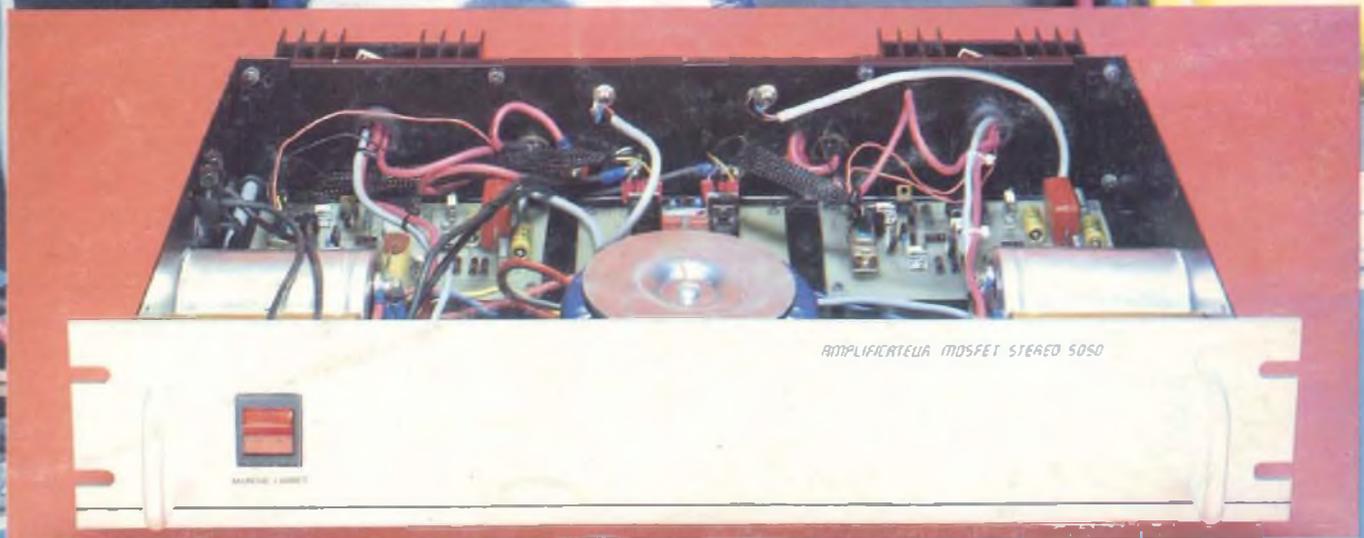


LOISIRS ELECTRONIQUES D AUJOURD'HUI

N° 41

# Lead

Votre amplificateur  
MOSFET 2 x 50 W!



AMPLIFICATEUR MOSFET STEREO 50W



# n° 1 européen de l'analogique

## Micro contrôleur universel 80

- 36 gammes de mesure
- 20 000  $\Omega/V$  en continu
- 4 000  $\Omega/V$  en alternatif
- Cadran panoramique avec miroir de parallaxe
- Echelle de 90 mm
- Anti-surcharges par limiteur et fusible
- Anti-chocs

## Contrôleur universel 680 G

- 48 gammes de mesure
- 20 000  $\Omega/V$  en continu
- 4 000  $\Omega/V$  en alternatif
- Cadre panoramique avec miroir de parallaxe
- Anti chocs
- Anti surcharges par limiteur et fusible
- Anti magnétique

## Contrôleur universel 680 R

- 80 gammes de mesure
- 20 000  $\Omega/V$  en continu
- 4 000  $\Omega/V$  en alternatif
- Cadran panoramique avec miroir de parallaxe
- Anti chocs
- Anti-surcharges par limiteur et fusible
- Anti-magnétique



# le reflet

une distribution

 **PERIFELEC**

LA CULAZ 74370 CHARVONNEX - Tél. : (50) 57.54.01 - Bureau de Paris : 7, bd Ney 75018 Paris - Tél. : 202.80.88

# Led

**Société editrice :**  
**Editions Fréquences**  
 Siège social :  
 1, bd Ney, 75018 Paris  
 Tél. : (1) 46.07.01.97 +  
 SA au capital de 1 000 000 F  
 Président-Directeur Général :  
 Edouard Pastor

## LED

Mensuel : 18 F  
 Commission paritaire : 64949  
 Directeur de la publication :  
 Edouard Pastor

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

Services **Rédaction-Publicité-  
 Abonnements** : (1) 46.07.01.97  
 Lignes groupées  
 1 bd Ney, 75018 Paris

**Rédaction :**  
 Directeur technique  
 et Rédacteur en chef :  
 Bernard Duval assisté de  
 Jean Hiraga

Secrétaire de rédaction :  
 Chantal Cauchois  
 Ont collaboré à ce numéro : G. de  
 Linange, P.F., P. Johannet, Lionel  
 Levieux, Jacques Bourlier, R.  
 Breton, Guy Choren, Thierry  
 Pasquier, Suliman Derras.

**Publicité**  
 Directeur de publicité :  
 Alain Boar  
 Secrétaire responsable :  
 Annie Perbal

**Abonnements**  
 10 numéros par an  
 France : 180 F  
 Etranger : 240 F

**Petites annonces**  
 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  
 Tarif : 20 F TTC la ligne de 36  
 signes

**Réalisation-Composition-  
 Photogravure** EdiSystèmes  
 Impression  
 Berger-Levrault - Nancy

## 4

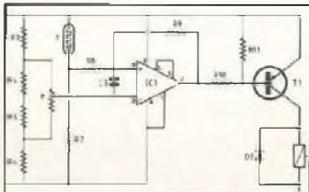
### LED VOUS INFORME

L'actualité du monde de l'électronique, les produits nouveaux.

## 8

### EN SAVOIR PLUS SUR LE CALCUL D'UN MONTAGE

Nous proposons pour l'ouverture de cette nouvelle rubrique une réalisation fort prisée puisqu'il s'agit d'un petit thermostat électronique fonctionnant directement sur le secteur et dont le point de consigne peut être réglé de +5° C à +20° C avec une précision de ±0,5° C.



## 20

### EN SAVOIR PLUS SUR LES RUBRIQUES LED DES N°S 30 A 40

Comme chaque année, nous publions les sommaires des dix derniers numéros.

## 23

### RACONTE-MOI LA MICRO-INFORMATIQUE

Nous allons aujourd'hui analyser le microprocesseur 8088 d'Intel qui équipe l'IBM PC et la plupart des compatibles.

## 30

### KIT : AMPLIFICATEUR MOSFET 2x50 WATTS

Un amplificateur MOSFET haute-fidélité 2x50 watts dans une optique résolument audiophile, voici ce que nous vous proposons ici.



## 44

### KIT : BOITE A RYTHMES PROGRAMMABLES

Voilà de quoi satisfaire votre imagination musicale avec cette réalisation disposant d'une mémoire non volatile, 16 rythmes de 64 pas maximum chacun et possibilité de choix parmi 7 instruments.



## 54

### KIT : CHENILLARD 20 LEDS

Ce chenillard met en évidence la possibilité de faire compter un compteur décimal par vingt. L'allumage successif des leds est réglable de 0,5 à 30 secondes par cycle.

## 58

### KIT : ALIMENTATION 0/50 V - 0/5 A

Réalisée avec des composants courants, cette alimentation sophistiquée permet de fournir une puissance de 250 watts avec affichage permanent de la tension de sortie et de la consommation.



## 64

### KIT : CARILLON 10 NOTES

Ce montage permet de composer soi-même le début de ses airs favoris (10 notes) et peut servir de carillon de porte. Il n'utilise que des composants courants.

## 69

### GRAVEZ-LES VOUS-MEME

Un procédé qui vous permettra de réaliser vous-même, en très peu de temps, nos circuits imprimés.

## 79

### LES MOTS CROISES DE L'ELECTRONICIEN

# Led vous informe

## PINCE MULTIFONCTIONS

La pince multifonctions MX1200 est un appareil de mesure qui en fait beaucoup, sous l'apparence d'une simple pince électrique.

C'est d'abord une pince à affichage numérique LCD, 2 000 points, qui mesure :

- le courant alternatif sinusoïdal jusqu'à 1 000 A,
- le courant alternatif non sinusoïdal avec un facteur de crête de 7,
- le courant continu jusqu'à 1 000 A=.

Pour faciliter les manipulations, l'instrument fonctionne avec un changement de calibre automatique et offre une résolution de 100 mA sur le calibre le plus bas.

La pince MX 1200 mesure également des tensions continues et alternatives jusqu'à 750 V, avec changement automatique de calibre et une résolution de 100 mV sur le calibre le plus bas. Là encore, il est possible de faire des comparaisons, mais l'éventail du choix se resserre.

Cette pince électrique offre en plus, dans un seul et même appareil :

- la mesure de puissance active,
- la mesure de puissance apparente,
- le facteur de puissance (capacitif et inductif),
- la mesure de fréquence jusqu'à 1 000 Hz.

Ajoutons à son palmarès la possibilité de surveiller les mesures de courants par une sortie analogique pour enregistreur graphique ou oscilloscope, en choisissant soit la valeur instantanée soit la valeur efficace.

Dans un souci d'ergonomie et d'autonomie, la mesure peut s'effectuer :

- soit en la limitant au temps d'action sur le bouton poussoir «ON» augmenté d'une période de mémorisation de 30 secondes,
- soit en utilisant le système de mesure permanente qui ne peut être interrompu que par une nouvelle action sur «ON», suivi des 30 secondes de mémorisation.

Tout ceci est possible, grâce à l'effet Hall et au microprocesseur utilisé dans cet instrument.

Avec la pince multifonctions MX 1200, l'électronicien possède l'instrument d'utilisation simple et sûr et qui ne pèse que 500 grammes !

Metrix, Chemin de la Croix-Rouge, B.P. 30 F 74010 Annecy Cedex.



## MESUREUR DE CHAMP PANORAMIQUE

Le mesureur de champ panoramique MCP 850 a été étudié spécialement pour répondre aux exigences des techniciens français spécialisés en installations d'antennes et de réseaux communautaires de télévision.

Il permet, grâce à son écran, de remplir différentes fonctions indispensables dans ce domaine. Il mesure le niveau des porteuses image et son des canaux de télévision avec une excellente précision aussi bien en standard L (français) que B/G (européen). Un dispositif particulier de détection de crête permet de mémoriser le signal de blanc 100 % dans les lignes test.

Sur l'écran panoramique, l'appareil affiche le spectre des fréquences reçues dans la totalité de la bande choisie avec possibilité de repérer les fréquences au moyen d'un marqueur et d'un fréquencemètre incorporé. Le fréquencemètre qui affiche la fréquence reçue ou la fréquence du marqueur, donne une précision de 0,1 MHz dans les bandes télévisions et 10 kHz dans la bande FM.

Le MCP 850 fonctionne également en mode moniteur, affichant l'image du canal sur lequel l'appareil est accordé. La qualité de l'image et la présence des échos peuvent être mis en évidence. Le MCP 850 autorise le choix du standard de réception, soit standard français L avec modulation positive de l'image et son AM à 6,5 MHz de la porteuse image, soit standard européen avec modulation image négative et son FM intercarrier 5,5 MHz.

Pour les mesures spéciales sur les signaux vidéo ou son et pour les extensions avec les démodulateurs et décodeurs futurs, l'appareil est doté d'une prise Peritel avec entrées, sorties et commande de commutation des signaux vidéo et son.

L'appareil est compact, autonome, il possède une batterie interne avec chargeur qui lui donne plusieurs heures d'autonomie. Réalisé dans un coffret métallique très robuste, il a été prévu pour un usage intensif sur les chantiers.

Unaohm-France Synthest Instruments Sarl, La Culaz 74370 Charvonnex. Tél. 50.67.54.01.

## LE MULTIMETRE ANTICHOC

La famille des multimètres Man'x, de la société française CDA, tire son originalité principale de son montage en boîtier moulé dans un matériau à consistance de caoutchouc semi-rigide, nervuré, et du mode de fixation souple des circuits, qui lui confèrent une exceptionnelle résistance aux chocs, tout en assurant la protection contre le ruissellement. Comportant déjà trois modèles à affichage analogique (Man'x 01 à 5 ou 10 k $\Omega$ /V pour l'électrotechnique ; Man'x 02 à 20 k $\Omega$ /V pour les applications générales ; Man'x 04 - 40 k $\Omega$ /V à vocation plus particulièrement électronique), la série s'agrandit maintenant d'un multimètre à affichage numérique sur cristaux liquides offrant 2 000 points de mesure.

L'unique commutateur rotatif, qui sélectionne l'ensemble des calibres, simplifie l'utilisation et minimise largement les risques d'erreur. Le confort d'emploi résulte aussi de la lisibilité de l'affichage, avec des chiffres de 12,7 mm de hauteur et à la couleur jaune vif de l'appareil, autorisant son repérage facile dans le désordre d'un chantier, par exemple.

De multiples protections garantissent la sécurité de l'utilisateur et permettent à l'appareil de supporter sans dommage les fausses manœuvres. Un fusible rapide de 2 A, associé à deux diodes de puissance, protège les calibres de mesure d'intensité, sauf toutefois sur la gamme 20 A ; connecté en série avec la borne commune, un fusible HPC de 16 A intervient sur la totalité des calibres ; la fonction ohmmètre et le test des diodes, sont mis à l'abri des surcharges accidentelles jusqu'à 380 V eff., par l'intermédiaire d'une thermistance CTP.

### Résumé des caractéristiques :

- Affichage sur 2 000 points, positionnement de la virgule en fonction du calibre, polarité automatique, indication du dépassement de gamme et de l'usure des piles.
- Tensions continues : 5 calibres de 200 mV à 1 000 V (précision  $\pm 0,5$  % de la lecture  $\pm 1$  point).
- Tensions alternatives : 5 calibres de 200 mV à 1 000 V (précision



- sion  $\pm 0,5$  % de la lecture  $\pm 2$  points).
- Intensités continues et alternatives : 6 calibres de 200  $\mu$ A à 20 A.
- Résistances : 6 calibres de 200  $\Omega$  à 20 M $\Omega$ .

- Test des jonctions : l'appareil mesure la chute de tension aux bornes du composant, avec un courant de test de 0,6 mA environ.

CDA 5, rue du Square Carpeaux  
75018 Paris. Tel. (1) 46.27.52.50.

## NOUVEAU «LOOK»

La société John Fluke représentée par MB Electronique commercialise un nouveau multimètre de table, le modèle 37, qui se caractérise par un affichage analogique et numérique introduit avec la série 70 et la précision ainsi que les protections des entrées de la série 20. Ce multimètre est couvert par une garantie de 2 ans.

L'innovation principale du modèle 37 réside dans son nouveau boîtier qui a été spécifiquement conçu pour améliorer la facilité d'emploi du multimètre sur table ou sur le site.

Le panneau avant est incliné à 15° permettant une visibilité optimale et un accès aux touches aisé. Un grand compartiment de rangement est incorporé dans la moitié arrière du boîtier permettant à l'utilisateur d'y ranger les cordons de mesure et les petits accessoires. Une poignée intégrée (moulée dans le boîtier) rend le 37 portable si nécessaire.

Avec une précision nominale en continu de 0,1 % et une grande bande passante, le Fluke 37 égale ou surpasse les spécifications de n'importe quel autre multimètre de table de 3 1/2 chiffres disponible aujourd'hui. Des techniques uniques de construction et de conception interne fournissent un blindage exceptionnel contre les interférences électromagnétiques.

Le Fluke 37 possède en plus des caractéristiques jamais rencontrées auparavant sur un multimètre de table, telles que : un affichage analogique et numérique avec une résolution de 3 200 points, la fonction -Touch-hold-TH, l'enregistrement des valeurs Min/Max, le mode relatif, un changement de gamme automatique ou manuel et un test de diode et de continuité par signal sonore. Le Fluke 37 est alimenté par une pile interne de 9 V. Cet appareil a des protections exceptionnelles contre les surcharges. Toutes les gammes courants y compris la gamme 10 A sont protégées par des fusibles HPC. Les gammes de résistances sont protégées jusqu'à 500 V eff. vrais, les fonctions tensions continues et alternatives sont protégées jusqu'à 1 000 V eff. vrais.

Fluke 606, rue Fourny, Z.I. de Buc  
B.P. n°31 78530 Buc.

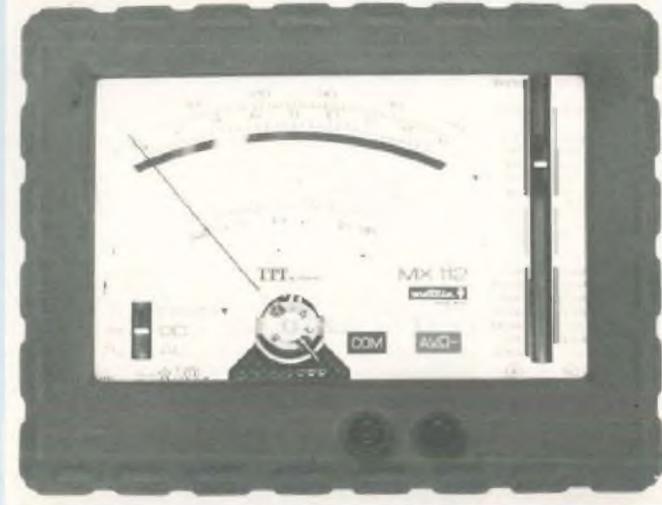
### UN MULTIMETRE POUR LA STATION-SERVICE

Le nouveau MX 112 est intéressant, à plus d'un titre, pour cette catégorie d'utilisateurs.

De tout temps, les utilisateurs de matériel Metrix ont apprécié la possibilité d'une gaine de protection pour leur contrôleur. A une époque de rationalisation et d'économie, il semble logique de considérer cette gaine comme partie intégrante du multimètre... et voici aujourd'hui le MX 112.

Si l'on imagine ce contrôleur analogique à 20 000  $\Omega/V$  dans une station-service automobile, il pourra donc être placé sur l'aile, voire le capot d'une voiture, sans glisser, grâce au relief de la forme de la gaine; et s'il tombe?... On le sait bien, un contrôleur Metrix «ça tient le coup»! Pourquoi la station-service automobile?

- parce que cet appareil a un calibre 10 A,
- parce qu'il a aussi un calibre 16 V,
- parce qu'il a un capacimètre



ballistique, et finalement :  
- parce qu'il a un «dwellmètre» pour la mesure de l'angle d'ouverture des vis platinees, réglage si important sur un véhicule et source de tant de problèmes, voire d'une consommation d'essence exagérée si le réglage est mal fait.  
Avec la limitation à «2» des bor-

nes d'entrée qui sont bien sûr, des bornes de sécurité et une protection efficace même sur les calibres d'intensité, Metrix présente un outil de travail intéressant pour l'utilisateur de l'industrie automobile comme pour tous les électroniciens, électriciens, ou ceux qui veulent l'être...  
Metrix Chemin de la Croix-Rouge, B.P. 30, F 74010 Annecy

### DEUX ALIMENTATIONS STABILISEES A USAGE MULTIPLE

Metrix présente deux nouvelles alimentations AX 321 et AX 322, pour les besoins journaliers des laboratoires de recherche, voire de l'enseignement technique ou universitaire.

A la première rencontre, l'œil est attiré par cette possibilité d'afficher simultanément, la tension et le courant consommés par le circuit branché à la sortie. Plus besoin de commuter l'affichage pour surveiller la consommation. L'afficheur LED de grande taille permet une vue sélective sur une table de laboratoire toujours encombrée de matériels de mesure.

La version AX 322 est, en fait, la «somme» de deux alimentations AX 321, dont la tension de sortie max. est de 32 V = et un courant max. de 2,5 A avec une résolution de l'affichage respectivement de 100 mV et de 10 mA. Le débit de courant peut être limité à



quatre valeurs commutables : 100 mA - 500 mA ; 1 A et 2,5 A. Par ailleurs, les sorties sont protégées contre les court-circuits par un système électronique. Les deux sorties de l'AX 322 peuvent être branchées :  
- soit en parallèle pour une augmentation de courant,  
- soit en série pour une augmentation de la tension disponible.

La poignée-bequille ajoute à l'universalité de ces appareils, car il est ainsi facile de les transporter et d'en multiplier l'usage. Finalement, le prix de ces appareils est pourrait-on dire, adapté à tous les budgets !

Metrix Chemin de la Croix-Rouge, B.P. 30, F 74010 Annecy Cedex. Tél. 50 52.81.02

### LA REPONSE DE LA CASSETTE AU DEFI DU COMPACT



TDK, leader mondial de la saisie magnétique présente ses produits du futur de l'audio numérique : la cassette DAT qui sera officiellement présentée avec son hardware lors du Grand Show électronique de Tokyo en octobre.

La cassette DAT comporte des améliorations spectaculaires comparées à la cassette compacte (commercialisation en 1964) que l'on connaît aujourd'hui, mais aussi par rapport au compact-disque.

On peut enregistrer, lire et stocker les informations sous forme digitale, aussi toutes les méthodes pour supprimer le bruit de fond ne sont plus d'actualité avec le DAT, et la qualité de reproduction du son est supérieure au compact laser. En effet, l'analyse des informations sonores est réalisée 48 000 fois par seconde alors qu'au niveau du compact-disque, elle est de 44 000 fois par seconde.

TDK précise que la cassette DAT est complémentaire au compact-disque de la même façon que la cassette compacte l'était vis-à-vis du microsillon 33 tours.

Alors que le compact-disque représente en dimension la moitié du disque 33 tours, la cassette DAT est la moitié d'une cassette conventionnelle tout en utilisant la même largeur de bande. Ainsi, a-t-elle l'aspect d'une carte de crédit épaisse, par sa petite dimension, elle représente une unité d'enregistrement et de lecture en format de poche.

Dimensions : 73 x 53 x 10,5 mm.

SEPTEMBRE 1986  
Vient de paraître

# BIBLIOTHÈQUE TECHNIQUE ÉDITIONS FRÉQUENCES



## ● INITIATION A LA VIDÉO LÉGÈRE (THÉORIE ET PRATIQUE)

Claude Gendre.

- Choix d'un standard ? - Caméscopes VHS, VHS-C ou 8 mm ? - Connexion ? Compatibilité ? - Accessoires ? Montage ? Enfin... Comment filmer.

Le nouveau livre de Claude Gendre répond à toutes ces questions. Cet ouvrage essentiellement pratique, qui n'a pas d'équivalent en librairie aujourd'hui, s'adresse (sans formules mathématiques) à tous ceux passionnés (déjà ou à venir) de vidéo ainsi qu'aux amateurs de belles images.

Des illustrations en couleur donnent une excellente idée des possibilités de «filmage» et de montage.

L'avenir du cinéma d'amateur et celui de la création par l'image passeront par la vidéo légère...

Ce livre devenait urgent.

## ● LE 3<sup>e</sup> TOME de INITIATION A LA MICRO-INFORMATIQUE (COURS 1<sup>er</sup> CYCLE)

Claude Polgar. (Enfin paru !)

### Non, on ne s'initie pas à la micro-informatique en 5 leçons !

Si vous croyez au Père Noël vous pouvez espérer apprendre l'Informatique en lisant les innombrables «Cours de BASIC pour débutants» qui ont poussé comme des champignons dans les années 1980. Votre ordinateur risque de finir ses jours au-dessus de votre armoire.

Mais si vous voulez vraiment apprendre à programmer il faut avoir le courage de commencer par A pour arriver à Z. Programmer est un loisir intelligent et peut devenir un métier passionnant, mais l'étude de la programmation nécessite un minimum de travail et de méthode.

Etre sérieux - c'est le pari que fit la revue LED-MICRO en publiant à partir de 1985 les 20 premiers cours de C. Polgar. Plus de 40 000 lecteurs les ont suivis. Ce succès nous a conduit à demander à C. Polgar de remettre son cours à jour et de le compléter. Le résultat : un ouvrage épais (3 tomes, plus de 700 pages format 21 x 27), permettant d'acquérir agréablement des connaissances solides.

## ● INITIATION A L'ÉLECTRICITÉ ET A L'ÉLECTROTECHNIQUE

Roger Friedérich.

Vous trouverez aisément en librairie des ouvrages d'initiation à l'électronique ou aux techniques les plus avancées des circuits intégrés, etc. Mais si vous désirez une initiation aux bases de l'électricité et de l'électrotechnique sans vous en remettre à des ouvrages scolaires, alors vous ne trouverez pas ! Nous avons demandé à un spécialiste de ces disciplines de tenter d'expliquer de la manière la plus claire tout ce qui se rapporte à l'électricité et ses applications ainsi qu'à l'électrotechnique. Il a réussi et nous sommes certains que dans ce domaine il fallait oser recommencer par la loi d'Ohm et répondre à la question : Comment ça marche ?

Chaque mois, les nouveautés seront signalées.

VOIR AU DOS NOTRE COLLECTION COMPLÈTE AINSI QUE LES PRIX DE CHAQUE  
OUVRAGE ET SES CARACTÉRISTIQUES



Diffusion auprès des libraires assurée exclusivement par les Editions Eyrolles.

Bon de commande à retourner aux Editions Fréquences 1, boulevard Ney 75018 Paris.

Je désire recevoir tel(s) ouvrage(s) ci-dessous référencé(s) que je coche d'une croix :

- |                               |                               |                               |                               |                               |                               |                               |                               |                               |                               |
|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| E 01 <input type="checkbox"/> | E 02 <input type="checkbox"/> | E 03 <input type="checkbox"/> | E 04 <input type="checkbox"/> | E 05 <input type="checkbox"/> | E 06 <input type="checkbox"/> | L 07 <input type="checkbox"/> | P 08 <input type="checkbox"/> | L 09 <input type="checkbox"/> | L 10 <input type="checkbox"/> |
| L 11 <input type="checkbox"/> | E 12 <input type="checkbox"/> | E 13 <input type="checkbox"/> | L 14 <input type="checkbox"/> | E 15 <input type="checkbox"/> | P 16 <input type="checkbox"/> | P 17 <input type="checkbox"/> | P 18 <input type="checkbox"/> | P 19 <input type="checkbox"/> | L 20 <input type="checkbox"/> |
| P 21 <input type="checkbox"/> | E 22 <input type="checkbox"/> | P 23 <input type="checkbox"/> | P 24 <input type="checkbox"/> | E 25 <input type="checkbox"/> | P 26 <input type="checkbox"/> | P 27 <input type="checkbox"/> | P 28 <input type="checkbox"/> | P 29 <input type="checkbox"/> |                               |

Frais de port : + 12 F par livre commandé, soit la somme totale ci-jointe, de Frs      par CCP       Chèque bancaire       Mandat-lettre

Nom..... Prénom.....  
Adresse.....  
Ville..... Code postal.....



# DES EDITIONS FREQUENCES

Collection initiation (format 210 x 270)

**Led ROBOT**  
INITIATION A LA ROBOTIQUE



L'AUTOMATISME DE A à Z  
DU LOISIR A LA FORMATION PERMANENTE

**P 08.** 96 pages. Prix : 115 F TTC  
Cet ouvrage obt un succès retentissant des sa sortie. Rien plus qu'un cours d'initiation. Il s'agit aussi du premier recueil d'informations données par les concepteurs, les utilisateurs de robots et les fans de cybarnétique, enfin réunis.

**Led MICRO**  
INITIATION A LA MICRO-INFORMATIQUE  
COURS 1<sup>er</sup> CYCLE

COURS N°1 N°2 N°3 N°4

Les 10 premiers cours constituent

le **VOLUME 1** N°5 N°6

COURS N°7 N°8 N°9 N°10

**P 16.** 272 pages. Prix : 130 F TTC  
Passé les premiers remous de la révolution que fut l'avènement de la micro-informatique, il faut bien tenter d'en réunir les enseignements. Une lacune apparaît : celle d'un ouvrage d'initiation à la programmation, universel et complet. En voici le premier tome.

**Led MICRO**  
INITIATION A LA MICRO-INFORMATIQUE  
COURS 1<sup>er</sup> CYCLE

COURS N°11 N°12 N°13 N°14

Les cours de 11 à 20 constituent

le **VOLUME 2** N°15 N°16

COURS N°17 N°18 N°19 N°20

**P 17.** 208 pages. Prix : 130 F TTC  
Le tome 2 est la suite du tome 1 : l'esprit puissamment didactique de l'auteur s'y retrouve, le contenu du livre permettra d'acquiescer un niveau suffisant pour exercer l'analyse, la programmation, la gestion, l'automatisme, la simulation et d'autres choses encore !

**Led MICRO**  
INITIATION A LA MICRO-INFORMATIQUE  
COURS 1<sup>er</sup> CYCLE

**VOLUME 3**

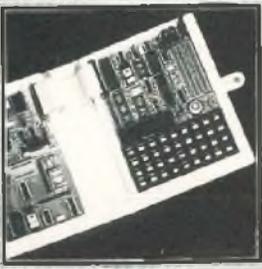
GRAPHISME  
COURBES

TRAVAUX PRATIQUES

PROBLEMES CORRIGES  
NOTIONS D'ANALYSE

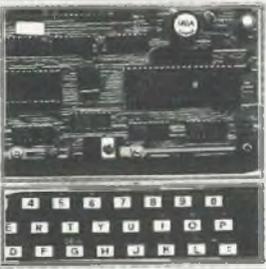
**P 27.** 250 pages. Prix : 190 F TTC  
Le troisième volume du cours de Programmation, dû à Cl. Polgar, pédagogue apprécié de tous. Il continue dans la lignée d'un réel souci didactique, de haut niveau, maintenant, mais en conservant l'aspect progressif qui fut son succès initial.

**Led MICRO**  
INITIATION AUX MICROPROCESSEURS



**P 18.** 136 pages. Prix : 95 F TTC  
Du même auteur, Ph. Duquesne, on nous propose cette fois-ci, de pénétrer au cœur même de l'ordinateur, de comprendre le fonctionnement de l'élément vital qui est le microprocesseur et enfin de maîtriser l'assemblage, langage du microprocesseur.

**Led MICRO**  
INITIATION A L'ELECTRONIQUE DIGITALE



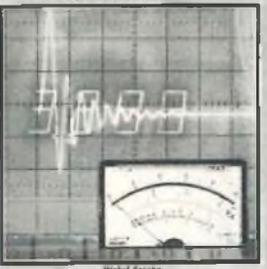
**P 19.** 104 pages. Prix : 95 F TTC  
Ce cours d'initiation à l'Electronique Digitale est dû à Ph. Duquesne, chargé de cours de microprocesseurs au CNAM. L'objet de cet ouvrage est de présenter les opérateurs logiques et leurs associations. La technologie est évoquée, brièvement, elle aussi.

**Led TVVIDEO**  
INITIATION TV: RECEPTION, PRATIQUE  
MESURES, CIRCUITS



**P 21.** 136 pages. Prix : 135 F TTC  
Issu d'un cours régulièrement remis à jour, ce livre permet à l'amateur, comme au professionnel de se tenir au courant de l'état actuel de la technologie en télévision. De nombreux schémas explicatifs illustrent le contenu du livre.

**Led MESURE**  
INITIATION A LA MESURE ELECTRONIQUE



**P 23.** 120 pages. Prix : 140 F TTC  
Il n'existait pas, jusqu'à présent, un ouvrage couvrant de manière générale mais précise, l'ensemble des problèmes relatifs à l'instrumentation et à la méthodologie du laboratoire électronique. C'est chose faite aujourd'hui avec ce volume récemment paru.

**Led AUDIO**  
INITIATION AUX AMPLIS A TRANSISTORS



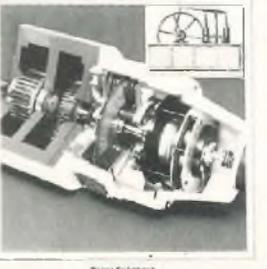
**P 24.** 96 pages. Prix : 130 F TTC  
Après un bref historique du transistor, cet ouvrage traite essentiellement de la conception des amplificateurs modernes à transistors. La théorie est décrite de manière simple et abordable, illustrée d'exemples de réalisations commerciales. Le but du livre est de donner à chacun la possibilité de réaliser soi-même son amplificateur.

**Led AUDIO**  
INITIATION AUX AMPLIS A TUBES



**P 26.** 152 pages. Prix : 155 F TTC  
Complémentaires des «Amplis à transistors», les «Amplis à tubes» sera certainement une petite encyclopédie sur ce sujet historique, mais aussi polémique, puisque les tubes sont encore d'actualité et parce que les arguments en faveur de cette technique et ses défenseurs sont encore nombreux.

**Led**  
INITIATION A L'ELECTRICITE ET A L'ELECTROTECHNIQUE



**P 28.** 110 pages. Prix : 150 F TTC  
Vous trouverez aisément en librairie des ouvrages d'initiation à l'électronique ou aux techniques les plus avancées des circuits intégrés, etc. Mais si vous désirez une initiation aux bases de l'électricité et de l'électrotechnique sans vous en remettre à des ouvrages scolaires, alors vous ne trouverez pas !

**Led**  
INITIATION A LA VIDEO LEGERE  
THEORIE & PRATIQUE



**P 29.** 72 pages. Prix : 100 F TTC  
— Choix d'un standard ? — Caméscopes VHS VHS-C ou 8 mm ? — Connexion ? Compatibilité ? — Accessoires ? Montage ? Enfin... Comment filmer. Le nouveau livre de Claude Gendrie répond à toutes ces questions. Cet ouvrage essentiellement pratique n'a pas d'équivalent en librairie aujourd'hui.

## Savoir pratiquer~inventer ...

Chaque mois, Led propose à ses lecteurs de nombreuses réalisations fort différentes les unes des autres. A la fin de la revue, est donné le dessin de chaque circuit imprimé, de façon à ce que sa mise en œuvre soit la plus simple et la plus rapide possible. Il ne reste plus qu'à câbler le circuit et à le monter dans un boîtier pour être en possession d'un appareil qu'on a réalisé soi-même et en tous points conforme à celui proposé dans la revue.

**N**aturellement, il s'agit-là du but premier de ces articles «kit ou réalisation» et nous ne pouvons qu'inciter le lecteur à construire le plus grand nombre possible des matériels proposés à partir du moment où un besoin potentiel inhérent à chacun d'eux se fait sentir.

Cependant, après avoir réalisé un certain nombre de montages et dès lors que l'on désire étendre ses connaissances en électronique, il apparaît une certaine lassitude à se borner au câblage, montage et à contrario s'écarter de l'idée de vouloir réaliser des appareils soi-même. Il importe donc de savoir par où commencer, comment procéder, pour en fin d'étude arriver au schéma électrique complet apte à la fabrication d'un circuit imprimé puis à l'élaboration de l'appareil proprement dit.

Sans vouloir anticiper sur une nouvelle rubrique qui verra le jour dans Led très bientôt et qui vous dira tout, tout... sur le sujet au fur et à mesure des parutions, nous proposons en avant première la détermination et le calcul d'un montage, et nous avons opté pour celui-ci, une réalisation fort prisée puisqu'il s'agit d'un petit thermostat électronique de précision.

### L'APPAREIL A REALISER

Nous venons de le mentionner, et afin de modifier quelque peu les données, ce genre d'appareil fleurant bon étant souvent d'actualité dans les revues de vulgarisation, nous avons choisi d'étudier, en vue de réalisation, un circuit thermostatique de précision fonctionnant directement sur le secteur 220 V-50 Hz et dont le point de consigne peut être réglé de +5°C à +20°C avec une précision de  $\pm 0,5^\circ\text{C}$ . Ce

genre de matériel sera donc principalement destiné à commander un agrégat de réfrigération (vivier, aquarium par exemple). Cependant, puisque tous les calculs vont être explicités au fur et à mesure, il sera relativement aisé d'interpréter ceux-ci en vue de données différentes.

### SYNOPTIQUE DE DEPART

Il est donné à la figure (1) et représente l'appareil à réaliser. Le secteur alternatif 220 V-50 Hz doit entrer sur deux bornes et sur deux autres bornes, dites de sortie, il y a commutation du réseau, dès lors que le point de consigne est différent de la mesure. Pour se faire il faut naturellement, d'une part, un organe de réglage de température, matérialisé par un potentiomètre, et d'autre part, un capteur de température qui est une sonde de précision au silicium.

### SYNOPTIQUE DE PRINCIPE

La «forme» étant donnée grâce au synoptique précédent, il importe maintenant d'établir le «fond» qui va servir de base pour l'étude des différentes parties constitutives. Il faut donc dresser un organigramme de principe, dont chaque circuit va faire l'objet d'une étude, d'un calcul, d'un schéma particulier. Ce synoptique est proposé à la figure (2) et l'on voit déjà clairement l'imbrication des diverses parties.

Afin de suivre le cahier des charges initial, nous avons en premier lieu, une petite alimentation directement sur secteur suivie d'un circuit de stabilisation de tension. Il faut en effet que cette dernière soit la plus stable possible en égard aux fluctuations du réseau et de la température du montage elle-même afin de garantir, autant que faire se peut, la précision de

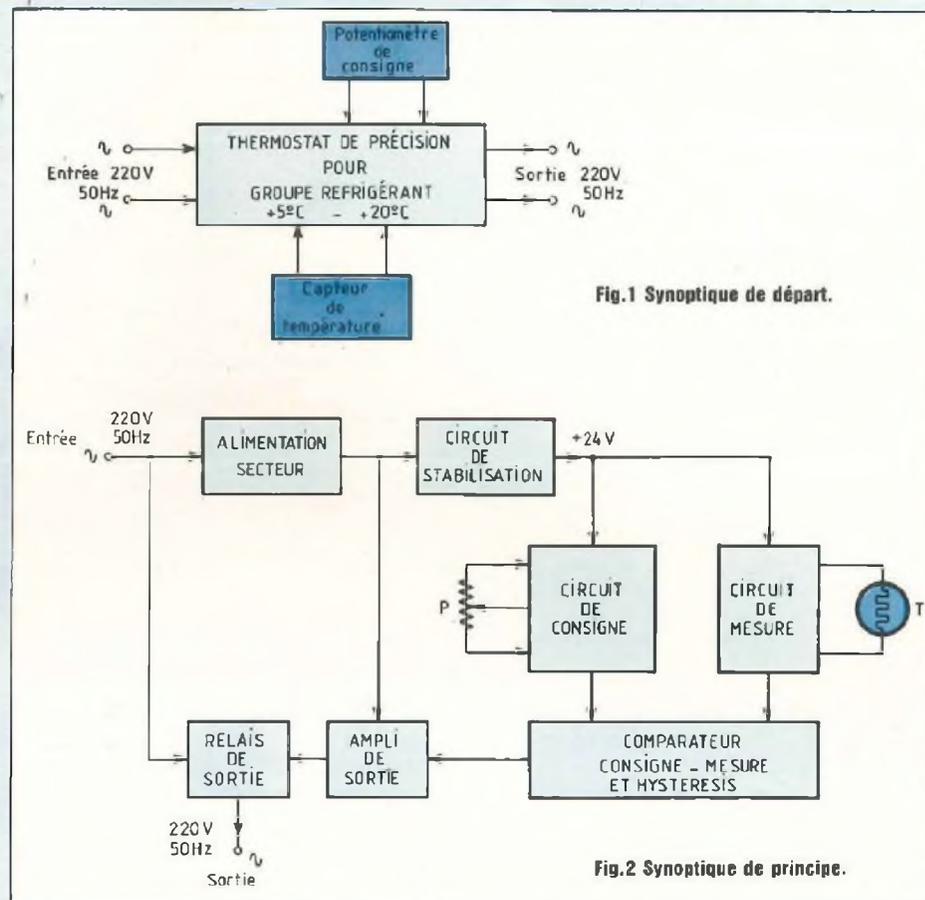
# Le calcul d'un montage

mesure et consigne. En second lieu, nous trouvons donc naturellement ce double circuit dont les variables vont être comparées à tout instant l'une à l'autre. Ce rôle est dévolu à un comparateur de tension de précision, il est clair qu'à seule fin d'éviter une commutation continuelle autour du point de consigne, un léger hystérésis permet de palier à ce problème. Au vu du cahier des charges de cet appareil, celui-ci ne procédant pas d'un pur hasard comme bon nombre de montages, sera à déterminer avec soin.

Enfin, à la sortie du comparateur, nous trouvons un amplificateur, dont la charge est constituée par un relais servant à commuter le réseau sur les deux bornes de sortie : là encore, le choix de ce matériel a été dûment établi en égard à la définition du produit fini, et si nous n'avons pas employé de triacs, la raison en est simplement la spécificité, ce composant n'étant pas toujours très apte à commander un agrégat de réfrigération dont le groupe compresseur, le plus souvent de type « hermétique » est généralement composé d'un moteur asynchrone monophasé avec enroulement pour le lancement. De plus, un relais de sortie rend universel d'emploi le thermostat à partir du moment où l'on a pris soin d'opter pour un matériel avec plusieurs inverseurs de sortie.

## LE CAPTEUR DE TEMPERATURE

Il en existe des légions, de la prestigieuse sonde PT 100 DIN au platine, à la médiocre CTN à oxyde fritté, en passant par tous les autres circuits, intégrés ou non, qu'ils soient spécifiques, à zéner variable, au silicium ou



bien encore diodes petit signal ordinaires ou transistors.

Pour cette étude, nous avons opté pour un capteur de qualité, très simple à mettre en œuvre et que l'on peut se procurer pratiquement chez tous les revendeurs spécialisés pour un coût minimum. Il s'agit du TSP 102 de Texas instruments qui comporte une petite plaquette de silicium dont la résistivité intrinsèque dépend de la température. Ce capteur est livré en petit boîtier

époxy à deux pattes genre T092. La gamme de température s'étend de  $-55^{\circ}\text{C}$  à  $+125^{\circ}\text{C}$  et la résistance à  $25^{\circ}\text{C}$  est de  $1\text{k}\Omega$ .

Le coefficient de température est de 0,7 et nous donnons dans le tableau ci-dessous les différentes références et caractéristiques que l'on peut se procurer dans la série. Par ailleurs nous indiquons aussi la valeur de la résistance série à connecter avec le capteur afin, pour une gamme de tem-

TSP 102 Texas Instrument		Résistance série		
Suffixe	Résistance à $25^{\circ}\text{C}$	Gamme de température	Valeur	Erreur de linéarité
F	$1\ 000\ \Omega \pm 1\ %$	$-25^{\circ}\text{C}$ à $+45^{\circ}\text{C}$	2,2 k $\Omega$	-
G	$1\ 000\ \Omega \pm 2\ %$	0 à $+100^{\circ}\text{C}$	2,6 k $\Omega$	$+0,05$ à $-0,07^{\circ}\text{C}$
J	$1\ 000\ \Omega \pm 5\ %$	$-55^{\circ}\text{C}$ à $+125^{\circ}\text{C}$	2,5 k $\Omega$	$+0,3$ à $-0,2^{\circ}\text{C}$
K	$1\ 000\ \Omega \pm 10\ %$			

# Savoir pratiquer ~ inventer ...

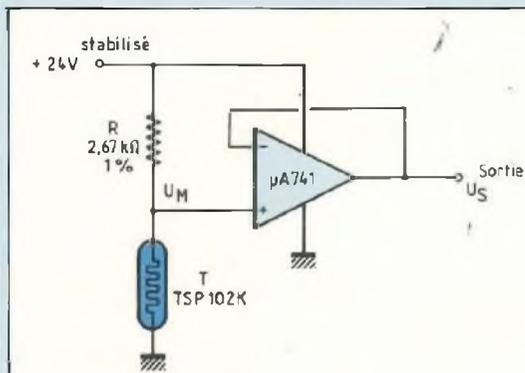


Fig. 3 : Montage à réaliser pour le relevé de la courbe  $V_S = f(\theta^\circ \text{C})$ .

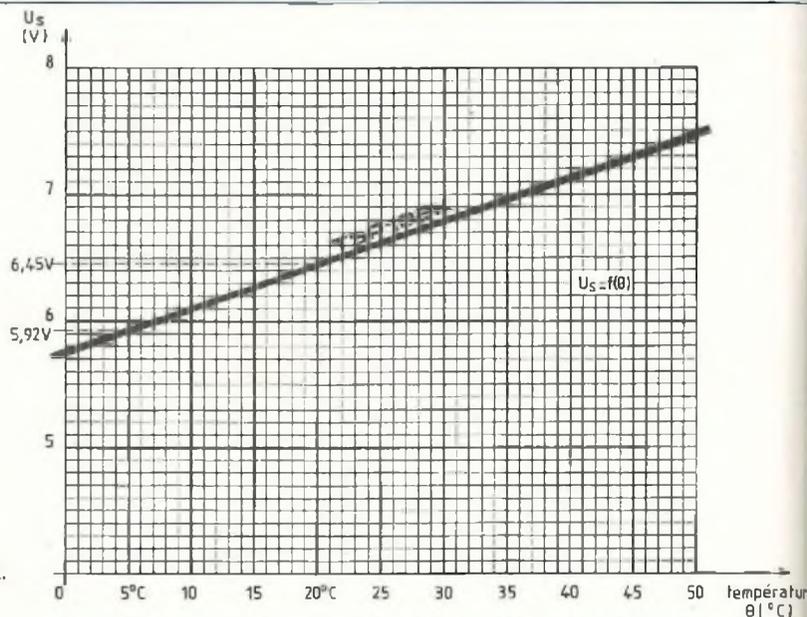


Fig. 4 : Courbe correspondant à un capteur TSP102K.

pérature donnée, de linéariser au mieux la caractéristique.

## RELEVÉ DE LA CARACTÉRISTIQUE

### $V_S = f(\theta^\circ \text{C})$

Nantis des renseignements précédents, il est clair qu'afin d'optimiser au mieux le capteur, il nous faut choisir avec soin la valeur de la résistance à connecter en série. Comme la gamme de température du thermostat est de  $+5^\circ \text{C}$  à  $+20^\circ \text{C}$ , nous voyons donc que nous nous situons au plus près de la gamme 0 à  $+100^\circ \text{C}$  et qu'avec une résistance série de 2,6 kΩ, l'erreur linéaire est des plus faibles puisque  $+0,05^\circ \text{C}$ ...  $-0,07^\circ \text{C}$ . La figure (3) indique le montage à réaliser pour le relevé de la courbe  $V_S = f(\theta^\circ \text{C})$ . La résistance série R est un modèle à couche métallique haute stabilité de 2,67 kΩ/1 % et l'ensemble du diviseur de tension R/T est alimenté en 24 V stabilisé. Cette valeur ne procède pas d'un hasard puisque c'est celle qui, par la suite, permettra d'alimenter l'électronique de précision du montage.

Par ailleurs, afin de s'assurer que le

signal  $U_M$  soit appliqué à une impédance supérieure à 2 MΩ pour ne pas fausser les mesures, on emploie un amplificateur opérationnel monté en suiveur de tension. Rappelons qu'un tel montage où la contre-réaction est totale a un gain donné par la formule :

$$G = 1 - \frac{1}{G_0} \approx 1$$

car  $\frac{1}{G_0}$  est infiniment petit, si le gain en boucle ouverte de l'amplificateur est suffisamment élevé. L'impédance d'entrée est par contre très élevée et celle de sortie très faible et si le gain en tension est pratiquement égal à l'unité, celui de puissance est loin d'être négligeable, puisque pratiquement égal au rapport des résistances d'entrée et de sortie.

Un tel montage est donc l'idéal pour notre application, où il nous faut une très forte impédance d'entrée côté capteur et une impédance faible côté appareil de mesure. Pour une plus grande précision de lecture, celui-ci est un voltmètre à affichage digital. Le relevé s'effectue alors comme suit : Dans une premier temps, verser dans

un vase stewart 0,5l d'eau distillée et de la glace pilée de même nature. Agiter constamment et lorsque la température est uniforme et égale à  $0^\circ \text{C}$  plonger le capteur, dont les broches ont été au préalable isolées au moyen d'un manchon quelconque. Puis faire le relevé de la tension de sortie correspondant à chaque point au fur et à mesure que la température se réchauffe. Au bout d'un certain temps, dépendant pour une grande part des qualités du vase isotherme, de l'inertie du mélange et de la température de la pièce où se déroule la manipulation, on revient à la température ambiante.

Dans un second temps, verser alors de l'eau distillée au préalable réchauffée, sans attendre pour autant le degré d'ébullition, et faire les mesures identiques jusqu'au refroidissement complet où l'on atteint à nouveau la température ambiante.

La manipulation étant terminée, tracer sur papier millimétrique, la courbe représentative de la fonction  $U_S = f(\theta)$ . On doit avoir une droite parfaitement linéaire, et comme dans tout tracé de ce genre, si un point se trouve en



# Savoir pratiquer ~ inventer ...

$$i = \frac{U_p}{R_1 + T} = \frac{24}{2670 + 1000}$$

$$= 6,53 \text{ mA}$$

d'où une puissance dissipée dans le capteur de :

$$P_C = R_T \cdot i^2 = 1000 \times (6,53 \cdot 10^{-3})^2$$

$$= 0,0426 \text{ W}$$

soit 42,6 mW, valeur négligeable pour le phénomène d'auto-échauffement

En sortie  $U_S$  la tension est évidemment fonction de la température et image des mesures qui ont conduit à l'élaboration de la courbe de la figure (4) Par ailleurs, le circuit de mesure de la figure (6) se devra naturellement d'être suivi par un étage à grande impédance d'entrée, en l'occurrence celle d'un amplificateur de type opérationnel.

## LE CIRCUIT DE CONSIGNE

Il est représenté à la figure (7) et s'il s'agit d'un simple montage potentiométrique, il est évident, d'une part, que pour notre application particulière de thermostat de précision, et d'autre part, des valeurs dictées par le cahier des charges, que les points butées de la rotation de l'axe doivent correspondre très exactement aux minimum et maximum des températures de consigne, soit :

$$U_A = 6,450 \text{ V pour } 20^\circ \text{ C}$$

$$U_B = 5,920 \text{ V pour } 5^\circ \text{ C.}$$

Il faut donc calculer aussi précisément que possible les valeurs de  $R_1$ ,  $P$  et  $R_2$  pour obtenir ces tensions. Pour cette détermination, on admettra que l'impédance de charge en sortie curseur est très élevée (ce qui est le cas) et donc le courant pratiquement nul. Nous avons :

$$U_e = (R_1 + P + R_2) i \Rightarrow i = \frac{U_e}{R_1 + P + R_2}$$

$$U_{SA} = (P + R_2) i \Rightarrow i = \frac{U_{SA}}{P + R_2}$$

$$U_e (P + R_2) = U_{SA} (R_1 + P + R_2)$$

d'où

$$U_{SA} = U_e \frac{P + R_2}{R_1 + P + R_2} \quad (1)$$

de même :

$$U_{SB} = R_2 \cdot i \Rightarrow i = \frac{U_{SB}}{R_2}$$

Comme  $i = \frac{U_e}{R_1 + R_2 + P}$  nous avons

$$U_e \cdot R_2 = U_{SB} (R_1 + R_2 + P)$$

d'où :

$$U_{SB} = U_e \frac{R_2}{R_1 + P + R_2} \quad (2)$$

### Détermination de $R_1$

$$U_e = (R_1 + P + R_2) i \rightarrow \text{dans (1)}$$

$$U_{SA} = i (R_1 + P + R_2) \frac{P + R_2}{R_1 + P + R_2}$$

$$U_{SA} = (R_1 + P + R_2) i$$

$$= i (P + R_2) (R_1 + P + R_2)$$

$$U_{SA} = (P + R_2) i \Rightarrow P + R_2 = \frac{U_{SA}}{i}$$

$$U_e = i (R_1 + P + R_2) \Rightarrow$$

$$U_e = i (R_1 + \frac{U_{SA}}{i})$$

$$U_e = i \cdot R_1 + i \cdot \frac{U_{SA}}{i} = i \cdot R_1 + U_{SA}$$

$$i \cdot R_1 = U_e - U_{SA}$$

$$R_1 = \frac{U_e - U_{SA}}{i} \quad (3)$$

### Détermination de $R_2$

$$U_e = (R_1 + P + R_2) i \rightarrow \text{dans (2)}$$

$$U_{SB} = (R_1 + P + R_2) i \frac{R_2}{R_1 + P + R_2}$$

$$U_{SB} = (R_1 + P + R_2) i$$

$$i \cdot R_2 (R_1 + P + R_2)$$

$$U_{SB} = i \cdot R_2$$

$$R_2 = \frac{U_{SB}}{i} \quad (4)$$

### Détermination de $P$

$$U_e = (R_1 + P + R_2) i$$

$\uparrow$  (3)                       $\uparrow$  (4)

$$U_e = \left( \frac{U_e - U_{SA}}{i} + P + \frac{U_{SB}}{i} \right) i$$

$$U_e = i \left( \frac{U_e - U_{SA} + i \cdot P + U_{SB}}{i} \right)$$

$$U_e \cdot i = i (U_e - U_{SA} + i \cdot P + U_{SB})$$

$$U_e = U_e - U_{SA} + i \cdot P + U_{SB}$$

$$U_e - U_e + U_{SA} - U_{SB} = i \cdot P$$

$$\Rightarrow i \cdot P = U_{SA} - U_{SB}$$

$$P = \frac{U_{SA} - U_{SB}}{i}$$

Pour un esprit averti, il suffisait en fait de regarder simplement le schéma de la figure (7) pour en déduire instantanément les relations de  $R_1$ ,  $R_2$  et  $P$ , mais pour le profane ou le jeune lecteur, plus mathématicien qu'électronicien, nous avons préféré décomposer ces déterminations, ce qui correspond bien, somme toute, aux calculs de montages.

Par ailleurs, ces déterminations ne sont pas tout à fait terminées, car si  $R_1$  et  $R_2$  choisies dans la série E96 (1 %) ont de grandes chances de correspondre à une valeur donnée, il n'en est pas de même de  $P$  qui, à coup sûr, ne sera pas une valeur normalisée.

Le mieux est alors de choisir un élément standard  $P_1$  sur lequel on connecte une résistance en parallèle, l'ensemble devant évidemment avoir pour valeur équivalente  $P$ . Soit ce montage représenté à la figure (8) et nous avons :

$$P = \frac{P_1 \cdot R_3}{P_1 + R_3}$$

d'où nous déduisons :

$$R_3 = \frac{P \cdot P_1}{P_1 - P}$$

Enfin, et comme nous allons le voir dans les calculs des valeurs, il apparaît que  $R_3$  ne correspond pas toujours à une valeur normalisée de la série E96. Par contre, il est relativement aisé de trouver une association de deux résistances série, et nous en arrivons au circuit définitif de la figure (9). On peut alors écrire :

$$R' + R'' = \frac{P \cdot P_1}{P_1 - P}$$

### Calcul des éléments

On a :

$U_e$  = tension d'alimentation stabilisée en température : 24 V

$i$  = courant de pont, choisi de prime abord égal à 1 mA pour une faible consommation du pont.

# Le calcul d'un montage

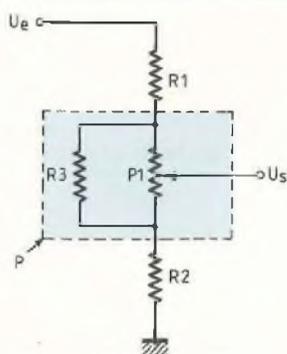


Fig. 8 Élément standard P1 sur lequel est connectée une résistance en parallèle.

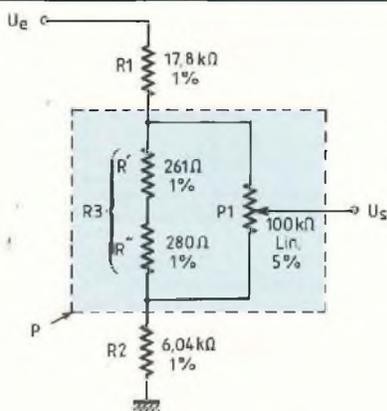


Fig. 9

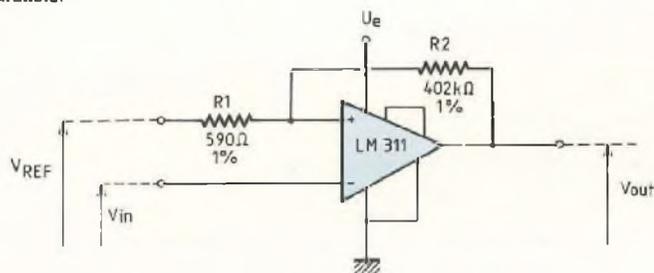


Fig. 10 Comparateur rapide consigne/mesure.

$U_A$  = tension maximale, potentiomètre de consigne au maximum = 6,450 V à +20° C.

$U_B$  = tension minimale, potentiomètre de consigne au minimum = 5,920 V à +5° C.

$R'$ ,  $R''$ ,  $R_1$ ,  $R_2$ , résistances du pont à 1 %.

$P_1$  = potentiomètre de consigne, valeur normalisée choisie = 100 kΩ linéaire, piste moulée 5 %.

### Détermination de $R_1$

$$R_1 = \frac{U_e - U_{SA}}{I} = \frac{24 - 6,45}{10^{-3}} = 17,55 \text{ k}\Omega$$

La valeur normalisée dans la série E96 est 17,8 kΩ/1 %. En prenant cette valeur, il faut donc reconsidérer le courant de pont (I) arbitrairement choisi à 1 mA et effectuer son calcul pour les déterminations suivantes. On a :

$$I = \frac{U_e - U_{SA}}{R_1} = \frac{24 - 6,45}{17,8 \cdot 10^3} = 986 \mu\text{A}$$

### Calcul de $R_2$

$$R_2 = \frac{U_{SB}}{I} = \frac{5,92}{986 \cdot 10^{-6}} = 6 \text{ k}\Omega$$

La valeur normalisée est 6,04 kΩ/1 % ce qui est tout à fait correct.

### Calcul de $P$

$$P = \frac{U_{SA} - U_{SB}}{I} = \frac{6,45 - 5,92}{986 \cdot 10^{-6}} = 537,52 \Omega$$

### Calcul de $R_3$

$$R_3 = \frac{P \cdot P_1}{P_1 - P} = \frac{537,52 \cdot 10^5}{10^5 - 537,52} = 540,42 \Omega$$

Les valeurs les plus rapprochées dans la série E96 étant 536 Ω ou 549 Ω sont, cette fois-ci, incompatibles avec la précision recherchée et il nous faut donc établir l'association de deux résistances-série. Nous avons :

valeurs normalisées 261 Ω/1 %  
et 280 Ω/1 %

d'où :

$$R_3 = R' + R'' = 261 + 281 = 541 \Omega$$

## LE CIRCUIT DE COMPARAISON ET D'HYSTERESIS

Pour la comparaison consigne/mesure, l'amplificateur opérationnel préconisé est un comparateur rapide de type LM 311 (National Semiconductor). Comme tout comparateur, il y a basculement en sortie dès lors qu'il y a dépassement, en-deçà ou au-delà d'un seuil de référence. Comme nous l'avons déjà mentionné par ailleurs, afin d'éviter autant que faire se peut, des commutations continues autour du seuil, il faut prévoir un hystérésis. Celui-ci ne doit cependant pas être trop important pour conserver la précision au montage. Pour le thermostat, nous optons arbitrairement pour un hystérésis de 1° C soit ±0,5° C autour du point de consigne. Naturellement, comme les déterminations précédentes, il conviendra de recalculer précisément cette valeur eu égard aux éléments du circuit. Celui-ci est donné à la figure (10) et l'on sait qu'il suffit d'une simple résistance sur l'entrée non-inverseuse et d'une seconde contre-réactionnant cette entrée à la sortie, pour réaliser le circuit d'hystérésis.

Le graphe de fonctionnement est proposé à la figure (11) et nous avons :

$V_0$  = tension à la sortie du comparateur.

$V_{OH}$  = tension de sortie état haut.

$V_{OL}$  = tension de sortie niveau bas.

$H_y$  = hystérésis.

$V_{REF}$  = tension de référence à l'entrée non-inverseuse du comparateur.

$V_{in}$  = tension sur l'entrée inverseuse.

$V_{inL}$  = tension sur l'entrée inverseuse, seuil bas.

$V_{inH}$  = tension sur l'entrée inverseuse, seuil haut.

On peut écrire :

$$V_{inL} = \frac{R_1}{R_1 + R_2} (V_{OL} - V_{REF}) + V_{REF} \quad (1)$$

$$V_{inH} = \frac{R_1}{R_1 + R_2} (V_{OH} - V_{REF}) + V_{REF} \quad (2)$$

d'où :

# Savoir pratiquer~inventer...

$$V_{inL} = \frac{R1}{R1 + R2} (V_{OL} - V_{REF}) + V_{REF}$$

$$V_{inL} = \frac{R1 \cdot V_{OL} - R1 \cdot V_{REF}}{R1 + R2} + V_{REF}$$

$$V_{inL} (R1 + R2) =$$

$$R1 \cdot V_{OL} - R1 \cdot V_{REF} + R1 \cdot V_{REF} + R1 \cdot V_{REF}$$

$$V_{inL} = \frac{R1 \cdot V_{OL} + R2 \cdot V_{REF}}{R1 + R2} \quad (3)$$

de même :

$$V_{inH} = \frac{R1 \cdot V_{OH} + R2 \cdot V_{REF}}{R1 + R2} \quad (4)$$

### Détermination de l'hystérésis

$$Hy = V_{inH} - V_{inL}$$

$$(4) \quad (3)$$

$$Hy =$$

$$\frac{R1 \cdot V_{OH} + R2 \cdot V_{REF} - R1 \cdot V_{OL} - R2 \cdot V_{REF}}{R1 + R2}$$

$$Hy = \frac{R1 \cdot V_{OH} - R1 \cdot V_{OL}}{R1 + R2}$$

$$= R1 \frac{(V_{OH} - V_{OL})}{R1 + R2}$$

d'où :

$$Hy = \frac{R1}{R1 + R2} (V_{OH} - V_{OL})$$

### Calcul des éléments

On a :

Température de consigne minimum  $5^\circ \text{C} = 5,920 \text{ V}$

Température de consigne maximum  $20^\circ \text{C} = 6,450 \text{ V}$

$15^\circ \text{C} \quad 530 \text{ mV}$

Soit  $1^\circ \text{C} = 35,333 \text{ mV}$ .

Comme nous avons opté pour un hystérésis de  $1^\circ \text{C}$  et que le montage commute entre les niveaux hauts et bas de respectivement  $24 \text{ V}$  et  $0 \text{ V}$ , on peut établir le diagramme de fonctionnement de la figure (12).

Il convient maintenant d'optimiser une valeur pour la résistance de contre-réaction  $R2$  et de calculer  $R1$  pour l'hystérésis voulu. On choisit  $R2$  élevée de valeur  $402 \text{ k}\Omega / 1\%$  dans la série E96 et on a alors :

$$Hy = 1^\circ \text{C} = 35,33 \text{ mV}$$

$$R2 = R_{CR} = 402 \text{ k}\Omega / 1\%$$

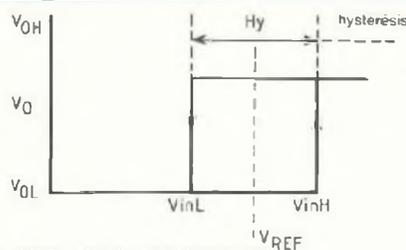


Fig. 11 Graphe de fonctionnement

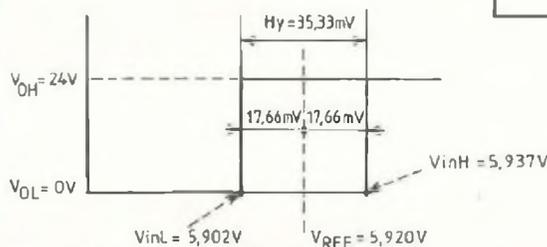


Fig. 12 Diagramme de fonctionnement

$$V_{OH} = 24 \text{ V}$$

$$V_{OL} = 0 \text{ V}$$

$$V_{inL} = V_{REF} - \frac{Hy}{2} = 5,902 \text{ V}$$

$$V_{inH} = V_{REF} + \frac{Hy}{2} = 5,937 \text{ V}$$

### Calcul de R1

$$H = \frac{R1}{R1 + R2} (V_{OH} - V_{OL})$$

$$H = \frac{R1 \cdot V_{OH} - R1 \cdot V_{OL}}{R1 + R2}$$

$$\rightarrow H \cdot R1 + H \cdot R2 = R1 \cdot V_{OH} - R1 \cdot V_{OL}$$

$$H \cdot R2 = R1 \cdot V_{OH} - R1 \cdot V_{OL} - H \cdot R1$$

$$H \cdot R2 = R1 (V_{OH} - V_{OL} - H)$$

d'où :

$$R1 = \frac{H \cdot R2}{V_{OH} - V_{OL} - H}$$

$$= \frac{35,33 \cdot 10^{-3} \cdot 402 \cdot 10^3}{24 - 0 - 35,33 \cdot 10^{-3}}$$

négligeable  
devant 24 V

$$R1 = \frac{35,33 \cdot 402}{24} = 591 \Omega$$

On choisit pour  $R1$  une valeur normalisée dans la série E96 soit  $590 \Omega / 1\%$ . Il nous faut alors maintenant reprendre les calculs pour déterminer avec précision le nouvel hystérésis obtenu.

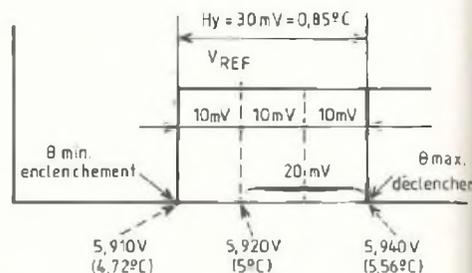


Fig. 13

On a :

### Consigne $5^\circ \text{C}$

$$V_{inL} = \frac{590}{590 + 402 \cdot 10^3} \cdot (0 - 5,92) + 5,92$$

$$V_{inL} = - \frac{3 \, 492,8}{402 \, 590} + 5,92$$

$$\rightarrow V_{inL} = 5,91 \text{ V}$$

$$V_{inH} = \frac{590}{590 + 402 \cdot 10^3} \cdot (24 - 5,92) + 5,92$$

$$V_{inH} = \frac{590 \cdot 10,08}{402 \, 590} + 5,92$$

$$\rightarrow V_{inH} = 5,94 \text{ V}$$

d'où un hystérésis :

$$Hy = 5,94 - 5,91 = 30 \text{ mV soit } 0,85^\circ \text{C}$$

### Consigne $20^\circ \text{C}$

$$V_{inL} = \frac{590}{590 + 402 \cdot 10^3} \cdot (-6,45) + 6,45$$

$$V_{inL} = - \frac{3 \, 805,5}{402 \, 590} + 6,45$$

$$\rightarrow V_{inL} = 6,44 \text{ V}$$

$$V_{inH} = \frac{590}{402 \, 590} \cdot (24 - 6,45) + 6,45$$

$$V_{inH} = \frac{10 \, 354,5}{402 \, 590} + 6,45 \Rightarrow V_{inH} = 6,47 \text{ V}$$

d'où l'hystérésis :

$$Hy = 6,47 - 6,44 = 30 \text{ mV soit } 0,85^\circ \text{C}$$

# Le calcul d'un montage

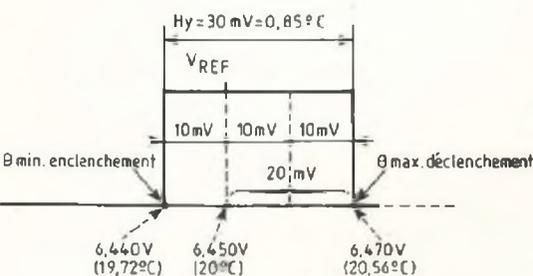


Fig. 14

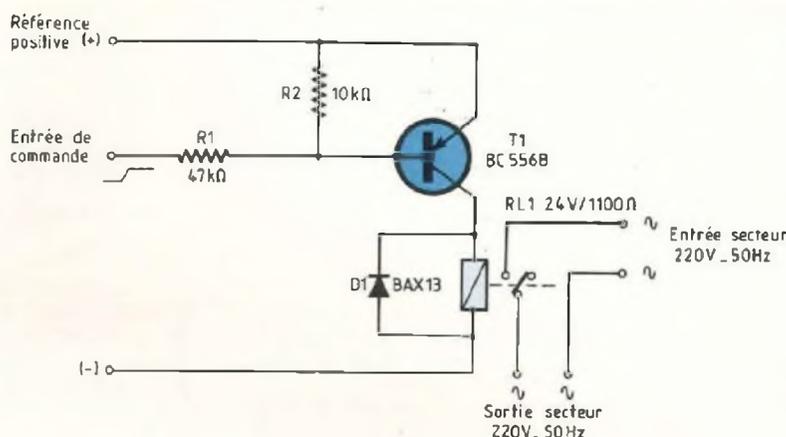


Fig. 15 Circuit de sortie. Il s'agit d'une simple interface de commutation à un transistor.

## Vérification des calculs - 1<sup>er</sup> cas, température : + 5°C

Soit le graphe de la figure (13) corroborant les calculs précédents et pour lequel on a :

$$Hy = 0,85^\circ C \text{ soit } 30 \text{ mV}$$

$$1^\circ C = 35,3 \text{ mV}$$

Potentiomètre de consigné au minimum = 5°C = 5,92 V

$$V_{inL} = V_{REF} - \frac{Hy}{3} = 5,91 \text{ V}$$

$$V_{inH} = V_{REF} + \frac{2Hy}{3} = 5,94 \text{ V}$$

De ce qui précède on détermine que pour la position minimum du potentiomètre de consigne, soit un réglage à +5°C la température maximale de déclenchement sera de :

$$\theta_{max. déclench} = 5 + \frac{1 \cdot 20}{35,3} = 5,56^\circ C$$

et la température minimale d'enclenchement :

$$\theta_{min. enclench} = 5 - \frac{1 \cdot 10}{35,3} = 4,72^\circ C$$

Ce qui conduit à un hystérésis de :

$$Hy = 5,56 - 4,76 = 0,84^\circ C.$$

## 2<sup>e</sup> cas : température + 20°C

Le graphe de fonctionnement est celui de la figure (14) et l'on a :

$$Hy = 0,85^\circ C \text{ soit } 30 \text{ mV}$$

$$1^\circ C = 35,3 \text{ mV}$$

Potentiomètre de consigné au maximum = 20°C = 6,45 V

$$V_{inL} = V_{REF} - \frac{Hy}{3} = 6,44 \text{ V}$$

$$V_{inH} = V_{REF} + \frac{2Hy}{3} = 6,47 \text{ V}$$

De ces données, on détermine que pour la position maximum du potentiomètre de consigne, soit un réglage à +20°C, la température maximale de déclenchement est de :

$$\theta_{max. déclench} = 20 + \frac{1 \cdot 20}{35,3} = 20,56^\circ C$$

et la température minimale d'enclenchement :

$$\theta_{min. enclench} = 20 - \frac{1 \cdot 10}{35,3} = 19,72^\circ C$$

Ce qui conduit à un hystérésis de :

$$Hy = 20,56 - 19,72 = 0,84^\circ C.$$

## CIRCUIT DE SORTIE

Il est donné à la figure (15) et est une simple interface de commutation à un transistor dans le collecteur duquel se trouve la bobine relais. Si les résistances de base R1 et R2 sont des résistances standards 5 % de valeurs cou-

rantes, et la diode D1 un modèle de commutation qui peut être remplacé par une 1N 4148 ou 1N 914 (cette diode montée en inverse ne sert qu'à limiter les pics de surtension dus à l'élément selfique de la bobine relais et à protéger le transistor, nous avons opté pour T1, la référence BC 556B au lieu de son homologue passe-partout BC 557B. La raison en est fort simple et il suffit de se rappeler les mesures effectuées sur l'alimentation secteur, à savoir une tension continue non stabilisée oscillant entre 50 V à vide pour 30 V en charge.

Le BC 557B a un  $V_{CEO \text{ max}}$  de 45 V alors que le BC 556B permet 65 V. La sécurité de fonctionnement est alors garantie à l'aide de ce transistor.

## SCHEMA ELECTRIQUE

### COMPLET DU THERMOSTAT DE PRECISION

Il est donné à la figure (16) et reprend toutes les parties que nous venons d'étudier. Nous avons simplement ajouté la petite capacité C3 aux bornes des entrées de l'amplificateur opérationnel. Elle protège le circuit contre les parasites externes de commutation sur les lignes d'alimentation. Il

# Savoir pratiquer ~ inventer ...

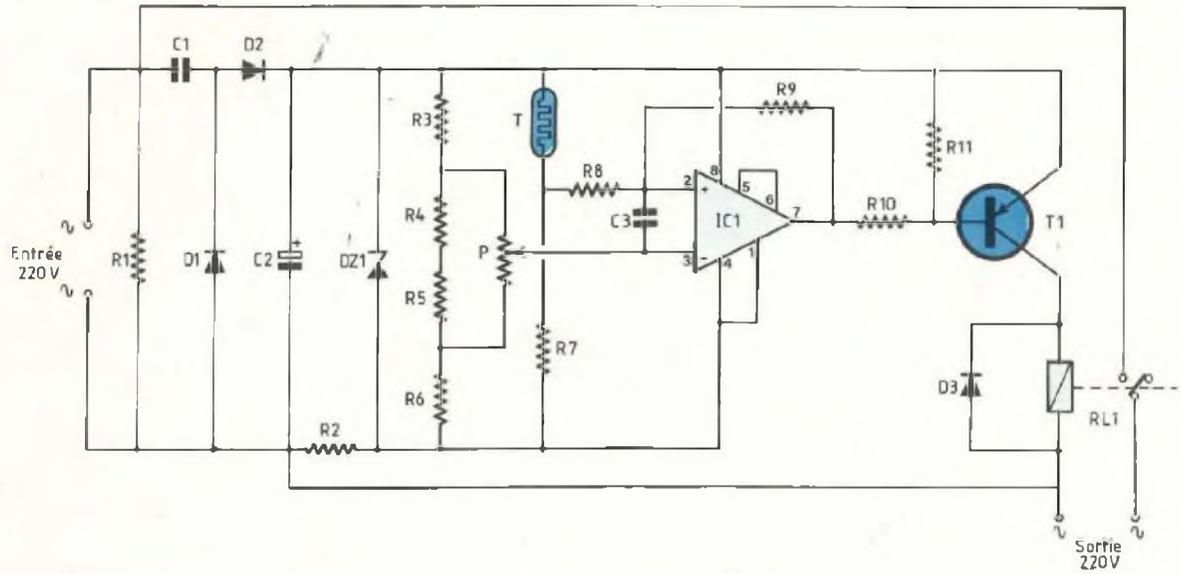


Fig.16 Schéma électrique complet du thermostat de précision. La capacité C3 protège le circuit contre les parasites externes de commutation sur les lignes d'alimentation.

n'y a rien d'autre à ajouter sur ce schéma où tout a été vu et nous récapitulons dans le tableau ci-dessous les caractéristiques du thermostat de précision, puis précisons la nomenclature des composants.

Entrée : 220 V~ 50 Hz

Sortie : 220 V~ 50 Hz

Consigne : de +5° C à +20° C

Précision sur la consigne : ±0,5° C.

## CONCLUSION

Par cette étude détaillée, nous pensons avoir satisfait un nombre grandissant de lecteurs qui désirent étudier des montages eux-mêmes en vue de réalisation ultérieure. Bien sûr, chaque étude est toujours différente, mais les composants qui caractérisent les circuits sont souvent identiques d'un montage à l'autre et il suffit de bien

connaître leurs caractéristiques et méthodes de calcul pour, au fur et à mesure des expérimentations, s'en tirer de plus en plus aisément, et ainsi aborder le grand domaine de la création et de l'invention. C'est ce que nous souhaitons à tous les lecteurs de Led.

C. de Linange

## NOMENCLATURE DES COMPOSANTS

### ● Résistances

- R1 - 220 kΩ 1/4 W 5 %
- R2 - 680 Ω 1 W 5 %
- R3 - 17,8 kΩ 1 %
- R4 - 280 Ω 1 %
- R5 - 261 Ω 1 %
- R6 - 6,04 kΩ 1 %
- R7 - 2,67 kΩ 1 %
- R8 - 590 Ω 1 %

- R9 - 402 kΩ 1 %
- R10 - 47 kΩ 1/4 W 5 %
- R11 - 10 kΩ 1/4 W 5 %

### ● Semiconducteurs

- IC1 - LM 311
- T1 - BC 556B
- D1, D2 - 1N 4007
- D3 - BAX 13
- DZ1 - 1N 4749A

T - TSP 102K

### ● Condensateurs

- C1 - 1 μF/400 V
- C2 - 47 μF/63 V
- C3 - 1 nF

### ● Divers

- P - potentiomètre 100 kΩ Lin. 5 %
- RL1 - 24 V/1 RT - 1 100 Ω

**Vous avez réalisé des montages personnels que vous aimeriez publier dans notre revue, n'hésitez pas à nous joindre, soit par téléphone, soit par courrier, afin d'obtenir les renseignements nécessaires pour une éventuelle collaboration à Led.**

## ALARME SANS FIL

(portée en champ libre)

Alerte par un signal radio. Silencieux (seulement perçu par le porteur du récepteur). Nombreuses applications :

**HABITATION :** pour prévenir discrètement le voisin

**PERSONNES AGEES** en complément avec notre récepteur D 67 et EMETTEUR D22 A ou ET1 (en option)

**ALARME VEHICULE** ou MOTO  
**PRIX** port 45 F

**1 250 F**

Doc. complète contre 10 F en timbres



## TRANSMETTEURS TELEPHONIQUES

### CEV 12

4 numéros d'appel. Bip sonore ou message préenregistré sur cassette (option). Alimentation de secours incorporée. (Homologué)

**SUPER PROMOTION**

**Prix 1 950 F**

Frais de port 45 F

### NOUVEAU !! STRATEL

Transmetteur à synthèse vocale

4 numéros d'appel

2 voies d'entrée.

**Prix :** nous consulter. (Homologué)



## CENTRALE 5 ENTREES D'ALARME chargeur incorporé

**2 690 F**

(envoi en port du SNCF)

## UNE GAMME COMPLETE DE MATERIEL DE SECURITE

Documentation complète contre 16 F en timbres

- 5 entrées d'alarme, 1 entrée à déclenchement instantané.
- 1 entrée NF instantanée.
- 1 entrée NF temporisée.
- 1 entrée d'autoprotection 24 h/24.
- 1 entrée N/O immédiat.

— **DETECTEUR IR 1800** portée 17 m, 24 faisceaux.

— **2 SIRENES** électronique modulée, autoprotégée

— **1 BATTERIE** 12 V, 6,5 A, étanche, rechargeable

— **20 mètres** de câble 3 paires 6/10

— **4 détecteurs** d'ouverture ILS

## CENTRALE AE 2

**ENTREE :** Circuit instantané normalement ouvert. Circuit instantané normalement fermé. Circuit retardé norm. fermé. Temporisation de sortie fixe. Temporisation d'entrée de sortie et temps d'alarme réglable.

**SORTIE :** Préalarme pour signalisation d'entrée en éclairage. Circuit pour alimentation radar. Circuit sirène intérieure. Circuit sirène auto-alimentée, autoprotégée. Relais inverseur pour transmet. téleph. et autre. Durée d'alarme 3', réarmement automat.

**TABEAU DE CONTRÔLE :** voyant de mise en service. Voyant de circuit instantané. Voyant de circuit retardé. Voyant de présence secteur. Voyant de mémoris. d'alarme. Frais de port 35 F

**980 F**

## CENTRALE BLX 06

UNE petite centrale pour appartement avec 3 entrées : normalement fermé :

- immédiat
- retardé
- autoprotection
- Chargeur incorporé 500 mA
- Contrôle de charge
- Contrôle de boucle
- Dimensions 210 x 165 x 100 mm



Port 35 F

**PRIX EXCEPTIONNEL**

**590 F**

## SELECTION DE NOS CENTRALES D'ALARME

### CENTRALE série 400

NORMALEMENT fermé.

**SURVEILLANCE :** 1 boucle N/F instantanée - 1 boucle N/F temporisée - 1 boucle N/F autoprotection 24 h/24 - 3 entrées N/O identiques aux entrées N/F.

Alimentation chargeur 1,5 amp. Réglage de temps d'entrée, durée d'alarme. Contrôle de charge ou contrôle de bande. Mémorisation d'alarme.

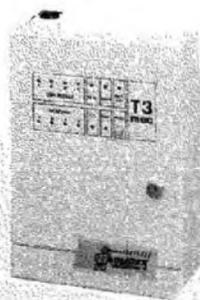
**1 200 F**

(port SNCF)

**SIMPLICITE D'INSTALLATION** Sélection de fonctionn. orient. des sirènes

### T3 CENTRALE MODULAIRE

4 véritables zones d'alarme — 2 zones NF immédiat — 1 zone NF temporisé. — 1 zone NF d'autoprotection permanente ou 2 zones - temporisé - 1 immédiat - 1 autoprotection ou 3 zones - immédiat - 1 autoprotection mémorisation d'alarme sur chaque zone + mémorisation des zones mises en service sans déclencher l'alarme — 3 circuits d'analyse pour les contacts inertiels avec réglage séparé. — Coffret en acier autoprotégé. — Clé M/A reportée à distance (non fournie). — Réglage séparé des temps de sortie - d'entrée et de durée d'alarme — Sortie pour contacts pré-alarme. — Sortie pour transmetteur téléphonique. — D'autres fonctions intéressantes vous seront dévoilées par nos techniciens.



**PRIX DE LANCEMENT 1 950 F**

Documentation contre 25 F en timbres. Frais de port 45 F

### CENTRALE D'ALARME 410

5 zones sélectionnables 2 par 2 sur la face avant, 2 zones de détection immédiate. 2 zones de détection temporisée. 1 zone d'autoprotection, chargeur 12 V 1,5 amp. Voyant de contrôle de boucle, mémorisation d'alarme et test sirène. Commande par serrure de sécurité cylindrique. Dim. H 195 x L 180 x P 105

**PRIX**

**2 250 F**

port du

### DETECTEUR RADAR

Anti-masque PANDA - BANDE X. Emetteur-récepteur de micro-ondes. Protection très efficace. S'adapte à toutes nos centrales alarmes. Supprime toute installation compliquée. Alimentation 12 Vcc. Angle protégé 140°. Portée 3-20 m.

**NOMBREUX MODELES DISPONIBLES**

**1 290 F**

Frais d'envoi 40 F

### EMETTEURS : en champ libre

— Portée 50 à 150 m

— Portée 5 km, réglable de 80 à 117 MHz

**980 F**

**1 580 F**

## RECHERCHE DE PERSONNES



### SYSTEME 4 OU 8 PERSONNES

- Diffusion d'un signal et d'un message parlé dans le sens base-mobilité.
- Nombreuses applications : hôpitaux, bureaux, ateliers, usines, restaurants, grandes surfaces, écoles, universités, etc.
- Portée : 1 km. Avec kit d'amplification : jusqu'à 10 km

**Prix :** nous consulter

### RADAR HYPERFREQUENCE

BANDE X  
 AE 15, portée 15 m. Réglage d'intégration. Alimentation 12 V.

**980 F**

frais de port 40 F



## EQUIPEMENT DE TRANSMISSION D'URGENCE ET 1

Le compagnon fidèle des personnes seules, âgées, ou nécessitant une aide médicale d'urgence



- 1) **TRANSMISSION** au voisinage ou au gardien par **EMETTEUR RADIO** jusqu'à 3 km
- 2) **TRANSMETTEUR DE MESSAGE** personnalisé à 4 numéros de téléphone différents ou à une centrale de Télésurveillance.

Documentation complète contre 16 F en timbres

## PASTILLE EMETTRICE

Vous désirez installer rapidement et sans branchement un appareil d'écoute téléphonique et l'émetteur doit être invisible. S'installe sans branchement en cinq secondes (il n'y a qu'à changer la capsule). Les conversations téléphoniques des deux partenaires sont transmises à 100 m en champ libre.



**PRIX :** nous consulter

Document, complète contre 10 F en timbres (Non homologué) Vente à l'exportation.

## INTERRUPTEUR SANS FIL portée 36 mètres

Nombreuses applications (lécommande, éclairage jardin, etc.)

Alimentation du récepteur : entrée 220 V sortie 220 V, 250 W. EMETTEUR alimentation pile 9 V

**AUTONOMIE 1 AN**

**450 F** Frais d'envoi 25 F



## POCKET CASSETTE VOICE CONTROL

LECTEURS/ENREGISTREURS à système de déclenchement par la voix. Catalogue complet contre 22 F en timbres.



## COMMANDE AUTOMATIQUE D'ENREGISTREMENT TELEPHONIQUE

Déclenche automat. et sans bruit l'enregistrement de la communication dès que l'appareil est décroché et s'arrête dès qu'il est raccroché. Non homologué

**395 F** port 25 F

## 1 CENTRALE Série 400

1 BATTERIE 12 V 2 A étanche, rechargeable.

### 1 SIRENE

Électronique autoalimentée pour l'extérieur

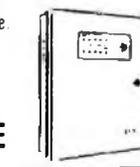
### + 1 SIRENE

Électronique modulée de forte puissance pour l'intérieur

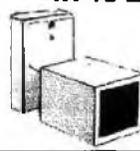
1 BATTERIE 12 V 6,5 A étanche rechargeable

4 DETECTEURS d'ouverture ILS

## 1 RADAR IR 15 LD



Avec 20 m de CABLES 3 paires 6/10



**3 820 F** L'ENSEMBLE (envoi en port du SNCF)

## RECEPTEUR MAGNETOPHONES

- Enregistre les communications en votre absence. AUTONOMIE 4 heures d'écoute.
- Fonctionne avec nos micro-émetteurs.

**PRIX NOUS CONSULTER**

Documentation complète de toute la gamme contre 15 F en timbres.



## DETECTEUR INFRA-ROUGE PASSIF IR 15 LD

Portée 12 m. Consommation 15 mA. 14 rayons de détection. Couverture : horizontale 110°, verticale 30°.

**Prix : 950 F** Frais de port 35 F

TOUTE UNE GAMME de DETECTEURS INFRAROUGE Disponible

## N° 30

Rubriques	Page
Led vous informe	4
Conseils et tours de main : les contrôles de tonalité	10
En savoir plus sur : le Microprofessor MPF 1 Plus	16
En savoir plus sur : l'informatique et le bureau d'études techniques électroniques (1 <sup>re</sup> partie)	22
En savoir plus sur : les rubriques Led des numéros 21 à 29	26
Raconte-moi la micro-informatique	29
Magazine : micro-ordinateur et vidéo graphismes	35
Kit : horloge 4 digits avec alarme	46
Kit : encodeur de clavier 8 x 8 simple et économique	52
Kit : sablier électronique	62
Kit : enceinte acoustique SEAS 253	68
Kit : ohmmètre à commutation automatique de gamme (1 <sup>re</sup> partie)	72
Les mots croisés de l'électronicien	79

## N° 31

Rubriques	Page
Led vous informe	4
Conseils et tours de main : les circuits testeurs	10
En savoir plus sur : le Microprofessor MPF 1 Plus (2 <sup>e</sup> partie)	16
En savoir plus sur : l'informatique et le bureau d'études techniques électroniques (2 <sup>e</sup> partie)	22
En savoir plus sur : les mesures alternatives	26
Raconte-moi la micro-informatique	31
Magazine : micro-ordinateur et vidéo-graphismes	35
Kit : convertisseur de tension alternatif/continu 12 V = /220 V	46
Kit : clap machine (interrupteur sonore)	52
Kit : émetteur automatique Foxtrot	58
Kit : ohmmètre à commutation automatique de gamme (2 <sup>e</sup> partie)	66
Les mots croisés de l'électronicien	79

## N° 32

Rubriques	Page
Led vous informe	4
Conseils et tours de main : parasites secteur, ronflements, souffle	8
En savoir plus sur : le double filtre MF 10 CN	14
En savoir plus sur : la mesure de distorsion harmonique	22
Raconte-moi la micro-informatique	29
Magazine : la nouvelle numérotation (1 <sup>re</sup> partie)	35

Kit : pilote sinusoïdal 50 Hz à quartz	42
Kit : réducteur de bruit	52
Kit : mini-orgue électronique	62
Kit : ohmmètre à commutation automatique de gamme (3 <sup>e</sup> partie)	68
Les mots croisés de l'électronicien	79

## N° 33

Rubriques	Page
Led vous informe	4
Conseils et tours de main : les selfs pour filtres passifs et leur réalisation artisanale	8
En savoir plus sur : le HCF 4017 B et ses applications	16
Raconte-moi la micro-informatique	27
Magazine : la nouvelle numérotation (2 <sup>e</sup> partie)	35
Kit : chargeur de batteries 12 V/0 à 10 A (1 <sup>re</sup> partie)	46
Kit : flash pour studio photo	52
Les mots croisés de l'électronicien	61
Kit : beeper CB 9 ou 15 notes	62

## N° 34

Rubriques	Page
Conseils et tours de main : l'adaptation des cellules à bobine mobile	4
Led vous informe	9
En savoir plus sur : l'oscilloscope	10
En savoir plus sur : les dispositifs à seuil	16
En savoir plus sur : la RDS ou Réception Directe des Satellites TV (1 <sup>re</sup> partie)	24
Raconte-moi la micro-informatique	31
Magazine : compact disc et vidéo guidage	35
Le système CARIN	35
Kit : amplificateur stéréo pure classe A - 2 x 15 W eff	42
Kit : chargeur de batteries 12 V - 0 à 10 A (2 <sup>e</sup> partie)	60
Kit : alimentation à découpage	70
Kit : VU-mètre à diodes leds - 40 dB à +3 dB	74
Les mots croisés de l'électronicien	79

## N° 35

Rubriques	Page
Conseils et tours de main : le tube pentode EL34	4
Led vous informe	10
En savoir plus sur : la RDS ou Réception Directe des Satellites TV (2 <sup>e</sup> partie)	14
En savoir plus sur : les transformées de Laplace	24
Raconte-moi la micro-informatique	31

# es rubriques LED des n°30 à 40

Magazine : micro-ordinateur et vidéo-graphismes	35
Kit : portier électronique (1 <sup>re</sup> partie)	44
Kit : chenillard à intensité variable	52
Kit : chargeur de batteries 12 V - 0 à 10 A (3 <sup>e</sup> partie)	56
Kit : préamplificateur vidéo-correcteur	70
Les mots croisés de l'électronicien	77

## N° 36

Rubriques	Page
Led vous informe	4
Conseils et tours de main : les transistors à effet de champ	6
En savoir plus sur : la RDS ou Réception Directe par Satellite TV (3 <sup>e</sup> partie)	12
En savoir plus sur : les convertisseurs tension/fréquence	22
Raconte-moi la micro-informatique	29
Magazine : la Radiovision des images en FM	35
Kit : modulateur-gradateur de lumière	42
Kit : contrôle de modulation stéréophonique	54
Kit : disjoncteur pour alimentation symétrique	58
Kit : portier électronique (2 <sup>e</sup> partie)	66
Les mots croisés de l'électronicien	79

## N° 37

Rubriques	Page
Led vous informe	4
Conseils et tours de main : tétrodes et pentodes en simple étage	8
En savoir plus sur : les afficheurs fluorescents	14
Raconte-moi la micro-informatique	29
Magazine : la cinquième chaîne, ses brouillages, le moyen d'y remédier	35
Kit : enceinte acoustique 3 voies SEAS	44
Kit : portier électronique (3 <sup>e</sup> partie)	52
Kit : thermostat - 20° C à + 80° C	64
Kit : amplificateur antenne TV	68
Kit : temporisateur	72
Les mots croisés de l'électronicien	79

## N° 38

Rubriques	Page
Led vous informe	4
Conseils et tours de main : les proportions du local d'écoute en Hi-Fi	8
En savoir plus sur : le convertisseur tension/fréquence LM 331	14

En savoir plus sur : contre les nuisances TV : la chasse aux interférences	20
Raconte-moi la micro-informatique	29
Magazine : Amiga : l'alliance de l'informatique et de la vidéo	35
Kit : programmeur d'Eeproms autonome (1 <sup>re</sup> partie)	40
Kit : alimentation pour micro-ordinateur + 5 V / ± 12 V	52
Kit : capteur quantitatif de luminosité	60
Kit : ensemble triphonique TRIAX 30 de Focal	68
Les mots croisés de l'électronicien	79

## N° 39

Rubriques	Page
Led vous informe	5
Conseils et tours de main : l'utilisation optimale des phonolecteurs	8
En savoir plus sur : la RDS - la parabole - Approche mathématique	16
Raconte-moi la micro-informatique	23
Kit : sonde logique 3 états	30
Magazine : micro-ordinateur et vidéo-graphismes	35
Kit : programmeur d'Eeproms autonome (2 <sup>e</sup> partie)	42
Kit : compositeur téléphonique 128 numéros	62
Les mots croisés de l'électronicien	79

## N° 40

Rubriques	Page
Led vous informe	4
Conseils et tours de main : quels composants utiliser pour la réalisation d'un filtre d'enceinte acoustique	8
Conseils et tours de main : comment améliorer une enceinte acoustique : l'ébénisterie	12
En savoir plus sur : le haut-parleur dynamique	18
En savoir plus sur : les filtres passifs pour enceintes acoustiques	24
En savoir plus sur : les enceintes acoustiques	28
En savoir plus sur : la conception assistée par ordinateur : le cas de l'enceinte acoustique	32
Magazine : lorsque le kit atteint des sommets	35
Raconte-moi la micro-informatique	39
Kit : enceinte SEAS K21 FW BX	48
Kit : enceinte Audax BEX 40	52
Kit : enceinte Kef CS1	56
Kit : enceinte Siare 26M	62
Kit : enceinte Focal 600	66
Kit : enceinte Audioanalyse Le Panneau	72
Kit : enceinte Dynaudio Axis 5	76



# raconte-moi...

## LA MICRO-INFORMATIQUE

**C'**est en 1970, que les microprocesseurs 8 bits firent leur apparition. Parmi les plus célèbres, citons bien sûr le Z80 de Zilog, le 6800 de Motorola, le 6502 de Rockwell et le 8080 d'Intel. C'est surtout le Z80 et le 6502 qui retinrent l'attention des constructeurs (figure 1) de micro-informatique et à l'heure actuelle un microprocesseur comme le Z80 grâce au standard MSX et aux micro-ordinateurs de la firme Amstrad vit encore de beaux jours. Pourtant peu à peu les exigences des utilisateurs grandirent et certaines limitations dans l'utilisation des microprocesseurs 8 bits apparurent :

- La taille mémoire de 64 koctets pour des applications particulières s'avère insuffisante.
- Lorsqu'on désire travailler avec des données supérieures à 8 bits, celles-ci doivent être divisées en mots élémentaires de 8 bits (1 octet), ce qui est très pénalisant d'un point de vue perfor-

Le voyage au cœur des PC continue, aujourd'hui nous allons analyser le microprocesseur 8088 d'Intel, qui équipe l'IBM PC et la plupart des compatibles.

mance (temps d'exécution de certaines instructions multiplié par 2).

- Les adressages disponibles sur un microprocesseur 8 bits sont limités et peu adaptés à une programmation modulaire.
- Les microprocesseurs 8 bits ne disposent généralement pas des instructions de multiplication et de division.

Tous ces arguments furent à la base du développement des microprocesseurs de la troisième génération : les microprocesseurs 16 bits. Intel déjà célèbre avec les microprocesseurs 8080 et 8085 fut un des premiers à se lancer dans la bataille et c'est en juillet 1978 que fut disponible le 8086 microprocesseur 16 bits de sept à douze fois plus performant que les microprocesseurs 8 bits.

Une fois le microprocesseur conçu, il ne restait plus qu'à l'intégrer dans un système et c'est là qu'apparut une nouvelle contrainte. En effet, la plupart des périphériques employés en micro-informatique (imprimante, unité de disques souples, unité de disques durs), utilisent des coupleurs qui manipulent des mots de 8 bits, ce qui les rend peu adaptés aux microprocesseurs 16 bits. Une solution intermédiaire naquit alors avec ce qu'on appellera plus tard les faux 16 bits. Ces microprocesseurs «les faux 16 bits» présentent la particularité de posséder un bus interne de 16 bits et un bus externe de 8 bits. Cette double structure leur assure à la fois la puissance de calcul des 16 bits, mais aussi la compatibilité avec les périphériques 8 bits. Deux microprocesseurs dominent le marché des faux 16 bits, le 68008 de Motorola et le 8088 d'Intel. Chacun d'eux présente des avantages, mais le succès de l'IBM PC vaut au 8088 une renommée beaucoup plus grande. Notons toute-

Microprocesseur	Micro-ordinateur
Z80, Zilog	TRS 80, ZX 81, Micro-ordinateur MSX, Amstrad...
6502 Rockwell	Appel II, Oric, Pet Commodore...

Fig. 1 : Microprocesseur 8 bits et micro-ordinateurs personnels.

Registres	Général	Index	Pile	Etat
6502	1-8 bits	2-8 bits	1-8 bits	1-8 bits
Z80	14-8 bits	2-16 bits	1-16 bits	2-8 bits
6800	2-8 bits	1-16 bits	1-16 bits	1-8 bits
8085	7-8 bits	Non	1-16 bits	1-8 bits

Fig. 2 : Comparaison des différents microprocesseurs 8 bits : nombre et taille des registres.

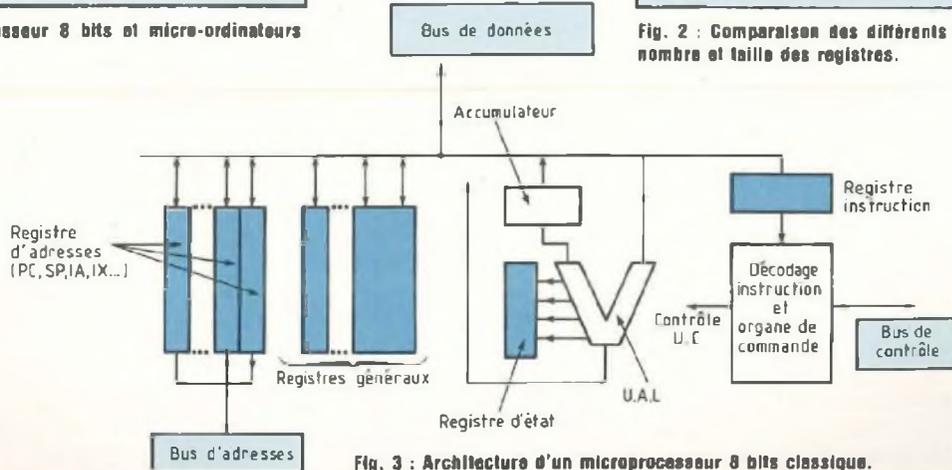


Fig. 3 : Architecture d'un microprocesseur 8 bits classique.

# raconte-moi...

## LA MICRO-INFORMATIQUE

fois que le 68008 équipe le QL de Sainclair.

### ARCHITECTURE D'UN MICROPROCESSEUR

La figure 3 présente l'architecture classique d'un microprocesseur. Ce schéma fortement inspiré des microprocesseurs 8 bits standards (6800, 6502, Z80) peut être divisé en trois parties.

**L'U.A.L.** ou Unité Arithmétique et logique exécute toutes les instructions logiques élémentaires que l'on retrouve dans le calcul binaire (et, ou, non) ainsi que toutes les instructions arithmétiques (addition, soustraction).

**L'Unité de commande et de contrôle** décode les instructions et génère les signaux de commande nécessaires à l'exécution d'une instruction (signaux de lecture, d'écriture mémoire...)

**Les registres** sont des petites mémoires vives qui permettent le stockage temporaire d'informations (données, adresses, instructions) traitées et exploitées par le microprocesseur. Généralement dans un microprocesseur on retrouve trois types de registres.

- Les registres généraux qui mémorisent des données (par exemple, un accumulateur est un registre général).

- Les registres d'adresses qui permettent de pointer dans la mémoire une certaine zone. Par exemple le compteur ordinaire contient l'adresse de la prochaine instruction qui devra exécuter le microprocesseur.

- Les registres de contrôle et d'état qui permettent de contrôler des circuits extérieurs ou de suivre le résultat d'une opération.

D'une façon générale, le déroulement d'une instruction suit trois étapes différentes.

1) L'instruction correspondante est recherchée en mémoire.

2) Cette instruction dirigée vers le

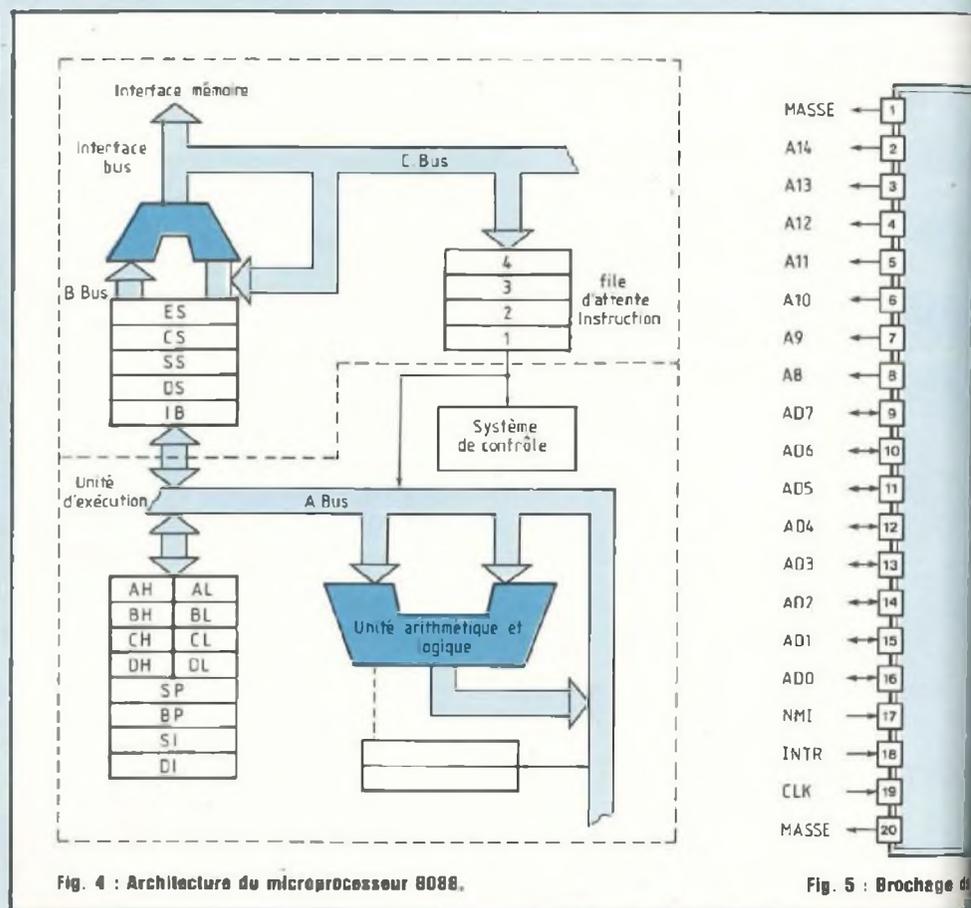


Fig. 4 : Architecture du microprocesseur 8088.

Fig. 5 : Brochage du

microprocesseur est décodée.

3) L'instruction est exécutée.

La majorité des instructions comporte deux parties : le code opératoire et l'adresse. Le code opératoire indique au microprocesseur le type de l'instruction et l'adresse, le lieu où il doit trouver où placer les informations correspondantes. Dans un microprocesseur 8 bits, les 3 étapes précédentes se font séquentiellement et utilisent tous les sous-ensembles (U.A.L., Registre, Unité de contrôle et de commande) définis il y a quelques instants. Nous allons voir maintenant que le microprocesseur 8088 présente de notables améliorations par rapport à cette architecture de base.

### ARCHITECTURE DU MICROPROCESSEUR 8088 INTEL

Outre la taille de son bus de données interne et de son bus d'adresses, le microprocesseur 8088 présente des extensions significatives par rapport aux microprocesseurs 8 bits standard définis précédemment. La figure 4 présente l'architecture du 8088 ; celle-ci peut être divisée en deux parties :

**L'unité de traitement** (E.U. Exécution Unit) qui comprend les registres d'adresses et de données, l'unité arithmétique et logique (U.A.L.) et l'unité de contrôle.

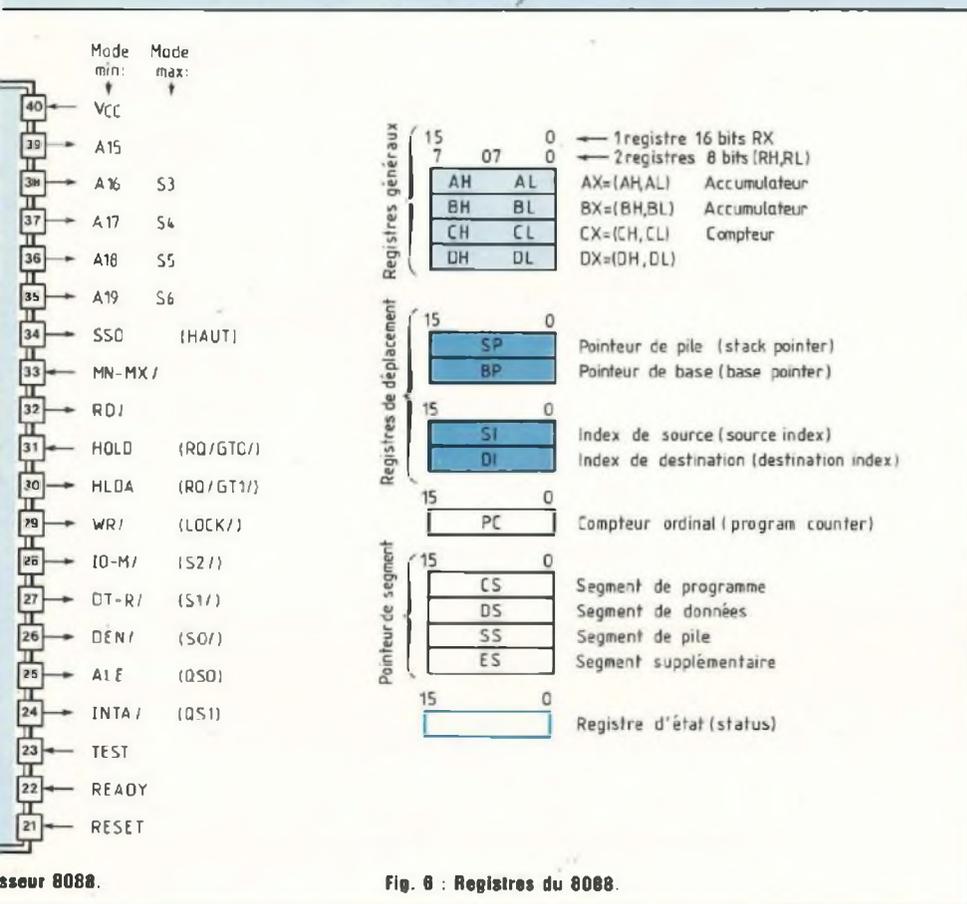


Fig. 6 : Registres du 8088.

L'unité d'interface aux bus (B.I.U. Bus Interface Unit) constituée des registres de segment et d'une mémoire de 4 octets (6 octets pour le 8086) dont le rôle est de stocker les instructions en attente d'exécution (on trouve souvent cette mémoire sous la dénomination de file d'attente ou queue).

Essayons maintenant de disséquer le fonctionnement de ces deux unités. Lorsque l'U.A.L. est disponible, elle va récupérer au sommet de la file d'attente la prochaine instruction à exécuter, cette exécution prend un certain temps, mis à profit par le B.I.U. pour aller chercher en mémoire vive les instructions suivantes et ainsi rem-

plir sa file d'attente. En d'autres termes, cette structure permet un chevauchement entre la fonction exécution d'une instruction et la fonction recherche d'instructions, fonctions qui étaient séquentielles dans un microprocesseur 8 bits.

Il est facile d'imaginer que cette structure à deux unités permet un gain de temps important et confère au microprocesseur 8088 une puissance accrue.

## LES SIGNAUX DU 8088

La figure 5 présente le brochage du 8088, suivant sa fonction chaque sortie peut être regroupée dans les quatre sous-ensembles suivants :

- lignes d'adresse,
- lignes de données,
- lignes de contrôle et d'état,
- entrées alimentation et horloge.

Le 8088 se présente sous la forme d'un boîtier 40 broches ; cette prouesse a été rendue possible grâce à l'utilisation d'un multiplexage temporel du bus de données (D0-D7) avec les 8 bits de poids faible du bus d'adresse (A0-A7). Ce multiplexage implique que toutes les séquences de lecture et d'écriture devront se dérouler en deux phases. Une première phase où le 8088 délivre les 8 bits d'adresse et une seconde phase où ce sont les 8 bits de données qui sont présents sur le bus commun. L'inconvénient de ce type de fonctionnement est, bien sûr, de ralentir le microprocesseur. De plus, il nécessite des circuits annexes pour mémoriser (Latch en anglais), les bits d'adresse.

Dernière nouveauté ou originalité comme vous voudrez, le 8088 possède deux modes de fonctionnement. (mode minimum, mode maximum) qui peuvent être définis par l'utilisateur grâce à l'entrée MN/MX. A chaque mode correspondent des signaux de contrôle spécifiques.

Les tableaux 1, 2 et 3 donnent la signification des 40 broches du 8088 dans les deux modes de fonctionnement MIN et MAX.

### 8088 Mode minimum

Dans un mode minimum (MN/MX = + 5 V), le 8088 adresse une zone mémoire de 1 Mégaoctet et 64 octets d'entrées/sorties. Le contrôle des différents bus est effectué directement par le 8088 (DT/R, REN, ALE, M/I/O, RD, WR, INTA) alors qu'une opération DMA est gérée grâce aux deux signaux HOLD et MLDA.

### 8088 Mode maximum

Le mode maximum est utilisé dans des configurations multiprocesseur où plusieurs processeurs sont reliés en parallèle sur les trois bus et se parta-

# raconte-moi...

## LA MICRO-INFORMATIQUE

gent les ressources du système. En mode maximum le contrôle des bus n'est pas effectué directement par le 8088 et nécessite un circuit extérieur, le 8288, afin de générer les différents signaux de contrôle. Nous allons maintenant examiner les différents signaux spécifiques à cette configuration :

-QS0 et QS1 permettent à un circuit extérieur (par exemple un autre processeur) de connaître l'état de la file d'attente du 8088 ;

-S0, S1, S2 indiquent l'opération en cours et permettent donc au contrôleur extérieur 8288 de gérer mémoires et périphériques.

-Lock précise que le 8088 est en train d'effectuer une instruction et qu'il ne peut pas céder les bus à un autre utilisateur. Avec ce signal, le 8088 «verrouille» les bus.

-RQ/GT0, RQ/GT1 permettent de gérer l'accès aux bus (temps partagé ou time sharing) des différents processeurs.

Dans le cas de l'IBM PC, le microprocesseur 8088 est configuré en mode maximum, ce qui lui permettra, nous le verrons le mois prochain, de partager ses bus avec un coprocesseur arithmétique et un contrôleur de D.M.A.

### LES REGISTRES DU 8088

Le 8088 (figure 6) dispose de trois jeux de registres de 16 bits.

- Les registres généraux,
- Les registres d'adresse. Pointeurs et index,
- Les registres de segment.

#### Les registres généraux

Les registres généraux du 8088 peuvent être considérés soit comme 4 registres de 16 bits (AX, BX, CX, DX) ou soit comme 8 registres de 8 bits. Cette double structure présente l'avantage de pouvoir effectuer des opérations sur des mots de 8 bits ou sur des mots de 16 bits, ce qui permet en particulier d'utiliser des programmes écrits pour

Désignation	N° de broche	Fonction
A0-AD7	9-16	Bus d'adresses et données multiplexés
A15-A8	2-8, 39	Bus d'adresses
A19/S6, A18/S5	35-38	Bus d'adresses et bits d'état (S2, S4, S5, S6) multiplexés
A17/S4, A16/S3	32	Un niveau bas sur cette broche indique une lecture d'un emplacement mémoire ou d'une entrée-sortie
RD	32	Un niveau bas sur cette broche indique une lecture d'un emplacement mémoire ou d'une entrée-sortie
READY	22	Signal de synchronisation entre le microprocesseur et un périphérique ou une mémoire trop lente
INTR	18	Demande d'interruption masquable
NMI	17	Demande d'interruption non masquable
TEST	23	Mise en attente du microprocesseur
RESET	21	Remise à l'état initial
CLK	19	Entrée horloge
MN/MX	33	Sélection de la configuration minimum (MN/MX = 1) ou maximum (MN/MX = 0)
Masse	1,20	0 volt
V <sub>cc</sub>	40	+ 5 volts

Désignation	N° de broche	Fonction
WR	29	Un niveau bas sur cette broche indique que le microprocesseur procède à une écriture d'un emplacement mémoire ou d'une entrée-sortie
INTA	24	Signal de validation d'une interruption
DT/R	27	Sélection écriture (DT/R = 1) ou lecture (DT/R = 0) destinée aux amplificateurs de bus
DEN	26	Activation des amplificateurs de bus
HOLD	31	Demande d'accès direct à la mémoire (DMA)
HLDA	30	Prise en compte par le microprocesseur de la demande d'accès direct à la mémoire
ALE	25	Validation des adresses
M/IO	28	Sélection d'une opération de mémoire (M/IO = 1) ou d'une opération d'entrée-sortie (M/IO = 0)

Désignation	N° de broche	Fonction
S0, S1, S2	26,27	Bits d'état
RQ/GTO	31	Demande d'accès au bus dans un système multi-processeur, RQ/GTO est prioritaire sur RQ/GT1
RG/GT1	30	
QS0, QS1		Etat de la file d'attente
LOCK		Accès au bus interdit

Tableau 3 : Signaux réservés au mode maximum.

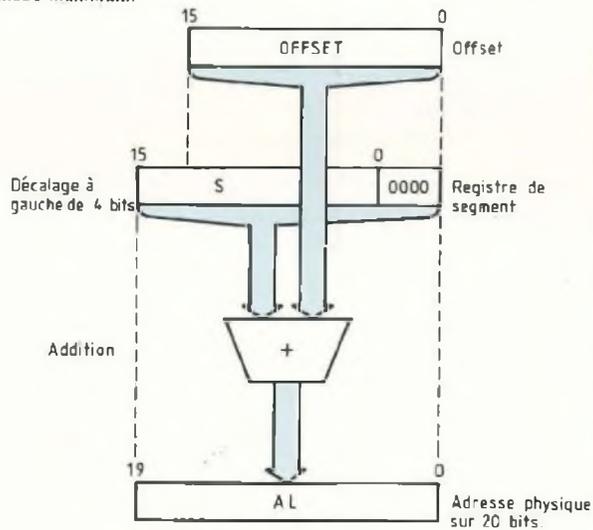


Fig. 6 : Principe de la segmentation.

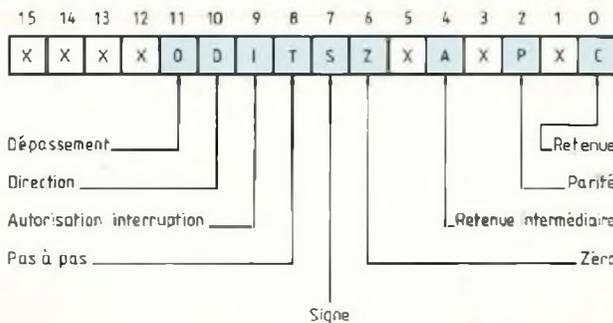


Fig. 7 : Registre d'état signification des différents bits.

les microprocesseurs 8 bits d'Intel (8080, 8085). Le registre AX est défini comme le premier accumulateur. Toutes les opérations d'entrées/sorties, les opérations sur des chaînes de caractères et les instructions arithmétiques utilisent ce registre. BX est considéré comme le registre de base. Il est généralement utilisé lors d'un calcul d'adresse et est équivalent au registre HL du 8085. Le registre CX est utilisé comme compteur par les instructions de boucle. Il permet de contrôler facilement le nombre d'interactions effectuées dans une boucle. Enfin le registre DX est mis en œuvre lors des opérations d'entrées/sorties. C'est lui qui précise l'adresse où doit se dérouler l'entrée ou la sortie.

### Les registres de déplacement

Les registres de déplacement qui opèrent sur des adresses peuvent être divisés en deux groupes, les pointeurs et les index.

Les registres pointeurs (SP, BP) permettent l'accès à la «pile» (stack en anglais) du microprocesseur. Rappelons qu'une pile est une zone mémoire que le microprocesseur réserve au stockage des informations (registres généraux et compteur ordinal par exemple) lors d'une interruption ou d'un appel à un sous-programme. Le registre SP pointe le sommet de la pile, il est automatiquement incrémenté ou décrémenté lors des instructions de transfert pile-registre (POP) et registre-pile (PUSH).

Le registre BP autorise l'accès à des données stockées dans la pile.

Les registres d'index (SI, DI) sont utilisés lorsqu'on désire accéder à des données stockées en mémoire, par exemple sous forme de tableaux.

### Le registre d'état <status register>

Comme tous les microprocesseurs, le 8088 dispose d'un registre d'état.

Tableau 1 : Signaux du 8088  
à quel que soit le mode de fonctionnement.

Tableau 2 : Signaux réservés  
au mode minimum.

# raconte-moi...

## LA MICRO-INFORMATIQUE

D'une taille de 16 bits, ce registre permet à la fois de contrôler le fonctionnement du microprocesseur mais aussi le résultat d'une opération arithmétique. La figure 7 analyse les différents bits contenus dans ce registre. Rappelons que ce sont les bits d'états que vient scruter le microprocesseur lorsqu'il effectue un branchement conditionnel.

### Les registres de segment

Grâce à ces 20 bits d'adresse, le 8088 peut adresser ( $2^{20}-1$ ) 1 million d'octets différents. Afin de diminuer la longueur des instructions, celles-ci sont associées à des adresses codées sur 16 bits, et non sur 20 bits. Pour ce faire, l'espace adressable du 8088 est divisé en 16 segments de 64 koctets chacun. Chaque segment constitue donc une zone continue de mémoire adressable directement par le microprocesseur et dont l'adresse physique est calculée à partir du registre de segment associé. Le 8088 dispose de quatre registres de segment affectés chacun à une zone mémoire différente : mémoire de programme, de données, de pile et mémoire supplémentaire. Les quatre registres de segment permettent d'accéder à tout moment à 256 koctets ( $4 \times 64$  koctets). Pour accéder aux autres zones de mémoire, il suffit de changer le contenu de ces registres. La figure 8 indique comment le microprocesseur reconstitue l'adresse de 20 bits à partir du registre de segment et des 16 bits d'adresse contenus dans l'instruction. Les deux opérations effectuées sont un décalage à gauche de 4 bits du registre segment utilisé (CS, DS, SS ou ES) et l'addition du déplacement avec le contenu du registre de segment décalé. Les intérêts de la segmentation sont nombreux. Tout d'abord en réduisant la taille des instructions, l'adressage par segment permet de réduire l'encombrement mémoire et d'augmenter la

rapidité d'un programme. Enfin, l'intérêt principal de la segmentation est de pouvoir transférer aisément un programme à un autre emplacement mémoire en changeant uniquement les registres de segment. Cette caractéristique permet de simplifier notablement l'assemblage final d'un programme rédigé sous la forme de différents modules venus d'horizons divers.

### LES INSTRUCTIONS DU 8088

Le jeu d'instructions du microprocesseur 8088 peut être décomposé en 6 groupes distincts :

- les instructions du transfert,
- les opérations arithmétiques,
- les opérations logiques,
- les manipulations de chaînes de caractères,
- les instructions de branchement,
- les instructions permettant le contrôle du microprocesseur.

Au total le microprocesseur 8088 dispose de près de 100 instructions. Du fait du nombre de pages réservées à cette rubrique, il paraît difficile de détailler toutes ces instructions, aussi nous rappellerons uniquement la fonction des 6 groupes précédents.

- **Les instructions de transferts** permettent d'échanger des données ou des adresses entre registres ou entre registres et mémoire. Parmi tous les registres, le registre d'état se voit attribué 4 instructions particulières.

- L'augmentation « en quantité et en qualité » des **opérations arithmétiques** est une des principales améliorations apportées au microprocesseur 8088 par rapport aux microprocesseurs 8 bits standards. Le 8088 peut réaliser les quatre opérations fondamentales (+, -, x, :) signées ou non signées sur 8 ou 16 bits. Ces quatre opérations peuvent être effectuées sur des quantités ASCII, des instructions spécialisées assurant les ajustements nécessaires.

- **Les instructions logiques** sont classiques et se retrouvent sur la plupart des microprocesseurs. A noter l'instruction TEST qui effectue un ET logique entre deux opérandes et positionne les bits de registre d'état suivant le résultat de ce ET.

- **Les manipulations de chaînes de caractères** (transfert, recopie, recherche) à l'intérieur d'un bloc de données sont des instructions particulières qu'on ne trouve que sur ces instructions très puissantes, elles sont surtout utilisées dans les programmes de tri où l'on trouve des itérations successives.

Les opérations de manipulation de chaînes de caractères ou de mots se font sous le contrôle des registres d'index (SI et DI) mais aussi avec le registre compteur CX qui contient le nombre de mots qui seront traités.

- **Les instructions de branchement** (conditionnel ou inconditionnel), d'appel à un sous-programme et de retour au programme principal peuvent être effectuées à l'intérieur d'un même segment ou vers un autre segment. Les branchements conditionnels font appel aux différents bits d'état. Enfin, des branchements directs ou indirects (branchement à une adresse mémoire qui contient l'adresse de branchement à celle du sous-programme) sont possibles ce qui est tout à fait nouveau sur les microprocesseurs 16 bits.

- **Les instructions de contrôle du microprocesseur** permettent la demande d'interruption logiciel, la synchronisation du 8088 avec un coprocesseur, la mise en attente, l'arrêt du microprocesseur et enfin le positionnement ou l'initialisation des bits du registre d'état.

# MUSIC VIDÉO

## Systemes

*Chaque mois : tout sur la Musique électronique, le standard MIDI, le home studio et la production vidéo personnelle*



### BULLETIN D'ABONNEMENT

Je désire m'abonner à **MUSIC VIDÉO SYSTEMES** (10 numéros). France : 160 F - Etranger : 240 F.  
à partir du n° .....

Nom ..... Prénom .....

Adresse .....

envoyez ce bon accompagné du règlement à l'ordre des EDITIONS FRÉQUENCES  
1, bd Ney 75018 Paris - Tél. 46.07.01.97

MODE DE PAIEMENT :

C.C.P.

chèque bancaire

Mandat

# AMPLIFICATEUR MOSFET

## 2 x 50 watts

Un amplificateur haute-fidélité MOSFET 2 x 50 W dans une optique résolument audiophile, voici ce que nous vous proposons ici.

**M**ais voyons tout d'abord les performances de cet appareil de réalisation assez simple comme vous pourrez le constater :

- Puissance de 2 x 50 watts
- Bande passante du continu au mégahertz, limitée volontairement aux deux extrémités à 2 Hz et 200 kHz,
- Stabilité parfaite sur charge capacitive,
- Rapport signal/bruit : 109 dB minimum,
- Taux de contre-réaction : 16 dB seulement,
- Facteur d'amortissement : 123,
- Distorsion harmonique : 0,05 % à 40 Watts,
- Fonctionnement en classe A jusqu'à 0,4 Watt, classe AB jusqu'à 50 Watts.

Les technologies utilisées :

- Structure générale de type Kanéda, renommée pour sa musicalité,
- Liaison en continu de l'entrée à la sortie, sans capacité de liaison si l'on excepte le condensateur d'entrée, qui sera choisi de haute qualité.
- utilisation d'un double JFET canal N en entrée, de MOSFET complémentaires en sortie.
- faible taux de contre-réaction et compensation par circuits RC série évitant tout risque de Distorsion par Intermodulation Transitoire.

- utilisation d'un deuxième étage différentiel cascode de grande linéarité : la distorsion n'est que de 0,34 % en boucle ouverte à 40 Watts !

Une remarque : en contrepartie de ses performances, cet amplificateur nécessite un certain nombre de précautions lors de sa mise au point : on notera la présence de trois, voire quatre potentiomètres de réglage servant à optimiser les performances. Néanmoins, avec un peu de soins et de précautions, la réussite est assurée.

### LE SCHEMA

La figure 1 donne le schéma de principe de l'amplificateur. Le circuit imprimé correspondant est donné figure 3 a.

L'entrée se fait sur C11 de valeur comprise entre 1 et 4,7  $\mu$ F ; on choisira un condensateur de bonne qualité, ERO ou WIMA de type MKC par exemple. Le signal est filtré en HF par le réseau R0-R15-C1, la résistance R fixant l'impédance d'entrée à 47 k $\Omega$ .

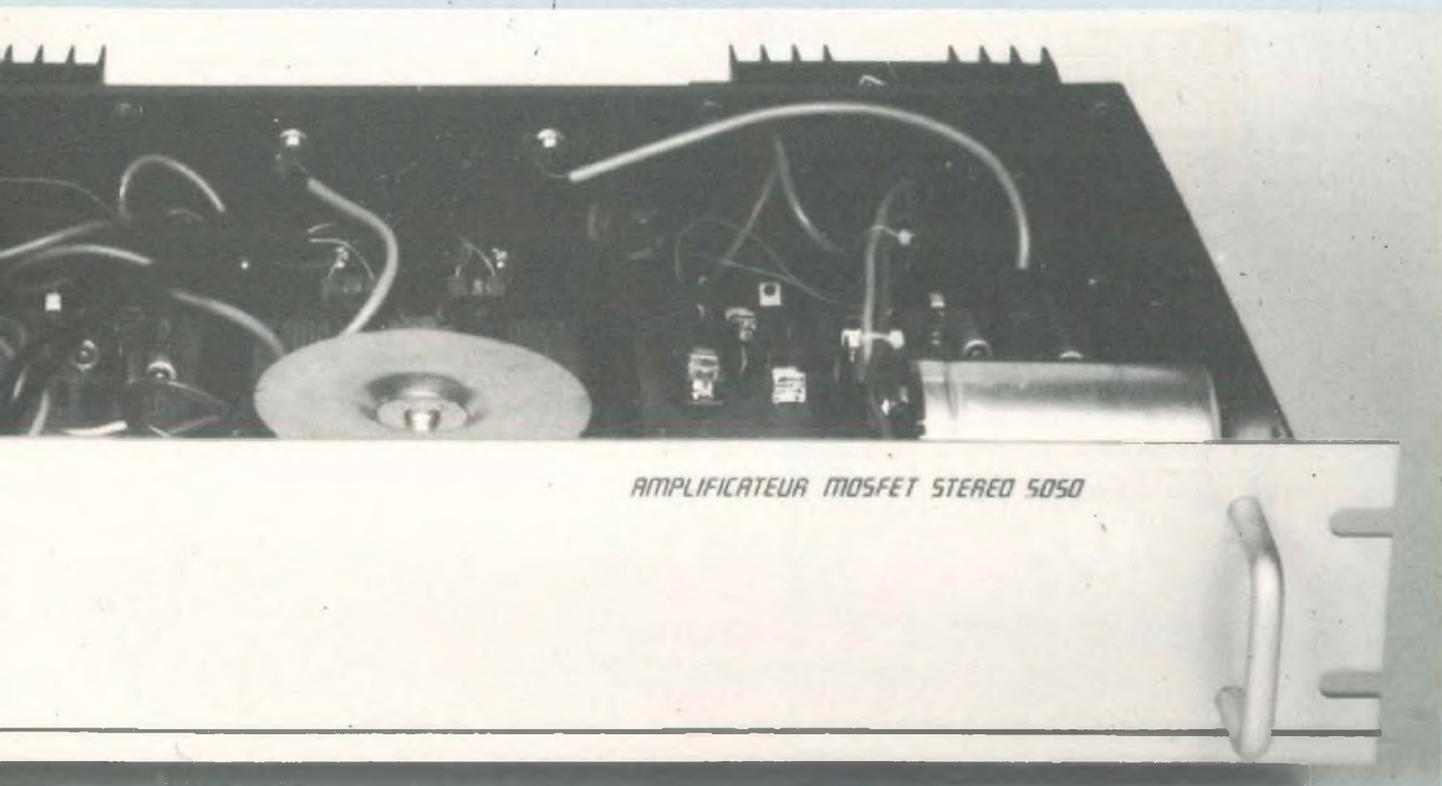
Le premier étage est un étage différentiel construit autour du célèbre 2N 3954 A, un double FET très faible bruit encapsulé dans un même boîtier. Ce transistor est réputé pour ses qualités musicales et son absence de souffle. Cependant, en cas de non disponibilité ou pour une réalisation moins coûteuse, on pourra se rabattre sur le



2N6485 ou tout autre FET canal N double équivalent. Le circuit imprimé a même prévu la possibilité d'utiliser deux transistors FET canal N séparés, de type 2N 4416 par exemple, et dont on couplera thermiquement les boîtiers. Ce différentiel est chargé par deux résistances R3 et R4 de 2,2 k $\Omega$ , le potentiomètre P3 de 1 k $\Omega$  servant au réglage du zéro en sortie de l'amplificateur. Les sources du 2N 3954 sont reliées à une source de courant ajustable réalisée par T12 et P1 ; ce montage permet d'optimiser le fonctionnement du premier étage et le remplacement de T1-T2 par d'autres composants.

Le deuxième étage constitue la partie la plus originale du montage : il s'agit d'un différentiel cascode de grande linéarité. On utilise pour la paire PNP T3-T4 montée en cascode et utilisant en charge de collecteur T5 et T6 qui sont des transistors Haute Fréquence à faibles capacités parasites, montés en base commune. T5 et T6 sont chargés par R9 et R8. Leur polarisation est

# FET LE EN STEREO



assurée par la diode à courant constant D1 de 3,3 mA et le potentiomètre P4. R7 et R6 assurent une légère contre-réaction d'émetteur, leur point commun étant relié à R5, résistance commune d'émetteur.

Le signal prélevé sur R8 est filtré par le réseau de compensation R10-C2, puis injecté sur la base de T7.

T7 est monté en collecteur commun, chargé sur l'émetteur par P2 et une seconde source de courant intégrée D2 de 3,3 mA, la tension aux bornes de P2 commande le courant de repos des transistors de sortie ; l'utilisation d'une source de courant permet d'obtenir une tension stable et égale sur les bases de T8 et T9.

T8 et T9 sont montés en push-pull classe A avec charge d'émetteur.

Il peut sembler paradoxal d'utiliser un étage de (mini) puissance pour commander des MOSFET réputés peu gourmands en courant d'entrée. Il ne faut pas oublier que leurs capacités d'entrée peuvent atteindre 600 pF, soit 2,65 k $\Omega$  à 100 kHz, ce qui est assez

peu. D'autre part, il semble bien que la musicalité des étages de sortie MOSFET soit bien supérieure s'ils sont commandés «en puissance» par rapport à la commande «en tension». L'étage de sortie est constitué par le push-pull T10-T11 des MOSFET IRF 120 et IRF 9130, d'International Rectifier, l'IRF 9132 pouvant remplacer le 9130. En cas de difficultés d'approvisionnement, on pourra utiliser les classiques Hitachi 2SK 135 et 2SJ 50. Les résistances R13 et R14 sont des résistances 1/4 W à souder directement sur les gates des MOSFET.

## LA COMMANDE DES MOS DE PUISSANCE

La commande des MOS de puissance est délicate : leur bande passante dépasse facilement le mégahertz, leur capacité d'entrée est plus grande pour le type P que pour le type N, et varie en fonction des tensions et des courants appliqués !

La solution la plus courante consiste à

installer des résistances en série avec les gates, soudées au plus près.

Leur valeur optimale dépend de la géométrie du câblage et du courant de repos adopté.

Les valeurs couramment observées dans les montages varient entre 47  $\Omega$  et 470  $\Omega$ .

La valeur de 100  $\Omega$  adoptée ici s'avère généralement satisfaisante, aussi bien avec les IRF 120/9130 que les 2SJ 50/SK135.

Un autre problème provient de la dissymétrie des MOSFET P et N : capacité d'entrée plus grande pour le P, gain plus élevé pour le N ; cette dissymétrie n'est généralement pas gênante avec le montage push-pull à charge sur les sources, tel qu'adopté ici.

## LE CHOIX DU COURANT DE REPOS

A cause du coude  $I_d/V_{gs}$ , les MOSFET nécessitent un courant de repos en classe AB plus élevé que les tran-

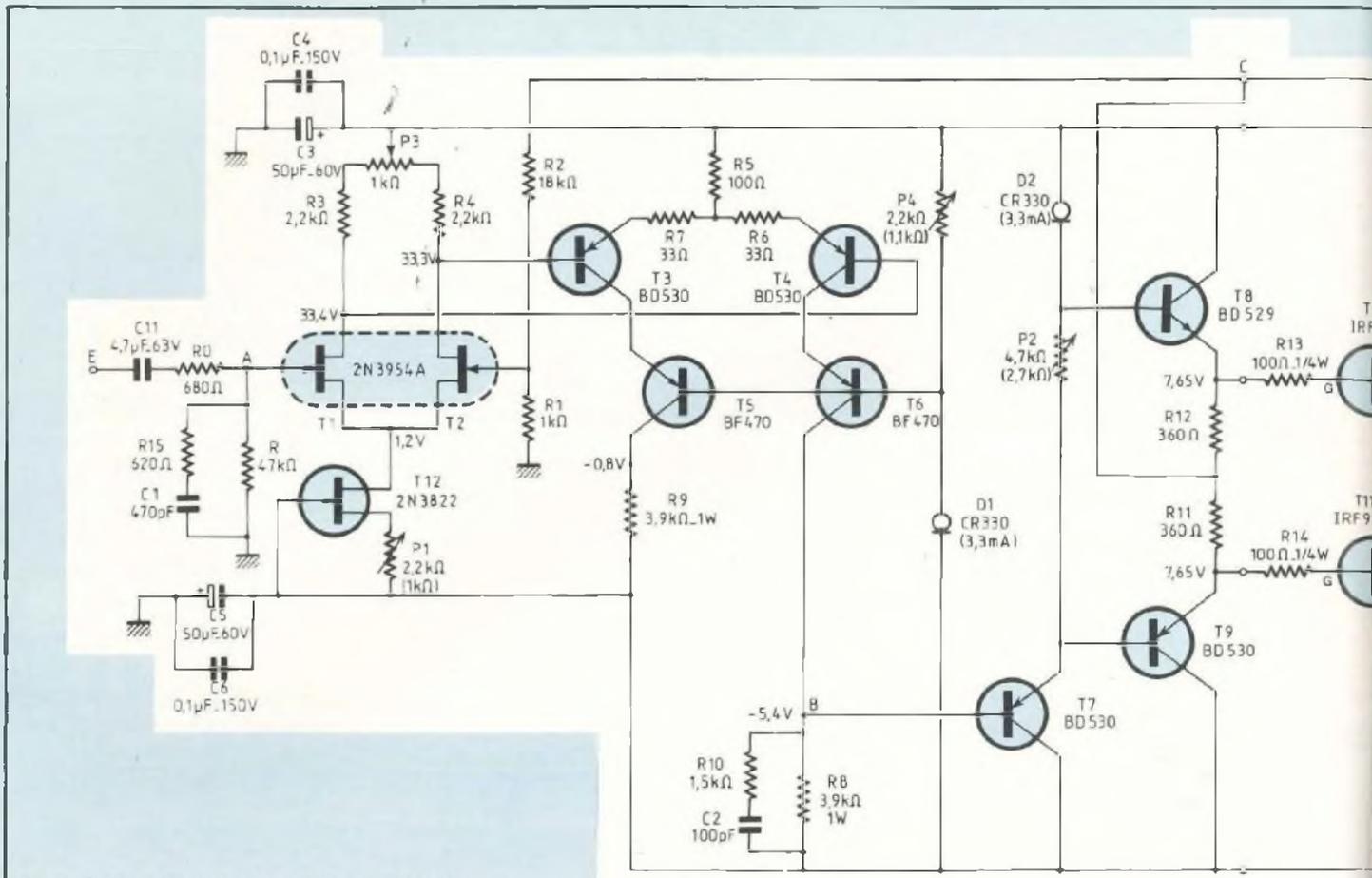


Fig. 1 : Schéma de principe de l'amplificateur MOSFET.

sistors bipolaires : une valeur raisonnable est comprise entre 100 et 200 mA.

Le montage proposé permet toutefois de se limiter à 50 mA : la distorsion de raccordement reste imperceptible et l'échauffement négligeable. A noter qu'il a été possible de descendre à 10 mA sur une maquette, avec un fonctionnement satisfaisant.

## ALIMENTATION

Deux options sont possibles pour l'alimentation :

- option A : utilisation d'alimentations stabilisées à régulateurs de puissance LM 338 chargeant des capacités importantes,
- option B : les transistors de sortie sont raccordés directement aux con-

densateurs de filtrage, la carte principale seule étant alimentée par des régulateurs de type LM 317.

L'option A est plus coûteuse, mais conduit à un rapport signal/bruit de 117 dB ; de plus, la charge de capacités importantes à la mise sous tension nécessite quelques précautions. L'option B est nettement moins chère ; le rapport signal/bruit de 109 dB est cependant tout à fait satisfaisant. Dans les deux options, on utilise un transformateur torique de 220 ou 330 VA, 2 × 30 volts, chacun des secondaires attaquant un pont redresseur 7 A.

Le schéma est donné figure 2, le circuit imprimé figure 3 b.

### - Option A :

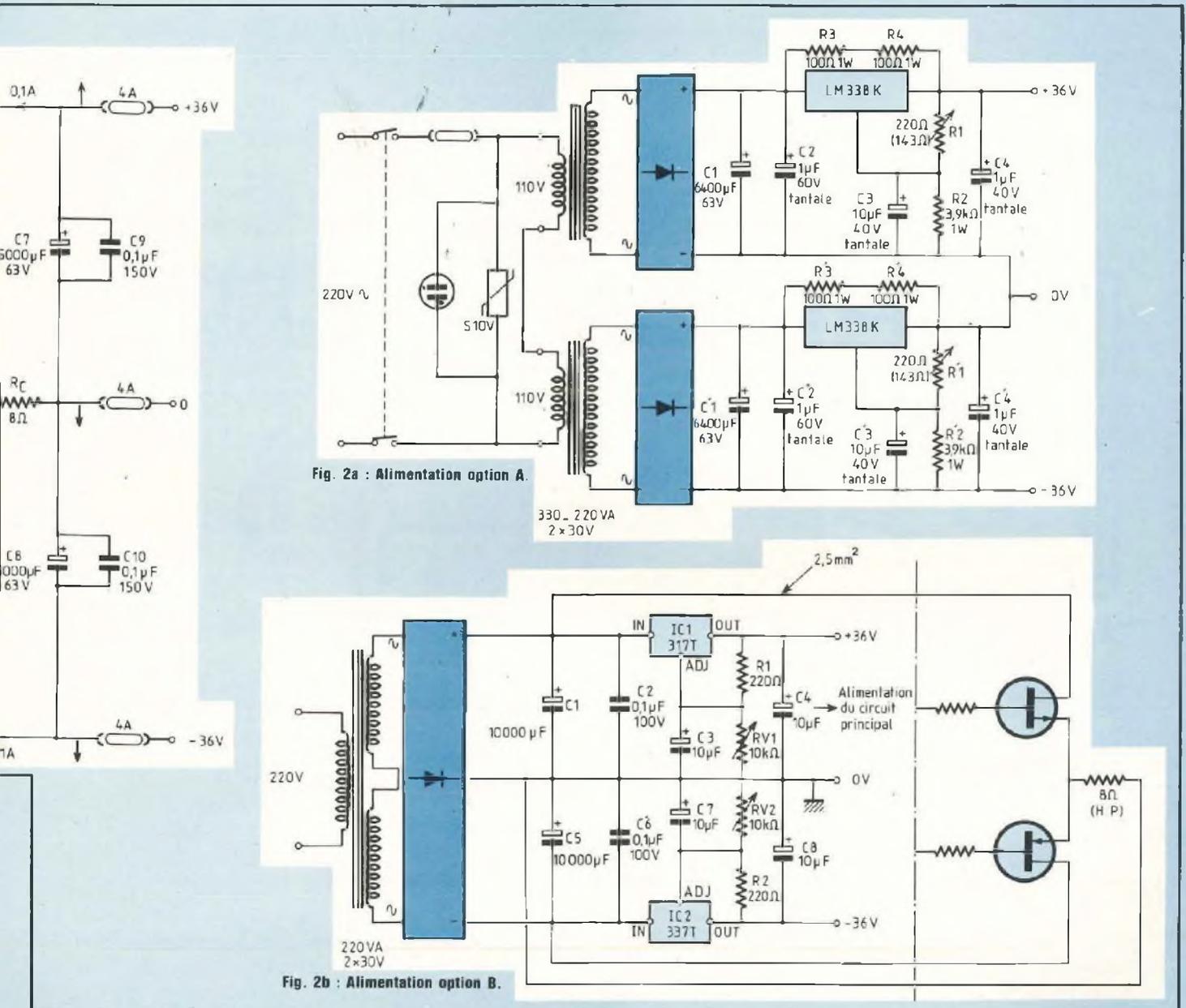
On trouve une capacité de préfiltrage C1/C'1, puis le circuit de régulation

utilisant un LM 338 K en boîtier T03. Ce régulateur est réputé pour ses performances, mais -hélas- aussi pour son prix.

Pour éviter son blocage lors de la mise sous tension, on installera entre ses bornes « in » et « out » deux résistances de 100 Ω / 1 W connectées en série et qui permettront la charge des capacités au démarrage. De plus, on pourra raccorder en parallèle sur les bornes de sortie de chaque canal des résistances de 270 Ω / 1 W qui éviteront le blocage des régulateurs si les enceintes ne sont pas raccordées à l'amplificateur.

La valeur des capacités de stockage à utiliser doit être au moins de 2 fois 6 400 μF/60 V par canal, chaque condensateur étant découplé par une

# FET LE EN STEREO



capacité polypropylène ou polycarbonate de  $1 \mu\text{F}$ . D'excellents résultats ont été obtenus avec des condensateurs SIC-SAFCO de type TFRS,  $15000 \mu\text{F}/40 \text{ V}$ , mis à part des problèmes de prix et d'encombrement.

### Option B :

Les condensateurs de stockage sont reliés au pont redresseur d'une part et directement aux transistors de puis-

sance d'autre part.

La carte de régulation à base de LM 317/LM 337 prélève les tensions aux bornes des capacités, et alimente en tensions redressées et filtrées les cartes principales de l'amplificateur, par l'intermédiaire de la prise Cannon 9 broches soudée sur le circuit imprimé. Il est tout à fait possible de reprendre l'alimentation du correcteur de tonalité 16 V parue dans LED n°16.

## REALISATION - CABLAGE DU CIRCUIT PRINCIPAL

Le circuit principal est autonome : alimenté en  $\pm 36 \text{ V}$ , sa tension de sortie est identique à celle de l'amplificateur terminé.

On pourra donc effectuer la plupart des réglages sur ce circuit seul, avant raccordement des transistors de sor-

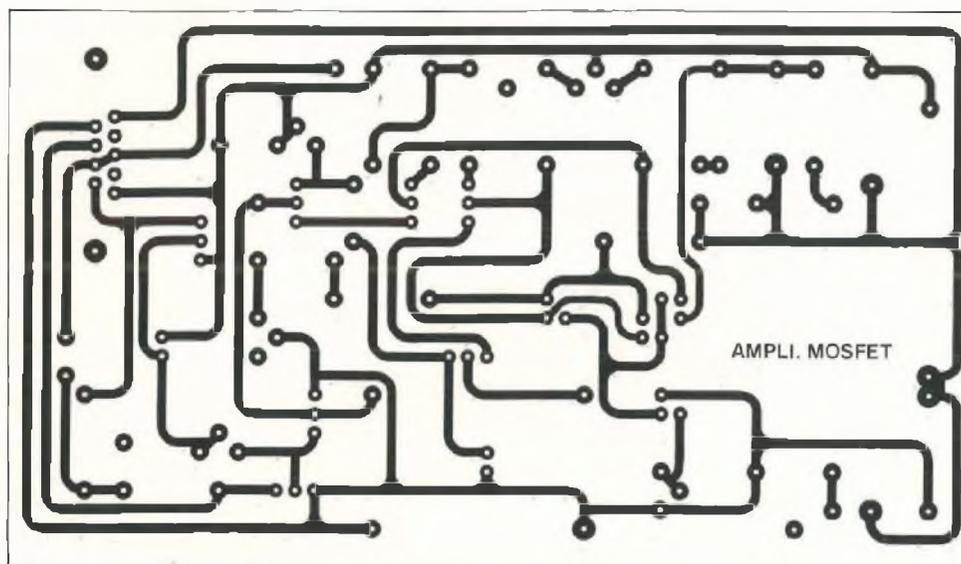
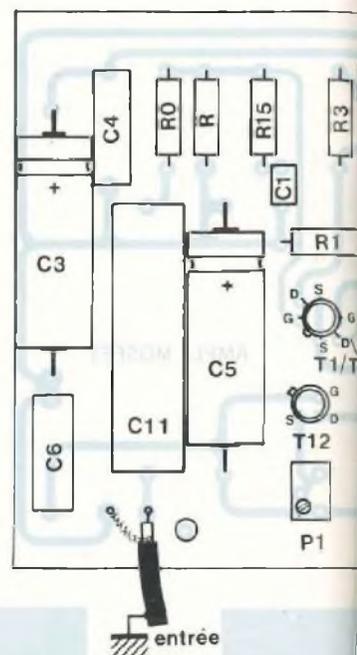


Fig. 3a : Circuit imprimé de l'amplificateur MOSFET.



tie : on peut d'ailleurs l'utiliser tel quel comme ampli casque de haute qualité. L'implantation des composants sur le circuit se fera en respectant l'ordre traditionnel : les trois straps, les résistances, les deux sources de courant, les potentiomètres, les transistors et enfin les condensateurs.

Avant soudure des composants, on vérifiera la valeur de préréglage des potentiomètres P1 à P4, ce qui facilitera d'autant la mise au point.

### MISE AU POINT DU CIRCUIT PRINCIPAL

1 - On raccordera par grip-fils :  
- le + de C3 à une source +36 V  
- le - de C5 à une source -36 V  
- la masse commune à C3 et C5 au point commun des deux sources.  
La consommation doit être voisine de 36 mA. Si cette valeur en diffère notablement, vérifier le circuit.

2 - En l'absence de signal en entrée, on vérifie la tension continue en sortie, sur le strap reliant R11 et R12, au plus, cette tension ne doit pas dépasser quelques volts si les trimmers ont été correctement préréglés ; ramener cette tension à zéro par action sur P1 : la tension des sources de T1/T2 doit alors être voisine de 1,2 V. On peut agir alors sur P3 pour parfaire le zéro en sortie.

3 - Agir sur P2 de manière que la tension entre les émetteurs de T8 et T9 ne dépasse pas 6,5 volts (ou 2 volts si l'on utilise en sortie des Hitachi 2SK 135 - 2SJ 50).

4 - Régler P4 pour obtenir à ses bornes 3,9 V environ.

5 - Raccorder un générateur à l'entrée du circuit, un oscilloscope en sortie (strap R11 → R12).

Avec un signal en sortie voisin de 15 V eff. (42 V c à c), il est possible de parfaire la symétrie du signal observé

(minimum de distorsion), en agissant sur P1. Ce réglage effectué, on supprime le signal d'entrée et on ramène la sortie à zéro en agissant sur P3.

6 - Réglage fin de P4 : on règle le générateur sur 10 kHz et on règle l'amplitude jusqu'à obtenir l'écrêtage en sortie.

On agit alors doucement sur P4 de manière à obtenir un écrêtage optimal de l'alternance positive, sans micro-oscillations parasites.

On pourra éventuellement enlever P4 et le remplacer par une résistance à 1 % de la valeur juste supérieure.

### RACCORDEMENT DES MOSFET

Le raccordement des MOSFET aux condensateurs de l'alimentation et aux bornes des haut-parleurs se fera avec du câble multibrins de grosse section, 2,5 mm<sup>2</sup>. Les résistances 1/4 W de

# FET LE EN STEREO

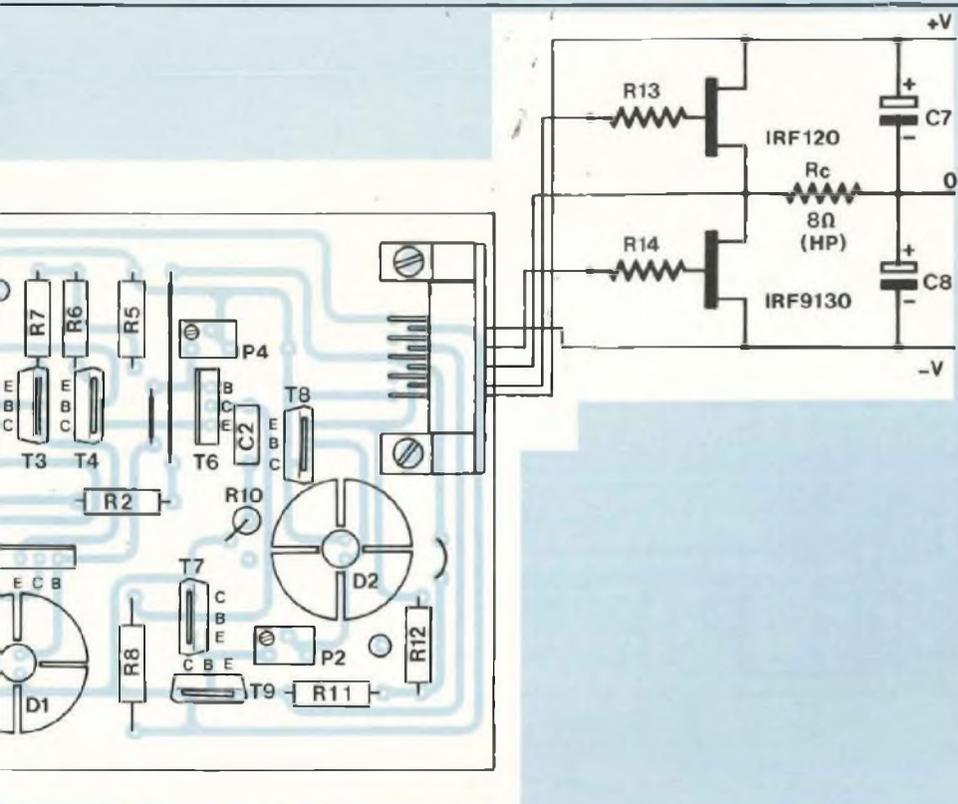


Fig. 3b : Plan de câblage des composants et du raccordement des transistors de puissance T10 et T11.

100  $\Omega$  seront soudées directement sur les gates.

## INSTALLATION EN COFFRET

On peut utiliser un classique coffret ESM 440 x 250 série ER 48 dans lequel l'ensemble des composants peut être facilement disposé. Quelques précautions essentielles doivent être respectées :

- raccordement du châssis à la masse uniquement à l'endroit des prises RCA d'entrée.
- câblage du circuit puissance en fil multifibrins d'au moins 2,5 mm<sup>2</sup> de section.
- éloignement des prises d'entrée et des bornes de sortie.

## REGLAGE DE L'AMPLIFICATEUR COMPLET

Une remarque tout d'abord : compte-

tenu de sa puissance relativement élevée et de sa bande passante très étendue, un accrochage entrée-sortie est à craindre si l'entrée est disposée à proximité des sorties. Dans ce cas, on pourra installer sur chaque voie un condensateur de 470 pF directement sur les connecteurs d'entrée, entre le point chaud et la masse.

## MISE SOUS TENSION

On installera un ampèremètre sur le circuit courant des transistors de puissance (condensateur C7  $\Rightarrow$  drain de T10) ; à défaut, on pourra mesurer la tension aux bornes d'une résistance de 1  $\Omega$ /1 W placée en série. A la mise sous tension, ce courant doit être inférieur à 100 mA ; vérifier que le réglage de P2 modifie bien cette valeur. On ajustera P2 pour obtenir 50 mA environ.

## NOMENCLATURE DES COMPOSANTS

### CARTE PRINCIPALE

#### ● Résistances à couche $\pm 5\%$

- R - 47 k $\Omega$  1/2 W
- R0 - 680  $\Omega$  1/2 W
- R1 - 1 k $\Omega$  1/2 W
- R2 - 18 k $\Omega$  1/2 W
- R3 - 2,2 k $\Omega$  1/2 W
- R4 - 2,2 k $\Omega$  1/2 W
- R5 - 100  $\Omega$  1/2 W
- R6 - 33  $\Omega$  1/2 W
- R7 - 33  $\Omega$  1/2 W
- R8 - 3,9 k $\Omega$  1 W
- R9 - 3,9 k $\Omega$  1 W
- R10 - 1,5 k $\Omega$  1/2 W
- R'10 - 1,5 k $\Omega$  1/2 W
- R11 - 360  $\Omega$  1/2 W
- R12 - 360  $\Omega$  1/2 W
- R13 - 100  $\Omega$  1/4 W
- R14 - 100  $\Omega$  1/4 W
- R15 - 620  $\Omega$  1/2 W

#### ● Condensateurs

- C1 - 470 pF
- C2 - 100 pF
- C3 - 50  $\mu$ F/60 V
- C4 - 0,1  $\mu$ F/150 V
- C5 - 50  $\mu$ F/60 V
- C6 - 0,1  $\mu$ F/150 V
- C7 - 10 000  $\mu$ F/63 V minimum
- C8 - 10 000  $\mu$ F/63 V minimum
- C9 - 0,1  $\mu$ F/150 V
- C10 - 0,1  $\mu$ F/150 V
- C11 - 1  $\mu$ F à 4,7  $\mu$ F/63 V

#### ● Potentiomètres

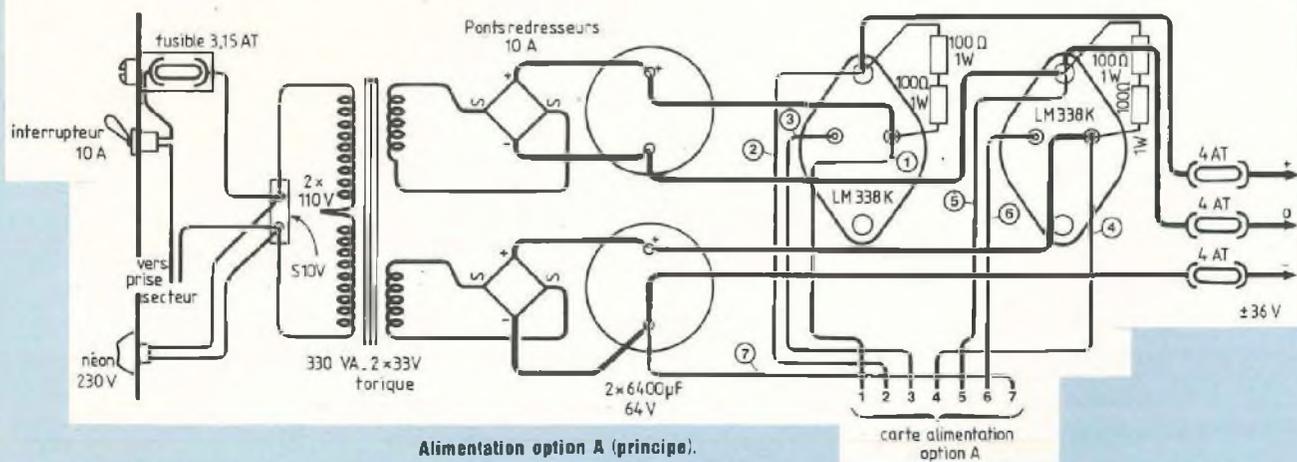
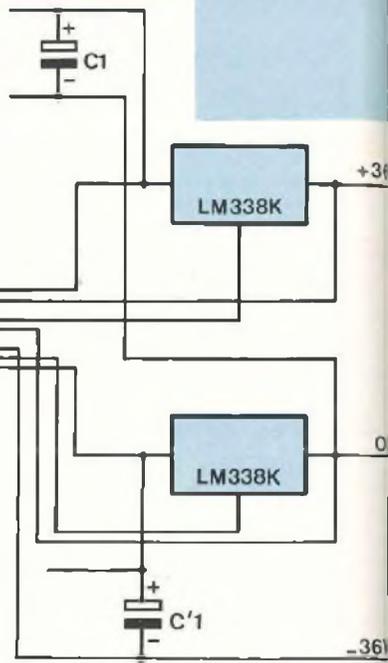
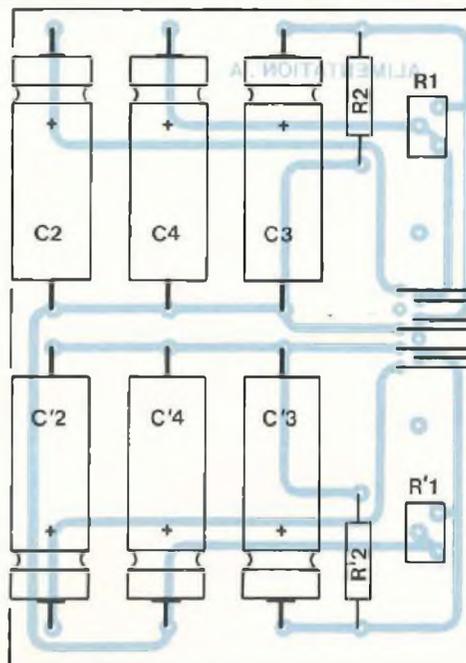
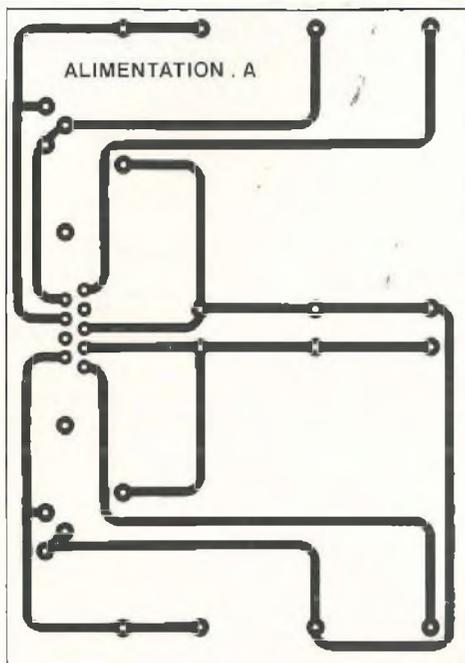
- P1 - 2,2 k $\Omega$
- P2 - 4,7 k $\Omega$
- P3 - 1 k $\Omega$
- P4 - 2,2 k $\Omega$

#### ● Semiconducteurs

- T1, T2 - 2N 3954 ou 3954 A ou 2N 6485
- T3, T4 - BD 530 ou MPSU 57
- T5, T6 - BF 470
- T7 - BD 530 ou MPSU 57
- T8 - BD 529 ou MPSU 07
- T9 - BD 530 ou MPSU 57
- T10 - IRF 120 ou 2SK 135
- T11 - IRF 9130/9132 ou 2SJ 50
- T12 - 2N 3822 ou 2N 4416 A
- D1 - CR 330 (3,3 mA)
- D2 - CR 330 (3,3 mA)

#### ● Divers

- Coffret ESM série ER - Type ER 4809
- Radiateurs
- Visserie



Alimentation option A (principe).

## NOMENCLATURE DES COMPOSANTS

### ALIMENTATION (OPTION A)

#### ● Résistances

R2, R'2 - 3,9 k $\Omega$  / 1 W  
R3, R'3, R4, R'4 - 100  $\Omega$  / 1 W

#### ● Potentiomètres

R1, R2 - 220  $\Omega$

#### ● Condensateurs

C1, C'1 - 6 400  $\mu$ F / 63 V  
C2, C'2 - 1  $\mu$ F / 60 V tantale  
C3, C'3 - 10  $\mu$ F / 40 V tantale  
C4, C'4 - 1  $\mu$ F / 40 V tantale

#### ● Semiconducteurs

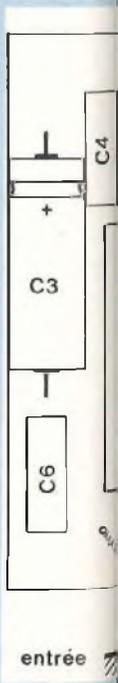
2 régulateurs LM 338 K

2 ponts redresseurs 10 A / 160-250 V

1 suppresseur de transitoires  
Siemens S10V - SO7 K250

#### ● Divers

Transformateur  
- Version normale : Métalimphy  
330 VA / 2  $\times$  33 V  
- Version légère : Suprator 220 VA  
2  $\times$  30 V  
Fusible 2 A  
Voyant néon  
Interrupteur  
Radiateurs



# FET LE EN STEREO

## NOMENCLATURE DES COMPOSANTS

### ALIMENTATION (OPTION B)

#### ● Résistances

R1, R2 - 220  $\Omega$  1/2 W

#### ● Potentiomètres

RV1, RV2 - 10 k $\Omega$

#### ● Condensateurs

C2, C6 - 0,1  $\mu$ F/100 V

polycarbonate

C3, C7 - 10  $\mu$ F/40 V tantale

C4, C8 - 10  $\mu$ F/40 V tantale

#### ● Semiconducteurs

Régulateur LM 317T

Régulateur LM 337T

Pont redresseur 10 A/160-250 V

Suppresseur de transitoires

Siemens S10V - SO7 K250

#### ● Divers

Transformateur Métalimphy ou

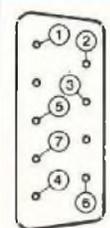
Suprator 220 VA/2 x 30 V

Fusible 2 A

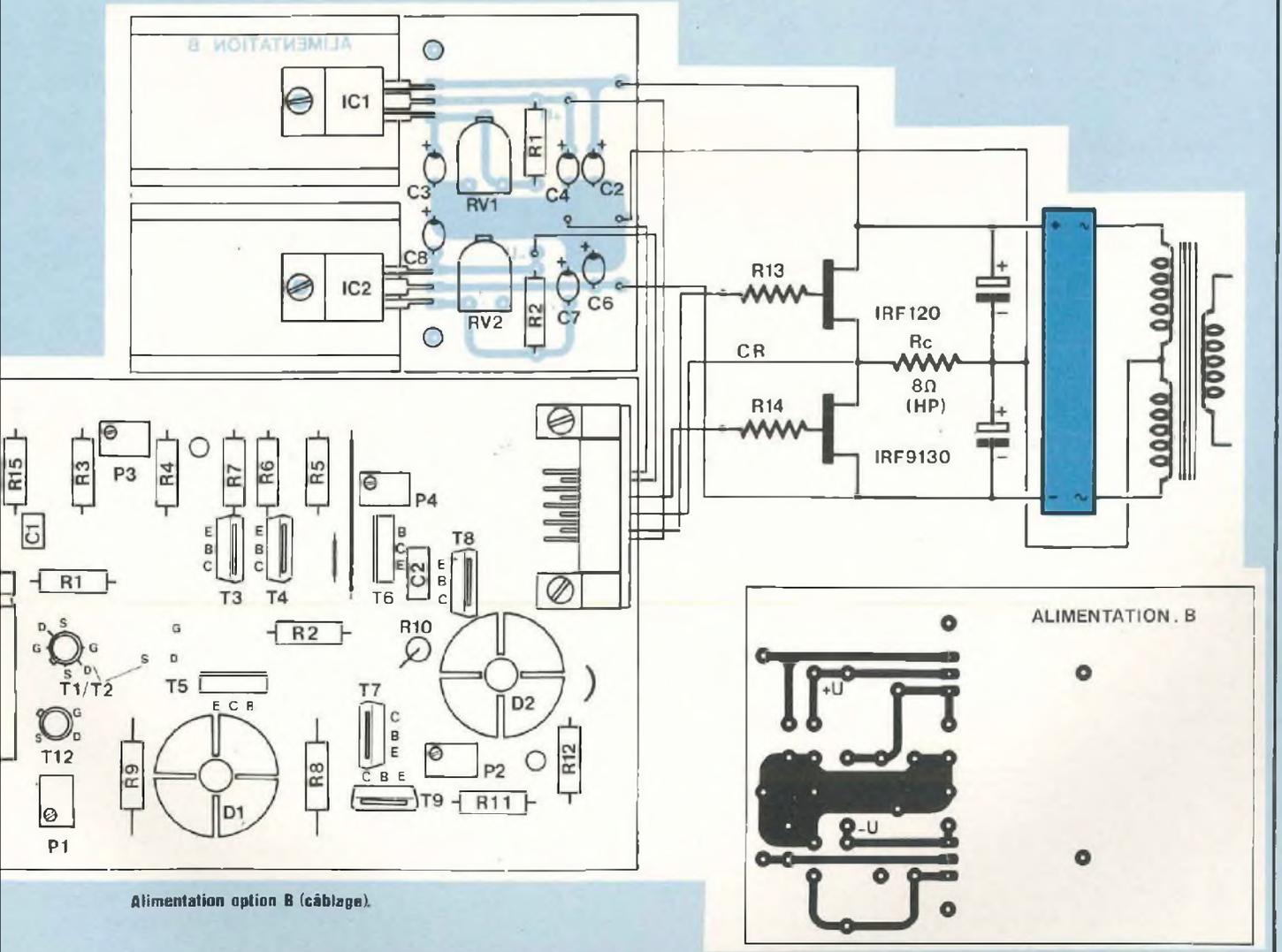
Voyant néon

Interrupteur

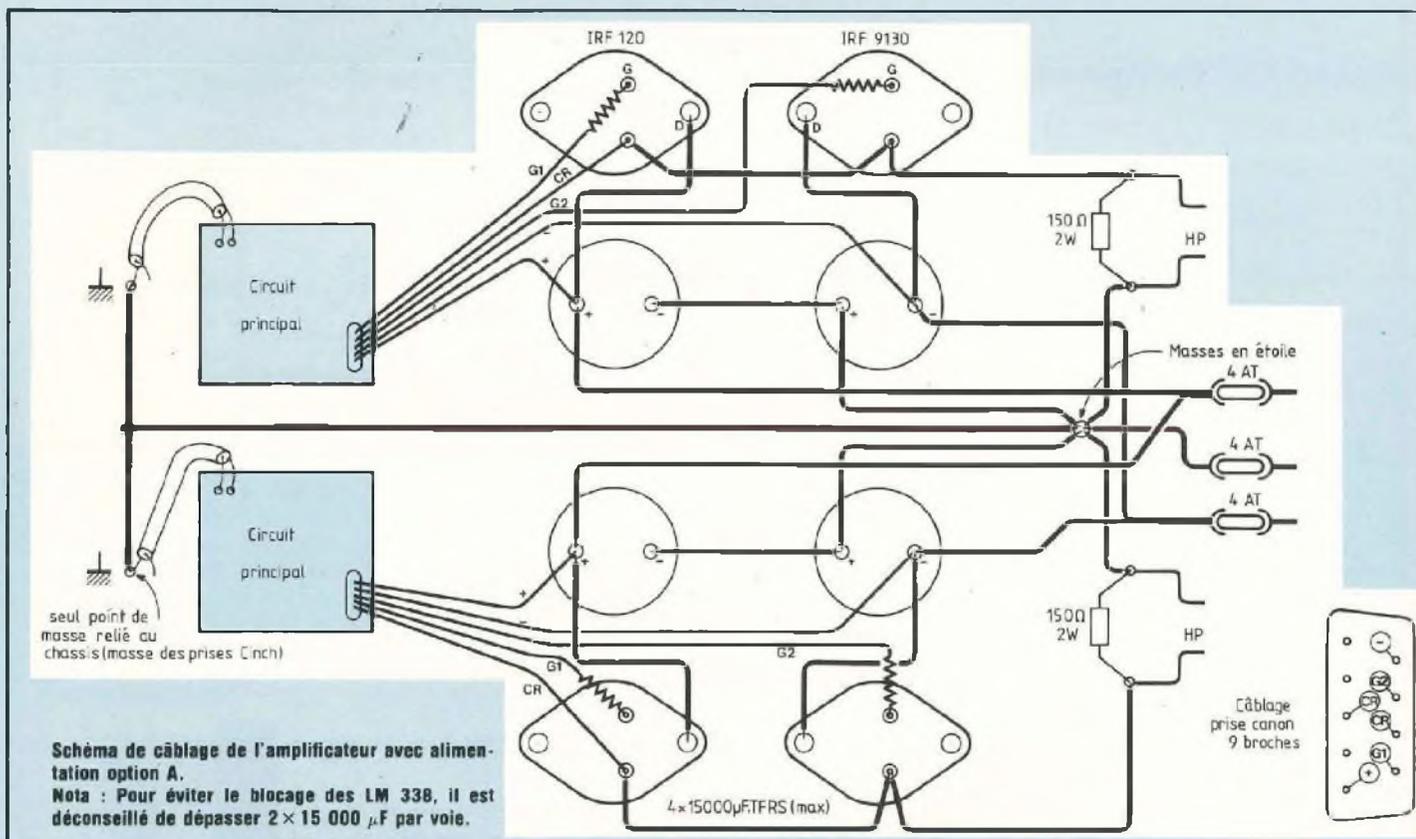
Radiateurs



Câblage prise  
Canon 9 broches.



Alimentation option B (câblage).



## REGLAGE DU COURANT DE REPOS

Raccorder un générateur en entrée et un oscilloscope en sortie. Attention aux boucles de masse : la masse commune doit être celle du générateur, seul le point chaud de la sonde oscillo étant raccordé en sortie. On raccordera en sortie une résistance de  $10\ \Omega / 50\ \text{Watts}$ .

On règle le générateur à 1 kHz ; le signal d'entrée doit être très faible, de manière à avoir un signal de sortie n'excédant pas 100 mV c.à.c.

Par action sur P2, on observe le signal de sortie dont on fait disparaître toute distorsion. On obtient ainsi le courant de repos minimal, voisin de 50 mA.

Si les radiateurs le permettent, le courant de repos peut être augmenté jusqu'à 175 mA environ : on observe une légère amélioration des caractéristiques : gain un peu plus élevé, meilleur

tenue sur charge capacitive, le tout en contrepartie d'un échauffement un peu plus élevé : tout dépend de la taille des radiateurs disponibles.

## REGLAGE FINAL DU ZERO EN SORTIE

On laissera l'amplificateur sous tension, sans signal d'entrée, pendant deux à trois heures. On vérifiera de temps en temps l'échauffement des radiateurs. On amènera alors très progressivement la tension de sortie à zéro par action sur P3.

**Remarque :** Dans les amplificateurs courants, on installe une capacité électrochimique en série avec R1 de sorte que la contre-réaction soit totale en continu. Dans une optique résolument «Audiophile», ce condensateur a été omis : les dérives restent très inférieures à 100 mA. Si toutefois on désire éliminer tout risque de courant continu, on pourra installer un électro-

chimique de  $250\ \mu\text{F} / 16\ \text{V}$  découplé par un  $0,1\ \mu\text{F}$  plastique, le tout en série avec R1.

## LES PERFORMANCES

Les performances, déjà évoquées, sont excellentes :

- Caractéristiques techniques :
  - Gain en boucle ouverte :  $A_{v0} = 100$
  - Gain en boucle fermée :  $A = 16$
  - Taux de contre-réaction :

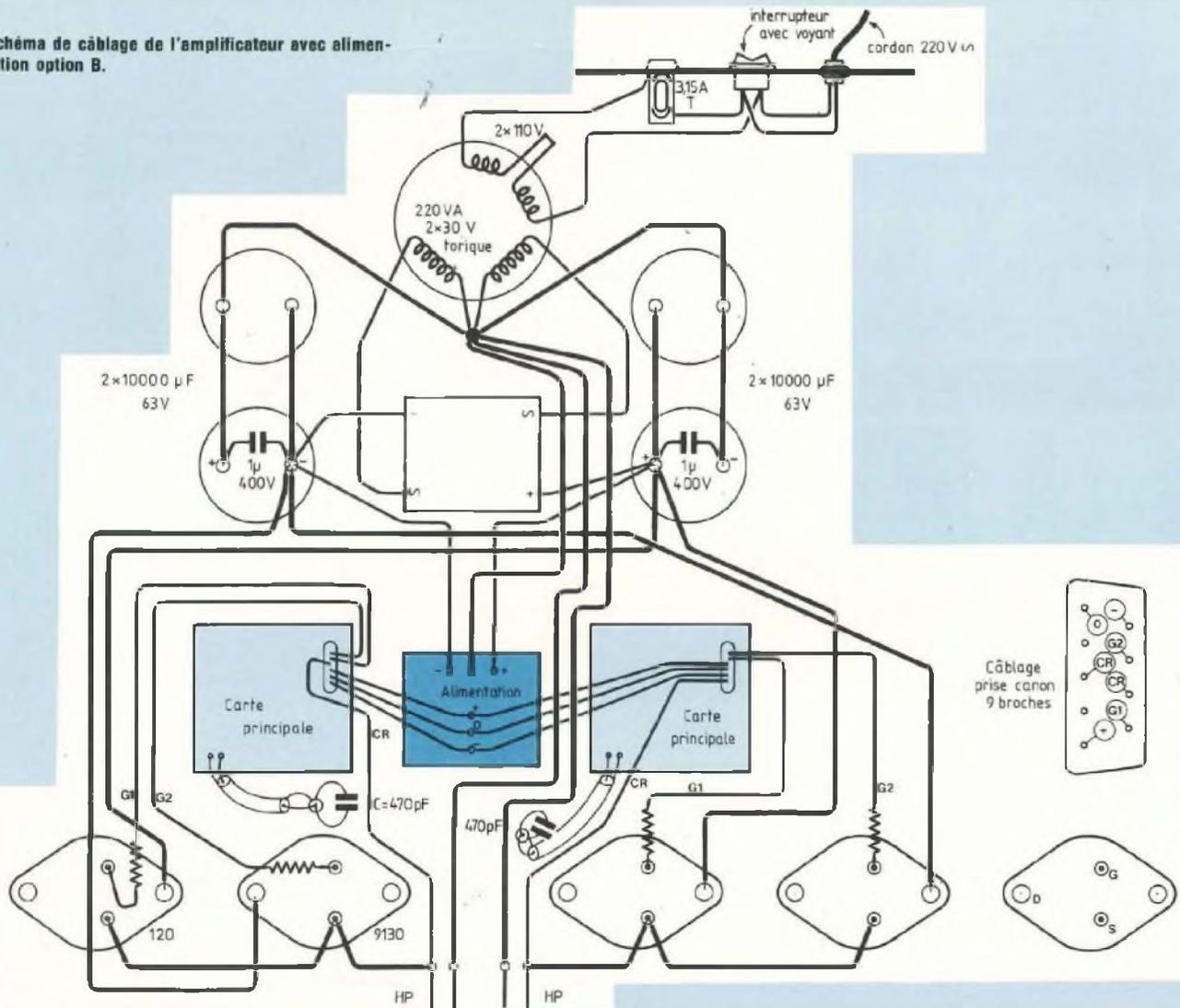
$$20 \log_{10} \frac{100}{16} = 15,9\ \text{dB}$$

Ce taux de contre-réaction est nettement plus faible que celui des (bons) amplis courants du commerce qui font facilement 30 à 40 dB ; il est beaucoup plus proche de celui des amplis à lampes, qui est couramment de 12 dB.

- Impédance d'entrée :  $48,6\ \text{k}\Omega$
- Impédance de sortie :  $Z_s = 0,0653\ \Omega$ , d'où un facteur d'amortissement :

# FET LE EN STEREO

Schéma de câblage de l'amplificateur avec alimentation option B.

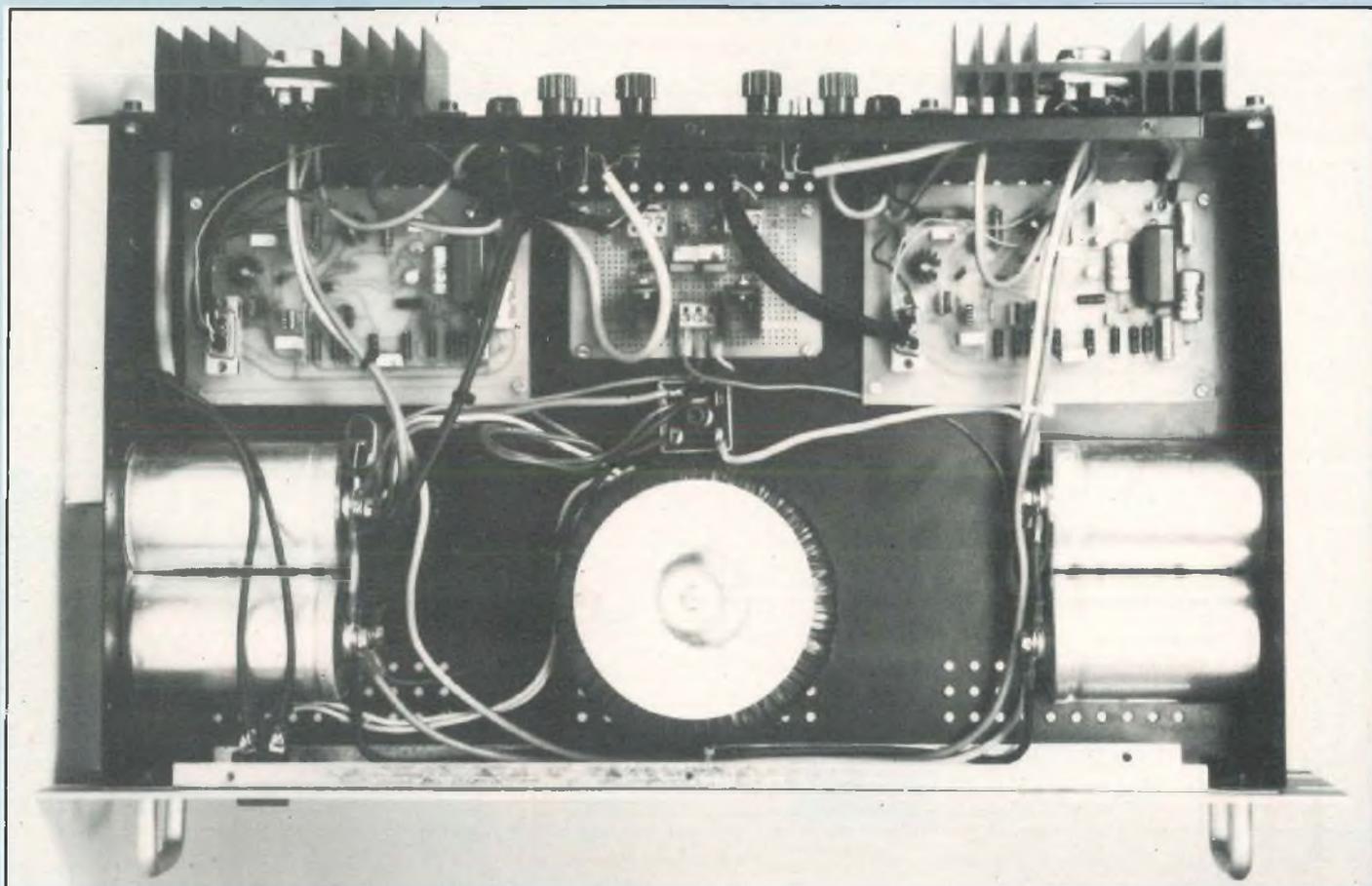


$$\frac{8 \Omega}{0,0653 \Omega} = 123.$$

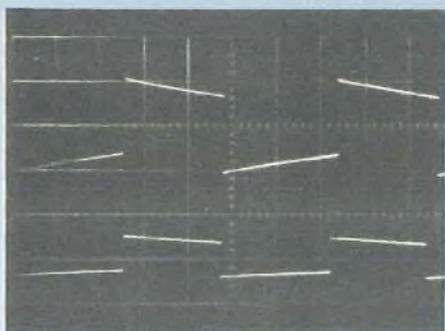
- Rapport signal/bruit
  - Tension de bruit en sortie, entrée en court-circuit :
    - Option A : 0,03 mV eff  $\Rightarrow$  rapport S/B = 117 dB
    - Option B : 0,08 mV eff  $\Rightarrow$  rapport S/B = 108 dB.
- Ces valeurs pourront être un peu moins élevées si le double FET d'entrée n'est pas le 2N 3954.
- On notera que ces valeurs sont tout à fait exceptionnelles et sont proches des meilleurs résultats actuels.

- Bande passante : en l'absence de la capacité d'entrée C11, l'amplificateur passe le continu. Avec C11, la bande passante est limitée à 3 Hz environ. La limite supérieure dépasse 200 kHz. Les figures 4 a) à d) montrent le comportement de l'amplificateur en signaux carrés à 20 Hz, 1 kHz et 100 kHz.
- Pour donner une idée des performances assez extraordinaires de cet appareil, on donne fig 4 e) sa réponse en signaux carrés à 10 kHz en boucle ouverte.
- La parfaite stabilité du montage est

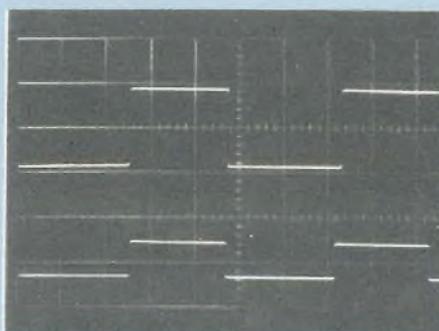
- indiquée fig. 5, celle-ci montre le comportement de l'amplificateur en signaux carrés sur charge capacitive de 10  $\Omega$ /0,68  $\mu$ F à 17 watts.
- Mesures de distorsion : comme l'amateur ne dispose que rarement d'un distorsiomètre performant, de bonnes indications peuvent être obtenues à l'aide du pont en double T centré sur 1 kHz donné figure 6, dont on pourra parfaire le réglage en agissant sur le trimmer de 2,2 k $\Omega$ .
- La courbe de distorsion en fonction de la puissance est donnée fig. 7 : on notera que cette courbe est très régu-



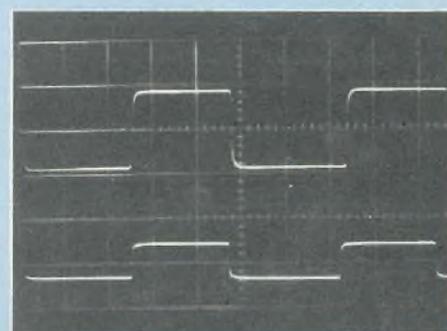
L'électronique peut être logée, comme sur cette photo, dans un coffret ESM série ER, type ER 4809.



a. 20 Hz.



b. 1 kHz.



c. 10 kHz.

Fig. 4 : Réponse de l'amplificateur aux signaux carrés (trace du haut). Trace du bas : générateur.

lièrement montante en fonction de la puissance, ce que traduit un taux de réaction modéré : toutes choses bénéfiques à l'oreille...

On donne fig 8 l'aspect de la distorsion

à l'écrêtage : très bonne régularité, avec une absence totale d'oscillations ; la distorsion n'est que de 0,82 % à 57,2 watts...

La figure 9 a) et b) donne une idée du spectre de distorsion à 1 kHz.

## PROTECTION

Cet amplificateur étant orienté Haute Fidélité plutôt que Sonorisation, aucune protection risquant d'altérer les performances n'a été spécifique-

# FET LE EN STEREO

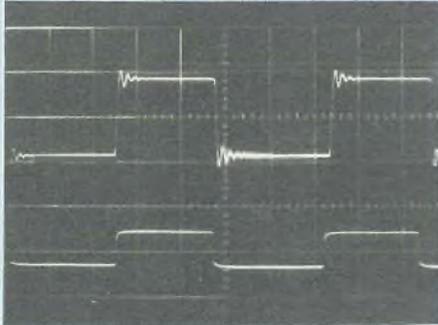


Fig. 5 : Stabilité sur charge capacitive ( $10 \Omega // 0,68 \mu F$ ).  $P = 17$  watts.

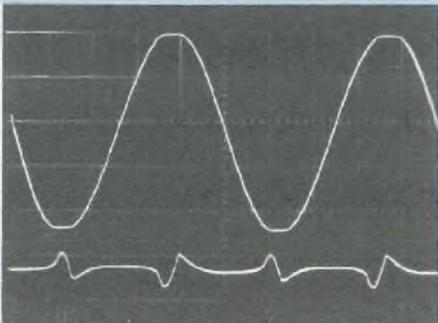
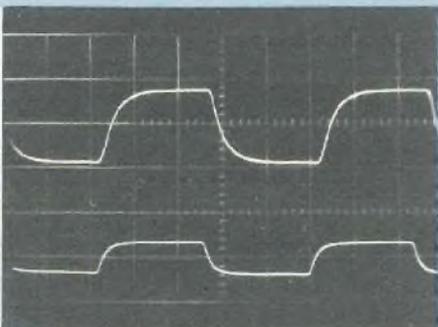


Fig. 8 : Aspect de la distortion à l'écrêtage.  $F = 1$  kHz.



d. 100 kHz.

Fig. 7 : Courbe de distortion harmonique en fonction de la puissance (distorsion du générateur 0,03 % environ).

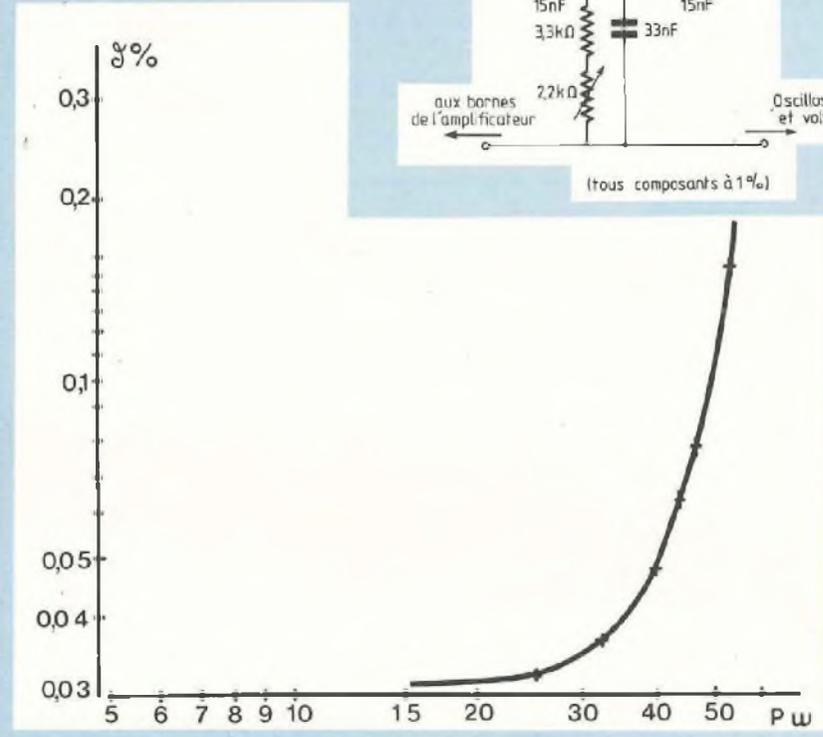
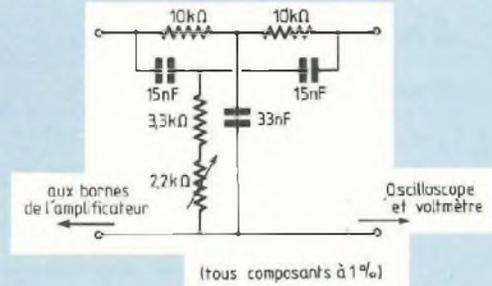


Fig. 6 : Filtre en double T centré à 1 kHz pour apprécier la distorsion.



ment prévue.  
 Pour les amateurs intéressés, un certain nombre de solutions sont cependant proposées figure 10.  
 Néanmoins, il ne faut pas se faire trop d'illusions, car un amplificateur est

d'autant plus difficile à protéger qu'il est rapide et que son impédance de sortie est faible ; or elle est de  $0,08 \Omega$ .

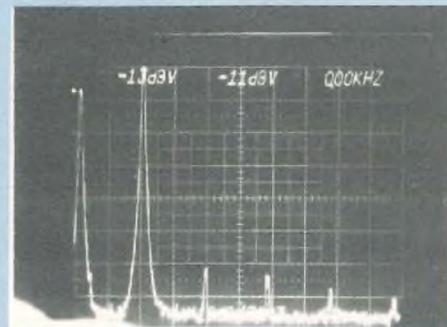
## POUR LES CHERCHEURS

Le schéma proposé se prête à un

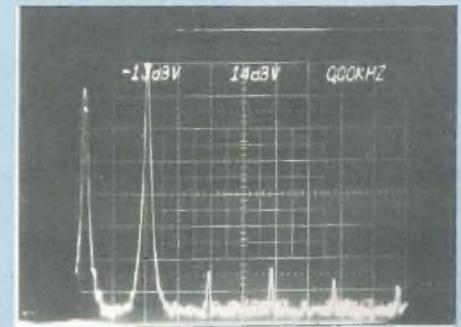
grand nombre de variantes :

- passage en classe A partielle ou totale, avec un courant de repos de 1,125 A par canal.

On rappelle que le courant de repos en classe A obéit à la formule



a.



b.

Fig. 9 : Spectres de distorsion, a. du générateur utilisé pour les mesures, b. de l'amplificateur à 1 kHz

# FET LE EN STEREO

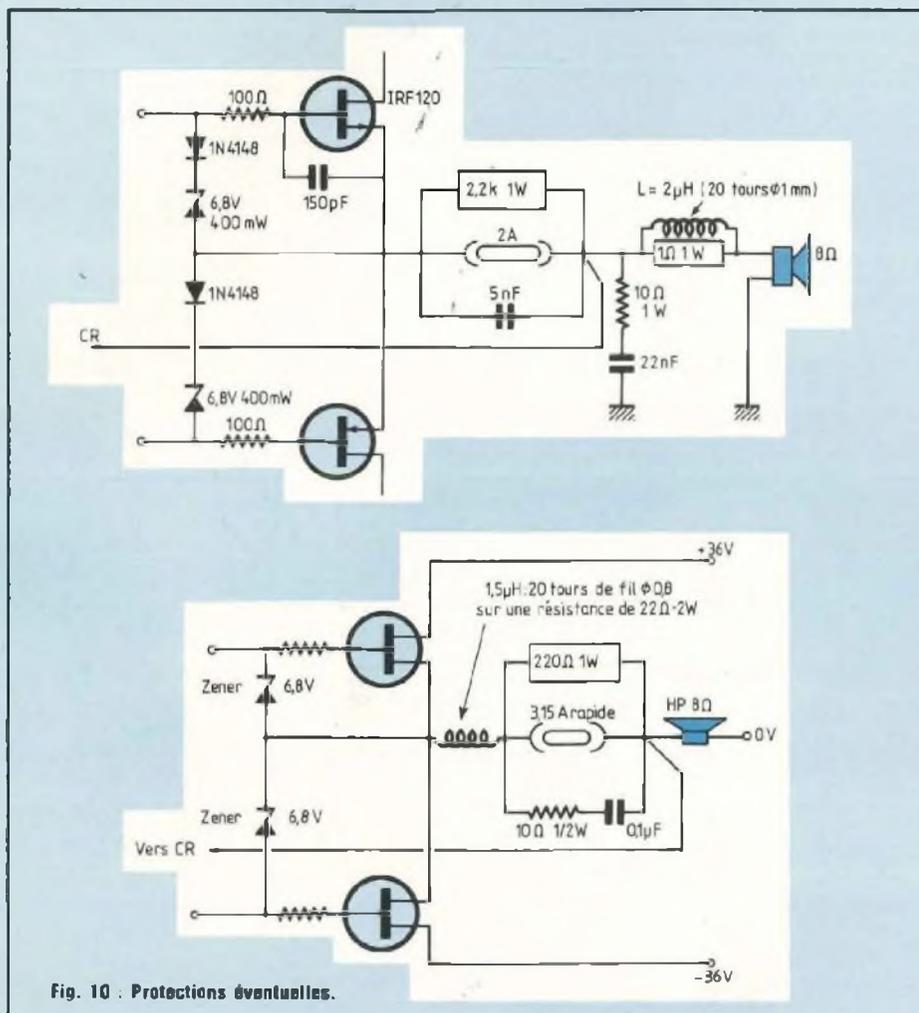


Fig. 10 : Protections éventuelles.

$$I_r = \frac{1}{\pi} \sqrt{\frac{2W}{Z}}$$

où W est la puissance de sortie et Z l'impédance de charge.

● L'augmentation de puissance peut être obtenue en augmentant la tension

d'alimentation. Certaines valeurs de composants devront être cependant revues.

De même, on se rappellera que chaque demi-tension d'alimentation est donnée par la relation :

$1/2 V_{\text{alim}} = \sqrt{2WZ} + 2 \Delta U_{GS}$   
 où  $\Delta U_{GS}$  est la tension de seuil des MOSFET ( $\approx 3,8 V$  pour les IRF,  $\approx 1,5 V$  pour les Hitachi).

● On peut également supprimer la contre-réaction globale en supprimant la liaison CD : le comportement de l'amplificateur devient alors totalement insensible à la charge. Dans ce cas, il est souhaitable de ne pas raccorder le 0V de l'alimentation au point commun des capacités de stockage, (il suffit d'enlever le fusible 2A), la contre-réaction en continu n'étant plus assurée.

On se trouve alors avec un ampli « sans contre-réaction » dont il est intéressant de tester la musicalité.

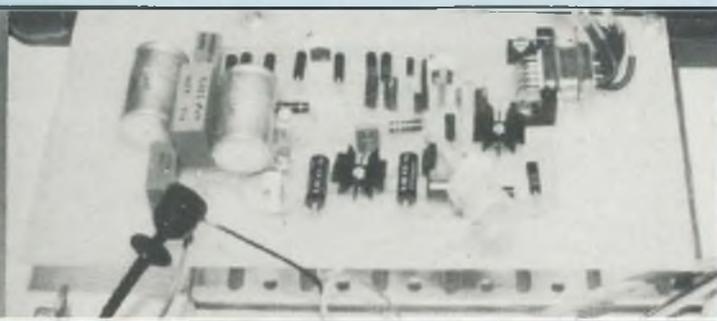
## L'ECOUTE

Cet ampli a été comparé à plusieurs amplis du commerce, ainsi qu'à quelques réalisations artisanales de type « Audiophile » : il s'en est toujours sorti avec les honneurs.

Principales qualités :

- absence totale de souffle,
- puissance subjective très élevée,
- netteté des attaques,
- définition du médium,
- mise en évidence des micro-informations présentes dans l'enregistrement : on entend parfaitement Glem Gould chanter en même temps qu'il joue les Variations Goldberg de Bach... A titre anecdotique, il a permis entre autre de rendre évidentes les améliorations apportées par le câble Isoda pour le raccordement ampli-enceintes et l'installation des enceintes sur supports antivibratoires à pointes.

P.Johannet

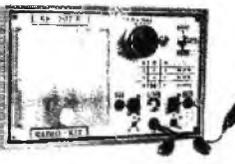


# RADIO-KIT 212, RUE SAINT-MAUR, 75010 PARIS



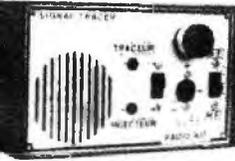
**RK** 212, RUE SAINT-MAUR  
75010 PARIS  
42.05.81.16

## RK 207 B



### TRANSISTOR-TESTEUR

**RK 211** Prix : 215 F



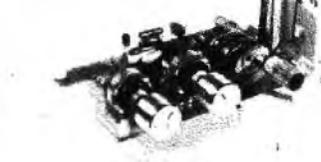
### SIGNAL TRACER

## RK 146 B



### THERMOSTAT

## RK 183 CB



### RECEPTEUR CB

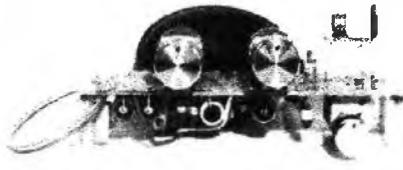
Recepteur CB 27 MHz (30 à 24 MHz environ) 3 transistors. Couvre la bande CB sensibilité 1 µV super réaction, grande stabilité CV démultiplicée. Self imprimée. Livré avec écouteur d'oreille. 180 F

Peut alimenter directement un ampli BF ½.  
Options. Antenne, colonnes pour pieds. Vis (sans boîte) 40 F

## RK 225 Options



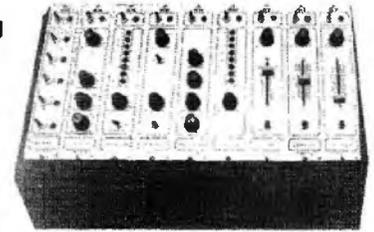
## RK 225 Nouveau Récepteur VHF



Couvre de 70 à 200 MHz par selfs interchangeables faciles à réaliser - Réceptions - Télé - Tralic aviation, etc - Sensibilité élevée (1 µV) Nombreuses innovations - Stabilité parfaite - Sécurité de fonctionnement - Montage facile - Antenne du simple fil à l'antenne professionnelle - CV démultiplicée - Ecouteur sur HP 5 transistors - (sans boîte) 180 F  
Livret très détaillé

## JEUX DE LUMIERES MODULAIRE 5U

Comprenant  
- Commande auxiliaire 6 voies  
- Psychédélique 3 voies très sensible à circuits intégrés  
- Chenillard multi fonctions 2 programmes  
- Commande Simbo à distance pour différents jeux  
- Quadrichrome permet les effets de l'arc en ciel  
- Crétémètre ou vu-mètre à spots  
- Gradateur permettant de réguler la lumière de 0 à 100 % avec réglage de seuil et plein jeux  
- Tous ces modèles donnant 1 200 W par voies et peuvent être vendus séparément.



**Nouveau**

**ANIMATIONS  
SPECTACLES  
DISC-JOCKEY  
AMATEURS**

**TARIF SUR DEMANDE  
Prix nous consulter**

**Contactez-nous pour tous vos problèmes. ELECTRONIQUES 42.05.81.16**

185	Micro transmetteur FM 80 à 180 MHz. Grande sensibilité	70 F
<b>JEUX DE LUMIERES</b>		
129	Amplificateur à micro pour psychédélics	125 F
132	Déclencheur à micro pour psychédélics, supprime liaison HP	115 F
132 bis	Micro pour 129 et 132 (dynamique)	35 F
130	Psychédélic 2 voies. Très sensible. 1 200 W par canal	75 F
131	Psychédélic 3 voies. Très sensible. 1 200 W par canal	100 F
172	Psychédélic 1 voie, préampli à transistor. 1 200 W au triac	70 F
174	Psychédélic 4 voies + négatifs, 4 potent 1 général, déclenche à quelques MW 4 x 1 200	160 F
175	Psychédélic à micro 4 voies. 4 triacs de 1 200 W, 5 réglages, déclenchement assuré par le moindre bruit	190 F
133 B	Stroboscope vitesse réglable 2 à 20 Hz, livré avec tube Xenon 100 joules. Triac THT gros modèle	150 F
134	Stroboscope alterné réglable 2 à 20 Hz, 2 tubes 100 joules	250 F
135	Gradateur de lumière, réglable séparé du seuil de déclenchement, variation 0 à 100 %, 1 200 W sur radiateur	52 F
137	Variateur pour perceuse, réglage de 0 à 60 % de la valeur, self d'arrêt, projection sur lentille 800 W	70 F
136	Clignotant alterné de puissance pour 2 x 1 200 W, 2 transistors, 1 UJT, 5 diodes, 2 triacs avec radiateurs	85 F
169 B	Nouveau chenillard 6 voies, 6 triacs de puissance peuvent alimenter jusqu'à 72 lampes, exemple de répartition pour défilé dans tous les sens sans commutation	180 F
216	Mêmes caractéristiques que le RK 217 mais à 4 voies	280 F
217	Gradateur trichrome 3 x 1 200 W, l'arc-en-ciel à cadences réglables, 1 réglage par canal, effets saisissants en régie lumière	230 F
229	Gradateur automatique, les lumières montent et descendent (1 à plusieurs minutes) selon réglages, alimenté par translo 4 transistors, 2 Cl, 6 diodes, 1 triac 1 200 W, effets exceptionnels	250 F

## RADIO-KIT BON DE COMMANDE 12, RUE SAINT-MAUR, 75010 PARIS

Tous les kits pour pouvoir vous initier, vous perfectionner ou vous amuser. Ils sont tous à monter par vous-mêmes sur un circuit imprimé prêt à l'emploi, en suivant une notice très soignée vous donnant pour chaque kit : le schéma de principe, d'implantation, valeurs des composants utilisés, paiement à la commande par chèque bancaire, postal ou mandat-lettre affranchi à l'ordre de «RADIO-KIT». Pas de contre-remboursement, port de 20 F en plus. Pour tous renseignements, téléphonez-nous au 42.05.81.16.

**CATALOGUE : 40 F** Dont 20 F remboursables à la 1<sup>ère</sup> commande pour 200 F d'achat, et la totalité du catalogue pour 500 F de matériel.

Je désire recevoir la documentation sur les nouveaux modèles   
 dans votre enveloppe affranchie.  
 Veuillez m'expédier le catalogue   
 dans mon   
 adresse   
 joint la somme de  F

RK 231	Gradateur commandé par la lumière du jour, l'éclairage monte progressivement et inversement 2 réglages, 1 200 W avec translo	160 F
RK 500	Déclencheur optique, allume une lampe au bruit par micro, alimentation secteur, potentiomètre, 1 200 W sur radiateurs	75 F
RK 501	Minuterie secteur de 20" à 5 minutes, alimentation secteur, réglage par potentiomètre, starter de départ, puissance 1 200 W sur radiateur	75 F
RK 215	Orgue lumineuse, 7 canaux de 1 200 W, chaque canal réglable par potentiomètre, allumage par touches, pleine charge au départ, descente réglable de 1 à 4 sec. environ, 8 transistors, 7 UJT, 7 triacs (100 composants) (255 x 120) modèle oro	390 F
<b>MESURES</b>		
RK 205	Alimentation stabilisée 0 à 24 V, 1 amp, transistor de puissance sur radiateur, forte dissipation, avec translo 0,6 A : 170 F, 0,8 A : 185 F, 1 A 2	200 F
RK 207	Transistomètre, diodimètre, en coffret miniature, avec galvanomètre, commutateur gain, suite	100 F
RK 207 B	Voir photo page précédente	180 F
RK 146 B	Thermistat de précision, Plage de 0 à 100°, 2 réglages, température et seuil de valeur, alimentation secteur, sortie par relais, options coffret et accessoires : 120 F + options, 70 F. Complet	190 F
RK 147	Minuterie compte-poses à relais, alimentation secteur, peut couper 1 800 watts, réglage de 0,5" à 20". Idéal pour photo	110 F
RK 161	Générateur BF sinus Triangle, carré, de 0,1 Hz à 200 kHz, 6 grammes, 4 niveaux d'atténuation. Idéal pour jeune technicien	260 F
RK 143	Contrôle de pile ou batterie, seuil de déclenchement, réglable, très utile pour poste signal par Led	25 F
RK 158	Protection électronique des alimentations contre les surcharges, maxi. 3 ampères, 50 volts	50 F

## PROTECTION

RK 156	Arrêt haute fiabilité technologie C. Mos 2 C.I. 5 transistors, 7 diodes, 2 entrées, commande rapide. Pour ILS incendie, choc, etc. 1 entrée pour porte (retard à la sortie 40 à la rentrée 20). La coupure d'un des contacts (ILS) entraîne la mise en marche. Sirène incorporée temporisée environ 3. Complet avec HP (modifiable pour relais et sirène de puissance)	260 F
RK 220	Balise clignotante à flash. Alimenté sur 9 à 12 volts. Vitesse réglable	200 F
RK 163	Émetteur à ultra-son, 4 transistors, 9 à 12 watts. Boîtier en option	70 F
RK 164	Récepteur à ultra-son à relais. Boîtier en option	130 F
RK 238	Sirène électronique miniature type police, 4,5 V à 15 V, 1 Cl, 3 transistors, 1cnalité réglage environ 1 watt	80 F
RK 199	Barrière. Cl. Mes. mise en marche d'une sirène de 300 mW à la rupture ou à l'apparition d'une lumière	70 F
RK 155	Ciôture électrique par THT (puissance variable suivant translo)	80 F
RK 159	Détecteur de lumière à relais, par diode phototransistor	50 F

## JEUX ET KITS UTILITAIRES

RK 144	Détecteur de bruits (pollution sonore) par micro pour définir un seuil de bruit. Réglable de 50 à 110 dB avec lampe et micro	50 F
RK 145	Détecteur d'électricité, très sensible. 2 transistors, 2 Fet, détecte une faible variation statique	30 F
RK 140	Relais acoustique à mémoire, un son enclenche un relais, un 2 <sup>e</sup> son remet au repos, 8 transistors, 1 diode, micro, relais	140 F
RK 141	Vox pour magnétophone, etc. se met en marche et enclenche un relais au moindre son, temporisé pour coupure en fin de conversation	65 F
RK 236	Tir électronique comportant un émetteur indépendant, une cible 3 points, hors cible, centré, mouche, par diodes Led avec lentilles, une portée de 5 m ou plus est possible, très bon exercice en tir rapide, 5 Cl, 4 transistors, diodes, etc.	250 F
RK 142	Préampli micro directionnel pour enregistrer à distance (sans micro)	70 F

# BOITE A RYTHMES PROGRAMMABLES

Voilà de quoi satisfaire votre imagination musicale, avec cette réalisation disposant d'une mémoire non volatile, 16 rythmes de 64 pas maximum chacun et possibilité de choix parmi 7 instruments.

**V**ous pouvez voir le schéma synoptique de cette réalisation à la figure 1. Le cœur du montage est bien sûr la mémoire vive (MEV) qui est commandée par les interrupteurs sélectionnant le rythme parmi les 16 que vous pouvez y enregistrer. Un compteur fait défiler les pas de la rythmique à la vitesse voulue ; réglable par un potentiomètre. Une des lignes

de données de la MEV remet à zéro le compteur ce qui permet d'avoir le nombre de séquences désirées (entre 1 et 64). Les autres sorties de la MEV commandent une série d'interrupteurs logiques qui à leur tour commutent soit une tension de + 9 V, soit un bruit blanc issu d'un transistor ; vers les filtres, qui sont donc au nombre de sept. Puis, les signaux disponibles à leurs sorties sont additionnés et amplifiés

pour être dirigés vers une sortie DIN (mono) et à un haut-parleur incorporé qui permet donc une totale autonomie du montage. La mémoire est alimentée par une pile ou un accu de sauvegarde. Ainsi, une fois le montage déconnecté, les rythmes que vous avez programmés sont conservés et à nouveau disponibles lors de l'utilisation suivante.

## FONCTIONNEMENT

Il y a tout d'abord l'alimentation qui est très classique, et construite autour d'un transformateur 2x9 V à point milieu, un pont de graetz, puis des condensateurs de filtrage. Deux régulateurs IC1 et IC2 fournissent la tension symétrique nécessaire aux filtres et amplis op ; IC3 lui s'occupe du +5 V pour les circuits logiques. Il reste IC4 qui alimente les mémoires, et les diodes D7 et D8 qui commutent ou la sortie de IC1 ou l'accumulateur. La résistance est à omettre si on choisit de remplacer l'accumulateur par une simple pile 9 V, car elle est prévue pour la recharge de celui-ci ce dont n'a pas besoin la pile.

La mémoire du montage est en fait constituée de deux circuits intégrés IC7, IC8 qui sont des mémoires statiques de 1024 x 4 bits. En les montant

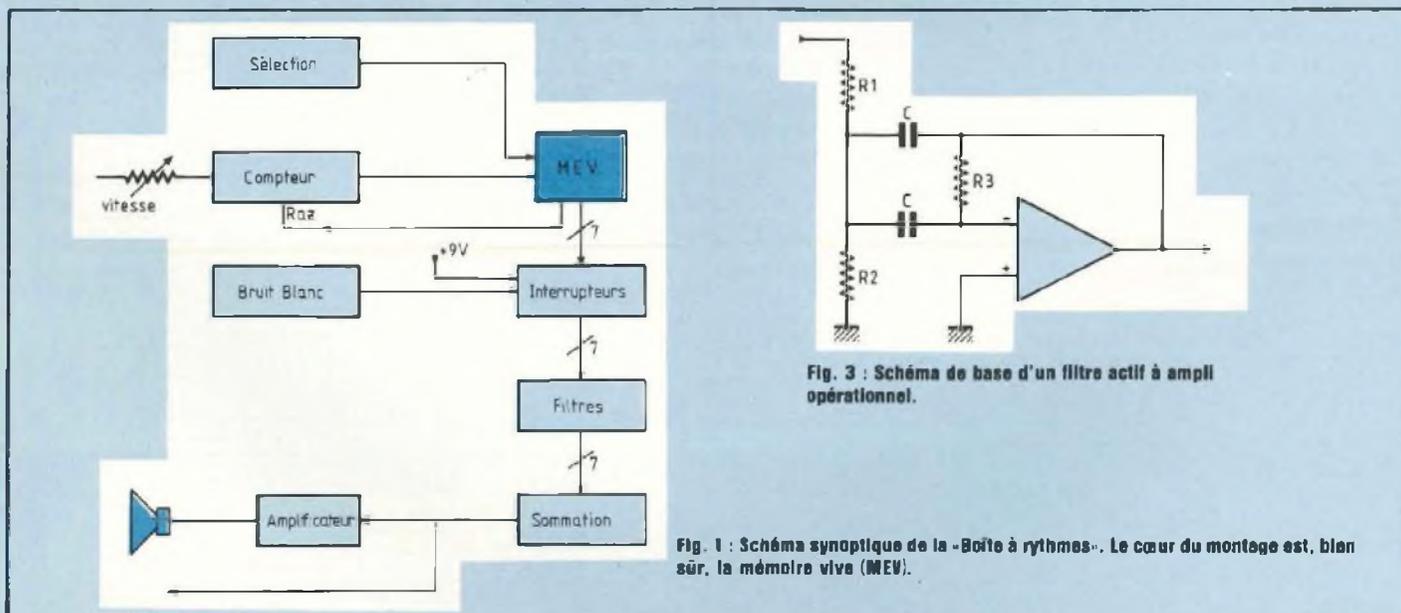


Fig. 1 : Schéma synoptique de la «Boîte à rythmes». Le cœur du montage est, bien sûr, la mémoire vive (MEV).

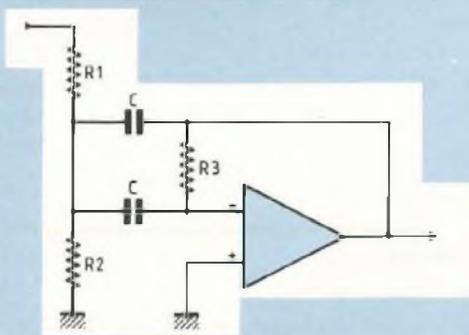
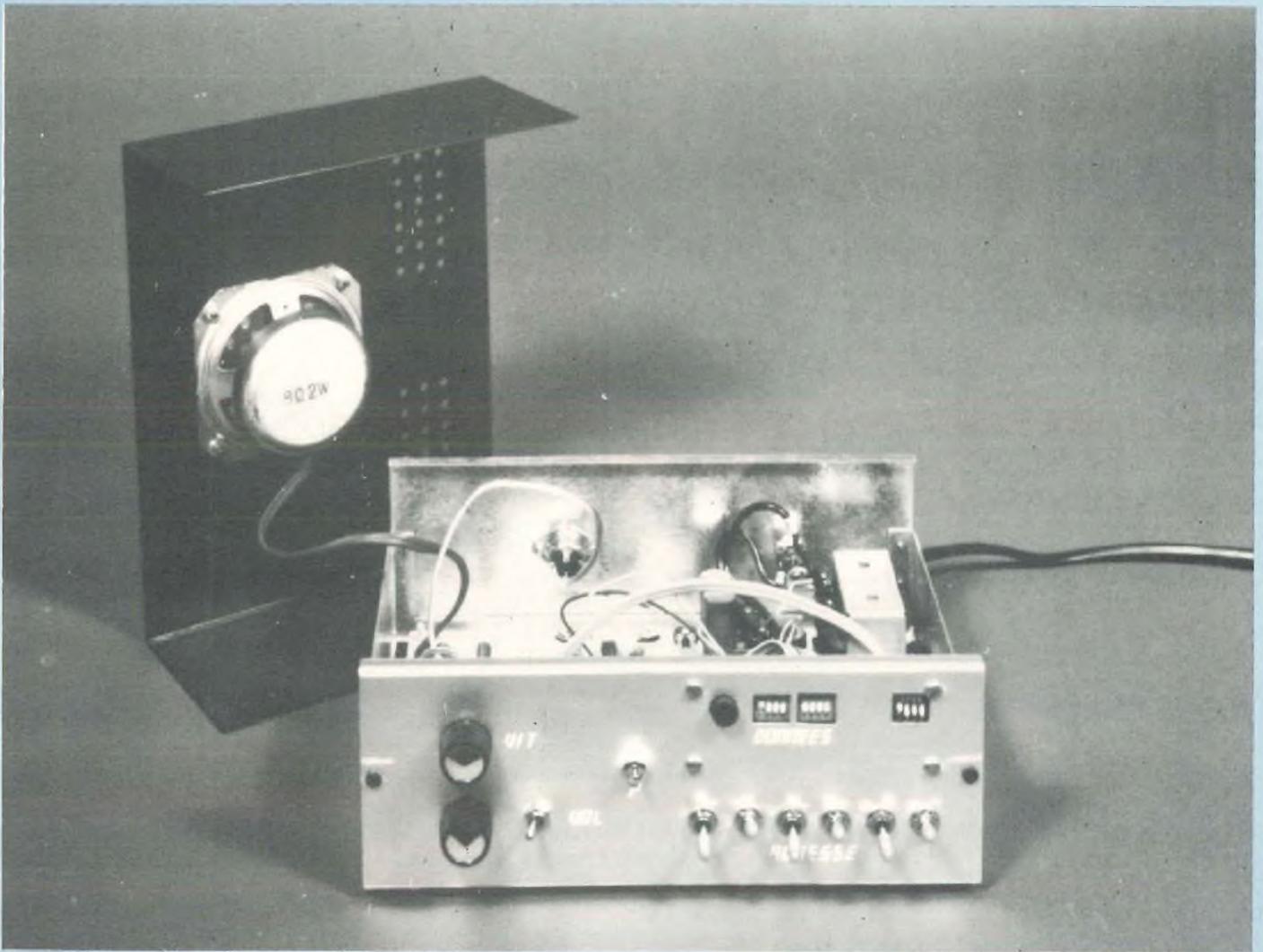


Fig. 3 : Schéma de base d'un filtre actif à ampli opérationnel.

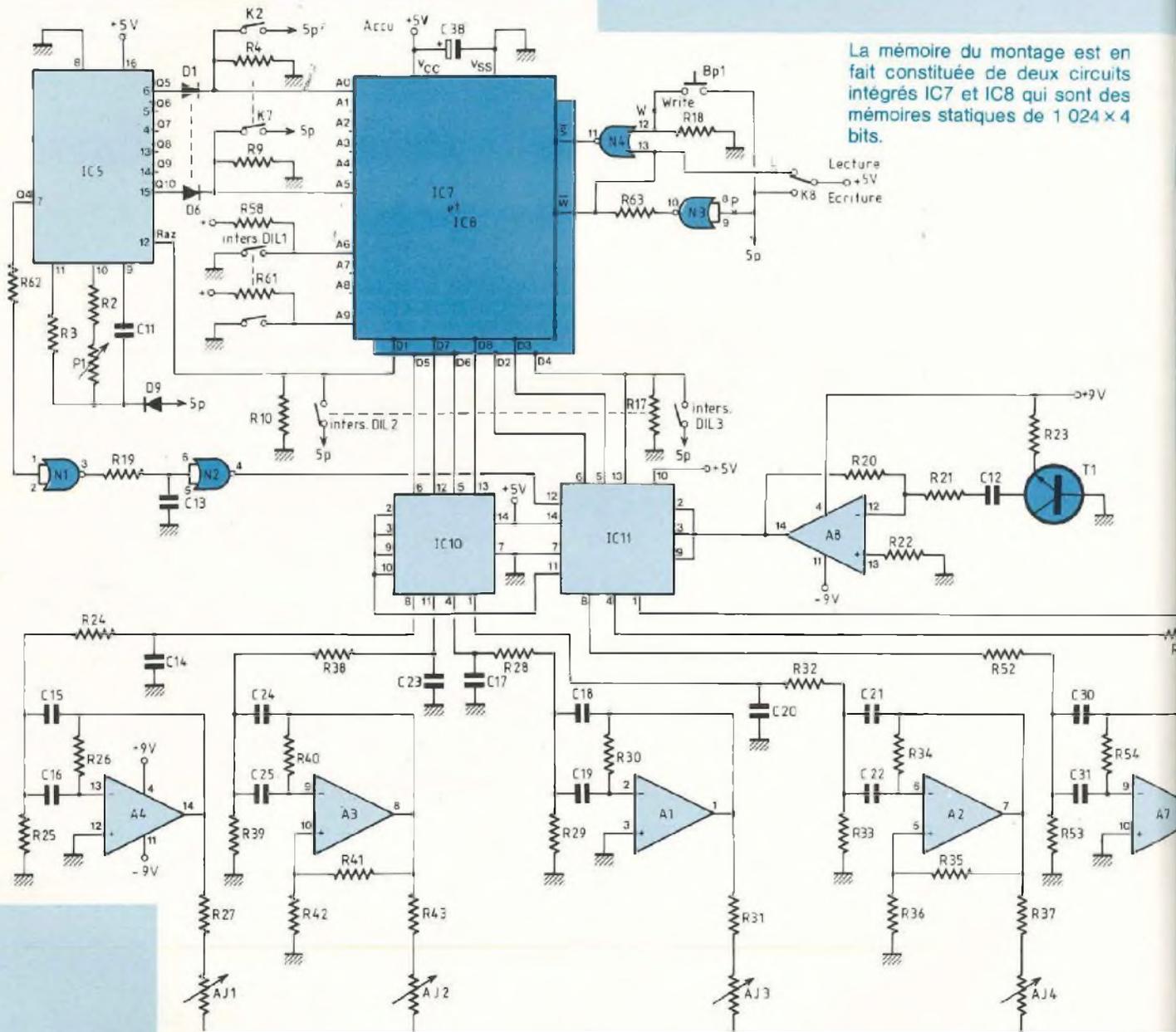
# LA BONNE CADENCE



en parallèle comme le montre la figure 2, on a 8 bits sur toujours 1024 mots qui correspondent à 16 rythmes de 64 pas chacun. Les différents rythmes enregistrés sont sélectionnés au moyen d'un bloc de 4 interrupteurs DIL. Les 64 pas, eux sont balayés par les sorties de IC 5 qui est un compteur à oscillateur intégré, la vitesse étant réglée par R2, R3, C11 et P1, la fréquence de cet oscillateur est plus élevée que celle désirée car les sorties utilisées sont Q5 à Q10, c'est-à-dire que la fréquence disponible est divisée par  $2^5 = 32$ . Une autre sortie est utilisée, c'est Q4 mais nous y reviendrons. De l'autre côté de la mémoire

on peut voir une logique de commutation construite autour de N3-N4 ; elle permet à la MEV de passer en lecture lorsque l'inverseur K8 est sur cette position, en haute impédance bloquant en même temps le compteur, pour la position programmation et en ce dernier cas l'écriture lorsque l'on appuie sur Bp1, la rangée de résistances R4-R9 ainsi que les interrupteurs correspondants (K2 à K7) permettent lors de la programmation de choisir le pas du rythme où l'on désire écrire ; une seule contrainte, le code produit par ces interrupteurs est binaire donc pas directement lisible en décimal, il faudra y faire attention lors de la programma-

tion. Une des sorties de la mémoire n'est pas utilisée pour générer un son, elle sert à remettre le compteur IC5 à zéro donc à faire repartir le rythme au début, ce qui permet un rythme de n'importe quelle longueur ; il suffit que le pas qui suit le dernier corresponde à l'état haut de cette sortie et ainsi le cycle reprend au début. Les sept autres sorties de la mémoire commandent des interrupteurs logiques IC10, IC11 dont le brochage est donné figure 8, qui à leur tour commutent soit une tension de +9 V pour simuler les différents types de percussions, soit un bruit blanc. Le 9 V n'est pas directement appliqué aux interrupteurs,

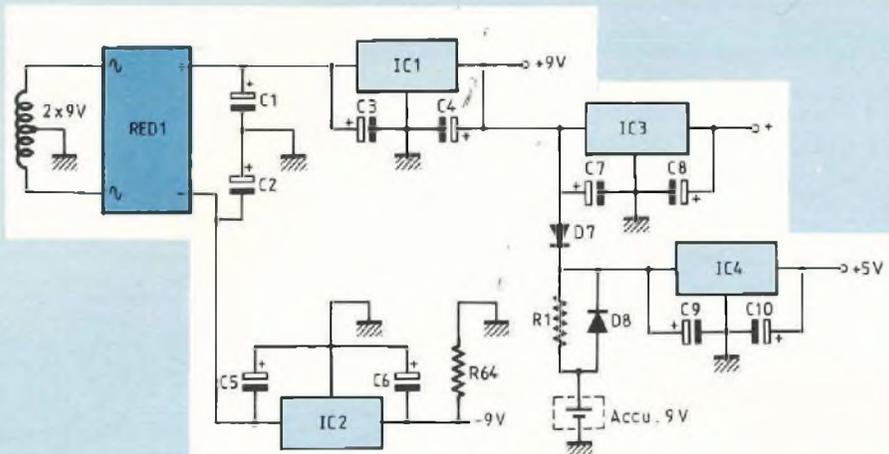


La mémoire du montage est en fait constituée de deux circuits intégrés IC7 et IC8 qui sont des mémoires statiques de 1 024 x 4 bits.

A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	numéro de L'ampli op
75	1200	3100	280	7500	2900	500	Fréquence en Hz

Tableau 1: indication des fréquences centrales de chaque filtre.

# LA BONNE CADENCE



IC4 alimente les mémoires. La résistance R1 est à omettre si on choisit de remplacer l'accumulateur par une simple pile 9 volts.

Schéma général de principe

N1...N4 = IC6  
A1...A4 = IC9  
A5...A8 = IC12

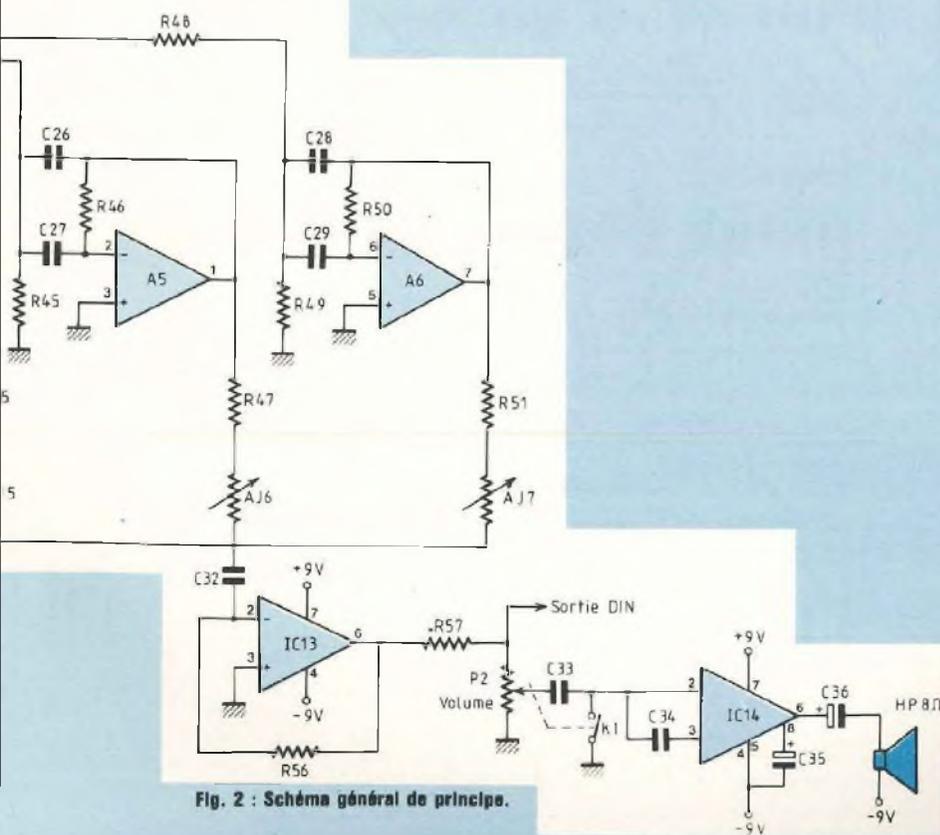


Fig. 2 : Schéma général de principe.

mais passe auparavant par un autre qui lui est commandé à travers un réseau de retard N1-N2 de 1,5 ms qui a son entrée reliée à la sortie Q4 de IC5. Ceci permet la commutation simultanée des percussions une fois que les autres interrupteurs logiques ont pris la position désirée. Le générateur de bruit blanc est basé sur la jonction base-émetteur de T1 polarisé en inverse puis amplifié 100 fois par A8. Les filtres sont tous construits autour du même modèle présenté figure 3, il s'agit d'un filtre passe bande ayant une pente de 20 dB/décade autour de la fréquence centrale. Pour chaque filtre il y a trois paramètres que l'on fait varier : la fréquence centrale, le coefficient de surtension Q et le gain G. On a en fait deux choix de base ; pour les percussions A1-A4 on prend  $Q = 30$  et  $G = 10$  tandis que pour le filtrage du bruit blanc A5-A7 on a  $Q = 1,5$  et  $G = 1$ . Un Q élevé favorise l'effet percussif (du point de vue acoustique) du signal. Le tableau 1 donne à titre indicatif les fréquences centrales de chaque filtre.

Voici des formules qui permettent de concevoir ses propres filtres au cas où on choisit Q, G, C et  $\omega$  la pulsation centrale ( $2 \times$  la fréquence centrale) :

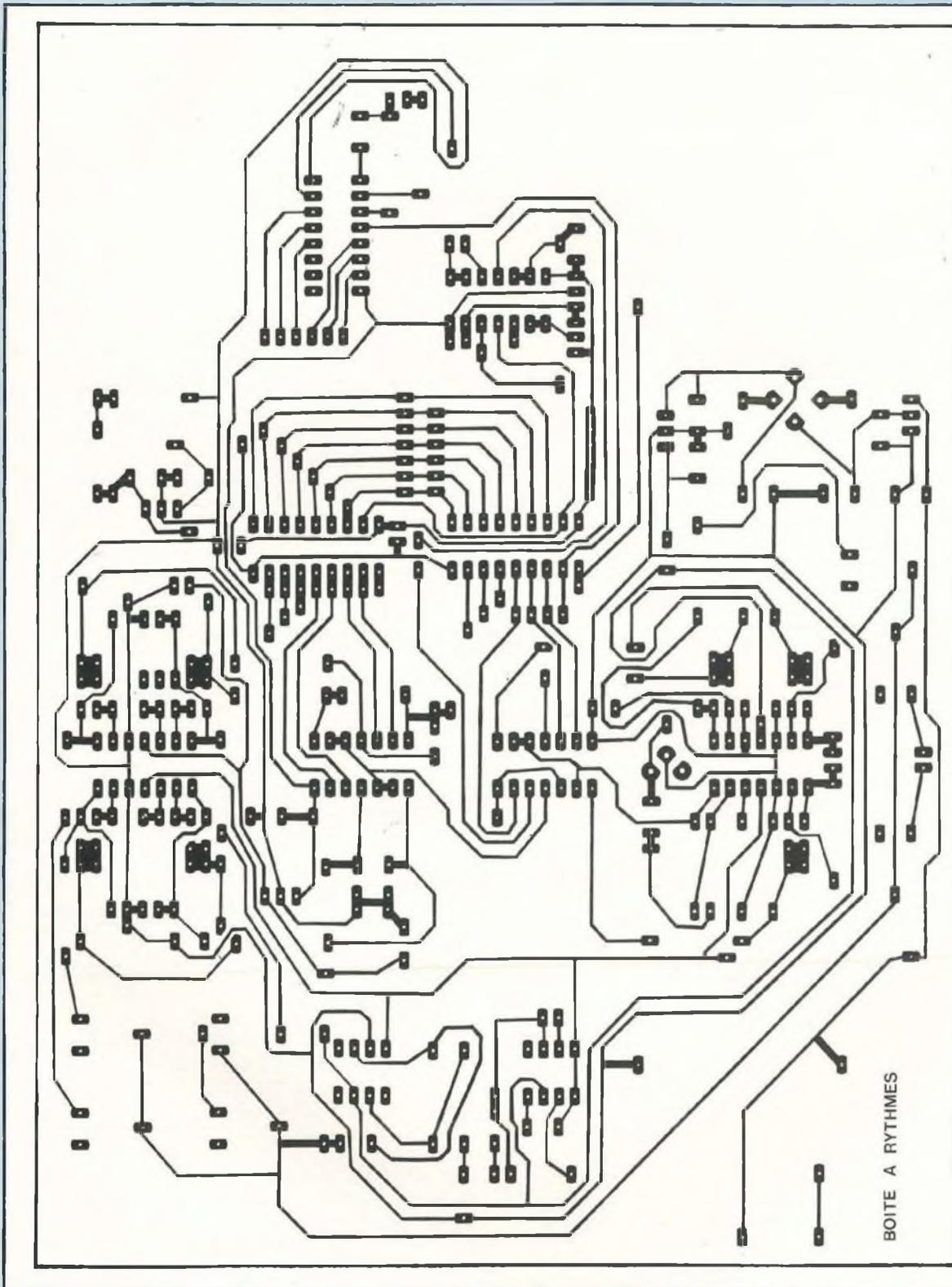
$$R1 = \frac{Q}{G\omega C}$$

$$R2 = \frac{G R1}{Q\omega C - G}$$

$$R3 = 2 R1 G$$

Pour une percussion et une fréquence supérieure à 500 Hz, il faut prendre la structure de A2 ou de A3.

En sortie de ces filtres, il y a une série de résistances ajustables (que l'on peut remplacer par des potentiomètres) et une résistance fixe qui effectuent l'addition des signaux. IC13 adapte le niveau pour permettre une sortie sur une fiche DIN classique, tandis que IC14 amplifie le signal pour le restituer sur un petit haut-parleur de

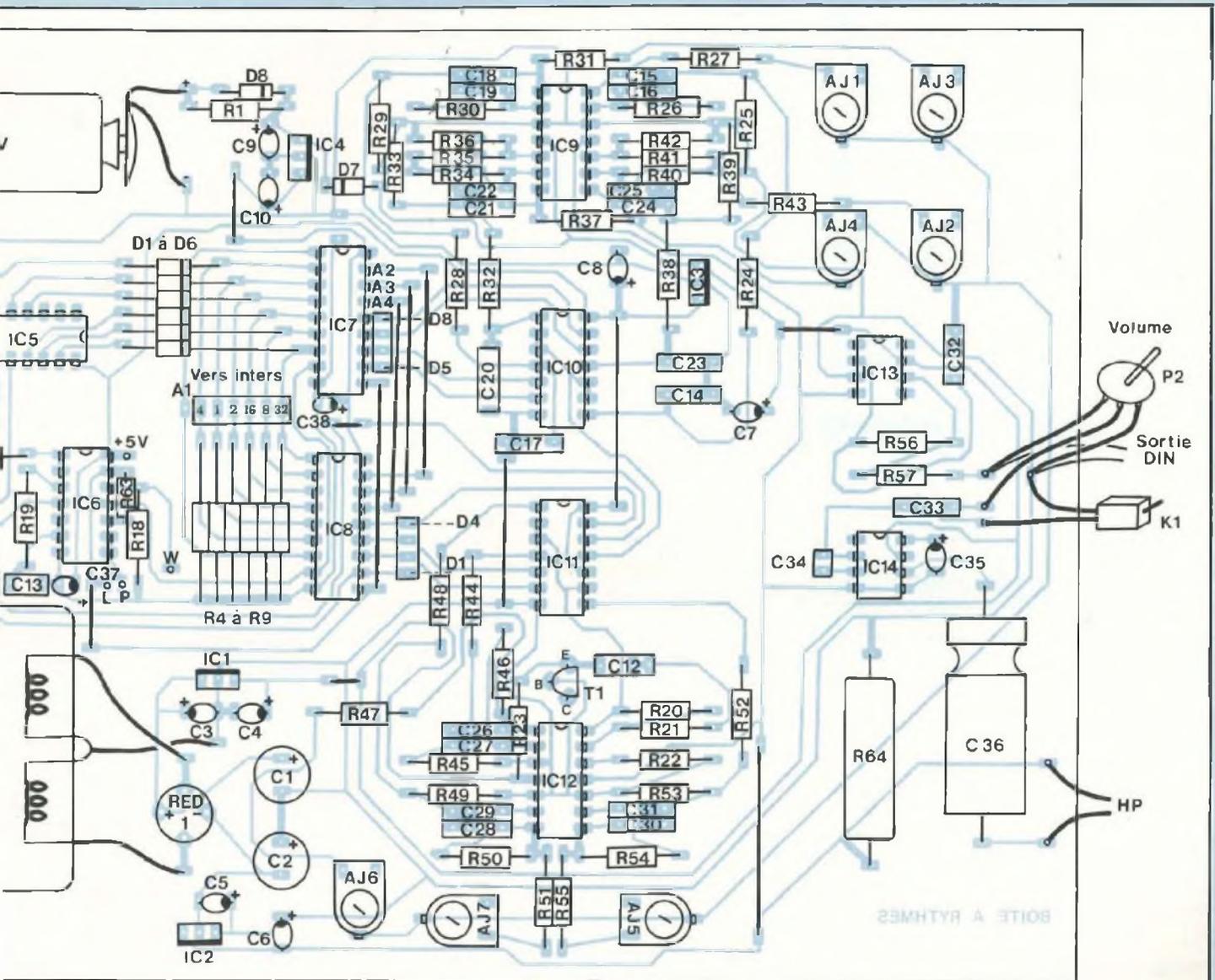


Vitesse  
P1 5p

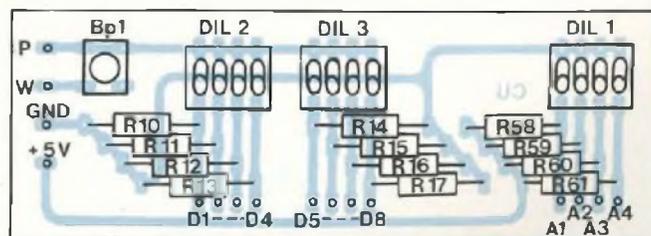
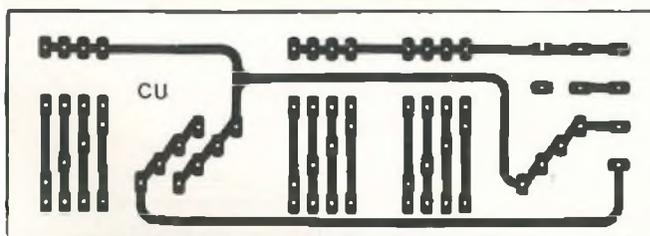


Fig. 4, 5, 6, 7 : Circuits imprimés et plans de câblage de «boîte à rythmes programmables».

# LA BONNE CADENCE



BOITE A RAYURES



8 ohms ; P2 sert à régler le volume et l'interrupteur K1 à couper cette sortie si nécessaire.

## REALISATION

Il y a deux circuits imprimés à graver,

un grand de 200 x 150 sur lequel prennent place transformateur et accumulateur ; puis un petit qui supporte les blocs d'interrupteurs DIL. Figures 4 et 5, on peut voir le tracé des circuits imprimés et figures 6-7 les

implantations des composants. Les supports de circuits intégrés sont de rigueur, afin de faciliter les essais. Il ne faudra pas oublier les 13 straps sur le grand circuit. On montera dans l'ordre, straps, supports, résistances, conden-

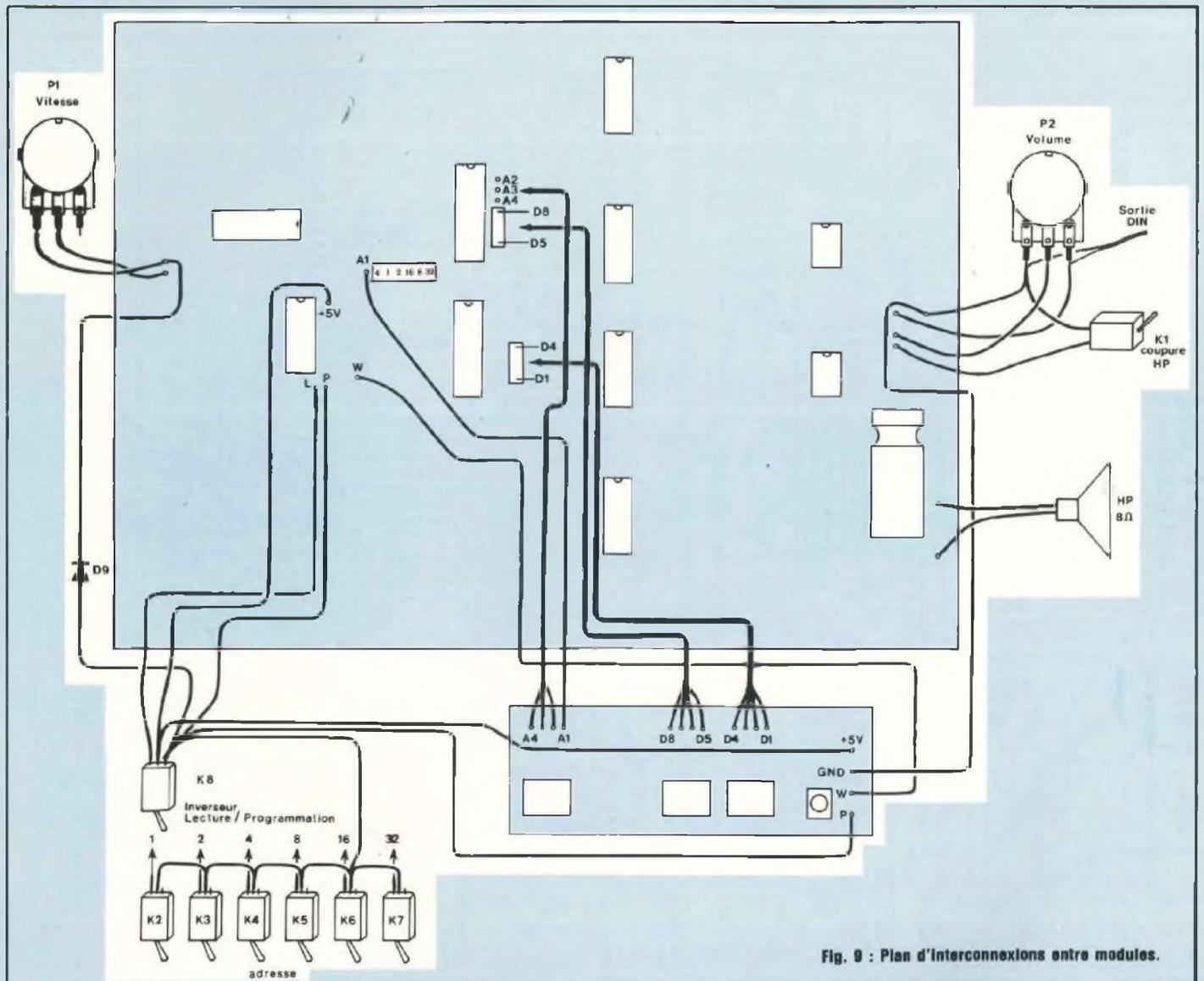
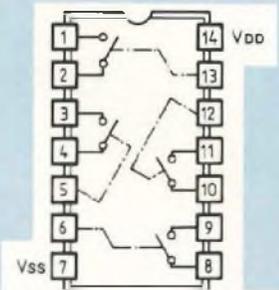


Fig. 9 : Plan d'interconnexions entre modules.



Brochage des interrupteurs logiques (4016).

sateurs, diodes puis régulateurs. On peut munir éventuellement IC1 et IC2 de radiateurs, mais ce n'est pas indispensable. Afin de réduire le ronronnement dû au transformateur, vous pouvez insérer une self de quelques dizaines de mH entre le point milieu de celui-ci et le circuit imprimé.

Attention aux orientations, si vous utilisez pour certains condensateurs des MKH, il peut se produire un court-circuit entre deux armatures voisines ; dans ce cas les isoler avec un petit morceau d'adhésif. Après le raccorde-

ment de l'accumulateur et la mise sous tension du transformateur, vérifiez la présence des différentes tensions sur les supports. Insérez tout d'abord IC14 dans son support (hors tension bien sûr) et écoutez s'il y a bien un ronflement dans le haut-parleur lorsqu'on monte le volume (inter K1 ouvert). Puis insérez IC12 et IC13, et pontez les bornes 2 du support de IC11 et IC7 de celui d'IC9 ; on doit alors percevoir un souffle dans le haut-parleur ; sinon il y a un problème du côté du générateur de bruit blanc (A8 et T1), en vérifiez les

# LA BONNE CADENCE

composants. A l'étape suivante, ponter les bornes 2 et 1, puis 2 et 4, et enfin 2 et 8 d'IC11 ; ce qui vérifie le bon fonctionnement des filtres A5, A6 et A7 ; par la même occasion, régler les ajustables AJ5 6 et 7 à la valeur voulue (à l'oreille). On peut aussi vérifier le bon fonctionnement des autres filtres en montant IC9, puis en reliant les bornes 14 du support d'IC10 avec respectivement les bornes 1,4,8,11 de ce même support, pour les filtres A4, A1, A2, A3. Régler en même temps les ajustables AJ1, 2, 3, 4. A chaque établissement de cette liaison il doit retentir un bruit de percussion dans le haut-parleur. Cela va de soi que le son obtenu avec le petit HP interne est d'une qualité très inférieure à celui obtenu en utilisant un ampli HI-FI sur la sortie DIN. Il ne vous reste plus qu'à monter les autres circuits intégrés sur leurs supports respectifs ; hors tension et accumulateur ôté. A la remise sous tension, vous devez entendre un rythme, ou du moins quelque chose d'avoisinant en changeant la position des interrupteurs DIL 1, cela correspond aux données qui sont apparues aléatoirement lors de la mise en position de l'accumulateur 9 V.

## UTILISATION

Si un ajustable est réglé trop bas, il peut se produire une entrée en oscillation du filtre correspondant, sinon dans la plupart des cas un réglage à mi-course suffit. Tout d'abord il faut programmer quelque chose ; basculer K8 en position programmation, puis ouvrir les interrupteurs K2 à K7, positionner les interrupteurs de DIL 1 dans une position qui correspondra à l'emplacement mémoire du rythme que l'on va programmer. Mettre momentanément l'interrupteur correspondant à D1 sur ON (afin de remettre à zéro le compteur) ; puis basculer les interrupteurs de DIL 2 et 3, (D1 à D8) ; en mettre un sur ON correspond à l'activation du filtre correspondant (cf figure 2). Une fois le choix fait, appuyer sur Bp1 (ce qui a pour effet l'enregistrement dans la mémoire). Pour le pas suivant, basculer K2, mettre DIL 2 et 3 sur la

## NOMENCLATURE DES COMPOSANTS

### ● Résistances à couche $\pm 5 \%$

R1 - 330  $\Omega$   
R2 - 10 k $\Omega$   
R3 - 22 k $\Omega$   
R4 à R18 - 10 k $\Omega$   
R19 - 100 k $\Omega$   
R20 - 1 M $\Omega$   
R21 - 10 k $\Omega$   
R22 - 4,7 k $\Omega$   
R23 - 10 k $\Omega$   
R24 - 220 k $\Omega$   
R25 - 1,5 k $\Omega$   
R26 - 4,7 M $\Omega$   
R27 - 22 k $\Omega$   
R28 - 33 k $\Omega$   
R29 - 2,2 k $\Omega$   
R30 - 1 M $\Omega$   
R31 - 22 k $\Omega$   
R32 - 220k $\Omega$   
R33 - 680  $\Omega$   
R34 - 1,2 M $\Omega$   
R35 - 1 M $\Omega$   
R36 - 680  $\Omega$   
R37 - 1 k $\Omega$   
R38 - 100 k $\Omega$   
R39 - 2,2 k $\Omega$   
R40 - 1,2 M $\Omega$   
R41 - 1 M $\Omega$   
R42 - 680  $\Omega$   
R43 - 1 k $\Omega$   
R44 - 2,7 k $\Omega$   
R45 - 910  $\Omega$   
R46 - 6,2 k $\Omega$   
R47 - 22 k $\Omega$   
R48 - 3,3 k $\Omega$   
R49 - 1 k $\Omega$   
R50 - 7,5 k $\Omega$   
R51 - 47 k $\Omega$   
R52 - 10 k $\Omega$   
R53 - 3,3 k $\Omega$   
R54 - 22 k $\Omega$   
R55 - 3,9 k $\Omega$   
R56 - 27 k $\Omega$   
R57 - 100 k $\Omega$   
R58 à R61 - 10 k $\Omega$   
R62 - 56  $\Omega$   
R63 - 10  $\Omega$   
R64 - 100  $\Omega$ /2 W

### ● Condensateurs

C1, C2 - 470  $\mu$ F/25 V  
C3 à C10 - 1  $\mu$ F/25 V tantale  
C11 - 470 nF  
C12 - 4,7 nF  
C13 - 10 nF  
C14 - 100 nF

C15, C16 - 6,8 nF  
C17 - 100 nF  
C18, C19 - 47 nF  
C20 - 100 nF  
C21, C22 - 4,7 nF  
C23 - 100 nF  
C24, C25 - 1 nF  
C26, C27 - 10 nF  
C28, C29 - 22 nF  
C30, C31 - 47 nF  
C32, C33 - 1  $\mu$ F/25 V tantale  
C34 - 100 pF  
C35 - 22  $\mu$ F/25 V  
C36 - 1 000  $\mu$ F/25 V  
C37, C38 - 1  $\mu$ F/25 V tantale

### ● Semiconducteurs

IC1 - 7808  
IC2 - 7908  
IC3 - 7805  
IC4 - 7805  
IC5 - 4060  
IC6 - 4001  
IC7, IC8 - 2114  
IC9, IC12 - LM 324  
IC10, IC11 - 4016  
IC13 - 741  
IC14 - LM 380-N8  
D1 à D9 - 1N 4148  
T1 - BC 238B

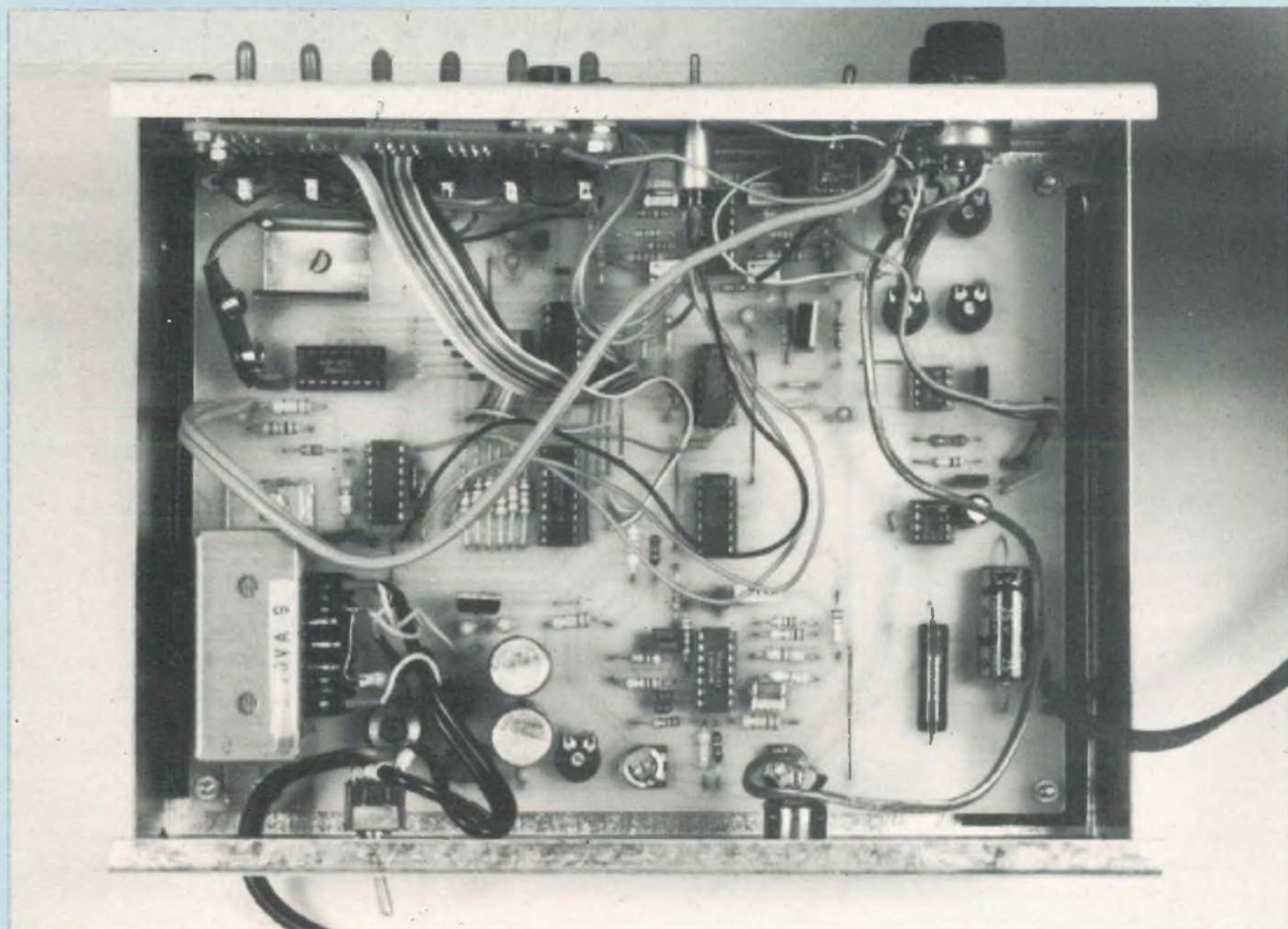
### ● Divers

P1, P2 - 100 k $\Omega$  A  
RED1 - pont 0,8 A 80 V  
DIL 1-3 - quadruple inter DIL  
AJ1 - 100 k $\Omega$   
AJ2, AJ3 - 25 k $\Omega$   
AJ4 à AJ7 - 4,7 k $\Omega$   
1 HP 8  $\Omega$ /2 W  
1 pression pile 9 V  
1 accumulateur 6F22  
1 transformateur 2 x 9 V 10 VA  
7 interrupteurs simples  
1 interrupteur secteur  
1 inverseur simple  
1 fiche DIN femelle  
1 cordon secteur  
Bp1 - bouton poussoir  
2 supports 8 broches  
5 supports 14 broches  
1 support 16 broches  
2 supports 18 broches  
1 boîtier EB 21/08 ESM

### ● Nota

Eviter les TMS 4045 pour les mémoires 2114.

# LA BONNE CADENCE



	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	
0						X			
1			X	X			X	X	
2									X
3							X	X	
4					X				
5			X	X					
6									X
7			X	X					
8						X			
9							X	X	
10									X
11		X							
12					X				
13							X	X	
14						X			
15	X								X
16									

Tableau 2.

position désirée, appuyer sur Bp1. Les

pas suivants seront obtenus en mettant K2 sur OFF et K3 sur ON, K2 et K3 sur ON, puis K2 OFF, K3 OFF, K4 ON etc... Le numéro du pas équivaut au nombre binaire indiqué par K2-K6, ceux-ci correspondant respectivement à 1, 2, 4, 8, 16, 32. Le basculement de plusieurs interrupteurs en même temps correspond à l'addition des valeurs qui leur sont attribuées. De cette façon, on a un accès immédiat à n'importe quelle position du programme. Une fois le dernier pas du rythme passé, il faudra provoquer la remise à zéro du compteur : il suffira de programmer seulement D1 (premier interrupteur de DIL 2 fermé) au pas suivant la fin désirée du rythme. Lorsque l'on remet K8 sur lecture, le

rythme démarre automatiquement. Pour changer un pas quelconque, il faut mettre K8 sur programmation, fermer momentanément D1, mettre K2 à K7 sur la position correspondant au pas à changer, puis DIL 2 et 3 sur la nouvelle valeur, une action sur Bp1 aura alors pour effet de rentrer cette valeur dans la mémoire ; ne pas oublier de remettre K8 en position lecture. Pour ceux qui sont à cours d'idées, le tableau 2 vous en propose une ; nous espérons que vous serez aussi agréablement surpris que nous par le son obtenu avec un amplificateur Hi-Fi.

Levieux Lionel

# FOCAL



**NOUVEAU**

## LES CONES FOCAL

4 cm de diamètre,  
4 cm de hauteur,  
en acier trempé,  
finition nickelée,  
livré avec tige filetée  
de diamètre 4 mm.  
Adaptable aux kits  
AUDIOM, 600, 600 L  
et à toutes enceintes,  
résultats remarquables  
dans le grave.  
PRIX : 70 F TTC la pièce.

## FILTRE ELECTRONIQUE EC 2000

Adaptation du EC 1000  
avec coupure basse à 510 Hz,  
pour kit AUDIOM A  
et autres systèmes - STEREO.  
PRIX : 2 300 F TTC la paire.

## FILTRE AUDIOM

Nouveau filtre passif  
pour le kit AUDIOM  
avec pentes de coupures plus raides.

## SYSTEMES A DOUBLE BOBINE

	PRIX TTC
KIT 030, "MINI", 9 l, super élaborée	950 F
KIT 130, "MIDI", 20 l, haut rendement	800 F
KIT 230, "COMPACT", 42 l, haut rendement	970 F

## COLONNES BOBINES FIL RUBAN PLAT

KIT 330, "2 voies", 40 l, bass reflex	1 225 F
KIT 430, "3 voies", 56 l, ligne acoustique	1 735 F

## SUBWOOFER

KIT SW 30, "PUSH-PULL", 44 l, 36-70 Hz	2 100 F
--	---------

## SYSTEME TRIPHONIQUE

TRIAx 30 = 2 KIT 030 + KIT SW 30	TOTAL 4 100 F
----------------------------------	------------------

## LES KITS TRES HAUT RENDEMENT (95 dB)

	PRIX TTC
KIT 600, mini-onken + œuf	3 300 F
KIT 600 L, colonne bass-reflex (75 l) + œuf	3 240 F
KIT 600 E, sans œuf	2 540 F

## LE KIT AUDIOM (100 dB)

CAISSON AUDIOM (165 l) + cylindre	7 590 F
CAISSON AUDIOM (165 l) sans cylindre	6 940 F

## LES SYSTEMES ACTIFS

KIT ACTIF 50, 3 voies, 38 cm Neoflex, bi-amplification	6 680 F
KIT AUDIOM A, 3 voies, triamplification, cylindre	10 990 F

## HIFI AUTOMOBILE

KIT 358, 17 cm, bobine ruban + tweeter FOCAL	1 125 F
KIT 348, 17 cm, double bobine coaxial	850 F
KIT 338, 13 cm, coaxial	600 F

## LES SYSTEMES

Une technologie d'avant-garde

### NOUVEAU ! LES EBENISTERIES FOCAL

**COFFRET 030:** en "MEDIUM" de 19 mm, très lourd et dense, aggloméré de poudre de bois densité : 750 kg/m<sup>3</sup>, finition brute mais très belle.  
PRIX : 315 F TTC

**COFFRET 130:** en aggloméré de 19 mm, finition plaqué imitation noyer, avec porte-tissu et évent.  
PRIX : 345 F TTC

**COFFRET 230:** en aggloméré de 22 mm, finition brute, avec évent.  
PRIX : 385 F TTC

**COFFRET 330:** en "MEDIUM" de 22 mm finition brute, très belle.  
PRIX : 540 F TTC

**CAISSON AUDIOM:** en aggloméré de 25 mm, très bel assemblage, finition brute, poids 60 kg.  
PRIX : 2 850 F TTC

**CAISSON AUDIOM A:** en "MEDIUM" de 25 mm, laqué blanc, superbe ! poids 60 kg.  
PRIX : 3 850 F TTC

**CYLINDRE LAQUE BLANC:**  
sur commande spéciale.

Les ébénisteries  
Focal  
sont toutes livrées  
emballées

## CATALOGUE FOCAL 1986

Nouveau catalogue  
intégrant tous les  
plans des coffrets  
et les schémas  
des filtres. Le  
document de câblage  
est fourni avec  
chaque filtre.  
Disponible sur  
demande contre  
10 francs en  
timbres.

Inscription au club FOCAL et  
demande de documentation à :  
FOCAL BP 201, 42013 SAINT-ETIENNE  
CEDEX FRANCE

# CHENILLARD

## 20 LEDS

Ce chenillard étonnant met en évidence la possibilité de faire compter un compteur décimal par vingt. L'allumage successif des leds est réglable de 0,5 à 30 secondes par cycle et donne une excellente vision du déplacement lumineux.

**L**a simplicité du montage met cette réalisation à la portée de tous et permet également de faire quelques expériences intéressantes de comptage.

### LE PRINCIPE

Il est basé sur un inverseur à bascule, commandé par impulsions, qui alimente deux rangées de dix leds montées à la suite les unes des autres.

Un compteur décimal CD 4017 va allumer successivement une rangée de dix leds pendant la première décade, puis après inversion de la commande, le compteur allumera une deuxième rangée de dix leds pendant la deuxième décade, ce qui donnera bien l'allumage successif des vingt leds du montage. Le cycle recommencera après une nouvelle inversion.

Un oscillateur simplifié est réalisé à l'aide d'un circuit intégré NE 555 asso-

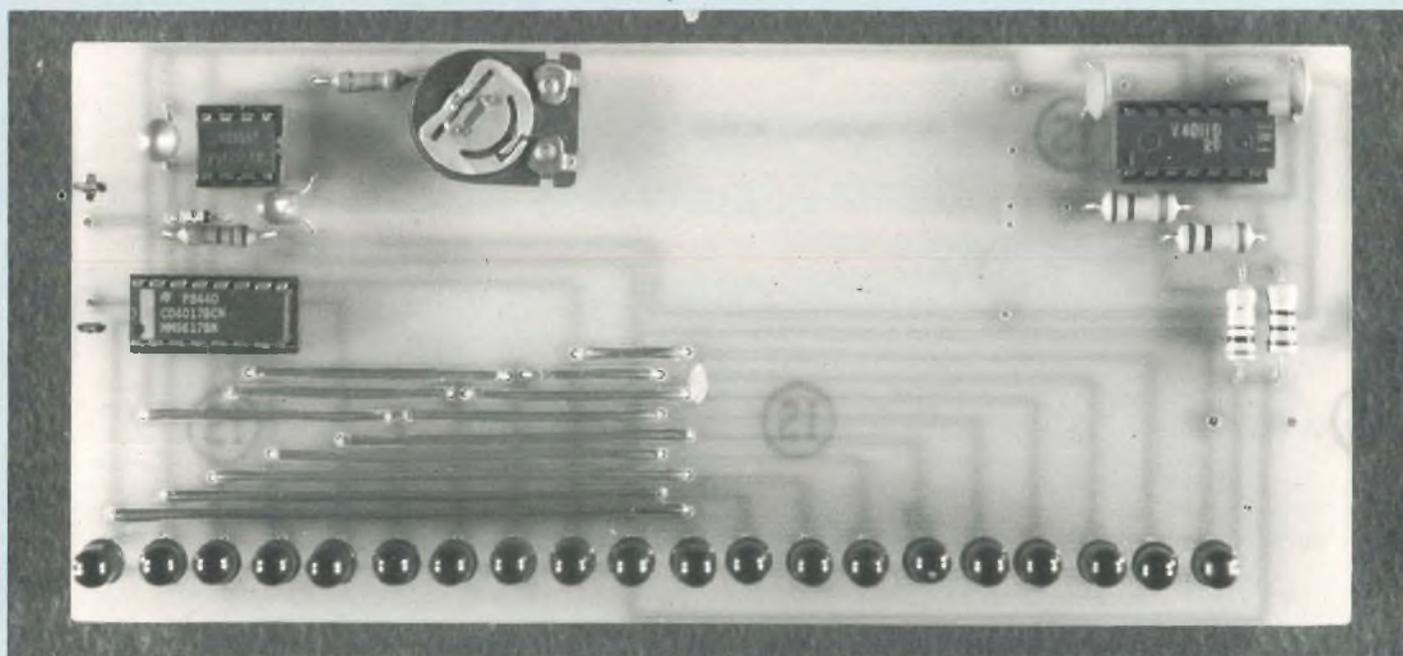
cié à une résistance variable R2 et à un condensateur C1. Il va fournir les impulsions de comptage nécessaires, qui seront variables de 0,6 à 40 périodes par seconde, pour faire avancer le compteur pas à pas.

Une remise à zéro du compteur sera effectuée par la borne (15) qui est reliée à la masse par une résistance R3 de 1,5 k $\Omega$  et un condensateur de 10  $\mu$ F relié lui au (+) de l'alimentation. A la mise sous tension, une courte impulsion positive provoquée par la charge du condensateur C2, remet le compteur à zéro ainsi que l'inverseur par l'intermédiaire d'une diode D1..

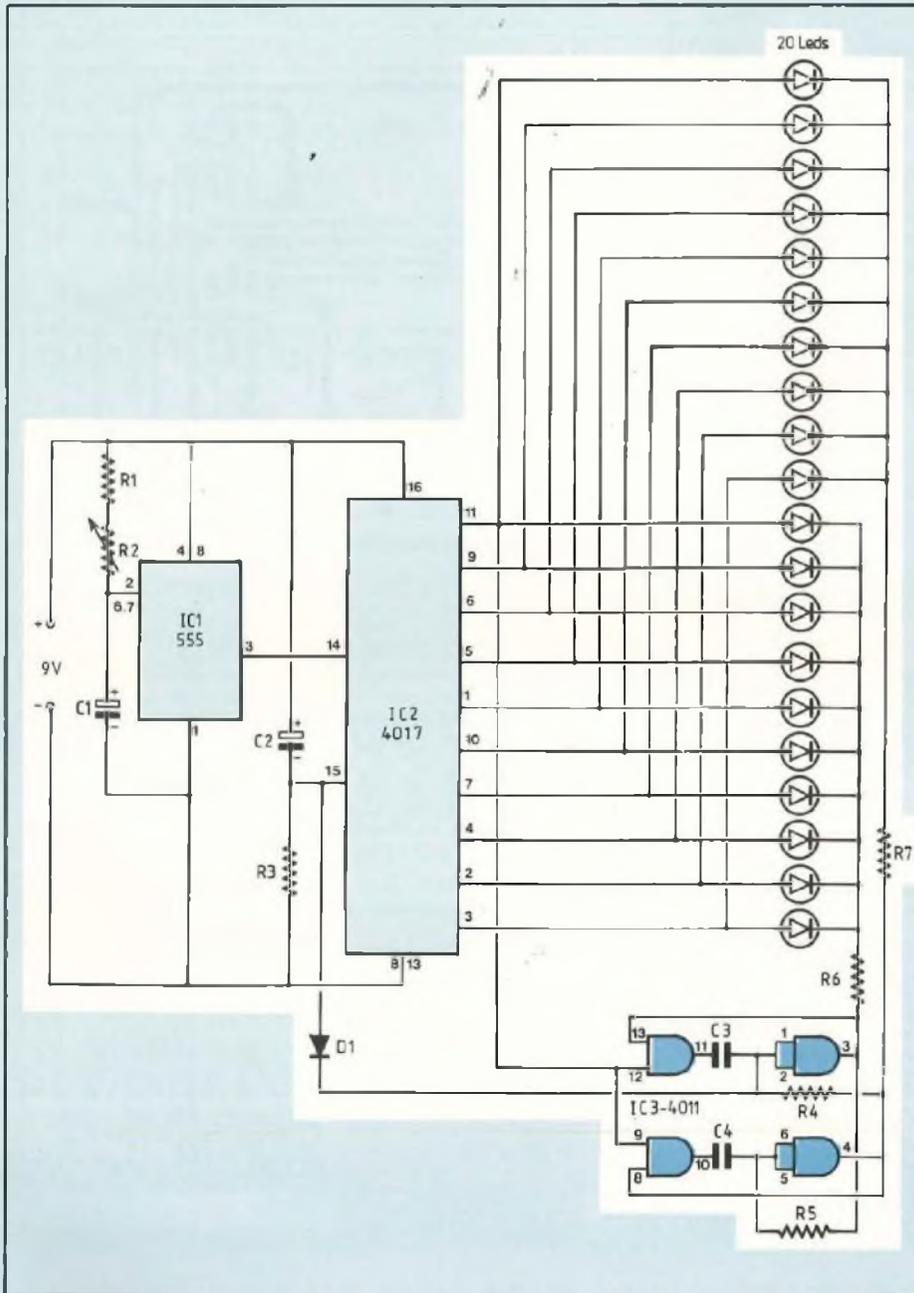
L'inverseur est réalisé avec deux des portes NAND d'un 4011 dont les entrées sont polarisées par l'intermédiaire de deux résistances de 100 k $\Omega$  (R4 - R5) sur les sorties opposées, ce qui donne un basculement stable chaque fois qu'une impulsion est donnée sur l'une ou l'autre entrée.

Les deux autres portes du 4011 vont servir à valider l'une ou l'autre entrée selon l'état des sorties à chaque changement de polarité des entrées communes.

Pendant le fonctionnement du compteur, chacune de ses sorties devient



# EN VINGT POINTS



Le principe de ce chenillard est basé sur un inverseur à bascule commandé par impulsions qui alimente deux rangées de dix leds montées à la suite les unes des autres.

tout à tour positive jusqu'à la dixième puis le compteur revient à zéro pour reprendre son cycle.

Lorsque la dixième sortie est positive (broche 11), une des deux portes du

4011 est validée et le condensateur de 10 nF (C3 ou C4) se décharge laissant la bascule sans effet.

A l'extinction de la dixième led, la validation cesse et le condensateur se

charge pendant un court instant donnant une brève impulsion positive qui fait basculer l'inverseur.

Chaque sortie de l'inverseur devient donc négative après le comptage de dix leds et alimente l'une après l'autre les deux rangées de dix leds ce qui fait un comptage par vingt.

A la mise sous tension, l'impulsion positive de remise à zéro force la bascule à démarrer du bon côté et oblige l'ensemble à commencer le comptage par le début.

## EXPERIENCES

A l'aide d'un petit tournevis, on pourra court-circuiter le condensateur C2 de 10  $\mu$ F ce qui fera une remise à zéro permanente et seule la première led restera allumée.

En court-circuitant le condensateur C1 de 2,2  $\mu$ F, on arrêtera le comptage en cours de route et la led correspondante restera allumée, le comptage redémarrera du même endroit en supprimant le court-circuit.

En court-circuitant l'un des condensateurs C3 ou C4 de 10 nF, on obtiendra un comptage par dix sur une des deux rangées de leds, et en court-circuitant l'autre condensateur, on aura un comptage par dix sur l'autre rangée de leds.

En réunissant la borne 15 du compteur à l'une des sorties, on aura un comptage mélangé entre les deux rangées de leds par une suite d'inversions et de remises à zéro.

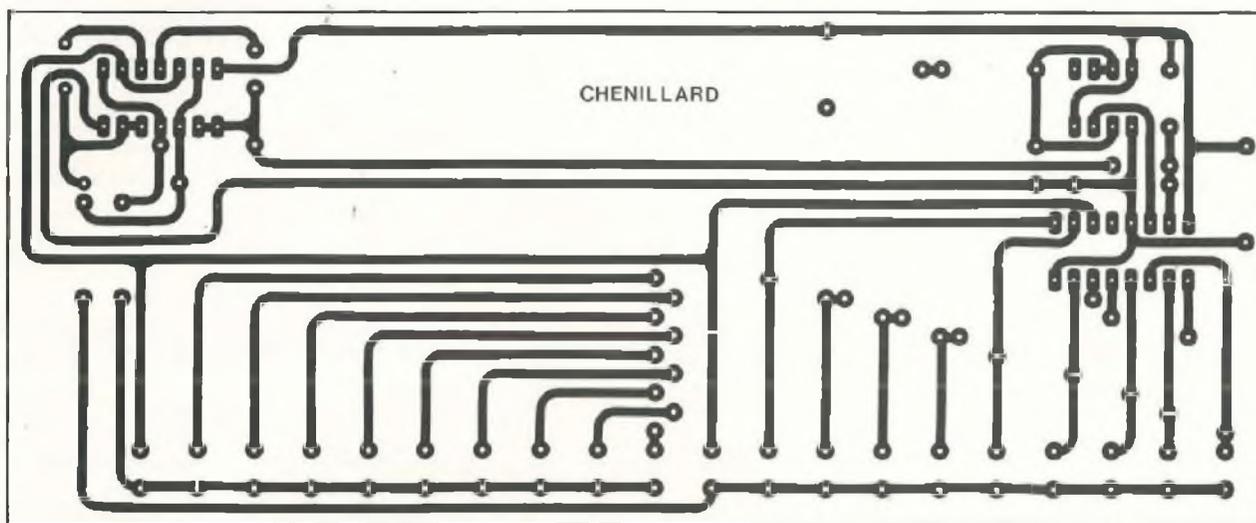
## MONTAGE

Nous avons réalisé notre montage sur un circuit imprimé simple face en mettant des supports pour les circuits intégrés et des straps pour les liaisons des leds.

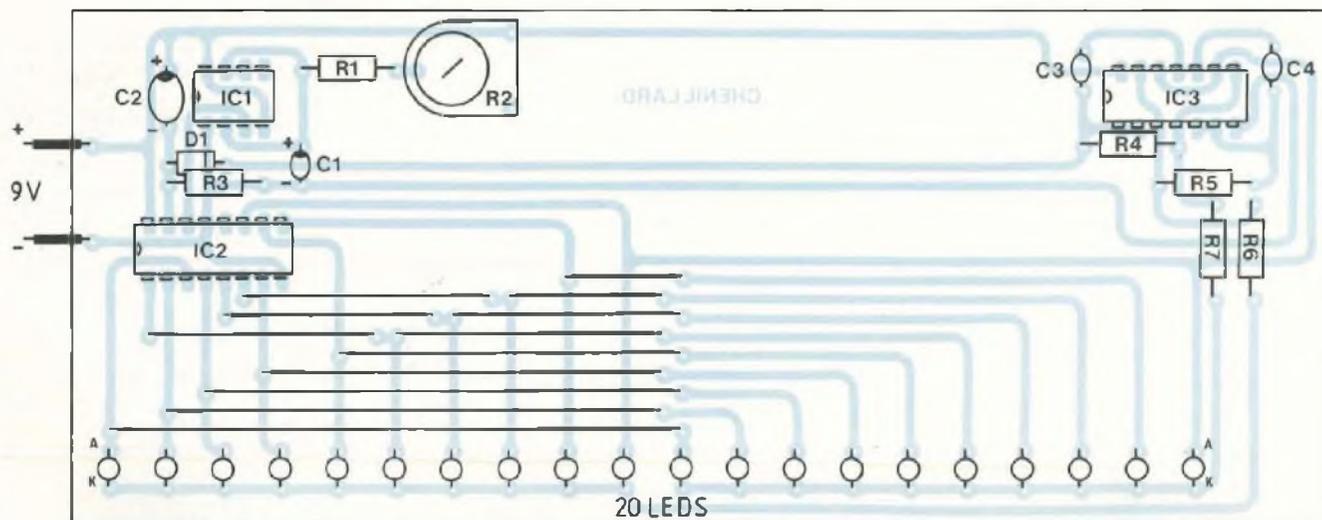
Toutes les leds du commerce peuvent convenir et la résistance ajustable peut être remplacée par un potentiomètre avec ou sans interrupteur, l'alimentation peut être faite par piles car la consommation est de l'ordre de 5 à 6 milliampères.

Jacques Bourlier

# EN VINGT POINTS



Circuit imprimé à l'échelle 1. Il ne présente aucune difficulté pour sa reproduction.



On commencera le câblage de ce module par la mise en place de tous les straps.

## NOMENCLATURE DES COMPOSANTS

### ● Résistances $\pm 5\%$ - 1/2 W

R1 - 15 k $\Omega$   
 R3 - 1,5 k $\Omega$   
 R4 - 100 k $\Omega$   
 R5 - 100 k $\Omega$   
 R6 - 1 k $\Omega$   
 R7 - 1 k $\Omega$

### ● Condensateurs

C1 - 2,2  $\mu$ F tantale  
 C2 - 10  $\mu$ F tantale  
 C3 - 10 nF céramique  
 C4 - 10 nF céramique

### ● Semiconducteurs

D1 - 1N4148

IC1 - NE 555

IC2 - CD 4017

IC3 - CD 4011

### ● Divers

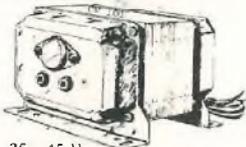
20 leds rouges  $\varnothing$  5 mm.  
 R2 - Ajustable 1 M $\Omega$ .

**HEXAGOM** 75018 PARIS | 44000 NANTES  
 62, rue Leibnitz | 3, rue Daubenton  
 (1) 46.27.28.84 | 40.73.13.22

**CONVERTISSEURS STATIQUES**

Alternatifs à partir de batteries, pour faire fonctionner les petits appareils ménagers : radio, chaîne hi-fi, magnétophone, télé portable noir et blanc, et couleur

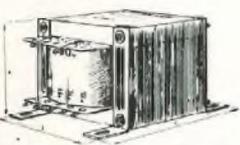
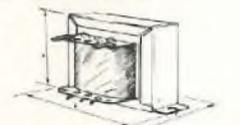
101 - 120 W - 12 V C.C./220 V C.A. **318,00 F**  
 201 - 250 W - 12 V C.C./220 V C.A. **647,00 F**



**TRANSFOS D'ALIMENTATION**

Prégnance classe B. 600 modèles de 2 à 1000 VA.  
 Tension primaire : 220 V à partir de 100 VA, 220-240 V

Tensions secondaires :  
 une tension : 6 ou 9 ou 12 - 15 - 18 - 20 - 24 - 28 - 30 - 35 - 45 V.  
 deux tensions : 2 x 6 ou 2 x 9 - 12 - 15 - 18 - 20 - 24 - 28 - 30 - 35 - 45 V.  
 Présentation : étrier ou équerre



Puissance	PRIX		
	une tension	deux tensions	trois tensions
5 VA	45,00	49,00	54,00
8 VA	49,00	53,00	58,00
12 VA	58,00	61,00	68,00
20 VA	70,00	74,00	82,00
40 VA	111,00	116,00	127,00
150 VA	189,00	199,00	228,00

TARIF complet sur demande

**OUTO-TRANSFO REVERSIBLE 110/220 V MONOPHASE**

0 VA	84,00 F	500 VA	177,00 F
0 VA	104,00 F	750 VA	239,00 F
0 VA	130,00 F	1000 VA	260,00 F
0 VA	156,00 F	1500 VA	437,00 F

**TRANSFOS DE LIGNE**

Pour installations Sono, Hi-Fi... réversibles enroulements séparés bobinages sandwich 100 V / 8-16 ohms

100 watts	95,00 F	150 watts	300,00 F
150 watts	144,00 F	250 watts	689,00 F
200 watts	209,00 F	autres modèles sur demande	

**CONDITIONS DE VENTE** Envoi minimum : 50,00 F + port.  
 Chèque à la commande

**Selectronic**

VENTE PAR CORRESPONDANCE :

11, RUE DE LA CLEF - 59800 LILLE - Tél. 20.55.98.98

**SPÉCIALISTE DU COMPOSANT DE QUALITÉ ET DE LA MESURE VOUS PROPOSE :**

**SON CATALOGUE 86/87**

**L'OUVRAGE DE RÉFÉRENCE DES ÉLECTRONICIENS**

Cette nouvelle édition entièrement remaniée comporte 192 pages de composants, de matériels électroniques et d'informations techniques.

**DISPONIBLE AU PRIX DE 12,00 F**

**CATALOGUE GÉNÉRAL 1986-87**  
 TARIF JUILLET 86  
 COMPOSANTS ÉLECTRONIQUES PROFESSIONNELS

**UN GRAND SPÉCIALISTE DE L'ÉLECTRONIQUE À VOTRE PORTE**

Je désire recevoir le catalogue général 86-87 de SELECTRONIC ci-joint 12,00 F en timbres-poste

Nom \_\_\_\_\_  
 Prénom \_\_\_\_\_  
 Adresse \_\_\_\_\_  
 Code Postal \_\_\_\_\_

**CRE COMPTOIR RADIO ELECTRIQUE**  
**NOUVEAU : SPÉCIAL INFORMATIQUE**

**MATRA**

Micro-ordinateurs



ALICE 32  
 PROMC  
**350 F**

32 K ROM BASIC Prise Péritel. Clavier AZERTY, 9 couleurs. Interfaces RS 232. Livré avec guide d'initiation (décri HP n° 1705).

**VALISE COMPLÈTE**

PROMO : **590 F**

COMPRENANT :  
 Un ordinateur 32 Ko  
 + 1 magnéto K7  
 « Spécial Informatique »  
 + 1 guide d'initiation  
 + 1 guide d'initiation  
 + 4 K7 (de programmes ou de jeux)  
 + câble PERITEL + cordon de liaison.



**ALICE 90**

HAUT DE GAMME



PROMO : **790 F**

56 K ROM BASIC Prise Péritel. Clavier mécanique AZERTY. Interface RS 232. Incrustations vides (vos créations dans une image télé). Livré avec 1 guide d'instruction et un guide d'initiation au Basic.

**NOMBREUX LOGICIELS**

**ORDINATEUR DE JEUX VIDEO BRANDT**



AVEC 2 MANETTES DE JEUX. PROMO **490 F**

**CASSETTES DE JEUX**

LASER - ABBY FOOT - STADIUM - ACROBATE - GOLF - MONSTRE - MATHÉMATIQUE - SYRACUSE - RESTAURANT - CATAPULTE - FLIPPER - SATELLITES - GRAND PRIX - COSMOS - La cassette... **90 F**  
 Les 5 K7 : **350 F** - Les 10 K7 : **600 F**

**SCHNEIDER**

MC 810 MICRO ORDINATEUR STANDARD MSX



PROMO : **590 F**

MC 810 Micro 32 K ROM BASIC MSX mémoire vive 48 K RAM 532 K en assembleur ou MSX/DOS. 16 K en vicié (extension possible). Microprocesseur Z 80 A. Langage : Basicmicro soft résident 130 instructions. Clavier AZERTY, 72 touches douces, 5 préprogrammées, 4 touches de direction, 16 couleurs programmables, 350 ns sur 8 octaves. Prise Péritel. Magnéto avec alimentation manuel. Cordon Péritel. Connexion magnétophone.

**PERIPHERIQUES**

- Manette de jeu 8 directions et bouton action **100 F**
- Imprimante par points d'impact. En double hauteur ou double largeur. Entraînement par friction **390 F**
- Magnéto K7 spécial informatique. **200 F**

**LOGICIELS VARIÉS**

**VG 5000 MICRO-ORDINATEUR**



VG 5000 Micro-ordinateur avec aim. ROM 18 K. RAM 24 K. 13750 octets d'espaces Basic. Clavier AZERTY 83 touches type Minnie. Affichage haute résolution 251 x 40 caractères, 8 couleurs, 255 sons prog. Synthétiseur 4 couleurs. VG 5216. Module d'extension de 16 K octets, capacité totale 40 K RAM. Interface intégrée avec cordon **290 F**

Cassette logiciel **100 F**  
 Magnéto K7 spécial informatique **200 F**  
 (Quantité limitée)

Prix des 4 éléments **1080 F**  
**PROMOTION POUR L'ACHAT DE L'ENSEMBLE 790 F**  
 (Sans séparation)

**EN VENTE AUSSI CHEZ NOS DISTRIBUTEURS**

- COMPTOIR RADIO ELECTRIQUE. ZI. 1387 Route de Gratadis. 83530 AGAY. Tél. : 94.82.83.06
- CÔTE BASQUE ELECTRONIQUE. Boulevard du BAB. 64000 BIARRITZ. Tél. : 59.03.91.31
- COMPTOIR RADIO ELECTRIQUE. 50, rue du Manoir de Servigne. ZI de Lorient. 35000 RENNES. Tél. : 99.33.28.91
- COMPTOIR RADIO ELECTRIQUE. 58, bd d'Italie. 85000 LA ROCHE-SUR-YON. Tél. : 51.62.10.72

VENTE SUR PLACE ET PAR CORRESPONDANCE

**CRE COMPTOIR RADIO ELECTRIQUE**

94, quai de la Loire - 75019 PARIS  
 Tél. : 42.05.03.81 - 42.05.05.95 - M° : Crimée

**BON DE COMMANDE A RETOURNER A CRE : 94 QUAI DE LA LOIRE 75019 PARIS**

avec votre chèque de ..... pour l'achat de ..... (Pas de contre remboursement)

NOM ..... PRENOM .....

N° et rue .....

VILLE ..... CODE POSTAL .....

# ALIMENTATION DE LABORATOIRE

## 0/50 V - 0/5 A

(1<sup>ière</sup> partie)

Toutes les alimentations qu'il nous a été permis d'examiner à ce jour relèvent de la même démarche : fournir une tension la plus stable possible, c'est-à-dire présenter une résistance apparente aussi basse que l'état actuel de la technique le permet. Tout le monde cherche à réaliser un générateur de tension parfait.

**S**i l'intention est louable et l'exercice de style souvent remarquable en ce qui concerne la création électronique pure, il faut dire que le résultat proposé passe assez loin de ce dont a besoin un utilisateur objectif. En effet, tout ce que l'on peut dire d'une maquette mise au point sur une alimentation de ce type, est qu'elle ne reproduira ses performances qu'avec une alimentation individuelle de la même classe. Cependant les piles, les alimentations sur batterie de véhicule, les montages volontairement économiques, çà existe !

Deux cas sont alors possibles. Ou l'électronicien concepteur est expérimenté, et ses réflexes conditionnés lui commandent force découplages et régulateurs intégrés à chaque cas «suspect», ou il est débutant, et il mettra très longtemps à comprendre pourquoi son «préampli micro», soigneusement mis au point sur une alimentation de «labo», hurle de douleur dès qu'il veut l'alimenter par piles : Les valeurs mesurées, même au 20.000 points,

sont pourtant rigoureusement les mêmes ? Les problèmes sont identiques en ce qui concerne la résistance du montage étudié, à l'ondulation résiduelle ou aux variations rapides de tension (fluctuations secteur ou chutes dues aux appels de courant. Les besoins réels commencent à se dessiner.

### DEFINITION DES BESOINS

Il nous faut d'abord et bien sûr une alimentation classique de très bonne qualité : Excellente stabilité, très basse résistance interne, limitation en courant réglable, mesure permanente des paramètres tension et courant, avec une précision suffisante. Il faut que les résiduelles, souffle, ronflement et autres soient les plus faibles possibles. La régulation se fera à quatre fils, pour échapper à la résistance des cordons de mesure lors de leurs raccords.

#### La tension alternative résiduelle :

De par le principe même du redressement, il est impossible d'obtenir, même

après filtrage, une tension redressée qui soit une tension continue pure, et il s'en faut souvent de beaucoup : une résiduelle de 2 V sur une tension théoriquement continue de 10 V est quelque chose d'assez normal. Lors de l'étude d'une maquette, il est indispensable de savoir si celle-ci tolère une résiduelle et si oui, jusqu'à quelle valeur le fonctionnement reste satisfaisant. Il faut donc pouvoir faire varier ce paramètre de façon contrôlée et continûment variable, si l'on veut faire une mesure de réjection du bruit d'alimentation, et pouvoir dimensionner sérieusement les chimiques et choisir l'éventuelle régulation. Une «ronflette» à 100 Hz, étalonnée de 0 à 10 V, indépendante du réglage de base de la tension de sortie est choisie. Nous n'irons pas jusqu'à reproduire la dent de scie typique de cette résiduelle, et nous nous contenterons d'une forme en demi-sinusoïde.

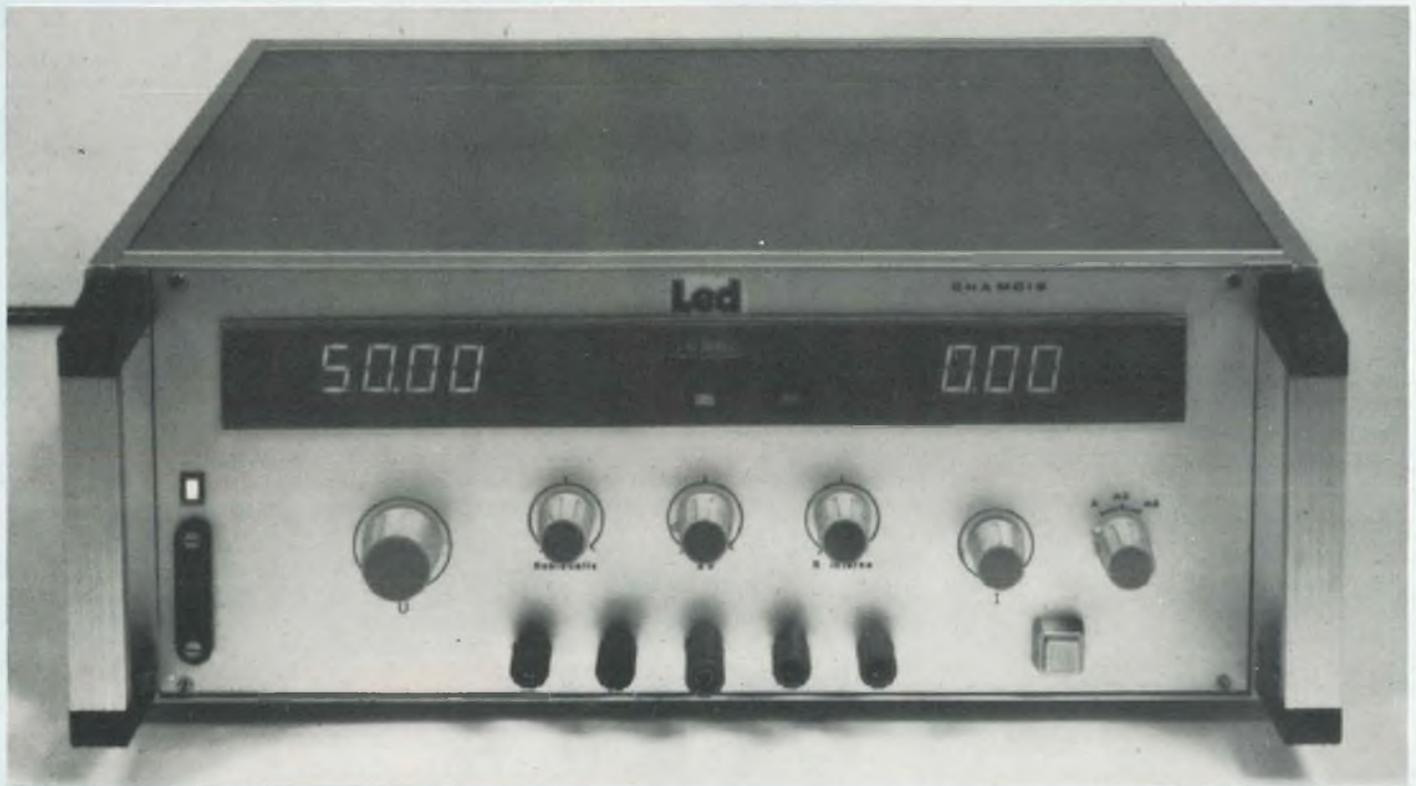
#### La résistance interne :

Tous les montages ne sont pas destinés à fonctionner sur le secteur ! Un certain nombre, parfois la totalité suivant les goûts du concepteur, devront fonctionner sur piles. Mettre correctement au point ce type de circuit sur «alim. de labo» normale nécessite pour le moins une technique «pifométrique» très pointue. La variation contrôlée de la résistance interne du générateur utilisé, de quelques centièmes d'ohm pour la valeur d'une bonne batterie au plomb, à quelques ohms pour la valeur d'une pile au zinc-charbon classique, permet seule de choisir correctement le type de pile à utiliser, et de dimensionner justement et judicieusement les découplages à implanter. Une commande étalonnée elle aussi, permettant de simuler une résistance interne de «zéro» à 10  $\Omega$  est retenue.

#### Les variations rapides de tension

Quelle que soit la source d'énergie retenue, des fluctuations de la tension fournie sont toujours à prévoir : le secteur manufacturé par EDF varie d'au moins 10 % autour du nominal, et des chutes en lignes sur l'installation supplémentaire ne sont pas rares. Une

# L'ATTENTION SUR LA TENSION



pile, du fait de sa grande résistance interne supporte mal les appels de courant, ceux d'une simple led, par exemple. Même une batterie au plomb, pourtant un des meilleurs générateurs de tension qui soit, a des faiblesses lors d'appels de courants importants : votre autoradio ne se tait-il pas lorsque vous «tirez» le démarreur ? Là aussi, il faut chiffrer les tolérances du montage à l'étude, et une commande étalonnée permettant un  $\Delta V$  de 0 à 10 V sera prévue. La fréquence de cette variation sera suffisamment basse pour pouvoir faire des mesures et une période de quelques secondes est retenue.

## Les mesures intégrées

Il faut d'abord afficher la tension délivrée par l'alimentation. Une mesure réelle au  $1/10^{\circ}$  de volt est indispensable. Compte-tenu de l'erreur d'affichage de  $\pm 1$  point du poids le plus faible, il faut afficher le  $1/100^{\circ}$  de volt. Un 50 000 points sera prévu à ce niveau, un 20.000 points classique étant insuffisant.

En ce qui concerne le courant, le problème est plus ardu : une alimentation «normale» doit pouvoir délivrer plusieurs ampères, et il faut bien sûr les afficher. Cependant beaucoup de montages ne consomment que quelques mA qu'il faut aussi mesurer. Comme il n'est pas possible décemment de monter un ampèremètre 20.000 points, qui serait d'ailleurs à peine correct pour une intensité de 2A, nous utiliserons un convertisseur 1000 points plus accessible et prévoirons une commutation : mesure des ampères 0/10 avec résolution 10 mA, des milliampères 0/1000 et des milliampères 0/100 avec résolution 100  $\mu A$ . En dehors d'une mesure correcte des courants délivrés, l'alimentation pourra se convertir en ohmmètre pour très faibles résistances : un courant de 1A correctement mesuré aux bornes d'une résistance de 0,1  $\Omega$  donne une tension de 100 mV parfaitement évaluée par le voltmètre intégré, qui affiche le  $1/100^{\circ}$  de volt. La manœuvre est très académique, puisque la régu-

lation est à 4 fils. Les valeurs inférieures peuvent être mesurées au moyen du multimètre classique, puisque 0,01  $\Omega$  développe 10 mV, valeur qui peut encore être lue avec le plus banal des contrôleurs 20 k $\Omega$  /volt à aiguille. La fabrication des shunts, résistances d'équilibrage et autres cordons de mesure devient un exercice aussi rigoureux que facile. Les paramètres de dégradation doivent aussi être mesurés. Le  $\Delta U$  se mesure sans artifice, puisque le voltmètre intégré affiche tantôt la valeur haute, tantôt la valeur basse, au rythme de la commutation, quelques secondes, ce qui est tout à fait visualisable. Les deux réglages étant indépendants, il suffira d'afficher la valeur haute au moyen du réglage U principal, puis la valeur basse au moyen de la commande « $\Delta U$ ». La «ronflette» ne peut-être mesurée aussi simplement. Nous prévoirons donc un galvanomètre en façade, gradué en volts, ne mesurant que la composante alternative en valeur crête. Ce galvanomètre nous

indiquera, toutes valeurs confondues la somme des résiduelles superposées à la tension continue. Enfin, la résistance interne, sera simplement relevée par étalonnage de son potentiomètre de commande. Des mesures précises pourront être faites par relevés U/I correspondants à vide et en charge.

## CARACTERISTIQUES

- Alimentation de laboratoire : 0/50 V - 0-5 A
- Mesure de tension : 50 000 points
- Mesure de courant : 1000 points/3 gammes
- Réglage de tension : pot. 10 tours
- Réglage limitation courant : pot. 10 tours
- Simulation résiduelle de filtrage : 0/10 V
- Simulation  $\Delta$  tension : 0/10 V
- Simulation résistance interne : 0/10  $\Omega$
- Régulation à 4 fils. Masse châssis et terre flottantes
- Surveillance thermique des radiateurs
- Thermostatage de la réf. tension (diode Band Gap)
- Cde tracking totale pour alimentation négative
- Sortie des réf. de tension (1,23... Band Gap et 10 V)
- Signalisation :
  - température enceinte thermostatée stabilisée
  - limitation en courant (basculement de la régulation U en régulation I)
  - dispositifs de dégradation enclenchés (résiduelle,  $\Delta V$ , R interne)
  - protection T°C activée.

## SCHEMAS THEORIQUES

### Partie Puissance

Pour pouvoir réguler à 50 V, il nous faut au moins une tension de 60 V redressée filtrée, et encore à condition que la résiduelle de filtrage ne soit pas trop élevée. Un transformateur de 48 V efficaces est nécessaire, ce qui nous donne 68 V continus théoriques. Compte-tenu des 5A prévus, ce transformateur doit pouvoir fournir une puissance de 300 VA minimum. Une question vient immédiatement à l'esprit. Du

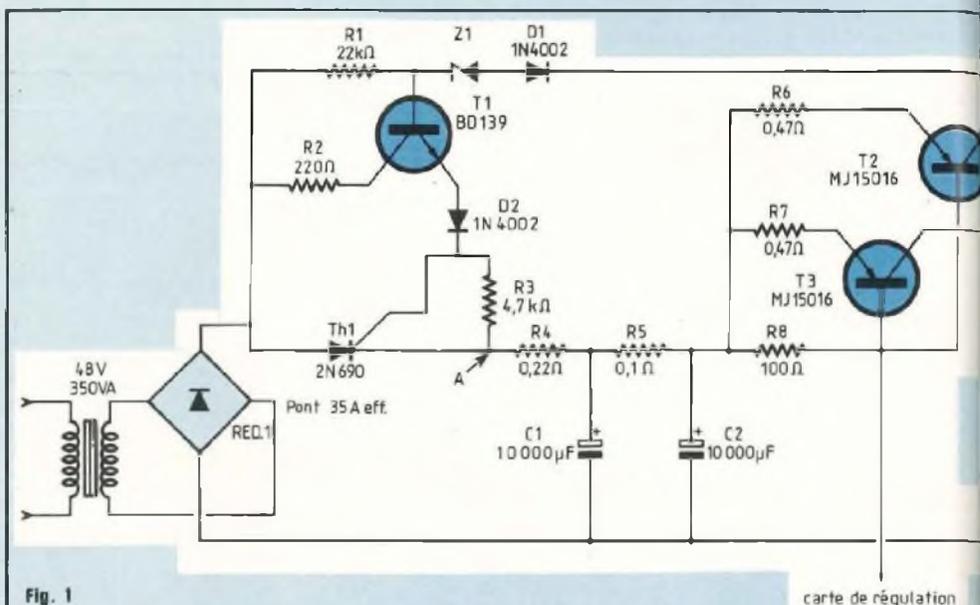


Fig. 1

carte de régulation

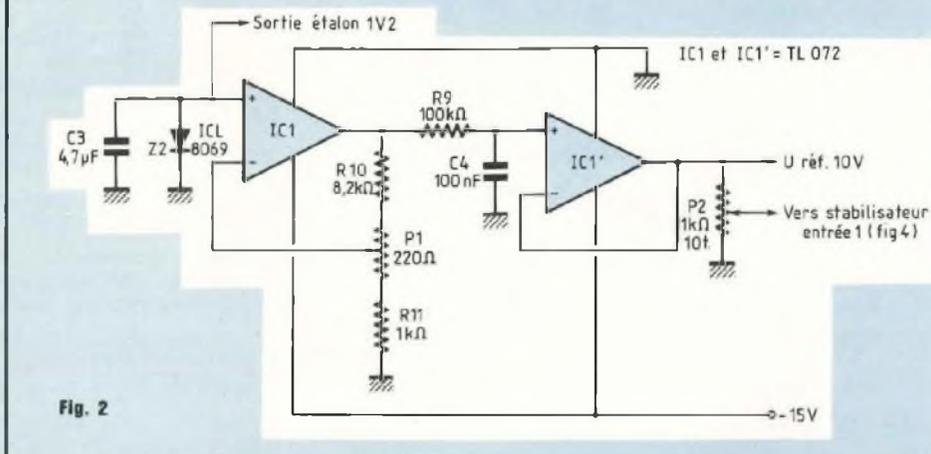


Fig. 2

fait que la tension de sortie descend à 0 V, alors que le courant est programmé à 5A, (cas du court-circuit par exemple), les ballasts doivent être capables de dissiper la différence : soit 68 V  $\times$  5A ! Tous calculs faits, on aboutit à des monstres sérieusement ventilés ou à un refroidissement liquide. Il existe heureusement une astuce qui va nous tirer d'embarras sur ce point épineux. Il s'agit d'un limiteur à thyristor que nous avons trouvé en consultant des notes d'application constructeur, SGS en l'occurrence. (Fig. 1)

Le fonctionnement est extrêmement simple : le transistor BD 139 est conduc-

teur tant que la tension au point (A), c'est-à-dire pratiquement la valeur aux bornes des condensateurs chimiques de filtrage, n'a pas atteint une valeur de 15 V supérieure à celle existant sur les collecteurs des MJ 15016, soit celle programmée en sortie de l'alimentation. Le BD 139 maintient dans ce cas le thyristor en conduction. Dès que la tension sur les « chimiques » dépasse de ces fameux 15 V, celle disponible en sortie, le BD 139 ne conduit plus, le thyristor se bloque et l'alimentation « vit sur ses chimiques ». Dès que la charge de ceux-ci a suffisamment baissé, le thyristor laisse repasser un train d'une 1/2 sinusoïde, juste

# L'ATTENTION SUR LA TENSION

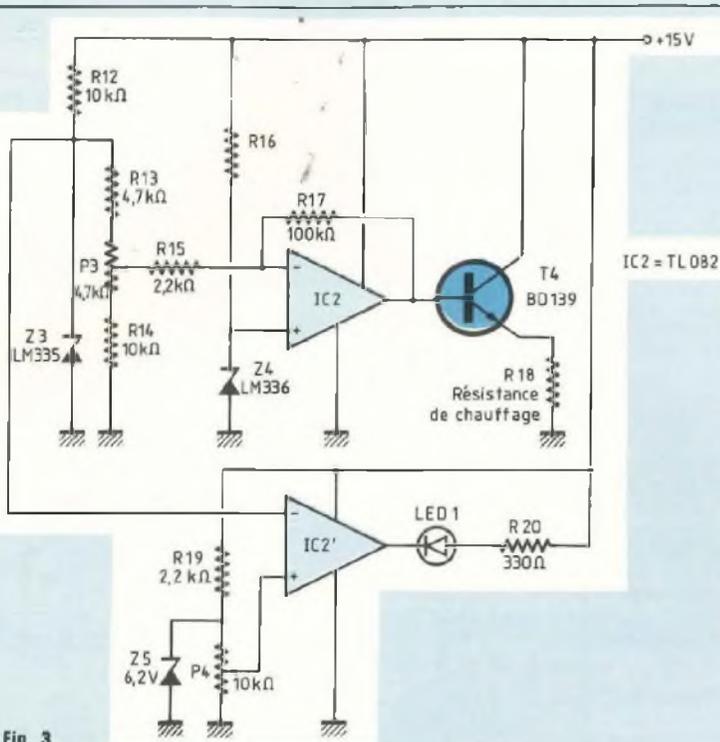


Fig. 3

Fig. 1 : L'alimentation est pourvue d'un limiteur de courant à thyristor, ce qui évite l'utilisation d'importants dissipateurs thermiques pour les transistors ballasts.

Fig. 2 : La tension de référence  $U_{REF}$  utilise une diode Band Gap. Celle-ci délivre une tension de 1,2 V avec une dérive maximum de 50 PPM par ° C. IC2 est traité en amplificateur et non en comparateur.

Fig. 3 : Le thermostat utilise le capteur de température LM 335. IC2 est traité en amplificateur et non en comparateur.

de quoi faire remonter la charge de la valeur suffisante. Dans tous les cas de figure, du court-circuit à la pleine charge, les ballasts ne dissipent plus que  $15\text{ V} \times 5\text{ A}$  soit 75 W, ce qui nous permet d'utiliser une taille de radiateur raisonnable.

## Génération $U_{REF}$ .

Bien que cela ne soit pas mentionné dans les caractéristiques, nous avons décidé de ne pas utiliser de circuits intégrés spécialisés dans ce projet. En effet, les régulateurs permettant de «tenir» 50 V sont assez rares, et de plus, leur configuration interdit dans la plupart des cas de réaliser simplement

les fonctions «paramètres dégradés» que nous désirons. Nous utiliserons donc du classique Ampli op. pour toutes les fonctions, sauf pour les voltmètres. Cette décision nous oblige à créer notre propre tension de référence de base. De multiples solutions existent pour ce faire et nous avons choisi une diode Band Gap, fabriquée par Intersil, et dont la stabilité propre est déjà remarquable. En effet, dans sa version de base, cette diode délivre une tension de 1,2V, avec une dérive maximum de 50 PPM par ° C, ce qui est déjà suffisant pour notre alimentation. Comme nous avons souvent besoin de disposer d'une tension de

référence, nous avons décidé de thermostatiser cette diode, ce qui nous permet d'avoir un  $U_{REF}$  stable à moins de 50 PPM. Cela veut dire que la tension 1,2 V sera stable à 5 chiffres après la virgule. Comme il faut un voltmètre 200.000 points pour vérifier cette affirmation, nous n'avons pu à ce jour procéder aux mesures nécessaires pour évaluer correctement cette possibilité. Des mesures prolongées au multimètre 20.000 points nous permettent néanmoins d'affirmer que la stabilité de cet ensemble est largement suffisante pour des opérations d'étalonnages de cette classe d'appareils. Nous avons donc sorti la connexion sur le panneau avant. Le schéma de cet ensemble, est représenté fig. 2 pour la génération  $U_{REF}$  et fig. 3 pour le thermostat.

La génération de  $U_{REF}$  présente une particularité, c'est d'être alimentée en négatif par rapport à la masse, ce qui nous donne un  $U_{REF}$  de même signe, cela était nécessaire. IC1 amplifie la tension délivrée par la diode, et IC1' bufférisse le résultat pour obtenir les 10 V nécessaires à la partie régulation. Cette tension, qui sera ajustée à 10 V exactement au moyen de P1 sera également sortie sur le panneau avant, (la stabilité sera cette fois celle du pont diviseur). Bien que ne possédant pas la même stabilité que la tension de la diode Band Gap, elle pourra bien sûr servir à des opérations d'étalonnages, mais sera surtout utilisée dans la connexion de «tracking» à destination d'une éventuelle alimentation négative du même accabit, dans laquelle cette partie sera alors inutile.

En ce qui concerne le thermostat, la fonction régulation de  $T^{\circ}\text{C}$  est assurée par IC2 qui est traité en amplificateur et non en comparateur comme cela se fait habituellement.

IC2, par l'intermédiaire de T1, envoie d'autant plus de courant dans la résistance de chauffage, que la différence de température est grande. La montée en température, rapide au début, se stabilise ensuite lorsque les échanges thermiques sont équilibrés, évitant les à-coups d'une régulation classique. Le capteur de température, le LM 335

sera bien sûr monté en contact thermique étroit avec la diode Band Gap, et l'ensemble enfermé dans un boîtier isolant IC2', lui, compare la tension du LM 335 avec une tension ajustable, et allume un voyant en façade, lorsque la température requise est atteinte. P2 règle la T°C de l'enceinte thermostatée, alors que P3 règle la valeur pour laquelle la led de façade s'allume. Une mise en température étant assez longue, il est ainsi possible de ne pas attendre l'obtention du dernier dixième de °C pour utiliser U Réf. ou au contraire d'être rigoureux, et de ne signaler la disponibilité du U Réf. que lorsque la T°C finale est vraiment atteinte. Le réglage de P3 déterminera ce choix.

#### Stabilisation U/I (Figure 4)

La stabilisation proprement dite est assurée par IC4. Le premier AOP est un sommateur inverseur. Il reçoit une part ajustable par le potentiomètre de façade, de la Réf. 10 V sur sa première entrée 1. Ses entrées 3 et 4 reçoivent les tensions de commande de résiduelle et de  $\Delta U$  élaborées par ailleurs, ainsi qu'une tension représentative du courant délivré en sortie. L'AOP réalise la somme de toutes ces tensions et délivre une ddp qui sera fonction de ce que l'on aura injecté en entrée. IC4' compare une fraction de la tension de sortie avec celle élaborée par IC4 et commande de ce qu'il se doit les ballasts de régulation. Si l'on ne présente à IC4 qu'une tension stable, la tension de sortie de l'alimentation sera stable également, d'une valeur correspondant à celle programmée par le potentiomètre 10 tours. Si l'on y ajoute une tension alternative d'amplitude ajustable, celle-ci se superposera à celle déjà programmée, et nous obtiendrons ainsi la simulation de résiduelle de filtrage. Nous ajouterons également un créneau d'amplitude réglable pour obtenir la simulation du  $\Delta U$ , ainsi qu'une part réglable de la tension correspondante au courant de sortie pour simuler la résistance interne. Plus le courant de sortie augmente, plus la tension délivrée par IC3' augmente, et donc plus la tension de sortie baisse.

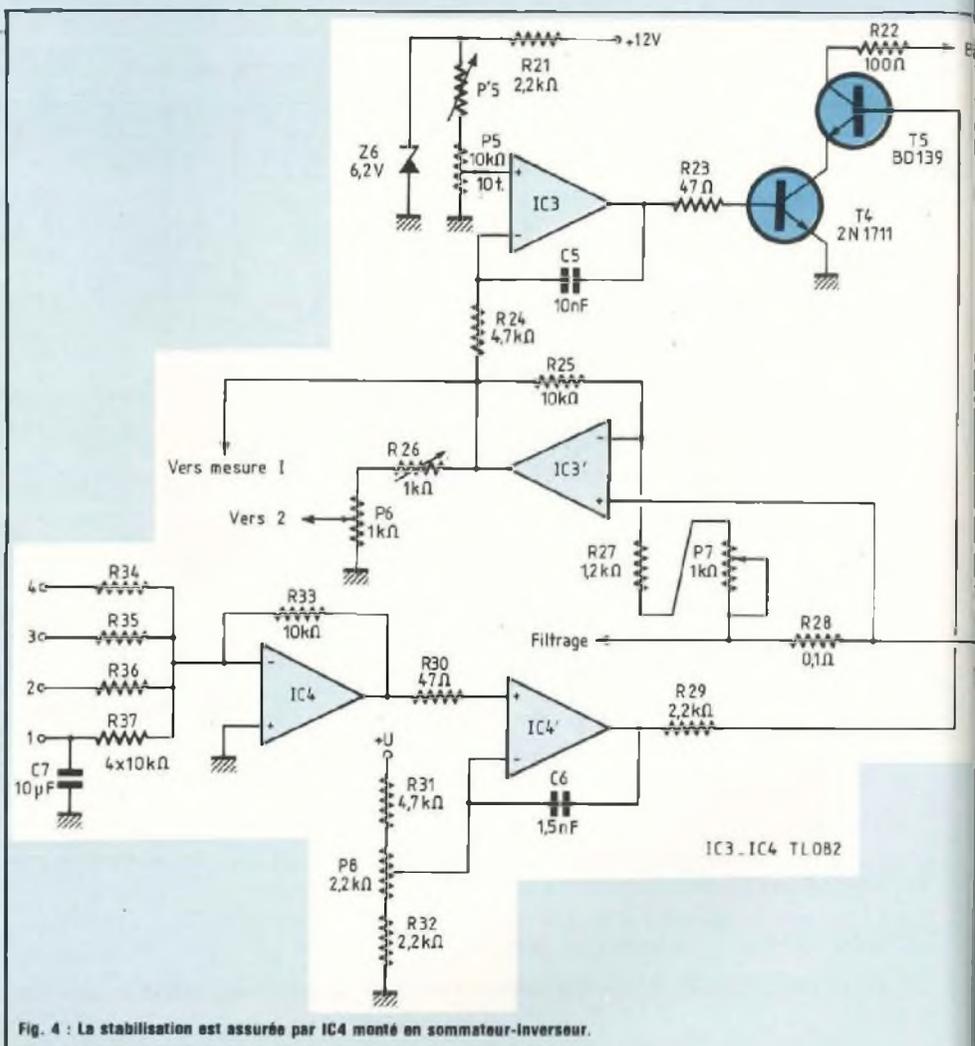


Fig. 4 : La stabilisation est assurée par IC4 monté en sommateur-inverseur.

ce qui est bien la représentation d'une résistance interne.

Le courant de sortie traverse la résistance de 0,1  $\Omega$ , y développe une tension qui, amplifiée par IC3', sert à simuler la résistance interne, à commander l'ampèremètre de façade, et présente à IC3 une tension proportionnelle au courant de sortie. IC3 compare cette tension à celle délivrée par le potentiomètre 10 tours de réglage I<sub>max</sub> et coupe l'alimentation des ballasts, si celle-ci dépasse celle-là. Une résistance ajustable talon permet d'obtenir les 5A tout juste dépassés, potentiomètre en butée.

#### Protection thermique

Calculer correctement des radiateurs

et les monter judicieusement est possible. Etre sûr que ces radiateurs, même montés à l'extérieur du boîtier seront toujours libres d'assurer leur tâche est impossible. Un simple chiffon posé dessus est suffisant pour faire monter leur T° au-dessus d'innacceptables limites, avec des conséquences désastreuses : imaginez un complexe et coûteux montage en cours d'expérimentation. L'alimentation est programmée à 5V - 3A et on croit que tout va bien. Or, si par cause de dissipation thermique défectueuse, le ballast «fond», c'est 60 V - 5 A qui seront brutalement appliqués au dit montage, avec toutes les conséquences imaginables. Pour éviter une telle mésaventure, il suffit de surveiller la T°

# L'ATTENTION SUR LA TENSION

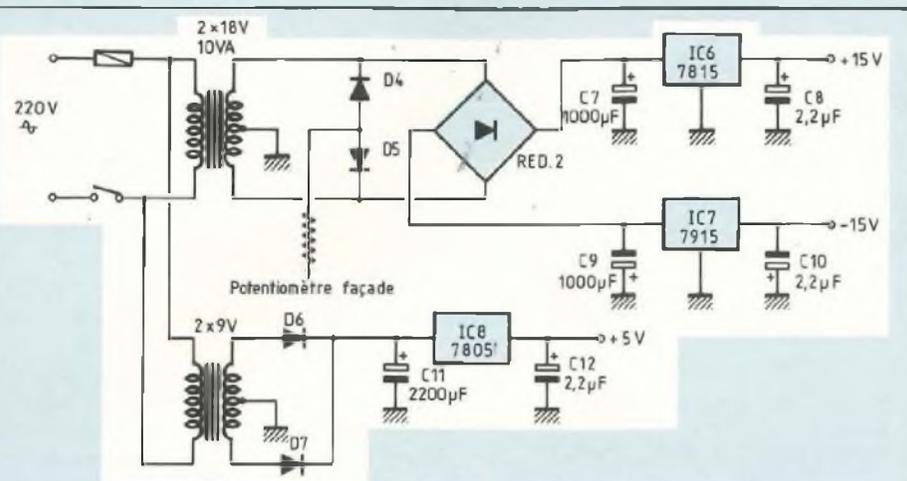


Fig. 6 : Alimentations auxiliaires. Le + 5 V est réservé pour les voltmètres de façade.

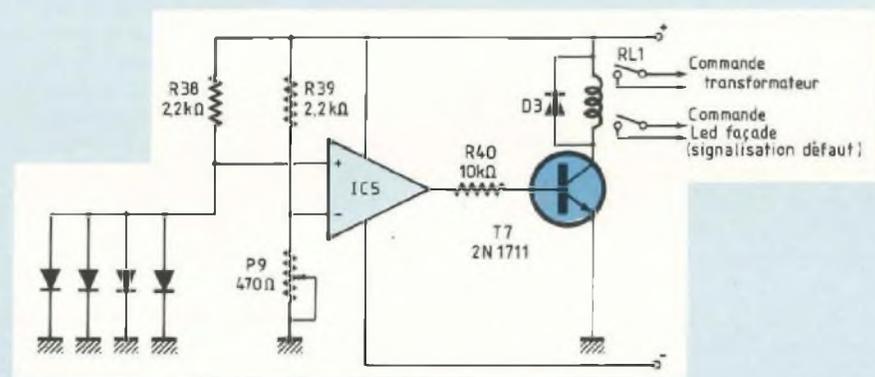


Fig. 5 : La protection thermique est assurée par IC5 monté en comparateur et par les jonctions BE de transistors BD 139 vissés sur les radiateurs à surveiller.

des radiateurs, et de couper le secteur sur la partie puissance en cas de montée anormale de la  $T^{\circ}$ . Cette fonction (Fig.5) est assurée simplement par un AOP monté en comparateur. Autant de diodes que nécessaires, réalisées pratiquement par la jonction BE d'un BD 139, sont vissées sur les radiateurs à surveiller.

La tension d'une diode, dans le sens direct, décroît de 1 mV par  $^{\circ}\text{C}$ . Supposons que nous voulons une disjonction thermique pour  $70^{\circ}\text{C}$  au radiateur. Il suffira de régler P5 pour obtenir  $600\text{ mV} - (70 \times 2) = 460\text{ mV}$  sur l'entrée de l'AOP. Si le (ou les) radiateurs surveillés venaient à dépasser les  $70^{\circ}\text{C}$  prévus, le relais couperait la partie puissance, interdisant toute

conséquence fâcheuse. Dès la  $T^{\circ}$  un peu redescendue, le relais s'enclenche à nouveau, réappliquant l'alimentation en puissance. Dans cette configuration, l'alimentation « oscille thermiquement » avec une période de quelques secondes. Une contre-réaction en tension abaissant le potentiel de l'entrée inverseuse à la disjonction éviterait cet état de fait, n'autorisant le réenclenchement que pour un retour à une température beaucoup plus basse. Le seul ennui est que le délai d'attente en cas de problème thermique serait beaucoup plus long. Comme cette situation de disjonction est exceptionnelle et constitue de toute façon une faute de l'utilisateur, nous avons conservé la première solu-

tion. Trois diodes sont prévues. Deux d'entre-elles surveillent les radiateurs des ballasts et la 3<sup>e</sup> le radiateur du thyristor. Une 4<sup>e</sup> pourrait être ajoutée pour surveiller la  $T^{\circ}$  du transformateur de puissance, étant donné que le nombre de celles-ci n'influe pas sur le réglage général. C'est la diode qui a la tension la plus basse donc la température la plus élevée qui impose sa tension à l'ensemble, les autres étant alors inactives.

## Alimentations auxiliaires

En dehors de la tension destinée à la partie puissance, nous avons besoin de trois autres tensions :  $\pm 15\text{ V}$  pour les fonctions diverses et  $+ 5\text{ V}$  pour les voltmètres de façade. Nous faisons appel à deux petits transformateurs séparés, pour éviter le bobinage d'un transformateur spécial d'une part, et pour avoir une indépendance totale d'autre part. Cette partie n'appelle aucun commentaire spécial, c'est de l'« ultra classique » (fig.6). Redressements en pont pour le  $\pm 15\text{ V}$ , et en va-et-vient pour le  $+ 5\text{ V}$ , suivis d'un filtrage et d'une régulation. A noter simplement que cette carte est « fusible » séparément (le fusible principal est trop gros pour assurer une protection efficace de cette partie) et que le secteur est coupé par l'interrupteur de façade. Cette dernière disposition permet de n'utiliser pour cette fonction qu'un interrupteur de faible ampérage, la puissance, elle, étant commandée par le relais de protection thermique ; à la mise sous tension, le  $+ 15\text{ V}$  s'établit, et les radiateurs étant bien sûr froids, le relais s'enclenche, alimentant la section puissance. En cas de problème thermique, seule la partie puissance est coupée, ce qui permet « d'éclairer la situation » : les voltmètres de façade restent sous tension et indiquent zéro partout, la led de façade clignote.

à suivre...  
R. Breton

Le mois prochain, nous aborderons entre autres la réalisation de quelques-unes des cartes de cette alimentation sophistiquée.

# CARILLON LUMINEUX

Le montage que nous vous proposons a l'originalité de ne pas utiliser de circuits intégrés spéciaux mais surtout de pouvoir composer soi-même le début de son air favori (10 notes). Sa mise en service se fait par une simple pression sur un bouton poussoir (impulsion de départ) et l'arrêt est automatique en fin de cycle.

L'accord de chacune des notes de ce carillon est ajustable individuellement et celui-ci est visible grâce à une diode led. Deux durées réglables des notes ont été prévues pour cette réalisation que nous avons voulu simple et peu onéreuse.

Le signal sonore est transmis à un petit haut-parleur avec la possibilité de modifier la puissance.

## DESCRIPTION THEORIQUE

C'est un compteur décimal qui est au cœur du schéma puisque nous utilisons le classique CD 4017. IC2 va à

chaque impulsion commander dix fréquences différentes, celles-ci étant générées par un oscillateur de relaxation. Les signaux sont ensuite amplifiés par un transistor T2 - 2N1711, dont l'émetteur est chargé par un haut-parleur d'impédance 8  $\Omega$ .

Les impulsions de commande du compteur 4017 sont fournies par IC1, un classique 555 dont on a volontairement simplifié le montage.

La résistance ajustable R1 de 1M  $\Omega$  en série avec R2 (résistance tampon) est reliée au (+) de l'alimentation. Elle permet de régler la durée des impulsions, durée déterminée par le condensateur

C1 de 1  $\mu$ F relié lui à la masse.

La sortie (3) du 555 est connectée directement à la broche (14) du compteur décimal, tandis que la broche (15) est reliée d'une part à la masse au travers de la résistance R4, et d'autre part à un condensateur C2 dont la polarité positive est reliée au + 9 volts. Ce condensateur permet une remise à zéro du compteur à chaque mise sous tension par une brève impulsion de commande.

Les six premières bornes du compteur (broches 1 à 6) sont reliées à des diodes «anti-retour» dont les cathodes sont appliquées à une résistance ajustable R2. Ceci permet, à chaque passage positif de ces six sorties du 4017, de modifier la durée des impulsions fournies par le 555 et ainsi d'avoir deux durées de notes réglables.

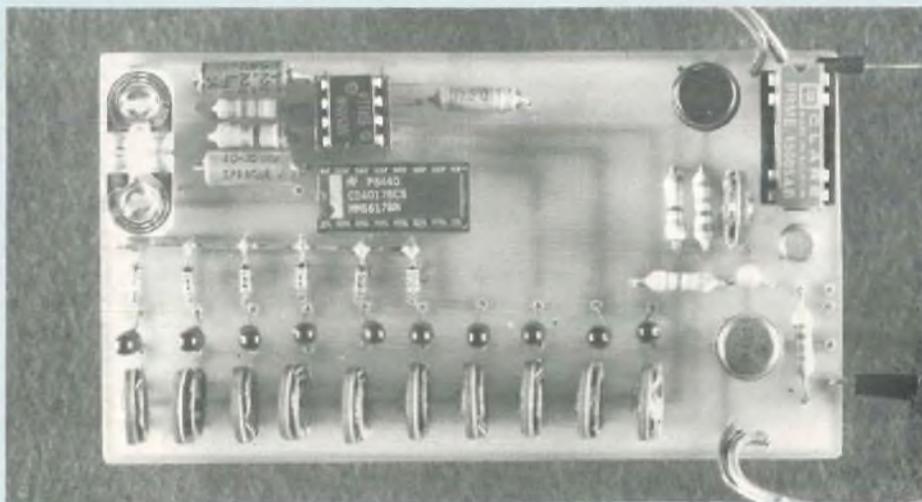
Pour une raison de simplification du montage, nous n'avons pas réalisé dix durées réglables, car pour y parvenir nous aurions dû utiliser dix diodes de commutation et dix résistances ajustables.

L'oscillateur est un transistor unijonction T1-2N1671 dont la base B1 est reliée directement au +9 volts et la base B2 à la masse au travers d'une résistance de faible valeur R17. L'émetteur est chargé par un condensateur C4-680 nF, qui détermine la plage de fréquences et par une résistance tampon R16.

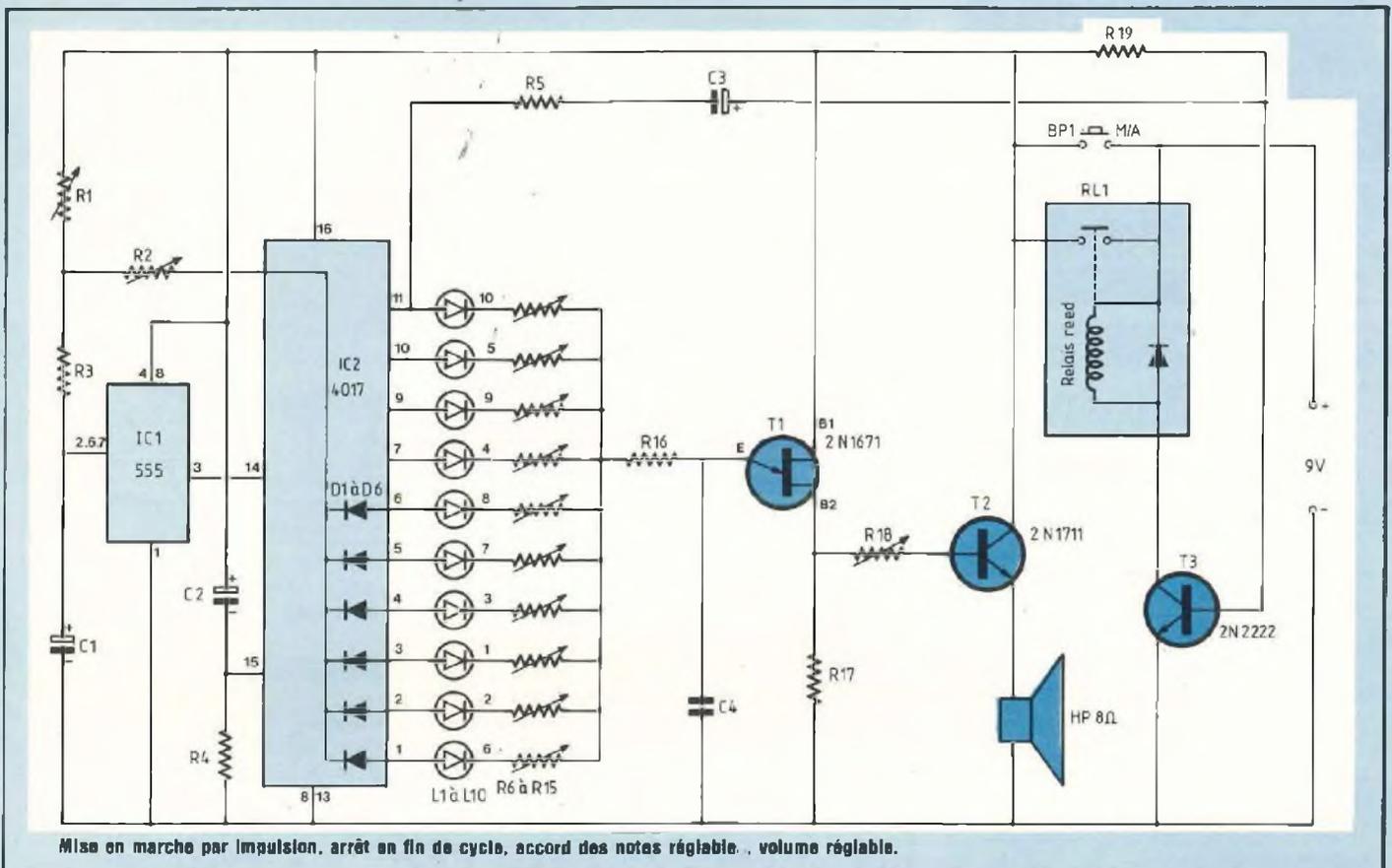
Les dix sorties du compteur IC2 sont chacune reliées à des diodes leds qui sont à la fois utilisées comme diodes «anti-retour» et comme contrôle lumineux de chaque note.

Elles sont suivies de dix résistances ajustables (R6 à R15) dont leur rôle est de régler l'accord des notes en faisant varier la fréquence et ainsi créer une courte mélodie agréable à l'oreille.

On recueille donc sur l'émetteur du transistor unijonction T1, un signal en dent de scie obtenu par la charge et la décharge du condensateur C4, signal dont la fréquence est variable en fonction des réglages des ajustables et sur la base B2 des impulsions positives qui sont amplifiées par le transistor T2, T2 ayant lui sa base reliée à B2 de l'oscil-



# UN ACCUEIL AGREABLE



Mise en marche par impulsion, arrêt en fin de cycle, accord des notes réglable, volume réglable.

lateur T1 par un ajustable R18 servant de contrôle de volume.

## LA COMMANDE MARCHÉ/ARRÊT

C'est un relais miniature D.I.L. qui va commander la marche et l'arrêt du système.

Examinons le schéma. Au repos, la tension appliquée au montage est nulle, car le transistor T3-2N2222 n'est pas conducteur.

La tension extérieure de + 9 volts est coupée par le contact du relais.

Si nous appuyons sur le bouton poussoir BP1, le + 9 V est appliqué à l'électronique et la base du transistor T3 devient positive grâce à la résistance de polarisation R19. Le transistor devient conducteur et actionne le relais qui établit le contact. Celui-ci reste établi même en relâchant le bouton poussoir. Les sorties du compteur IC2 deviennent tour à tour positives.

Quand la broche (11) prend cet état, le condensateur C3 se décharge puisqu'il est relié entre deux sources positives de même valeur, cependant la base du transistor T3-2N2222 restant positive, le relais «colle» toujours. Le compteur continuant son cycle, la broche 11 devient négative. A ce moment précis le condensateur C3 va se charger en envoyant une impulsion négative sur la base du transistor qui va «couper» le relais ouvrant ainsi le contact.

Une simple impulsion sur le poussoir M/A établit donc la mise sous tension du carillon pendant un cycle complet. Si on appuie sur celui-ci pendant plus d'un cycle complet, le montage reste constamment sous tension mais s'arrête toujours en fin de cycle après relâchement.

## MONTAGE

L'ensemble des composants est

regroupé sur un circuit imprimé de 103 x 55 mm dont nous publions circuit imprimé à l'échelle 1 et plan de câblage.

Les cathodes des six diodes de commutation D1 à D6 sont reliées entre elles côté composants par un fil de cuivre étamé, seule la cathode de D1 est soudée côté pistes établissant ainsi le contact avec l'ajustable R2.

Veiller à l'orientation des diodes leds, les cathodes devant se trouver côté ajustables R6 à R15. Ceux-ci avant la première mise sous tension du carillon, seront réglés à mi-course. Il en est de même pour R18. Quant à ceux de 1 MΩ (R1 et R2), ils seront réglés au maximum pour faciliter le réglage des accords.

La consommation ne dépassant pas 100 mA à pleine puissance, l'alimentation peut se faire par piles, vu la faible durée d'utilisation.

Jacques Bourlier

# BULLETIN GÉNÉRAL D'ABONNEMENT



## ÉDITIONS FRÉQUENCES

### SON VIDEO MAGAZINE

France : 160 F

Etranger : 240 F



### NOUVELLE REVUE DU SON

France : 160 F

Etranger : 240 F



### LED

France : 160 F

Etranger : 240 F



### LED-MICRO

France : 160 F

Etranger : 240 F



### ZERO-VU MAGAZINE

France : 160 F

Etranger : 240 F



### MUSIC VIDEO SYSTEMES

France : 160 F

Etranger : 240 F



### L'AUDIOPHILE

France : 220 F

Etranger : 265 F



Je désire m'abonner à la (aux) revues ci-dessus cochées d'une croix.

Nom .....

Adresse .....

Pour les expéditions «par avion» à l'étranger, ajoutez 60 F au montant de votre abonnement.

Ci-joint mon règlement par  C.C.P.

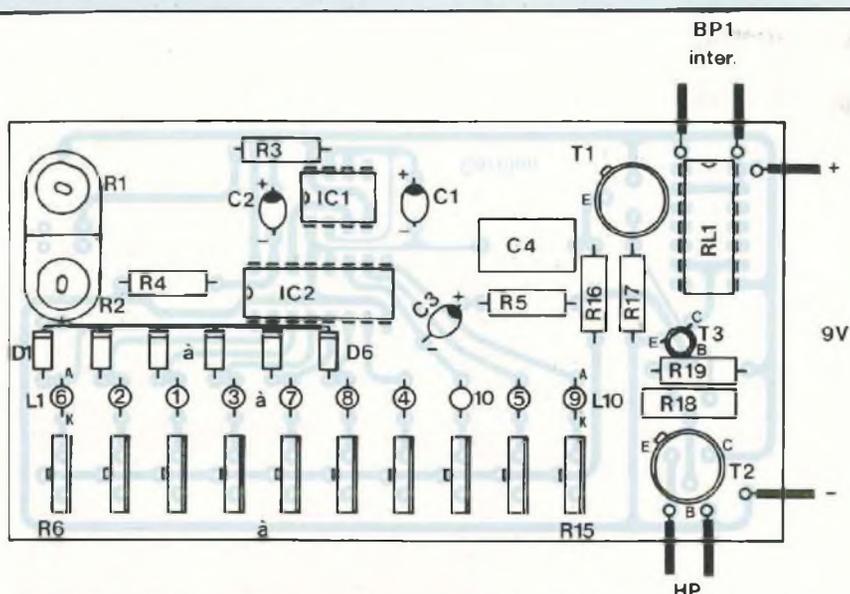
Chèque bancaire  Mandat

### EDITIONS FRÉQUENCES

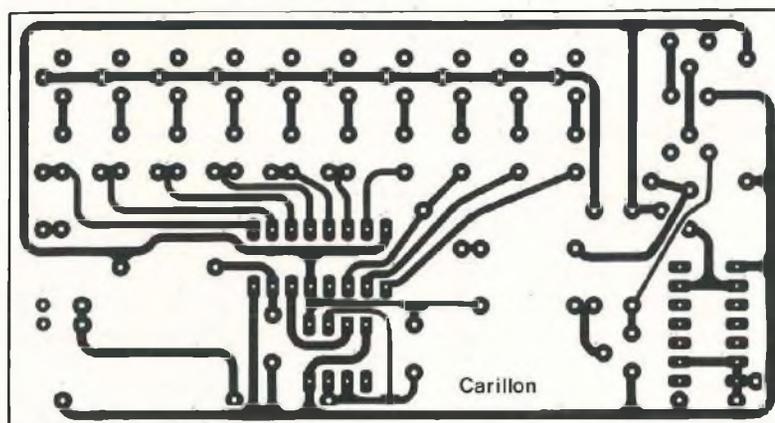
1, bd Ney 75018 PARIS

Tél. : 46.07.01.97

# ACCUEIL AGREABLE



Les cathodes des six diodes sont reliées entre elles côté composants, seule la cathode D1 est soudée côté pistes.



Circuit imprimé à l'échelle 1.

## NOMENCLATURE DES COMPOSANTS

### ● Résistances ajustables (pas de 5,08)

R1 - 1 M $\Omega$

R2 - 1 M $\Omega$

R6 à R15 - 4,7 k $\Omega$

R18 - 4,7 k $\Omega$

### ● Résistances $\pm 5\%$ - 1/2 W

R3 - 47 k $\Omega$

R4 - 1,5 k $\Omega$

R5 - 68 k $\Omega$

R16 - 2,2 k $\Omega$

R17 - 560  $\Omega$

R19 - 68 k $\Omega$

### ● Condensateurs

C1 - 2,2  $\mu$ F tantale goutte

C2 - 10  $\mu$ F tantale goutte

C3 - 1  $\mu$ F tantale goutte

C4 - 680 nF (ou 470 nF)

### ● Semiconducteurs

IC1 - NE 555

IC2 - CD 4017

T1 - 2N1671

T2 - 2N1711

T3 - 2N2222

D1 à D6 - 1N4148

L1 à L10 - Diodes leds rouges

$\varnothing$  3mm

### ● Divers

RL1 - Relais REED 1 T - 5 V

HP - Z = 8  $\Omega$

BP1 Bouton poussoir fugitif

Support 8 broches

Support 14 broches

Support 16 broches

# LES BONNES ADRESSES DE LED

## A Bergerac

Micro-ordinateur AMSTRAD

### Ets POMMAREL

14, place Doublet - 24100 BERGERAC

Tél. 53.57.02.65

Composants électroniques actifs et passifs - Circuits intégrés - Transistors - Mémoires - Micro-ordinateurs - Lecteurs de disquettes TEAC Logiciels (jeux et comptabilité)

KITS : TSM - OK - KIT PLUS - JOSTY KITS HP : VISATON

Des milliers de composants. Vente par correspondance.

Liste de matériel sur demande.

## A Strasbourg

Alsakit

10, quai Finkwiller

67000 Strasbourg

Tél. 88.35.06.59

*Tous les kits d'enceintes des grandes marques en stock*

AUDAX, SIARE, FOCAL, DYNAUDIO  
SEAS, KEF, AUDIODYNAMIQUE, etc.

## A Nice HI-FI DIFFUSION

19, rue Tonducci de l'Escarène

06000 NICE

Tél. 93.80.50.50 ou 93.62.33.44

Très grand choix de composants électroniques résistances, condensateurs, commutateurs transformateurs, etc.

- accessoires,
- matériel électronique,
- rayon librairie : revues, livres, etc.

## A Montpellier

TOUTE L'ELECTRONIQUE

12, rue Castilhon

34000 MONTPELLIER

Tél. 67.58.68.94 - Télex 490892

**Spécialiste des composants électroniques et de la vente par correspondance**

Demandez notre catalogue contre 4 F pour frais d'envoi - Livraison rapide.

## A Aubagne ELECTRONIQUE

LOISIRS-SERVICES

4, rue de l'Huveaune - 13 400 AUBAGNE

Tél. 42.03.10.79

COMPOSANTS - KITS ELECTRONIQUES

ANTENNES - TV & RADIO LIBRAIRIE - JEUX DE LUMIERE

## A Poitiers

electro-plus

Nouveau !!

*ensemble réception télé par satellite*

19, rue des Trois Rois

86000 POITIERS

49.41.24.72

- composants électroniques professionnels
- Kits
- Appareils de mesure
- Librairie technique
- Outillage

Magasin ouvert du mardi au samedi de 9 h 30 à 12 h et de 14 h à 19 h - Fermé dimanche et lundi. (Vente par correspondance).

## A Morsang s/Orge

C.F.L. Tél. 60.15.30.21

45, bd de la Gribelette

91390 MORSANG S/ORGE

Composants électroniques professionnels et grand public (Par correspondance, notre tarif contre 4,40 F)

Ouvert le lundi de 10 h à 12 H 30 - 14 h à 19 h

du mardi au samedi de 9 h à 12 H 30 - 14 h à 19 h

Mieux que par correspondance : sur le 45, Loire et Orléans, livraison le Lundi et le Jeudi, minimum de commande 200 F, expédition par poste.

Tél. 38.96.30.04

Composants actifs et passifs, boitiers, transfos, fiches et connexions

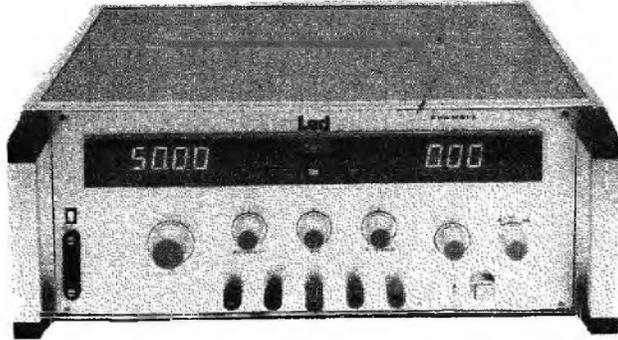
**Annonces novembre**

Reservez votre espace publicitaire  
avant le 30 octobre 1986

Tél. 46.07.01.97

**LAZE ELECTRONIQUE** Tél. : (27) 33.45.90  
 70, avenue de Verdun, 59300 VALENCIENNES

Décrite dans ce numéro  
 Alimentation d'étude "CHAMOIS"



- 0/50 V - 0/5 A
- réf. tension thermostatée
- mesure U 5 000 pts
- mesure I 1 000 pts/3 gammes
- sorties flottantes
- gêne interne perturbations
- sorties tracking et réf. tension
- protection court-circuit
- protection température

Kit complet - face avant brute  
**3 980,00 F TTC**

Expédition port dû SNCF dans toute la France

Face avant percée, sérigraphiée - Options pilote Qz et ensemble monté sur demande.

# PRIX ET CONSEILS

• MATÉRIELS ÉLECTRONIQUES.

• MESURES. COMPOSANTS.

• ALARMES. KITS.

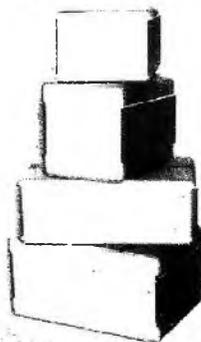
• ATELIERS D'ENTRETIEN

**TOUT POUR LA RADIO ELECTRONIQUE**  
 66, cours LA FAYETTE, 69003 LYON - Tél. 78.60.26.23

**MMP**

LE COFFRET QUI MET EN VALEUR VOS REALISATIONS

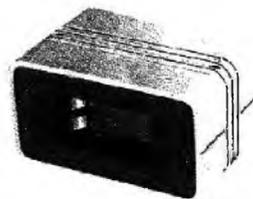
**mmp**



**SERIE «PP MM»**

110 PP ou PM	115 x 70 x 64
114 NOUVEAU	106 x 116 x 44
115	115 x 140 x 64
116	115 x 140 x 84
117	115 x 140 x 110
210	220 x 140 x 44
220	220 x 140 x 64
221	220 x 140 x 84
222	220 x 140 x 114

\* PP (plastique) PM (métallisé)



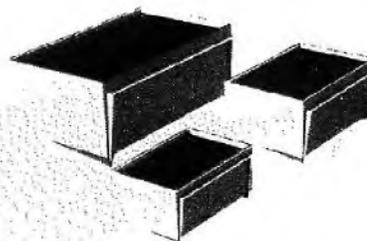
110 PP ou PM Lo avec logement de pile  
 115 PP ou PM Lo avec logement de piles



**SERIE «L»**

173 LPA avec logement pile face alu	110 x 70 x 32
173 LPP avec logement pile face plast.	110 x 70 x 32
173 LSA sans logement face alu	110 x 70 x 32
173 LSP sans logement face plast.	110 x 70 x 32

**GAMME STANDARD DE BOUTONS DE REGLAGE**



**SERIE «PUPICOFFRE»**

10 A, ou M, ou P	85 x 60 x 40
20 A, ou M, ou P	110 x 75 x 55
30 A, ou M, ou P	160 x 100 x 68

\* A (alu) - M (métallisé) - P (plastique)

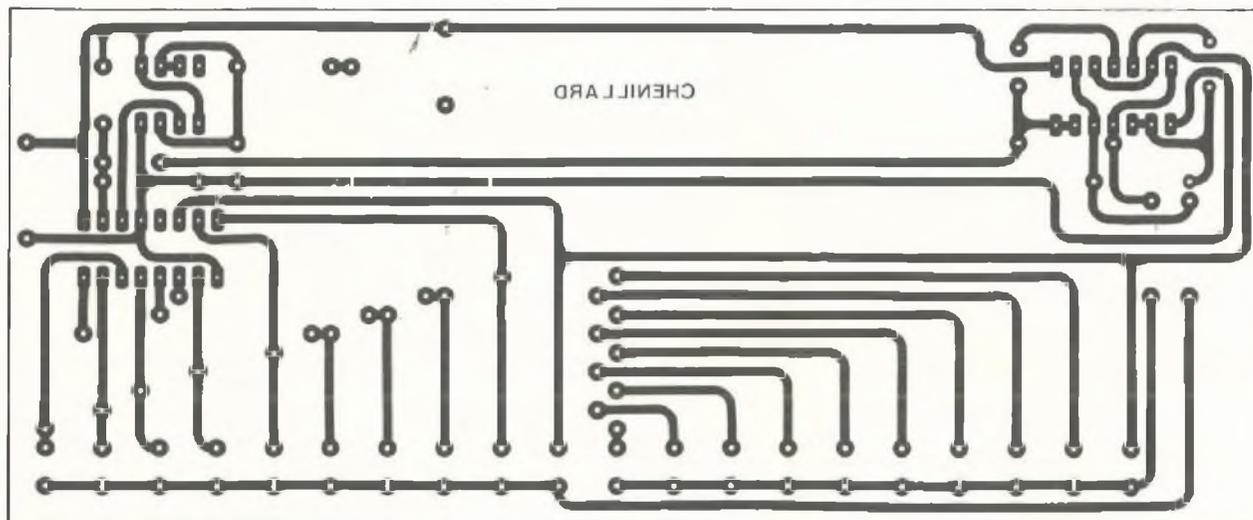
220 PP ou MP ou PM/6 avec poignées

**mmp**

Tel. : 43.76.65.07

COFFRETS PLASTIQUES  
 10, rue Jean-Pigeon  
 94220 Charenton

# GRAVEZ... LES VOUS... MEME



Circuit imprimé du chenillard 20 leds.

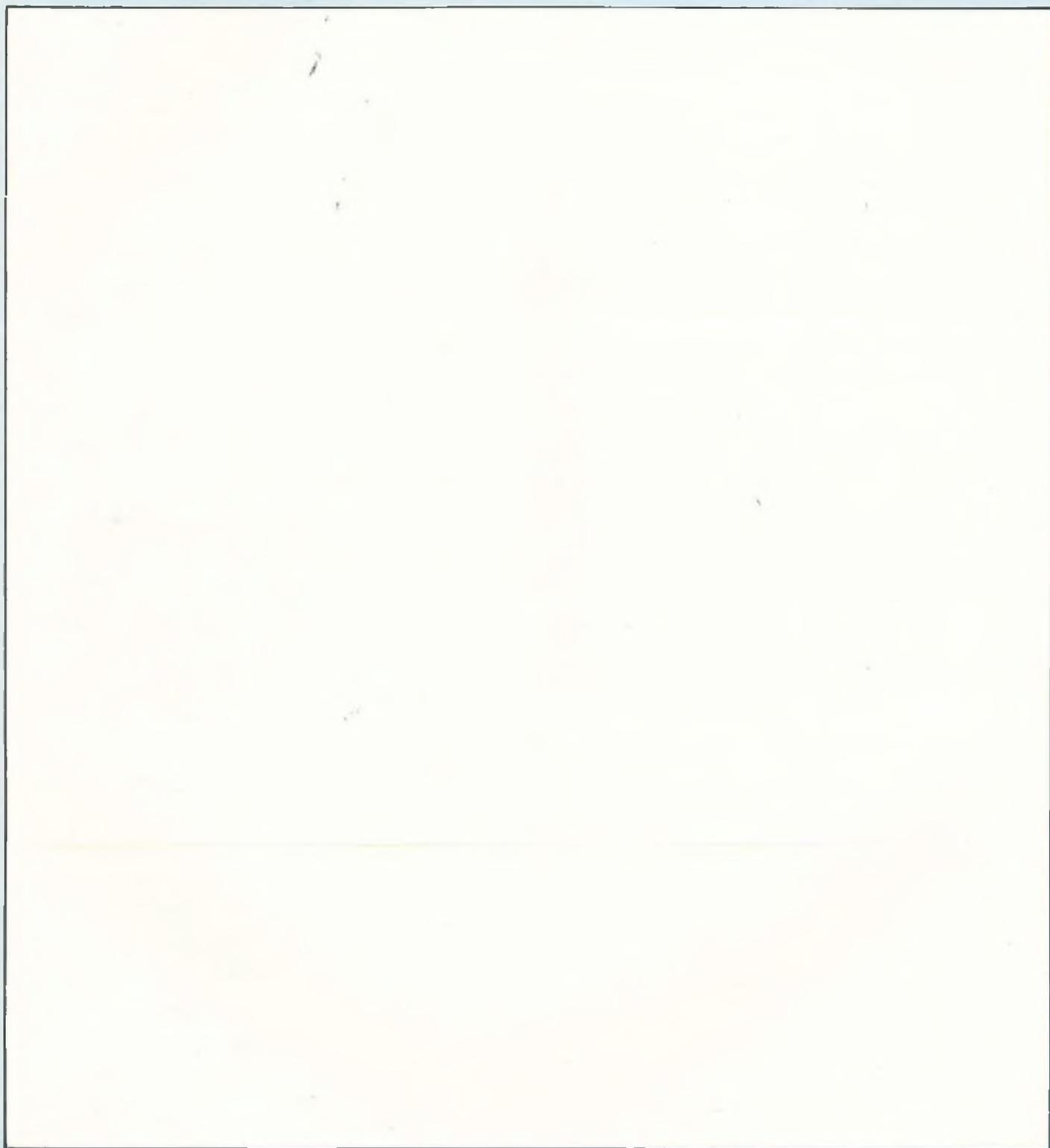


Réalisez facilement les circuits de Led avec :

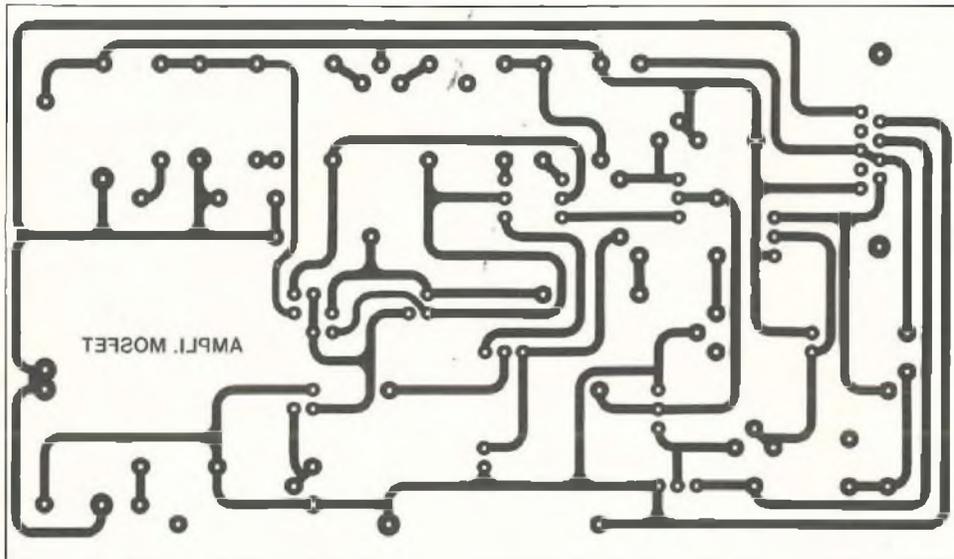
- DIAPHANE KF, pour rendre les dessins transparents,
- KF BOARD, plaques présensibilisées,
- BI 1000 - BI 2000 - BANC KIT KF, pour insoler,
- MG 1000 - GRAVE VITE, pour graver,
- les produits KF de gravure, de protection.

SICERONT  304-306, Bd. Charles de Gaulle, B.P. 41 92393 Villeneuve la Garenne Cedex. Tél: (1) 47.94.28.15.

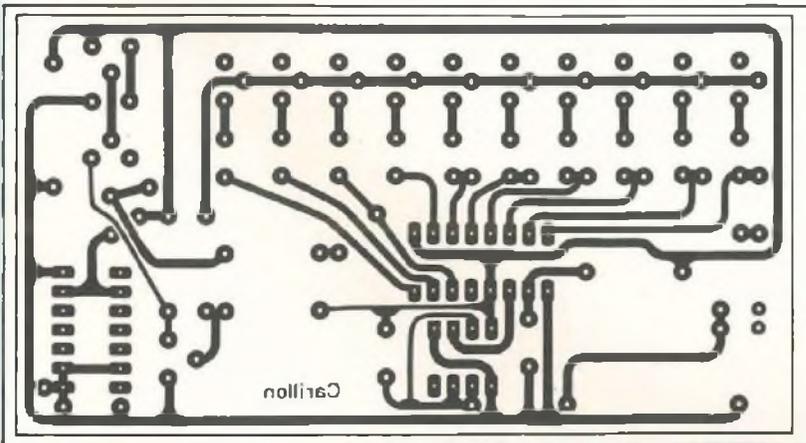
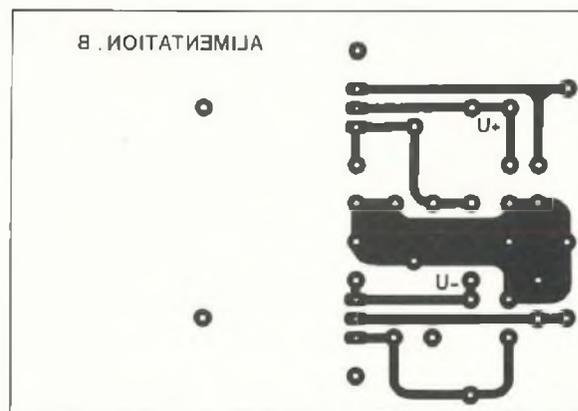
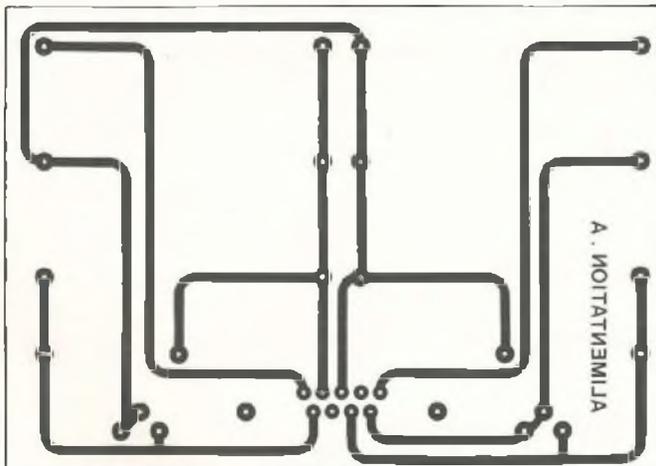
# GRAVEZ-LES VOUS-MEME



# GRAVEZ LES VOUS MEME



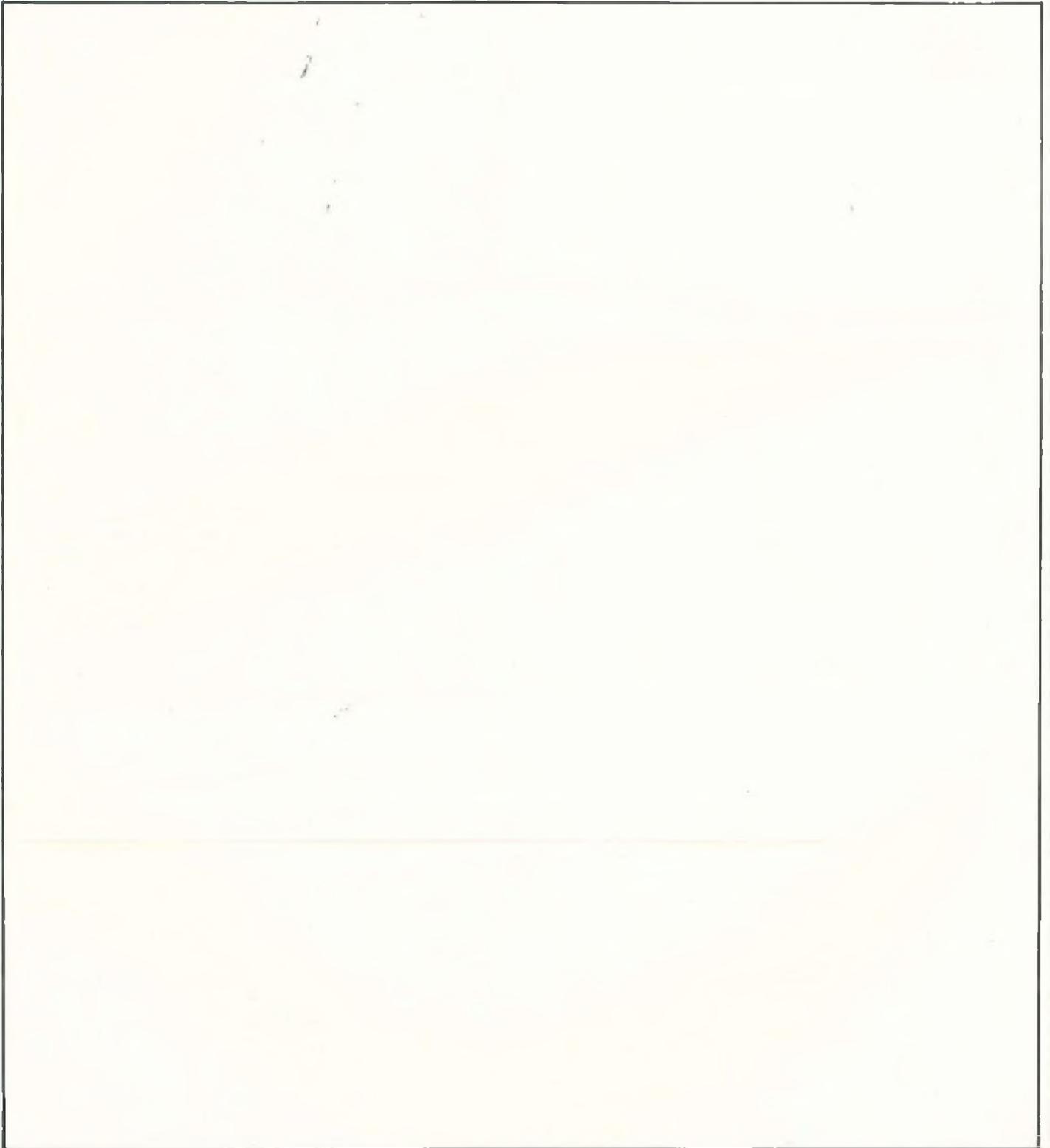
Circuits imprimés de l'amplificateur MOS-FET 2 × 50 watts.



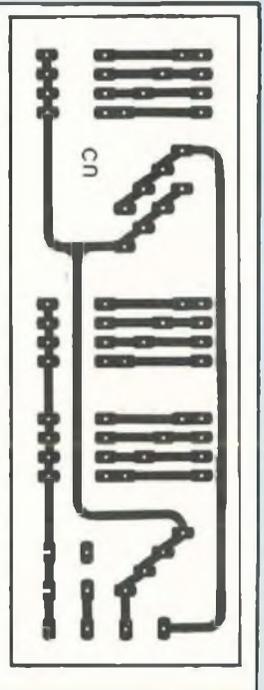
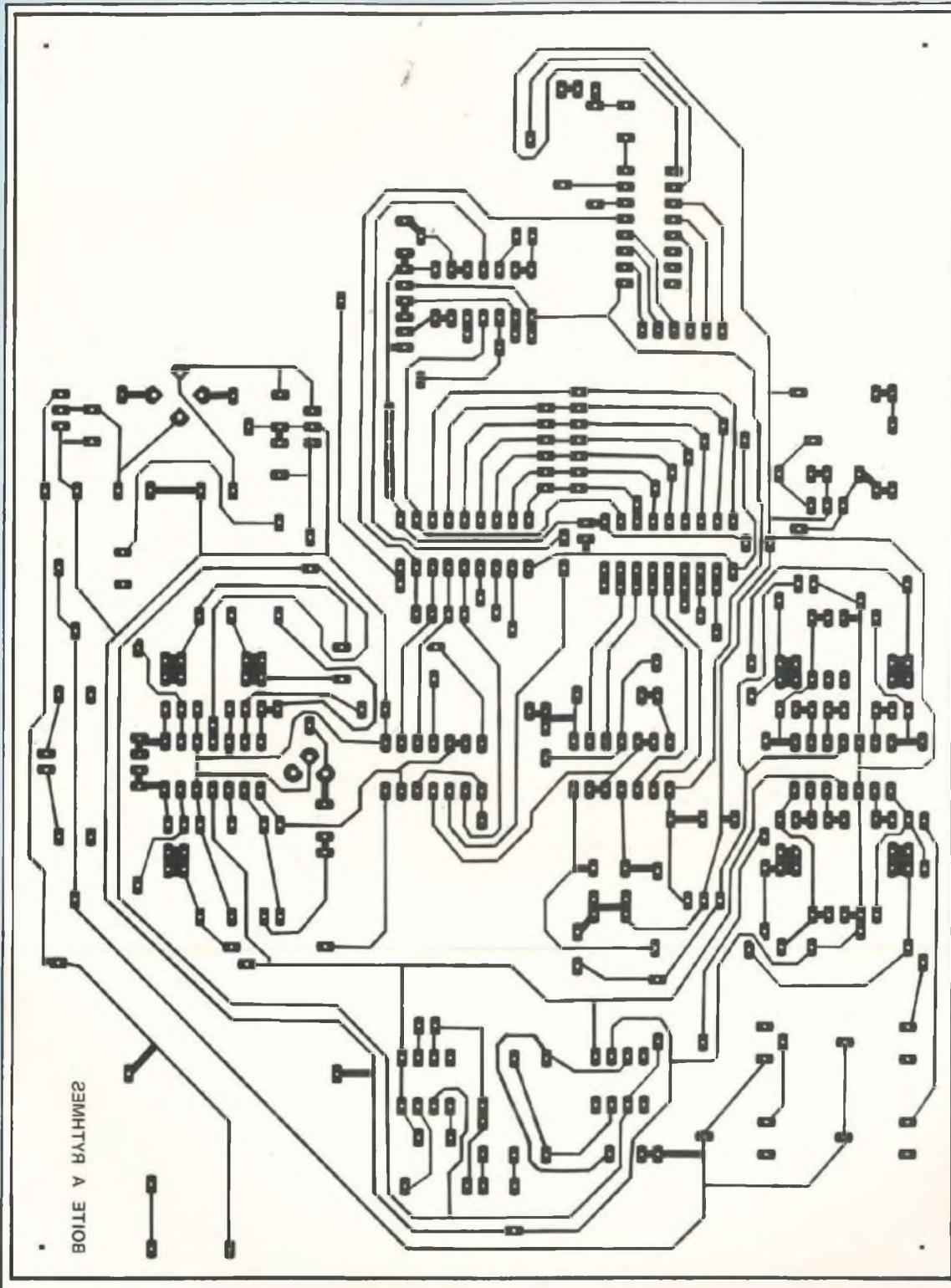
Circuit imprimé du carillon 10 notes.

Les implantations sont volontairement publiées à l'envers pour que le côté imprimé de cette page soit en contact direct avec le circuit lors de l'insolation.

# GRAVEZ-LES VOUS MEME



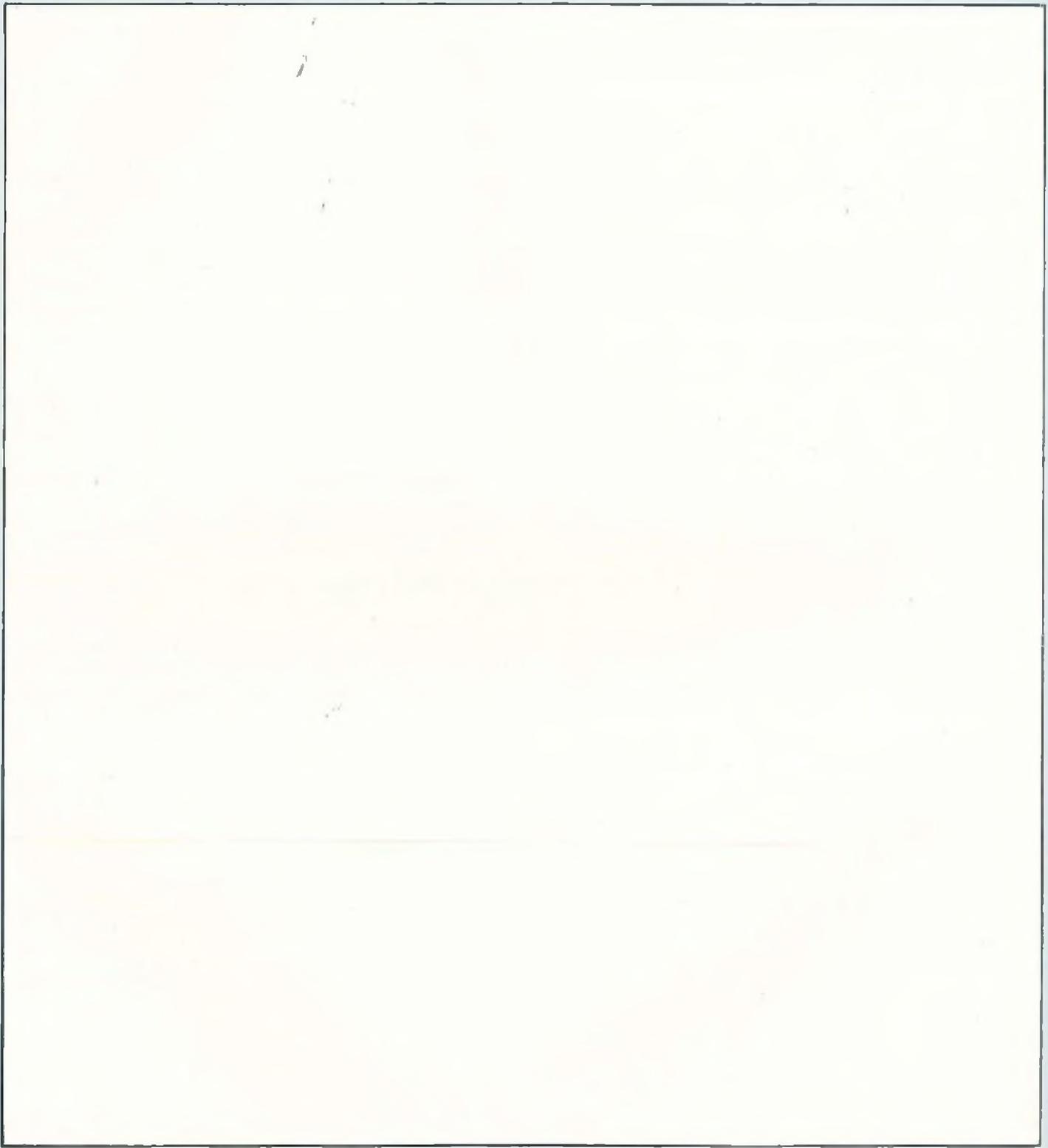
# GRAVEZ-LES VOUS MEME



Circuits imprimés de la boîte à rythmes programmables. Le circuit principal devra être gravé avec beaucoup de soin vu la finesse des pistes. Avant d'entreprendre le câblage, vérifiez qu'il n'y a pas de coupure dans les liaisons.

Les implantations sont volontairement publiées à l'envers pour que le côté imprimé de cette page soit en contact direct avec le circuit lors de l'insolation.

# GRAVEZ-LES VOUS-MEME



## Tout pour la maintenance et l'extension de vos systèmes

Nous proposons une gamme très étendue d'outils,  
machines, et accessoires

- Tout l'outillage : pour le wrapping industriel et de maintenance de dénudage (pinces et machines) de câblage (pinces, etc.) de soudage et dessoudage
- des circuits imprimés à connecteurs enfichables et cartes d'études au format européen et double Europe prévus pour connecteurs DIN
- tous les connecteurs DIN 41612 à wrapper, et enfichables 2 x 22 MIL C 21097
- les supports (8 à 40 broches), broches individuelles et barrettes à wrapper ou souder pour C.I.
- des plaquettes d'identification pour supports de C.I. à wrapper DIL
- pour composants discrets : broches individuelles et barrettes à wrapper ainsi que supports enfichables sur DIP
- le fil pour wrapping en bobines (tous Ø, toutes longueurs, en 10 couleurs, divers isolants) ou coupé et prédénudé aux deux extrémités (en sachets de 50 ou 500 fils)
- du câble plat 14-16-24-28 ou 40 conducteurs avec ou sans connecteur à une extrémité ou aux deux et en rouleaux de 30 m
- une série complète d'outils à insérer et à extraire les C.I.
- des kits pour la distribution des circuits intégrés MOS et C-MOS
- outils de contrôle : sonde logique et générateur d'impulsions pour la détection des pannes sur circuits intégrés digitaux
- générateurs de fonction
- des kits (outils + accessoires) pour montages électroniques
- des petites perceuses pour circuits imprimés (piles ou variateurs)
- des châssis et habillages aux normes 19"
- etc...

Décrits en détail dans notre nouveau catalogue à présentation thématique.  
Plus toutes les nouveautés 85 : ensembles de soudage et dessoudage thermostatés et réglables avec Indication de température...



40 pages  
4 couleurs

10, Bd F.-Hostachy - 78290 CROISSY-s/SEINE - 39.76.24.37



## FICHE RENSEIGNEMENTS LECTEURS

Un important courrier et de nombreuses communications téléphoniques nous ont amené à constater que de nombreux lecteurs, surtout en province, éprouvent des difficultés d'approvisionnement en composants pour la réalisation de nos maquettes. Afin de vous aider à résoudre ce problème, vous trouverez dorénavant une fiche-lecteur qu'il vous suffira de nous retourner sous enveloppe affranchie à votre nom. Une réponse vous sera donnée dans les meilleurs délais.

### QUESTIONS (voir réponses au verso)

Je désire recevoir de plus amples renseignements sur l'origine du composant recherché ou son équivalent.

Résistances : .....

Condensateurs : .....

Semiconducteurs : .....

Divers : .....

MONTAGE EN COURS .....

d'après LED N° .....

Adresser cette fiche et l'enveloppe  
affranchie à votre nom aux  
EDITIONS FREQUENCES - Service  
lecteurs : 1, bd Ney, 75018 Paris

Nom .....

Prénom .....

Adresse .....

# Lab BOITES DE CIRCUIT CONNEXION

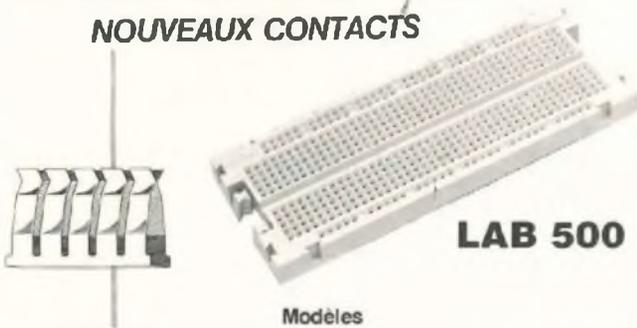
sans soudure



Pour : prototypes - Essais - Formation

Fabriqué en France. Enseignement. T.P. Amateurs. Pas 2,54 mm. Insertion directe de tous les composants et circuits intégrés. Reprise aisée sur interface.

## NOUVEAUX CONTACTS



**LAB 500**

Modèles

Broches 0,7 x 0,7 x 21 mm Qté 250			55,00 F
Lab 330	72,00 F	Lab 1000	185,00 F
Lab 500	95,00 F	Lab 1000 « PLUS »	292,00 F
Lab 630	125,00 F	Lab 1260 « PLUS »	370,00 F

Documentation gratuite à : **SIEBER-SCIENTIFIC**

Saint-Julien du GUA, 07190 St-SAUVEUR-de-MONTAGUT  
Tél. : (75) 66 85 93 - Telex : Selex 642138 F code 178

# le MAXI des MINI-CONTROLEURS

## Le MINI-MULTI TESTER

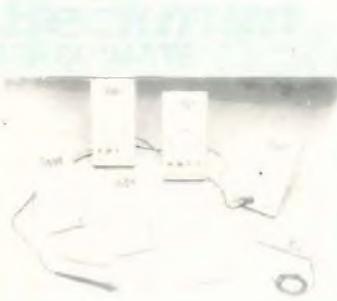


### Caractéristiques :

- 10 000 ohms/V Cont.
- 4 000 ohms/V Alt.
- Précision : 3 % en V et A Cont.
- 4 % en V Alt. et Résist.
- Dimension : 105 x 52 x 31 mm
- 15 CALIBRES**
- V Cont. de 250 mV à 1 000 V
- V Alt. de 10 V à 1 000 V
- A Cont. de 0,1 mA à 500 mA
- Ohmmètre de 30 ohms à 10 M ohms
- + 2 calibres en dB

# ISKRA

## REPONSES



DM 10 .....	445 F	DM 45 .....	907 F
DM 15 .....	598 F	DM 73 .....	627 F
DM 20 .....	698 F	DM 77 .....	674 F
DM 25 .....	798 F	DM 20 .....	1065 F
DM 40 .....	724 F	LP 10 .....	206 F

**SIGNAL TRACER TS 35 B**



- Sensibilité : 1 mV
- Entrée commutable : B.F. faible, B.F. forte, HF. Sortie générée : 1 kHz environ. Puissance de sortie : 2 W. Dim. : 210 x 95 x 140.

Prix en kit ..... **420 F**  
 En ordre de marche **590 F**

**DEMANDEZ  
 LE NOUVEAU  
 CATALOGUE  
 DE KITS  
 (36 PAGES)  
 C'est gratuit**

Expédition gratuite  
 dans toute la France  
 métropolitaine

MX 522 .....	849 F	MX 462 .....	741 F
MX 562 .....	1 150 F	MX 202 .....	1 020 F
MX 230 .....	735 F	MX 111 .....	557 F
MX 430 .....	936 F	MX 111 Kit .....	445 F

Mini-perceuse  
 avec outils ..... 95 F  
 Alimentation secteur. .... 75 F  
 L'ensemble. .... 150 F

Livré avec  
 100 transistors  
 et diodes

**DE NOUVEAU  
 DISPONIBLE**

**PROMOTION  
 CAPACIMÈTRE  
 EN KIT**

**AFFICHAGE DIGITAL  
 DE 1 pF à 10 000 µF  
 EN 8 GAMMES**

**LIVRÉ AVEC  
 100 CONDENSATEURS  
 POUR ESSAIS**

**220 F  
 (avec boîtier) 255 F**

**Caractéristiques :** Ce transistormètre permet de tester tous les types de transistors (en et hors circuit), basse et haute fréquence, commutation, puissance Darlingt., diode et afficheur à Led.

**Prix : 275 F**

Alimentation stabilisée 3 à 24 V 2 ampères. Affichage digital en kit .....	280 F
Commutateur électronique pour oscillo de 0 à 1 MHz en 2 gammes .....	155 F
Générateur de fonction de 1 Hz à 400 kHz oo .....	270 F
Générateur d'impulsion de 0,1 Hz à 150 kHz en 6 gammes .....	244 F
Traceur de courbes NPN PNP .....	190 F
Signal tracer HF - BF .....	175 F
Capacimètre digital de 1 pF à 10 000 µF .....	220 F
Voltmètre digital de 0 à 999 V .....	180 F
Fréquence digital de 30 Hz à 50 MHz .....	450 F
Fréquence digital de 0 à 1 GHz .....	850 F
Testeur de THT test dynamique du bobinage .....	195 F

\* Kit livré avec boîtier.

**REMISE DE 10 % SUR L'ACHAT DE 3 KITS**

**OSCILLOSCOPE PORTATIF  
 0 à 10 MHz**



**PROMOTION**

Livré avec :  
 1 sonde rapport 1-1.  
 1 sonde rapport 1-10.  
 10 mV à 5 V/division.  
 Base de temps déclenchée  
 Vitesse de balayage  
 0,1 µs/DIV.  
 à 50 mill/s. DIV.

**1 450 F**

(FRANCO 1520 F)

**SUPER-PROMO :**

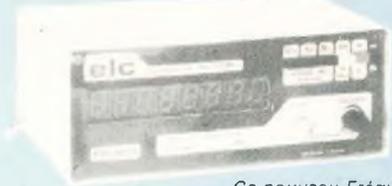
1 N 4004, les 10 .....	5 F	2,54 verticale 2 200 Ω 4 700 Ω et 220 kΩ, les 10 .....	10 F
BC 238 A, les 10 .....	10 F	Condensateurs chimiques :	
BC 547 B, les 10 .....	10 F	10 µF 25 V AX, les 5 .....	5 F
BC 327, les 10 .....	10 F	220 µF 10 V RA, les 5 .....	5 F
Triac 6 A 400 V, les 10 .....	28 F	220 µF 25 V AX, les 5 .....	6 F
Relais européens 4 RT, tension 14 à 24 V, l'unité .....	12 F	1 000 µF 25 V AX, les 5 .....	12 F
Condensateurs Mylar :		Tube DG7 32 .....	440 F
0,1 µF 400 V, les 10 .....	10 F	Mu-Métal .....	130 F
0,1 µF 1 000 V, les 10 .....	18 F	Support .....	20 F
0,22 µF 250 V, les 10 .....	12 F		
0,47 µF 250 V, les 10 .....	15 F	Led rouge 4,5 mm, les 10 .....	9 F
Résistances ajustables au pas de		Led verte 4,5 mm, les 10 .....	9 F



**SONDE OSCILLO**

ELC .....	225 F
HAMEG .....	249 F
INTER .....	175 F

**NOUVEAU  
 FRÉQUENCÈMÈTRE  
 803**



1 Hz à 100 MHz

- Esthétique nouvelle
- Atténuateur
- Grands afficheurs
- Fiable
- Sensible

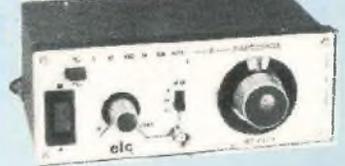
Ce nouveau Fréquence-mètre donnera satisfaction aux techniciens les plus exigeants

**1 423,20 F TTC**

**GÉNÉRATEUR**



**GÉNÉRATEUR**



**BF 791 S  
 1 Hz à 1 MHz ..... 950 F**

1 Hz à 200 kHz ... **1 423 F**

**FRÉQUENCÈMÈTRE 346**



1 Hz à 600 MHz ... **1 957 F**

**ALIMENTATION VARIABLE**



AL 745 .....	560 F
AL 812 .....	650 F
AL 781 .....	1 542 F



35-37, rue d'Alsace - 75010 PARIS  
 Tél. : 46 07 88 25  
 Métro : gares du Nord (RER ligne B) et de l'Est

OUVERT tous les jours de 9 h à 19 h sans interruption.  
 Fermeture de 9 h à 18 h. Prenez la diligence.

Expédition :  
 FRANCO DE PORT MÉTROPOLE  
 pour toute commande supérieure à 500 F,  
 sauf sur promo.  
 Moins de 500 F et promo :  
 pour moins de 2 kg : 25 F, de 2 kg à 5 kg : 40 F  
 EXPÉDITION HORS TAXES  
 DOM-TOM EUROPE AFRIQUE

# CHELLES ELECTRONIQUES 77

19, av. du Maréchal Foch 77500 Chelles - Tél. 64.26.38.07

Ouvert du mardi au samedi  
de 9 h 30 à 12 h 15 et de 14 h 30 à 19 h

Nous acceptons les bons de l'Administration, conditions spéciales aux écoles,  
centres de formation, clubs d'électronique, etc. Pas de catalogue

## TOUTES VOS MESURES EN CINEMASCOPE ! NOUVEAU MULTIMETRE METEX

Modèle M 3650 3 1/2 digits - Précision 0,3 % en VCC ( $\pm 1$  dgt)

### Fonctions :

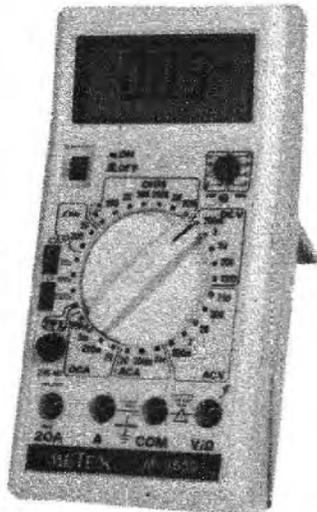
- MULTIMETRE 20 A
- CAPACIMETRE
- FREQUENCEMETRE
- TEST TRANSISTORS
- TEST DIODES
- TEST SONORE DE CONTINUITE
- TEST ALIM.

### BOITIER ANTI-CHOC

HAUTEUR ECRAN : 30 MM !

HAUTEUR DIGIT : 17 MM !

Affichage de la fonction  
et de l'unité utilisée



Prix de lancement :  
998,00 F TTC

## KITS

### MESURE

- PL 8 Alimentation réglable 1 à 12 V - 0,3 A
- PL 18 Détecteur universel 5 fonctions
- PL 40 Convertisseur 12 V/220 V
- PL 44 Base de temps 50 Hz à quartz
- PL 46 Convertisseur 6/12 V - 2 A
- PL 56 Voltmètre digital 0 à 999 V
- PL 61 Capacimètre digital 1 pF à 9 999  $\mu$
- PL 66 Alimentation digitale 3 à 24 V - 2 A
- PL 82 Fréquence-mètre 30 Hz à 50 MHz
- PL 98 Chargeur automatique d'accus Cd-Ni
- PL 98 Alimentation sym. 40 V - 2 A (sans transfo)

### JEUX DE LUMIERE

- PL 9 Modulateur de lumière 3 voies + micro
- PL 11 Cratère de lumière
- PL 13 L'habitacle 4 voies
- PL 15 Stroboscope 40 joules
- PL 69 Chenillard musical 9 notes
- PL 74 Stroboscope musical 40 joules
- PL 87 Chenillard 8 notes

### ALARME ANTIVOL

- PL 28 Sirène de puissance
- PL 47 Antivol pour auto
- PL 78 Antivol de ville
- PL 80 Sirène anti-casque
- MCS Centrale d'alarme à processeur 5 zones
- WYPER 15 Radar hyper-fréquence
- RUS 5M Antivol auto à ultrasons
- 255 F
- SN 10 W Sirène à modulation réglable
- RC 256 Récepteur de télécommande
- TC 256 Transmetteur de télécommande haute-fréquence codée

### ÉMISSION - RÉCEPTION

- MHF95 Micro H F 88 à 108 MHz
- EFM 100 Émetteur pour instruments de musique
- EFM 5 W Émetteur FM 5 watts
- PL 61 Ampli d'antenne 1MHz à 100MHz - 70db

- 100 F FM 101 Tuner FM en mono
- 90 F FM 108 S Mini-tuner FM stéréo

132 F

296 F

90 F

170 F

180 F

220 F

260 F

450 F

140 F

140 F

120 F

40 F

120 F

120 F

170 F

170 F

160 F

70 F

110 F

160 F

100 F

680 F

423 F

255 F

85 F

393 F

160 F

82 F

84 F

292 F

110 F

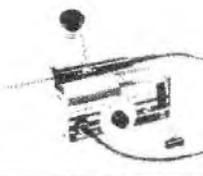
150 F

## ENSEMBLES BASSE TENSION

### GAM 48 - 303

- Alimentation : 220 V/24 V - 50 Hz
- Puissance du fer : 50 W
- Contrôle électronique de température à thermocouple.
- Régulation à  $\pm 2$  % de la valeur affichée, continue et sans génération de parasites.
- Variateur de réglage à blocage entre 120° C et 420° C.
- Montée en température de l'ambiance à 420° C en moins de 2 minutes.
- Très faible transmission de chaleur entre l'élément chauffant et le manche.
- Poids du fer avec cordon et panne : environ 100 g. Fer seul : environ 35 g, longueur du fer : 210 mm.
- Déviation maximale : 10% après chargement de l'élément.
- Longueur : 150 mm - Largeur 110 mm - Hauteur 70 mm.
- Permet d'intervenir sans danger sur des composants sensibles aux surtensions accidentelles comme les CIMOS ou Transistors FET.

1 140 F TTC

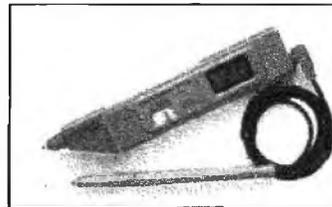


## MULTIMETRE ZIP

### SUPER PROMO

499 F TTC

- Mesure de tension :  
500 Vcc/ca
- Mesure de résistances  
de 2 k $\Omega$  à 2 M $\Omega$
- Mémoire de la  
mesure
- Test de continuité  
sonore



Circuits intégrés - Transistors - Résistances  
- Condensateurs - Librairie technique  
FER A SOUDER JBC - PHILIPS

CONDITIONS DE VENTE : MINIMUM D'ENVOI 100 F.  
PAR CORRESPONDANCE : RÉGLEMENT A LA COMMANDE PAR CHÈQUE OU MANDAT-LETTRE. AJOUTER LE FORFAIT DE PORT ET D'EMBALLAGE : 35 F  
CONTRE REMBOURSEMENT : 50 F  
AU DESSUS PORT DÙ PAR SNCF.

NOM \_\_\_\_\_

ADRESSE \_\_\_\_\_

CODE \_\_\_\_\_ VILLE \_\_\_\_\_

Led

# LES MOTS CROISES DE L'ELECTRONICIEN

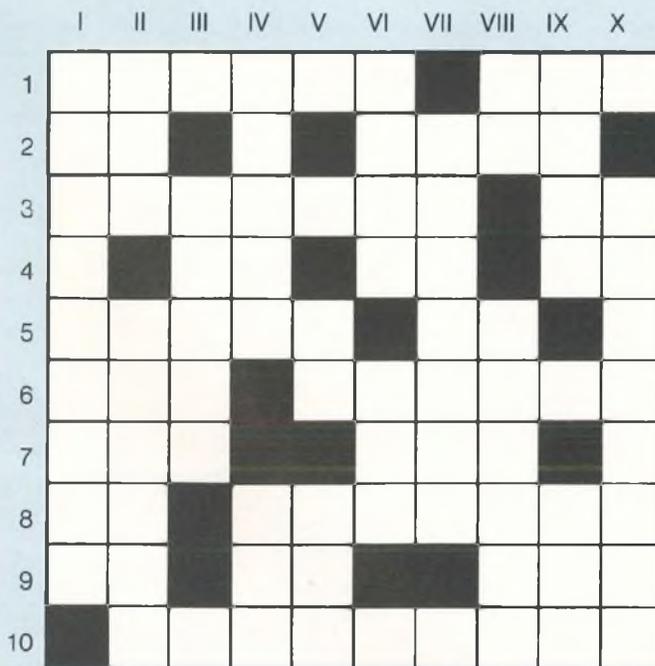
par Guy Chorein

## Horizontalement :

1. Redresseur de courant à filament de tungstène utilisé pour la recharge des accumulateurs. En télévision, courte impulsion électrique servant à la synchronisation. - 2. Points. Sa longueur est variable... - 3. Formelle, s'exprime en formules combinatoires. Entrent dans la tactique. - 4. Ainsi finit tout terminal. D'un auxiliaire. Première quinzaine d'août. - 5. De lecture, est synonyme de platine (d'un électrophone). A bout d'arguments. - 6: Découvert, bien avant Newton, les effets de l'attraction terrestre. Les magnétoscopes en forment un excellent. - 7. Chiffre tout retourné. Ce général polonais déclencha en 1944 l'insurrection de Varsovie, écrasée par les Allemands. - 8. Tiers de quarts. Mauvais conducteur. - 9. Née dans tête. Très bine gardé. Travers en bateau. - 10. Conducteur dans lequel l'énergie électrique produit un autre effet (mécanique, chimique) que l'effet joule.

## Verticalement :

I. Vidéotex si vous préférez... - II. Un d'ailleurs. Mettre au courant. - III. Port sur le golfe du même nom. - IV. Avant ROOM... pour une salle de restaurant. Un mot pour bien d'autres. - V. Suite de chemins. Mise dans un tube... - VI. D'inertie est un dispositif permettant de créer des couples correcteurs pour la stabilisation des satellites. Port nordique... ou animal contorsionné... - VII. Particule électriquement neutre. - VIII. Un peu tendu. Antiquaire secrétaire. - IX. Vit la fin d'un grand travailleur. Grecque. - X. Premier récepteur d'ondes hertziennes imaginé par Branly.



## Solution de la grille

parue dans le numéro 39 de Led

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
1	C	O	S	S	E		A	G	H	A
2	O	R		V	E	S	S	I	E	S
3	M	D		P	G		D		T	Y
4	P	I	S		A	P	I		E	N
5	I	N	C	A		O	C		R	C
6	L	A	I	T	O	N		U	O	H
7	A	T	T	E	N	T	E		D	R
8	T	E		L	E	E		O	Y	O
9	E	U	L	E	R		P		N	N
10	U	R	I			A	R	M	E	E
11	R		L	A	R	S	E	N		S

## SUPER LIBRE-SERVICE COMPOSANTS

Nouveaux - 20 000 articles présentés  
Service spécial école Paris et Province  
Consultez-nous. Venez nous voir.

Télévision, informatique, mesure, haut-parleur, auto-radio, jeux de lumière, jeux électroniques...

## SOLISELEC

137, av. Pdt Couturier 94250 GENTILLY  
Tél. 47.35.19.30

Le long du périphérique, entre la Porte d'Orléans et la Porte de Gentilly  
Parking à votre disposition ouvert de 10 h à 13 h et de 14 h à 19 h  
Fermé dimanche et lundi

# HAMEG

Instruments

Oscilloscope +

## Systeme Modulaire 8000

= poste de mesure complet

La gamme des oscilloscopes HAMEG est complétée par un nombre grandissant de modules de mesure et générateurs enfilables dans un appareil de base avec alimentation.

2 ans  
de garantie



Développé et fabriqué  
en FRANCE

Consultez  
HAMEG S.a.r.l.

5-9 avenue de la République · 94800 VILLEJUIF  
Tél. (1) 46.77.81.51 · Téléx: 270750

# ABONNEZ-VOUS A

# Led

Je désire m'abonner à **LED France** : 160 F - Etranger\* : 240 F.

NOM .....

PRENOM .....

N° ..... RUE .....

CODE POSTAL ..... VILLE .....

\* Pour les expéditions « par avion » à l'étranger, ajoutez 60 F au montant de votre abonnement.

Ci-joint mon règlement par :  chèque bancaire  C.C.P.  Mandat

Le premier numéro que je désire recevoir est : N° .....



EDITIONS FRÉQUENCES 1, boulevard Ney 75018 PARIS - Tél. : 46.07.01.97

**CIRCUITS INTEGRES**  
**LINEAIRES ET SPECIAUX**

ADC	1872N	65.00	35.00	33.00
804	1877M	42.00	6.00	14.00
AY	1897	21.00	6.00	14.00
31270	2526	45.00	84.00	44.00
31250	2917N	32.00	8.50	44.00
31879	2956	37.00	66.00	44.00
31863	2967	35.00	7.00	36.00
31890	3001	8.50	74.00	38.00
31013	3039N	7.50	76.00	32.00
51015	3011N	23.00	761R	18.00
34	3915	43.00	8305	15.00
42	3918N	48.00	900	12.00
3026	13620N	25.00	917	12.00
3016	13700	10.00	940	22.00
304E	120	38.00	955	35.00
304C	121	25.00	965	28.00
304E	148	10.00	4500A	25.00
3052	20.00	15.00		
3056	22.00	295	44.0	22.00
3096	24.00		100.0	34.00
3098	30.00	13039	100.0	26.00
3094	30.00	1003	100.0	26.00
3100	30.00	1048L	100.0	30.00
3100	30.00	1468	150.0	10.00
3140	12.00	1468	28.00	20.00
3161	17.00	1406	20.00	02.24
3162	57.00	3423	15.00	25.00
3169	38.00	3473	146.00	10.00
		14611	146.00	
7105	165			
7107	149.00	2	11.00	10.40
7110	210.00	6	22.00	10.41
7126	150.00	8	25.00	10.42
7125	240.00	10	18.00	10.45
7137	169.00	8003	139.00	10.46
7616	36.00			
7638	39.00			
6040	21.00	50398	190.00	10.47
		53200	59.00	10.54
7038	45.00			
0445	210.00	3020	16.00	10.56
7207	60.00	3041	42.00	10.57
7208	210.00			
7200	48.00			
7217	140.00	527	24.00	10.58
7226	369.00	529	24.00	10.59
7555	18.00	556	5.00	10.60
		556	5.00	10.61
351M	9.00	554	45.00	10.62
351C	12.00	565	12.00	10.63
351	12.00	570	58.00	10.64
		571	55.00	10.65
LD75	722.00	577	17.00	20.0203
		5805	45.00	20.04
15C	65.00	5832	35.00	20.05
15C	65.00	5833	35.00	20.06
301	7.50	1403A	24.00	20.07
304M	50.00	1556	26.00	20.08
305	15.00			
307	9.00	5788	48.00	20.09
308	8.00			
339H	25.90	1056	35.00	20.10
339K	32.90	1056	45.00	20.11
340	35.90	1070	45.00	20.12
311	7.50			
311T	7.00	8630	30.00	20.13
317K	26.00			
310	25.00			
319	22.00	563	28.00	20.14
323K	55.00	573	28.00	20.15
324	3.90	581	28.00	20.16
331	59.00	591	29.00	20.17
334	20.00	330	24.00	20.18
335	20.00	335	20.00	20.19
3352	24.00	350	24.00	20.20
336	16.00	361	28.00	20.21
337K	32.00	62142	35.00	20.22
3377	15.00	62141	24.00	20.23
338K	85.00	62142	25.00	20.24
339	9.00	761A	12.00	81.40
348	15.00	765	15.00	81.71
349	31.00	861A	18.00	81.72
350K	80.00	938	17.00	32
358	8.00			
360	78.00	1205	81.00	32
377	26.00	221	14.00	32
378	31.00	221	22.00	32
379S	62.00	400E	19.00	32
380N8	15.00	400G	24.00	32
380N14	15.00	400N	27.00	32
381AN	47.00			
381N	29.00	520	21.00	32
382N	20.00	530	36.00	32
383A1	42.00	540	24.00	32
383T	38.00	560	45.00	32
384	32.00	570	24.00	32
385	21.00	601	21.00	32
386	15.00	720A	27.00	32
387	12.00	750	27.00	32
388N	26.00	790K	18.00	32
389N	22.00	800	15.00	32
390N	24.00	810S	15.00	32
391	26.00	815	12.00	32
393N	8.00	820	12.00	1003
555N	4.00	800G	60.00	
556N	12.00	850	36.00	
555	11.00	860	23.00	180
566N	24.00	820	20.00	2003
567	16.00	940	36.00	2003
7099	12.00	950	32.00	
7099	3.00	917	18.00	
7104	24.00	970	48.00	
720	24.00	1310	38.00	
723H	14.00	2203	16.00	
723	6.00	15CB	25.00	
725	33.00	16CB	18.00	
729	5.00	212A	25.00	
741H	15.00	236A	38.00	
747	14.00	315A	22.00	
748	13.00	315A	15.00	
749	21.00	315A	21.00	
761	15.00	415	20.00	
1458	15.00	447	27.00	
1496	20.00	530	30.00	
1871N	85.00	548	28.00	

**TTL 74 LS**

00	74	132	2.50
01	230	136	2.30
02	230	138	4.80
03	230	139	4.00
04	230	141	10.00
05	230	145	8.00
06	230	147	11.00
07	230	148	8.00
08	230	150	18.00
09	230	151	4.00
10	230	153	4.00
11	230	154	16.00
12	230	155	5.50
13	230	156	5.00
14	230	157	5.00
15	230	158	5.00
16	230	160	5.00
17	230	161	5.00
18	230	162	5.00
19	230	163	5.00
20	230	164	5.00
21	230	165	5.00
22	230	166	8.00
23	230	170	5.00
24	230	173	5.00
25	230	175	5.00
26	230	176	10.00
27	230	166	11.00
28	230	161	18.00
29	230	162	12.00
30	230	161	6.00
31	230	152	6.00
32	230	153	5.00
33	230	154	3.00
34	230	155	5.00
35	230	156	5.00
36	230	157	5.00
37	230	158	5.00
38	230	159	5.00
39	230	160	5.00
40	230	161	5.00
41	230	162	5.00
42	230	163	5.00
43	230	164	5.00
44	230	165	5.00
45	230	166	5.00
46	230	167	5.00
47	230	168	5.00
48	230	169	5.00
49	230	170	5.00
50	230	171	5.00
51	230	172	5.00
52	230	173	5.00
53	230	174	5.00
54	230	175	5.00
55	230	176	5.00
56	230	177	5.00
57	230	178	5.00
58	230	179	5.00
59	230	180	5.00
60	230	181	5.00
61	230	182	5.00
62	230	183	5.00
63	230	184	5.00
64	230	185	5.00
65	230	186	5.00
66	230	187	5.00
67	230	188	5.00
68	230	189	5.00
69	230	190	5.00
70	230	191	5.00
71	230	192	5.00
72	230	193	5.00
73	230	194	5.00
74	230	195	5.00
75	230	196	5.00
76	230	197	5.00
77	230	198	5.00
78	230	199	5.00
79	230	200	5.00
80	230	201	5.00
81	230	202	5.00
82	230	203	5.00
83	230	204	5.00
84	230	205	5.00
85	230	206	5.00
86	230	207	5.00
87	230	208	5.00
88	230	209	5.00
89	230	210	5.00
90	230	211	5.00
91	230	212	5.00
92	230	213	5.00
93	230	214	5.00
94	230	215	5.00
95	230	216	5.00
96	230	217	5.00
97	230	218	5.00
98	230	219	5.00
99	230	220	5.00

**TRANSISTORS**

AC	182	8.00
125	4.00	10.00
128	4.00	21.00
127	4.00	23.00
128K	5.20	23.50
132	3.90	23.70
133	4.00	23.70
133K	5.00	24.00
181	5.00	24.00
181K	5.00	24.00
187	4.50	21.00
187K	5.00	24.00
183	4.00	25.00
183K	5.00	26.00
AD	296	10.50
149	9.00	26.00
161	6.00	43.50
162	7.00	43.50
17	2.50	16.00
18	2.50	16.00
19	2.50	16.00
20	2.50	16.00
21	2.50	16.00
22	2.50	16.00

# HAMEG - METRIX - BECKMAN - FLUKE - BK ...

## SYSTEMES MODULAIRES HAMEG 8000



HM 8001. Module de base avec alimentation pour recevoir 2 modules simultanément.

**1550 F**

HM 801. Multimètre numérique 3 1/2 chiffres.

**2260 F**

HM 8021. Fréquence-mètre 0 à 1 GHz.

**2478 F**

HM 8027. Distorsion-mètre.

**1648 F**

HM 8030. Générateur de fonctions. Tensions continue sinusoïdale.

**1850 F**

Carte Triangle. De 0,1 à 1 MHz.

HM 8042. Générateur sinusoïdal de 20 Hz à 20 MHz.

**1850 F**

sorties : 50000 Ω

HM 8035. Générateur d'impulsions

**2950 F**

22 Hz à 20 MHz.

## SYSTEME MODULAIRE/APPAREIL DE BASE FI 8001 COMPATIBLE HAMEG

POSTE DE CLAQUAGE  
FI 6030



0 à 3 kV AC, DC  
Affichage numérique de V et L.  
Sortie sur imprimante.

Prix : **5499 F**

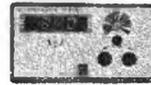
MEGOHMMETRE  
FI 6040



1 MO à 10<sup>6</sup> MO de 45 à 1000 V.  
Sortie sur imprimante.

Prix : **7499 F**

CAPACIMETRE  
FI 6180



1 pF à 2000 nF. Résolution 0,1 pF  
Précision 1%  
Affichage numérique

Prix : **1870 F**

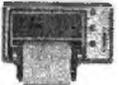
ALIMENTATION  
FI 6160



2 x 25 V ou 1 x 50 VDC, 4 A  
1 x 5 VDC 8 A  
Affichage numérique.

Prix : **1670 F**

IMPRIMANTE  
FI 6200



Sur 24 colonnes.

Entrées BDC série-parallèle  
Entrées analogique  
Compteur d'événements.

Prix : **9200 F**



Le coffret FI 8001 peut recevoir 2 appareils du système modulaire. Au total 8 tensions indépendantes entre elles et isolées permettent l'alimentation individuelle de tous types de modules. Apres enrichissage, chaque module est prêt pour une mise en service immédiate. Tensions d'alimentation des modules.

### OSCILLOSCOPE HM 203/6

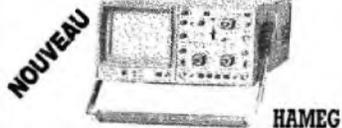
Double trace. 2 x 20 MHz. 2 mV à 20 V. Addition, soustraction, déclencheur, DC-AC HF BF. Testeur composant incorporé. Avec 2 sondes combinées.

Tube rectangulaire 8 x 10

Loupe x 10.

**4015 F**  
**4670 F**

avec Tube rémanent



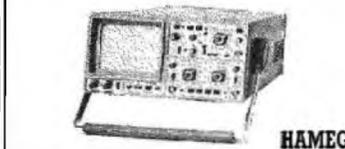
### OSCILLOSCOPE HM 204/2

Double trace. 2 x 22 MHz. 2 mV à 20 V. Montée 17,5 nS. Retard balayage de 100 nS à 1 S. Avec 2 sondes combinées.

Tube rectangulaire 8 x 10.

Tube rémanent.

**5580 F**  
**5989 F**



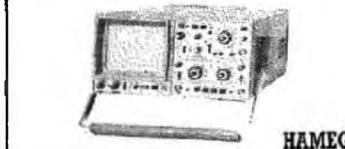
### OSCILLOSCOPE HM 605

Double trace. 2 x 60 MHz. 1 mV/cm avec expansion Y x 5. Ligne de retard. Post-accelération. 14 kV.

Avec sondes combinées.

Tube rémanent.

**7480 F**  
**7880 F**

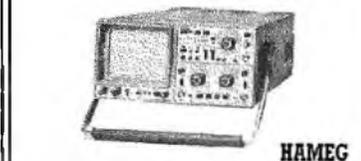


### OSCILLOSCOPE HM 208

Double trace. 2 x 20 MHz. À mémoire numérique. Sans maximum 1 mV. Fonction xy. (Sur commande).

Avec 2 sondes combinées.

**19290 F**



### SONDES OSCILLOSCOPES

HZ 30. Sonde directe X 1 **100 F**

HZ 32. Câble BNC BAN **65 F**

HZ 34. Câble BNC BNC **65 F**

HZ 35. Sonde Div. x 10 **118 F**

HZ 36. Sonde courbée x 1 x 10 **212 F**

## BECKMAN

NOUVEAU

9020. 2 x 20 MHz avec ligne retard **4738 F**  
9060. 2 x 60 MHz TTC **14228 F**  
9100. 2 x 100 MHz TTC **18570 F**

## MONACOR

• SG 1000. Générateur HF à grande plage de fréquences. Modulateur interne et externe.  
Prix **1379 F**

• AG 1000. Générateur BF à grande plage de fréquence 10 Hz à 1 MHz/5 cal. Tension sortie élevée, commutable sinusoïdale.  
Prix **1388 F**

## METRIX MULTIMETRES



• MX 512. **879 F**  
• MX 563. 2000 points. 26 calibres. Test de continuité visuel et sonore. 1 gamme de mesure de température. **2190 F**  
• MX 562. 2000 points. 3 1/2 chiffres. Précision 0,2%. 6 fonctions. 25 calibres. **1150 F**

• MX 575. 20 000 points. 21 calibres. 2 gammes. **2549 F**  
Compteur de fréquence. **2845 F**  
• MX 573. Multimètre digital analogique. **2845 F**  
• MX 453. 20000 nV DC. VC : 3 à 750 V AC : 30 mA à 15 A. IA : 30 mA à 15 A. Ω : 0 à 5 kΩ. **646 F**  
• MX 202 C. T. DC 50 mV à 1000 V. AC 15 à 1000 V. Int. DC 25 μA à 5 A. Int. AC 50 mA à 5 A. Résist. 10 Ω à 12 MΩ. Ohmibel 0 à 55 dB. 40000 nV. **1019 F**  
• MX 482 Q. 20 000 nV CC/AC. 1,5 VDC : 1,5 à 1000 V. VA : 3 à 1000 V. IC : 100 μA à 5 A. IA : 1 mA à 5 A. 10 MΩ. **741 F**  
• MX 471. Analogique. 47 gammes. 20000 nV/CC. 6320 nV/CA. 1600 V/CC-CA. **549 F**  
• MX 430. Pour électronicien. 40000 nV DC. 4000 nV AC. Avec cordons et piles. **938 F**

## FLUKE



3200 points. Affichage numérique et analogique par Barograph gamme automatique précision 0,7%. Avec étui. **73**

3200 points. Mêmes caractéristiques que 73. Précision 0,5%. Avec étui. **75**

3200 points. Mêmes caractéristiques que 73 et 75. Précision 0,3%. Avec étui. **77**

## ALIMENTATION ELC



ALB41 3-6-6-7-5-9-12 V 1 A. **196 F**  
AL745 2 à 15 V 3 A. **563 F**  
AL812 0 à 30 V 2 A. **652 F**  
AL781 0 à 30 V 5 A. **1540 F**  
AL821 2 x 0 à 30 V ou 9 à 60 V 5 A. **3024 F**

## ALIMENTATION



Entrée 220 V - Sortie 3-4-5-6-7-5-9-12 Volts  
200 mA **29 F**    500 mA **59 F**    700 mA **69 F**

## ALIMENTATION PERIFLEK



Variables :  
LPS 303 de 0 à 30 V - de 0 à 3 A. **1304 F**  
LPS 305 de 0 à 30 V - de 0 à 5 A. **2846 F**



Fixes :  
AS 5-8. 5 V 5 A. **403 F**  
AS 12-1. 12 V 1,5 A. **187 F**  
AS 12-2. 12 V 2,5 A. **254 F**  
AS 14-4. 14 V 4 A. **349 F**  
AS 12-7. 12 V 7 A. **705 F**  
AS 12-10. 12 V 10 A. **860 F**  
AS 12-20. 12 V 20 A. **1909 F**  
AS 24-5. 24 V 5 A. **960 F**

## CAPTEZ LES EMISSIONS SATELLITES

(Voir article décrit dans le numéro de Radio Plans de juillet 86)

### GRACE A DEUX MODULES «ASTEC»

#### TUNER AT 1020

Convertit les fréquences d'entrée à partir d'un bloc LNB (0,95 à 1,45 GHz) pour produire une fréquence de sortie de 0,612 GHz.

#### DEMODULATEUR AT 3010

Fournit à partir de la fréquence de 0,612 GHz, un signal composite de bande de base.

L'ensemble TUNER + DEMODULATEUR **1580 F**

Oscilloscope Générateur  
Forfait de port : **48 F**  
Multimètre et Alimentation  
Forfait de port : **30 F**

TOUTE LA GAMME METRIX  
en démonstration CHEZ

#### ACER composants

42, rue de Chabrol,  
75019 PARIS. ☎ 47.70.28.31  
Telex 643 608

#### REUILLY composants

79, boulevard Diderot,  
75012 PARIS. ☎ 43.72.70.17  
Telex 643 608

# Beckman Industrial™

## Une nouvelle génération



**nouveau**

Une gamme  
étendue de  
nouveaux  
instruments  
Précis, robustes,  
économiques!



### Capacimètre CM20

- 8 gammes de mesure
- de 200pF à 2000µF
- Résolution de 1pF
- Précision 0,5%

**Prix TTC: 1065 F**

## Oscilloscope 20MHz double trace 9020

**Caractéristiques principales:** 2 x 20 MHz • sensibilité verticale 5mV/div • ligne à retard  
• testeur de composants • recherche automatique de la trace • deux sondes (X1, X10)  
Ce modèle économique et performant est particulièrement destiné à l'enseignement, aux services de maintenance, aux laboratoires ou aux particuliers. **Prix: 4.738 F. TTC**



### Générateur de Fonctions FG2

- Signaux sinus, carrés, triangle, pulses
  - de 0,2Hz à 2MHz en 7 gammes
  - 0,5% de précision
  - Distorsion inférieure à 30dB
  - Entrée VCF (modulation de fréquence)
- Prix TTC: 1978 F**



### Multimètres Digitaux Compacts

**DM15:** 24 gammes; 0,8% précision; calibre 10 Amp; test diode.  
**Prix TTC 598 F.** • **DM20:** identique au DM15 avec 28 gammes; mesure du gain des transistors, des conductances (S). **Prix TTC: 698 F** • **DM25:** identique au DM15 avec 30 gammes, mesure de capacités en 5 gammes, test de continuité sonore. **Prix TTC 798 F.**



### Multimètre sonde DM73

- Mesure de tension: 500 Vcc/ca
- Mesure de résistances de 2 kΩ à 2 MΩ
- Mémoire de la mesure
- Test de continuité sonore

**Prix TTC: 627 F**

## CIRCUITMATE™ de Beckman Industrial

DISTRIBUÉ PAR :

Les prix sont donnés à titre indicatif et peuvent varier selon nos approvisionnements.

# ACER

**ACER COMPOSANTS**  
42, rue de Chabrol 75010 PARIS  
Tél. : (1) 47.70.28.31  
De 9 h à 12 h 30 et de 14 h à 19 h  
du lundi au samedi

**REUILLY COMPOSANTS**  
79, bd Diderot 75012 PARIS  
Tél. : (1) 43.72.70.17  
De 9 h à 12 h 30 et de 14 à 19 h du  
lundi au samedi. Fermé lundi matin

# METRIX OX 710C

# 2995<sup>F/TTC</sup>

**PRIX  
EXCEPTIONNEL**  
jusqu'au 31.12.86



## OSCILLOSCOPE A MEMOIRE NUMERIQUE

2 convertisseurs analogique/numérique 2 MHz. Mémoire de 2 K mots par canal. Définition constante de l'affichage. Double lissage de la trace. Sauvegarde en cas de coupure par protection par pile. Analyse du signal mémorisé : gain variable, décalage des traces, loupe (x 32). Modes : Single, Roll, Refresh. Contrôle par microprocesseur. Sortie table traçante.

**OX 750 - 2 x 20 MHz**

A crédit 2197 F comptant + 12 mensualités de 1423,70 F

**17197<sup>F</sup>**

## Oscilloscope double trace 15 MHz

- Écran de 8 x 10 cm.
- Le tube cathodique possède un réglage de rotation de trace pour compenser l'influence du champ magnétique terrestre.
- Bande du continu à 15 MHz (-3 db).
- Fonctionnement en XY.
- Inversion de la voie B ( $\pm$  YB).
- Fonction addition et soustraction (YA  $\pm$  YB).

- Testeur incorporé pour le dépannage rapide et la vérification des composants (résistances, condensateurs, selfs, semiconducteur). Le testeur de composants présente les courbes courant/tension sur les axes à 90°.
- Le mode de sélection alterné choppé est commandé par le choix de la vitesse de la base de temps.

A crédit : 395 F comptant  
+ 12 mensualités de 245,40 F

**3540<sup>F/TTC</sup>**  
**2995<sup>F</sup>** TTC

+ port  
48 F

DISTRIBUÉ PAR :

Les prix sont donnés à titre indicatif et peuvent varier selon nos approvisionnements.

**ACER COMPOSANTS**

42, rue de Chabrol 75010 PARIS

Tél. : (1) 47.70.28.31

De 9 h à 12 h 30 et de 14 h à 19 h  
du lundi au samedi



**REUILLY COMPOSANTS**

79, bd Diderot 75012 PARIS

Tél. : (1) 43.72.70.17

De 9 h à 12 h 30 et de 14 h à 19 h du  
lundi au samedi. Fermé lundi matin