pratique, il est très rare de trouver des montages de ce genre, les tubes EL 34, selon leur origine, n'étant pas toujours en mesure de supporter des tensions et courants aussi élevés. Le plus souvent, on remarque un rougissement de la plaque ou de l'écran, signifiant que l'on dépasse les limites de puissance permises par le tube. Dans la majorité des cas, on se contente d'un travail push-pull en classe B, avec une tension plaque de l'ordre de 425 V, un courant plaque, au repos, de 60 mA, un courant écran de 8,5 mA, la puissance de sortie étant de l'ordre de 50 W.

Si l'avantage principal de la classe B en basse fréquence est celui d'un rendement élevé, l'inconvénient en est la fameuse "distorsion de croisement" se produisant aux alentours du point de repos (présence de clics de commutation visibles à l'oscilloscope). Le passage en classe A, idéale pour une application en haute-fidélité de qualité, ne permet d'obtenir qu'une quinzaine de watts. C'est pourquoi le travail en classe AB reste le plus utilisé parmi les montages push-pull. Le rendement est plus intéressant. Sous de faibles puissances, le courant de repos est suffi-

samment élevé pour ne pas créer de distorsion de commutation, la puissance de sortie ainsi obtenue se situant entre 30 et 40 W.

On trouvera sur la figure 1 les caractéristiques maximales du tube EL 34. Ce tube utilise un support 8 broches de type octal, le filament devant être chauffé sous 6,3 V/ 1,5 A.

### MONTAGE SIMPLE ETAGE

En montage simple étage, à lampe unique chargeant un transformateur de sortie à enroulement primaire unique, le travail en classe A ne peut assurer qu'une puissance de sortie relativement faible, comprise entre 6 et 11 W. Trois modes de branchement de l'EL 34 sont possibles. Le premier est la connexion en pentode classique. Dans ce cas, la plaque charge l'enroulement primaire du transformateur de sortie, l'autre extrémité de cet enroulement étant reliée à la haute tension.

Un second réseau d'alimentation, dérivation R-C de l'alimentation principale, alimente l'écran sous une tension pré-établie. Le plus souvent, on se contente de placer une résistance entre l'écran et la haute tension (point relié au primaire du transformateur de sortie). De petites variations de courant apparaissent en fonction du signal audio appliqué sur la grille de commande, on peut stabiliser la tension écran soit en plaçant un condensateur entre l'écran et la masse, soit en faisant dériver en parallèle un courant de valeur plus élevée, compris entre 5 et 20 fois la valeur moyenne de  $I_{g2}$  (courant écran). La seconde méthode consiste à relier l'écran et la plaque, soit directement, soit en plaçant une résistance de faible valeur (50 à 100  $\Omega$ ) entre l'écran et la plaque. Dans ce cas, le tube EL 34 travaille en pseudo-triode, les caractéristiques  $U_p/I_p$  du tube prenant alors l'allure de celles d'un tube triode. La

#### EL 34

Pentode de puissance

- Brochage :** octal  
**Filament :** 6,3 V/ 1,5 A  
**Brochage (vu de dessous)**
1. Suppresseur
  2. Filament
  3. Plaque
  4. Ecran
  5. Grille d'attaque
  6. Non relié
  7. Filament
  8. Cathode

**Capacités inter-électrodes :**  
 Capacité grille/plaque : 1,1 pF  
 Capacité d'entrée : 15,2 pF  
 Capacité de sortie : 8,4 pF  
 Capacité grille/filament : 1,0 pF  
 Capacité cathode/filament : 10 pF

**Caractéristiques (maximum)**

|  |                      |
|--|----------------------|
| Tension plaque (au cut-off)                          | 2 000 V              |
| Tension plaque                                       | 800 V                |
| Dissipation plaque                                   | 25 W                 |
| Dissipation plaque maximum (en pointe)               | 27,5 W               |
| Tension écran (au cut off)                           | 800 V                |
| Tension écran  | 500 V                |
| Dissipation écran                                    | 8 W                  |
| Courant cathode                                      | 150 mA               |
| Polarisation grille (minimum, $I_{gr} = 0,3 \mu A$ ) | - 1,5 V              |
| Résistance de fuite de grille                        | 0,5 à 0,7 M $\Omega$ |
| Tension d'isolement cathode/filament                 | 100 V                |

Brochage (vu de dessous)

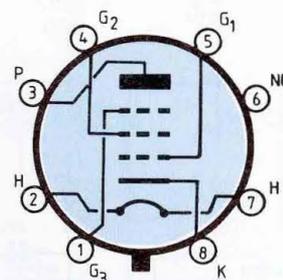
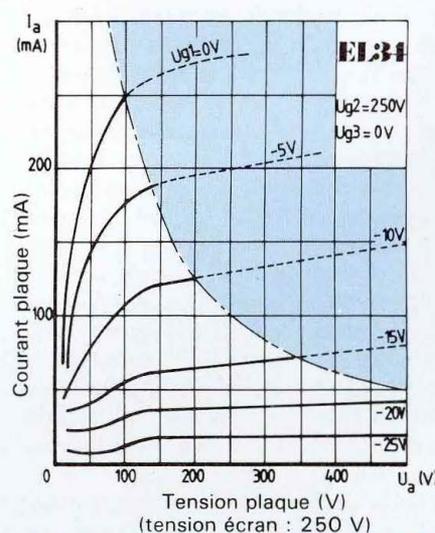
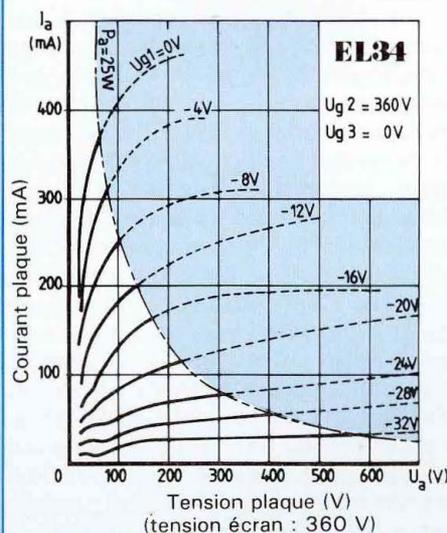


Fig. 1 : Caractéristiques maximales de la pentode de puissance EL 34.

Caractéristiques  $U_p/I_p$  du tube EL 34 pour des tensions de 250 V ou de 360 V.





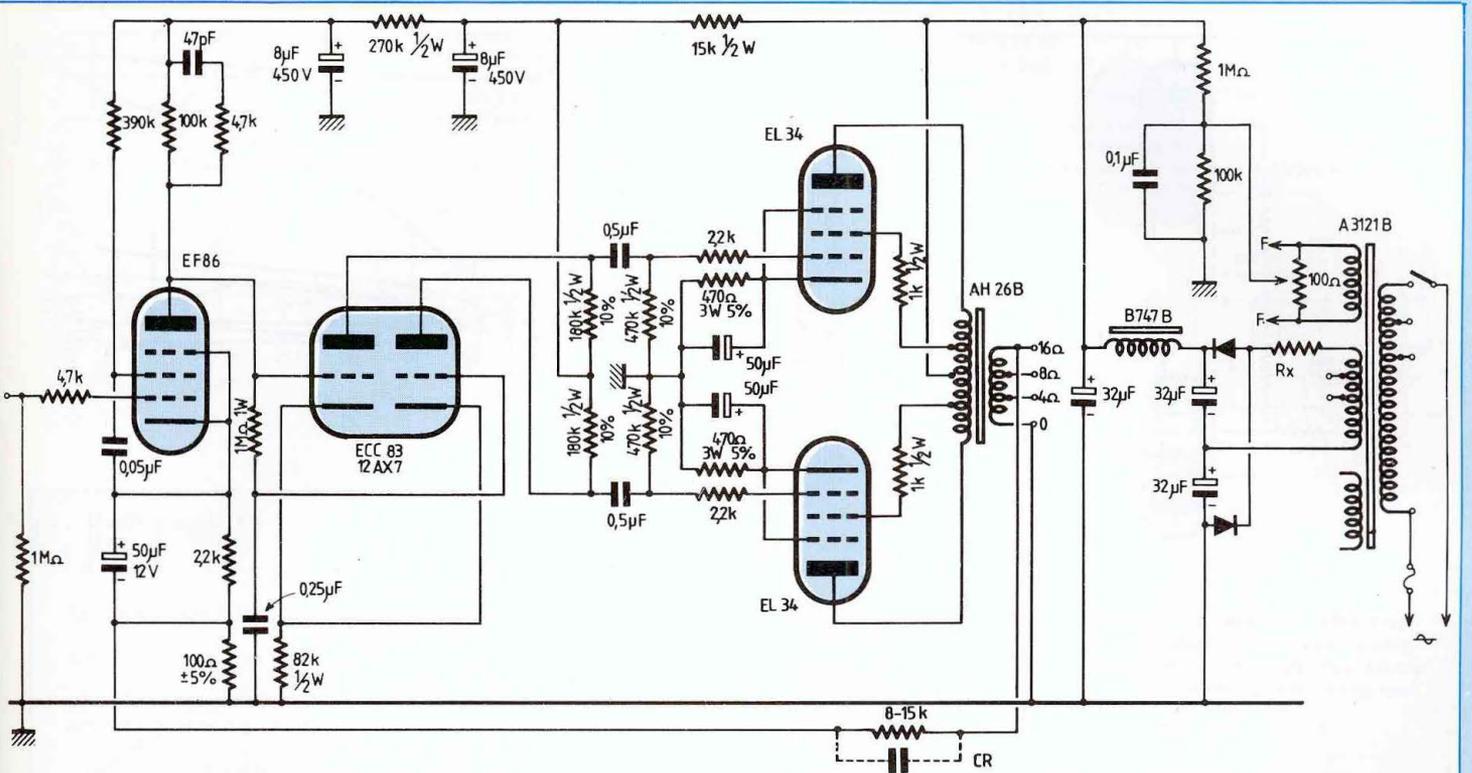


Figure 3 : Montage de type Mullard. Couplage direct entre le tube d'entrée (EF86) et le déphaseur/driver ECC 83. Les tubes EL 34 sont montés en push-pull ultra-linéaire, la puissance de sortie étant d'une trentaine de watts. C'est le schéma de base de nombreux amplificateurs anciens ou récents.

sions comprises entre 350 V et 425 V, le courant plaque (courant de repos) variant entre 2 × 30 mA et 2 × 35 mA, le courant maximum étant compris entre 2 × 95 mA et 2 × 120 mA.

La puissance de sortie est comprise, selon le mode d'utilisation, entre 35 et 55 W. La figure 6 donne un aperçu du mode d'utilisation des tubes EL 34 en push-pull, classe B, connexions pentode.

Il n'est pas conseillé de dépasser environ 45 W (puissance de sortie) en classe B, les tubes EL 34, dont les origines sont différentes, supportant parfois très mal le travail en régime maximum. Les dispersions existent également d'un tube à un

autre et il convient d'en tenir compte. Pour les montages en classe B et même AB, il est souhaitable de réaliser un appariement des tubes de puissance, ceci dans des conditions aussi proches que possible de celles du montage en cours de réalisation. L'inconvénient est que l'on doit disposer d'une bonne dizaine de tubes pour en obtenir une paire, sauf si on tombe sur un heureux hasard. Les testeurs de tubes mesurent souvent uniquement la valeur de la transconductance sous des tensions plus basses (en général) que celles de l'utilisation réelle, ceci ne peut permettre de bien appairer les tubes.

On peut soit utiliser l'alimentation de

l'amplificateur en cours de réalisation, soit insérer sur l'appareil terminé un milliampèremètre dans le circuit plaque d'un des tubes, un voltmètre donnant la valeur de la tension plaque, un autre voltmètre (ou le premier) donnant la valeur de la polarisation grille. N'oublions pas que l'échauffement du tube tend à faire augmenter légèrement les courants au cours des premières minutes, la stabilisation de ceux-ci ne se constatant qu'une bonne quinzaine de minutes plus tard. Ces triages ne sont que très rarement réalisés par les fabricants de tubes, les constructeurs d'amplificateurs devant réaliser ces appariements par eux-mêmes. N'oublions pas d'autre part

# Les tubes électroniques et la haute

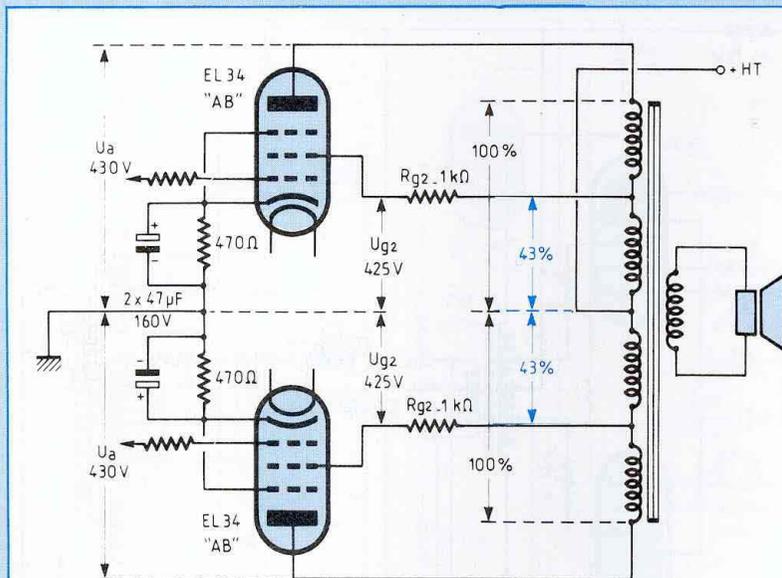
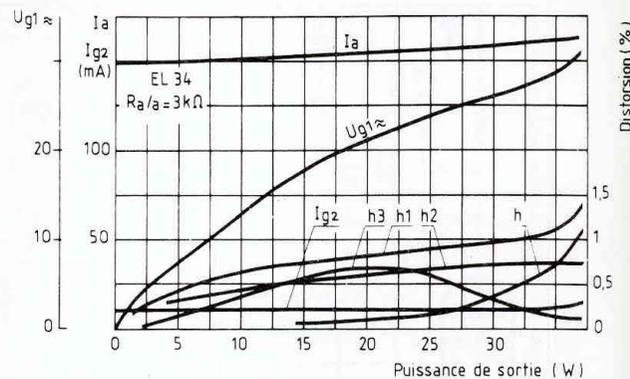


Figure 4 et 5 : Montage push-pull ultra-linéaire. Applications pratiques. Les écrans sont placés à 43% de chaque demi-enroulement primaire.



|                                      |             |            |
|--------------------------------------|-------------|------------|
| Tension plaque                       | 430 V       | 430 V      |
| Tension écran                        | 425 V       | 425 V      |
| Polarisation grille                  | -29 V       | -30 V      |
| Courant plaque (repos)               | 2 × 62,5 mA | 2 × 61 mA  |
| Courant plaque (max.)                | 2 × 65 mA   | 2 × 70 mA  |
| Courant écran (repos)                | 2 × 5 mA    | 2 × 5 mA   |
| Courant écran (max.)                 | 2 × 5,5 mA  | 2 × 7,5 mA |
| Charge optimale (p. à p.)            | 6,6 kΩ      | 6,6 kΩ     |
| Signal d'attaque                     | 16 V~       | 26 V~      |
| Puissance de sortie                  | 20 W        | 37 W       |
| Taux de distorsion                   | 0,8 %       | 1,3 %      |
| Rg <sub>2</sub> (résistance d'écran) | 1 kΩ        | 1 kΩ       |

que sur un montage push-pull, on ne doit jamais retirer un des tubes de puissance en cours de fonctionnement, ce qui produirait un passage unilatéral du courant continu dans un demi-enroulement du primaire du transformateur de sortie, la conséquence étant une magnétisation des tôles (limitation de la puissance maximale, augmentation du taux de distorsion harmonique).

Comme énoncé plus haut, il n'est pas conseillé de pousser l'EL 34 jusqu'à ses dernières limites de tenue en puissance. Celle-ci correspond, selon le constructeur, à une puissance de sortie maximale de

100 W en classe B, la tension plaque devant être portée à 800 V, ce qui complique la réalisation de l'alimentation : utilisation de valves redresseuses spéciales (genre 5R4), condensateurs de filtrage (tension d'isolement 450 V à 500 V) montés en série, temporisation effectuant la mise en circuit de la haute tension une trentaine de secondes après la mise en route des circuits de chauffage filaments. Pour obtenir ces 100 W en classe B à partir d'une seule paire d'EL 34, les conditions d'utilisation sont les suivantes :

- Tension plaque : 800 V.
- Tension écran : 372 V.

- Polarisation grille : -39 V.
  - Courant plaque (repos) : 2 × 25 mA.
  - Courant plaque (max.) : 2 × 91 mA.
  - Courant écran (repos) : 2 × 3 mA.
  - Courant écran (max.) : 2 × 19 mA.
  - Rg<sub>2</sub> : 750 Ω/5 W.
  - Charge : 11 kΩ (plaque à plaque).
  - Signal d'attaque : 24,4 V.
  - Puissance de sortie : 100 W.
  - Taux de distorsion par harmonique : 5%.
- Dans les applications à haute-

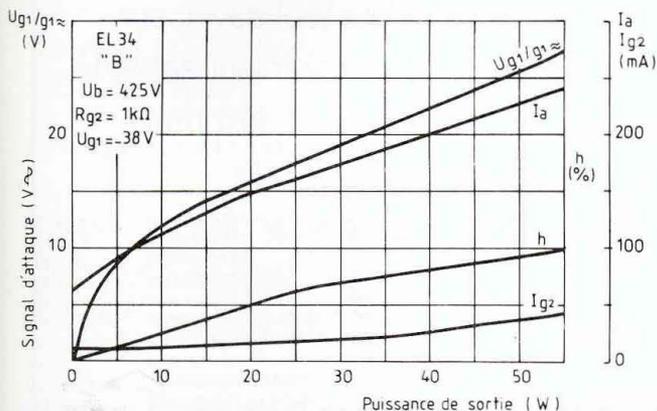
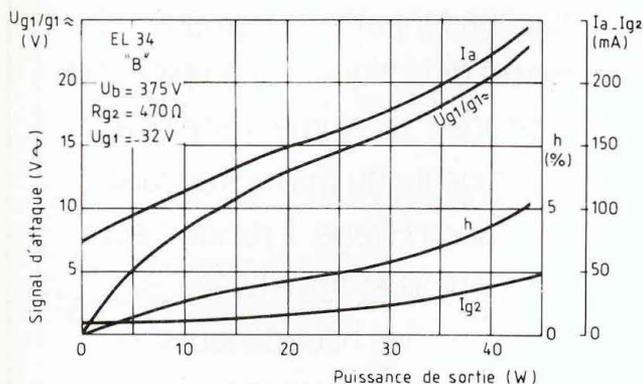
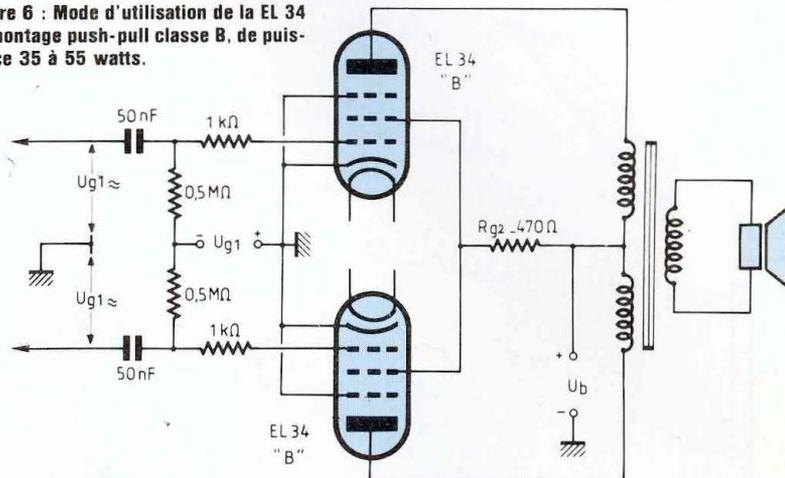


Figure 6 : Mode d'utilisation de la EL 34 en montage push-pull classe B, de puissance 35 à 55 watts.



|                           |             |             |            |            |
|---------------------------|-------------|-------------|------------|------------|
| Tension plaque            | 350 V       | 375 V       | 400 V      | 425 V      |
| Tension écran             | 327 V       | 352 V       | 350 V      | 375 V      |
| Polarisation grille       | -32 V       | -32 V       | -38 V      | -38 V      |
| Courant plaque (au repos) | 2 x 35 mA   | 2 x 35 mA   | 2 x 30 mA  | 2 x 30 mA  |
| Courant plaque (max.)     | 2 x 95 mA   | 2 x 120 mA  | 2 x 100 mA | 2 x 120 mA |
| Courant écran (au repos)  | 2 x 4,75 mA | 2 x 4,75 mA | 2 x 4,4 mA | 2 x 4,4 mA |
| Courant écran (max.)      | 2 x 25 mA   | 2 x 25 mA   | 2 x 25 mA  | 2 x 25 mA  |
| Charge optimale (p. à p.) | 3,8 k Ohm   | 2,8 k Ohm   | 4 k Ohm    | 3,4 k Ohm  |
| Rg2 (résistance d'écran)  | 470 Ohm     | 470 Ohm     | 1 k Ohm    | 1 k Ohm    |
| Signal d'attaque          | 22,7 V~     | 22,7 V~     | 27 V~      | 27 V~      |
| Puissance de sortie       | 36 W        | 44 W        | 45 W       | 55 W       |
| Taux de distorsion        | 6 %         | 5 %         | 6 %        | 5 %        |

Montage push-pull classe B, connexions pentode, Rg2 commune.

fidélité, les meilleurs montages permettent d'obtenir une puissance de sortie moyenne de 30 à 35 W. Le transformateur de sortie est d'une importance capitale vis-à-vis des performances finales : mesures, puissance maximale (non seulement à 1 kHz mais sur toute la bande audio), taux de contre-réaction maximum applicable sans instabilité, bande passante, taux de distorsion harmonique à faible, moyenne et haute puissance.

La self de filtrage, souvent omise sur des montages récents pour des questions de coût et d'encombrement, est recommandée, son utilisation

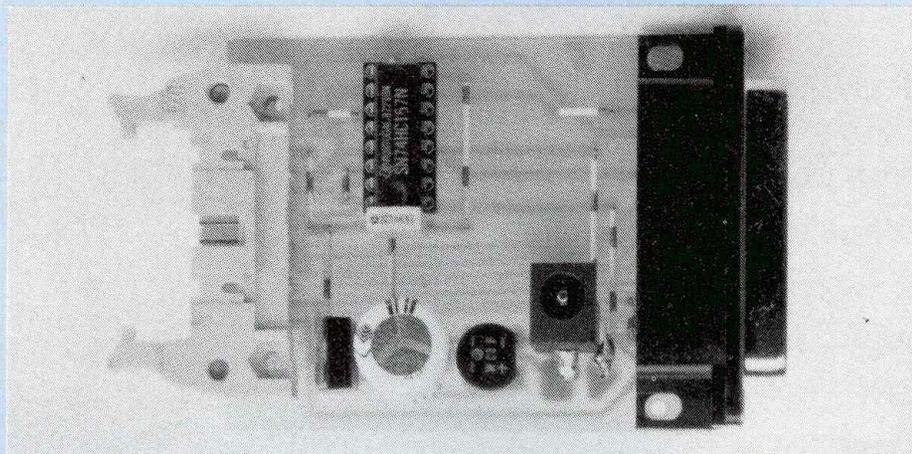
assurant un lissage très efficace des ondulations résiduelles de redressement de filtrage. De ce fait, le filtrage en  $\pi$  L/C est beaucoup plus efficace que celui réalisé en éléments R/C, la résistance en continu, de faible valeur, des selfs ne produisant qu'une faible chute de tension malgré un effet régulateur très efficace.

Les amateurs de tubes triodes ne manquent pas. Malheureusement, il s'agit la plupart du temps de triodes très anciennes, rares et onéreuses. La seule alternative possible et beaucoup plus abordable est celle du montage en pseudo-triode d'un tube

pentode ou tétrode. De ce côté, la classe A et le montage en pseudo-triode se traduisent par une haute qualité de restitution sonore, le gros défaut étant une perte de puissance importante. En classe A et en montage pseudo-triode on ne peut obtenir de la célèbre KT 88/6550 qu'une vingtaine de watts, 30 W correspondant à une utilisation des tubes au maximum de leurs possibilités. Les mêmes inconvénients se posent pour la EL 34, l'avantage présenté par celle-ci en connexion pseudo-triode étant des caractéristiques Up/lp particulièrement régulières.

Jean Hiraga

# INTERFACE UNIVERSELLE POUR COMPATIBLE IBM-PC



Nous nous sommes quittés avec la construction d'une interface universelle pour Atari. Poursuivons avec la description d'une interface destinée au port imprimante d'un ordinateur compatible IBM-PC. Elle assurera la transmission dans les deux sens des données sur 8 bits sans nécessiter l'ouverture du capot de l'ordinateur, donc sans risques pour votre machine.

**L**e croquis de la figure 1 présente le connecteur du type "SUB 25D" tel qu'il est visible à l'arrière du PC et permet d'identifier les numéros de chaque broche. Le tableau de la figure 2 indique la correspondance entre les broches de ce connecteur (broches CPU) et les broches du connecteur de l'imprimante auquel il est destiné. Les fonctions assignées à chaque broche, clairement indiquées dans le tableau, laissent apparaître un bus de donnée de 8 bits (D0 à D7) ainsi qu'un grand nombre de lignes de contrôle.

## LA LIAISON ORDINATEUR- IMPRIMANTE EN FONCTIONNEMENT NORMAL

Le chronogramme de la figure 3 indi-

que le principe de fonctionnement de la transmission parallèle destinée à une imprimante. Deux modes de fonctionnement sont possibles : le mode impulsionnel et le mode verrouillé. Dans tous les cas, la donnée à transmettre est placée sur le bus de donnée externe, puis l'ordinateur envoie une impulsion négative sur la sortie "Strobe" afin d'indiquer à l'imprimante que la donnée est disponible sur la liaison. Lorsque l'imprimante a pris en compte la donnée, elle renvoie une impulsion négative sur la ligne "Acknowledge" pour en aviser l'ordinateur. La seule différence entre ces deux modes de transmission réside dans le fonctionnement du signal "Strobe". En mode impulsionnel, le front descendant sur la ligne est suivi très rapidement (une  $\mu$ s au moins) par un front montant. Dans

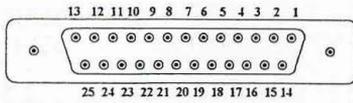
l'autre cas, c'est la réponse de l'imprimante qui provoque la réinitialisation de la ligne "Strobe".

L'ordinateur peut également transmettre à l'imprimante certaines informations comme Init, qui provoque une réinitialisation de l'imprimante, ou Slct In qui la met dans l'état "On Line". De son côté, l'imprimante peut envoyer des informations vers l'ordinateur. Citons entre autres Slct qui indique le passage On Line du périphérique, PE qui signale l'absence de papier et Busy qui témoigne que l'imprimante est occupée.

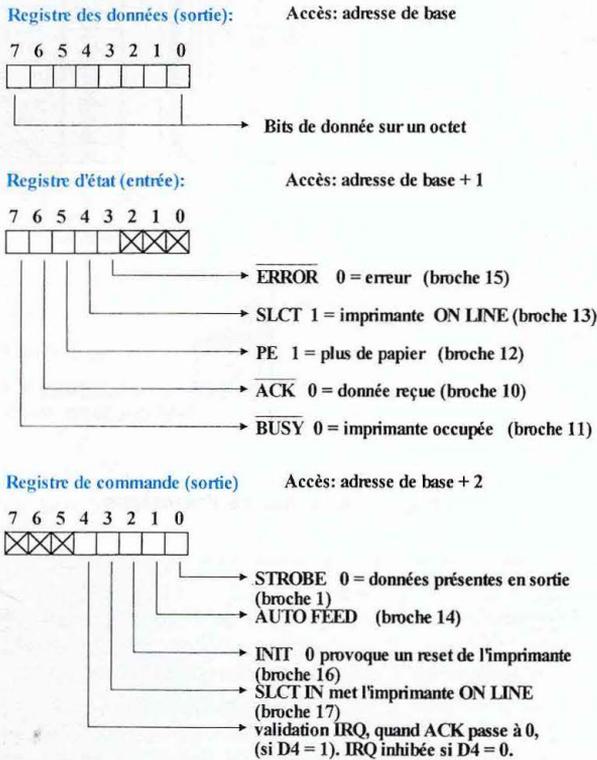
En fonctionnement normal, c'est le système d'exploitation de l'ordinateur qui gère automatiquement, au travers du DOS, la communication ordinateur-imprimante. Cependant, il est possible d'adresser directement les registres d'entrée/sortie du port centronics qui sont au nombre de trois. Le document de la figure 4 détaille les caractéristiques de ces trois registres, en précisant la correspondance entre les fonctions externes et chacun des bits disponibles. Le registre des données, utilisable uniquement en sortie, utilise la totalité des 8 bits, tandis que les deux autres registres utilisent uniquement 5 bits. Précisons que le bit de poids fort du registre d'état (D7, soit Busy) est complété en interne. En d'autres termes, un niveau haut à l'entrée du connecteur sur la broche 11 se traduira par un niveau bas dans le bit D7 de ce registre.

Les adresses de ces registres sont précisées en bas du document, en fonction du port qui est en service (LPT1 = \$378, LPT2 = \$278, etc.). Une zone d'adresse particulière dans la mémoire du PC, à partir de [0040:0008], indique à l'utilisateur l'adresse en cours pour le port LPT1, qui représente le port de sortie standard. Cette possibilité permet au programmeur de vérifier l'adresse réelle du port centronics avant d'envoyer des données vers l'imprimante.

# AU MAXIMUM VOTRE ORDINATEUR



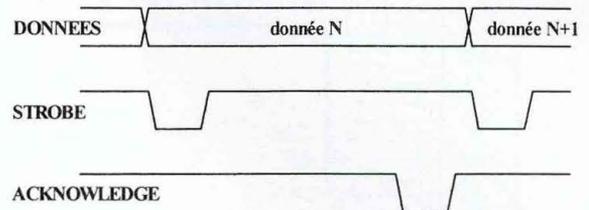
**Fig. 1 : Embase du port // vue de l'extérieur de l'ordinateur.**



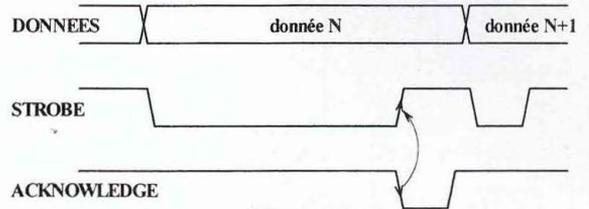
|   |                             |
|---|-----------------------------|
| <b>ADRESSES:</b> interface parallèle n°1: S378 - S37F | <b>table des adresses :</b> |
| interface parallèle n°2: S278 - S27F                  | 0040 : 0008h -> lpt1        |
| i.p. sur carte MDA : S3BC - S3BF                      | 0040 : 000Ah -> lpt2        |

**Fig. 4 : Registres internes de l'interface parallèle du PC (port imprimante).**

## 1. MODE IMPULSIONNEL



## 2. MODE VERROUILLE



**Fig. 3 : Transmission parallèle pour imprimante.**

| Broche CPU | Broche imprimante | Fonction  |
|------------|-------------------|-----------|
| 1          | → 1               | STROBE    |
| 2          | → 2               | D0        |
| 3          | → 3               | D1        |
| 4          | → 4               | D2        |
| 5          | → 5               | D3        |
| 6          | → 6               | D4        |
| 7          | → 7               | D5        |
| 8          | → 8               | D6        |
| 9          | → 9               | D7        |
| 10         | ← 10              | ACK       |
| 11         | ← 11              | BUSY      |
| 12         | ← 12              | PE        |
| 13         | ← 13              | SCLT      |
| 14         | → 14              | AUTO FEED |
| 15         | ← 32              | ERROR     |
| 16         | → 31              | INIT      |
| 17         | → 36              | SLCT IN   |
| 18 - 25    | → 19 - 30         | GND       |

**Fig. 2 : Liaison par câble centronics entre l'ordinateur et l'imprimante.**

## L'INTERFACE POUR PORT PARALLELE DU PC

La sortie des données sur 8 bits s'obtient donc simplement en plaçant dans le registre correspondant (à l'adresse \$378) la valeur désirée.

Le problème se situe au niveau de la saisie des données puisque le bus de données n'est pas bidirectionnel. La seule solution consiste à utiliser le registre d'état, en particulier les bits D3 à D6 et de récupérer nos octets externes en deux temps (quartet de poids faible puis quartet de poids

fort). Un multiplexeur, piloté à partir de la broche "Strobe" de l'ordinateur, va se charger d'aiguiller les deux quartets sur les bits disponibles du registre d'état, comme indiqué sur le schéma structurel de la figure 5. C'est d'ailleurs le seul composant qui entre en jeu pour interfa-

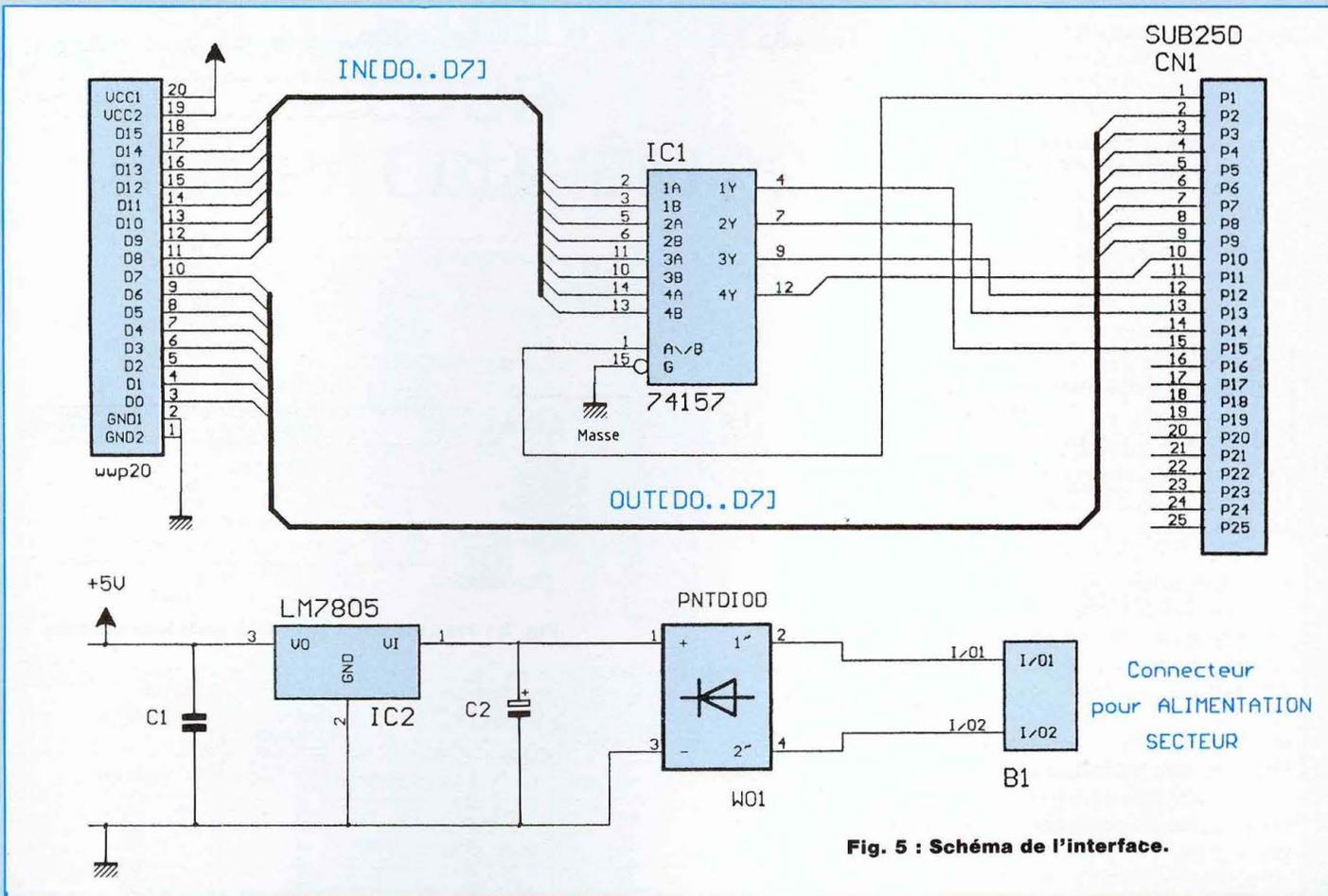


Fig. 5 : Schéma de l'interface.

cer correctement le PC avec un système externe. Lorsque la broche 1 du connecteur Sub/25D est au niveau haut (Strobe=1, adresse \$37A), le 74HC157 aiguille le quartet de poids faible [D0-D3] sur le port d'entrée (§379). Si Strobe est au niveau bas, c'est le quartet de poids fort [D4-D7] qui est appliqué sur le port de contrôle du PC.

Un régulateur de 5 V assure l'alimentation du multiplexeur et nécessite un adaptateur secteur classique qui figure généralement dans la panoplie de la plupart des bricoleurs. Toutefois, toute alimentation continue de 12 V à 15 V convient parfaitement quelle que soit sa polarité. Il est même possible d'utiliser directement un transformateur de 9 V-3 VA, mais cette solution est moins

fiable que les blocs d'alimentation secteur qui sont protégés dans un boîtier plastique et dotés d'une prise de chaque côté (... et disponibles dans certains cas pour moins de 50 F !). La tension d'alimentation de 5 V est dirigée sur le connecteur de sortie afin de permettre l'alimentation directe de vos applications. Ce sera le cas de notre premier montage, un échantillonneur audio 8 bits qui permettra la sonorisation de tous les ordinateurs non équipés de carte audio. Cette carte audio ne sera cependant pas compatible AD-LIB, cette norme mettant en œuvre un circuit spécialisé qui ne peut fonctionner sur le port parallèle. Par contre, les fichiers au format "Wave" et "Mod" pourront être écoutés avec un logiciel approprié. Certains de ces

programmes (et ils sont nombreux !) sont disponibles en shareware ou freeware dans les réseaux de distribution grand public.

En ce qui nous concerne, un programme convivial et assez complet vous sera proposé sur disquette auprès de Chelles Electronique 77, qui fournit également les kits des réalisations proposées dans le cadre de cette nouvelle rubrique. L'interface utilisateur est graphique (du type "Windows") et pilotée intégralement par la souris. Il sera possible de charger, modifier, écouter et sauvegarder les fichiers obtenus depuis notre carte audio ou toute carte compatible Sound-Blaster et Windows (formats de fichier reconnus : Voc et Wave). Les traitements réalisés sont la réverbération, l'écho,

# AU MAXIMUM VOTRE ORDINATEUR

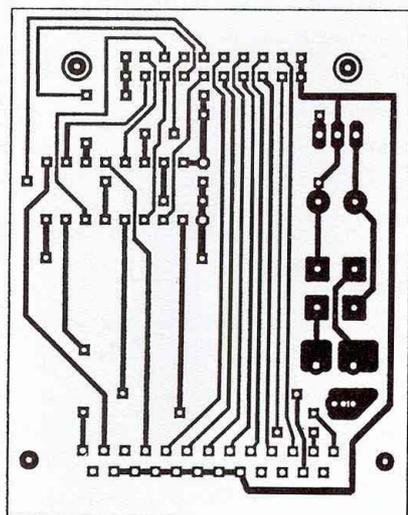


Fig. 6 : Tracé des pistes de l'interface pour port parallèle.

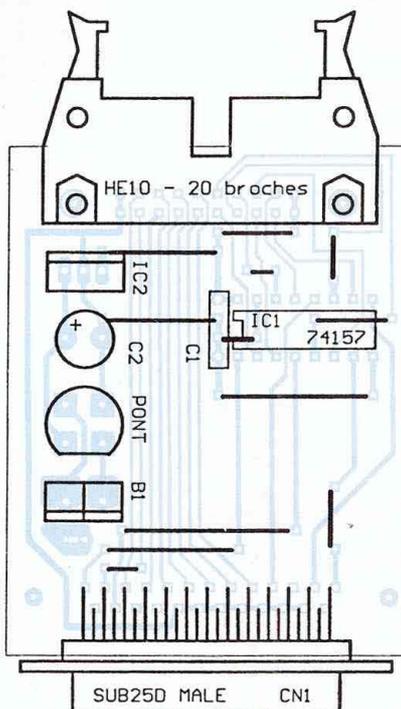


Fig. 7 : Implantation.

## NOMENCLATURE DES COMPOSANTS

IC1 - 74 HC 157, 74 HCT 157  
IC2 - LM 7805  
Pont : W01 (1 A, 60 V)  
C2 - condensateur 470  $\mu$ F/25 V  
C1 - condensateur 220 nF  
plastique  
B1 - connecteur/bornier  
d'alimentation  
CN1 - connecteur mâle à souder  
sur C.I. (SUB25-D)  
CN2 - connecteur HE10-20  
broches mâles, coudé (pour  
permettre la fixation par vis)  
1 support pour circuit intégré de  
16 broches  
Fil à strap (environ 30 cm)  
Epoxy simple face 53 x 67 mm au  
minimum

l'amplification ( $\times 0,7$  ou  $\times 1,5$ ).

## REALISATION DE L'INTERFACE UNIVERSELLE

Le tracé des pistes est indiqué en figure 6. Ce circuit est réalisé en simple face pour en simplifier la fabrication, ce qui nous oblige à implanter de nombreux straps du côté des composants (12 au total). L'implantation des composants (figure 7 ne présente pas de difficultés. Il sera sage d'utiliser un support pour IC1. Le connecteur B1 dépendra de la source d'alimentation externe : on prendra soit un bornier à vis, soit un connecteur d'alimentation conforme au modèle d'adaptateur secteur utilisé. Tel qu'il est dessiné, le tracé des pistes devrait per-

mettre plusieurs options à ce niveau. Notons que la prise d'alimentation doit être montée verticalement pour être facilement accessible. Les deux connecteurs multibroches devront être vissés sur le circuit imprimé pour éviter un risque d'arrachage des pastilles à chaque manipulation. Dès que tout est câblé, le circuit est prêt pour les premiers tests. Nous vous engageons d'ailleurs à réaliser le module de test décrit précédemment pour ces essais.

## MISE EN SERVICE DE L'INTERFACE

L'écriture sur le port de sortie se résume à l'envoi d'une donnée dans le registre situé à l'adresse de base du port parallèle (normalement

\$378). Le premier programme, indiqué en annexe 1, assure le décalage des LED du module de test, de façon à réaliser un petit chenillard. Les données à envoyer sont stockées préalablement dans un tableau appelé "motif" dans l'exemple. Pour la lecture d'une donnée externe, la démarche est moins rapide : le deuxième programme assure la recopie sur les LED du code défini par les micro-interrupteurs du module de test. La procédure d'acquisition, nommée "lecture-data", effectue le transfert d'une donnée en trois temps :

1. Validation des poids faibles (Strobe=1), lecture des bits D6 à D3, décalage de trois bits vers la droite (Shift Right) et masquage des poids forts pour les forcer à 0.

# INTERFACES UNIVERSELLES

2. Validation des poids forts (Strobe=0), lecture des bits D6 à D3, décalage d'un bit vers la gauche (Shift Left) et masquage des poids faibles pour les forcer à 0.

3. Assemblage dans "data" du quartet de poids fort et du quartet de poids faible par addition.

Si la configuration d'allumage correspond au code envoyé, c'est que l'acquisition des données sous 8 bits fonctionne correctement. Dans le cas contraire, il faut vérifier le tracé des pistes, les soudures, l'alimentation, etc.

On pourra avantagement utiliser le Q-Basic qui est livré avec le DOS pour programmer toutes les applications qui ne demandent pas une grande rapidité. Pour l'acquisition de séquences audio, un langage plus proche de la machine devient indispensable : si le Q-Basic est utilisé, il faudra lui associer des noyaux de programmes en assembleur (c'est possible avec l'instruction Call, les instructions "assembleur" devant être rangées dans une table initialisée avec Dim et Data). En ce qui concerne l'acquisition d'images avec notre digitaliseur, le Q-Basic convient parfaitement puisque les images sont préalablement sauvegardées dans une mémoire externe au PC : on a alors tout le temps de la transférer dans l'ordinateur. Le traitement des images, par contre, risque de prendre du temps en Basic !

**Bernard Dalstein**

```
{*****}
{**      ANNEXE 1:      **}
{*****}
{**      PROGRAMME ASSURANT LA      **}
{**      GENERATION D'UN CHENILLARD **}
{*****}

uses crt;
var data:byte; i:integer;
const motif:array[1..14] of byte =
    ($01,$02,$04,$08,$10,$20,$40,
     $80,$40,$20,$10,$08,$04,$02);
{**      PROGRAMME PRINCIPAL      **}
{*****}
BEGIN
    repeat
        for i:=1 to 14 do
            begin
                port[$378]:=motif[i];
                delay(500);
            end;
        until keypressed;
    END.
```

```
{*****}
{**      ANNEXE 2:      **}
{*****}
{**      PROGRAMME de TRANSFERT      **}
{**      code d'entrée ==> LEDS      **}
{*****}

uses crt;
var a,b,data:byte; j:integer;

{ lecture d'une donnée, en deux }
{ passes sur le port parallèle }
{*****}

procedure lecture_data;
begin
    port[$37A]:=1; {strobe = 1}
    a:=(port[$379] shr 3) and $0F;

    port[$37A]:=0; {strobe = 0}
    b:=(port[$379] shl 1) and $F0;

    data:=a+b;
end;

{ écriture de la donnée reçue }
{ sur le port parallèle }
{*****}

procedure ecriture_data;
begin
    port[$378]:=data;
end;

{réalisation d'une temporisation}
{ à partir d'une boucle vide }
{*****}

procedure tempo(valeur:integer);
begin
    for j :=1 to valeur do
        begin end;
    end;
end;

{**      PROGRAMME PRINCIPAL      **}
{*****}
BEGIN
    repeat
        lecture_data;
        ecriture_data;
        tempo(350);
    until keypressed;
    END.
```

## PETITES ANNONCES GRATUITES

Vds support pour perceuse 50100, plateau mobile crémaillère 2,54 mm : 250 F. Œuvre complète Mozart (50 CD neufs) sacrifiée : 2 500 F. Dictionnaire de la musique (2 vol.). Modules horloge digitale à leds, montés et testés. Livres, Data-books. Liste complète contre un timbre. P. Gelineau : 15, rue des Bleuets, 49120 St Georges-des-Gardes.

Vends : générateur sinus + bruit rose + alimentation multiple (120 VA) + ampli 50 W/4  $\Omega$  tout incorporé, multimètre RMS 225 Beckman sous garantie, oscillo. OC422C CRC : 2 000 F le tout. Dispatching sono 24 paires, 25 m, absolument neuf : 2 000 F. 2 enceintes sono SP3 Peavey : 1 000 F + divers. Tél. : 91.91.56.46.

Pour compléter collection, je recherche anciens numéros de Led : de 1 à 14 - 16, 17 - 19 à 26 - 28, 32 - 34 à 42 - 52 à 61 - 64, 70 inclus. Bon état souhaité. Contacter Bruno Danois 20, chemin du Val 27120 Jouy-sur-Eure. Tél. : 32.36.65.13 le week-end.

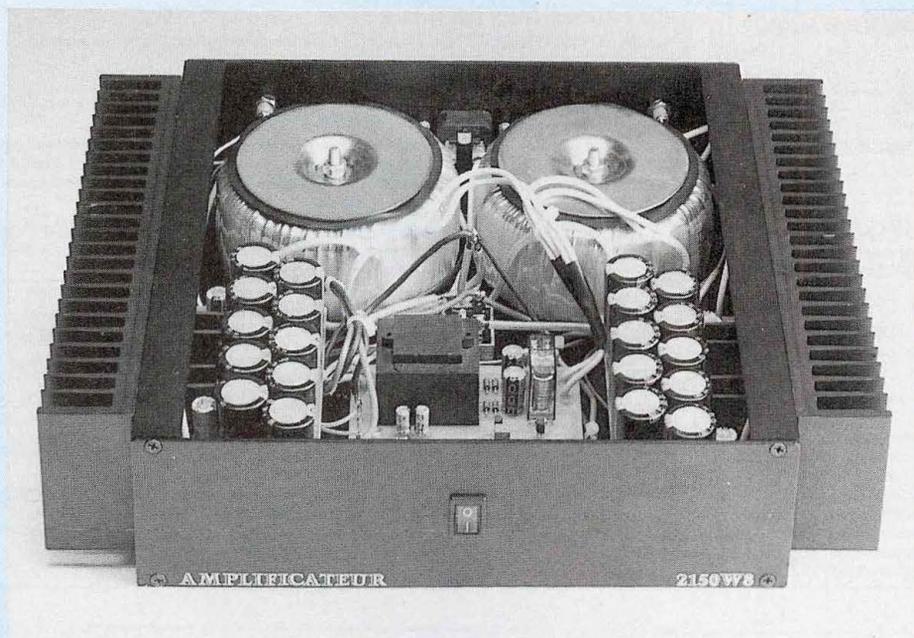
Vends H.P. 24W75, D76, H 400, 16VR, T120FC, 7N501, 5K013, 5N313 et filtres F400, F230, F600. Contact tél. : 40.37.53.43.

Vds ampli 2 x 85 W sans contre-réaction (Led 110) avec double alim. 2 x 300 VA : 1 200 F ; préampli classe A (Led 99) : 300 F ; le tout en kit. Super-intégré + préampli Minimum (Led 86 et 89) : 800 F. CD divers. Tél. : 32.37.48.71 Frédéric.

Recherche Led n°97. Tél. : 60.06.48.54 après 20 h.

# AMPLIFICATEUR HI-FI

## 2 × 150 W/8 Ω



Proposer un amplificateur de forte puissance doté de qualités d'écoute irréprochables et ce pour un prix de revient relativement modeste n'est pas chose aisée. Pourtant, ce petit tour de force devient, ici, une réalité car pour 1 950 F environ, on obtient des performances très largement supérieures à celles des appareils du commerce, comme nous le verrons plus tard.

**L**a barre des 110 W n'a, d'autre part, pas été franchie depuis les n°s 111 et 112 où il avait été proposé un bloc de puissance de 400 W<sub>eff</sub>/8 Ω. Ce qui nous a poussé à entreprendre la présente réalisation a été tout d'abord le très gros succès remporté par le LM 3886, initialement utilisé pour le système audiophile. En effet, ce petit circuit présente l'avantage de pouvoir fournir une puissance de sortie relativement élevée avec une qualité d'écoute haute-fidélité, le tout pour un coût de 60 F environ. Pour don-

ner une idée de l'évolution technologique de ces dix dernières années, il faut savoir que les circuits hybrides étaient autrefois beaucoup plus volumineux. Ainsi, dans le n° 13 de Led (décembre 1983, le C.I. utilisé (OM 961) avait des dimensions de 92 × 31 × 11 mm (!) contre 20 × 17,5 × 4,5 mm pour le LM 3886 qui, pourtant, "sort" 90 W au lieu de 60 pour l'OM 961. Cependant, on pourra constater que sur le plan de la qualité de restitution, le "vieux" n'a rien à envier aux nouveaux venus.

Pour en revenir à notre amplifica-

teur, 4 circuits intégrés ont été retenus pour obtenir en final 2 voies pontées. Le schéma synoptique, visible en fig. 1, montre tous les étages employés ainsi que leur utilité au sein du montage. Ainsi, on peut voir qu'on a fait appel à une cellule de déphasage indépendante plutôt que de faire fonctionner un ampli en suiveur et l'autre en inverseur. De cette manière les deux canaux travaillent identiquement, bien qu'ils soient en opposition de phase l'un par rapport à l'autre. On retrouve également un système de protection des haut-parleurs en cas d'anomalie (présence du continu ainsi qu'une temporisation qui évite tout "cloc" à la mise sous tension.

Eh bien, puisque les présentations sont faites, nous allons maintenant entrer plus en détail dans les structures développées, en commençant par l'amplification.

### LE BLOC DE PUISSANCE

Les secrets de cette électronique sont dévoilés à la fig. 2. Comme on peut le constater, les LM 3886 (IC1 et IC2) sont utilisés aussi simplement que des amplis op petits signaux. Lorsqu'ils sont montés en suiveurs, le coefficient d'amplification  $A_v$  est déterminé par R5 et R7, en suivant la relation  $A_v = 1 + \frac{R5}{R7}$ .

A part cela, on retrouve 2 cellules R-C, composées de C4-R8 (de C7-R11) et R9-C5 (ou encore C6-R10) qui permettent de stabiliser IC1 (et IC2), notamment dans les hautes fréquences par limitation de la bande passante.

Grâce à cela et à condition de ne pas avoir de trop mauvaises enceintes acoustiques sur le plan électrique, on peut se passer des selfs de sortie HP. Quant à R1 (R3), cet élément résistif permet de compenser les courants de polarisation tandis que C3 (C8) assure une parfaite stabilité du point de repos en sortie.

Ne pas oublier non plus les condensateurs de découplages C<sub>d</sub> qui, soudés directement aux bornes d'ali-

# COUT MAIS QUELLES PERFORMANCES!

mentation des circuits intégrés, empêchent tout accrochage de ceux-ci. Comme visible sur le schéma, on a sorti les entrées de muting de manière à effectuer une temporisation par le biais du circuit annexe de protection.

En ce qui concerne la structure de déphasage proposée ci-dessus, elle prend place sur un module à part et est superposée par rapport à l'amplificateur de manière à raccourcir les liaisons. De ce fait, cela permet non seulement un gain de place mais également de disposer d'un appareil à 4 sorties, pour les personnes qui préféreraient un tel système. Dans ce dernier cas, donc, on peut se passer des déphaseurs.

On constatera d'autre part qu'on ne se contente pas d'utiliser une cellule de symétrisation à un transistor car on préfère sortir en basse impédance ( $95 \Omega$  pour un signal de sortie de  $4 V_{c.à.c.}$ ) grâce à l'emploi de générateurs de courant constitués de T3, T4, R18, R19, R20, R23, R24, R25, D1 et D2. Ainsi, la capacité dynamique de l'ensemble est largement accrue. De plus, son fonctionnement en classe A ne peut être que bénéfique.

Pour finir, on a introduit trois filtres passe-bas, bâtis autour de R27-C25, R26-C26 et R15-C10 afin d'éliminer tout bruit de souffle en provenance des régulateurs de tension. C9, C11 et C12 servent, quant à eux, de condensateurs de liaison. La fréquence de coupure des 3 cellules R13//R14-C9, C11-R21 et C12-R22 étant de l'ordre de 0,16 Hz, on est tout à fait sûr de récupérer tout le message sonore de la bande audio. Pour finir, précisons que les repères notés 5 et 6 représentent des liaisons qui relient la partie ampli à la partie déphaseur.

## L'ALIMENTATION

Partie essentielle d'un amplificateur, elle ne doit surtout pas être négligée. Pour cette raison, deux transformateurs de 300 VA chacun sous 22 V sont utilisés, l'un pour le potentiel

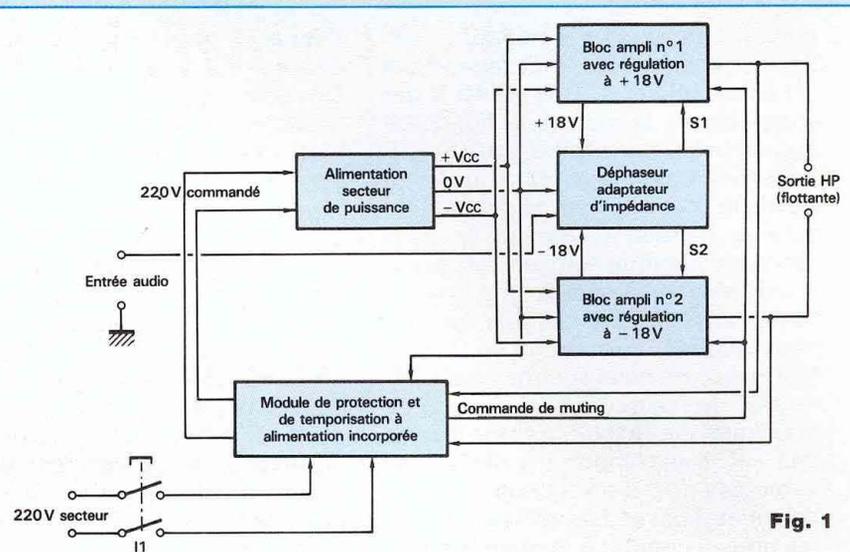


Fig. 1

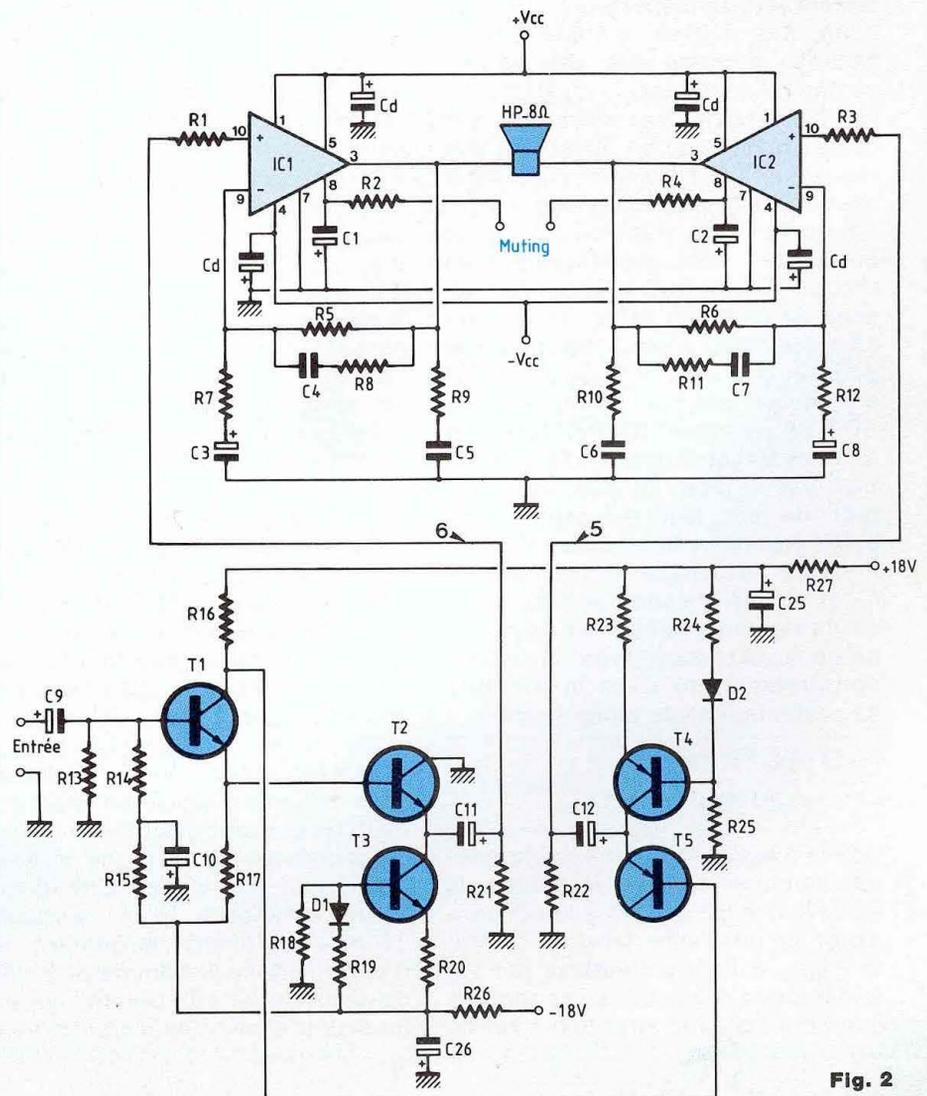


Fig. 2

positif, l'autre pour le négatif. En ce qui concerne le filtrage, il y a 10 capacités de 4 700 μF/40 V par voie, comme le montre la fig. 3, ce qui, au total, nous fait 94 000 μF !!! En effet, l'avantage de la mise en parallèle d'une multitude de condensateurs permet de réduire la résistance dynamique tout en disposant d'une réserve d'énergie très importante car chacun de ces 20 éléments peut débiter un courant de 2,1 A. Mais nous ne nous sommes pas contentés de cela car, pour avoir le maximum de "pêche" sur les bornes des HP, il est important de ne pas avoir des fils d'un kilomètre entre l'alimentation et l'amplificateur. Ce qui nous a conduit à implanter directement 10 condensateurs sur chacune des cartes amplificatrices. Nous en sommes sûrs, cela se ressentira à l'écoute.

On peut également observer, sur cette fig. 3, qu'on effectue une régulation à ± 18 V afin d'alimenter normalement les déphaseurs.

Pour revenir aux transformateurs de puissance, nous avons préféré en utiliser deux de 300 VA pour des raisons de coût. En effet, nous sommes parvenus à nous les procurer pour un prix de 200 F pièce, ce qui est moins onéreux qu'un seul de 500 VA (environ 500 F) avec un autre avantage : celui de disposer de 600 VA au total. En plus, ils apportent de par leur disposition une petite touche sympathique à l'esthétique de l'ensemble. Enfin, cela, ce n'est qu'une question de goût !

La partie alimentation est traitée, il ne nous reste plus, avant la réalisation pratique, qu'à voir la structure de protection et de temporisation.

## PROTECTION

### ET TEMPORISATION

Donné à la fig. 4, le schéma structurel regroupe les deux systèmes de surveillance HP ainsi que la temporisation de mise sous tension. La protection des haut-parleurs se fait sur la détection d'une d.d.p. continue à leurs bornes avec arrêt immédiat de

l'appareil pour toute valeur supérieure à +3 V ou inférieure à -3 V. On part du principe qu'une voie défectueuse ne comprend qu'un circuit intégré hors service sur les deux. En effet, on sait qu'un canal regroupe en fait deux amplis pontés dont on n'utilise que le point chaud. Puisqu'ils ont le même gain tous les deux, lorsque la sortie de l'un monte (par rapport à la masse), la sortie de l'autre descend dans les mêmes proportions, ce qui fait que si on place deux résistances de même valeur entre les deux bornes HP (R1 et R2 par exemple), on se retrouve constamment avec un potentiel nul au point milieu (noté A) des deux éléments résistifs et par rapport à la masse. Par conséquent, s'il se crée un déséquilibre en ce point A, dû à un dysfonctionnement certain d'un des LM 3886, l'un des deux comparateurs (qui, ensemble, forment un comparateur à fenêtre) met sa sortie à l'état bas. Comme ces circuits sont du type à collecteur ouvert, ce OL bloque le transistor T1 (si on suit toujours l'exemple de départ avec R1 et R2).

A propos, on peut assimiler ce composant T1 à ceux qui se trouvent à l'intérieur des circuits IC1 et IC3 car ils sont aussi à collecteur ouvert avec résistance de tirage à l'état haut R4.

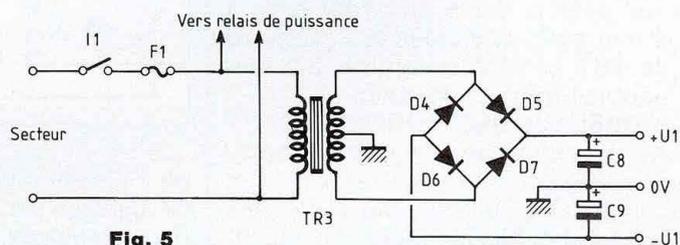
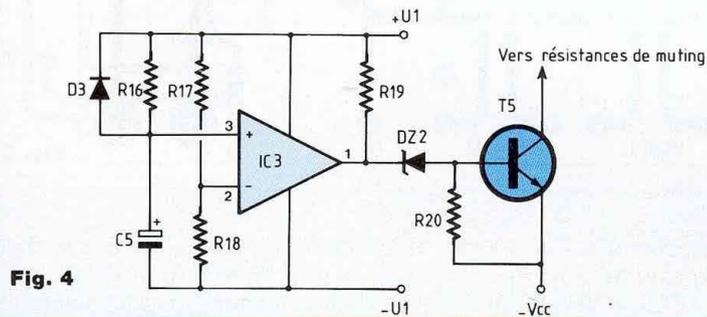
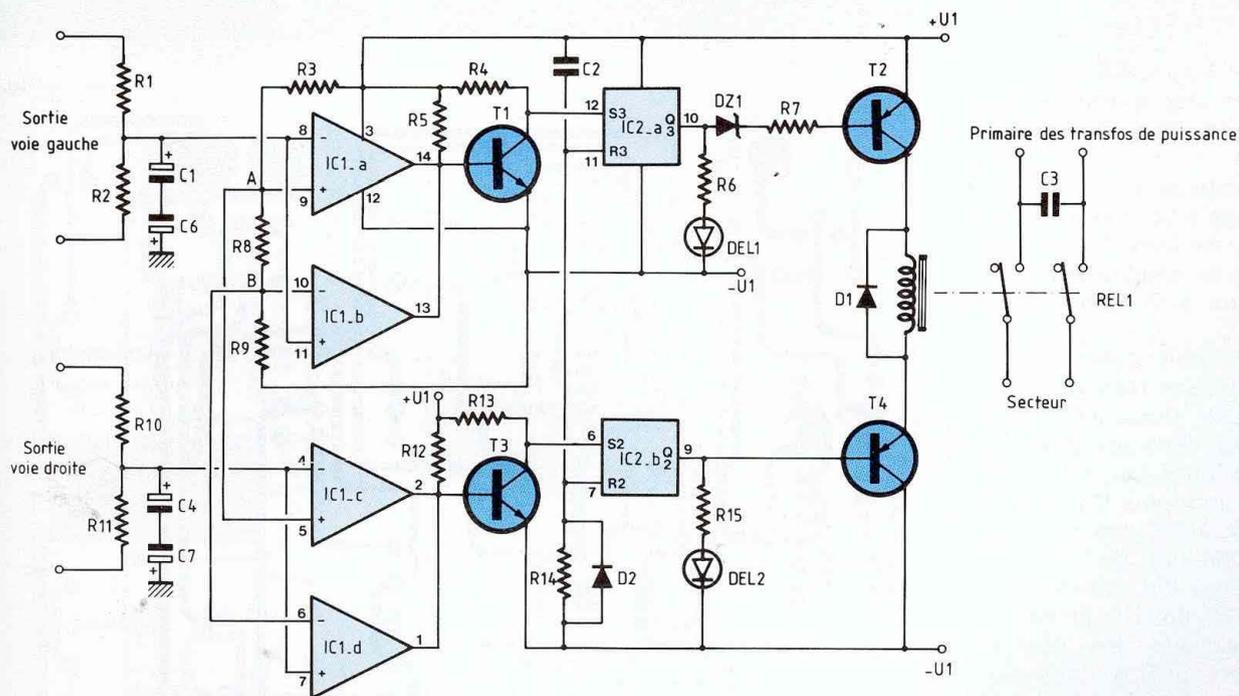
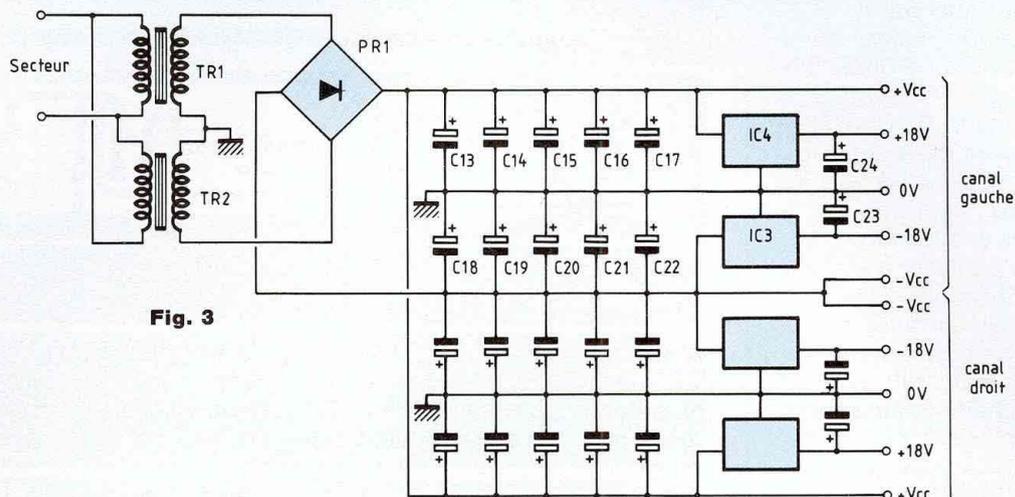
Donc, T1 étant bloqué, on se retrouve avec un état haut sur son collecteur ainsi que sur l'entrée set 3 de IC2, ce qui a pour effet de faire basculer la sortie Q3 à 1L. Celle-ci, par ailleurs, conserve cet état tant qu'une impulsion positive n'est pas envoyée au Reset 3. Q3 à l'état haut implique que DEL1 s'allume et qu'on doit bloquer T2 afin de désactiver le relais REL1. Seulement voilà, la sortie d'un circuit logique CMOS ne pouvant pas débiter de courants importants, il a d'une part fallu opter pour des diodes LED dites à haute luminosité pour lesquelles 10 mA suffisent largement et, d'autre part, tenir compte du niveau de sortie (pour ce courant) qui est, pour une alimentation de 15 V, de

13 V typiques, d'après la documentation du constructeur. Par conséquent, on voit bien que s'il n'y avait pas de diode zéner DZ1, T2 serait toujours conducteur, ce qui n'est pas le but recherché. Fixée à 4,7 V, DZ1 permet dans tous les cas de rétablir la situation.

Pour la voie de droite, la détection et la mémorisation d'un défaut sont identiques sur le plan structurel. En revanche, la commande du relais ne se fait pas tout à fait de la même façon car T4 fonctionne ici en régime linéaire et en suiveur. Ainsi, il permet de soulager en courant la sortie Q2 de IC2. On remarquera que l'emploi d'une diode zéner dans la base de ce transistor est totalement inutile car, même pour un état haut de 13 V sur Q2, on a aux bornes de REL1 une d.d.p. de 1,4 V (15 - 13 - 0,6) en négligeant le  $V_{ce\ sat}$  de T2 ; ce n'est évidemment pas suffisant pour activer le relais en question. En ce qui concerne ces d.d.p., précisons qu'on se réfère à -U1 et non à la masse.

Un Reset général est effectué à la mise sous tension via C2-R4, D2 servant à décharger instantanément C2 lors de l'arrêt de l'alimentation, tout en protégeant les entrées R de IC2 de la tension négative que crée C2 en "se vidant". D1 quant à elle est l'éternelle diode de roue libre chargée d'absorber l'énergie de la bobine au moment où celle-ci n'est plus alimentée. La temporisation est basée principalement sur le temps de charge d'une cellule R16-C5. Elle est calculée de manière à obtenir un délai compris entre 7 et 8 s. Pour cela, R17 et R18 déterminent une référence de tension sur l'entrée V<sup>-</sup> de IC3. Le basculement à l'état haut de la sortie 1 se fait lorsque V<sup>+</sup> > V<sup>-</sup>. Dès lors, T5 se trouve saturé, mettant les résistances de muting à -VCC, rendant l'amplificateur opérationnel. DZ2 sert, quant à elle, à compenser les différences de tension entre -VCC et -U1. En effet, -VCC se trouvant à environ -32 V et -U1 à -8 V, T5 serait constamment saturé sans DZ2. Si on consi-

# COUT MAIS QUELLES PERFORMANCES!



dère la sortie 1 à l'état bas ( $-8\text{ V}$  donc, par rapport à la masse cette fois-ci), on voit que pour bloquer T5 il faut que  $V_{DZ2} = 31 - 8$ , soit  $23\text{ V}$  minimum. En prenant  $DZ2 = 27\text{ V}$ , on est donc couvert dans tous les cas car même pour S1IC3 à  $+8\text{ V}$ , T5 est bien saturé.

L'étude de tous les circuits terminée, il ne reste plus qu'à passer à la réalisation pratique. Toutefois, on pourra trouver en fig. 5 l'alimentation destinée à la structure de protection et de temporisation. Comme on peut le constater, celle-ci reste relativement simple.

## REALISATION

### DE L'AMPLIFICATEUR

#### • LE BLOC DE PUISSANCE

Il est, bien entendu, à prévoir en double exemplaire pour une écoute en stéréophonie.

#### — Les circuits imprimés

Donnés à l'échelle 1 pour en faciliter la reproduction, ils font l'objet des fig. 6 pour la partie amplificatrice, 7 pour le déphaseur et 8 pour la protection.

Leur gravure ne doit poser aucun problème car ils sont tous du type simple face. Les percages, eux, seront effectués dans un premier temps à  $0,8\text{ mm}$  puis, pour les deux cartes ampli à  $1\text{ mm}$  pour les régulateurs IC3 et IC4, à  $1,6\text{ mm}$  pour les  $2 \times 10$  condensateurs de filtrage, enfin à  $2\text{ mm}$  pour les câbles d'alimentation et de sorties HP. En ce qui concerne les circuits des déphaseurs, tout reste à  $0,8\text{ mm}$ ; par contre, le module de protection doit être percé à  $1,2\text{ mm}$  pour le relais ainsi que pour les picots, à  $1\text{ mm}$  pour le transformateur moulé ainsi que pour la diode D1. Pour finir, à  $2\text{ mm}$  pour le secteur et le primaire de TR1 et TR2 ainsi qu'à  $3,2\text{ mm}$  pour les trous de fixation.

#### • CABLAGE DES MODULES

A l'exception de la partie alimentation de puissance, la totalité des composants utilisés sont regroupés sur les circuits imprimés. Pour disposer correctement tous ces éléments,

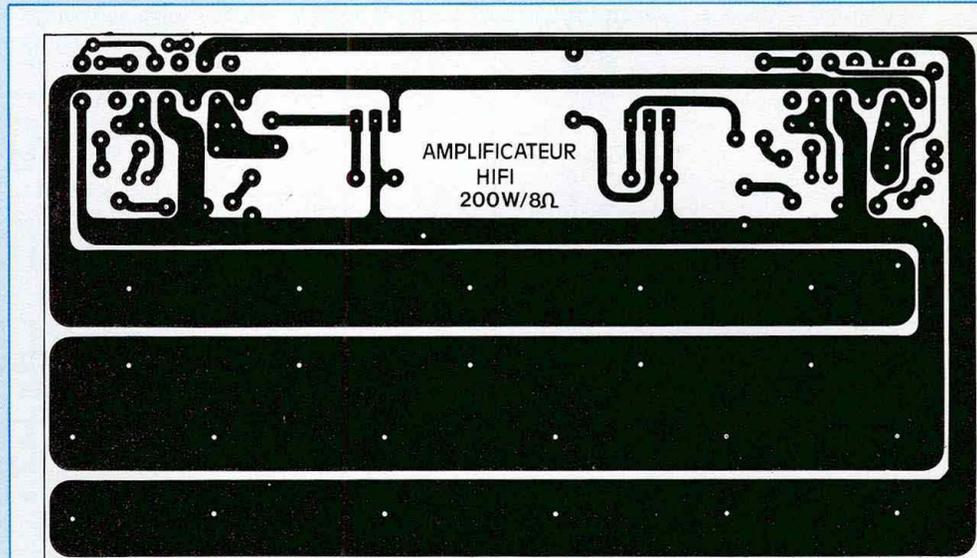


Fig. 6

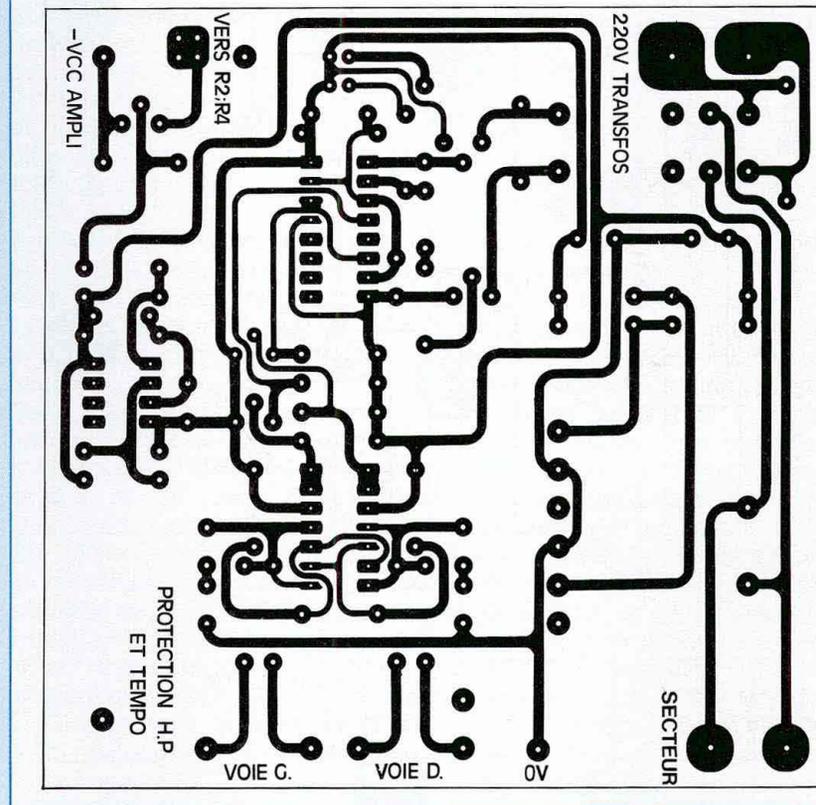


Fig. 8

on a bien entendu recours aux plans de câblage se trouvant aux fig. 9 pour les amplis, 10 pour les symétriseurs, puis 11 pour la protection et

la temporisation ainsi qu'à la nomenclature qui détermine la valeur ou la référence des composants sélectionnés.

# COÛT MAIS QUELLES PERFORMANCES!

## NOMENCLATURE DES COMPOSANTS

### CARTE AMPLI

#### • Résistances à couche métallique ± 5% - 1/2 W

R9, R10 - 2,7 Ω  
R1, R3, R7, R12 - 1 kΩ  
R5, R6, R8, R11 - 13 kΩ  
R2, R4 - 39 kΩ

#### • Condensateurs

C4, C7 - 10 pF céramique  
2,54 mm  
C5, C6 - 100 nF LCC  
C1, C2 - 100 μF/16 V radial  
C3, C8 - 220 μF/63 V radial  
C23, C24 - 10 μF/35 V radial  
C13 à C22 - 4 700 μF/40 V  
EYS 07  
Cd - 4 × 100 μF/63 V radial

#### • Semiconducteurs

IC1, IC2 - LM 3886 T  
IC3 - 7918 T  
IC4 - 7818 T

#### • Divers

2 × radiateurs ML 26  
2 × dissipateurs K 250  
1 × pont redresseur 25 A/600 V  
2 × transformateurs 220 V/22 V/  
300 VA (dispo. aux Editions  
Périodes)  
1 × coffret IDDM PR Mini Série Hi-Fi  
4 × isolants mica pour TO3  
4 × canons ML 076  
1 × interrupteur bipolaire série  
100/APR  
1 × fiche Bulgin châssis mâle

2 × prises châssis pour cosse à  
fourche rouge  
2 × prises châssis pour cosse à  
fourche noire  
2 × prises Cinch châssis femelle  
métal.

Câble 1,5 mm<sup>2</sup> extra-souple, rouge,  
noir, bleu, jaune (1 m chacun)  
Câble en nappe (1 m environ)  
1 × porte-fusible pour autoradio  
T32 + fusible 2,5 A retardé  
6 × vis à tête fraisée 3 × 15 mm  
+ écrous  
Graisse aux silicones (impératif)  
8 × rondelles éventail  
1 × prolongateur pour fiche Bulgin  
1 × vis 4 × 20 + écrou

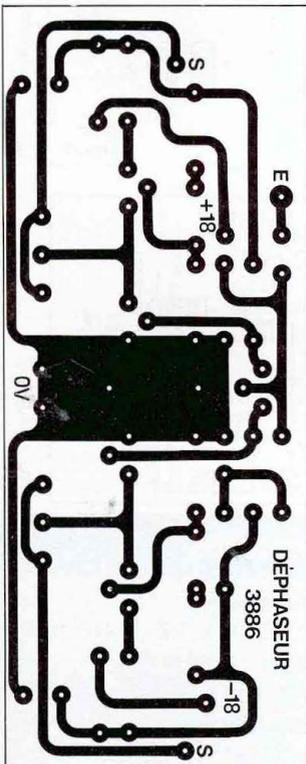


Fig. 7

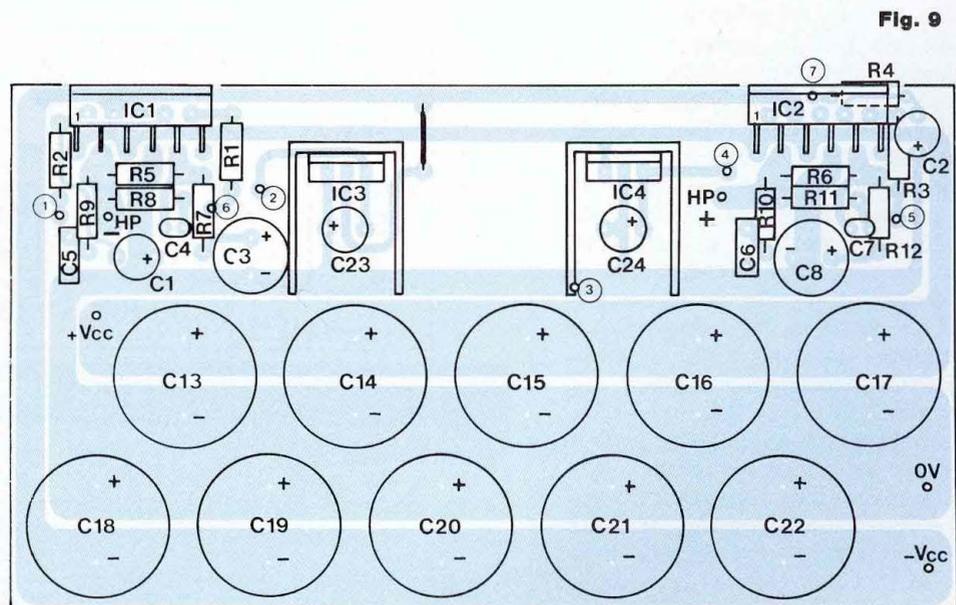


Fig. 9

On commencera par souder les pièces les moins encombrantes en hauteur comme les straps, puis les diodes 1N 4148, les résistances pour

finir par les condensateurs de filtrage ainsi que le transfo moulé et le relais de commutation du 220 V. On n'oubliera pas non plus d'implanter

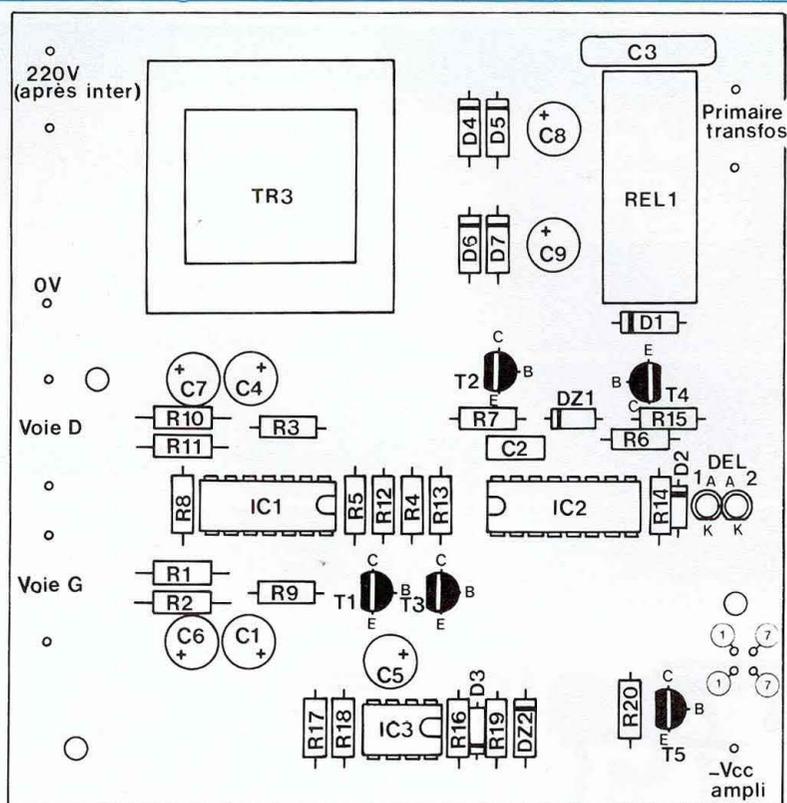
côté pistes des queues de résistances aux repaires notés 2, 3, 4, 5 et 6 perpendiculairement aux circuits ampli car elles permettront d'établir

les liaisons électriques avec les déphaseurs situés au-dessous. Une longueur de 2 cm est correcte.

On fait ensuite partir des points 1 et 2 deux câbles en nappe de 25 cm environ, toujours du côté pistes. En ce qui concerne les câbles d'alimentation, il est impératif qu'ils aient la même longueur sur les deux voies sinon il se créera de forts bruits de fond à la mise sous tension. En effet, le fait de déséquilibrer ces fils introduit au point de masse des micro-tensions différentielles qui, ramenées aux entrées, engendrent un "ronron" désagréable. Les distances qu'on a adoptées sont de 22 cm pour le +VCC, de 22 cm pour le -VCC et enfin de 20 cm pour le 0 V. Maintenant que tout est en place, il ne reste plus qu'à câbler les quatre condensateurs de découplage Cd aux bornes de IC1 et IC2 en procédant comme suit : entre les pattes 5 et 7 de chaque circuit intégré, on soude (côté pistes bien évidemment) une capacité de 100 µF/63 V, de manière à ce qu'elle soit couchée, la capsule aluminium orientée vers le filtrage et le (-) sur la patte 7.

Pour savoir où se trouve telle ou telle borne, il faut se souvenir que la rangée inférieure correspond aux numéros impairs, avec le 1 tout à droite lorsqu'on regarde le circuit imprimé coté cuivre. La rangée supérieure, elle, contient les broches paires en partant du n°2 (toujours à l'extrême-droite). En ce qui concerne les deux autres capacités de découplage de 100 µF/63 V, elles prennent respectivement place sur les pattes 4 et 5 des C.I., le (+) sur la 5 de façon à ce qu'elles soient couchées perpendiculairement aux deux premiers condensateurs, capsule d'aluminium orientée vers les bords extérieurs du circuit. Cela étant fait, il faut implanter quatre câbles d'une longueur de 35 cm environ pour les sorties HP puis les blindés de modulation sur les modules déphaseurs, de 35 cm également, soudés côté pistes.

Pour ce qui est de la platine de protection et de temporisation, il n'y a pas grand chose à prévoir à part



cartes amplis ( muting )

Fig. 11

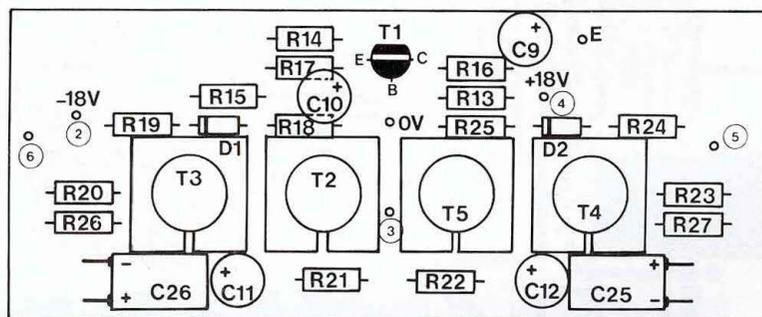


Fig. 10

## NOMENCLATURE DES COMPOSANTS

### CARTE DEPHASEUR

- Résistances à couche métallique ± 5% - 1/2 W  
R20, R23, R26, R27 - 100 Ω  
R16, R17, R19, R24 - 1 kΩ  
R15 - 3 kΩ  
R18, R25 - 7,5 kΩ  
R21, R22 - 10 kΩ  
R13, R14 - 20 kΩ

- Condensateurs  
C9, C10, C11, C12 - 100 µF/16 V radial  
C25, C26 - 470 µF/25 V radial
- Semiconducteurs  
D1, D2 - 1N 4148  
T1 - BC 550 C  
T2, T3 - BC 141  
T4, T5 - BC 161
- Divers  
4 × radiateurs ML 61  
Câble blindé 1 conducteur (1 m)

# COUT MAIS QUELLES PERFORMANCES!

## NOMENCLATURE DES COMPOSANTS

### CARTE DE PROTECTION

- Résistances à couche métallique  $\pm 5\%$  - 1/2 W

R1, R2, R10, R11 - 1 k $\Omega$   
 R6, R15 - 1,5 k $\Omega$   
 R4, R13, R20 - 4,7 k $\Omega$   
 R3, R5, R7, R9, R12, R14, R17, R18, R19 - 10 k $\Omega$   
 R8 - 12 k $\Omega$   
 R16 - 91 k $\Omega$

- Condensateurs

C2 - 1  $\mu$ F LCC  
 C1, C4, C5, C6, C7 - 100  $\mu$ F/16 V radial  
 C3 - 100 nF/400 V

- Semiconducteurs

T1, T3, T5 - BC 337  
 T2, T4 - BC 327  
 D1 - 1N 4007  
 D2, D3 - 1N 4148  
 DZ1 - 4,3 V/0,5 W  
 DZ2 - 27 V/0,5 W  
 IC1 - LM 339 N

IC2 - 4043

IC3 - LM 393 N

DEL1, DEL2 - diodes LED haute luminosité rouges  $\varnothing$  3 mm

- Divers

1  $\times$  transformateur moulé E16 TR4  
 1  $\times$  relais Finder type 40 2RT  
 7  $\times$  picots à souder rond + femelle  
 3  $\times$  entretoises nylon 5 mm  
 3  $\times$  vis 3  $\times$  10 mm + écrous  
 Câble jaune extra-souple 1,5 mm<sup>2</sup> (40 cm)  
 1  $\times$  domino 2 conducteurs

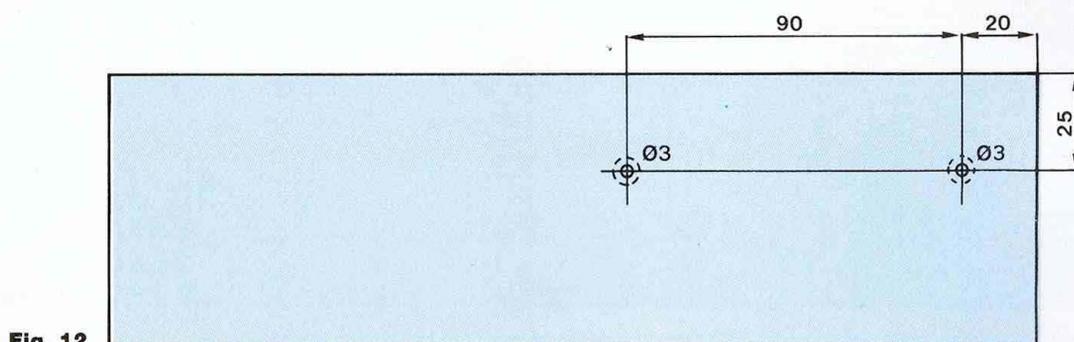


Fig. 12

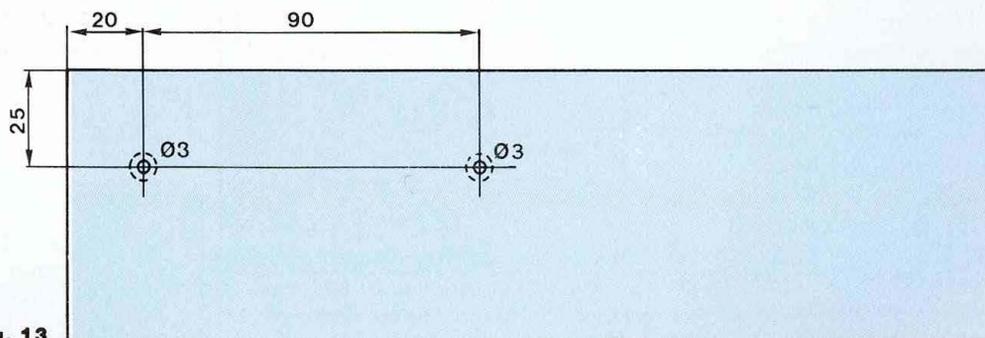


Fig. 13

deux fils de 20 cm pour l'entrée 220 V ainsi que deux autres de 4 cm qui permettront d'alimenter les primaires des transformateurs.

La préparation de ces cartes étant terminée, on va maintenant se pencher sur l'usinage des dissipateurs et du coffret.

- PERÇAGE DES DISSIPATEURS

Les dissipateurs utilisés sont les

K 250 de chez IDDM. Particulièrement bien adaptés au coffret, ils confèrent à l'ensemble une esthétique dont nous sommes, toute modeste mise à part, assez fiers. De plus, leur courbe de dissipation est idéale pour un amplificateur d'une telle puissance. Autre avantage : les trous de fixation, au nombre de 5, sont déjà percés et taraudés (c'est

sympa, non ?). En définitive, il ne reste plus qu'à effectuer les deux perçages qui permettront de maintenir les LM 3886. Pour cela, il faut se reporter aux fig. 12 pour le refroidisseur de droite et 13 pour celui de gauche. Les plus outillés s'empareront de leur perceuse à colonne pour forer perpendiculairement à la semelle tandis que les autres ne

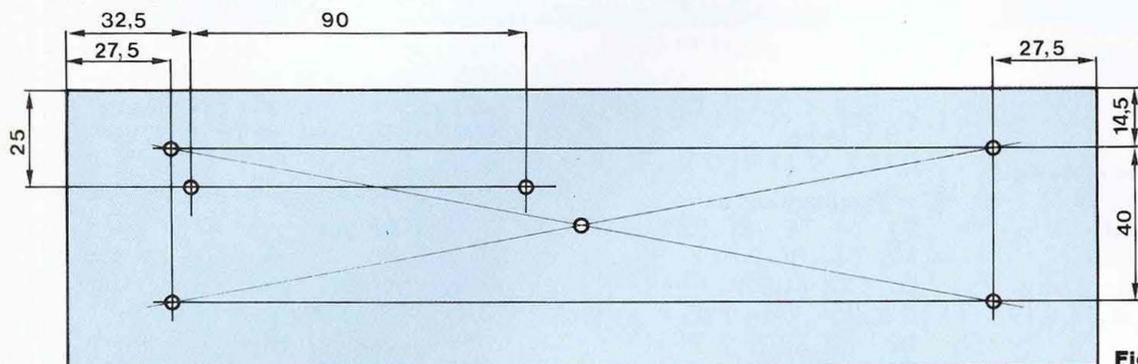


Fig. 14

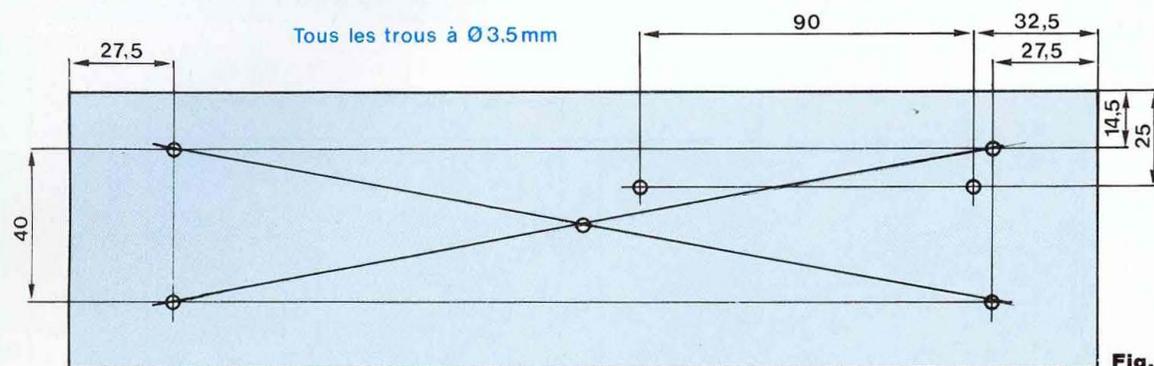


Fig. 15

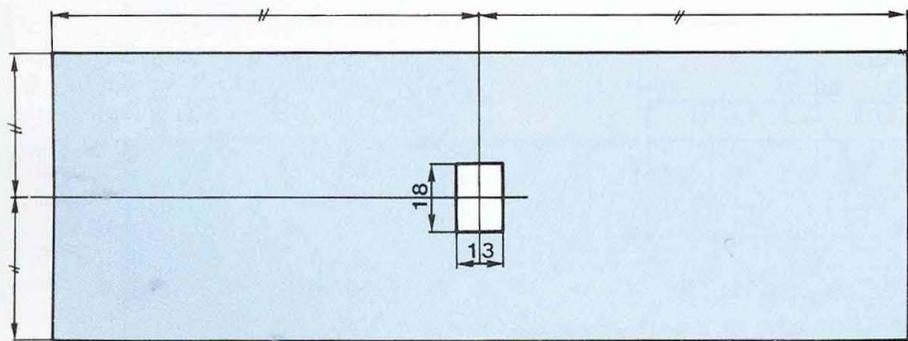


Fig. 16

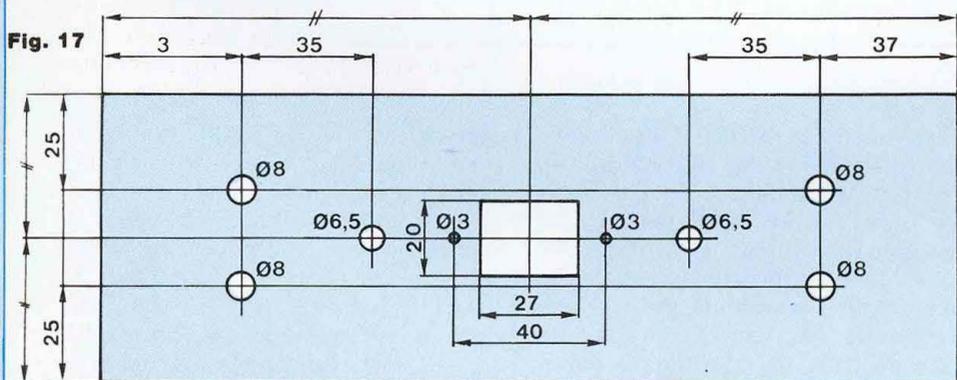
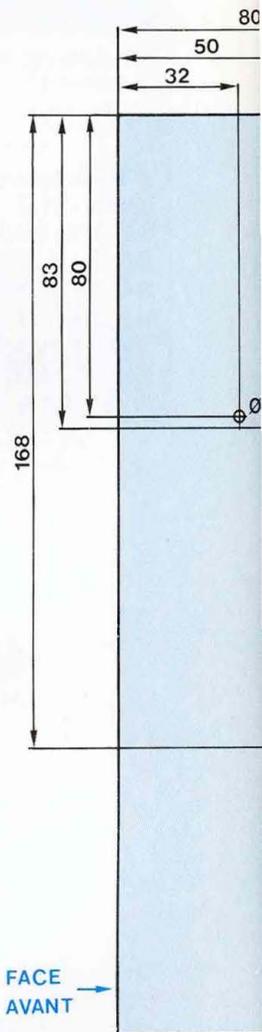


Fig. 17

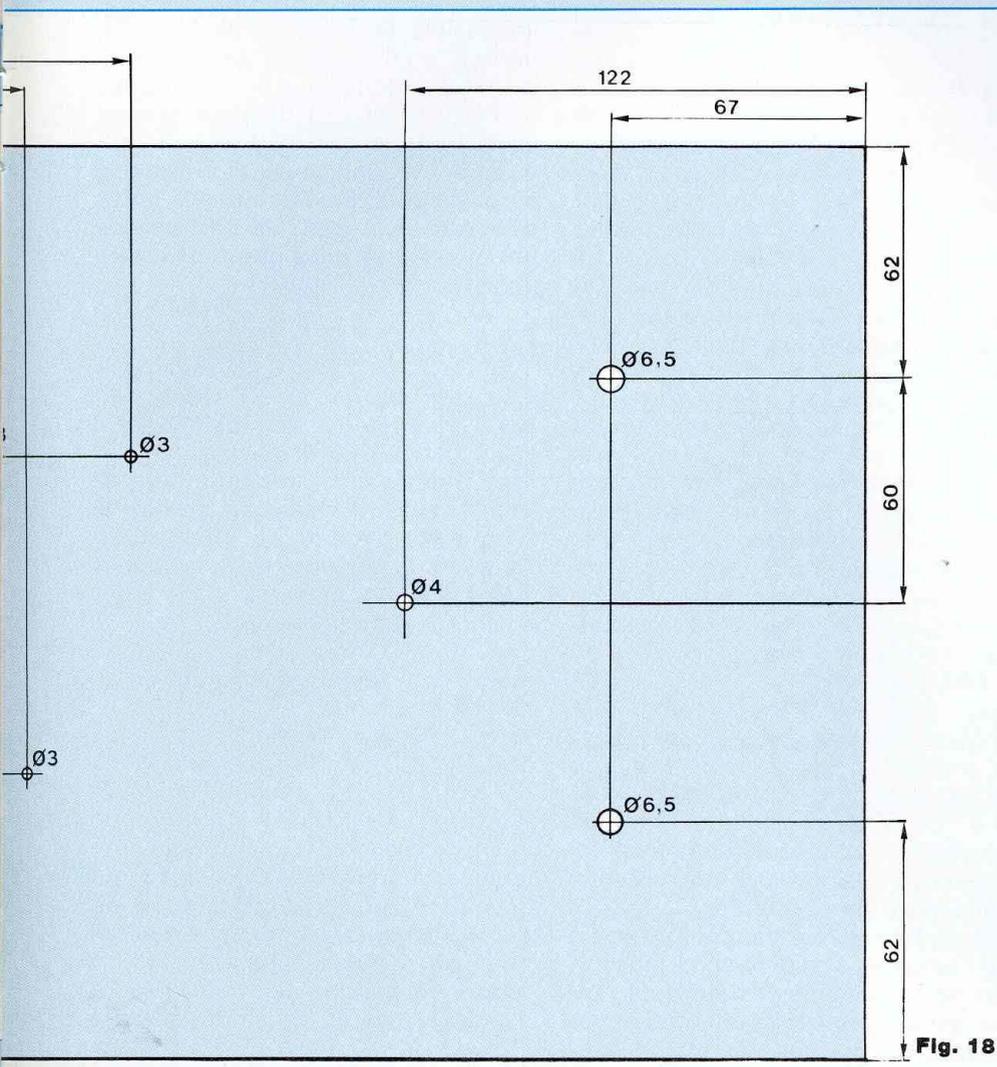


devront compter que sur leur précision, ce qui n'est déjà pas si mal. On n'oubliera pas non plus de faire les fraisages d'une profondeur de 3 à 4 mm côté ailettes à l'aide d'un foret de 6 mm, cela pour que le pas de vis ressorte suffisamment de l'autre côté pour la fixation des circuits intégrés.

### • PERÇAGE DU COFFRET (INDICATION !)

Egalement de marque IDDM, celui-ci porte la réf. PR Mini dans la série "Hi-Fi". Très robuste puisqu'étant en duralumin, il apporte une large contribution à l'esthétique générale de l'appareil. Pour ce qui est de l'usi-

# COÛT MAIS QUELLES PERFORMANCES!



nage, on commence par les flasques droit et gauche. Mais nous tenons à donner une indication importante avant que vous vous précipitez sur vos perceuses : sur les schémas 14 et 15 figurent les plans de perçage de ces côtés. Nous vous conseillons, dans un premier temps, de ne faire que les trous de fixation des radiateurs, c'est-à-dire ceux qui sont traversés par les deux droites diagonales. Pourquoi ? C'est simple, parce que lorsque cette première étape est terminée, on peut fixer les dissipateurs (dans le bon sens, surtout) sur les deux flasques, de manière à pouvoir percer les deux derniers orifices

par l'intermédiaire de ceux déjà effectués dans les refroidisseurs et ce, avec une excellente précision. Cela fait, on désacouple les deux pièces, on ébavure les trous avec un foret de grand diamètre (cette phase est très importante pour assurer un contact parfait entre les deux surfaces), puis on étale une bonne couche de graisse aux silicones autour des fixations des LM 3886, côté extérieur du flasque ou sur la semelle du dissipateur. Après cela, on plaque à nouveau des deux surfaces en les serrant solidement par les 5 vis. Il reste à usiner les faces avant, arrière ainsi que le fond du

coffret. Pour cela, on se reporte aux figures 16, 17 et 18. On utilise une scie abrasif afin de découper les fenêtres puis on peaufine les lignes avec une lime carrée pour les angles et plate pour le reste.

## • EQUIPEMENTS ET INTERCONNEXIONS

Toutes les parties du coffret étant prêtes, on peut y placer les diverses prises d'entrées, de sorties HP, les transformateurs, etc. afin de pouvoir effectuer le premier raccordement. Pour le câblage, on s'aide des différents plans déjà existants aux figures 9, 10 et 11 pour connaître la répartition des fils. En ce qui concerne l'interrupteur de mise en marche, les deux bornes du haut doivent être reliées à la prise secteur tandis que celles du bas vont se raccorder au 220 V d'entrée de la carte de protection. Pour les transformateurs, on veillera bien à ce que les primaires soient en phase. Pour cela, les fils jaunes de ceux-ci doivent être réunis en parallèle, en s'aidant du petit schéma gravé sur le côté de chacun des deux éléments. Pour les secondaires, on établit le point milieu (0 V) en reliant la sortie du haut avec celle du bas (toujours en s'inspirant des schémas), les deux fils extrêmes allant aux bornes ~ du pont redresseur. Ceci étant fait, il va maintenant falloir placer les deux cartes ampli sur chacun des flasques proposés à la précédente étape mais avant cela il est nécessaire de souder les circuits déphaseurs. Les picots (faits avec des queues de résistances) préalablement implantés sur les modules supérieurs doivent correspondre parfaitement aux divers emplacements prévus. Toutefois, pour être assuré de faire un travail parfait, il suffit de consulter les plans de câblage des figures 9 et 10, car tous les repères y sont donnés. Une fois cela fait, il ne reste plus qu'à fixer les cartes par l'intermédiaire des circuits intégrés LM 3886 en prenant garde d'isoler correctement ceux-ci du dissipateur, en intercalant entre les deux parties un isolant mica (de TO3) badigeonné de

graisse aux silicones sur ses deux faces. Cela dans le but d'améliorer le transfert des calories excédentaires de la semelle des boîtiers jusqu'au refroidisseur. On n'oublie pas non plus le canon isolant entre l'écrou de fixation et la semelle.

On peut ensuite aisément vérifier la continuité de ce montage par l'utilisation d'un ohmmètre qui doit afficher une résistance infinie. Eh bien voilà, on peut maintenant assembler la face avant avec les côtés tout en coïncant dans les glissières prévues à cet effet le fond garni de ses transfos, pont redresseur et carte de protection qui, elle, est montée sur les entretoises nylon de 5 mm. Ensuite, les raccords d'alimentation peuvent être effectués grâce aux câbles déjà implantés sur les modules ampli (qu'il ne faut pas raccourcir) aux bornes (-) et (+) du pont alors que le 0 V prend place sur les deux fils de cuivre laissés libre sur les transfos de puissance.

Après, on passe au câblage des sorties HP en tenant bien compte des polarités afin que les enceintes ne soient pas mises en opposition de phase par la suite. Lors de la liaison électrique avec les fiches bananes, il faut également prévoir de souder sur celles-ci un câble en nappe de manière à pouvoir transmettre les signaux issus des sorties HP aux entrées "voie droite" et "voie gauche" du circuit de protection.

Il faut ensuite s'occuper des câbles de modulation laissés en suspens. En ce qui les concerne, on commence par passer celui de droite sous la carte centrale (pas trop près du transfo) de manière à rejoindre le module gauche d'amplification afin de pouvoir réunir les deux câbles blindés. En effet, il est important qu'ils soient collés l'un à l'autre pour minimiser le bruit causé par le rayonnement des transformateurs. Ainsi, en les faisant "courir" le long du flasque gauche, en contournant TR1 et TR2 pour ensuite venir les souder sur les Cinch d'entrées, on arrive à obtenir un rapport signal/bruit très convenable. Pour les maintenir

ensemble, on peut par exemple utiliser du Scotch ou mieux encore des serre-câbles. A propos du câblage, il ne reste plus qu'à amener le -VCC issu du pont redresseur jusqu'au circuit de protection par le biais d'un petit fil. On en profite également pour placer les picots femelles sur les mâles afin de venir y souder les divers fils restant comme ceux du muting, du -VCC et des sorties HP droite et gauche (peu importe le sens pour ceux-là). En revanche pour plus de commodité, pour le primaire des transfos toriques on utilise plutôt un domino. Pour finir, il ne faut pas oublier le porte-fusible type autoradio entre une des bornes de la prise secteur et l'interrupteur.

Le câblage terminé, on peut fixer tous les côtés ainsi que le fond du coffret pour pouvoir ensuite procéder aux premiers essais.

#### • ESSAIS

Pour tirer le meilleur parti de cet appareil, il est conseillé de supprimer la tresse de masse provenant du câble de modulation d'entrée gauche. On a effectivement remarqué que les meilleurs résultats, en ce qui concerne le bruit, ont été obtenus dans cette configuration.

Il reste à raccorder deux HP en sortie de l'ampli et à mettre sous tension. On ne s'étonnera pas alors de voir bouger les câbles d'alimentation car l'appel de courant des condensateurs de filtrage est tel que, sous l'effet du magnétisme des transfos, il y a attirance des fils. Amusant, non ? Au bout de 7 à 8 s on doit entendre passer la modulation. Si toutefois on constate un "ronron" assez important dans les haut-parleurs, on peut rechercher un meilleur résultat en déplaçant ne serait-ce que les câbles d'alimentation. En les plaçant à peu près à mi-hauteur des transfos, on arrive à obtenir un bruit de fond à peine audible et ce, sur des enceintes de 101 dB de sensibilité ! Si par hasard DEL1 ou DEL2 venait à s'allumer, il faudrait alors revoir le câblage ou remplacer le ou les circuits intégrés défectueux, ce qui est à notre avis pratiquement

impossible pour ce dernier cas. A part ça, on doit relever par rapport à la masse autour de  $\pm 31$  V entre les bornes (+) et (-) du pont redresseur. Dans le cas contraire, il faut contrôler la bonne mise en phase des enroulements. Bien souvent, il suffit d'inverser les deux fils de l'un des deux primaires pour que tout rentre dans l'ordre.

## MESURES

Ce chapitre est destiné à donner toutes les caractéristiques de l'appareil testé, mais il ne doit en aucun cas être interprété comme un critère de qualité essentiel dans la musicalité d'un amplificateur. En effet, il est fréquent de rencontrer des systèmes très bons aux mesures alors qu'ils sonnent complètement faux à l'écoute, et vice-versa. On peut maintenant annoncer et montrer les résultats obtenus :

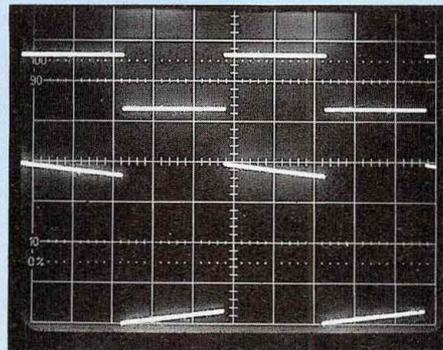
Avec 217 V de tension secteur, on obtient 153  $W_{eff}/8 \Omega$  de puissance par canal, comme annoncé en début d'article. La sensibilité d'entrée est, quant à elle, de 1,3  $V_{eff}$  pour une impédance de 10 kΩ. Pour ce qui est du rapport signal/bruit, les 98 dB ont été atteints, ce qui est excellent pour les écoutes à bas niveau. Le temps de montée relevé à 10 kHz est de 1,1  $\mu s$  et la bande passante s'étend de 0,7 Hz à 295 kHz dans un canal de 3 dB ! La distorsion, elle, est tellement faible qu'elle n'a aucune signification. Les oscillogrammes qui suivent demandent une petite explication car, bien que la sortie ampli ne soit pas référencé par rapport à la masse, on donne le signal d'entrée et celui de sortie ce qui, entendons-nous bien, est impossible à visualiser simultanément. Nous avons pour cela trouvé l'astuce suprême qui consiste à exposer la photo deux fois. On prend d'abord le signal d'entrée sur le canal 2 de l'oscilloscope, puis le signal de sortie sur le canal 1 et ce, en ne bougeant surtout pas l'appareil photo "polaroid oscilloscope". Ainsi, on peut comparer le signal

# COÛT MAIS QUELLES PERFORMANCES!

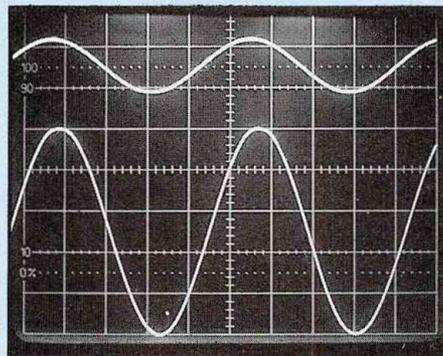
délivré par le générateur avec celui fourni par l'amplificateur. De tous les oscillogrammes proposés, on remarque la formidable énergie dont dispose cet appareil à 20 Hz en carré, le très faible temps de montée à 10 kHz ainsi que l'absence quasi-totale de bruit à 0,006 W, soit 6 mW !

## ÉCOUTE

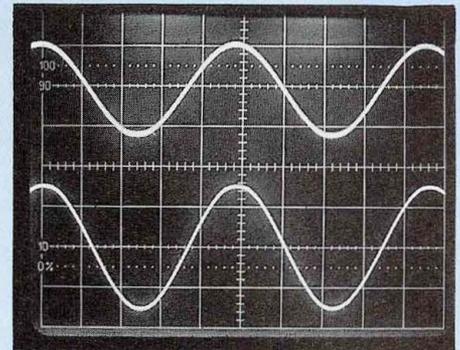
Le résultat de nos écoutes a montré que notre nouvel appareil est assez sensible vis-à-vis de la source qui le pilote. En effet, nous avons effectué notre première écoute en utilisant directement la sortie du CD et, là, nous devons avouer que nous n'étions pas très emballés car nous obtenions un son assez dur, sans relief, avec un aigu à la limite du criard et un grave sans rondeur. Nous ne ressentions pas du tout l'ambiance et la précision de la salle et des instruments du groupe écouté. Nous serions-nous trompés sur les qualités musicales de cet amplificateur ? Heureusement non ! Car tout a basculé lorsqu'on a utilisé le préamplificateur classe A première génération (Led n°99 et 103) pour notre second test. Là, on a carrément l'impression que toute la bande audible a été déplacée vers le bas. L'aigu redevient très doux et précis et le grave retrouve une énergie, une fermeté du tonnerre ! Il n'y a pas à dire mais on ressent bien l'efficacité de tous ces condensateurs de filtrage mis en parallèle, et qui apportent un "plus" indéniable. Il est même étonnant de retrouver une certaine chaleur et une précision que l'on ne découvre même pas sur des appareils beaucoup plus coûteux. Bien entendu, ce n'est pas non plus comme la classe A du n°114 mais tout de même, ça tient très bien la route. Le seul reproche que l'on puisse finalement lui attribuer, c'est sa sensibilité à l'impédance de sortie. Il est effectivement exclu de driver des enceintes de 4 Ω car, là, la puissance délivrée n'est plus du tout la même à cause de la limitation en



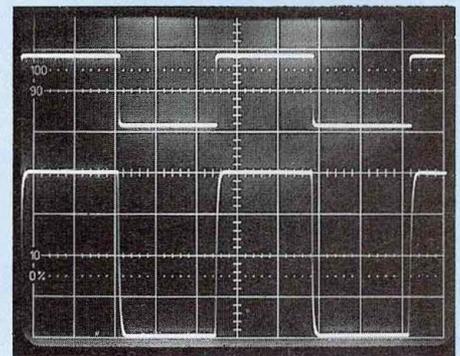
**A. Signal à 20 Hz. En haut, signal d'entrée ; en bas, signal aux bornes de la charge : 40 V<sub>c.a.c.</sub>**



**C. Signal à 1 kHz. Signal d'entrée en haut et celui recueilli aux bornes de la charge en bas : 100 V<sub>c.a.c.</sub>, soit 156 W<sub>eff.</sub>**



**B. Signal à 1 kHz. En haut, signal d'entrée ; en bas, signal de sortie à 0,6 V<sub>c.a.c.</sub>, soit 0,006 W. A noter le très faible bruit recueilli !**



**D. Carré à 10 kHz en entrée de l'amplificateur en haut et aux bornes de la charge en bas : 40 V<sub>c.a.c.</sub>**

courant des LM 3886. Toutefois, tout se passe parfaitement bien jusqu'à 5,5 Ω puisqu'on arrive à plus de 175 W.

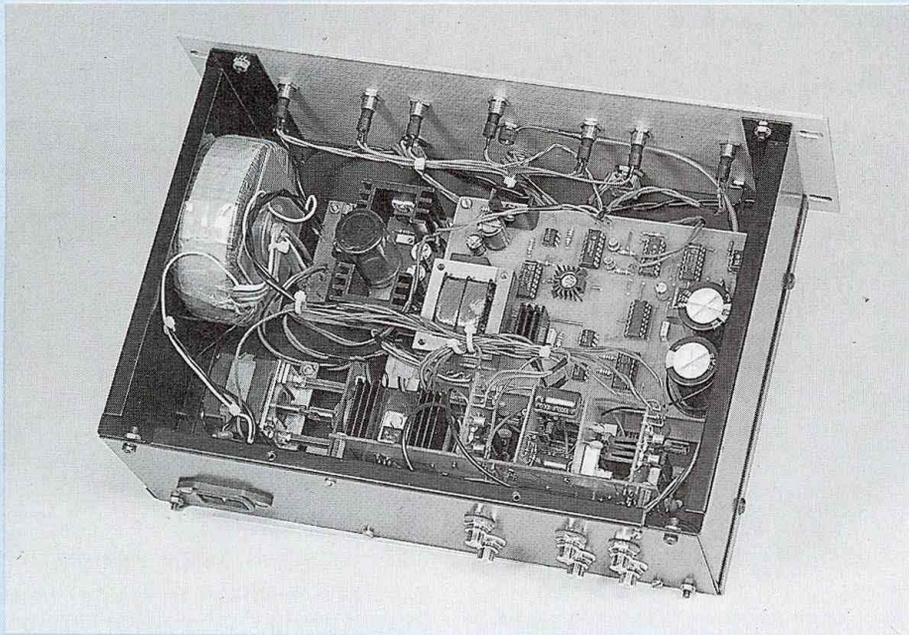
## CONCLUSION

Proposer un amplificateur de plus de 2 × 150 W<sub>eff</sub>/8 Ω à moins de 2 000 F avec, en plus, de très bonnes qualités d'écoute, était un pari particulièrement difficile à tenir et pourtant les résultats ont été au-delà de nos espérances. On peut en effet affirmer qu'il est absolument impossible de trouver dans le commerce un appareil d'une telle puis-

sance et aux aussi bonnes qualités d'écoute pour un tel prix. Au pire, pour le même coût, la puissance serait de 2 × 60 W (même pas efficaces) avec transformateur à étrier (les pires) de 150 VA maxi. (soit 1/4 des nôtres), condensateurs de filtrage aussi gros que des dragées et également des dissipateurs sous-dimensionnés et non-anodisés !!! L'arnaque, quoi. Franchement, il n'y a pas à réfléchir mais plutôt à se précipiter chez les revendeurs de composants car, à moins de dépenser beaucoup plus, cette occasion ne se représentera pas de sitôt. Alors, à vos fers à souder !

Sylvain Duval

# PREAMPLIFICATEUR HI-FI A TELECOMMANDE INFRA-ROUGE



La première partie de cette étude a été consacrée à la télécommande infra-rouge. Le Led n° 126 de janvier vous a permis de réaliser l'émetteur et le récepteur I.R. Cette télécommande permet, outre la sélection des entrées, également de modifier à distance le volume sonore par les touches "Up" et "Down".

## ETUDE DE

### LA CARTE "MOTEUR"

Le rôle de cette carte est de commander un moteur pas à pas avec les deux signaux logiques, issus de la carte "réception", E1 et E2. De plus, elle comporte une structure composée de deux comparateurs de tensions qui serviront à détecter les butées haute et basse du potentiomètre lié à la préamplification et relié mécaniquement au moteur. Une dernière structure permet de mettre en service les bobines du moteur, seulement lorsque l'utilisateur appuie

sur la touche Up ou Down de la télécommande.

Dès maintenant vous pouvez remarquer l'isolation totale de la partie constituée du moteur pas à pas et des circuits intégrés liés à son fonctionnement. Ce qui m'a poussé à l'isolation galvanique c'est un fonctionnement très aléatoire du moteur lorsque l'utilisateur et sa télécommande étaient à plus d'un mètre du préampli. Ce qui était frustrant, c'était que les trois autres fonctions du "préampli" pouvaient être actionnées à plus de 4 mètres sans problème. Après moults essais, seule l'isolation galvanique a permis

un fonctionnement du moteur tout à fait satisfaisant.

## FONCTIONNEMENT

Le schéma structurel est donné à la figure 320.

Dans un premier temps, on adapte les potentiels, issus de la carte "réception", grâce aux transistors T1, T2 et au circuit CD 4093 (IC4). On passe donc de 5 V à 9 V.

Après adaptation, le signal E2 est connecté à l'entrée de la porte ET de CI2 (pin 5). La même chose est réalisée pour le signal E1 (IC2 pin 1).

Les secondes entrées (pins 6 et 2) des deux portes ET recevront les signaux issus du circuit LM 393P (IC1).

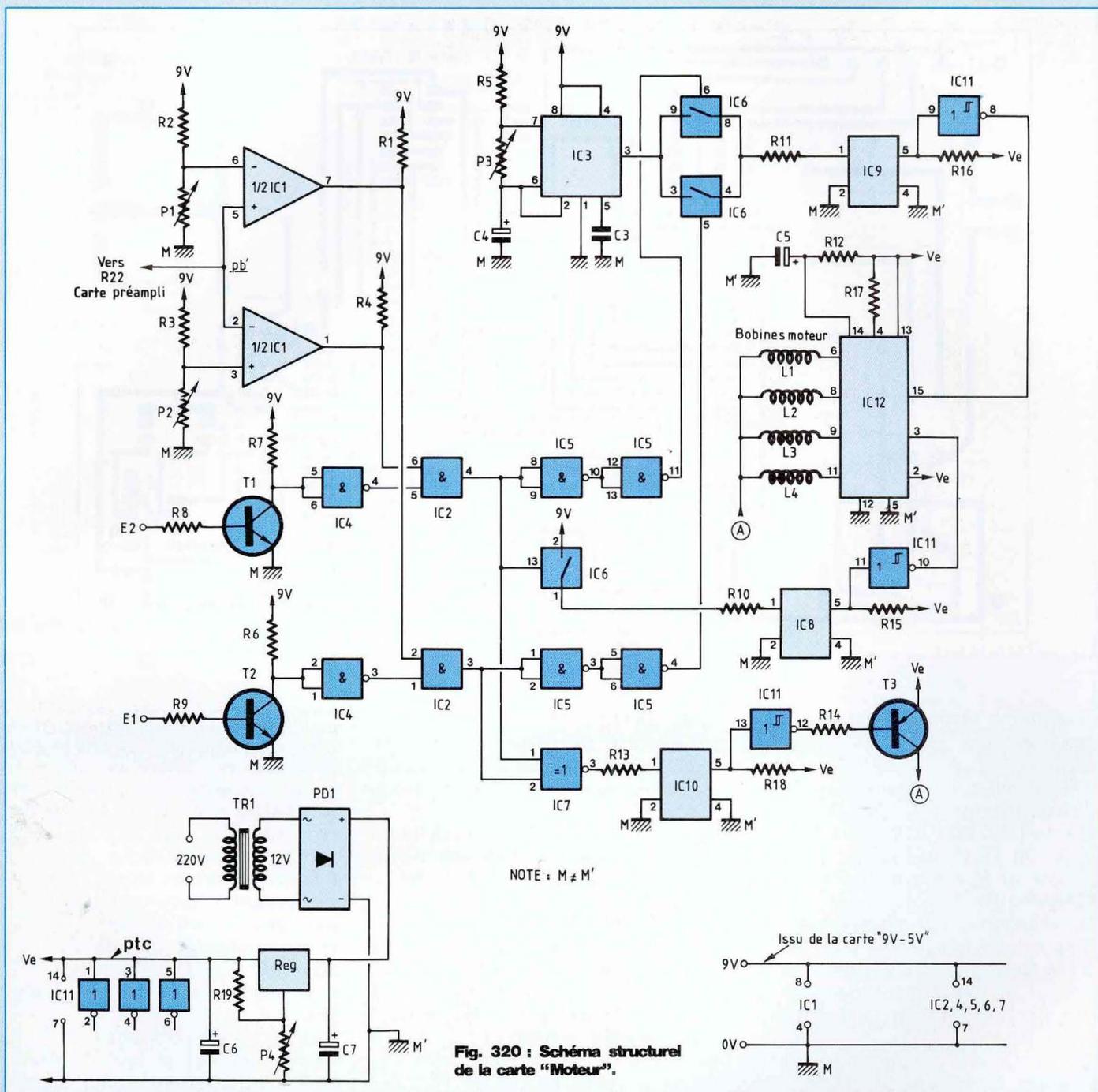
Lorsque les sorties des deux comparateurs sont à un niveau "1" logique, cela signifie que le potentiomètre (pb) n'est pas en butée haute et basse, par conséquent le moteur peut être commandé dans les deux sens.

Lorsqu'on désire diminuer le volume, on appuie sur la touche Down, par conséquent E2 passe à 1. Si le potentiomètre est en butée haute, le comparateur a détecté le seuil haut (seuil ajustable par P2) et a donc fait basculer sa sortie à l'état "0", ce qui a pour effet d'inhiber la porte ET (pins 4, 5, 6). Comme la porte ET est inhibée, l'utilisateur pourra à volonté appuyer sur la touche Down, le moteur ne sera plus actionné. A ce moment, seule la fonction "Up" est opérationnelle. Le même processus est prévu pour la butée haute du potentiomètre (seuil bas ajustable par P1). Le circuit intégré IC5 permet d'avoir le retard nécessaire pour que le sens de rotation du moteur soit sélectionné et que les bobines de ce dernier soient mises en service.

Le circuit IC6 est constitué de 4 interrupteurs analogiques dont 2 aiguillent l'horloge vers le SAA 1027 (IC12) via l'optocoupleur IC9 et IC11. De plus, un troisième interrupteur permet de fixer le sens de rotation du moteur via le second optocoupleur IC8 et IC11.

L'horloge sera créée par un NE 555

# COMMANDEZ-LE A DISTANCE



(IC3) dont la fréquence représentative de la vitesse de rotation du moteur pourra être ajustée avec P3. Le circuit IC7 (NON-OU Exclusif) permet de mettre en service les bobines du moteur seulement lorsque (E1 = 1 et E2 = 0) ou (E1 = 0 et

E2 = 1). A la sortie de la porte logique, broches 1, 2, 3 de ce circuit, on place un troisième et dernier optocoupleur IC10. La sortie de IC10 étant complétement, on inverse l'état logique par la porte inverseuse, broches 12, 13 de IC11.

Le circuit IC11 comporte des portes logiques inverseuses à trigger, nécessaires pour réinverser l'état logique en sortie des optocoupleurs. Le circuit intégré qui est chargé du moteur est le très répandu SAA 1027. Avec peu de composants

## PREAMPLIFICATEUR HI-FI A TELECOMMANDE I.R.

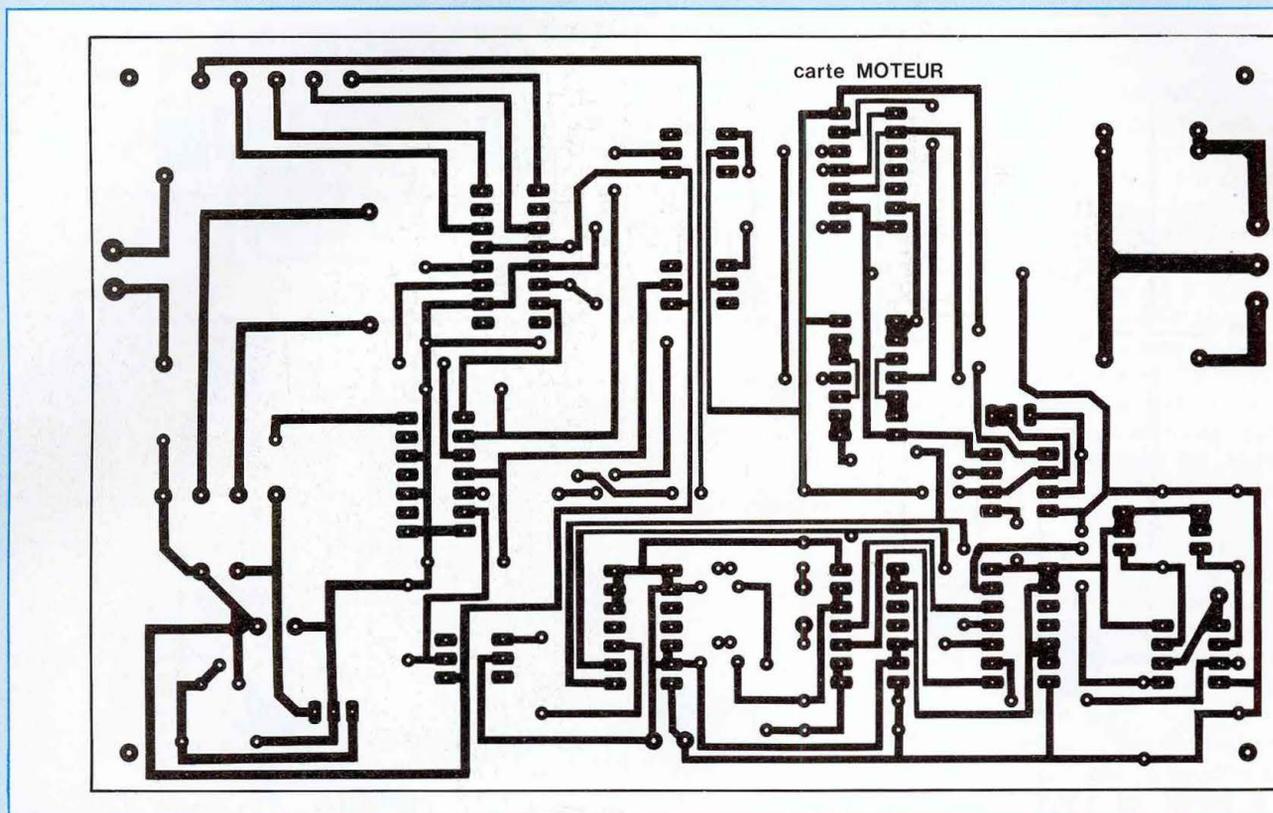


Fig. 350

externes, il permet à l'aide de deux états logiques et d'une horloge de faire tourner un moteur.

Une alimentation stabilisée lui est totalement réservée. Elle est composée de TR1, PD1, C6, C7, P4, R19, REG. On ajustera au point ptc une tension de 9 V à l'aide de P4.

### REMARQUE

En effectuant sur plaque Lab-Dec l'application typique du SAA 1027, je me suis aperçu que le blocage du moteur se faisait électriquement et non pas en coupant l'alimentation des bobines.

Donc pour que les bobines soient alimentées seulement lorsqu'on veut faire varier le volume, j'ai utilisé un 2N 2905 qui est un transistor PNP (T3) à commutation rapide. Ce transistor est commandé par la porte IC11, broches 12 et 13.

De ce fait, on supprime les ronronnements délivrés par le moteur lorsqu'il est en position bloquée.

### REALISATION DU CIRCUIT IMPRIME

Munissez-vous d'une plaque cuivrée présensibilisée dont les dimensions sont : 100 mm x 160 mm.

Le typon de la carte est donné figure 350. Le mode opératoire est identique à celui de la carte "réception".

### PERÇAGE DU CIRCUIT IMPRIME

Les trous de fixation seront percés avec un foret de 3 mm. Tous les composants seront percés à 0,8 mm, à l'exception des picots : 0,9 mm ; du régulateur : 1 mm et enfin des 2 gros condensateurs C1, C2 et du pont de diodes PD1 qui seront percés avec un foret de 1,1 mm de diamètre.

### CABLAGE

La figure 360 vous indique l'emplacement de tous les composants de la carte. Se reporter à la nomenclature pour connaître la valeur de chacun d'eux.

Commencer par souder les straps puis les supports C.I. (à noter que les optocoupleurs seront soudés directement sur le circuit imprimé). Continuer par les résistances, les "petits" condensateurs, les ajustables, les transistors, le régulateur, le pont de diodes et enfin les picots. Vous terminerez par le transformateur TR1 et les 2 gros condensateurs.

Vous n'oublierez pas de coiffer le transistor T3, le circuit intégré IC12 et le régulateur de leur dissipateur respectif.

Lorsque tous les composants ont été soudés, vérifiez si leur orientation est correcte. Attention aux condensateurs chimiques qui deviennent de véritables fusées lorsqu'ils sont montés à l'envers.

### REMARQUE

La résistance R1 sera soudée verticalement, vous ferez aussi attention au sens des circuits IC8, IC9, IC10 qui ont subi un demi-tour par rapport

# COMMANDEZ-LE A DISTANCE

E2 : entrées 1 et 2 (signaux de la carte "réception").

P1 : réglage du seuil bas (Up).

P2 : réglage du seuil haut (Down).

P3 : ajuste la vitesse de rotation du moteur.

P4 : ajuste la tension d'alimentation de la partie moteur.

M1 : masse de la carte préampli ; M : masse carte moteur (M≠M1).

pb' : tension représentative de la position du potentiomètre pb.

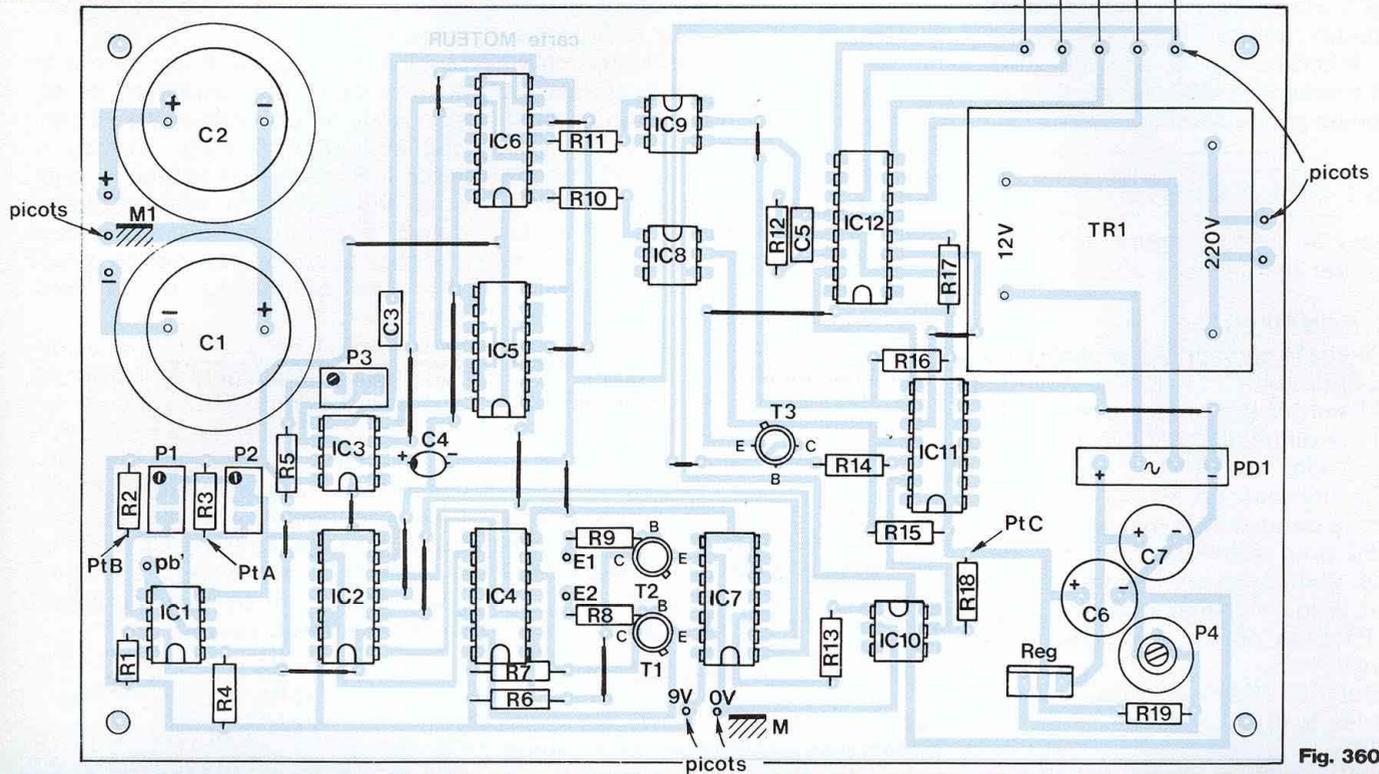


Fig. 360

## NOMENCLATURE DES COMPOSANTS

### CARTE "MOTEUR"

#### • Résistances $\pm 5\%$ - 1/2 W

R1, R4, R5 - 2,2 k $\Omega$   
 R2 - 2,2 M $\Omega$   
 R6, R7 - 1 k $\Omega$   
 R10, R11, R13 - 820  $\Omega$   
 R12 - 100  $\Omega$   
 R14 - 3,3 k $\Omega$   
 R17 - 220  $\Omega$  - 2 W  
 R19 - 270  $\Omega$   
 R3, R8, R9, R15, R16, R18 - 10 k $\Omega$

#### • Ajustables

P1, P2, P3 - ajustables 25 tours vertical  $\pm 10\%$  - 50 k $\Omega$

#### • Condensateurs

C1, C2 - 10 000  $\mu$ F/25 V radial  
 C3 - 150 nF/63 V  
 C4 - 1  $\mu$ F/25 V radial  
 C5 - 100 nF/63 V

C6 - 1 000  $\mu$ F/25 V radial

C7 - 220  $\mu$ F/25 V radial

#### • Circuits intégrés

IC1 - LM 393P  
 IC2 - CD 4081  
 IC3 - NE 555  
 IC4 - CD 4093  
 IC5 - CD 4093  
 IC6 - CD 4066  
 IC7 - CD 4077  
 IC8 - 4N 25  
 IC9 - 4N 25  
 IC10 - 4N 25  
 IC11 - CD 40106  
 IC12 - SAA 1027

#### • Divers

Moteur pas à pas :  
 réf. : KP4M2-207/Japan Servo -  
 Nbre de pas : 200 - Tension : 9 V -  
 Intensité : 400 mA - Impédance

phase : 75  $\Omega$  - Couple : 65 m.Nm

TR1 - transformateur pour C.I. :  
 220 V/12 V/0,5 A

PD1 - pont de diodes

REG : LM 317 T (TO 220)

P4 - ajustable vertical 4,7 k $\Omega$ .

Dissipateurs pour :

T3 : ML61 / T05 / 45 °C/W

CI12 : ML99C / longueur 19 mm pour C.I.

Reg : ML7 pour TO 220 + visseries

Supports C.I. :

2 Supports 8 broches

6 supports 14 broches

1 support 16 broches

15 picots (par exemple des barrettes de contacts sécables droites)

18 straps

1 plaque présensibilisée positive de 160 mm x 100 mm

# PREAMPLIFICATEUR HI-FI A TELECOMMANDE I.R.

aux autres. Faites aussi attention au sens du régulateur, des transistors et surtout des gros condensateurs C1, C2 qui, inversés, se feront une "joie" d'exploser ! Une dernière "grande" chose : les masses M et M1, inscrites sur le schéma 360, sont **totalemment différentes**, alors **ne les reliez pas ensemble**.

## TEST DE LA CARTE

Utiliser le schéma figure 360 pour effectuer les diverses connexions à venir.

### PRELIMINAIRES

— Placez le curseur de l'ajustable P3 à mi-course.

— Alimenez le montage avec la tension continue de 9 V (issue de la carte "alim. 5 V-9 V).

— En utilisant un voltmètre placé entre le point A et la masse M, ajustez P2 pour obtenir environ 5 V.

— Le voltmètre est maintenant au point B sur le calibre 200 mV, ajustez P1 pour obtenir une tension de 50 mV.

— Eteignez l'alimentation (supprimez les 9 V).

### NOTE

Les circuits IC12, IC11 et le moteur ne sont pas encore connectés.

— Alimenez le transformateur TR1.  
— Placez un voltmètre sur le calibre 20 V au point ptC et ajustez P4 pour obtenir 9 V. Lorsque c'est fait, coupez le courant.

— Reliez les bobines du moteur aux 5 picots prévus à cet effet et placez les circuits IC12, IC11 dans leur support.

— Pour le test, prenez un potentiomètre de 100 k $\Omega$  lin. et branchez ses deux extrémités entre la masse M et le 9 V de la carte "alim. 5 V-9 V". En branchant un voltmètre entre la masse et le curseur, la tension doit pouvoir varier de 0 à 9 V.

— Connectez le curseur du potentiomètre au point pb' de la carte.

— Rebranchez l'alimentation 9 V de même que le transformateur TR1.

### ESSAIS

Mettez sur E2 un état haut de 5 V (issus de la carte "alim. 5 V-9 V).

Normalement, le moteur doit tourner dans le sens horaire si, et seulement si la tension présente en pb' est inférieure à 5 V. Sinon, le moteur reste inactif.

Si c'est le cas, tournez le potentiomètre pb afin d'obtenir la rotation du moteur. Vous pouvez ajuster la vitesse de rotation du moteur par P3 si elle ne vous convient pas.

Enlevez les 5 V présents sur E2, le moteur doit s'immobiliser.

Maintenant, mettez E1 à 5 V. Le moteur doit tourner dans l'autre sens. Ceci est possible si la tension issue de pb' est supérieure à 50 mV.

Le moteur de tourne pas..., tournez le potentiomètre pb.

Si toutes ces manipulations se sont déroulées sans problème, la carte "moteur" est opérationnelle.

### NOTE

La carte fonctionne correctement même si le moteur ne tourne pas dans le sens prévu dans chaque test.

## ETUDE DE LA CARTE

### "PREAMPLI" (Fig. 420a, b, c)

La carte "Préampli" n'est pas seulement composée d'un seul circuit imprimé, c'est un ensemble formé d'une carte mère et de 4 modules. Commençons par la carte mère. Elle comporte l'alimentation régulée qui est destinée à alimenter les 4 modules, elle assure les diverses liaisons entre les modules et, enfin, elle possède quelques circuits intégrés liés à l'isolation galvanique et à l'adaptation d'impédance.

Le pont de diodes PD2 redresse la tension sinusoïdale du transformateur torique TR1A. La masse sera le point commun aux deux enroulements du transformateur. Ainsi, par rapport à la broche "-" de PD2 et grâce à C32, on obtient une tension continue négative. De même, par rapport à la broche "+" et après filtrage par C31, on obtient une tension continue positive.

Les tensions précédentes sont régulées par Rég1 (positif) et Rég2 (négatif). Nous obtenons ainsi une alimentation  $\pm 12$  V. Les autres

condensateurs sont là pour éliminer les parasites.

Les optocoupleurs IC3, IC11, IC14 isolent les signaux de la carte "réception" avec ceux de la carte mère.

Le circuit intégré IC7 est monté en suiveur et permet d'utiliser la tension issue du potentiomètre PB sans problème d'impédance. L'optocoupleur IC8 permet d'obtenir à quelques volts près la tension précédente aux bornes de R22 avec comme référence non pas la masse M1 mais M (masse de la carte "moteur").

Le **Module 1** est composé d'un circuit audio (IC1) destiné à aiguiller les signaux d'entrées. Ce circuit est commandé à l'aide de T1, T2, R7, R8, R9, R10, D1, D2. Les deux diodes D1 (CD), D2 (Aux.) sont utilisées pour indiquer laquelle des sources a été sélectionnée : CD ou Aux. Le circuit IC2 renferme 2 amplis-op que l'on utilisera en inverseurs dont le gain en tension est de :

$$(20 \log \left( \frac{R6}{R3} \right)) : -21 \text{ dB.}$$

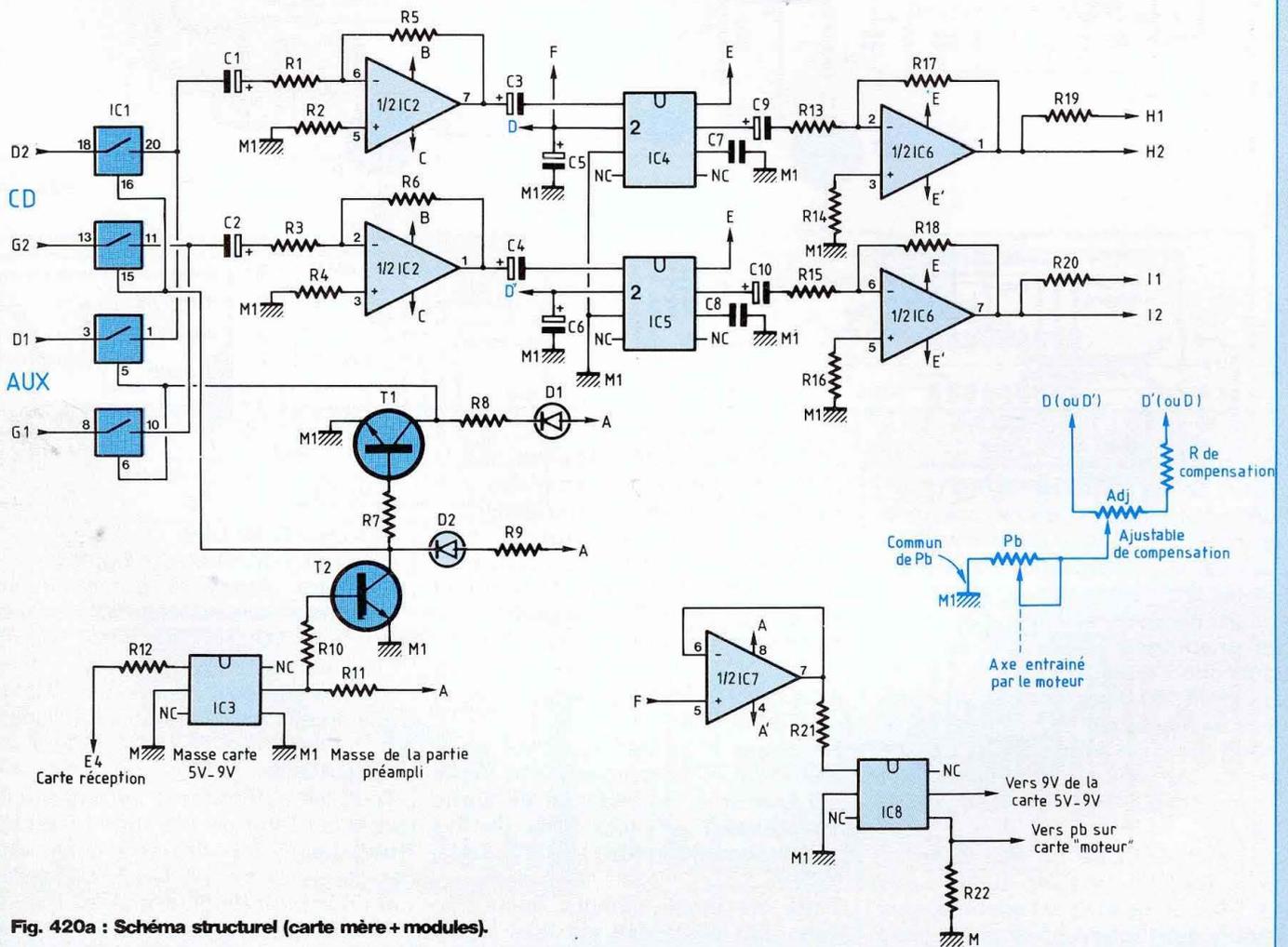
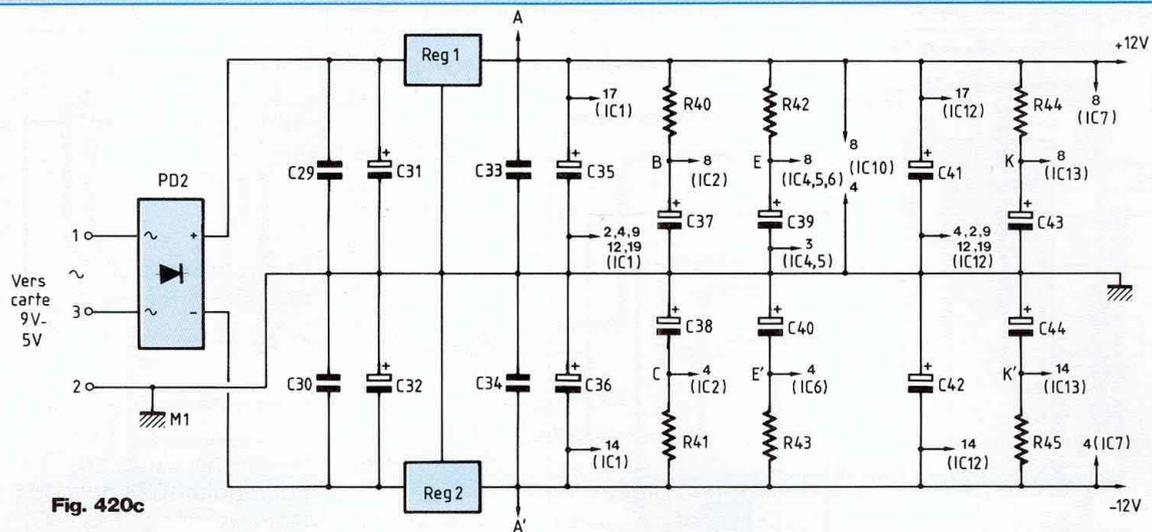
Comme vous le remarquez, IC2 atténue le signal d'entrée. Cela a été nécessaire car la tension en entrée des circuits IC4, IC5 doit être relativement faible.

Le **Module 2** est composé de 2 atténuateurs (IC4, IC5) et de 2 amplis-op renfermés dans IC6. Le gain de IC6 est de 23,5 dB

$$(20 \log \frac{R18}{R15} \text{ ou } 20 \log \frac{R17}{R13}).$$

Les atténuateurs sont commandés par l'intermédiaire du potentiomètre PB et de l'ajustable ADJ branchés à leur broche 2. Comme vous pouvez le remarquer sur le schéma structurel (figure 420), un ajustable ADJ et une résistance seront peut-être nécessaires pour compenser les décalages de gain entre les deux voies. Les signaux issus de cette carte sont dirigés vers le Module 4 pour le mode **linéaire** et vers le Module 3 pour la fonction Equalizer. Le **Module 3** est constitué d'un circuit audio (IC9) corrigeant les regis-

# COMMANDEZ-LE A DISTANCE



# PREAMPLIFICATEUR Hi-FI A TELECOMMANDE I.R.

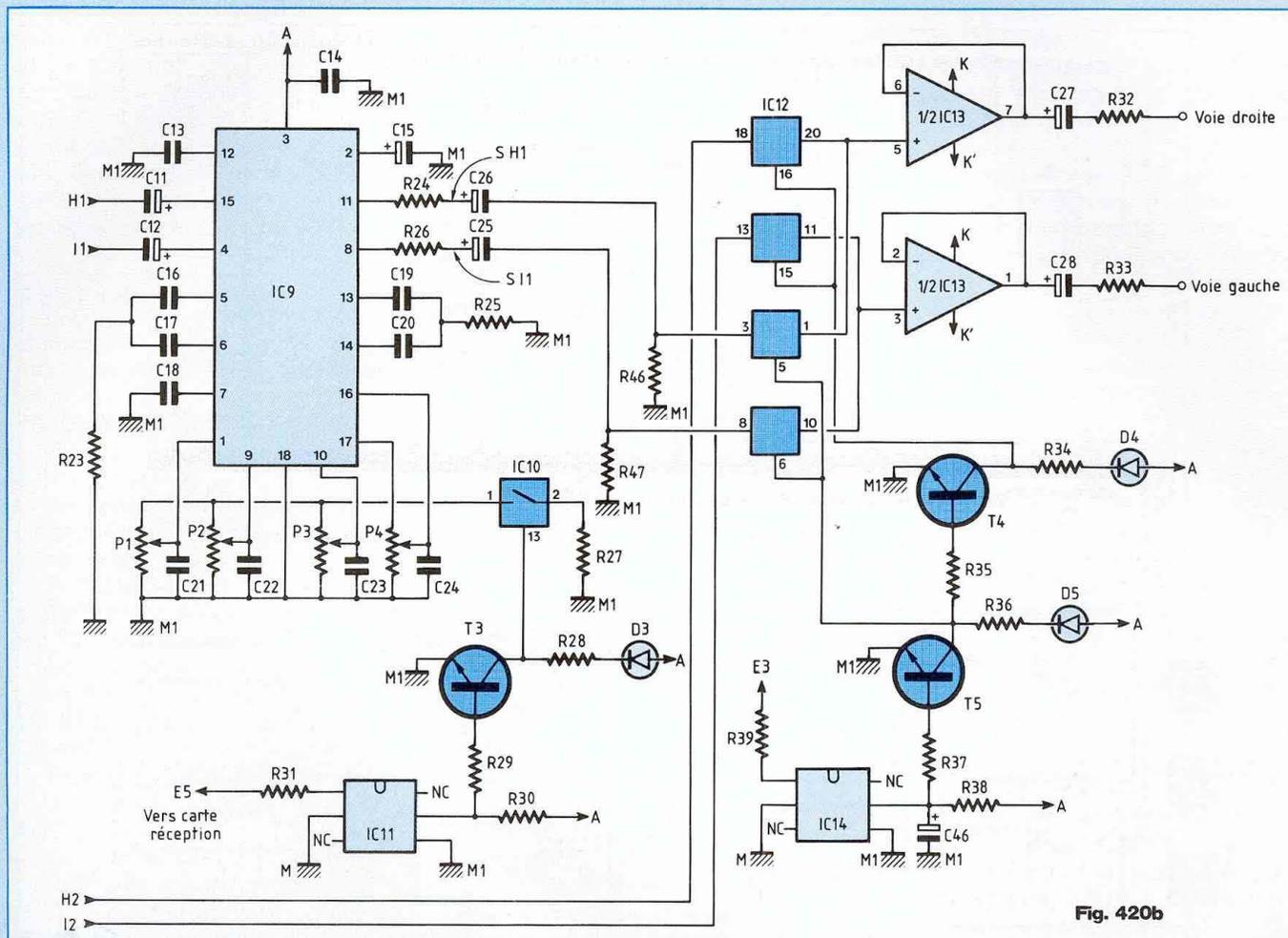


Fig. 420b

tres grave et aigu. Chaque commande se fait par des tensions continues, les liaisons potentiomètres-Modules 3 peuvent donc être établies par du fil non blindé. On notera que les différentes connexions de ce circuit ont été établies d'après la documentation technique et son application typique.

Le circuit IC10 renferme 4 interrupteurs analogiques. Pour notre application, nous en avons choisi 1 parmi les 4. Celui-ci est commandé par l'intermédiaire de T3, R28, R29, D3.

Il permet de relier ou non la résistance R27 en parallèle sur P1, P2, P3, P4. Lorsque D3 est allumée, cela signifie que l'interrupteur analogique est ouvert (R27 n'est pas en paral-

lèle sur le potentiomètre) et que la fonction "contour" est activée.

**Le Module 4** a pour rôle de sélectionner le mode d'écoute : soit "Linéaire", soit "Equalizer". Comme dans le Module 1, le circuit audio IC12 est commandé par l'intermédiaire de T4, T5, R34, R35, R36, R37, D4 (Equalizer), D5 (Linéaire). C'est lui qui sélectionne le mode d'écoute.

Le circuit IC13 est composé de 2 amplis-op montés en suiveur. En ce qui concerne l'impédance de sortie du préampli, elle est fixée par les résistances R32, R33 soit 13,3 k $\Omega$ .

## NOTE

Tous les amplificateurs opérationnels sont alimentés via une cellule RC éliminant les fréquences indésira-

bles telles que le 50 Hz et le 100 Hz.

## REALISATION DES CIRCUITS IMPRIMES : fig. 450

Il faudra réaliser 4 petits circuits imprimés dont les dimensions sont 90 mm  $\times$  40 mm et une grande carte de 160 mm  $\times$  92 mm. La méthode de réalisation est identique à celle précédemment utilisée.

## PERÇAGES

Tous les composants seront percés avec un foret de 0,8 mm à l'exception des picots, des gros condensateurs qui seront percés à 0,9 mm et enfin le pont de diodes et les régulateurs qui seront percés avec un foret de 1 mm.

# COMMANDEZ-LE A DISTANCE

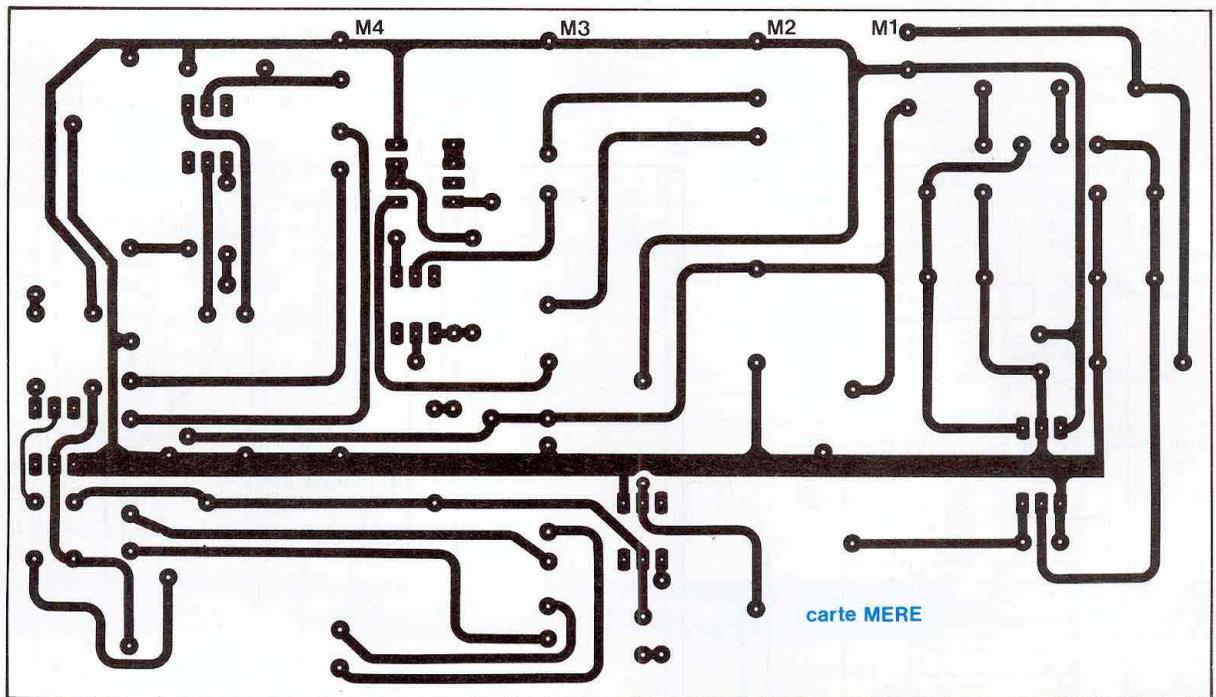
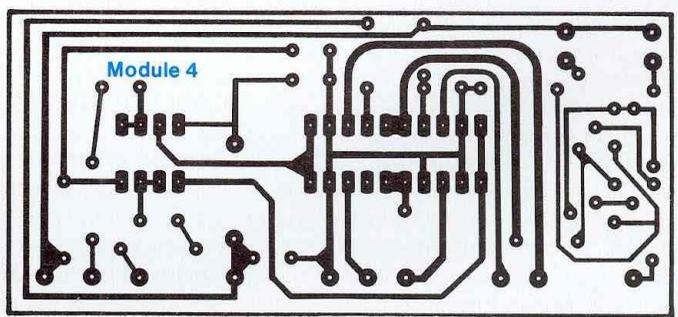
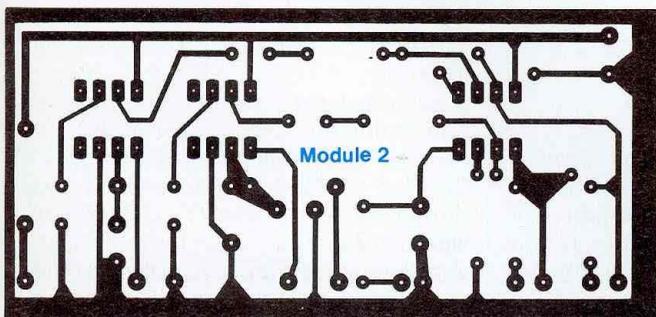
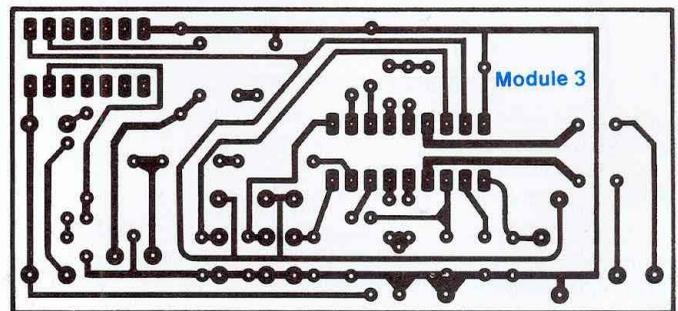
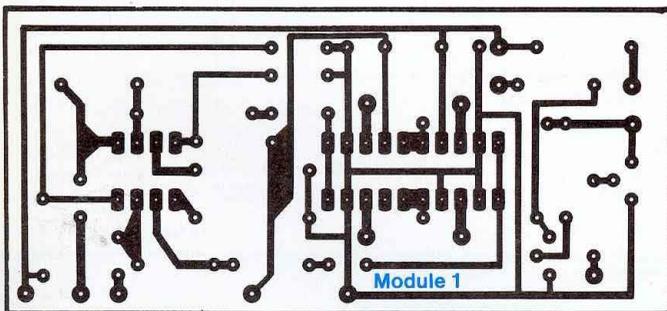


Fig. 450



# PREAMPLIFICATEUR HI-FI A TELECOMMANDE I.R.

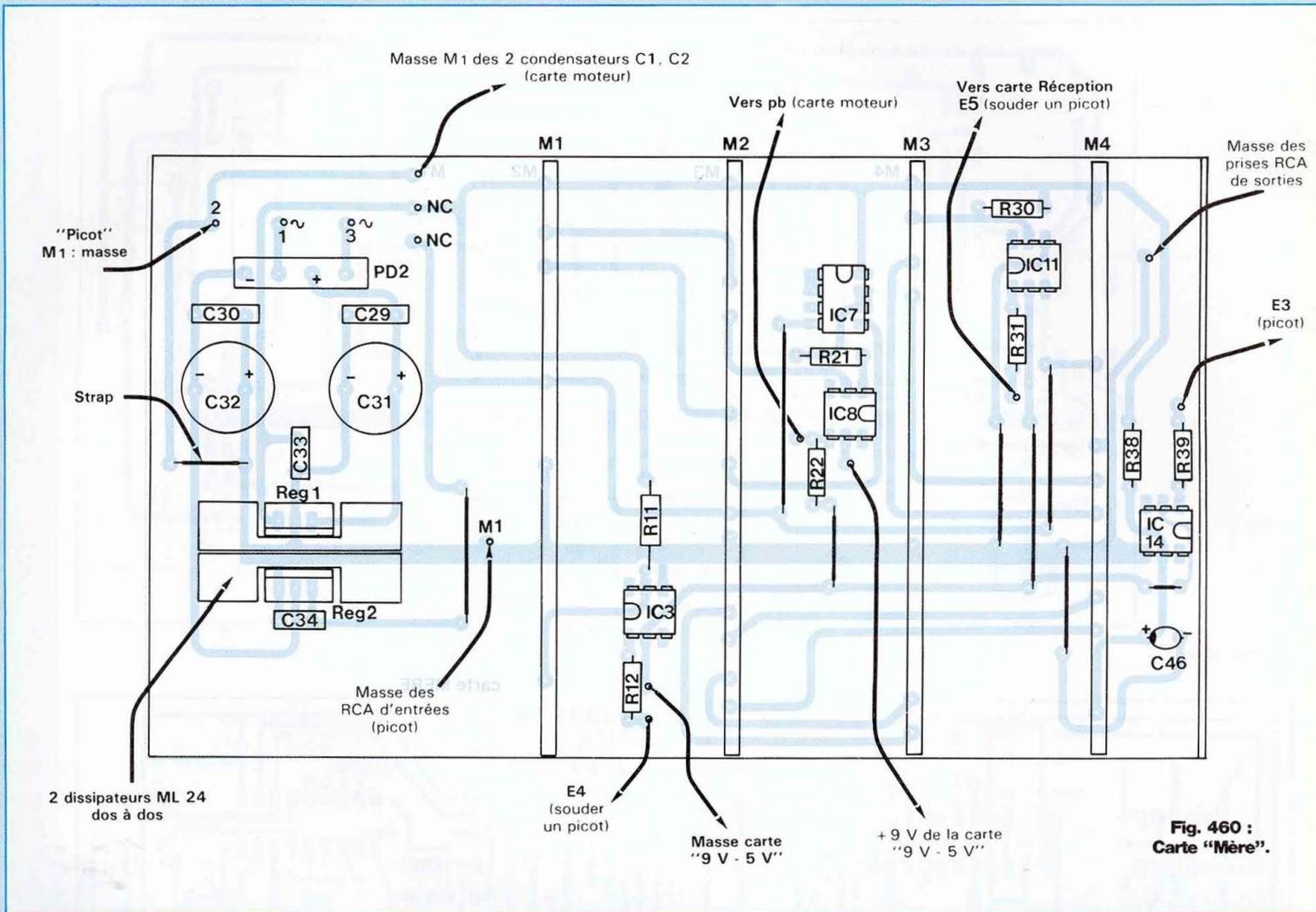


Fig. 460 :  
Carte "Mère".

## CABLAGE DE LA CARTE MERE : fig. 460

Soudez les 9 straps et les 14 picots. Enchaînez par les petits condensateurs, les résistances et les circuits intégrés.

Soudez le pont de diodes ainsi que les 2 gros condensateurs.

Placez les 2 dissipateurs ML24 dos à dos, "graissez" les 2 régulateurs Rég1 et Rég2 et plaquez-les de chaque côté du radiateur précédemment réalisé.

Un des 2 régulateurs sera isolé du radiateur grâce à un mica (TO 220). L'ensemble sera maintenu à l'aide d'une vis en **plastique**, d'une ron-

delle et d'un écrou. Vous pouvez maintenant souder l'ensemble sur la carte mère.

Attention ! au sens des condensateurs chimiques, des circuits intégrés, du pont de diodes.

## CABLAGE DES MODULES : fig. 460

Comme d'habitude, commencez par souder les résistances, les straps, les condensateurs (attention au sens des condensateurs chimiques !) puis les supports des circuits intégrés, les transistors et les picots recevant les LED D1, D2, D3, D4, D5.

En ce qui concerne les barrettes sécables coudées à 90°, elles

seront soudées côté cuivre sur chaque module.

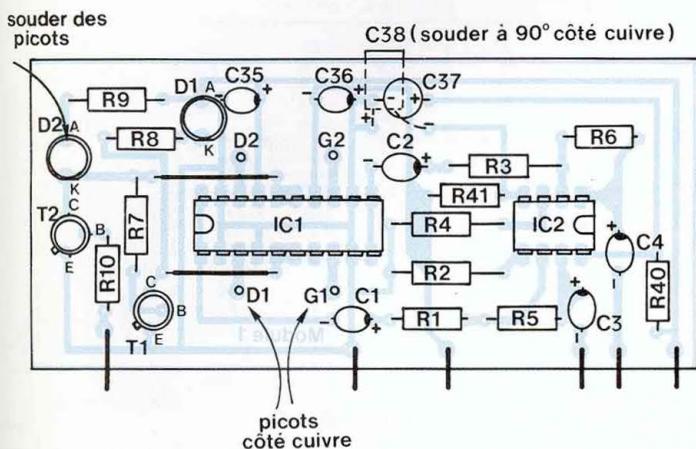
Les condensateurs C38 (Module 1), C44 (Module 4) seront soudés côté cuivre et plaqués contre leur circuit imprimé.

9 picots seront soudés côté cuivre aux emplacements P2, P3, P4 du Module 3, 4 aux endroits D1, D2, G1, G2 du Module 1 et enfin 3 aux emplacements notés D', D et PB du Module 2.

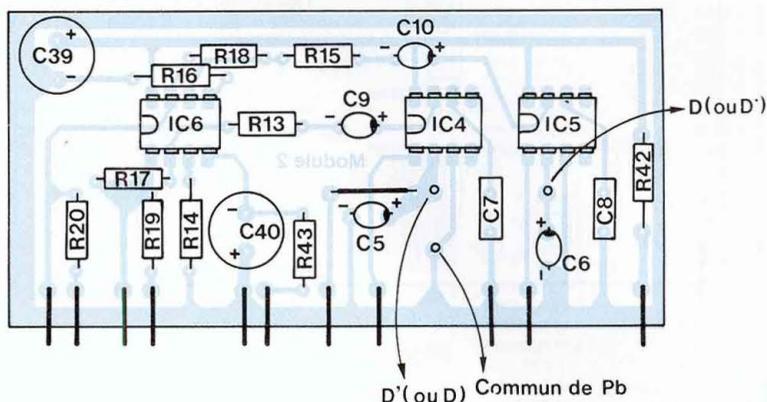
2 picots seront soudés côté composants pour les voies gauche et droite sur le Module 4.

Laurent Martoglio

# COMMANDEZ-LE A DISTANCE



**Module 1**



**Module 2**

## NOMENCLATURE DES COMPOSANTS

### CARTE MERE

• **Résistances ± 5% - 1/2 W**

R12, R31, R39 - 820 Ω  
 R11, R30, R38 - 10 kΩ  
 R21 - 1,58 kΩ - 1%  
 R22 - 4,7 kΩ

• **Condensateurs**

C46 - 47 μF/25 V radial  
 C33, C34 - 47 nF/63 V  
 C29, C30 - 220 nF/63 V  
 C31, C32 - 4 700 μF/25 V radial

• **Régulateurs**

Rég1 - 7812 (TO 220)  
 Rég2 - 7912 (TO 220)

• **Circuits intégrés**

IC3, IC8, IC11, IC14 - 4N 25  
 IC7 - TL 082 CN

• **Divers**

2 dissipateurs ML 24  
 1 mica TO 220  
 1 vis plastique long. 15 mm  
 1 rondelle  
 1 écrou  
 Graisse thermique  
 9 straps  
 14 picots  
 PD2 (pont de diodes)  
 C.I. - 160 mm × 92 mm

### MODULE 1

• **Résistances ± 5% - 1/2 W**

**couche métallique** sauf indications  
 contraires  
 R8, R9 - 1 kΩ  
 R7 - 150 kΩ  
 R10 - 47 kΩ  
 R1, R2, R3, R4 - 47 kΩ - 1%  
 R5, R6 - 4,02 kΩ - 1%  
 R40, R41 - 232 Ω - 1%

• **Condensateurs**

C1, C2 - 10 μF/35 V tantale  
 goutte  
 C3, C4, C35, C36 - 2,2 μF/35 V  
 tantale goutte  
 C37, C38 - 47 μF/25 V radial  
 chimique

• **Divers**

T1, T2 - 2N 2222 A  
 8 picots  
 2 straps  
 D1, D2 - LED rouges Ø 5 mm  
 IC1 - SSM 2404 P  
 IC2 - NE 5532 AN (faible bruit)  
 Barrettes sécables coudées à 90° :  
 6 broches  
 1 support 8 broches  
 1 support 20 broches  
 C.I. : 90 mm × 40 mm  
 présensibilisé positif

### MODULE 2

• **Résistances ± 1% - 1/2 W**

R42, R43 - 47 Ω  
 R13, R14, R15, R16 - 1 kΩ  
 R17, R18 - 15 kΩ  
 R20, R19 - 510 Ω

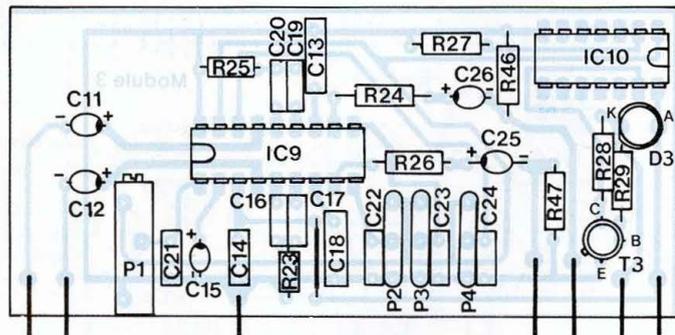
• **Condensateurs**

C5, C6, C9, C10 - 47 μF/25 V  
 radial chimique  
 C7, C8 - 680 pF céramique  
 C39, C40 - 1 000 μF/25 V radial

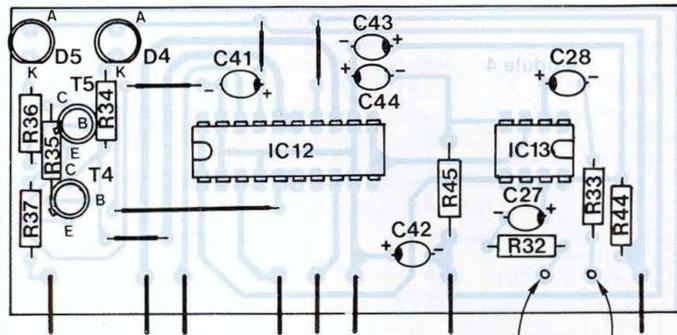
• **Divers**

IC4, IC5 - MC 3340 P  
 IC6 - SSM 2139 (peut être  
 remplacé par un NE 5532 AN)  
 3 supports 8 broches  
 PB - potentiomètre 10 kΩ ± 5%  
 bobiné multitours (10 tours)  
 ADJ - ajustable 1 kΩ (1 tour)  
 1 strap  
 11 broches sécables à 90°  
 3 picots  
 C.I. 90 mm × 40 mm présensibilisé  
 positif

# PREAMPLIFICATEUR HI-FI A TELECOMMANDE I.R.



**Module 3**



Barrettes Secable à 90°  
soudées côté cuivre

**Module 4**

Voie droite  
Voie gauche

## NOMENCLATURE DES COMPOSANTS

### MODULE 3

#### • Résistances 1/2 W couches métalliques

R23, R25 - 10 kΩ - 5% - 1/8 W  
R24, R26 - 200 Ω 1%  
R27 - 2,21 kΩ 1%  
R46, R47 - 6,49 kΩ 1%  
R29 - 47 kΩ - 5%  
R28 - 1,5 kΩ - 5%  
P1 - ajustable multitours ± 10% (15 tours) 47 kΩ  
P2, P3, P4 - potentiomètres  
PAK12 ± 20% 47 kΩ lin.

#### • Condensateurs

C14 - 220 nF/63 V  
C11, C12 - 2,2 μF/35 V tantale goutte  
C25, C26 - 4,7 μF/35 V tantale goutte  
C21, C22, C23, C24 - 100 nF/63 V  
C15 - 100 μF/25 V radial chimique  
C16, C17, C19, C20 - 47 nF/63 V "petite taille"  
C13, C18 - 15 nF/63 V

#### • Divers

1 support 18 broches  
1 support 14 broches  
IC10 - CD 4066  
IC9 - TDA 1524 A  
T3 - 2N 2222 A  
D3 - LED jaune Ø 5 mm  
3 boutons pour P2, P3, P4  
9 picots  
1 strap  
7 broches sécables à 90°  
C.I. 90 mm × 40 mm

### MODULE 4

#### • Résistances

R34, R36 - 1 kΩ - 5%  
R35 - 150 kΩ - 5%  
R37 - 47 kΩ - 5%  
R44, R45 - 232 Ω - 1%  
R32, R33 - 13,3 kΩ - 1%

#### • Condensateurs

C41, C42 - 2,2 μF/35 V tantale goutte  
C43, C44 - 47 μF/25 V radial chimique  
C27, C28 - 100 μF/16 V tantale goutte

#### • Divers

T4, T5 - 2N 2222 A  
IC12 - SSM 2404 P  
IC13 - NE 5532 AN  
D4, D5 - LED rouges Ø 5 mm  
5 straps  
6 picots  
8 broches sécables à 90°  
1 support 8 broches  
1 support 20 broches  
C.I. 90 mm × 40 mm

### SERVICE PHOTOCOPIES

Uniquement pour les numéros épuisés.

#### Sur votre commande, précisez bien :

- Le nom exact de l'article dans le numéro épuisé ;
  - votre nom et votre adresse complète ;
  - joindre un chèque libellé à Editions Périodes
- Forfait : **35 F** (port inclus) par article.