

# Leed

L'ELECTRONIQUE DE L'I.R. : COURS N° 5

TELECOMMANDE I.R. PORTEE 20 m

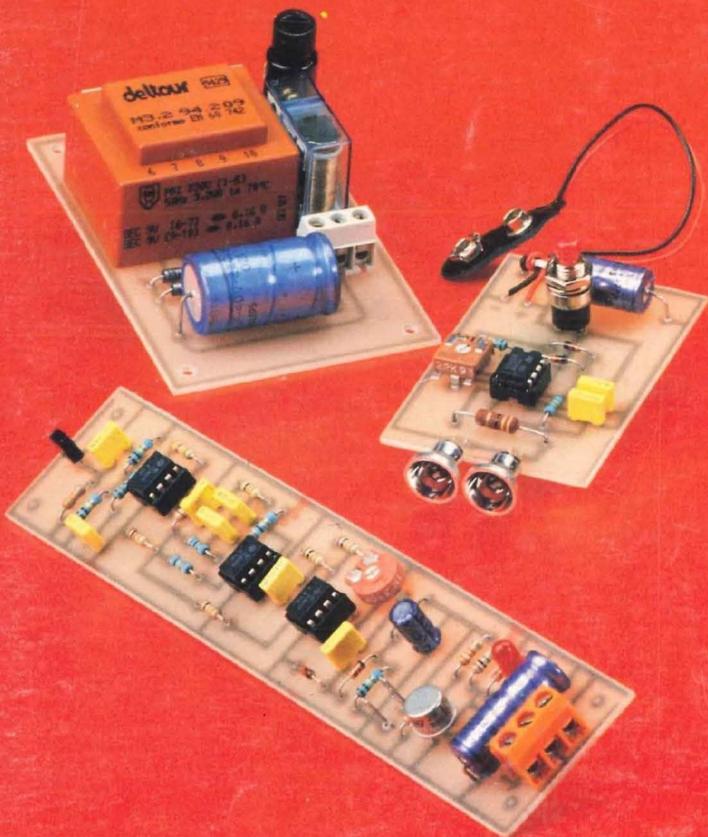
EN SAVOIR PLUS SUR LE TUBE :

COURS N° 4 - TETRODE, PENTODE...

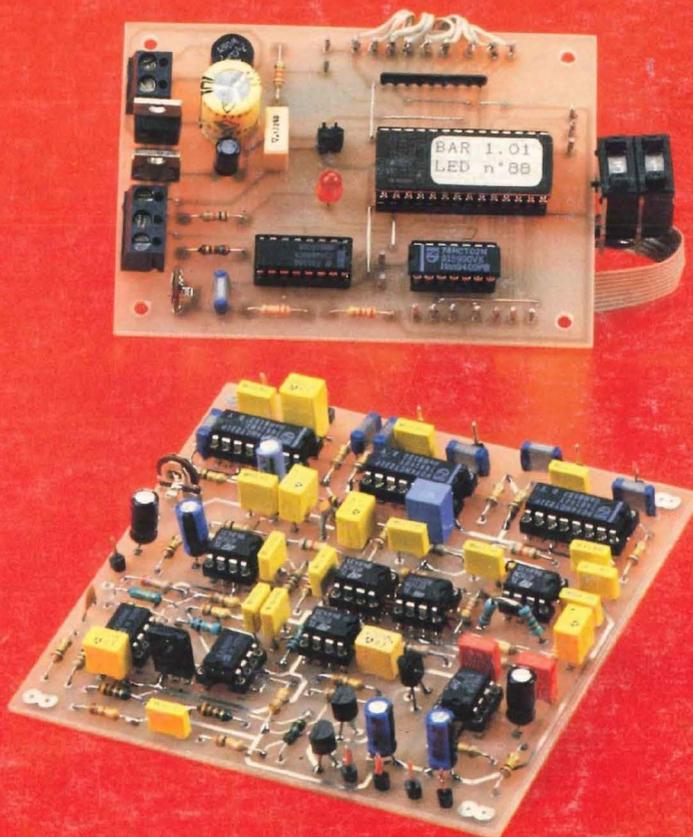
CARILLON DE PORTE 10 NOTES

BOITE A RYTHME PROGRAMMEE

**OUVREZ  
VOTRE GARAGE  
AVEC CETTE  
TELECOMMANDE I.R.**



**BOITE A RYTHME  
PROGRAMMEE  
200 MOTIFS  
STOCKES**



M 1226 - 131 - 28,00 F



ISSN 0753-7409

BUK455/60	15F	MJ15004	23F
IRF 150	80F	MJ15024	33F
IRF 530	11F	MJ15025	46F
IRF 540	20F	MJE 340	5F
IRF 840	18F	MJE 350	5F
IRF 9530	16F	MPSA 06	2F
LF 356N	9F	MPSA 56	2F
LM317T	7F	MPSA 42	2,5F
LM 317K	20F	MPSA 92	2,50F
LM 317HVK	62F	NE 5532AN	12F
LM 337T	12F	NE 5534AN	10F
LM 395T	27F	SSM 2013	45F
LM 675T	21F	SSM2017	30F
LT1028	59F	SSM2018	60F
LM3886	60F	SSM2120P	70F
MJ15001	21F	SSM2139	30F
MJ15002	26F	SSM2141	30F
MJ15003	22F	SSM2142	50F

SSM2210	35F
SSM 2220	40F
TDA 1520B	22F
TDA 7250	44F
2N3055	9F
2N3440	5F
2N3819	4,50F
2N3866	16F
2N3904	2F
2N3906	2F
2N5401	3F
2N5416	6,5F
2N5551	3F

## TOUS LES COMPOSANTS POUR RÉALISER LES "AMPLI" à TUBES de la revue LED !

ECC 83	60F
ECC82	60F
EL 34	110F
EL 84	65F
Support NOVAL pour CI la pièce	22F
Condensateurs	
100µF/385V	30F
1000µF/25V	90F
220µF/400V	50F

**TRANSFOS POUR 2x10W LED n°130**  
TRANSFO. ALIMENTATION  
220V/230V-2x220V+2x6,3V ..... 345F  
  
TRANSFO. IMPEDANCE  
8000 ohms/ 4, 8, 16 ohms ..... 425F

### FICHES XLR AUDIO NEUTRIK

3 br. mâle	par 1	par 10
3 br. femelle	30F	27F
3 br. châssis mâle	35F	31F
3 br. châssis fem.	30F	27F
	35F	31F

disponibles en 2,4,5,6,7 broches

### JACK PROFES. NEUTRIK

MONO 6,35mm	par 1	par 10
STERÉO 6,35mm	22F	19F
	30F	27F

Bientôt disponible les potentiomètres ALPS spécial AUDIO (2x10K, 2x22K, 2x47K LOG)

### CONDENSATEURS

C039 SIC SAFCO	
4700µF/63V	92F
4700µF/100V	165F
10000µF/63V	155F
10000µF/100V	295F
22000µF/63V	295F
22000µF/100V	595F
(18A/100Hz à 85°C)	
FELSIC 85 /SIC SAFCO	
22000µF/100V	270F
(13,9A/100Hz à 85°C)	
FAIBLE RÉSISTANCE SÉRIE VISHEY	
22000µF/100V	595F
( 24A/100Hz à temp. <40°C)	
dim 75x114mm dans limite des stocks	

### POTENTIOMETRE SFERNICEP11V

Potentiomètre piste CERMET 1WATT/70°C, axe de 6mm - Long. 50mm pour circuits imprimés.

**LINEAIRE SIMPLE** : 470 ohms, 1K, 2K2, 4K7, 10K, 22K, 47K, 100K, 220K, 470K, 1M ..... 29F

**LOGARYTHMIQUE SIMPLE** : 1K, 2K2, 4K7, 10K, 22K, 47K, 100K, 220K, 470K, 1M ..... 34F

**DOUBLE LINEAIRE** : 2x2K2, 2x4K7, 2x10K, 2x22K, 2x47K, 2x100K, 2x220K ..... 48F

**DOUBLE LOGARYTHMIQUE** : 2x2K2, 2x4K7, 2x10K, 2x22K, 2x47K, 2x100K, 2x220K ..... 58F

**RADIATEUR CO1161P/PR208**

150mm	93F
200mm	139F

### CÂBLE AUDIO PROFESSIONNEL

**GOTHAM**

GAC 1 : 1 cd blindé 5,3mm rouge ou noir ..... 12F le m  
GAC 2 : 2 cds blindés 5,4mm ..... 12F le m

**MOGAMI**

2534 : 4 cds blindés (symétrique) 6mm ..... 20F le m  
2592 : 2 cds blindés 6mm ext ..... 12F le m

**CÂBLE NEGLEX POUR HP**

2972 : 4cds de 2mm<sup>2</sup> diam 10mm ..... 46F le m  
2921 : 4cds de 2,5<sup>2</sup> diam 11,5mm ..... 46F le m  
3082 : 2cds de 2mm<sup>2</sup> pour XLR d=6,5mm ..... 20F le m

Résist. 1% de 10ohms à 475Kohms (*) même valeurs		
2F/1p	1F20/10p*	0,60F/100p*

Résist. 5%/1W couche métal ultra miniature de 1ohms à 1Mohms, série E12.

1F/1p	
-------	--

### FICHE DOREE et/ou TEFLON

**DORÉ**

CINCH mâle pour diam 6mm ..... 12F  
CINCH mâle pour diam 8mm ..... 12F  
CINCH femelle pour diam 6mm ..... 12F

**TÉFLON**

CINCH mâle pour diam 6mm ..... 25F  
CINCH mâle pour diam 8mm ..... 28F  
CINCH femelle pour diam 6mm ..... 28F

**DORÉ**

JACK 6,35 mâle mono ..... 10F  
JACK 6,35 mâle stéréo ..... 14F  
JACK 6,35 femelle mono ..... 10F  
JACK 6,35 femelle stéréo ..... 15F  
JACK 3,5mm mâle mono ..... 10F  
JACK 3,5mm mâle stéréo ..... 12F  
JACK 3,5mm femelle mono ..... 11F  
JACK 3,5mm femelle stéréo ..... 14F

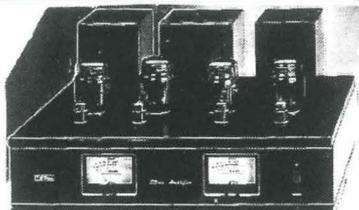
EXPEDITION : mini 50F : jusqu'à 3Kg : 28F ordinaire/38F colissimo. De 3 à 7Kg : 45F ordinaire/49F colissimo. Au delà de 7Kg port SNCF. Paiement : chèque, mandat, carte bleue.

## COMELEC

Z.I DES PALUDS B.P 1241  
13783 AUBAGNE CEDEX



Importateur Direct  
Nuova elettronica  
Distribution Nationale



Ampli à tubes version KT88 LX1113/K 3700 F. T.T.C.



Préamplificateur à tubes LX1140/K 1990 F. T.T.C.



Préamplificateur HI-FI stéréo à FET LX1149/K 1095 F.T.T.C.

### LISTE DES KITS SPECIAL HI-FI

-Amplificateur HI-FI à lampes (E134)	LX1113/k	3100 fr
-Amplificateur HI-FI à lampes (kit 88)	LX1113/k	3700 fr
-Préamplificateur à lampes	LX 1140/k	1990 fr
-Expander stéréo	LX 1177/k	700 fr
-Amplificateur à IGBT 2 X 200 Watts	LX 1164/K	1692 fr
-Préamplificateur à MOS FET	LX1150/K	1095 fr
-Anti clock pour LX 1164	LX 1166/K	114 fr

Expédition dans toute la France. Règlement à la commande. Le port est en Supplément, contactez nous. De nombreux autres kits sont disponibles, envoyez chez COMELEC votre adresse et trois timbres, nous vous ferons parvenir notre catalogue général...Tous nos kits sont livrés complets, avec boîtier sérigraphie et notice de montage.

## PETITES ANNONCES GRATUITES

Vds fréquencemètre 100 MHz 8 digits : 300 F.  
Oscillos révisés 2 x 20 MHz : 1 200 F -  
2 x 175 MHz double base de temps : 2 500 F.  
Tél. : 48.64.68.48 h. repas.

Vds oscillo Philips PM3212 2 x 25 MHz avec sondes et manuel de maintenance : 1 500 F + EPROM 2764 et 27128 : 15 F/pièce par lots de 10. Tél. : 78.26.33.89 ap. 19 h.

Recherche notice et schémas alimentation Férisol 50 V 5 A type CF 500.  
Recherche ampli-tuner Teleton type TFS 70 pour récupération de pièces. Tous les frais seront remboursés. Max Augé 17 Courtepaillé 33880 St Caprais-de-Bordeaux.

Ingénieur compétence audio, créateur d'un nouvel effet pour guitare électrique, cherche partenaire pour industrialisation. M. Lacoste Frédéric 154, rue Jusles Guesde 92300 Levallois-Perret Tél. 47.39.79.44.

Vends : oscilloscope double trace : 700 F + 4 sondes, préampli classe A du n°121 (5 entrées) dans coffret ESM et Cinch au Teflon : 1 000 F, ampli Marantz PM 50 + lect. CD + enceinte JM Lab DB 29, valeur : 8 500 F, vendu : 2 500 F. Le tout t.b.e. Tél. bur. : (16) 37.30.63.30 dom. : 37.91.15.83.

# Led

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

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

## LED

Mensuel : 28 F  
Commission paritaire : 64949  
Locataire-gérant des  
Editions Fréquences  
Tous droits de reproduction réservés  
textes et photos pour tous pays  
LED est une marque déposée  
ISSN 0753-7409

## Services Rédaction-

### Abonnements :

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

## Rédaction

Ont collaboré à ce numéro :  
Georges Matoré,  
Bernard Duval  
Bernard Dalstein

## Abonnements

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

## Petites annonces gratuites

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

## Composition

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

## 4

### L'ELECTRONIQUE DE L'INFRA-ROUGE (COURS N°5)

Nous avons fait la connaissance des diodes émettrices de rayonnement infrarouge (DIR), puis celles des photodiodes (PHD). Nous allons maintenant étudier et réaliser un ensemble de liaisons par voie IR, destiné à commander à distance l'ouverture de la porte d'un garage, c'est un exemple... Sa portée est de l'ordre de 20 mètres. Il se caractérise par un prix de revient particulièrement avantageux, eu égard à ses performances.

## 14

### LES TUBES ELECTRONIQUES (COURS N° 4 : LA TETRODE, LA PENTODE, TUBES COMPLEXES...)

La triode, telle que nous l'avons décrite, présente certaines limitations. Des perfectionnements lui ont été apportés, des grilles supplémentaires lui ont été ajoutées, la transformant en tétrode, pentode, hexode...

Nous vous proposons de faire la connaissance des tubes électroniques multigrilles.

## 24

### CARILLON DE PORTE 10 NOTES

Cette réalisation s'adresse aux jeunes lecteurs pour lesquels nous avons voulu un montage simple à base de composants courants, disponibles chez la plupart des revendeurs.

Ce carillon de porte émet dix notes différentes, ajustables, il est ainsi possible d'optimiser un air quelconque (mon ami Pierrot, ouvre-moi ta porte !...)

## 32

### SERVICE CIRCUITS IMPRIMES

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

Tous les circuits imprimés proposés dans nos précédents numéros sont toujours disponibles.

## 34

### BOITE A RYTHME PROGRAMMEE

Cette boîte à rythme utilise un séquenceur spécialement pro-

grammé pour cette application, chargé de piloter six générateurs de sons. Une EPROM d'assez forte capacité est mise à contribution pour restituer l'un des 200 motifs qui peuvent y être stockés. Les percussions disponibles sont au nombre de six : grosse caisse, caisse claire, charleston ouvert, charleston fermé et deux percussions latines : haut bongo et bas bongo. Deux roues codeuses assurent la sélection rapide d'un motif dont le nom de code peut être compris entre "00" et "99".

## 46

### AMPLIFICATEUR GUITARE 25 Weff (2° PARTIE)

Après avoir dévoilé l'électronique de cette réalisation dans notre précédent numéro et permis la réalisation des trois modules (Trémolo, Fuzz/Amplificateur, Correcteur/Alimentation), nous allons poursuivre et achever cette étude en vous proposant les interconnexions des modules entre eux, mais également les interconnexions aux différentes commandes situées en face avant de l'amplificateur.

Vous trouverez aussi les plans de réalisation de l'enceinte et quelques conseils sur le choix des haut-parleurs.

## DROITS D'AUTEUR

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

# L'électronique de l'infrarouge

Cet ensemble émetteur-récepteur en liaison infrarouge permet, d'une distance atteignant les vingt mètres, la commande par une impulsion du dispositif de votre choix. Il se caractérise par un prix de revient particulièrement avantageux, eu égard à ses performances.

**N**ous avons fait la connaissance des diodes émettrices de rayonnement infrarouge (DIR), puis celles des photodiodes (PHD).

Ensuite nous avons réalisé deux testeurs IR, deux petits montages indiquant la présence, ou non, de flux infrarouge émis par une source.

Nous allons maintenant étudier et réaliser un ensemble de liaisons par voie IR, destiné à commander à distance l'ouverture de la porte d'un garage, c'est un exemple...

En voici le principe :

L'émetteur produit un flux IR pulsé selon une fréquence à laquelle le récepteur est tout particulièrement sensible...

Nous commençons par l'étude du récepteur.

## RECEPTEUR

Il comprendra un étage d'entrée, construit autour d'une photodiode BPW 50, déjà utilisée à la confection de nos deux testeurs de rayonnement infrarouge.

Cet étage d'entrée amplifiera tous les signaux variables reçus, en vrac, il sera suivi d'un filtre sélectif ne transmettant préférentiellement que les signaux compris dans une bande de fréquences très étroite.

Disons tout de suite que la fréquence du rayonnement pulsé de l'émetteur sera calée avec grande précision (mais très facilement, vous verrez !) au centre de la bande passante du filtre du récepteur.

Le signal sortie du même filtre, qui est celui provenant de l'émetteur, subira une amplification complémentaire et sera mis en forme, c'est l'opération de détection, qui le ren-

dra directement exploitable pour activer le dispositif télécommandé...

## FILTRE PASSE-BANDE A SURTENSION ELEVEE

Considérons d'abord le filtre sélectif mis en œuvre, en nous reportant à son schéma structurel, reproduit par la figure 1.

Le montage est un amplificateur inverseur de tension construit autour d'un amplificateur opérationnel, une alternance positive du signal entrée est traduite chez lui par une alternance négative du signal sortie.

Nous en déduisons immédiatement que ce montage exige une alimentation symétrique, double et non pas simple, puisque le signal sortie évolue dans la zone de l'alimentation opposée de celle du signal entrée.

Mettre en œuvre une alimentation double (+), 0, (-) qui alourdit la réalisation ne nous enchante guère, aussi nous allons confectionner un pont diviseur résistif entre le (+) et le (-) de la source unique d'alimentation.

Nous constituons ce pont par association série de deux résistances d'égale valeur résistive, c'est indispensable pour la symétrisation, mais la valeur de ces résistances sera choisie faible, voici pourquoi.

Dans l'étage en fonctionnement, dont la vocation est de traiter des signaux variables, des courants... variables transitent par la ligne neutre, de potentiel 0 volt, de la "fausse" alimentation double et empruntent les résistances de symétrisation.

Nous devons par conséquent faire passer dans ces résistances du pont

diviseur un courant de repos d'intensité beaucoup plus importante que celle des courants variables développés au sein de l'étage en fonctionnement.

En donnant aux deux résistances, indexées  $R_s$  sur le schéma de la figure 1, l'égale valeur de 1 kilohm, nous obtenons une parfaite stabilité du potentiel de la ligne neutre de notre alimentation symétrisée...

La courbe de réponse du filtre (même figure 1) est très "pointue", elle traduit clairement la transmission des signaux à l'intérieur d'une plage de fréquences extrêmement étroite.

Nous nous permettons de rappeler à l'aimable attention de ceux que le sujet intéresse, qu'aux chapitres 10 et 11 du tome II de l'ouvrage "A la Recherche de l'Electronique" (éditions Fréquences) sont étudiés les dipôles et quadripôles sélectifs.

Les notions de transfert de signal, d'atténuation, de bande passante, de coefficient Q de surtension y sont définies, analysées, quantifiées...

Le fonctionnement du système de filtre dont la figure 1 nous présente le schéma est optimal à la condition de donner aux résistances  $R_2$  et  $R_3$  du montage une valeur résistive double de celle de  $R_1$ .

La pulsation  $\omega_0$ , qui est la grandeur  $2\pi f_0$ , correspond à la fréquence nominale, ou fréquence centrale  $f_0$  du filtre.

La valeur de cette pulsation nous est donnée par l'expression :

$$\omega_0 = \frac{1}{C R_1} \sqrt{\frac{R_1 + R_4}{2 R_4}}$$

Lorsque la grandeur de la tension sortie  $V_o$  est moitié de celle de la tension entrée  $V_i$  qui l'a engendrée, le rapport  $(\frac{V_o}{V_i})$  a pour valeur  $\frac{1}{2}$ , disons

plus précisément  $-\frac{1}{2}$ , pour tenir compte de l'inversion de tension introduite par le système.

Exprimé en langage logarithmique,

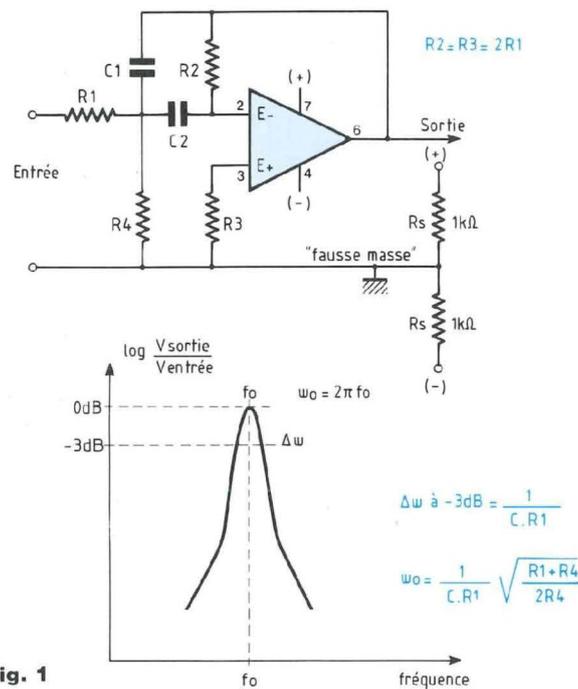


Fig. 1

en unités "décibels", ce rapport  $(\frac{V_o}{V_i})$ , de grandeur  $-\frac{1}{2}$ , qui est l'expression quantifiée du coefficient (ou taux) de transfert du signal par le filtre, prend alors la valeur

$$\log\left(\frac{V_o}{V_i}\right) = \log\frac{1}{2} = -\log 2 =$$

$-0,3$  bel, soit  $-3$  décibels ( $-3$  dB)

Dans ces conditions précises de transfert du signal entrée, la largeur de la bande passante a pour valeur  $\frac{1}{(C R_1)}$ .

En d'autres termes, nous disons que la bande passante du filtre est de grandeur

$$\frac{1}{(C R_1)}, \text{ à } -3 \text{ dB}$$

Il est possible de déplacer la fréquence centrale  $f_0$ , fréquence de crête, en intervenant sur la valeur de la résistance  $R_4$ , le déplacement

s'effectuant à largeur de bande et gain constants.

Donnons par exemple à  $R_1$  la valeur de 10 kilohms, à  $R_2$  et  $R_3$  la valeur double de celle de  $R_1$ , soit 20 kilohms, donnons à  $R_4$  la valeur de 27 ohms et aux condensateurs  $C_1$  et  $C_2$  la capacité de 100 nanofarads.

Le sommet de la courbe correspond à la pulsation particulière  $\omega_0$  de grandeur 13 627, dont nous déduisons la valeur de la fréquence de crête associée  $f$

$$f_0 = \frac{\omega_0}{2\pi}, \text{ donc } \frac{13\,627}{2\pi},$$

soit 2 169 hertz

Précisons que les essais et mesures montrent qu'en adoptant des valeurs de 22 kilohms pour  $R_2$  et  $R_3$  (à défaut de 20 kilohms), la valeur de  $R_1$  étant de 10 kilohms, la bande passante du filtre se trouve sensiblement altérée...

# L'électronique de l'infra-rouge

Il est donc tout indiqué de choisir, pour R2 et R3, des résistances de valeur 20 kilohms, prises dans la série E 24, ce qui ne présente aucun problème d'approvisionnement mais conduit, en dernier ressort, à l'obtention de meilleures performances...

Vous comprenez fort bien maintenant les raisons qui font qualifier ce montage de filtre passe-bande à coefficient de surtension élevé, appelé par les toujours facétieux électroniciens (entre eux, évidemment !)... "filtre à grand Q".

Passons maintenant, si vous le voulez bien, à l'étude de l'étage d'entrée de notre récepteur IR.

## ETAGE D'ENTREE DU RECEPTEUR

Son schéma structurel nous est présenté par la figure 2.

Démontons son mécanisme, en supposant pour commencer que la résistance R2 ne fait pas partie du montage !

En pareilles conditions, l'entrée non inverseuse E+ de l'amplificateur opérationnel est maintenue à la masse, au potentiel du (-) de la source d'alimentation, par la résistance R3, est-ce vu ? Une photodiode BPW 50 (extrémité gauche du schéma) est soumise à la polarisation inverse, ce qui est son installation absolument normale, sa cathode est directement reliée au pôle (+) de la source d'alimentation. Son anode est chargée par la résistance R1, de valeur 33 kilohms.

Cette valeur est le meilleur compromis, qui a été déterminé expérimentalement, sous l'incidence des divers éclairagements subis par la photodiode en situation. La PHD est en effet soumise à des rayonnements électromagnétiques qui peuvent être continus, ou variables. La lumière solaire est porteuse de

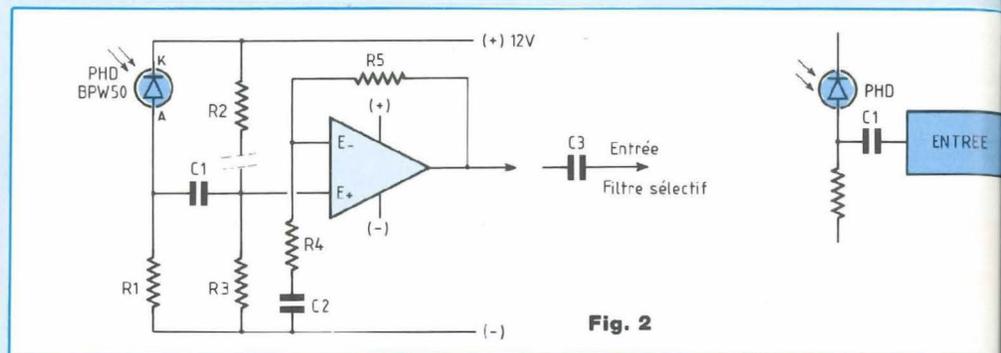


Fig. 2

rayonnements continus, ou très lentement variables, la lumière des phares des véhicules également, puisque les phares sont alimentés sous tension continue...

Par contre, la lumière artificielle émise par les lampes à incandescence ou électroluminescence (tubes) est de nature essentiellement variable, au rythme des cent alternances par seconde de la tension secteur.

Etes-vous bien d'accord avec nous ? Lorsqu'un rayonnement électromagnétique de profil continu lui parvient, la PHD le traduit par une différence de potentiel continu développée entre les extrémités de la résistance de charge R1.

Mais le condensateur C1 s'oppose à la transmission de ce signal continu vers l'entrée non inverseuse E+ de l'ampli op, laquelle conserve ainsi le potentiel nul de la masse, du (-) de la source d'alimentation.

La boucle de rétroaction constituée de la résistance R5, disposée entre la sortie et l'entrée inverseuse E- de l'ampli op, de la résistance R4 et du condensateur C2 entre l'entrée E- et la masse, est alors inopérante, le condensateur C2 interdisant le passage de tout courant continu venant de la sortie de l'ampli op vers la masse, en alimentant au passage, en tension, l'entrée E-.

La sortie de l'ampli op se tient au potentiel de l'entrée E-, donc à celui de l'entrée E+, puisque l'ampli op,

très entêté, ramène toujours ses entrées au même potentiel...

Le montage fonctionne alors en amplificateur non inverseur de tension, de gain unitaire, en suiveur de tension, sa sortie conservant le potentiel nul de son entrée E+.

Supposons maintenant que la photodiode subisse un rayonnement variable, par exemple une série d'impulsions de flux IR envoyées par l'émetteur.

Elle traduit ce rayonnement sous forme d'une tension pulsée de grandeur rigoureusement proportionnelle à l'intensité de pointe du flux reçu, développée entre les extrémités de la résistance R1 chargeant son anode et cette tension pulsée se trouve répercutée, par le condensateur C1, sur l'entrée non inverseuse E+ de l'ampli op.

Dans ces conditions la boucle de rétroaction devient opérante, parce que le condensateur C2 est perméable aux composantes variables...

Le montage se met à amplifier les signaux pulsés, les seuls signaux variables ayant activé la photodiode, développés dans la résistance de charge R1 et acheminés vers l'entrée E+ de l'ampli op par le condensateur C1...

L'amplification a lieu selon le coefficient A<sub>0</sub> de grandeur  $\frac{(R5 + R4)}{R4}$ .

En donnant à R5 la valeur de 470 kilohms et à R4 celle de 150 ohms, le coefficient A<sub>0</sub> est de

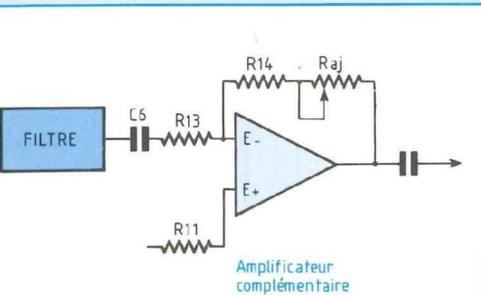


Fig. 3

$\frac{(470\ 000 + 150)}{150}$ , il est donc supérieur à 3 000, voilà qui est considérable !

C'est ici qu'intervient l'association série R4 (150 ohms)-C2 (100 nanofarads), qui va donner au montage une courbe de réponse "en cloche", de même allure que celle du second testeur de présence de flux IR, petit montage qui vous a été présenté dans le précédent numéro.

L'étage fonctionne en filtre passe-bande amplificateur, non inverseur, transmettant (en les amplifiant !) les seuls signaux compris dans l'espace s'étendant de quelque 300 à environ 5 000 hertz et se montrant indifférent à l'égard de tous les autres... Nous avons vu que le filtre sélectif du récepteur exigeait une alimentation double pour son fonctionnement et nous avons confectionné pour lui une alimentation symétrisée.

Nous devons présenter à son entrée des signaux qui soient variables de part et d'autre du potentiel neutre de la ligne de masse artificielle de son alimentation.

En d'autres termes, la sortie de l'ampli op de l'étage d'entrée, qui présente au filtre sélectif les signaux à trier, doit se situer, au repos, en l'absence de signal incident actif, au potentiel intermédiaire entre le (+) et le (-) de la source d'alimentation de l'ensemble...

La solution au problème est toute

simple : il nous suffit d'installer la résistance R2 dans l'étage d'entrée (schéma de la figure 2), cette résistance que nous avons convenu d'enlever, au début de notre étude, cela uniquement pour faciliter le raisonnement !

Un pont diviseur résistif constitué de deux résistances R2 et R3, d'égale valeur, est donc disposé entre le (+) et le (-) de la source unique d'alimentation.

Son point milieu fixe le potentiel de repos, polarise l'entrée E+ de l'ampli op à mi-distance entre le (+) et le (-) de la source unique alimentant l'ensemble...

En l'absence de signal variable sensibilisant la photodiode, la sortie de l'ampli op de l'étage d'entrée se tient au potentiel de l'entrée E+, parfaitement équidistant du (+) et du (-), tout comme l'entrée du filtre sélectif !

A propos des résistances R2 et R3, comme l'ampli op ne consomme pas de courant en ses entrées, ces résistances servent uniquement à la polarisation, nous pouvons leur attribuer une (même) valeur résistive importante, par exemple 100 kilohms.

Le condensateur C3 (schéma de la figure 2) assure la liaison entre la sortie de l'ampli op et l'entrée du filtre sélectif...

Toutes ces dispositions prises font que le récepteur se montre insensible aux radiations variables (alternatives) émises par les luminaires alimentés sous la tension secteur, qui se situent en dehors de la bande passante du filtre.

Le récepteur est également insensible aux effets de la lumière solaire et de celle des phares des véhicules automobiles, mais il est particulièrement sensible aux seuls rayonnements pulsés de l'émetteur IR.

De jour comme de nuit, le récepteur se maintient sagement en l'état de veille, sans aucun déclenchement intempestif...

Mais il réagit remarquablement aux signaux variables IR qui lui parviennent, il les amplifie énergiquement et le filtre sélectif à surtension élevée disposé en aval ne transmet que les seuls signaux IR sur la fréquence de l'émetteur...

## AMPLIFICATION COMPLEMENTAIRE

Les signaux IR provenant de l'émetteur, nous allons bientôt venir sur le sujet, sont des impulsions carrées. Ces impulsions sont traduites par la photodiode sous la forme d'une tension positive pulsée présente sur son anode et transmise à l'entrée E+ de l'ampli op par les soins du condensateur C1.

L'étage d'entrée amplifie ces impulsions positives, il n'inverse pas leur sens, mais le filtre sélectif en aval le fait !

En sortie de ce dernier filtre se recueillent par conséquent des impulsions négatives, les signaux sortie du filtre sélectif évoluent dans la zone négative de l'alimentation symétrisée.

Nous allons retourner la situation en leur faisant subir une amplification de tension, avec inversion...

Nous appliquons ces signaux sur l'entrée inverseuse E- d'un ampli op dont l'entrée E+ est maintenue au potentiel neutre de la ligne de masse de l'alimentation symétrisée, par la résistance R11 (figure 3).

Le condensateur C6 assure l'acheminement des signaux vers l'entrée inverseuse E- de l'ampli op amplificateur inverseur, via la résistance R13.

L'association série des résistances R13, R14 et Raj conditionne le coefficient d'amplification de tension de l'étage, de grandeur

$$-\frac{(R13 + R14 + Raj)}{R13}$$

Nous verrons tout à l'heure que la

# L'électronique de l'infra-rouge

résistance ajustable  $R_{aj}$ , tout en permettant de doser ce coefficient d'amplification de tension, facilite grandement le réglage de l'émetteur, nous disons bien de l'émetteur !

## DETECTION

Les signaux triés et amplifiés par le filtre sélectif vont maintenant subir l'opération de détection, qui est en réalité un redressement-filtrage bien classique.

Les diodes D1 et D2 (schéma général de la figure 4), des classiques diodes 1N 4148, transforment les signaux variables en une tension redressée pulsée développée entre les extrémités de la résistance R15. La cellule constituée de la résistance R16 et du condensateur C9 filtre cette tension pulsée, tout simplement...

## ETAGE SORTIE DU RECEPTEUR

L'armature positive du condensateur C9, condensateur de type électrochimique, comme tout condensateur de filtrage qui se respecte, alimente la base d'un transistor NPN, par le pont diviseur constitué des résistances R17 et R18.

En l'absence de signal IR provenant de l'émetteur, la tension sur l'armature positive de C9 est nulle, la résistance R18 maintient la base du transistor au potentiel de la masse et le transistor se tient solidement à l'état bloqué, en attendant l'impulsion IR qui viendra l'activer.

Le transistor choisi pour la circonstance est un bon vieux et fidèle 2N 1711, qui délivre, par son collecteur, le signal de puissance très suffisante vous permettant de commander le fonctionnement du dispositif de votre choix.

Son collecteur est chargé en permanence par la résistance de protection R19, de grandeur 1 mégohm, une

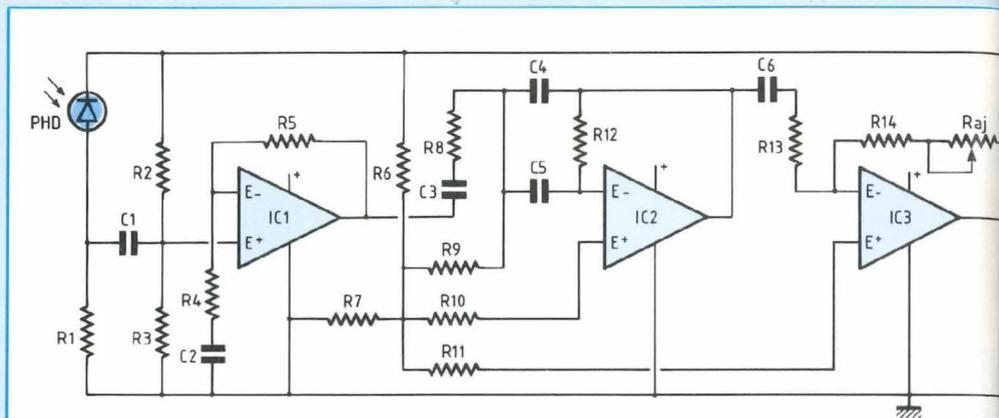


Fig. 4

sage précaution qui évite de laisser ouvert le circuit de collecteur, à un moment quelconque...

Le dispositif le plus simple, il n'est pas forcément le plus mauvais, pouvant être gouverné par le récepteur est un relais électromagnétique dont la bobine charge le collecteur du transistor 2N 1711 de l'étage sortie. D'autorité, dans le circuit du collecteur, nous installons la diode D3, une 1N 4148, dans le sens de (sa) conduction inverse, elle écrètera les surtensions qui se produisent lors de la désexcitation de la bobine du relais, petite précaution classique... Toujours dans le circuit de collecteur du même transistor nous avons installé une diode électroluminescente et sa résistance de protection en série, un amusant et fort utile témoin lumineux signalant l'activité de l'étage sortie du récepteur, accusé de réception d'un signal de commande venant de l'émetteur.

L'accès au collecteur du 2N 1711 est ramené au bord de la platine, sur le bornier commun avec l'arrivée du (+) et du (-) de la source d'alimentation du montage.

Un condensateur électrochimique, de capacité 220 microfarads, tension service 16, ou mieux 25 volts, est installé entre les bornes de l'alimentation.

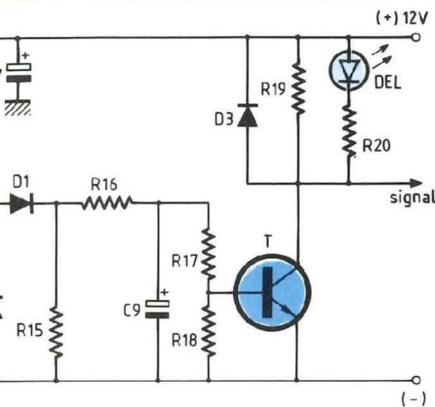
Une petite alimentation secteur délivrant une tension raisonnablement filtrée d'une grandeur allant de 9 à 12 volts, de puissance 3 ou 4 VA, convient parfaitement au récepteur. Nous passons maintenant à l'étude de l'émetteur...

## EMETTEUR

Le filtre sélectif à surtension élevée, qui constitue en fait la pièce essentielle du récepteur, a pour vocation première le traitement de signaux au profil alternatif, cependant qu'il s'accommode parfaitement bien de signaux carrés, de suites d'impulsions positives, à fronts raides, dont les paliers hauts et les paliers bas ont une égale durée.

Dans la réalité des choses ces signaux sont beaucoup plus faciles à produire que les alternatifs, les vrais sinusoïdaux et nous avons testé en situation divers montages générateurs, dont nous voulions connaître le comportement en fréquence, sous les effets des variations de température subies au cours des séjours dans la boîte à gants du véhicule...

Nous avons retenu le générateur le plus stable, construit autour du circuit intégré 555, bien connu de nous, dont la figure 5 nous rappelle le schéma structurel, revoyons rapi-



dement ensemble comment il fonctionne !

L'interrupteur disposé entre la broche 7 du 555 et la masse est en position ouverte.

Le condensateur C1 entreprend de se charger, depuis le (+) de la source d'alimentation, par la résistance R1, la diode D1 et la résistance ajustable Raj, la sortie du 555 (broche 3) se tient alors au niveau haut.

La diode D2 s'oppose à la charge du même condensateur, par le circuit de la résistance R2 (de valeur égale à celle de R1) et de la résistance ajustable Raj.

Arrive le moment où la tension de charge de C1 atteint le seuil de tension situé aux deux tiers de la grandeur de la tension d'alimentation, provoquant la fermeture de l'interrupteur de la broche 7.

Le condensateur C2 interrompt alors sa charge et entreprend sa décharge, via la résistance ajustable Raj, la diode D2 et la résistance R2 (de valeur égale à celle de R1), par la broche 7, reliée directement à la masse, la sortie du 555 prend son état bas.

Lorsque la tension de charge résiduelle de C2, par voie descendante, atteint le seuil de tension situé au tiers de la grandeur de la tension

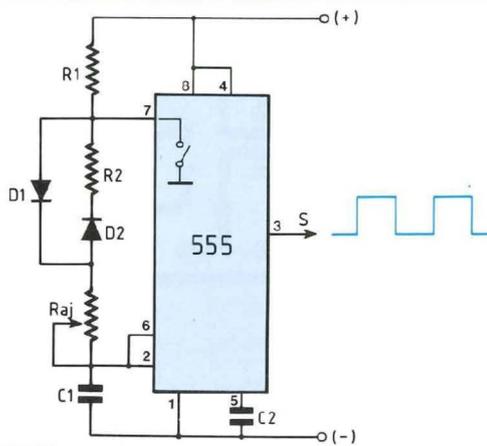


Fig. 5

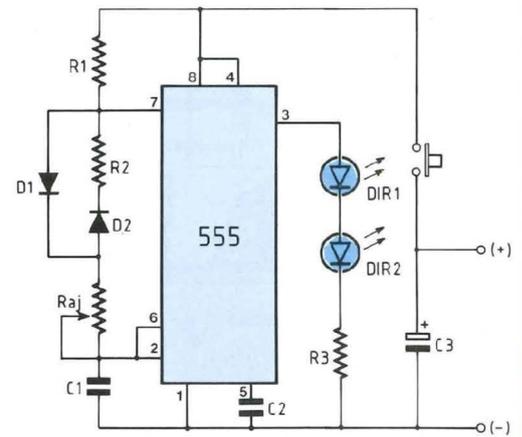


Fig. 6

d'alimentation, l'interrupteur de la broche 7 s'ouvre, la décharge de C1 est ainsi interrompue, mais sa charge reprend, le montage entame alors un nouveau cycle...

Les deux diodes du montage sont des classiques 1N 4148.

En donnant aux résistances R1 et R2 l'égale valeur de 15 kilohms, au condensateur C1 la capacité de 15 nanofarads, en mettant en œuvre une résistance ajustable Raj de valeur nominale 22 kilohms, nous conditionnons des durées de charge et de décharge du condensateur C1 d'égale durée.

Il en résulte la production, en sortie 3 du 555, d'un signal carré, signal dont les paliers hauts et bas ont égale durée.

La fréquence de ce signal est ajustable entre 1 300 et 3 000 hertz.

Cet espace encadre parfaitement la fréquence  $f_0$  du filtre sélectif, fréquence qui est proche de 2 200 hertz, rappelons-nous...

La sortie du 555 (sa broche 3) est généreuse, qui peut délivrer un courant d'intensité atteignant, en permanence, 200 milliampères.

Voilà qui permet d'alimenter confortablement deux diodes émettrices de

rayonnement infrarouge en série, choisies du type CQY 89-A2 pour leur excellent rendement et leur directivité accentuée.

La résistance R3 conditionne l'intensité du courant d'activation des deux DIR (schéma général du récepteur reproduit par la figure 6).

Pour obtenir un flux infrarouge émis d'intensité maximale, nous donnons à cette résistance la valeur résistive de 27 ohms et nous la prenons du type 2 watts, en raison de la puissance développée dont elle est le siège, un phénomène qui a retenu notre attention lors de notre avant-dernier entretien, consacré aux DIR, les diodes émettrices de rayonnement infrarouge...

Vous notez la présence du condensateur C3 disposé aux bornes de la source d'alimentation de l'émetteur, une pile 9 volts, de type 6F 22.

Le rôle de ce condensateur est essentiel, vous allez pouvoir en juger !

Le composant est installé en amont de l'interrupteur à contact fugitif (à bouton-poussoir) par lequel s'effectue la mise en service de l'émetteur IR, il se tient donc constamment à l'état chargé.

# L'électronique de l'infra-rouge

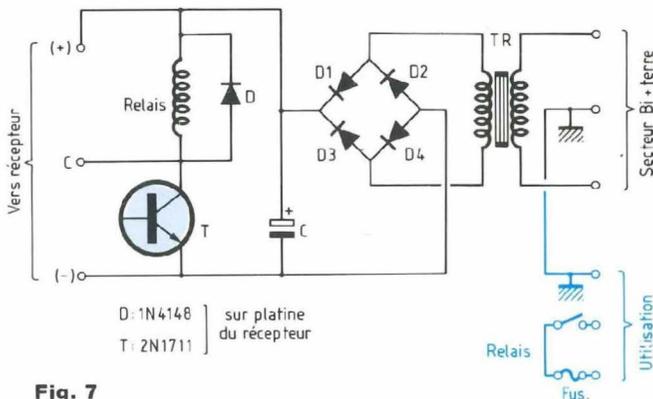


Fig. 7

## NOMENCLATURE DES COMPOSANTS

### EMETTEUR

- **Résistances  $\pm 5\%$  - 1/2 W**  
R1, R2 - 15 k $\Omega$
- **Résistance  $\pm 5\%$  - 2 W**  
R3 - 27  $\Omega$
- **Ajustable**  
Raj - 22 k $\Omega$
- **Condensateurs**  
C1 - 15 nF  
C2 - 10 nF  
C3 - 220  $\mu\text{F}/25\text{ V}$

### Semiconducteurs

- 2 diodes émettrices IR, type CQY 89 A-2 avec 2 réflecteurs aluminium poli
- 2 diodes 1N4148
- 1 circuit intégré 555 avec son support

### Divers

- 1 interrupteur à contact fugitif, à fermeture (bouton-poussoir)
- 1 pile 9 V, type 6F 22 avec son connecteur

### RECEPTEUR

- **Résistances  $\pm 5\%$  - 1/2 W**  
R1 - 33 k $\Omega$   
R2, R3, R15 - 100 k $\Omega$   
R4 - 150  $\Omega$   
R5 - 470 k $\Omega$   
R6, R7, R16, R20 - 1 k $\Omega$   
R8, R11 - 10 k $\Omega$   
R9 - 27  $\Omega$   
R10, R12, R13 - 20 k $\Omega$   
R14 - 22 k $\Omega$   
R17 - 22 k $\Omega$   
R18 - 47 k $\Omega$   
R19 - 1 M $\Omega$
- **Ajustable**  
Raj - 1 M $\Omega$

### Condensateurs mylar

- C1 - 4,7 nF  
C2, C3, C4, C5, C6, C8 - 100 nF

### Condensateurs électrochimiques

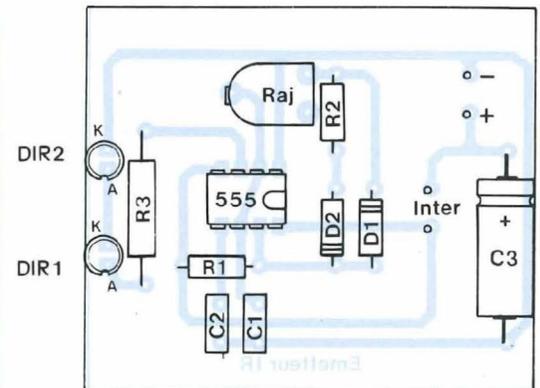
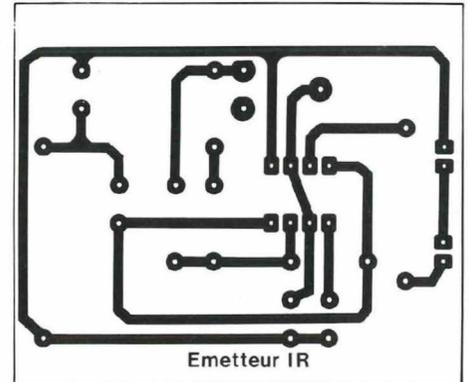
- C7 - 220  $\mu\text{F}$   
C9 - 10  $\mu\text{F}$

### Semiconducteurs

- 1 photodiode BPW50
- 3 diodes 1N4148
- 1 transistor 2N1711
- 3 AOP TL081 avec supports
- 1 DEL standard

### Divers

- 2 picots à souder
- 1 bornier à 3 entrées

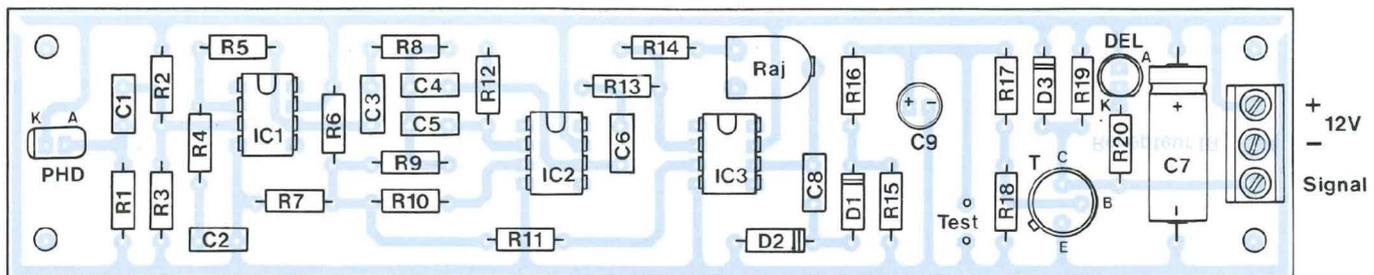
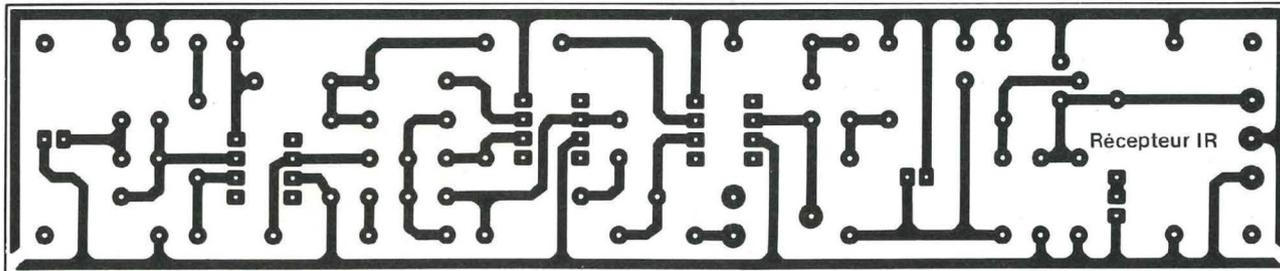


L'émetteur en fonctionnement consomme un courant d'une intensité supérieure à 200 milliampères, considérable pour une 6F 22 !

A la mise en service de l'émetteur le condensateur, il est toujours chargé, déverse dans le circuit la charge d'électricité par lui emmagasinée, il répond à l'appel de courant du montage et soulage d'autant la pile, laquelle accuserait autrement une chute de tension proche de 2 volts à ses bornes...

Une pile 6F 22 fait ainsi long usage dans l'alimentation de l'émetteur, lequel n'est du reste sollicité uniquement que par de brèves impulsions fort espacées dans le temps.

Le montage est parfaitement robuste, il ne glisse pas en fréquence, il supporte vaillamment les



variations de température que lui vaut son séjour dans la boîte à gants du véhicule.

### ATTENTION !

Pour ce qui est des diodes émettrices de rayonnement infrarouge ici mises en œuvre, deux CQY 89-A2 installées en série, n'oublions pas que la disposition de leurs électrodes est inverse de celle des classiques DEL standard !

### CONSTRUCTION

Elle n'offre aucune difficulté. Deux circuits imprimés ont été dessinés, l'un pour le récepteur et l'autre pour l'émetteur, cela va de soi. Le récepteur se loge aisément dans

un luminaire étanche pour éclairage extérieur, le verre de protection n'absorbe que très peu de rayonnement infrarouge, ce qui n'altère sensiblement pas la portée, la distance émetteur-récepteur.

Le récepteur est relié à son alimentation secteur par un câble à trois conducteurs, comme le montre le schéma présenté par la figure 7.

Cette alimentation est installée à l'intérieur du garage, elle doit pouvoir délivrer, comme nous l'avons vu, un courant d'intensité d'une centaine de milliampères, sous une tension filtrée d'une douzaine de volts, un transformateur de puissance 3,3 VA convient pour sa réalisation. Quant à la platine de l'émetteur, nous attirons l'attention sur la pose de l'interrupteur à fermeture fugi-

tive, à bouton-poussoir, si vous préférez, de la commande d'activation. Les traversées dans l'époxy, destinées à accueillir les "pattes" de l'interrupteur, seront percées au diamètre de 2 mm et les pattes de l'interrupteur seront enfoncées au maximum avant soudage.

La platine est facilement et solidement maintenue en place dans le coffret l'abritant, par l'écrou de l'interrupteur, tout simplement...

Les électrodes, les fils de connexion des diodes émettrices seront coupées à 90 degrés pour une orientation pratique en front de la platine. les DIR seront avantageusement pourvues, chacune, d'un petit réflecteur en aluminium poli, pour DEL standard de diamètre 5 mm, ce qui vient améliorer la forme du lobe

# L'électronique de l'infrarouge

de leur flux, qui ajoute à leur directivité, qui "allonge" les performances de l'émetteur, faisant gagner de la distance...

Nous avons dessiné la platine de l'émetteur pour qu'elle soit logeable dans un coffret Heiland, type HE 222 IR, transparent à 95% au rayonnement infrarouge, qui accueille l'émetteur et sa pile 9 volts de type 6F 22.

Vous pouvez néanmoins abriter l'émetteur dans tout autre boîtier de votre choix, il suffit de découper dans la paroi frontale de ce boîtier les deux traversées pour le passage des diodes...

## MISE AU POINT

Elle est amusante à effectuer ! Nous mettons sous tension (9 à 12 volts) le récepteur.

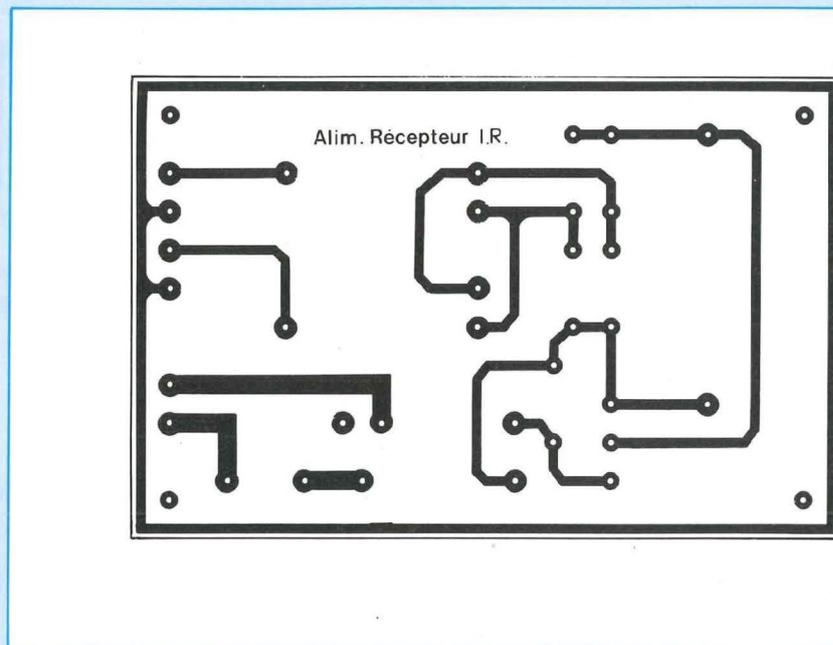
Nous branchons un multimètre, en position voltmètre, aux deux picots installés sur la platine du récepteur, qui permettent de lire la tension présente aux armatures du condensateur C9, de la cellule de détection du signal.

Le récepteur va se trouver saturé, du fait de la proximité de l'émetteur, nous le désensibilisons, en réduisant le coefficient d'amplification de l'étage inverseur d'amplification complémentaire à sa valeur minimale.

La résistance ajustable de l'étage en question, seule résistance ajustable du récepteur, est amenée sur sa valeur minimale, en tournant son axe de commande à fond, dans le sens inverse des aiguilles d'une montre. L'émetteur reçoit sa pile 6F 22, ou bien il est alimenté pour le moment à l'aide d'une alimentation délivrant la tension de 9 volts.

Nous pressons le bouton de l'interrupteur commandant la mise sous tension de l'émetteur, la diode électroluminescente du récepteur s'illumine, c'est parfait !

Nous intervenons délicatement sur



la position de l'axe de la résistance ajustable de l'émetteur (nous disons bien de l'émetteur !), pour amener sur sa valeur maximale la tension du signal détecté, écrite par l'afficheur du voltmètre...

La résistance ajustable du récepteur sera ensuite amenée sur sa valeur maximale, en tournant délicatement son axe à fond, dans le sens des aiguilles d'une montre, conférant au système sa sensibilité maximale, c'est tout...

Un simple test vous convaincra ! Dans le local où vous procédez à la mise au point, vous dirigez les diodes émettrices dans une direction quelconque et vous pressez le bouton de commande de l'émetteur, la diode électroluminescente du récepteur s'illumine sans la moindre hésitation.

Faites le test en extérieur ! L'émetteur en main, éloignez-vous

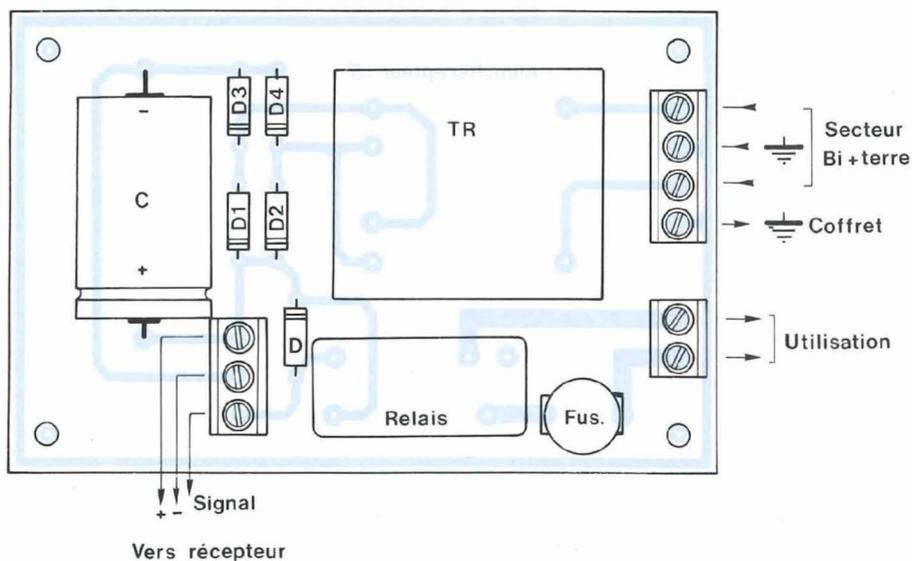
du récepteur, vous découvrirez la directivité de l'émetteur et les performances de cet ensemble de télécommande par voie infrarouge...

## ALIMENTATION SECTEUR

Nous vous proposons une petite alimentation toute simple, avec un relais, pour le récepteur, lequel fonctionnera par impulsions, son schéma structurel vous est présenté par la figure 7.

Un transformateur de type surmoulé, normalisé, 220/2 x 9 volts, de puissance 3,2 VA, couvre confortablement les besoins du récepteur et ceux de la bobine du relais (!), ses enroulements secondaires sont couplés en parallèle.

Un pont redresseur double alternance, constitué de quatre diodes de type 1N 4007, est associé à un condensateur électrochimique de capa-



### NOMENCLATURE DES COMPOSANTS

#### ALIMENTATION

- 1 condensateur électrochimique
- 2 200  $\mu$ F/25 V
- 4 diodes 1N4007
- 1 diode 1N4148 si l'alimentation est éloignée de plusieurs mètres du récepteur
- 1 transformateur type surmoulé 220 V/2  $\times$  9 V, puissance 3,2 VA
- 1 relais 12 V - 1 RT/8 A
- 1 porte-fusible typer vertical, à souder sur circuit imprimé, avec un fusible 5  $\times$  20, 5 A
- 1 bornier à 2 entrées
- 1 bornier à 3 entrées
- 1 bornier à 4 entrées

cité 2 200 microfarads, tension service 25 volts.

Nous recueillons une tension sortie redressée-filtrée d'un peu plus de 11 volts.

Un relais Siemens, type vertical, référence 23127 B, de tension nominale 12 volts, à un contact RT (repos-travail) de pouvoir de coupure 8 ampères-220 V, joue le rôle de l'interrupteur à contact fugitif à fermeture, dont nous pressons le bouton pour commander l'ouverture de la porte du garage.

Ce type de relais, industriel, disponible chez tous les revendeurs de composants électroniques, peut sembler surdimensionné pour le rôle que nous lui faisons jouer, mais nous l'avons retenue pour sa fiabilité, réputée.

Nous avons réservé la possibilité de poser sur la platine, en parallèle avec la bobine du relais, une diode de pro-

tection (1N 4148), dans le cas où l'alimentation servirait pour un montage dont l'étage sortie serait équipé d'un transistor non protégé contre les surtensions lors de la désactivation du relais.

Lorsque l'émetteur reçoit une impulsion IR appropriée d'activation venant du récepteur, le transistor situé sur la platine du récepteur entre en conduction et active le relais installé sur la platine de l'alimentation.

Le contact du relais se ferme, pendant la durée de l'impulsion, il se comporte en "bouton-poussoir"...

Un porte-fusible vertical, peu encombrant, avec un fusible 5  $\times$  20, de calibre 5 ampères, protège le contact à fermeture du relais, mais aussi l'installation.

Des borniers facilitent le raccordement de la prise secteur à l'alimentation, de l'alimentation au récepteur

et au dispositif de commande de l'ouverture de la porte de garage.

Vous noterez que nous avons agencé deux bornes pour mise à la terre, depuis la prise secteur, de pièces métalliques.

Une de ces bornes est affectée au coffret abritant l'alimentation, montage chez lequel est présente la tension secteur, la seconde borne est réservée à l'interrupteur à contact fugitif (bouton-poussoir) de commande du système télécommandé, interrupteur opérant sous 220 volts. Le boîtier abritant le récepteur est en plastique moulé, il ne sert à rien de le mettre à la terre (!) et nous remarquerons aussi qu'aucun de ses éléments n'est soumis à une tension de grandeur supérieure aux 48 volts de la tension dite de sécurité, seuil d'exigence de mise à la terre.

Georges Matoré

## Les tubes électroniques

La triode, tube électronique possédant trois électrodes, telle que nous l'avons décrite, présente certaines limitations. Des perfectionnements techniques lui ont été apportés, des grilles supplémentaires lui ont été ajoutées, la transformant en tétrade, pentode, hexode... Nous vous proposons aujourd'hui de faire la connaissance des tubes électroniques multigrilles.

**E**n Electronique, les signaux à amplifier sont pratiquement toujours des signaux faibles, ce qui a fait dire de l'Electronique qu'elle est la technique des courants faibles, l'Electricité étant celle des courants forts...

Il est rare en effet, en électronique, d'avoir affaire à des courants d'intensité dépassant quelques dizaines d'ampères, cependant qu'en électricité pure il n'est pas rare d'entendre parler d'intensités de milliers d'ampères !

Pour rendre commodément exploitables les signaux alternatifs rencontrés en électronique, il convient de les amplifier des milliers, voire des millions de fois et parfois bien davantage encore !

Voulez-vous un exemple ?

Un signal délivré par la tête de lecture d'un magnétophone est de l'ordre de 0,5 millivolt, il s'agit bien entendu d'une grandeur toute moyenne !

La puissance développée au niveau de l'étage sortie du magnétophone, appareil portable, est très classiquement de 1 watt.

L'impédance du haut-parleur étant, c'est encore bien classique, de grandeur 8 ohms, la tension moyenne du signal audiofréquence activant le haut-parleur se situe aux environs de 2,82 volts.

Une telle grandeur tension ne devrait pas vous surprendre !

Lorsque nous avons conduit ensemble quelques projets d'amplificateurs d'audiofréquence (ouvrage "A la Recherche de l'Electronique", tome IV - éditions Fréquences), nous

avons établi en particulier les expressions unissant les grandeurs tensions et intensités rencontrées chez l'étage de puissance, en sortie des montages étudiés.

Le nombre 2,82, que nous venons d'indiquer, est la racine carrée du nombre 8, il provient de l'expression de la puissance P développée chez l'impédance de la bobine mobile du haut-parleur.

Nous avons (loi de Joule) :

$$P = \frac{U^2}{R},$$

ce qui nous conduit à

$$U^2 = P \cdot R,$$

$$\text{donc } U = \sqrt{P \cdot R}$$

Comme P = 1 watt et R = 8 ohms, U =  $\sqrt{8}$ , soit 2,82 volts...

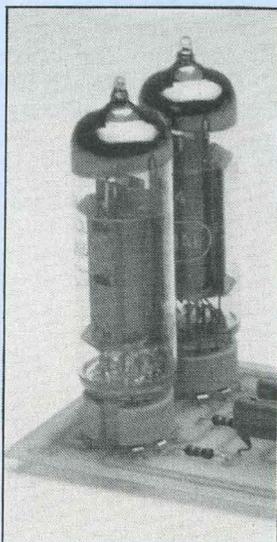
Simplement, nous dirons qu'au long de la chaîne des divers étages qui constituent le magnétophone, en position lecture, le signal délivré par la tête de lecture doit subir une nécessaire amplification de tension qui est de l'ordre de

$$\left( \frac{2,82 \text{ volts}}{0,5 \text{ millivolt}} \right),$$

soit de 5 000 fois !

Voilà un exemple tout banal, qui donne une idée des énormes coefficients d'amplification communément rencontrés en électronique et qui n'est rien à côté de ce qui se pratique en radiocommunication !

Il devient courant aujourd'hui de communiquer avec un satellite artificiel se déplaçant à des distances prodigieuses et il faut alors traiter des signaux incidents développant quelques dizaines de microvolts tout au plus !



Devant la nécessité d'amplifications si importantes, il y a tout lieu de chercher à confectionner des triodes (pensons tubes électroniques !) dont le coefficient d'amplification K soit le plus élevé possible...

C'est au cours de notre avant-dernier entretien, rappelez-vous, que nous avons défini ce coefficient K, en fonction de la résistance interne  $\rho$  de la triode et de sa pente  $s$ .

$$K = \rho \cdot s$$

Nous avons également établi l'équation fondamentale de la triode :

$$\Delta I_a = \Delta U_a + K \Delta U_g$$

Sachons que le coefficient d'amplification propre à une triode, ou à un type de triode, dépend essentiellement de la construction géométrique de ses électrodes, ainsi que de la distance séparant les électrodes entre elles.

Réfléchissons !

Les électrodes sont (nécessairement !) métalliques, elles sont conductrices de l'électricité.

Disposées à proximité les unes des autres elles constituent, inévitablement, les armatures de petits condensateurs.

Ne seriez-vous pas d'accord avec nous ?

Ces inévitables condensateurs introduisent, au sein de la triode, d'inévitables capacités inter-électrodes, qui viennent gêner, perturber le fonctionnement des tubes électroniques et sont fort justement appelées capacités parasites.

Tout au long des entretiens que nous avons eus ensemble, nous livrant à nos quantifications de grandeurs, nous avons maintes et maintes fois fait intervenir la grandeur résistive offerte par un condensateur soumis à une tension alternative.

Cette grandeur résistive, appelée impédance, ou capacitance, parfois réactance capacitive, est inversement proportionnelle à la capacité C du condensateur et à la fréquence f du signal alternatif auquel est sou-

mis le condensateur.

L'impédance est conventionnellement désignée par Z.

$$Z = \frac{1}{(2\pi fC)}$$

Cette expression nous dit que l'impédance Z offerte par le condensateur à sa traversée par le courant alternatif diminue avec la montée en fréquence du courant.

Très souvent, en électronique, nous traitons des signaux de fréquence élevée et le fonctionnement des tubes électroniques se trouve sérieusement perturbé par la présence de leurs capacités parasites internes.

Voyons le pourquoi des choses !

L'impédance Z offerte par ces inévitables capacités internes diminue avec la montée en fréquence ; plus la fréquence des signaux à traiter est élevée, plus la grandeur de l'impédance Z diminue...

Mais plus l'impédance Z des capacités inter-électrodes est petite, en présence de signaux à amplifier de fréquence élevée, plus les courants passeront aisément à travers les capacités parasites !

Voilà pourquoi la triode voit son rendement décroître avec la montée en fréquence des signaux traités, ce qui est particulièrement gênant...

Il faudrait que l'impédance offerte aux signaux, par les capacités parasites inter-électrodes, soit grande ! Réfléchissons !

L'expression  $Z = \frac{1}{(2\pi fC)}$  nous dit

que pour contrebalancer, du moins en partie, les difficultés qui augmentent avec la fréquence des signaux, il conviendrait de réduire le plus possible la grandeur C des capacités parasites, puisque la valeur de la capacitance Z est d'autant plus élevée que la grandeur de C est petite...

Or, réduire la grandeur des capacités inter-électrodes est un problème qui semble facile à résoudre, si nous nous souvenons que la grandeur de la capacité d'un condensateur est

d'autant plus faible que la distance qui sépare ses armatures est grande !

Vous n'avez certainement pas oublié que la grandeur de la capacité C d'un condensateur est donnée par l'expression :

$$C = \frac{KS}{4\pi e}$$

Dans cette expression,

K est le coefficient propre à l'isolant (diélectrique) qui sépare les armatures (conductrices) du condensateur, S est la surface des armatures en regard,

e est la distance qui sépare les armatures, ou encore l'épaisseur du diélectrique.

Pour la quantification, toutes ces grandeurs doivent être exprimées en unités cohérentes !

Nous voyons que si nous écartons les armatures d'un condensateur, en d'autres termes si nous augmentons la distance e qui les sépare, nous réduisons la grandeur de la capacité C du condensateur...

Pour réduire la grandeur des capacités parasites, des capacités inter-électrodes de la triode, il suffirait donc, apparemment, d'espacer ses électrodes !

Nous améliorerions ainsi le coefficient d'amplification K d'une triode en écartant son anode de sa grille...

Fort bien, mais il nous faudrait, en contrepartie, rapprocher sa grille de sa cathode, pour conserver l'efficacité répulsive de la grille face aux électrons émis par la cathode, attirés et captés par l'anode...

Nous savons fort bien que nous exploitons, chez la triode en particulier, la propriété qu'a la grille de repousser les électrons !

C'est en effet, rappelons-nous, en polarisant plus ou moins négativement sa grille que nous commandons le débit des électrons chez la triode, que nous gouvernons l'intensité du courant anodique !

Toutefois, dans les meilleures condi-

# Les tubes électroniques

tions, le coefficient d'amplification  $K$ , ( $K = \rho \cdot s$ ), des triodes n'excède guère 150, ce qui est peu, vous en conviendrez avec nous.

Mais il existe, fort heureusement, un autre moyen de parvenir à nos fins ! Il est en effet possible de réduire la capacité anode-grille, d'une triode en intercalant, entre son anode et sa grille, une nouvelle électrode, également en forme de grille, qui reçoit l'appellation de grille-écran...

Le nouveau tube électronique obtenu possède quatre électrodes : cathode, grille de commande, grille-écran, anode.

Il est la tétrode...

## LA TETRODE

La tétrode est une triode dotée d'une seconde grille, la grille-écran, disposée entre la grille de commande et l'anode.

La figure 1 schématise la structure d'une tétrode.

L'adjonction de la grille-écran réduit à une valeur quasi-négligeable la grandeur de la capacité parasite inter-électrode anode-grille de la triode, ce que nous souhaitons obtenir !

Le coefficient d'amplification  $K$  du tube tétrode est considérablement accru, par rapport à celui de la triode, il est typiquement compris entre 500 et 1 000, cependant que celui de la triode n'excède pas 150...

Lors de nos deux précédents entretiens nous avons découvert, nous avons analysé le rôle joué par la grille de commande de la triode, électrode portée à un potentiel négatif, inférieur à celui de la cathode.

Nous avons vu comment le potentiel appliqué à la grille gouverne l'intensité du courant anodique...

Voyons maintenant quelle est l'action jouée par la grille-écran, chez la triode devenue tétrode !

La grille-écran est normalement polarisée positivement, selon un

potentiel nettement supérieur à celui de la cathode, a fortiori à celui de la grille de commande, qui est inférieur à celui appliqué à la cathode...

La grille-écran est portée à un potentiel généralement inférieur à celui de l'anode (figure 2).

Positive, la grille-écran attire et capte, retient, fixe des électrons émis par la cathode, ce qui fait qu'un courant électrique, appelé courant d'écran, s'établit dans la tétrode, ce courant d'écran se rend de la grille-écran à la cathode.

La grille-écran se comporte un peu à la façon d'une anode auxiliaire...

Mais la grille-écran constitue un écran électrostatique, qui réduit la capacité parasite anode-grille.

La grille-écran est normalement "découplée" à la masse par un condensateur de forte capacité, qui complète son action électrostatique, tout en stabilisant son potentiel.

Le condensateur de découplage de la grille-écran agit à la façon du condensateur (de découplage) que nous installons aux bornes de la source d'alimentation (tension continue !), mais il agit également à la façon du condensateur de filtrage chez une cellule de redressement d'une tension alternative.

Le condensateur de découplage d'une grille-écran est absolument indispensable, nous ne devons jamais oublier de le mettre en place ! La cathode de la tétrode émet des électrons, lesquels vont rejoindre l'anode, excusez-nous de le répéter ! Mais quelques-uns d'entre eux sont captés par la grille-écran, électrode positive, ce qui est absolument naturel !

Il s'établit ainsi, au sein de la tétrode, deux courants électriques ! Le premier de ces courants, produit essentiel de l'amplification, est celui qui se rend de l'anode à la cathode, il est le courant anodique normal.

Le second de ces courants va de la grille-écran à la cathode, il est le courant d'écran.

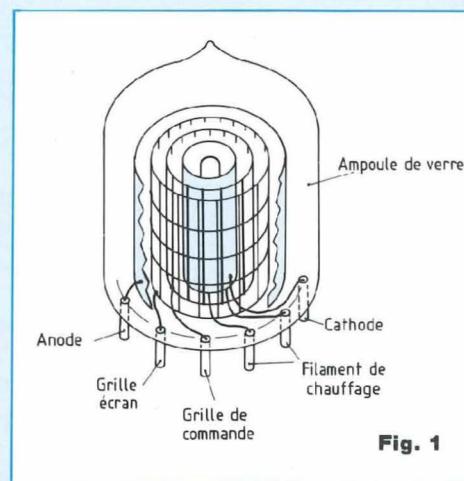


Fig. 1

La cathode totalise, c'est bien le mot qui convient, ces deux courants, lesquels sortent par elle pour aller rejoindre le pôle (-) de la source d'alimentation...

## Tout cela est-il clair en votre esprit ? POLARISATION AUTOMATIQUE DE LA TETRODE

Dans le circuit de cathode de la tétrode, entre cathode et masse, dans le "retour" de cathode, comme nous disons communément, nous installons une résistance ( $R_k$ ) et un condensateur ( $C_k$ ) associés en parallèle.

La cellule R-C ainsi constituée assure la polarisation automatique de la cathode de la tétrode.

Si vous vous reportez à notre précédent entretien, vous verrez que nous avons opéré rigoureusement de la même façon envers la triode !

La résistance  $R_k$ , rappelons-nous, est parcourue par le courant anodique au repos, la composante "continue" sortant de la cathode, pour aller rejoindre la masse.

Le courant issu de la cathode parcourt donc la résistance  $R_k$ , dans laquelle il crée une chute de tension qui porte la cathode à un potentiel supérieur à celui de la grille de commande, électrode placée au potentiel de la masse...

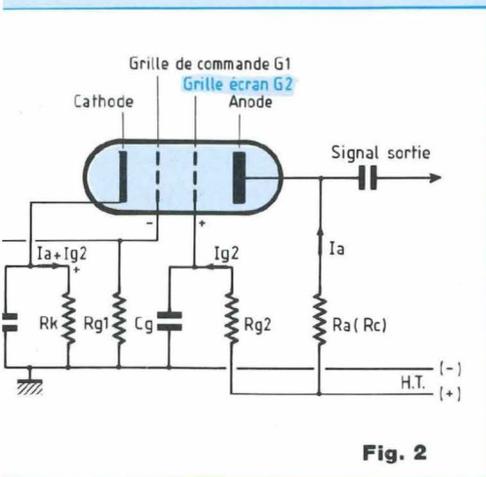


Fig. 2

La cathode se trouve par conséquent portée à un potentiel supérieur à celui de la grille de commande, ce qui revient à polariser la grille de commande négativement par rapport à la cathode...

Ne seriez-vous pas d'accord ?

Nous savons que l'intensité du courant anodique est gouvernée par le potentiel appliqué à la grille de commande, potentiel négatif par rapport à celui de la cathode, tout est bien ainsi !

La valeur résistive de la résistance Rk faisant partie de la cellule de polarisation automatique de la cathode, se déterminera rigoureusement de la même façon qu'il est opéré dans le cas d'une triode...

Mais n'oublions pas que le courant électrique sortant par la cathode de la tétrode est la réunion du courant anodique (anode vers cathode) et du courant d'écran (grille-écran vers cathode).

Prenons un exemple !

Disposant d'une source d'alimentation Haute Tension de + 300 volts, nous devons alimenter une tétrode, selon les prescriptions, qui sont :

- Tension anodique = + 250 volts
- Intensité du courant anodique au repos = 25 milliampères
- Polarisation de la grille de com-

mande = - 5 volts

- Polarisation de la grille-écran = + 200 volts

- Intensité du courant d'écran = 5 milliampères.

La tension anodique moyenne, au repos, en l'absence de signal injecté dans la grille de commande, désignée G1, doit être de + 250 volts.

Le potentiel du pôle (+) de la source d'alimentation dont nous disposons étant de + 300 volts, la chute de tension au long de la résistance de charge Rc (de charge de l'anode) doit donc avoir pour valeur

$$(300 - 250) = 50 \text{ volts.}$$

Simple, non ?

La résistance de charge Rc est parcourue, à vide, en l'absence de signal injecté dans le circuit de la grille de commande, par le courant anodique (au repos) dont l'intensité la doit avoir une intensité de grandeur 25 milliampères, soit 0,025 A, conformément aux données du projet.

La valeur résistive de la résistance de charge Rc, à installer dans le circuit d'anode de notre tétrode (figure 2), doit par conséquent être de

$$R_c = \frac{50 \text{ volts}}{0,025 \text{ A}} = 2 \text{ 000 ohms}$$

Nous optons pour une résistance prise dans la série E 12, de grandeur résistive la plus proche de cette valeur, soit 2 200 ohms...

Etes-vous d'accord avec nous ?

Cette résistance de charge sera le siège d'une certaine puissance développée, que nous ferions peut-être bien de déterminer !

Nous avons :

$$P = R_c \cdot I_a^2$$

Dans le cas présent,  $R_c = 2 \text{ 200 ohms}$  et  $I_a = 0,025 \text{ A}$ , par conséquent :

$$P = 2 \text{ 200} \times (0,025 \times 0,025) = 1,375 \text{ watt}$$

Nous ferons bien de choisir la résistance de charge Rc du type 2 watts !

L'intensité du courant de grille-écran est fixée à 5 milliampères ( $I_{g2} = 5 \text{ mA}$ ), soit de 0,005 A.

Le potentiel de polarisation de la grille-écran, le potentiel  $U_{g2}$ , doit être de + 200 volts (recommandation du fabricant !).

Nous alimentons la grille-écran de notre tétrode (toujours la figure 2) depuis le pôle (+) de la source d'alimentation (+ 300 volts), à l'aide d'une résistance, c'est  $R_{g2}$ , dont la valeur résistive doit engendrer la nécessaire chute de tension de (300 - 200), soit 100 volts entre (+) alimentation et  $U_{g2}$ ...

Cette résistance étant parcourue par le courant d'écran d'intensité  $I_{g2}$ , nous devons lui donner la valeur résistive de

$$R_{g2} = \frac{100 \text{ V}}{0,005 \text{ A}} = 20 \text{ 000 ohms}$$

Nous optons pour une résistance  $R_{g2}$  de valeur résistive 22 000 ohms, prise dans la série E 12.

Assurons-nous de la puissance développée dont elle sera le siège ! Cette puissance est de grandeur :

$$22 \text{ 000 ohms} \times (0,005 \text{ A} \times 0,005 \text{ A}) = 0,55 \text{ watt}$$

Nous choisirons la résistance  $R_{g2}$  de type 1 watt...

Un condensateur, le condensateur de découplage de grille-écran, est installé entre grille-écran et masse.

Ce condensateur,  $C_g$ , stabilise le potentiel de la grille-écran, nous avons vu que sa présence est absolument indispensable !

La résistance  $R_{g2}$  alimente la grille-écran, elle apporte, depuis le pôle (+) de la source d'alimentation (Haute Tension), le petit mais nécessaire courant d'écran, d'intensité  $I_{g2}$ , de grandeur 5 milliampères.

Il est classique d'installer, entre grille-écran et masse, un condensateur de découplage de grille-écran de capacité 0,1 microfarad, de 100 nanofarads (si vous préférez !). Nous attirons ici votre attention sur

# Les tubes électroniques

le fait, très important, que la tension de polarisation de la grille-écran est très élevée, qui se situe à +200 volts, dans l'exemple choisi ! Il convient par conséquent de mettre en œuvre un condensateur de découplage de grille-écran dont la tension service couvre confortablement une telle grandeur tension...

Le condensateur  $C_g$  installé chez le montage de l'exemple sera du type "tension service" d'au moins 300 volts.

Soyons vigilants, sachons toujours nous montrer prudents !

Passons maintenant, si vous le permettez, à la détermination de la valeur résistive de la résistance  $R_k$  et de la valeur de la capacité du condensateur  $C_k$ , ces deux composants qui constituent la cellule R-C de polarisation automatique de la cathode de notre tétrode (même figure 2) !

Tout comme dans le cas de la triode, excusez-nous de le répéter, nous allons polariser la cathode du tube électronique à une tension supérieure à celle appliquée à la grille de commande, disposition plus facile à prendre que celle consistant à faire appel à une source auxiliaire de polarisation, négative, de la grille, par rapport à la cathode s'entend !

Nous commençons par calculer la grandeur de l'intensité du courant global qui sort par la cathode, pour se rendre à la masse, ce courant qui est, comme nous le savons, la résultante, la somme du courant anodique et du courant d'écran, au repos. Dans l'exemple choisi, l'intensité du courant anodique au repos, c'est  $I_a$ , a pour grandeur 0,025 ampère, cependant que l'intensité du courant de grille-écran, c'est  $I_{g2}$ , a pour grandeur 0,005 ampère.

Etes-vous bien d'accord avec nous ? Dans le circuit de cathode passe donc, au repos, un courant cathodique dont l'intensité résultante a pour grandeur  $(0,025 + 0,005)$ , soit 0,030 ampère.

La tension de polarisation de la grille de commande devant être de grandeur -5 volts, comme indiqué, nous plaçons la cathode au potentiel de +5 volts par rapport à la masse...

La résistance de cathode  $R_k$  doit donc être le siège d'une chute de tension de grandeur 5 volts et elle est parcourue par le courant cathodique d'intensité globale 0,030 ampère.

Nous donnons à la résistance de cathode  $R_k$  la valeur résistive de  $(\frac{5 \text{ volts}}{0,030 \text{ ampère}})$ , soit... 170 ohms.

Nous optons pour la valeur normalisée (série E 12) de grandeur 180 ohms. La puissance développée chez cette résistance ayant pour valeur

$$P = 180 \text{ ohms} \cdot (0,030 \text{ A} \times 0,030 \text{ A}) = 0,16 \text{ watt}$$

nous choisissons cette résistance  $R_k$  de type 0,5 watt...

Simple, non ?

Quant au condensateur  $C_k$ , associé à la résistance  $R_k$  pour constituer la cellule de "découplage de la cathode" de notre tétrode, nous calculons sa capacité exactement de la même façon que nous avons opéré en présence de la triode, c'était lors de notre dernier entretien...

Nous avons vu que la résistance  $R_k$  et le condensateur  $C_k$  constituent un filtre sélectif passe-haut C-R, destiné à favoriser le transfert préférentiel, en vue de l'amplification, de signaux de fréquence supérieure à une fréquence seuil, laquelle est la fréquence de coupure ( $f_c$ ) du filtre sélectif.

Dans le cas de l'amplificateur d'audiofréquence, le seuil de 40 hertz est souvent adopté comme fréquence de coupure car, entre autres raisons, le haut-parleur mis en œuvre ne "passe" pas les signaux de fréquence inférieure à ce seuil...

La capacité du condensateur  $C_k$  et la valeur résistive de la résistance  $R_k$  sont associées dans l'expression

$$f_c = \frac{1}{(2\pi R_k \cdot C_k)}$$

Dans le cas présent, nous avons

$$C_k = \frac{1}{2\pi \cdot 180 \cdot 40} = 0,22 \text{ microfarad}$$

Nous optons pour un condensateur  $C_k$ , pris dans la série E 6 (!), de capacité 0,47 microfarad, de tension service 16 ou 25 volts, puisque la tension de polarisation de la cathode est de grandeur 5 volts...

Dans la pratique nous rencontrerons des capacités allant de plusieurs dizaines de microfarads à quelques dizaines de picofarads, selon la plage de fréquences des signaux traités...

Mais n'oublions jamais que la tension service des condensateurs  $C_k$  sera déterminée en tenant compte de la tension de polarisation de la cathode !

Nous avons démonté le mécanisme du dispositif de polarisation automatique de la cathode lors de notre précédent entretien...

## DE LA TETRODE

### A LA PENTODE

Nous avons découvert les imperfections de la triode...

Nous avons vu que l'adjonction de la grille-écran, à la triode, nous permet d'accroître, dans un rapport considérable, le coefficient d'amplification  $K$  de la triode...

La tétrode nous apparaît comme une merveille de la technologie, comparativement à la triode et cependant elle présente aussi des imperfections...

Nous avons vu que la grille-écran de la tétrode est polarisée positivement, très nettement, par rapport à la cathode, elle est portée à un potentiel un peu inférieur à celui de l'anode !

La grille-écran attire donc énergiquement les électrons (négatifs) émis

par la cathode, elle est susceptible de les capter.

Mais comme elle possède une forme de grille, tout comme la grille de commande de la triode, elle ne peut s'opposer au passage des électrons qui, partant de la cathode, se rendent à l'anode, électrode positive qui les attire, pour les fixer...

La grille-écran, en fonction du potentiel positif auquel elle est portée, accélère la vitesse de transit des électrons au sein de la tétrode !

A première vue, voilà qui semble un sérieux avantage, lorsque la tétrode doit amplifier des signaux de fréquence élevée, mais...

Les électrons, issus de la cathode, doivent parcourir une certaine distance pour atteindre l'anode.

Leur débit, gouverné comme nous le savons par le potentiel de la grille de commande, est altéré par la fréquence du signal entrée à amplifier. Voyons le pourquoi des choses !

Si le temps mis par les électrons, pour franchir l'espace cathode-anode, est trop grand devant la période (durée d'un cycle) du signal alternatif entrée, il est bien évident que le fonctionnement du tube est mal assuré, l'amplification s'en trouve altérée.

Le rendement des tubes décroît avec la montée en fréquence des signaux traités !

C'est pourquoi il faut concevoir des tubes électroniques spéciaux pour le traitement des signaux de haute et très haute fréquence, ce sont les tubes pour hyperfréquences, dont nous vous proposons de faire la connaissance ultérieurement...

Les tubes électroniques d'usage courant fonctionnent parfaitement en audiofréquence et sous des fréquences supérieures, jusqu'à une trentaine de mégahertz, mais ils ne conviennent plus si nous devons traiter des signaux de fréquence supérieure !

Voyons le pourquoi de cette limitation !

Chez la tétrode, la grille-écran, en raison du potentiel positif auquel elle est portée, attire les électrons.

Elle autorise toutefois leur passage à travers ses mailles, puisqu'elle est constituée d'une grille métallique, tout comme l'est la grille de commande...

Pour ces raisons, les électrons sont énergiquement attirés à la fois par la grille-écran et l'anode, ils voient en conséquence leur vitesse augmenter !

A première vue nous considérerons ce fait comme un avantage, en matière de traitement de signaux, puisque nous venons de regretter le manque de vitesse des électrons devant les fréquences élevées, cause de baisse du rendement des tubes électroniques...

Malheureusement la vitesse des électrons, au niveau de la grille-écran, devient paradoxalement trop grande !

Leur énergie cinétique, c'est-à-dire l'énergie qu'ils acquièrent par leur vitesse, est accrue et certains d'entre eux arrivent, en un sens, trop vite sur l'anode !

Ils rebondissent sur l'anode qui les attire, avant d'être véritablement captés, fixés par elle...

Nous nous trouvons par conséquent en présence d'une nouvelle source de perturbations du fonctionnement de la tétrode, fonctionnement que nous pensions idéal !

Aussi faut-il s'efforcer d'empêcher ce phénomène, ou tout au moins d'en réduire les effets, ce qui conduit à prendre certaines dispositions, à élaborer un nouveau tube électronique, en la personne de la pentode...

## LA PENTODE

Nous venons de découvrir qu'il est indispensable, pour améliorer le fonctionnement de la tétrode, de faciliter la captation, la fixation par l'anode des électrons dont la vitesse

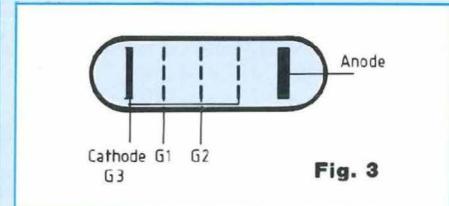


Fig. 3

est accélérée par la grille-écran, au cours de leur transit cathode-anode. Certains électrons, après avoir franchi les mailles de la grille-écran qui accélère leur vitesse, rebondissent sur l'anode, électrode positive qui les attire, en raison de la vitesse élevée à laquelle ils arrivent sur elle !

Pour leur imposer de retourner au plus vite en direction de l'anode, après leur rebond, il convient de placer, à proximité immédiate de l'anode, une nouvelle électrode qui les repoussera vers l'anode...

Intéressant, non ?

Pour ce faire, l'électrode nouvelle venue doit être polarisée très négativement (mais si, mais si !), pour repousser les électrons...

Les électrons, négatifs, subissant des forces énergiques de répulsion de la part de cette nouvelle électrode, polarisée très négativement, sont rejetés vers l'anode et finalement captés par elle.

Intelligent, non ?

Une telle électrode, en forme de grille, disposée entre la grille-écran et l'anode, est appelée grille supprimeuse...

La tétrode devient alors une pentode, c'est-à-dire, comme son nom l'indique, un tube électronique possédant cinq électrodes : la cathode, la grille de commande, la grille-écran, la grille supprimeuse et l'anode.

La figure 3 nous montre comment est structurée la pentode.

La grille supprimeuse, qui... supprime les "incartades" des électrons arrivant à l'anode, doit être polarisée très négativement, pour que son

# Les tubes électroniques

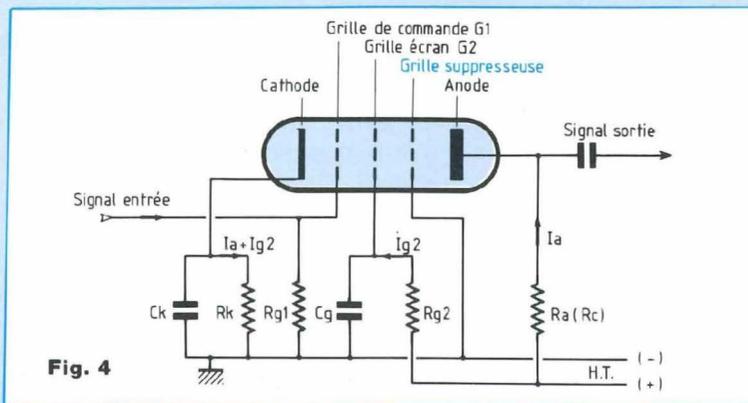


Fig. 4

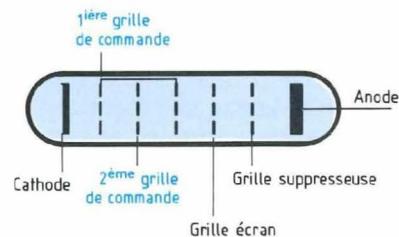


Fig. 5

action soit énergique, voilà qui est bien évident !

Elle est habituellement reliée directement, à l'intérieur du tube, par le fabricant lui-même, à la cathode, électrode qui est très négativement polarisée (par rapport à l'anode).

Parfois la connexion n'est pas réalisée d'origine et il appartient alors à l'utilisateur de l'effectuer lui-même, par l'extérieur du tube (figure 4).

La grille supprimeuse est alors connectée avec la masse du montage, toujours portée au potentiel négatif de la source d'alimentation du montage...

Nous n'aurons rien à ajouter quant à la mise en œuvre de la pentode, car elle ne diffère de la tétrode, sur ce plan, que par la grille supprimeuse qu'elle possède en plus et nous venons de voir comment connecter cette électrode.

Nous dirons seulement que la pentode est le tube électronique le plus rencontré dans les montages...

## TUBES COMPLEXES

Après avoir étudié la diode, le plus simple des tubes électroniques, nous avons fait la connaissance des tubes à grilles, la triode, la tétrode, la pentode...

Ces tubes sont des tubes électroniques multigrilles "simples", desti-

nés essentiellement à assumer la fonction amplificatrice.

Mais il existe d'autres types de tubes, plus complexes que les précédents, comportant en tout plus de cinq électrodes, aux vocations particulières, que nous appelons tubes complexes.

Nous mentionnerons, pour l'exemple, le tube hexode (figure 5), lequel possède six électrodes, donc quatre grilles, utilisé en changeur de fréquence, au temps des... lampes radio !

Un tube hexode comporte deux grilles de commande, il est donc possible de lui injecter, en même temps, deux signaux à traiter !

Lorsque nous injectons, dans un même tube électronique, deux signaux entrées, dont les fréquences sont respectivement  $f_1$  et  $f_2$ , nous recueillons, en sortie du tube, sur son anode, un signal sortie qui possède les caractéristiques, les formes des signaux réunis, mais la fréquence du signal sortie a pour grandeur la somme des fréquences composantes, celles des signaux entrées, soit  $(f_1 + f_2)$ , ou la différence de ces fréquences, soit  $(f_1 - f_2)$ .

Certes, il nous faut préciser que nous ne recueillons pas un seul signal sortie, mais une série de signaux sur des fréquences harmoniques, multiples de celle du signal sortie de base !

Voyons quelles sont les opérations effectuées chez un récepteur radio !

Chez un récepteur radio nous commençons par trier les signaux captés par l'antenne, ou le bobinage orientable câblé sur un barreau en ferrite, provenant des divers émetteurs, pour isoler le seul signal incident qui nous intéresse en réalité.

C'est à un circuit accordable qu'incombe la tâche de laisser passer, vers une des deux grilles de commande d'un tube électronique hexode, le seul signal sélectionné, objet de l'écoute.

Appelons  $f_1$  la fréquence du signal reçu, sur laquelle nous accordons notre récepteur radio.

En même temps nous injectons, dans le circuit de la seconde grille de commande du tube hexode, un signal délivré par un oscillateur local, dont est muni le récepteur radio, oscillateur délivrant un signal alternatif sinusoïdal pur, de fréquence  $f_2$ . La fréquence  $f_2$  est, vous l'avez deviné, différente de la fréquence  $f_1$ , celle du signal radio capté, objet de l'écoute...

Il va sans dire que, tout au long d'une gamme d'ondes, à la recherche des stations, des émetteurs, l'opération qui consiste à accorder le circuit d'entrée du récepteur sur la fréquence  $f_1$  du signal capté, objet de l'écoute, s'effectue manuellement, par une commande unique,

tout en faisant varier simultanément la fréquence de l'oscillateur local.

Mais la fréquence intermédiaire, différence entre la fréquence  $f_1$  et la fréquence  $f_2$ , reste constante...

En sortie du tube hexode apparaît le signal sur la fréquence  $(f_1 - f_2)$ , qui présente les caractéristiques de modulation du signal incident, de fréquence  $f_1$ .

Le signal incident, de fréquence  $f_1$ , est le seul qui soit modulé, le signal délivré par l'oscillateur local du récepteur, de fréquence  $f_2$ , est un signal sinusoïdal pur, non modulé... Explicitons !

La modulation est l'opération qui consiste, à l'émission, à modifier, par un signal modulant (télégraphie, parole, musique, vidéo, etc.) le profil de l'onde radio envoyée par l'émetteur.

Chez le récepteur, le signal reçu, capté, sélectionné, de fréquence  $f_1$ , qui a été modulé à l'émission, est porteur de l'information transmise, la seule donnée qui nous intéresse, à la réception (!) et qui sera extraite en conduisant l'opération de détection. Le signal de fréquence  $f_2$ , délivré par l'oscillateur local du récepteur, est un signal pur, il n'est pas modulé.

En sortie du tube hexode, sur son anode, est disponible le signal de fréquence intermédiaire  $(f_1 - f_2)$ , lequel possède les caractéristiques de modulation des deux signaux injectés dans le tube, donc en dernier ressort un signal qui ne possède que les seules caractéristiques de modulation du signal radio reçu, modulé à l'émission...

Tout au long d'une gamme d'ondes balayée par le récepteur radio, le signal de l'oscillateur local est automatiquement adapté, en fréquence, au signal incident provenant de l'émetteur, dont il reste distant, en fréquence, de la grande fréquence intermédiaire  $(f_1 - f_2)$ .

Il se réalise des circuits amplificateurs sélectifs, accordés sur une fréquence déterminée, d'excellent ren-

dement, qui ne réagissent que devant les signaux dont la fréquence est précisément celle de résonance des circuits accordés.

Les étages amplificateurs "intermédiaires" du récepteur radio ont pour charge d'amplifier, uniquement, le signal de "fréquence intermédiaire"  $(f_1 - f_2)$  disponible en sortie du tube hexode, ce qui permet d'accroître la sélectivité du récepteur radio !

Chez le tube hexode, le signal incident se trouve en quelque sorte changé en un signal de fréquence intermédiaire, d'où les expressions bien connues de changement de fréquence, tube électronique changeur de fréquence, etc.

Le tube hexode a été spécialement conçu pour assumer la fonction de changement de fréquence.

Poursuivons !

Le signal sortie du tube hexode, changeur de fréquence, est un signal sur la fréquence intermédiaire  $(f_1 - f_2)$ , il est porteur du signal modulant qui a été imprimé à l'onde électromagnétique envoyée par l'émetteur.

Dans les étages amplificateurs sélectifs, fonctionnant sur la fréquence intermédiaire  $(f_1 - f_2)$ , le signal sortie du tube hexode subit une nécessaire amplification.

L'opération de détection extrait ensuite le signal modulant, le seul qui nous intéresse, qui nous est utile, qui est l'information transmise par la voie des ondes électromagnétiques...

Le signal détecté subit une "pré-amplification", puis l'amplification finale, de puissance, chez l'étage sortie alimentant le haut-parleur du récepteur...

## TUBES COMPOSITES

Dans un but de réduction de l'encombrement? à la recherche de la miniaturisation, les fabricants groupent, dans une même ampoule

de verre, deux ou plusieurs tubes électroniques complets.

De tels tubes sont appelés tubes multiples, ou encore tubes composites...

Il existe évidemment une très grande variété de tubes composites, allant de la double-triode à la triode-hexode, en passant par la triode-pentode, sans oublier la double-pentode et combien d'autres !

L'utilisateur dispose d'un assortiment complet de tubes électroniques composites, permettant d'assumer plusieurs fonctions à la fois.

Il peut très souvent rassembler, en un seul tube composite, les différents tubes nécessaires à plusieurs circuits séparés de ses montages...

## CODAGE

### DES TUBES ELECTRONIQUES

Nous n'allons pas ici dresser la liste des tubes électroniques, par le détail !

Simplement, nous dirons que les fabricants ont mis sur le marché des "familles" de tubes, caractérisées par un brochage commun aux tubes qui les composent.

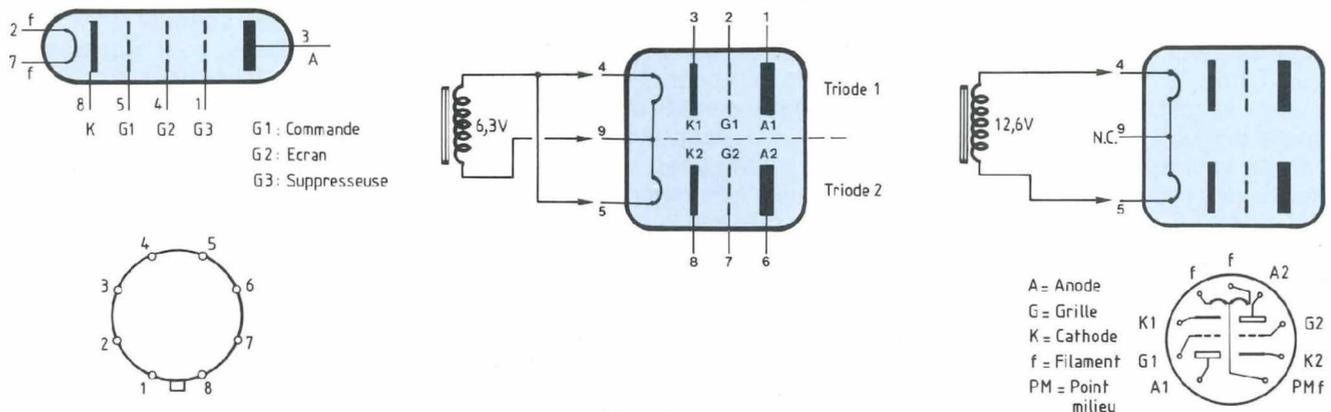
La série Américaine, la série Européenne sont des exemples nous renvoyant au temps de la gloire des "lampes"...

Mentionnons la série Miniature (tubes à 7 broches), laquelle a été fort prisée, à son époque.

Les tubes d'une même série se caractérisent par leur (même) brochage, c'est-à-dire qu'ils comportent un même nombre de broches, géométriquement réparties de la même façon sur leur culot et qui exigent des supports spécialement adaptés, conçus pour les accueillir.

La série Rimlock s'est distinguée par un culot à ergot, à 8 broches, de forme très curieuse, nécessitant un support spécifiquement adapté, à collier, de forme curieuse...

# Les tubes électroniques



Des tubes d'une série ont des équivalents chez une autre, ils sont substituables, mais ils ne sont absolument pas interchangeables, ne présentant pas le même brochage ! Nous indiquerons ici quelques-unes des caractéristiques des tubes de la série Noval.

Ces tubes, très connus, largement utilisés, présentent un brochage à 9 broches (d'où vient l'appellation Noval), disposées en cercle non fermé.

La première lettre des tubes de la série Noval est E, laquelle indique que le chauffage du filament s'effectue sous la tension de 6,3 volts.

La lettre C désigne la triode.

La lettre F désigne la pentode de faible puissance, destinée à l'amplification des petits signaux.

La lettre L désigne la pentode de puissance, autour de laquelle se confectionne l'étage sortie d'un amplificateur d'audiofréquence.

La lettre H désigne l'hexode.

La lettre Z désigne le tube double-diode, destiné au redressement de la tension secteur.

Les deux nombres qui terminent le code du tube indiquent la série.

Citons quelques exemples de tubes, dans la série 80, à culot Noval.

Le tube E Z 80 (série 80) est une double-diode, il est particulièrement

destiné au redressement double-alternance de la tension secteur, dans les cellules d'alimentation des montages.

Les tubes ECC 81, 82, 83... sont des composites, des doubles-triodes.

Les tubes EF 85, 86, 89... sont des pentodes de faible puissance, qui serviront au traitement de petits signaux, provenant par exemple d'un microphone, d'un capteur piézo-électrique, etc.

Le tube EL 84 est une réputée pentode de puissance qui a équipé les étages sortie d'audiofréquence de générations entières de récepteurs radio !

La pentode EL 84, vous dira un ancien, dans le jargon imagé toujours en usage, "permet de sortir 5 à 6 watts sur le haut-parleur d'un poste radio, à l'aise !"

Le tube ECL 82 est une triode-pentode (C=triode, L=pentode de puissance) de moyenne puissance, qui servira à la préamplification nécessaire du signal modulant détecté, avant l'amplification audiofréquence de puissance (1 à 2 watts), chez l'étage sortie d'un récepteur radio de classe moyenne, ou encore chez un électrophone, au temps révolu des... lampes.

Le tube ECH 81 est une triode-

hexode célèbre, "la" changeuse de fréquence par excellence !

L'oscillateur "local" de l'étage changeur de fréquence est construit autour de la triode (C) du tube composite ECH 81, cependant que l'hexode (H) du tube assure la fonction "mélange" et amplification des signaux.

La série Octal est celle de tubes à 8 broches, au nombre desquels nous mentionnerons la réputée EL 34, une pentode de puissance permettant de "pomper 25 watts sur un haut-parleur"...

Pour en terminer nous préciserons que les lexiques des tubes électroniques représentent toujours, conventionnellement, le brochage des tubes vus par le dessous !

Chez les tubes de la série Noval les broches d'accès aux extrémités du filament de chauffage de la cathode sont toujours les broches 4 et 5.

La tension dite tension de chauffage, dans le jargon bien connu, est typiquement de 6,3 volts.

Chez les doubles-triodes ECC de la même famille Noval, les broches d'accès au filament de chauffage sont au nombre de trois, ce sont les broches 4, 5 et 9.

La broche 9 est l'accès au "point milieu" du filament, ce qui permet d'appliquer à ce filament une tension

de 12,6 volts, si cette tension est disponible.

Nous avons reproduit, à la figure 6, des exemples de brochages...

### ET MAINTENANT !

Les transistors n'existaient pas encore que l'électronique des tubes avait accompli et accomplissait des exploits ayant profondément modifié la façon de penser et aussi la vie des hommes !

Oppenheimer, le père de la bombe atomique, "Oppie", comme l'appelaient

amicalement ses collaborateurs, disait, avec fort juste raison, que la fission nucléaire, bilan d'un raisonnement mathématique, avait été rendue possible grâce aux ordinateurs...

Il faut savoir que les premiers ordinateurs étaient de véritables usines, consommant autant d'énergie électrique qu'une agglomération comptant autant d'habitants que l'ordinateur comptait de tubes électroniques...

Nous pensons pour le moins naturel de consacrer un peu de notre atten-

tion aux montages oscillateurs et basculeurs à tubes électroniques, ces inventions, ces montages qui avaient précisément conduit à l'élaboration des ordinateurs à tubes, à lampes...

Nous vous proposons donc de démonter le mécanisme de ces montages, pour la connaissance, tout en satisfaisant à la curiosité légitime, dans le respect de ce qu'ont fait les anciens.

Ce sera le sujet du prochain entretien auquel nous vous convions.

**Georges Matoré**

# ABONNEZ-VOUS A

# LED

Je désire m'abonner à **LED** (10 n<sup>os</sup> par an). Je profite ainsi de la remise permanente de 25% sur mes commandes de circuits imprimés et j'économise 70,00 F sur l'achat de mes numéros.

(Ecrire en CAPITALES, S.V.P.)

**FRANCE, BELGIQUE, SUISSE, LUXEMBOURG : 210 F AUTRES\* : 290 F**

NOM .....

PRENOM .....

N° ..... RUE .....

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

\* Pour les expéditions « par avion » à l'étranger, ajoutez 80 F au montant de votre abonnement.

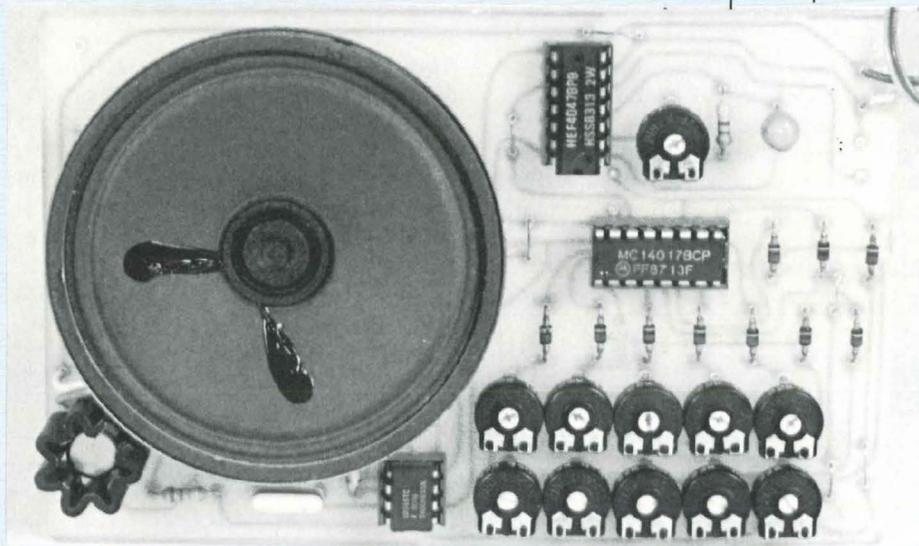
Ci-joint mon règlement par :  chèque bancaire  C.C.P.  mandat

Le premier numéro que je désire recevoir est : N° .....

A retourner accompagné de votre règlement à :

**Service Abonnements, EDITIONS PERIODES 1, boulevard Ney 75018 PARIS - Tél. : 44.65.80.88 poste 7315**

# CARILLON DE PORTE 10 NOTES



Cette petite réalisation s'adresse plus particulièrement à nos jeunes lecteurs pour lesquels nous avons voulu un montage simple à base de composants courants disponibles chez la plupart des revendeurs spécialisés. En effet, d'aucuns pourraient nous reprocher de n'avoir pas employé un circuit intégré exotique spécialisé pour ce genre d'appareil, ce qui, simplifiant d'une part le montage et d'autre part mémorisant un certain nombre d'airs connus, eut cependant été contraire à l'idée de base d'étudier puis de réaliser une petite électronique à l'aide de composants standard.

**C'**est pourquoi, fidèle à la vocation de LED qui se veut avant tout une revue JEUNE pour JEUNES nous avons délibérément opté pour une électronique passe partout. Ce qui ne veut pas dire un montage sans intérêt, puisque nous avons fait en sorte de pouvoir émettre 10 notes différentes de ce carillon musical.

Pour en terminer avec cette présentation, il va sans dire que chaque note peut être ajustée et qu'il est ainsi pos-

sible d'optimiser un air quelconque à l'aide de 10 réglages indépendants les uns des autres.

## SYNOPTIQUE DE L'APPAREIL

Il est donné à la figure (1). Un oscillateur à cadence réglable fait avancer un compteur pas à pas. Sur chaque sortie du compteur, une matrice à diodes et résistances ajustables permet de générer à chaque pas un potentiel différent eu égard au réglage de chaque potentiomètre. Cette tension

variable à chaque pas attaque alors l'entrée d'un générateur de fréquence commandé en tension, en quelque sorte un VCO (Voltage Controlled Oscillator) ultra-simplifié, en sortie duquel une interface de puissance commande un haut-parleur.

Comme on le voit donc, le synoptique de principe comporte 5 parties distinctes, que nous analyserons séparément dans le détail, mais en premier lieu nous allons d'abord étudier l'organigramme simplifié de chacune d'entre elles ainsi que les composants utilisés.

## ORGANIGRAMME

### DE FONCTIONNEMENT

On le trouve à la figure (2) et correspond au synoptique de principe que nous venons d'analyser.

Le cadenceur est naturellement un montage de type astable pour lequel il a été employé un circuit C.MOS spécialisé, en l'occurrence un 4047 qui, par le jeu de différentes interconnexions extérieures peut fonctionner soit en montage monostable, soit encore en multivibrateur astable. Naturellement, c'est cette dernière conformité que nous utilisons pour pouvoir générer les pas d'incrément du compteur. Comme le montre la figure, la constante de temps régissant la cadence, est donnée par l'ensemble R1, C1. Afin de pouvoir faire varier cette vitesse à volonté nous avons prévu pour R1 une résistance ajustable.

Les créneaux à vitesse variable issus de l'oscillateur astable attaquent ensuite directement un compteur-diviseur par 10 avec retenue, remise à zéro et inhibition. Il s'agit en fait du C-MOS 4017 qui est une décade de comptage à 10 sorties décodées.

Chaque sortie est reliée à une matrice à résistances à point commun où chacune des résistances la constituant est un élément ajustable, ce qui va naturellement déterminer une tension différente en sortie de ce réseau eu égard au réglage de chaque résistance.

Cette tension variable commande

# UN ACCUEIL AGREABLE

alors la borne de référence d'un second multivibrateur astable de fréquence plus élevée que le cadenceur, et il s'ensuit que la tension de commande changeant au rythme du cadenceur, avec pour valeurs, celles octroyées par les réglages des résistances ajustables de la matrice, l'image obtenue en sortie est donc fonction de ces réglages, et il est clair qu'à chacun d'entre eux correspond une sonorité bien définie.

Il ne reste plus alors qu'à optimiser le composant miracle pour réaliser cette fonction et il s'avère qu'un 555 des plus courants se tire d'affaire élégamment de cette situation délicate.

Enfin, en dernier lieu, afin d'obtenir sur le haut-parleur une puissance convenable, il suffit de le faire précéder d'un étage transistorisé.

## SCHEMA GENERAL

A la figure (3) nous avons représenté le schéma électrique au complet de ce petit carillon musical 10 notes et qui correspond en tous points au synoptique de principe et à l'organigramme de fonctionnement.

Le circuit intégré IC1 est monté en multivibrateur astable et, comme nous l'avons vu, AJ11 permet de faire varier la vitesse de défilement des notes musicales.

Le compteur IC2 a son entrée horloge de directement attaquée par la sortie du cadenceur, et pour cette application particulière, les entrées d'inhibition et de remise à zéro ne sont pas ici utilisées.

Il s'ensuit donc que seules les 10 sorties décodées servent pour le montage et il est clair qu'à chaque créneau d'horloge chacune d'entre elles passe au niveau 1.

Par l'intermédiaire des diodes anti-retour D1 à D10 chaque résistance AJ1 à AJ10 est donc alternativement soumise à un niveau haut et l'on voit aisément que sur le point commun de la matrice résistive à chaque pas on va obtenir un seuil différent eu égard au réglage de chaque ajustable.

C'est ce seuil qui vient commander IC3 monté en multivibrateur astable. Ce

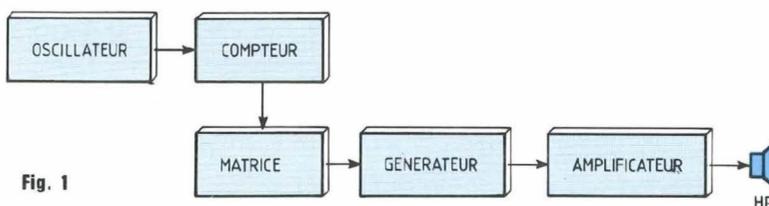


Fig. 1

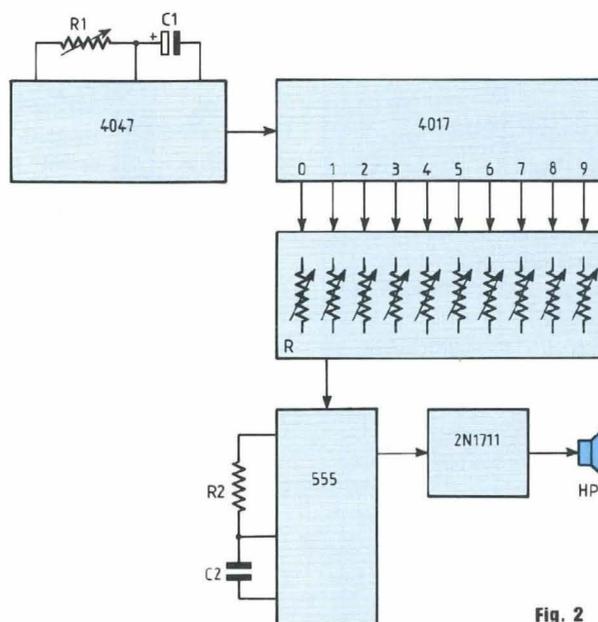


Fig. 2

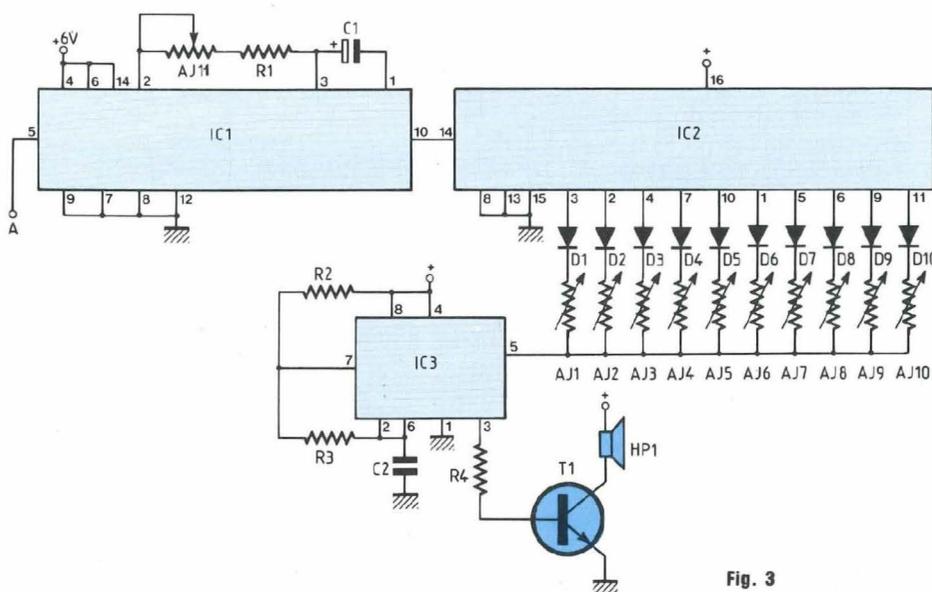


Fig. 3

# CARILLON MUSICAL 10 NOTES

circuit ne génère qu'une fréquence fixe, mais en jouant sur la valeur de la tension de référence, il est facile d'obtenir des fréquences et des sonorités différentes qui naturellement sont fonction de la valeur du seuil sur l'entrée de référence, donc du réglage des 10 ajustables.

Enfin, la sortie de IC3 attaque un transistor de puissance BF dans le collecteur duquel se trouve inséré le petit haut-parleur pour la restitution des notes musicales.

## LE CADENCEUR DE NOTES

Comme nous l'avons dit, on utilise un circuit C-MOS spécialisé, en l'occurrence un 4047. Ce circuit intégré est présenté dans un boîtier DIL à 14 broches. De technologie monolithique à haut degré d'intégration, il renferme à l'intérieur du boîtier un multivibrateur pouvant aussi bien fonctionner en astable qu'en monostable.

L'organigramme complet de ce circuit intégré est proposé à la figure (4). Comme on le voit, que l'on utilise le mode de fonctionnement en astable ou bien celui en monostable, deux éléments extérieurs seulement sont nécessaires pour le fonctionnement. Il s'agit d'un circuit à constante de temps RC constitué tout simplement d'une résistance et d'un condensateur. L'ensemble sert à déterminer selon le cas de fonctionnement, soit la fréquence en sortie de l'astable, soit encore la durée du créneau de sortie du monostable.

Les connexions à réaliser entre les différentes broches du circuit afin de l'utiliser dans les différentes configurations possibles sont données dans le tableau de la figure (5).

Comme nous le voyons sur ce tableau, le multivibrateur astable peut être utilisé de trois façons différentes en agissant sur les deux entrées complémentaires qui permettent sa commande. On recueille le signal de sortie sur les deux sorties complémentaires Q et  $\bar{Q}$  ainsi que sur la borne sortie oscillateur dont la fréquence est double. On a ainsi :

- Astable commandé par un état haut
- Astable commandé par un état bas

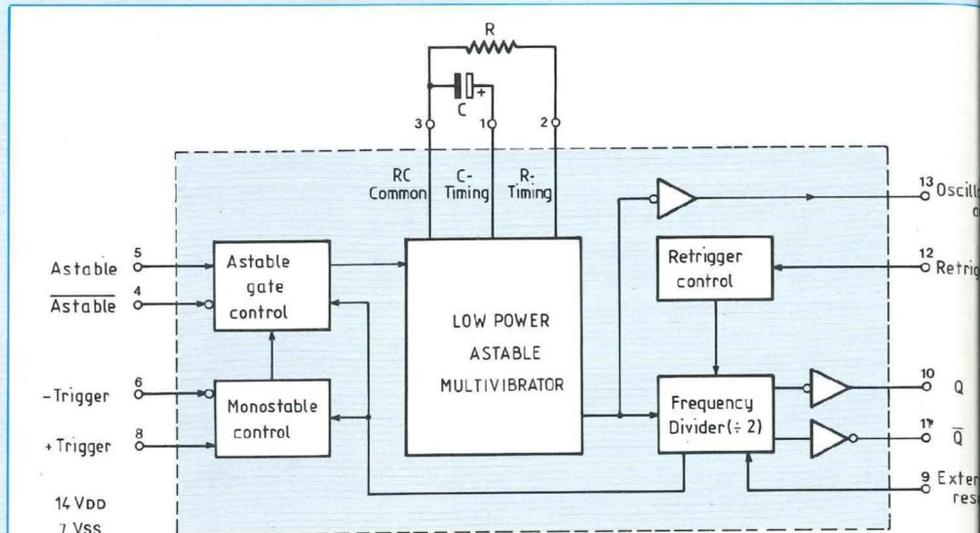


Fig. 4

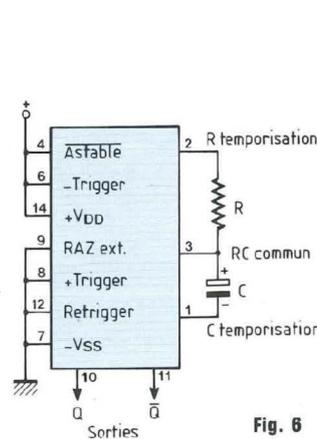


Fig. 6

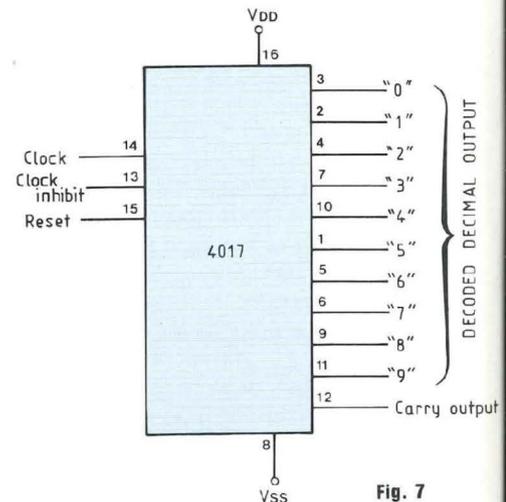


Fig. 7

- Astable battant librement  
Pour notre cas on utilise la configuration de branchement de l'astable libre comme le montre la figure (6)

La période du signal de sortie obtenu sur les broches complémentaires Q et  $\bar{Q}$  est donnée par la formule :

$$T_A = 4,4 \cdot R \cdot C$$

(s)                      (Ω)      (F)

Comme le rapport cyclique du signal vaut rigoureusement 50 % on a :

$$T = t_1 + t_2 \text{ avec } t_1 = t_2$$

Pour en terminer avec le cadenceur, précisons d'une part qu'il est nécessaire d'insérer une résistance série avec l'ajustable de réglage de la vitesse afin de ne pas mettre en court-

circuit les bornes 2 et 3 du 4047 et d'autre part, qu'il faut autant que faire se peut employer pour C un condensateur électrochimique de type au tantale afin de limiter les dérives dues principalement au courant de fuite des condensateurs polarisés.

## LE COMPTEUR-DIVISEUR A 10 SORTIES DECODEES

On utilise donc un 4017 qui est livré en boîtier DIL 16 broches. Outre les deux broches d'alimentation correspondant respectivement au + alimentation et à la masse, et aux 10 sorties référencées Q0 à Q9 il possède une entrée

# UN ACCUEIL AGREABLE

FUNCTION	TERMINAL CONNECTIONS			OUTPUT PULSE FROM	OUTPUT PERIOD OR PULSE WIDTH
	TO V <sub>DD</sub> INPUT	TO V <sub>SS</sub>	INPUT PULSE TO		
Astable Multivibrator : Free Running	4,5,6,14	7,8,9,12	—	10,11,13	$t_A (10,11) = 4.40 RC$
True Gating	4,6,14	7,8,9,12	5	10,11,13	
Complement Gating	6,14	5,7,8,9,12	4	10,11,13	$t_A (13) = 2.20 RC$
Monostable Multivibrator : Positive-Edge Trigger	4,14	5,6,7,9,12	8	10,11	$t_M (10,11) = 2.48 RC$
Negative-Edge Trigger	4,8,14	5,7,9,12	6	10,11	
Retriggerable	4,14	5,6,7,9	8,12	10,11	
External Countdown	14	5,6,7,8,9,12	—	10,11	

Fig. 5

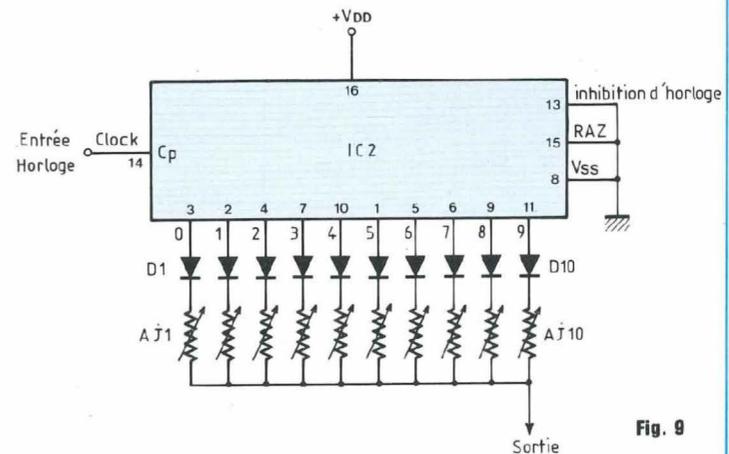
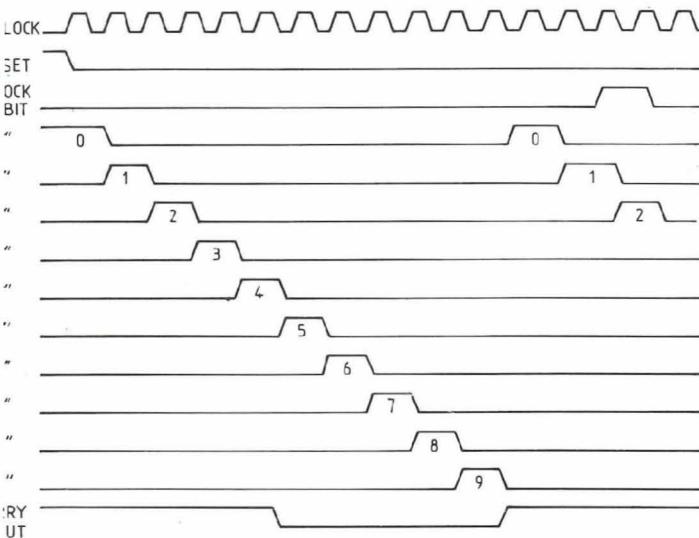


Fig. 9

Fig. 8

d'horloge cp (clock pulse) une entrée d'inhibition Ci, une sortie report Co (carry out) et une remise à zéro R (reset). Comme nous le voyons, il s'agit d'une décade de comptage très complète dont le synoptique de fonctionnement est donné à la figure (7). On retrouve naturellement sur ce schéma toutes les entrées et sorties que nous venons d'énoncer.

Le graphe de fonctionnement est représenté à la figure (8) et comme on le voit, à chaque coup d'horloge, chaque sortie passe alternativement au niveau haut. A chaque instant, une seule parmi 10 se trouve donc au 1 logique, et lorsque la dixième y est

parvenue, il peut y avoir retenue afin de pouvoir commander la décade suivante.

Par ailleurs, à tout moment il est possible d'une part d'inhiber le compteur grâce à l'entrée validation, comme d'autre part de le remettre à zéro par l'intermédiaire de l'entrée Reset.

## LE COMPTEUR ET LE MATRICAGE DE REGLAGE DES NOTES

Les 10 sorties 0 à 9 de la décade changent donc successivement d'état à chaque impulsion d'horloge. Après la

dixième impulsion le système retourne à son état d'origine et un nouveau cycle recommence. Afin d'éviter les retours de courant entre les sorties décodées, chacune d'entre elles est pourvue d'une diode en direct. Comme le montre la figure (9) il y a donc 10 diodes correspondant chacune à une des sorties du compteur diviseur. Chaque cathode est alors reliée à une résistance ajustable dont le réglage va déterminer le seuil de sortie.

Il convient encore de noter, contrairement à d'autres réalisations de ce genre utilisant un 4017, que la sortie 9 (broche 11) n'est pas reliée à la RAZ (broche 15) pour un cycle et retour à

# CARILLON MUSICAL 10 NOTES

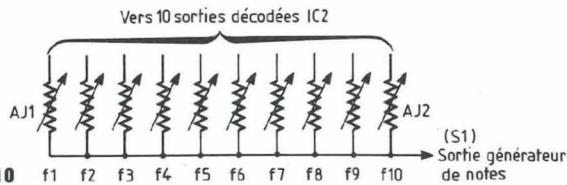


Fig. 10

fréquence	f1	f2	f3	f4	f5	f6	f7	f8	f9	f10
Note	Sol	La	Si	Do	Re	Mi	Fa	Sol	La	Si
Octave	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5

Fig. 11

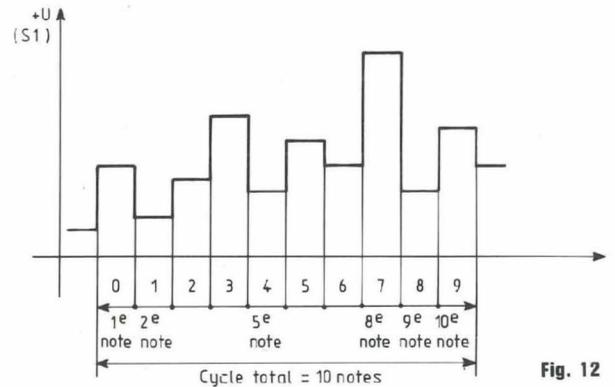


Fig. 12

zéro. En effet, si l'on agit de la sorte, il y a remise à zéro du compteur avant que la dixième sortie ne passe à l'état haut et donc avant que la dixième note soit émise, ce qui fait un carillon musical à 9 notes au lieu de 10. Pour obtenir un carillon à 10 notes, il convient donc d'utiliser toutes les sorties décodées et de porter la broche de RAZ à la masse.

Le schéma de la figure (10) représente donc le système de matricage à résistances variables avec point commun et correspond en fait à un générateur simple de paliers à 10 entrées et 1 sortie. Comme l'indique le petit tableau de la figure (11) à chaque réglage des ajustables correspond un certain seuil image d'une fréquence, c'est-à-dire d'une note musicale, et en ajustant séparément chaque potentiomètre, il est donc possible d'obtenir 10 images différentes de fréquences qui correspondent donc à 10 notes différentes. Nous avons représenté à la figure (12) un graphe représentatif des réglages effectués pour un exemple donné et il est clair que sur la sortie commune du réseau résistif on obtient une succession de paliers de hauteurs réglables, séparés par des transitions brusques. A chaque palier correspond un certain niveau de sortie ; la note émise par le haut-parleur étant l'image de ce niveau.

## LE GÉNÉRATEUR MUSICAL

Comme nous l'avons dit, il s'agit en fait d'un VCO simplifié élaboré à l'aide d'un

555. Le montage est celui de la figure (13) et l'on voit que IC3 est connecté en astable avec pour seule différence d'avec le circuit traditionnel à battements libres la commande par la broche 5 (U-REF).

Lorsque cette broche est laissée en l'air, le circuit oscille librement et on obtient donc à la sortie (broche 3) des créneaux dont la durée et le rapport cyclique sont définis par les composants  $R'$ ,  $R''$  et le condensateur C.

Ainsi l'exemple de la figure (14) qui montre le graphe du signal de sortie si la broche 5 est laissée en l'air, ou bien encore portée à la masse par un condensateur de quelque 10 nF et l'on voit bien que pour une période T on a :

$T = t_1 + t_2$  avec  $t_1 = t_2$ .  
En choisissant donc judicieusement les valeurs des composants  $R'$ ,  $R''$  et C il est donc possible d'une part de modifier la tonalité de la note émise et d'autre part la durée de celle-ci.  
En tout état de cause, on se rappellera les formules de base d'un tel montage :

$$T = 0,7 (R' + 2R'') C$$

↓  
période  
complète (s)

(Ω) (Ω) (F)

$$\eta = \frac{R'}{R' + 2R''}$$

(%)  
T = T1 + T2

Formules que l'on pourra appliquer pour un fonctionnement particulier de ce circuit.

Il est donc simple de comprendre

qu'en jouant sur tous ces paramètres, on peut optimiser une suite de notes musicales très différentes les unes des autres, la vitesse de défilement pouvant être elle aussi variable, et nous proposons à la figure (15) un graphe représentatif de ce qu'il est possible d'obtenir, d'une part, au point S1 qui est la sortie matricielle résistive et d'autre part au point S2 en sortie du générateur de notes musicales.

## L'AMPLIFICATEUR DE PUISSANCE

Afin de pouvoir disposer d'une écoute confortable des notes musicales, nous avons opté pour un petit haut-parleur 8 Ω et ∅ 6,5 cm. La sortie du 555 étant à la limite pour la commande sonore, nous avons disposé une petite interface de puissance réalisée simplement à l'aide d'un transistor commandé par une résistance de base et dans le collecteur duquel se trouve la bobine du haut-parleur. Le schéma de cette dernière partie du carillon musical est donné à la figure (16).

## BROCHAGE DES CIRCUITS INTEGRES IC1 ET IC2

Cette petite réalisation étant dédiée principalement à nos jeunes lecteurs et ayant opté délibérément pour un certain côté didactique, nous donnons respectivement aux figures (17) et (18) les brochages des circuits intégrés 4047 et 4017. Rappelons une nouvelle

# UN ACCUEIL AGREABLE

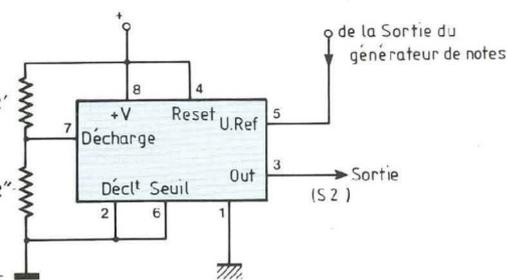


Fig. 13

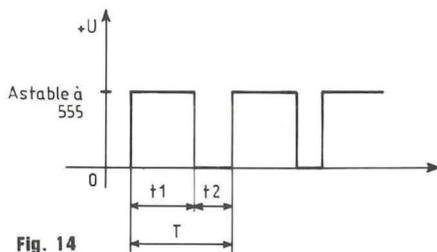


Fig. 14

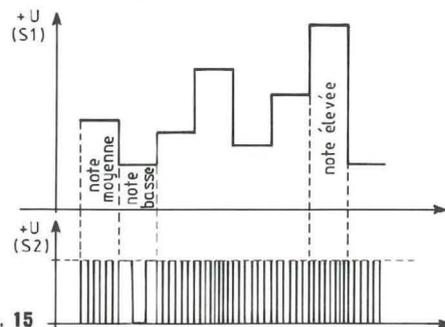


Fig. 15

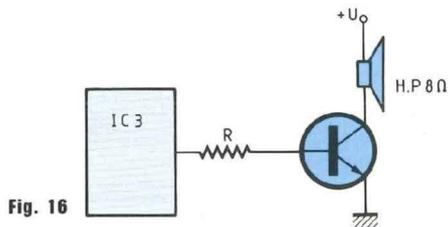


Fig. 16

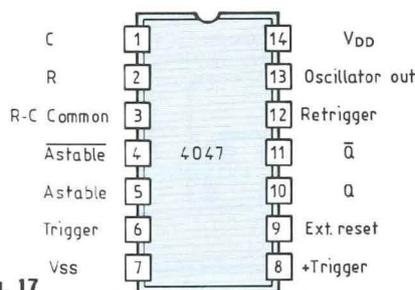


Fig. 17

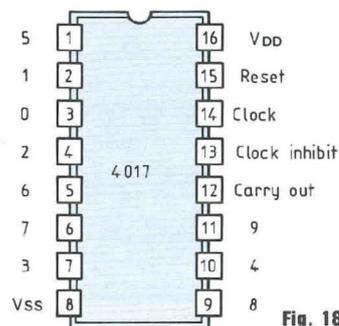


Fig. 18

fois que tous les brochages des circuits intégrés en boîtier DIL sont vus de dessus et que l'ergot à une extrémité sert de repère.

## FILM DU CIRCUIT IMPRIME

Il est proposé à la figure (19) et n'offre pas de difficultés particulières. Relativement aéré, on peut utiliser pour la réalisation du circuit imprimé la méthode de son choix, encre spéciale, symboles transfert, bandes et pastilles auto-collantes. Naturellement la plus sûre garantie de bonne reproduction se trouve encore être la méthode photographique avec le film.

Une fois la gravure sur cuivre terminée, il faut percer le centre des pastilles à 0,8 et 1 mm.

## CABLAGE

### DU CIRCUIT IMPRIME

Le schéma d'implantation et de câblage est donné à la figure (20). On

commence celui-ci par la mise en place des trois supports DIL des circuits intégrés puis l'on poursuit par les différents straps de liaison et tous les composants « bas profil » diodes et résistances, enfin on termine par la mise en place des deux condensateurs et du transistor puis des onze ajustables qui sont tous des modèles horizontaux.

En ce qui concerne la fixation du haut-parleur, celle-ci s'effectue simplement en usinant un trou de  $\varnothing$  32 mm sur le dessus du circuit imprimé afin de positionner l'arrière (côté aimant permanent) du haut-parleur. Après mise en place, le maintien sur le CI est alors réalisé à l'aide d'une colle à deux composants, araldite par exemple.

Un dernier point concernant le montage-câblage consiste à munir le montage-câblage de munir le transistor T1 d'un dissipateur adéquat pour boîtier T039. En effet, il ne faut pas perdre de vue que le système de sortie est très simple et que le transistor parcouru par un courant non négligeable lorsque le carillon est sous tension, chauffe relativement.

En insérant le radiateur sur le boîtier du

transistor, bien faire attention à ce que celui-ci ne fasse pas contact avec le tour métallique du haut-parleur.

En effet il faut se rappeler que tous les boîtiers des transistors T039 et T05 (et de beaucoup d'autres) sont portés par construction au potentiel du collecteur et que certains haut-parleurs ont une de leurs connexions sur la carcasse métallique.

## ESSAIS - REGLAGES

Dès la mise sous tension, le montage doit fonctionner de suite et émettre une série de dix notes désordonnées. Afin d'obtenir une musique mélodieuse, il convient d'une part de régler l'ajustable AJ11 de vitesse de défilement des notes à mi-course et d'autre part les dix autres ajustables AJ1 à AJ10 chacun à une position différente du minimum jusqu'au maximum.

Après l'essai avec ces réglages, il faut peaufiner chacun d'entre eux afin d'obtenir une suite de notes différentes la plus mélodieuse possible. La cadence d'émission joue aussi un grand rôle pour la perception auditive

# CARILLON MUSICAL 10 NOTES

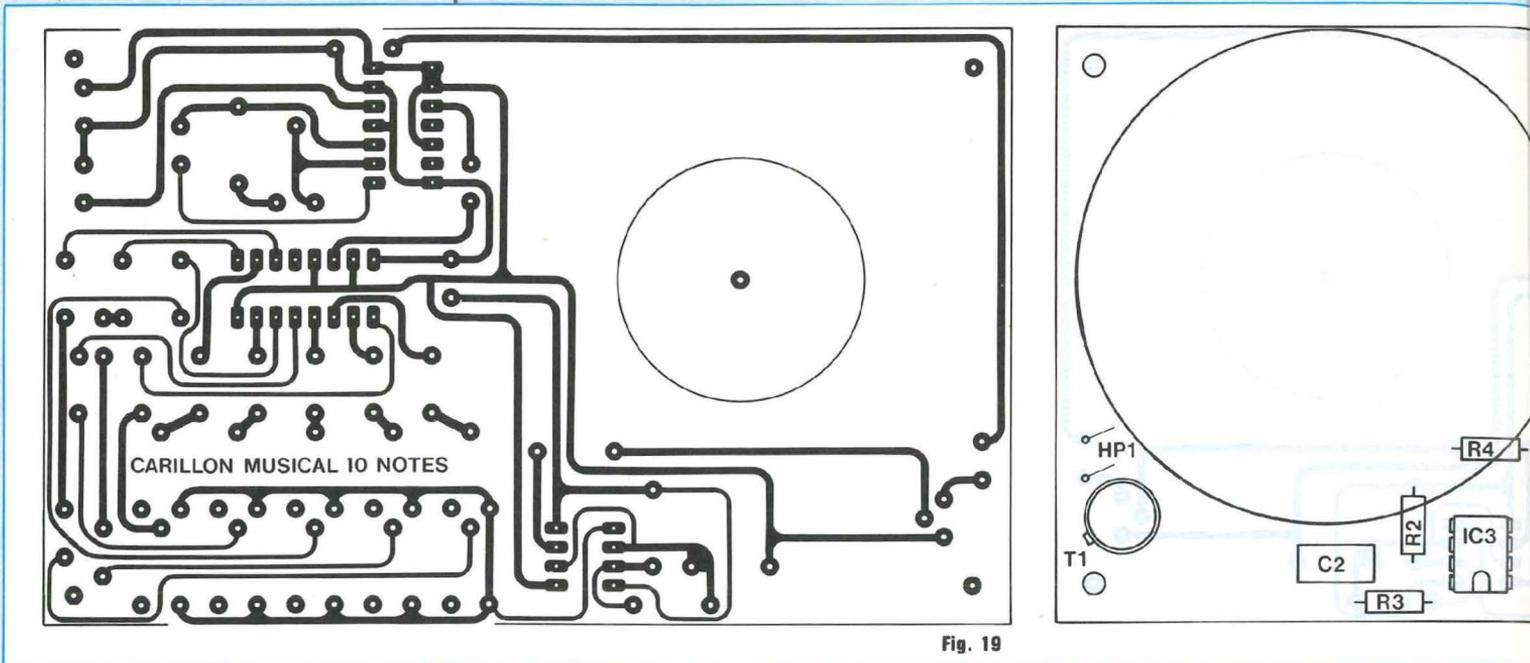


Fig. 19

## BON DE COMMANDE

Pour compléter votre collection de LED

à adresser aux EDITIONS PERIODES  
service abonnements  
1, boulevard Ney 75018 PARIS

Les numéros non mentionnés sont épuisés.

(Indiquer la quantité et cocher les cases correspondantes aux numéros désirés).

Je vous fais parvenir ci-joint le montant

de ..... F par CCP  par chèque bancaire   
par mandat

30 F le numéro (frais de port compris)

(Ecrire en CAPITALES, S.V.P.)

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

N° ..... RUE .....

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

- Je désire : ... n° 65  ... n° 81  ... n° 96   
 ... n° 102  ... n° 104  ... n° 106  ... n° 107   
 ... n° 112  ... n° 116  ... n° 117  ... n° 118   
 ... n° 119  ... n° 120  ... n° 121  ... n° 122   
 ... n° 123  ... n° 124  ... n° 125  ... n° 126   
 ... n° 127  ... n° 128  ... n° 129  ... n° 130

# UN ACCUEIL AGREABLE

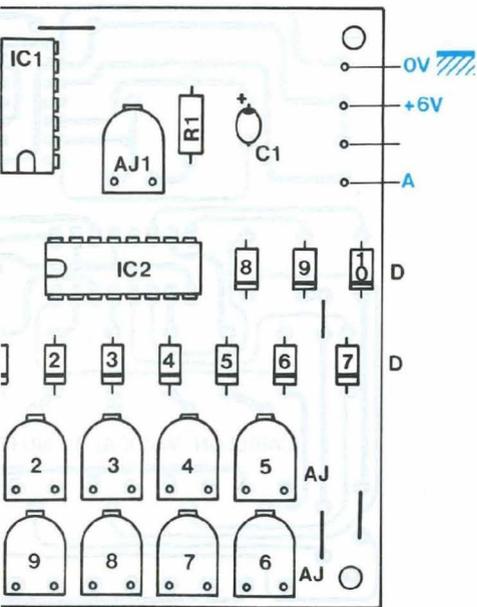


Fig. 20

## NOMENCLATURE DES COMPOSANTS

### • Semiconducteurs

IC1 - 4047  
 IC2 - 4017  
 IC3 - 555  
 T1 - 2N1711  
 D1 à D10 - BAX13 ou 1N4148

### • Condensateurs

C1 = 10  $\mu$ F/35 V tantale goutte  
 C2 = 47 nF C280

### • Résistances

R1 = 4,7 k $\Omega$  1/4 W 5 %  
 R2 = 22 k $\Omega$  1/4 W 5 %  
 R3 = 27 k $\Omega$  1/4 W %  
 R4 = 1,8 k $\Omega$  1/4 W %

### • Divers

AJ1 à AJ11 - Piher, modèle horizontal, 22 k $\Omega$   
 HP1 = haut-parleur 8  $\Omega$  - 0,3 W

de l'air musical émis.

En ce qui concerne la borne A représentée sur le schéma électrique de la figure (3) et dont nous n'avons pas encore parlé, elle donne la possibilité d'émettre une tonalité continue à partir du moment où elle est portée à la masse du montage.

## CONCLUSION

Ce petit appareil très simple à réaliser est d'un fonctionnement sûr. Nous avons donné le maximum d'explications pour la compréhension des différentes parties le constituant et nous enjoignons de nombreux jeunes lecteurs à bien assimiler la partie technique avant d'en entreprendre la construction, ce qui, somme toute est le plus sûr garant de progresser, à travers LED, dans le merveilleux domaine de l'électronique appliquée.



**MONTPARNASSE**

16, rue d'Odessa 75014 PARIS

Tél : 43 21 56 94

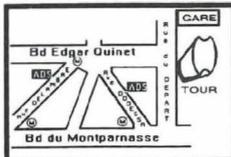
Fax : 43 21 97 75

**MINITEL AU 43 20 20 20**

Service expédition rapide **COLISSIMO** Règlement à la commande : forfait de port 35 F. Contre-remboursement **COLISSIMO** : Forfait 80 F

Prix et caractéristiques donnés à titre indicatif pouvant être modifiés sans préavis. Les produits actifs ne sont ni repris ni échangés. Administrations et sociétés acceptées, veuillez vous renseigner pour les modalités.

## MONTPARNASSE



Métro Montparnasse  
 Edgar Quinet ou Vavin

Ouvert du mardi au samedi de 10 h à 13 h et de 14 h à 19 h

## PROMOTION PAR QUANTITE SUR NOMBREUSES REFERENCES CIRCUITS INTEGRES

dans la limite des stocks

remise 20% sur les kits **DIAMANTS**

## VOS CIRCUITS IMPRIMES D'APRES FILM POSITIF

gravure, perçage, étamage

simple face 65 F le dm<sup>2</sup>

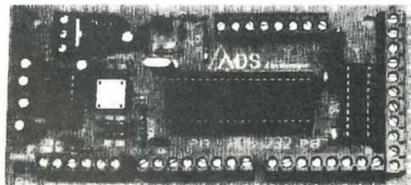
double face 100 F le dm<sup>2</sup>

**LOGIQUE TTL CIRCUITS LINEAIRES CMOS SERIE 4000 MICRO ET PERIPHERIQUES**

**TRANSISTORS Thyristors Triacs Diodes COMPOSANTS MINIATURE DE SURFACE OPTO ET RELAIS**

**LES KITS ET MODULES KEMO - Kits DIAMANT - OK Kits : Kitplus - Kitchoc - Pratikit**

**Kits Velleman - Kits Sales - Modules Cebek**



- 10 entrées analogiques
- 3 ports 8 bits entrée/sortie
- 3 commandes de moteurs pas à pas
- 4 circuits pour mesure relative R/C
- 1 commande PWM pour moteur continu
- 2 interruptions IRQH et IRQL
- directement connectable à un circuit MODEM type EF 7910 pour le commander par téléphone

## EXCEPTIONNEL CARTE ADS 232 EN KIT

Cette carte branchée sur une liaison série et avec n'importe quel logiciel de communication série permet à votre ordinateur de communiquer avec l'extérieur et cela sans savoir programmer.

Avec cette carte vous pouvez transformer votre ordinateur en appareil de mesure et de commande universel, multimètre, ohmmètre, fréquencemètre, système d'alarme, thermomètre, capacimètre ou commander une machine outil, l'utiliser en domotique, etc.

Livré avec schéma, disquette de démo et logiciel de communication sous DOS

**EXCLUSIF 1390 F**  
 REVENDEURS NOUS CONSULTER

## PROMOTION

**LECTEUR DE DISQUETTE 3.5 POUCES SIMPLE FACE**

**L'UNITE 60 F**

**LES 10 PIECES**

**500 F**

**DISPONIBLE KIT CH 102 LECTEUR/COPIEUR DE 68705 P3 AUTONOME**



permet de RELIRE le programme d'un 68705 P3 et de programmer un 68705 P3 vierge. La sauvegarde du programme est possible grâce à sa liaison RS 232. PRESSEZ-VOUS. livré avec disquette

**490 F**



## EDITIONS PERIODES

### VOTRE SERVICE CIRCUITS IMPRIMES

Réalisation de vos prototypes en 48H00 sur plaques époxy

**\* à partir de vos films positifs**

(gravure, découpe, étamage)

	Non percé	Percé
le simple face :	40F le dm <sup>2</sup>	65F le dm <sup>2</sup>
le double face :	62F le dm <sup>2</sup>	100F le dm <sup>2</sup>

**Professionnels, consultez-nous : prix par quantités**

Plaques présensibilisées positives  
Epoxy FR4 16/10<sup>e</sup> - cuivre 35 microns

Format	1 ou 2 faces cuivrées	Qté	Prix
100 × 150	10,00 F		
150 × 200	20,00 F		
200 × 300	40,00 F		
Frais de port et emballage.....			10 F
<b>Total à payer</b> .....			<b>F</b>

**DORENAVANT  
POUR TOUTE COMMANDE  
DE CIRCUITS IMPRIMES  
OU DE FILMS POSITIFS  
LIBELLEZ  
VOTRE CHEQUE  
A L'ORDRE  
DES EDITIONS PERIODES  
ET NON PLUS T.S.C.**

### SERVICE CIRCUITS IMPRIMES

Support verre époxy FR4 16/10 - cuivre 35 μm

	Qté	Circuits non percés	Circuits percés	Total
• Télécommande infra-rouge				
- Emetteur .....		12,00 F	19,00 F	
- Récepteur .....		24,00 F	38,00 F	
- Alimentation récepteur .....		23,00 F	37,00 F	
• Carillon de porte .....		40,00 F	65,00 F	
• Boîte à rythme				
- Séquenceur .....		28,00 F	45,00 F	
- Générateurs de percussions .....		59,00 F	95,00 F	
- EPROM 27128 programmée .....			150,00 F	
Frais de port et emballage .....				10 F
<b>Total à payer</b> .....				<b>F</b>

### FILM POSITIF AGFA DLD510p

Pour la gravure de vos C.I.

### SERVICE SUPPRIME

#### ENCEINTE 2 VOIES EURIDIA

(décrite dans Led n<sup>os</sup> 114-115)

- Haut-parleurs SP 1220 PHL + D28 Dynaudio  
**1 536 F**
- SP 1220 + D28 + filtres passe-haut/passe-bas  
**1 780 F**
- Module compensation d'impédance  
**140 F**
- Frais d'expédition (par enceinte : 100 F).

NOM .....

PRENOM .....

N° ..... RUE .....

CODE POSTAL .....

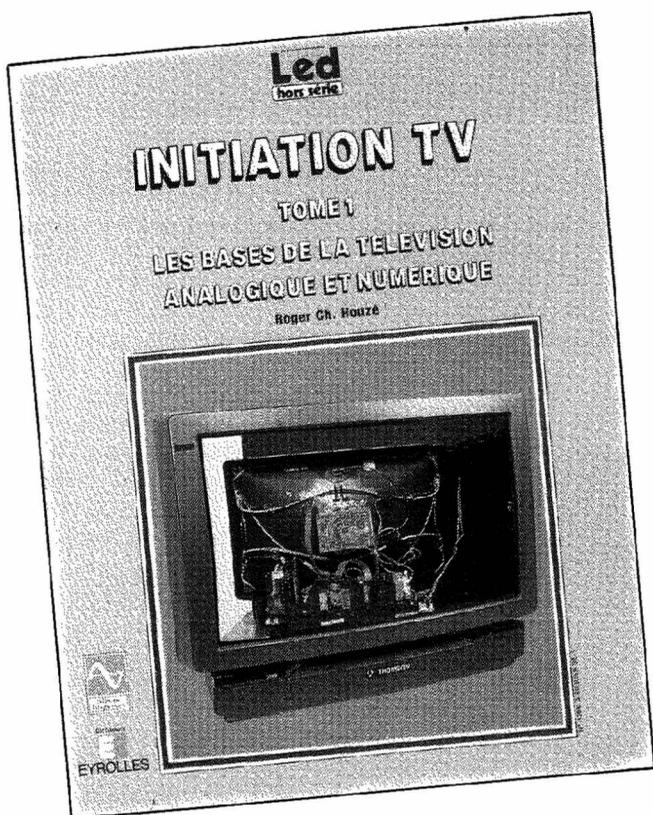
VILLE .....

Paiement par C.C.P.  par chèque bancaire  ou par mandat

libellé à l'ordre de  
**EDITIONS PERIODES**

1, boulevard Ney, 75018 Paris

Tél. 44.65.80.88 poste 7315



## INITIATION TV - TOME 1 LES BASES DE LA TELEVISION ANALOGIQUE ET NUMERIQUE

de

**Roger Ch. Houzé**

**128 pages**

**Analyse d'une image télévisée**  
**Principe de la télévision numérique**  
**Le canal de télévision**  
**Principes du codage couleurs**  
**Les télévisions codées et cryptées**  
**La réception des satellites**  
**La télévision et le caravanning**  
**L'antenne et la TV**  
**Principaux émetteurs TV**

La télévision évolue rapidement. Ces derniers temps, l'apparition du numérique, le nouveau format 16/9<sup>e</sup>, la haute définition, ont bouleversé les techniques classiques de la télévision pour ouvrir de nouvelles perspectives à l'image cathodique à l'aube de l'an 2000.

L'auteur, Roger Ch. Houzé, qui collabora dès 1955 au développement de la télévision, dans les liaisons à longue distance, met toute son expérience et son sens didactique pour expliquer en termes simples et clairs les principes de fonctionnement de la TV analogique.

Un ouvrage clair, répondant avec netteté et exactitude aux nombreuses questions que l'on se pose sur la TV d'aujourd'hui et de demain.

"Initiation TV" de Roger Ch. Houzé est édité par le département E.M.P.P.S. des Editions Fréquences et diffusé par Eyrolles 61, bld St-Germain, 75240 Paris Cedex 05.

### BON DE COMMANDE

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

Je désire recevoir « INITIATION TV - TOME 1 » au prix de 170 F, port compris

NOM \_\_\_\_\_ PRENOM \_\_\_\_\_

ADRESSE \_\_\_\_\_

CODE POSTAL \_\_\_\_\_ VILLE \_\_\_\_\_

Ci-joint mon règlement par :

C.C.P.

Chèque bancaire

# PEDALES POUR INSTRUMENTS MICRO-BOITE A RYTHME PROGRAMMEE

Cette boîte à rythme clôturera notre série de pédales dont la description s'est poursuivie depuis plus de deux ans. Elle utilise un séquenceur de rythmes spécialement programmé pour cette application, chargé de piloter six générateurs de sons. Une EPROM d'assez forte capacité est mise à contribution pour restituer l'un des 200 motifs qui peuvent y être stockés.

## PRESENTATION FONCTIONNELLE

Les percussions disponibles sont au nombre de 6 : grosse caisse, caisse claire, charleston ouvert, charleston fermé et 2 percussions latines : haut bongo et bas bongo. Le schéma fonctionnel de la fig. 1 présente l'organisation générale du séquenceur de rythmes. Une horloge associée à un compteur de motifs fournit le tempo du rythme sélectionné. Deux roues codeuses assurent la sélection rapide d'un motif dont le nom de code peut être compris entre "00" et "99". A chaque motif de base correspond une variation ou "break" (par exemple un roulement de caisse claire ou une cassure dans le rythme), de façon à éviter la monotonie et marquer les transitions dans vos créations musicales. Pour obtenir un maximum de souplesse lors de son utilisation, l'accès au "break" est asynchrone (c'est-à-dire qu'on peut passer de l'un à l'autre à n'importe quel moment) et sera utilisé de préférence sous la forme d'un commutateur au pied. Un poussoir d'initialisation du motif sélectionné (RAZ) permet de déclencher ou de stopper un motif à la demande et sera également — si possible — un poussoir au pied. La section des générateurs de percussions utilise des instruments analogiques dont la base a été décrite dans les n<sup>os</sup> 87 et 88. Sensiblement

améliorés, ces générateurs sont nettement plus fiables que les précédentes versions. Par rapport à la réalisation de l'époque (il y a 4 ans exactement), nous sommes passés de 9 instruments à 6 en raison des impératifs que nous nous sommes fixés : coût à la baisse (50%) et compacité (boîtier économique destiné aux pédales). Par contre, nous avons conservé l'EPROM préprogrammée d'origine dont le contenu n'a rien à envier aux boîtes à rythmes du commerce. Rappelons que, moyennant une astuce, elle permet de disposer d'une palette de 9 instruments à partir d'un bus de données sur 8 bits ! En effet, le pilotage du charleston et du bas bongo dépendent de la combinaison logique envoyée sur les sorties "charley ouvert" et "charley fermé". La table de vérité de la fig. 2 indique les conditions de fonctionnement prévues dans l'EPROM.

Ceci explique la présence d'un dispositif de décodage en sortie de l'EPROM. Ainsi, la sortie ChO active le bas bongo si ChF est inactif et le charleston ouvert si ChF est actif.

## SCHEMA STRUCTUREL DU SEQUENCEUR DE RYTHMES

Il est présenté en fig. 3. L'horloge est réalisée à partir d'un compteur 4060, le réglage du tempo étant réalisé par P1. Le compteur permet de séquencer 32 pas par motif, générés

par une EPROM 27128 ou 27256. La sélection du type d'EPROM est effectuée en configurant la broche "27" du composant : un niveau haut est requis pour positionner la 27128 en lecture, tandis que la 27256 nécessite un niveau bas pour valider uniquement la zone d'adressage inférieure. Le choix de l'une ou l'autre des EPROM sera dicté uniquement par des impératifs de prix ou de disponibilité. Du point de vue fonctionnel, il n'y a aucune différence entre les deux produits. Une diode électroluminescente (D1) assure la visualisation du tempo en cours (4 impulsions lumineuses par mesure). Le décodage des instruments est assuré par un circuit logique 7402 contenant 4 portes "NOR" à 2 entrées. Pour simplifier la réalisation de l'alimentation, on a utilisé un "bloc d'alimentation externe". C'est économique, on supprime tout risque de ronflement et on gagne de la place. Le régulateur 7812 assurera l'alimentation de la partie analogique (les générateurs de percussions !).

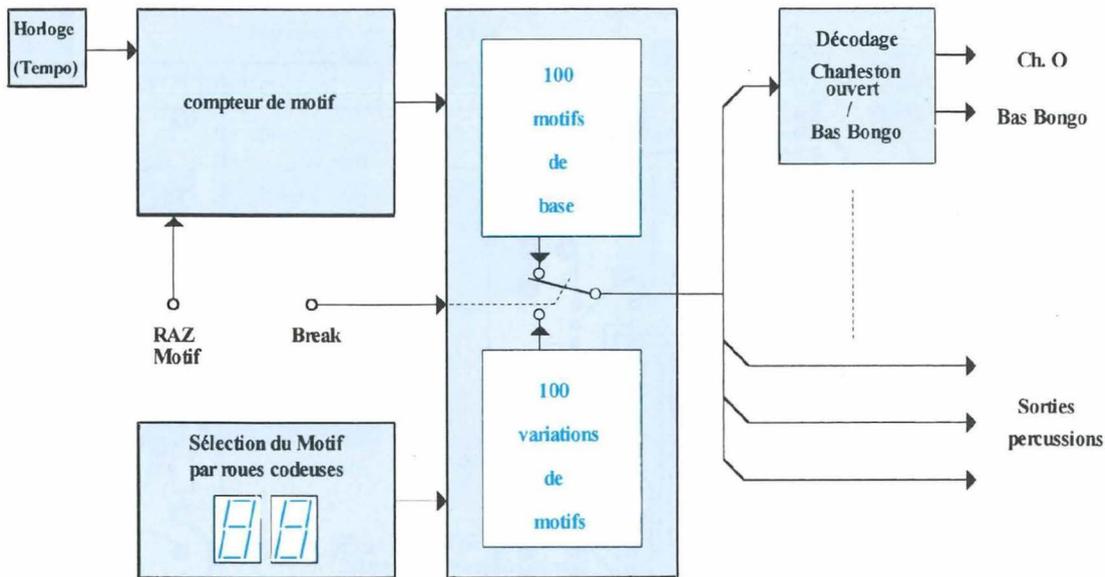
## REALISATION PRATIQUE DU SEQUENCEUR

L'alimentation et le séquenceur sont implantés sur un circuit imprimé simple face, doté de 9 straps. Le tracé des pistes est indiqué en fig. 4. L'implantation des composants en fig. 5. Les pastilles étant de faible diamètre et certaines pistes assez fines, on veillera bien à s'assurer de la continuité des conducteurs et à éliminer tout risque de court-circuit entre les lignes et les pastilles. Utilisez toujours des supports pour les circuits intégrés. Le plan d'implantation laisse apparaître les sorties destinées à 3 percussions supplémentaires : tom haut, tom médium et tom bas. Elles pourraient être utilisées à partir des modules générateurs décrits dans le n<sup>o</sup> 87 ou d'après les indications fournies à la fin de l'article.

P1 peut être remplacé par un réseau de résistances associé à un commu-

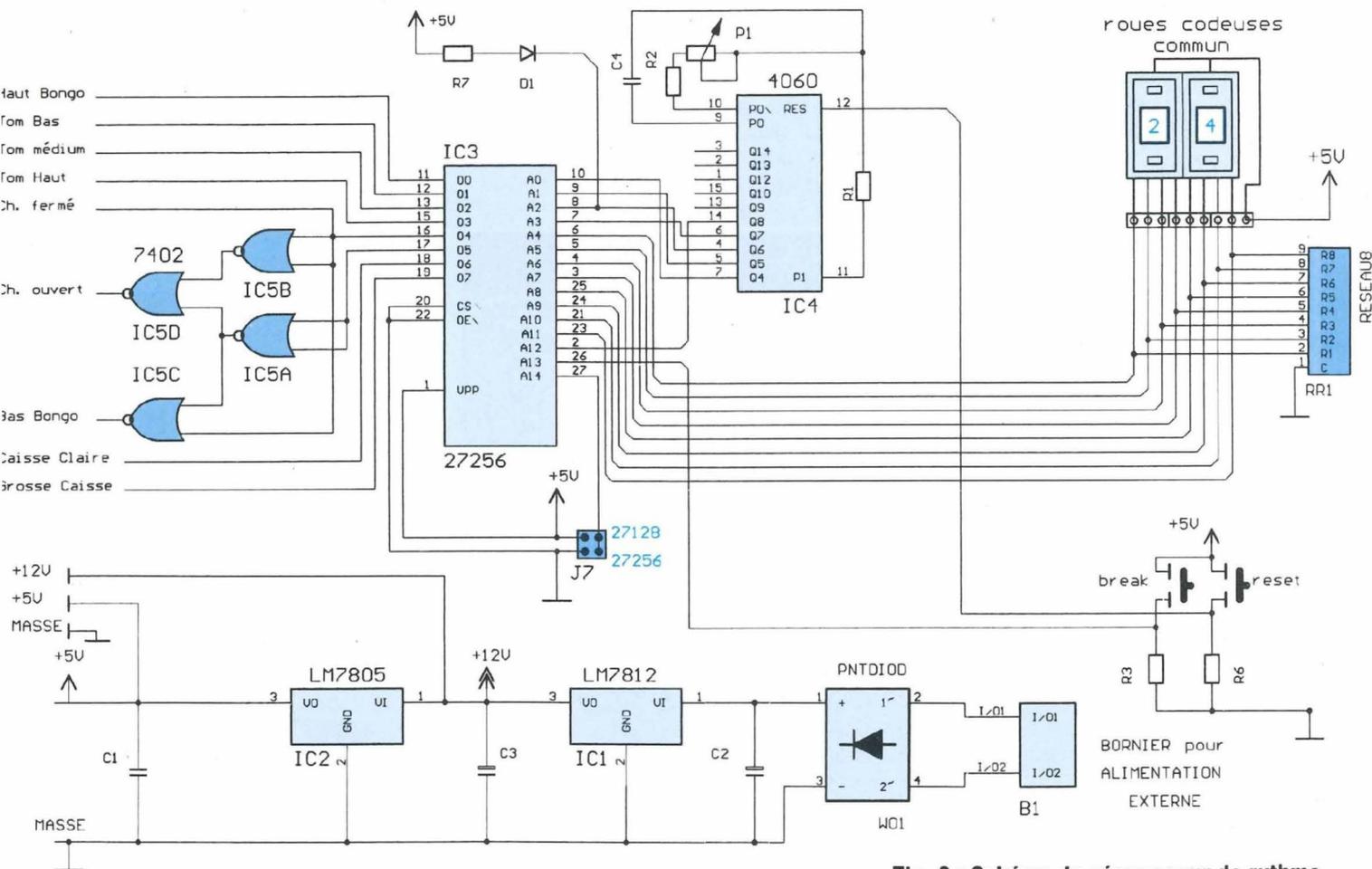
# 200 MOTIFS STOCKES

**Fig. 1 : Organisation fonctionnelle du séquenceur de rythme.**



**Fig. 2**

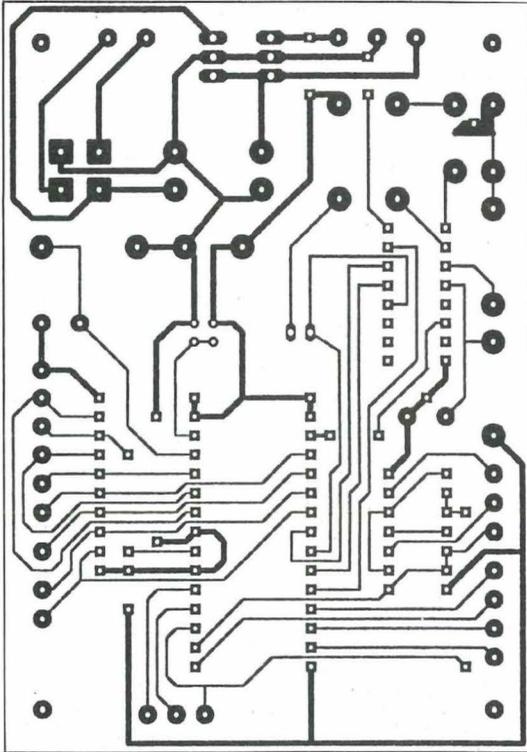
ChO	ChF	Validation
0	0	aucun
0	1	Ch. fermé
1	0	Bas Bongo
1	1	Ch. ouvert



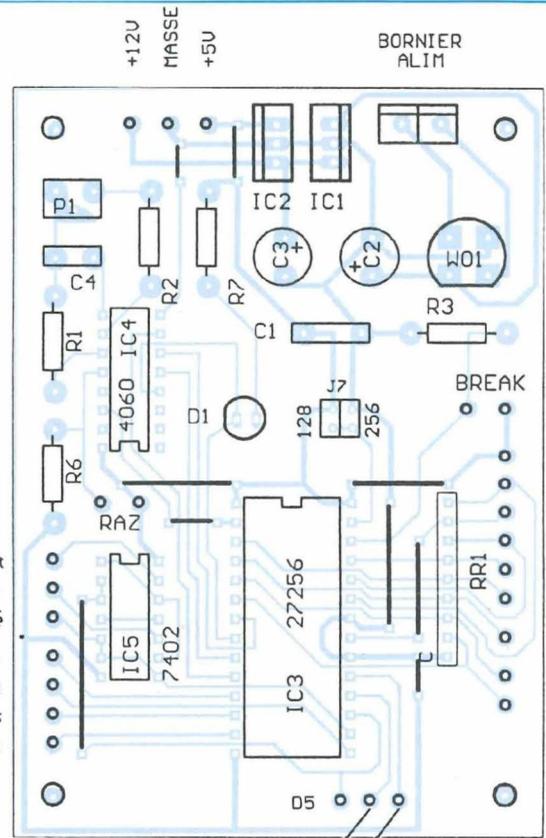
**Fig. 3 : Schéma du séquenceur de rythme.**

# BOITE A RYTHME PROGRAMMEE

Fig. 4



Ch. ouvert  
 Bas Bongo  
 Ch. fermé  
 Haut Bongo  
 Tom Haut  
 Tom Bas  
 Tom Médium



+5V  
 D  
 C  
 C  
 B  
 B  
 A  
 D  
 C  
 C  
 B  
 A  
 Unités Dizaines  
 BOULES CODEUSES

Fig. 5

Caisse Claire  
 Grosse Caisse

## NOMENCLATURE DES COMPOSANTS

### SEQUENCEUR

• Résistances

- R1 - 220 kΩ
- R2 - 15 kΩ
- R3 - 2,2 kΩ
- R6 - 2,2 kΩ
- R7 - 1 kΩ

RR1 - réseau de résistances 2,2 kΩ (8 résistances + 1 commun)

• Potentiomètre

P1 - 47 kΩ (ajustable verticale ou potentiomètre pour boîtier)

• Condensateurs

- C1 - 100 nF
- C2 - 470 μF/25 V
- C3 - 10 μF/25 V
- C4 - 100 nF

• Semiconducteurs

- IC1 - LM7812
- IC2 - LM7805
- IC3 - 27128 / 27256

IC4 - CD4060 / 74HCT4060

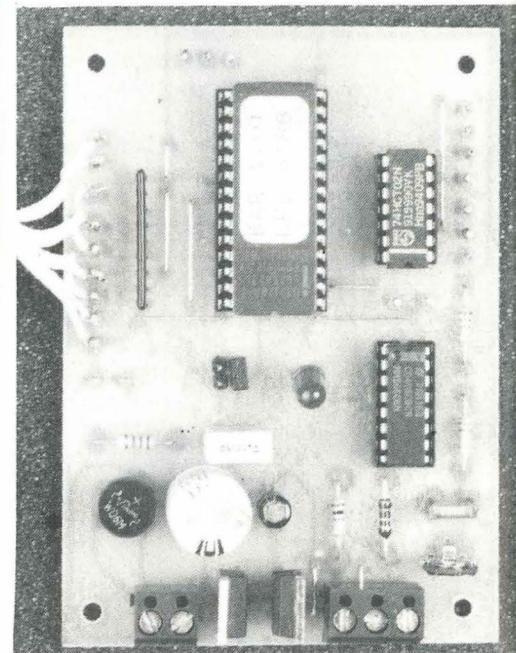
IC5 - 74HCT02

WO1 - pont de diodes 60 V/1 A

D1 - DEL rouge 5 mm (de préférence à haut rendement)

• Divers

- Supports :
  - 28 broches × 1
  - 16 broches × 1
  - 14 broches × 1
- 2 poussoirs miniatures en façade ou poussoirs au pied
- 2 roues codeuses à sorties BCD sur 4 bits (par exemple : Cherry, type miniature T55)
- 4 picots pour le strap de sélection d'EPROM 27128/27256
- Bornier d'alimentation pour bloc d'adaptation secteur standard (embase pour châssis)



# 200 MOTIFS STOCKES

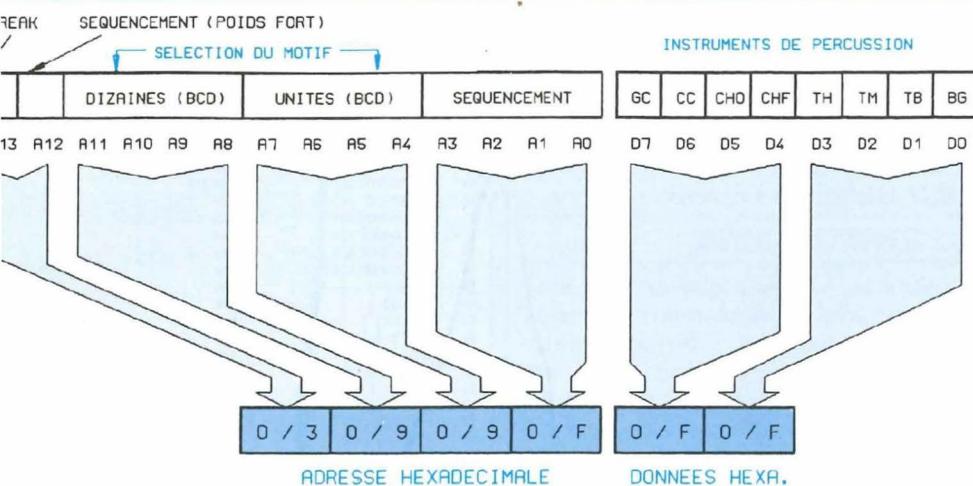


Fig. 6a : Représentation binaire et encodage hexadécimal.

BINAIRE	HEX	BCD
0 0 0 0	0	0
0 0 0 1	1	1
0 0 1 0	2	2
0 0 1 1	3	3
0 1 0 0	4	4
0 1 0 1	5	5
0 1 1 0	6	6
0 1 1 1	7	7
1 0 0 0	8	8
1 0 0 1	9	9
1 0 1 0	A	-
1 0 1 1	B	-
1 1 0 0	C	-
1 1 0 1	D	-
1 1 1 0	E	-
1 1 1 1	F	-

Fig. 6b : Transcodage binaire → hexadécimal et binaire → BCD.

tateur rotatif. De cette façon, il serait possible de pré régler des temps standard, plus rapidement accessibles qu'avec un potentiomètre unique. (Les battements standard prévus sur les rythmes sont 240, 200, 180, 140, 120, 100 ; ces valeurs correspondent à un nombre de battements par minute.)

## PRESENTATION DE "L'ENVIRONNEMENT LOGICIEL"

L'EPROM de notre boîte à rythmes est disponible en libre service et n'exige rien de plus que d'être insérée correctement dans le support qui lui est destiné. Il est cependant possible de lui rajouter 50 motifs de base et 50 breaks supplémentaires. Si vous en avez les moyens matériels, il est également possible de procéder vous-mêmes à la programmation du composant. Nous disposons d'une EPROM de capacité 16 koctets (27218), ce qui correspond à 14 bits d'adresses (A0 à A13). La répartition des broches d'adressage a été effectuée comme suit :

— Le compteur IC4 contrôle le

séquençement d'un motif, en scrutant les bits A0, A1, A2, A3 et A12 de l'EPROM : la longueur d'un motif dépend donc de 5 bits, soit 32 pas.

— Le "break" est contrôlé par un bouton poussoir qui agit directement sur le bit d'adresse de poids fort de l'EPROM, soit A13.

— La sélection du motif est effectuée sur 2 × 4 bits, en BCD, sur les bits A8 à A11 pour les dizaines et A4 à A7 pour les unités.

— La répartition des percussions sur le bus de données de l'EPROM est effectuée comme suit : D7 = GC, D6 = CC, D5 = CHF, D4 = CHO (ou BBG), D3 = TH, D2 = TM, D1 = TB, D0 = HBG.

Cette répartition n'est pas du tout arbitraire et est liée à la représentation hexadécimale qui est utilisée sur la plupart des programmeurs d'EPROM ; consultons le croquis de la fig. 6a pour s'en convaincre : il présente les relations entre l'adressage interne de l'EPROM et les paramètres qui sont effectivement contrôlés. La notation binaire (en haut) met en évidence les fonctions allouées à chaque bit d'adresse (à gauche) et de donnée (à droite), conformément à la description précédente. L'encodage sous forme hexa-

décimale, obligatoire pour programmer le composant, est relativement simple puisqu'il suffit de décomposer la représentation binaire en blocs de 4 bits en partant du bit de poids faible, chaque "quartet" étant codé conformément au tableau de la fig. 6b.

Le résultat du transcodage binaire → hexadécimal se présente sous une forme plus compacte (en bas de la fig. 6a), plus facile à interpréter et à transcrire sur un programmeur d'EPROM (la représentation "0/3" signifie "valeurs possibles : de 0 à 3"). Le chiffre hexadécimal de poids fort n'est issu que des deux bits A12 et A13 : il permet de différencier les motifs de base (valeur 0 ou 1) des variantes de motifs, ou "breaks" (valeur 2 ou 3).

En ce qui concerne la programmation, les "pas" d'un même motif se suivent en mémoire par blocs de 16 dans l'ordre dans lesquels ils seront joués puisque les 4 bits de poids faible du compteur sont reliés aux poids faibles de la mémoire. Le cinquième bit est ramené sur A12 pour libérer les deux quartets qui suivent et ainsi faciliter la lecture en hexadécimal du numéro du motif (l'utilisation de roues codeuses en BCD per-

# BOITE A RYTHME PROGRAMMEE

met une lecture directe des codes de motifs programmés).

## ELABORATION

### DES MOTIFS DE RYTHME

Pour vous faciliter la procédure toujours fastidieuse d'élaboration des rythmes, nous avons reproduit en annexe 1 les fiches d'édition des séquences de rythmes. Les motifs de base sont différenciés des variantes de motif, ce qui a permis de préremplir la zone d'adressage qui est commune à tous les motifs. A titre d'exemple, le motif "01", dénommé "Rock 1", a été reproduit intégralement pour lever les derniers doutes.

Dans un premier temps, les données sont transcrites en binaire de façon à différencier chaque générateur de percussion (on peut remarquer que le motif de base utilise uniquement le charleston, la grosse caisse et la caisse claire, tandis que le break exploite notamment le tom haut à la place du charley). Les données ainsi positionnées forment deux mots contigus de 4 bits qui, après transcodage binaire/hexadécimal, tiendront sur deux chiffres à gauche des données binaires précédentes. Dans la zone d'adressage qui est préremplie, il ne reste plus qu'à indiquer le numéro de motif que vous lui destinez. Un motif complet comporte donc 64 octets, variante comprise ! Afin d'éviter au lecteur le souci de la programmation, une EPROM programmée est disponible en libre service et contient 100 motifs (50 bases et 50 breaks). La liste de ces motifs est indiquée en fig. 7. Chaque motif est accompagné de son numéro de code dans l'EPROM ainsi que du tempo le plus approprié. La première série de 01 à 29 concerne les registres jazz, rock et dérivés. Les motifs 31 et 39 utilisent plus particulièrement les sons latins (haut bongo et bas bongo), pour les rythmes exotiques (samba...). La toute dernière série de 41 à 49 fait plutôt office de métronome afin de disposer d'une source de "tempo"

stable et uniforme lors d'un travail personnel. Pour les plus téméraires, le vidage de l'EPROM est listé en annexe 2.

## DESCRIPTION

### DES GENERATEURS

### DE PERCUSSIONS

Notons au passage que ces générateurs pourraient également être pilotés par l'une des interfaces pour Atari ou PC présentées dans les nos 126 et 127. Enfin, le module "générateurs" comporte 6 sons de percussions totalement indépendants les uns des autres... ce qui laisse entrevoir une dernière application : la réalisation d'une batterie électronique à laquelle il ne manquerait plus que les "pads" qui, percus avec des baguettes, assureraient la production d'une impulsion de commande aux générateurs.

Chaque générateur comporte un circuit logique fixant la durée des impulsions de commande, suivi soit d'une oscillateur amorti (grosse caisse, bongos), soit d'un générateur de bruit (pédale charleston) ou encore d'une combinaison des deux (caisse claire). Les instruments de percussions sont ensuite dirigés vers un mélangeur destiné à attaquer tout amplificateur de puissance (sono, chaîne Hi-Fi ou ampli pour instrument).

## ANALYSE STRUCTURELLE

### DU MONTAGE

Le schéma structurel de la fig. 8 présente la partie logique qui met en œuvre 6 monostables 74LS221. Cette configuration permet au module d'être compatible avec n'importe quelle source de signal logique (ordinateur, port parallèle, séquenceur, 68705, etc.) sans altérer les caractéristiques sonores des générateurs de percussions. Chaque entrée est précédée d'un condensateur antiparasite, évitant aux monostables de se déclencher intempestivement (ces entrées sont

N°	TYPE DE MOTIF	TEMPO CONSEILLE
00	SILENCE	-
01	ROCK 1	120
02	ROCK 2	140-180
03	ROCK 3	240
04	ROCK 4	200
05	HEAVY METAL 1	140
06	HEAVY METAL 2	240
07	SLOW-ROCK 1	140
08	SLOW-ROCK 2	180
09	FREE-ROCK	200-240
10	SILENCE	-
11	JAZZ-ROCK 1	200
12	JAZZ-ROCK 2	240
13	JAZZ-ROCK 3	200
14	JAZZ-ROCK 4	200
15	JAZZ 1	200
16	JAZZ 2	200
17	DISCO 1	120
18	DISCO 2	240
19	DISCO 3	240
20	SILENCE	-
21	FUNK	240
22	RAP	240
23	FOX-TROT 1	240
24	FOX-TROT 2	240
25	R&B 1	200
26	R&B 2	200
27	COUNTRY	200
28	BALLADE 1	180
29	BALLADE 2	180
30	SILENCE	-
31	MARCHE	240
32	MERENGUE	240
33	MAMBO	280
34	RUMBA	240
35	BOSSA NOVA	140
36	SAMBA	120
37	CHA CHA	120
38	AFRIQUE NOIRE 1	140
39	AFRIQUE NOIRE 2	140
40	SILENCE	-
41	METRONOME 1/32 HAUT BONGO	(TEMPO= 30 si Fh=16Hz)
42	METRONOME 2/32 HAUT BONGO	(TEMPO= 60 " )
43	METRONOME 4/32 HAUT BONGO	(TEMPO=120 " )
44	METRONOME 8/32 HAUT BONGO	(TEMPO=240 " )
45	METRONOME 16/32 + DEPART CC	
46	METRONOME 16/32 + DEPART GC	
47	METRONOME 4/32 + GC + CC	
48	METRONOME 4/32 + HAUT BONGO	
49	METRONOME 4/32 + BAS BONGO	

pour les rythmes de 00 à 39 présentés ci-dessus, la correspondance entre tempo proposé et la fréquence d'horloge est la suivante:

120 : 8Hz
140 : 9,33Hz
180 : 12Hz
200 : 13,33Hz
240 : 16Hz
280 : 18,7Hz.

Fig. 7 : Liste des motifs implantés en EPROM.

extrêmement sensibles à l'environnement extérieur). La durée de l'impulsion de sortie dépend de la relation suivante :

$$T = 0,69 \times R \times C,$$

ce qui est très simple à calculer ! Le schéma structurel des générateurs sonores est indiqué en fig. 9. Si on sépare l'ensemble du schéma par une ligne centrale dans la direction verticale, on peut différencier à gauche les générateurs utilisant du bruit blanc et à droite ceux qui n'utilisent qu'un oscillateur amorti. Les instruments à bruit utilisent un générateur de bruit analogique, réalisé à partir d'une source de bruit — la jonction en inverse d'un BD136 ! — dont le spectre est assez limité dans les hautes fréquences. Cependant, le bruit délivré est d'amplitude éle-

# 200 MOTIFS STOCKES

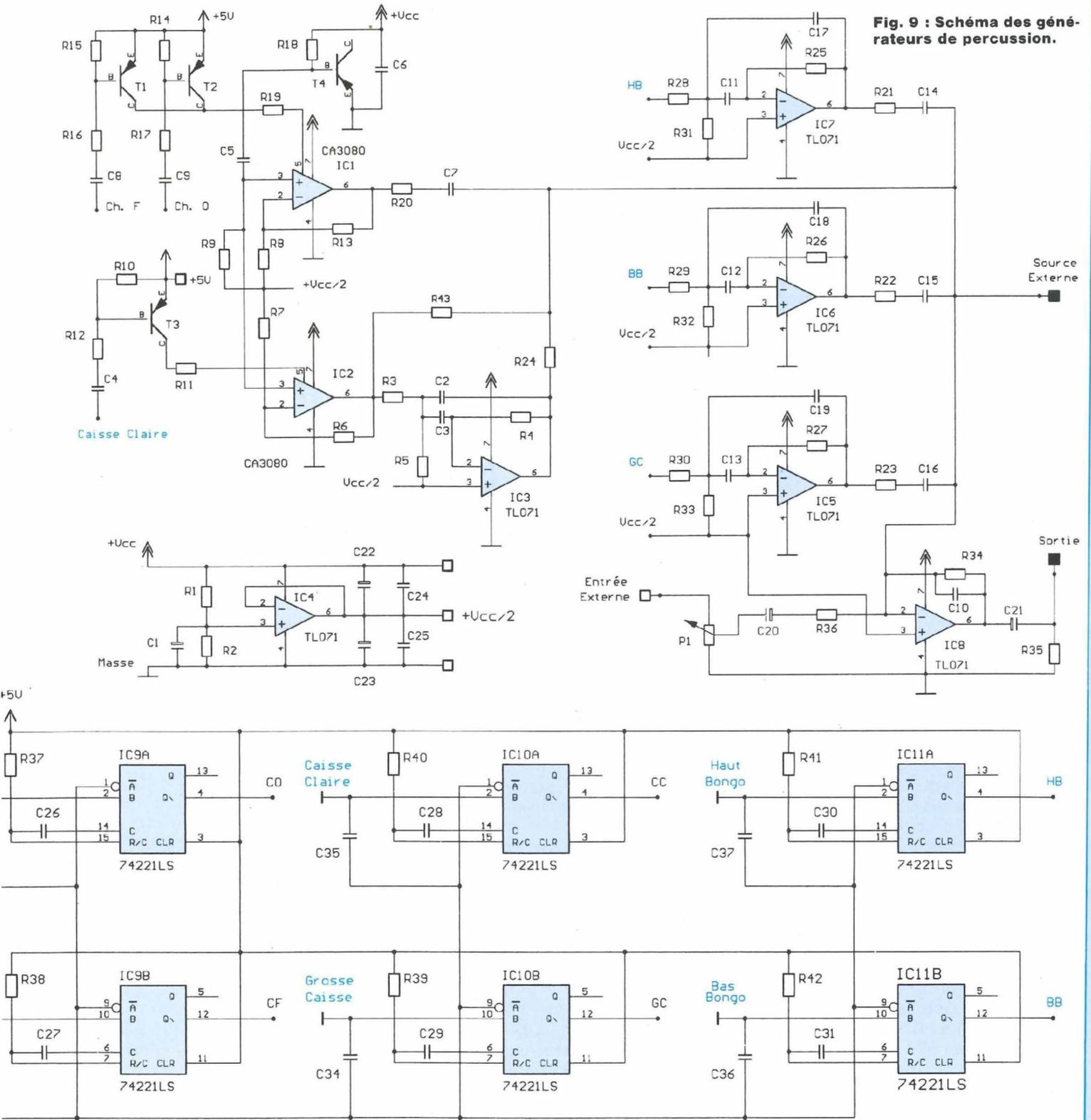


Fig. 8 : Générateurs d'impulsions calibrées.

Fig. 9 : Schéma des générateurs de percussion.

# BOITE A RYTHME PROGRAMMEE

Fig. 10

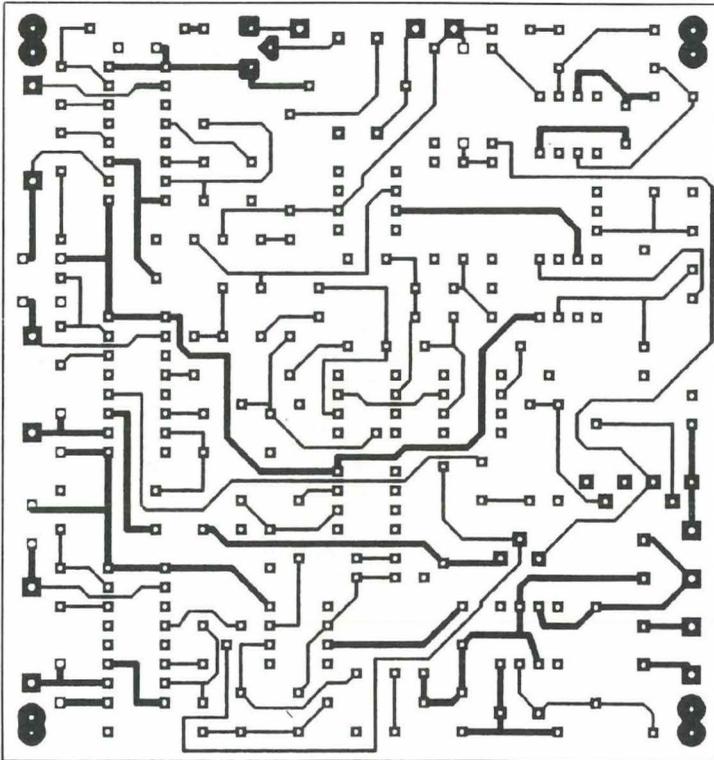
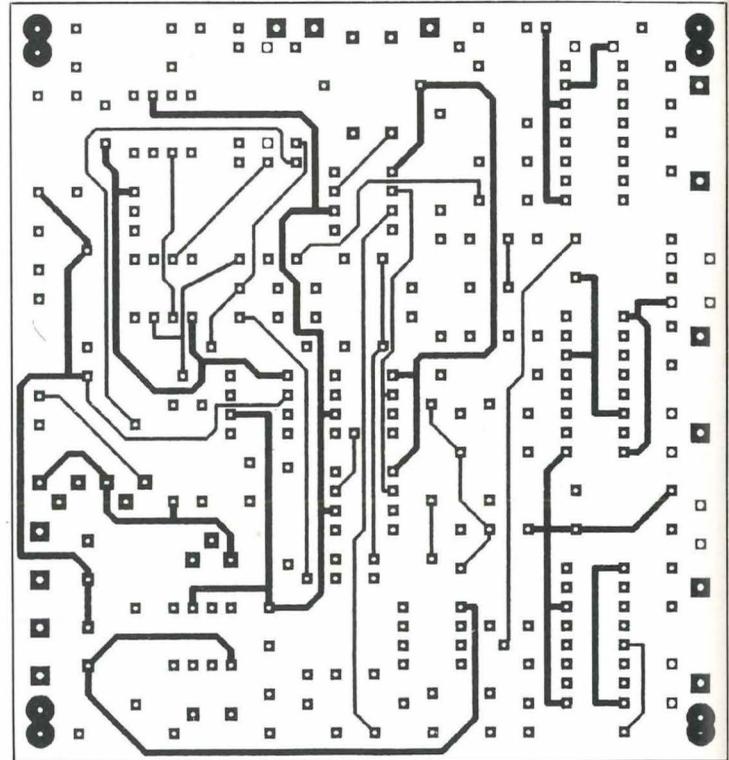


Fig. 11



vée et le dispositif démarre à tous les coups... ce qui n'est pas le cas avec tous les transistors.

Le bruit est dirigé sur deux amplificateurs commandés en courant, des CA3080. Si le courant au niveau de la broche 5 est nul, le gain est minimal (forte atténuation : le bruit ne passe pas). Par contre, l'apparition d'un courant positif fixe le gain de l'amplificateur proportionnellement. L'étage d'entrée à transistor, associé au réseau [R-C] placé sur la base, convertit le signal délivré par les monostables en une impulsion dont l'attaque est brutale et la décroissance rapide (sur T1), moyenne (sur T3) ou lente (sur T2). L'association [transistor + ampli] permet de générer un bruit blanc dont l'enveloppe se rapproche de la dynamique réelle de l'instrument à imiter. La sortie de IC1 est suivie d'un condensateur de

faible valeur (100 pF) de façon à ne laisser passer que les hautes fréquences (pédale charleston). La sortie de IC2, en revanche, est suivie d'un oscillateur amorti assurant une résonance dans le médium pour la caisse claire. R43 permet de diriger une partie du bruit directement vers le mélangeur (IC8). Le dosage entre le bruit et l'oscillation amortie peut être ajusté avec R43 et R24.

Les bongos et la grosse caisse n'utilisent que des oscillateurs amortis, la tonalité du signal pouvant être ajustée avec C14, C15 ou C16 suivant l'instrument. La borne nommée "source externe" permet d'y connecter d'autres générateurs (par exemple les toms haut, médium et bas, ou encore des cymbales). L'entrée externe est destinée à recevoir un instrument (guitare ou clavier) dont le niveau peut être équilibré

## MODULE "GENERATEURS"

### • Résistances

R1, R2, R3, R11, R19, R20, R23, R28, R29, R30, R35, R36, R37, R39, R40, R42 - 100 kΩ  
 R21, R22 - 820 kΩ  
 R4, R6, R10, R13, R14, R15, R27 - 1 MΩ  
 R5, R32, R33 - 4,7 kΩ  
 R7, R8, R12, R16, R17 - 180 Ω  
 R9, R18 - 33 kΩ  
 R24 - 27 kΩ  
 R25 - 2 × 8,2 MΩ en série  
 R26 - 8,2 MΩ  
 R31 - 2,7 kΩ  
 R34 - 47 kΩ  
 R38, R41 - 82 kΩ  
 R43 - 330 kΩ

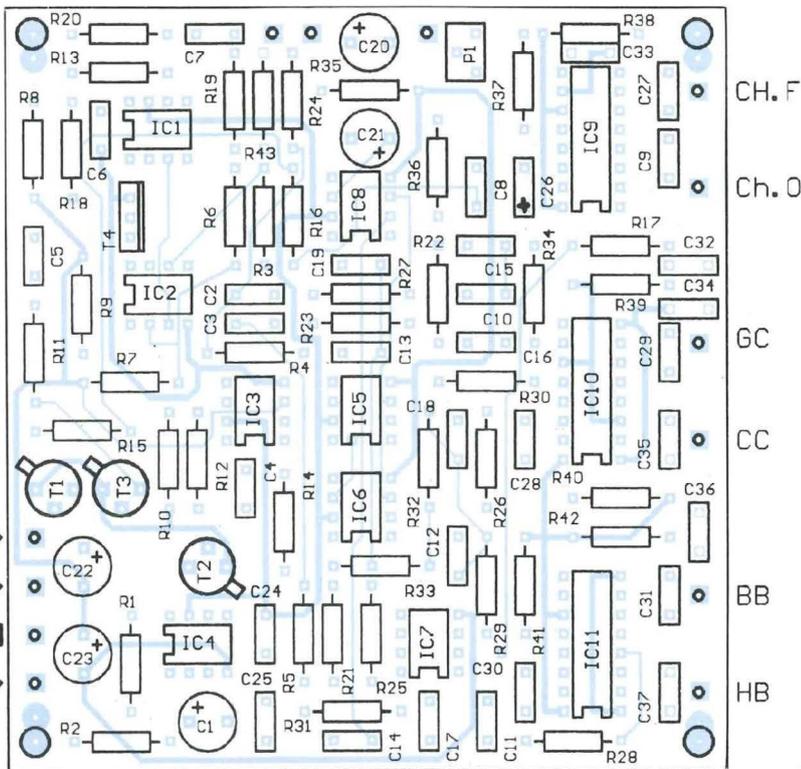
### • Potentiomètre

P1 - 47 kΩ/vertical ou potentiomètre rotatif, axe 4 mm

# 200 MOTIFS STOCKES

SOURCE  
EXT.    SORTIE ENTREE

Fig. 12



## NOMENCLATURE DES COMPOSANTS

### Condensateurs

- C1 - 1  $\mu$ F/chimique/vertical
- C2 - 6,8 nF
- C3 - 15 nF
- C4 - 470 nF
- C5 - 15 nF
- C6 - 470 nF
- C7 - 100 pF
- C8, C27, C29 - 220 nF
- C9 - 680 nF
- C10 - 47 pF
- C11 - 1,5 nF
- C12, C18 - 4,7 nF
- C13 - 22 nF
- C14, C15, C16 - 330 nF
- C17 - 6,8 nF
- C19 - 47 nF
- C20 - 1  $\mu$ F/chimique/vertical
- C21, C22, C23 - 10  $\mu$ F/vertical
- C24, C25 - 150 nF

- C26 - 2,2  $\mu$ F/chimique/vertical
- C28 - 1  $\mu$ F
- C30 - 47 nF
- C31 - 68 nF
- C32 à C37 - 100 nF

### Semiconducteurs

- IC1, IC2 - CA 3080
- IC3 à IC8 - TL071
- IC9, IC10, IC11 - 74LS221
- T4 - BD136, BD138
- T1, T2, T3 - BC560C

### Divers

- Supports :
- 8 broches  $\times$  8
- 16 broches  $\times$  3

bré avec P1. Le gain général est déterminé par R34, qui peut être modifié le cas échéant.

L'ensemble du module utilisant des amplificateurs intégrés, une masse virtuelle a été recréée à partir de IC4 monté en suiveur.

## REALISATION DU MODULE

Le circuit imprimé est assez délicat en raison du format compact de l'ensemble, qui a conduit à l'utilisation d'un support à double face. Le tracé des pistes (face inférieure) est indiqué en fig. 10, le tracé côté composants en fig. 11. En premier lieu, il sera nécessaire de souder les deux uniques straps de liaison interface, l'un sous IC5, à côté de la broche 8 et l'autre devant IC6, au milieu de R33. Viennent ensuite les résistances, supports de circuits intégrés, condensateurs et transistors. A ce stade, il faut veiller à ne pas oublier la moindre soudure du côté composants, inspecter soigneusement les broches des circuits intégrés notamment, ainsi que les broches des condensateurs (leur boîtier moulé risque de masquer certaines pastilles à souder !).

## ESSAIS PRELIMINAIRES

Après avoir relié le séquenceur à un bloc d'alimentation externe standard (type 12 V/1 A), vérifiez au multimètre la présence des tensions +5 V et +12 V en sortie des régulateurs. Si tout va bien, on peut implanter le compteur CD4060 : la LED doit clignoter à une fréquence variable en fonction du réglage de P1 (dans un rapport de 1 à 4 environ). Reliez les alimentations (masse, +5 V et +12 V) au module des générateurs. Assurez-vous que les sources arrivent à toutes les broches d'alimentation des circuits intégrés (+12 V sur les broches 7 des amplificateurs et +5 V sur les broches 16 des monostables). Implanter les monostables et IC4 sur leur support. Vérifiez la présence d'une tension de +6 V environ sur la broche 6 de IC4.

## BOITE A RYTHME PROGRAMMEE

Le test des générateurs peut commencer : l'EPROM n'étant pas câblée, connectez un fil de câblage en guise de "sonde" sur l'une des broches d'adresse A0 (10) ou A1 (9). Cette source de signal régulier permettra d'alimenter les entrées des monostables concernés par le test. Implantez IC8 et IC5, reliez la sortie du mélangeur à un amplificateur. Câblez la sonde sur l'entrée grosse caisse (GC) et vérifiez la présence du signal correspondant (si ça marche mais que le son ne vous convient pas, il vaut mieux le retoucher dans l'immédiat). Procédez de la même façon avec les autres générateurs (IC6, IC7, IC1 et ensuite le couple IC2/IC3). Si le test est concluant, on peut mettre en place les roues codeuses, l'EPROM, le 7402 et enfin câbler les sorties de commande vers les entrées de chaque monostable. Il ne reste plus qu'à accorder les sources de percussions entre elles.

### ACCORDAGE DES INSTRUMENTS DE PERCUSSIONS

La qualité de l'écoute dépend considérablement du soin apporté à cette phase de la réalisation. En effet, les composants électroniques sont pénalisés par une tolérance non négligeable (5% sur les résistances, 10% sur les condensateurs). Il n'est donc pas possible d'envisager une sonorité "au top" du premier coup et les problèmes que vous risquez de rencontrer sont les suivants :

1. Oscillation trop vite amortie ou trop longue sur les oscillateurs.
2. Défaut d'équilibrage de niveau entre les sons.
3. Sensation de sons "désaccordés", sensible surtout au niveau des bongos, l'un par rapport à l'autre, puis de la caisse claire par rapport à la grosse caisse (avec un peu d'habitude).

En ce qui concerne le premier point, la durée de l'oscillation dépend du coefficient de qualité du dispositif

et, en particulier, de la valeur de la résistance de contre-réaction (R25 sur IC7). Si on l'augmente, la décroissance est plus longue et inversement.

L'équilibrage de niveau sonore s'effectue exclusivement en jouant sur la valeur de la résistance de sortie des amplificateurs (R21 sur IC7). Il est préférable de réduire la puissance des instruments prédominants (en augmentant R) plutôt que de relever les autres, car on risque de saturer rapidement les amplis. En règle générale, on favorise la grosse caisse et la caisse claire, qui sont des percussions assez puissantes et on place les bongos très légèrement en retrait.

Le dernier point est le plus délicat car il met en cause plus de composants sur chaque oscillateur. Commencez par accorder les bongos sur une quinte, en plaçant un condensateur en parallèle sur l'un ou l'autre des condensateurs d'origine (ou en modifiant les résistances R31 et R32) puis la caisse claire et enfin la grosse caisse (ce qui est moins important).

On peut modifier les durées du charley ouvert et fermé en modifiant la valeur de C8 et C9. Dans tous les cas, vous ne gagnerez rien à modifier C7 ainsi que les résistances R6 à R19. C6 peut modifier légèrement la tonalité du bruit mais sans plus.

### UTILISATION DES SORTIES TOMS HAUT, MEDIUM ET BAS

Les schémas de câblage des fig. 13a et 13b présentent une manière de récupérer les signaux issus des sorties non utilisées sur l'EPROM. La solution consiste à les aiguiller vers l'une ou l'autre des entrées "haut bongo" et "bas bongo", selon un partage particulier : le bas bongo reçoit en supplément les signaux du tom bas et du tom médium, tandis que le haut bongo reçoit les signaux du tom médium et du tom haut. Le câblage peut être réalisé "en l'air" ou sur une chute de circuit imprimé.

Cette variante, qui permet d'enrichir sensiblement les motifs restitués, représente un compromis entre la boîte à rythmes initiale et la réalisation de trois percussions supplémentaires.

Sinon, il est également possible de partir des schémas utilisés pour les bongos et de modifier les valeurs des composants de façon à reproduire expérimentalement les sons des trois toms sur un circuit imprimé supplémentaire. Mais (me direz-vous), pourquoi proposer ces bidouilles plutôt que de les intégrer directement dans le module d'origine ? La réponse est fournie par le dernier paragraphe !

### MISE EN COFFRET

L'ensemble du montage tient difficilement dans le boîtier Retex du type Minibox - RM 06. Il semble préférable d'utiliser un coffret de type pupitre, référencé Abox - RA.1, toujours chez Retex. La place ne manque pas dans ce boîtier et je préfère vous laisser l'initiative de la disposition des éléments sur la face avant en aluminium. Les circuits imprimés seront positionnés l'un à côté de l'autre, les embases jack d'entrée, de sortie et d'alimentation étant placées à l'arrière.

### LE MOT DE LA FIN

Le seul but de cette réalisation étant de proposer une boîte à rythmes efficace mais de conception simple et économique, les modifications évoquées plus haut n'auraient pas leur place dans la réalisation d'origine. Autre motivation : je cogite actuellement sur un module "toms" de type numérique (sons naturels numérisés et implantés dans une EPROM) qui, s'il me donne satisfaction, pourrait apparaître dans ces colonnes prochainement. Dès lors, cette technique permettrait d'envisager également un jeu de cymbales et pourrait déboucher sur la réalisation d'une batterie électronique à part entière (pads sensitifs compris, cette partie

# 200 MOTIFS STOCKES

## FICHE D'EDITION D'UNE SEQUENCE DE RYTHME

ADRESS.	DON.	GC	CC	CO	CF	TH	TM	TB	BG
0	0								
0	1								
0	2								
0	3								
0	4								
0	5								
0	6								
0	7								
0	8								
0	9								
0	A								
0	B								
0	C								
0	D								
0	E								
0	F								
1	0								
1	1								
1	2								
1	3								
1	4								
1	5								
1	6								
1	7								
1	8								
1	9								
1	A								
1	B								
1	C								
1	D								
1	E								
1	F								

**MOTIF :**

**VARIATION :**  
 BASE  BREAK

**TEMPO :**

**OBSERVATIONS :**

GC: GROSSE CRAISSE  
 CC: CRAISSE CLAIRE  
 CF: CHARLESTON FERME  
 CO+CF: CHARLESTON OUVERT  
 TH: TOM HAUT  
 TM: TOM MEDIUM  
 TB: TOM BAS  
 BG: HAUT BONGO

ADRESS.	DON.	GC	CC	CO	CF	TH	TM	TB	BG
2	0								
2	1								
2	2								
2	3								
2	4								
2	5								
2	6								
2	7								
2	8								
2	9								
2	A								
2	B								
2	C								
2	D								
2	E								
2	F								
3	0								
3	1								
3	2								
3	3								
3	4								
3	5								
3	6								
3	7								
3	8								
3	9								
3	A								
3	B								
3	C								
3	D								
3	E								
3	F								

**MOTIF :**

**VARIATION :**  
 BASE  BREAK

**TEMPO :**

**OBSERVATIONS :**

GC: GROSSE CRAISSE  
 CC: CRAISSE CLAIRE  
 CF: CHARLESTON FERME  
 CO+CF: CHARLESTON OUVERT  
 TH: TOM HAUT  
 TM: TOM MEDIUM  
 TB: TOM BAS  
 BG: HAUT BONGO

Annexe 1

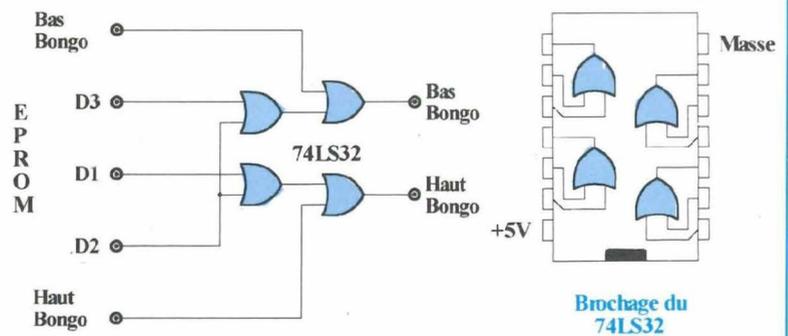
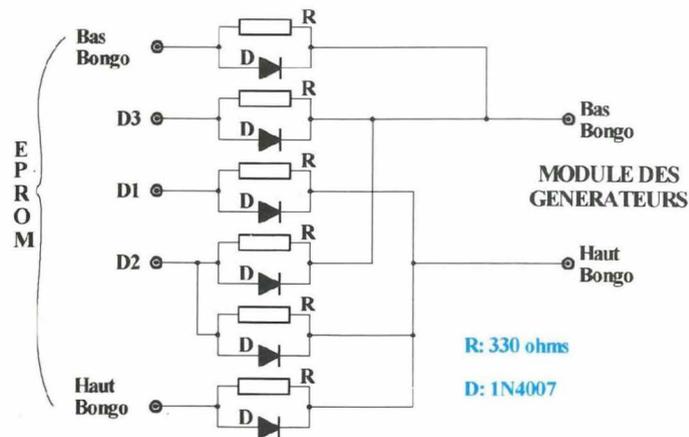


Fig. 13a : Exploitation des sorties "toms haut, médium et bas" (solution à composants passifs).

Fig. 13b : Solution à portes logiques.

# BOITE A RYTHME PROGRAMMEE

## FICHE D'EDITION D'UNE SEQUENCE DE RYTHME

ADRESS.	DON.	GC	CC	CO	CF	TH	TM	TB	BG
0 0 1 0	9 0	█			█				
0 0 1 1	0 0								
0 0 1 2	1 0				█				
0 0 1 3	0 0								
0 0 1 4	5 0	█	█						
0 0 1 5	4 0	█							
0 0 1 6	1 0				█				
0 0 1 7	0 0								
0 0 1 8	9 0	█	█						
0 0 1 9	0 0								
0 0 1 A	9 0	█			█				
0 0 1 B	0 0								
0 0 1 C	5 0		█	█					
0 0 1 D	4 0		█						
0 0 1 E	1 0				█				
0 0 1 F	0 0								
1 0 1 0	9 0	█			█				
1 0 1 1	0 0								
1 0 1 2	1 0				█				
1 0 1 3	0 0								
1 0 1 4	1 0				█				
1 0 1 5	0 0								
1 0 1 6	1 0				█				
1 0 1 7	0 0								
1 0 1 8	9 0	█	█						
1 0 1 9	0 0								
1 0 1 A	9 0	█			█				
1 0 1 B	0 0								
1 0 1 C	5 0		█	█					
1 0 1 D	4 0		█						
1 0 1 E	3 0				█				
1 0 1 F	0 0								

MOTIF: 01  
ROCK 1

VARIATION:  
BASE █ BREAK □

TEMPO: 120

OBSERVATIONS:

- GC: GROSSE CAISSE
- CC: CAISSE CLAIRE
- CF: CHARLESTON FERME
- CO+CF: CHARLESTON OUVERT
- TH: TOM HAUT
- TM: TOM MEDIUM
- TB: TOM BAS
- BG: HAUT BONGO

ADRESS.	DON.	GC	CC	CO	CF	TH	TM	TB	BG
2 0 1 0	0 8					█			
2 0 1 1	0 0								
2 0 1 2	8 0	█							
2 0 1 3	0 0								
2 0 1 4	8 0	█							
2 0 1 5	0 0								
2 0 1 6	0 8				█				
2 0 1 7	0 0								
2 0 1 8	8 0	█							
2 0 1 9	0 0								
2 0 1 A	8 0	█							
2 0 1 B	0 0								
2 0 1 C	0 8				█				
2 0 1 D	0 0								
2 0 1 E	8 0	█							
2 0 1 F	0 0								
3 0 1 0	4 1		█					█	
3 0 1 1	4 0								
3 0 1 2	8 0	█							
3 0 1 3	0 0								
3 0 1 4	8 0	█							
3 0 1 5	0 0								
3 0 1 6	4 1		█					█	
3 0 1 7	4 0								
3 0 1 8	8 0	█							
3 0 1 9	0 0								
3 0 1 A	8 0	█							
3 0 1 B	0 0								
3 0 1 C	4 1		█					█	
3 0 1 D	4 0								
3 0 1 E	8 0	█							
3 0 1 F	0 0								

MOTIF: 01  
ROCK 1

VARIATION:  
BASE □ BREAK █

TEMPO: 120

OBSERVATIONS:

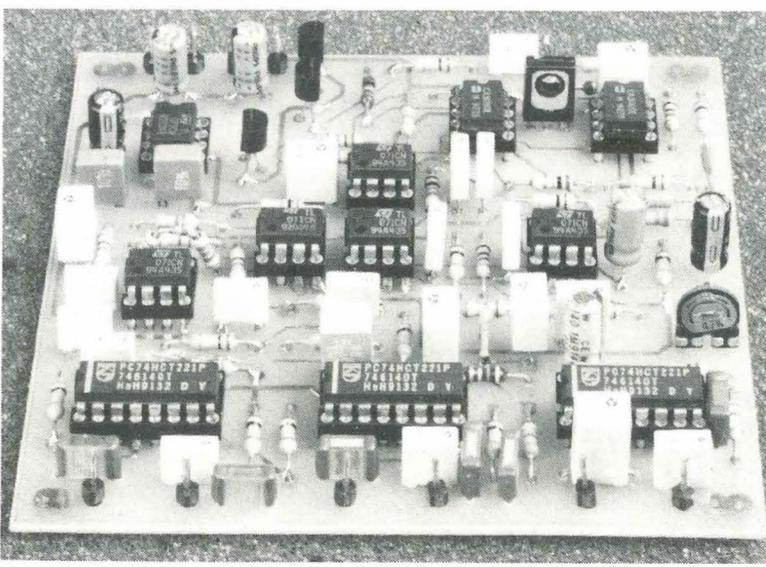
- GC: GROSSE CAISSE
- CC: CAISSE CLAIRE
- CF: CHARLESTON FERME
- CO+CF: CHARLESTON OUVERT
- TH: TOM HAUT
- TM: TOM MEDIUM
- TB: TOM BAS
- BG: HAUT BONGO

Annexe 1

ne me posant aucun problème technique). Mais tout ceci n'est que théorie pour l'instant et l'avenir nous en dira plus !

Cette pédale pour instruments qui sort de l'ordinaire présente finalement trois difficultés majeures : la réalisation du circuit imprimé double face, la programmation de l'EPROM proposée et le réglage final des instruments. Notre libre service "composants/circuits imprimés" devrait apporter une solution immédiate aux deux premiers problèmes. Pour le reste, cela dépendra essentiellement de votre degré d'exigence quant au rendu sonore final.

**Bernard Dalstein**



# 200 MOTIFS STOCKES

00000	00 00 00 00 00 00 00 00 --00 00 00 00 00 00 00 00
00010	90 00 10 00 50 40 10 00 --90 00 90 00 50 40 10 00
00020	90 00 10 00 70 40 90 00 --10 00 90 00 70 40 10 00
00030	90 90 00 00 10 10 00 00 --50 50 00 00 90 90 00 00
00040	90 90 00 00 10 10 00 00 --50 50 00 00 10 10 00 00
00050	90 00 80 00 50 00 00 00 --10 00 80 00 50 00 80 00
00060	80 80 00 00 80 80 00 00 --70 70 00 00 80 80 00 00
00070	01 00 00 01 00 00 01 00 --00 00 01 00 80 00 30 00
00080	90 00 10 00 10 00 10 00 --30 00 10 00 10 00 10 00
00090	50 10 40 00 50 10 40 00 --90 10 00 00 50 10 00 00
00100	00 00 00 00 00 00 00 00 --00 00 00 00 00 00 00 00
00110	10 00 10 00 90 00 00 00 --10 00 90 00 10 00 00 00
00120	10 00 10 00 90 00 00 00 --10 00 10 00 50 00 40 40
00130	70 70 01 00 80 00 81 80 --40 40 01 00 80 00 81 80
00140	10 00 10 00 10 00 10 00 --30 00 10 00 10 00 30 00
00150	30 30 30 00 00 00 00 00 --10 00 00 00 00 00 10 00
00160	80 80 30 00 00 00 00 00 --10 00 00 00 00 00 10 00
00170	90 00 10 00 90 00 10 00 --90 00 10 00 90 00 10 00
00180	90 80 00 00 10 00 00 00 --50 40 00 00 10 00 00 00
00190	90 90 00 00 10 10 00 00 --50 50 00 00 10 10 00 00
00200	00 00 00 00 00 00 00 00 --00 00 00 00 00 00 00 00
00210	90 80 10 00 10 00 90 80 --50 40 10 00 90 80 10 00
00220	80 00 80 00 80 00 80 00 --40 40 00 00 80 00 80 00
00230	90 90 00 00 50 50 00 00 --90 90 00 00 50 50 00 00
00240	90 90 00 00 50 50 00 00 --90 90 00 00 50 50 00 00
00250	90 90 00 00 10 10 00 00 --11 11 00 00 10 10 80 00
00260	81 81 00 00 01 01 00 00 --11 11 00 00 01 01 80 00
00270	90 90 00 00 50 40 10 00 --90 90 00 00 50 40 10 00
00280	90 90 00 00 10 10 00 00 --11 11 00 00 90 90 00 00
00290	90 90 00 00 10 10 00 00 --11 11 00 00 90 90 00 00
00300	00 00 00 00 00 00 00 00 --00 00 00 00 00 00 00 00
00310	50 10 40 00 50 50 00 00 --80 80 00 00 40 40 00 00
00320	80 80 00 00 10 00 11 00 --11 01 00 00 91 81 10 00
00330	91 91 00 00 10 10 00 00 --20 20 00 00 91 91 00 00
00340	91 91 00 00 10 10 00 00 --10 10 00 00 11 11 00 00
00350	91 00 10 00 10 00 91 00 --10 00 10 00 11 00 90 00
00360	91 00 00 00 20 00 10 00 --28 00 00 00 90 00 90 00
00370	11 00 10 00 40 00 11 00 --11 00 10 00 60 00 20 00
00380	23 00 01 00 01 00 20 00 --03 00 03 00 21 00 20 00
00390	22 00 02 00 22 00 00 00 --03 00 00 00 22 00 20 00
00400	00 00 00 00 00 00 00 00 --00 00 00 00 00 00 00 00
00410	10 10 00 00 00 00 00 00 --00 00 00 00 00 00 00 00
00420	10 10 00 00 00 00 00 00 --10 10 00 00 00 00 00 00
00430	10 00 00 00 10 00 00 00 --10 00 00 00 10 00 00 00
00440	90 00 10 00 10 00 10 00 --10 00 10 00 10 00 10 00
00450	50 00 10 00 10 00 10 00 --10 00 10 00 10 00 10 00
00460	90 90 00 00 00 00 00 00 --10 10 00 00 00 00 00 00
00470	50 50 00 00 00 00 00 00 --10 10 00 00 00 00 00 00
00480	01 01 00 00 00 00 00 00 --20 20 00 00 00 00 00 00
00490	01 00 00 00 20 00 00 00 --20 00 00 00 20 00 00 00
01000	00 00 00 00 00 00 00 00 --00 00 00 00 00 00 00 00
01010	90 00 10 00 10 00 10 00 --90 00 90 00 50 40 30 00
01020	10 00 90 00 70 40 90 00 --10 00 90 00 70 40 50 00
01030	90 90 00 00 10 10 00 00 --50 50 00 00 30 30 00 00
01040	90 90 00 00 90 90 00 00 --50 50 00 00 30 30 00 00
01050	10 00 80 00 50 00 00 00 --90 00 80 00 50 00 00 00
01060	30 30 00 00 80 80 00 00 --70 70 00 00 80 80 00 00
01070	01 00 00 01 00 00 01 00 --80 00 00 00 00 00 00 00
01080	90 00 90 00 10 00 10 00 --50 00 30 00 10 00 10 00
01090	50 10 40 00 50 10 40 00 --90 10 00 00 50 10 00 00
01100	00 00 00 00 00 00 00 00 --00 00 00 00 00 00 00 00
01110	90 00 10 00 10 00 00 00 --10 00 10 00 30 30 30 00
01120	10 00 90 10 10 00 00 00 --10 00 10 00 30 30 30 00
01130	40 40 30 30 01 00 40 40 --30 30 81 00 80 00 80 80
01140	10 00 30 30 10 00 10 00 --30 00 10 00 30 00 30 00
01150	30 30 30 00 00 00 00 00 --10 00 10 00 00 00 00 00
01160	70 30 30 00 00 00 00 00 --10 00 00 00 00 00 90 00
01170	90 00 10 00 90 00 10 00 --90 00 10 00 90 40 90 00
01180	90 80 00 00 10 00 00 00 --50 40 00 00 10 00 00 00
01190	90 90 00 00 90 90 00 00 --50 50 00 00 10 10 00 00
01200	00 00 00 00 00 00 00 00 --00 00 00 00 00 00 00 00
01210	90 80 10 00 10 00 10 00 --50 40 10 00 30 30 80 00
01220	00 00 80 00 80 00 80 00 --40 40 00 00 40 40 00 00
01230	90 90 00 00 50 50 00 00 --90 90 00 00 50 50 00 00
01240	90 90 00 00 50 50 00 00 --90 90 00 00 50 50 00 00
01250	90 90 01 01 90 90 00 00 --11 11 00 00 30 30 00 00
01260	81 81 10 10 81 81 00 00 --11 11 00 00 30 30 00 00
01270	90 90 00 00 50 40 10 00 --90 90 00 00 50 40 10 00
01280	90 90 00 00 10 10 00 00 --11 11 00 00 10 10 00 00
01290	90 90 00 00 10 10 00 00 --11 11 00 00 30 30 00 00
01300	00 00 00 00 00 00 00 00 --00 00 00 00 00 00 00 00
01310	80 80 00 00 50 50 00 00 --50 50 00 00 80 80 00 00
01320	91 81 00 00 10 00 10 00 --A0 80 20 00 20 00 20 00
01330	10 10 00 00 11 11 00 00 --20 20 00 00 A0 A0 00 00
01340	90 90 00 00 20 20 00 00 --91 91 00 00 11 11 00 00
01350	A0 00 10 00 11 00 A0 00 --A0 00 11 00 10 00 B0 00
01360	90 00 01 00 10 00 11 00 --19 00 00 00 90 00 A0 00
01370	11 00 10 00 40 00 11 00 --11 00 11 00 60 00 20 00
01380	23 00 01 00 01 00 20 00 --03 00 02 00 20 00 20 00
01390	02 00 01 00 01 00 01 00 --22 00 20 00 01 00 01 00
01400	00 00 00 00 00 00 00 00 --00 00 00 00 00 00 00 00
01410	10 10 00 00 00 00 00 00 --00 00 00 00 00 00 00 00
01420	10 10 00 00 00 00 00 00 --10 10 00 00 00 00 00 00
01430	10 00 00 00 10 00 00 00 --10 00 00 00 10 00 00 00
01440	10 00 10 00 10 00 10 00 --10 00 10 00 10 00 10 00
01450	10 00 10 00 10 00 10 00 --10 00 10 00 10 00 10 00
01460	10 10 00 00 00 00 00 00 --10 10 00 00 00 00 00 00
01470	10 10 00 00 00 00 00 00 --10 10 00 00 00 00 00 00
01480	20 20 00 00 00 00 00 00 --20 20 00 00 00 00 00 00
01490	01 00 01 00 20 00 00 00 --20 00 00 00 20 00 00 00

02000	00 00 00 00 00 00 00 00 --00 00 00 00 00 00 00 00
02010	08 00 80 00 80 00 08 00 --80 00 80 00 08 00 80 00
02020	70 00 01 70 00 01 70 00 --70 00 00 00 01 00 01 00
02030	90 10 80 80 10 10 80 80 --50 50 00 00 90 90 00 00
02040	08 00 08 08 00 00 08 00 --08 08 00 00 04 00 04 00
02050	80 00 00 00 00 00 80 00 --00 00 80 00 70 00 00 00
02060	08 00 08 00 08 00 08 00 --08 00 08 00 04 00 04 00
02070	81 00 00 01 40 00 41 80 --00 80 41 00 80 00 30 00
02080	90 00 10 00 10 00 90 00 --50 00 90 00 90 00 30 30
02090	08 00 08 00 08 00 08 00 --18 10 00 00 04 00 04 00
02100	00 00 00 00 00 00 00 00 --00 00 00 00 00 00 00 00
02110	10 00 10 00 50 00 00 00 --70 30 30 00 80 00 B0 30
02120	10 00 10 00 90 00 80 80 --10 00 90 80 70 70 30 00
02130	50 00 70 70 80 80 80 80 --70 30 40 40 80 00 B0 B0
02140	01 00 00 00 00 00 00 00 --01 00 00 00 00 00 00 00
02150	B0 B0 30 00 00 00 00 00 --10 10 00 00 00 00 10 00
02160	B0 B0 30 00 00 30 30 B0 --80 00 30 30 B0 80 10 00
02170	90 00 10 00 50 00 10 00 --90 00 10 00 90 40 B0 00
02180	C0 80 40 00 40 00 40 00 --40 00 00 00 40 00 40 00
02190	90 90 00 00 10 10 00 00 --50 50 00 00 90 10 80 80
02200	00 00 00 00 00 00 00 00 --00 00 00 00 00 00 00 00
02210	90 80 10 00 10 00 90 80 --48 48 14 04 90 80 12 02
02220	80 00 80 00 80 00 80 00 --C8 40 88 00 88 00 88 00
02230	90 90 00 00 50 50 00 00 --50 10 40 00 50 10 40 40
02240	90 90 00 00 50 50 00 00 --50 10 40 00 50 10 40 40
02250	90 90 00 00 10 10 00 00 --11 11 00 00 10 10 80 80
02260	81 80 01 00 01 00 01 00 --11 11 00 00 01 01 80 80
02270	B0 B0 00 00 00 00 00 00 --08 08 00 00 08 08 00 00
02280	90 90 00 00 10 10 00 00 --11 11 00 00 90 80 10 00
02290	90 90 00 00 10 10 00 00 --11 11 00 00 90 80 10 00
02300	00 00 00 00 00 00 00 00 --00 00 00 00 00 00 00 00
02310	50 10 40 00 50 50 00 00 --80 80 00 00 40 40 00 00
02320	91 91 00 00 10 00 11 00 --11 01 00 00 A0 A0 10 10
02330	91 91 20 00 20 00 20 20 --11 11 00 00 00 00 00 00
02340	90 90 00 00 10 00 10 00 --10 10 00 00 11 10 01 00
02350	91 00 10 00 10 00 91 00 --10 00 10 00 11 00 90 00
02360	20 00 20 00 20 00 00 00 --20 00 20 00 00 00 20 00
02370	11 00 10 00 10 00 11 20 --11 00 20 11 20 00 11 20
02380	23 00 00 00 01 00 20 00 --03 00 01 00 20 00 20 00
02390	22 00 03 00 22 00 00 00 --03 00 00 00 22 00 02 00
02400	00 00 00 00 00 00 00 00 --00 00 00 00 00 00 00 00
02410	10 10 00 00 00 00 00 00 --00 00 00 00 00 00 00 00
02420	10 10 00 00 00 00 00 00 --10 10 00 00 00 00 00 00
02430	10 00 00 00 10 00 00 00 --10 00 00 00 10 00 00 00
02440	90 00 10 00 10 00 10 00 --10 00 10 00 10 00 10 00
02450	50 00 10 00 10 00 10 00 --10 00 10 00 10 00 10 00
02460	90 90 00 00 00 00 00 00 --10 10 00 00 00 00 00 00
02470	50 50 00 00 00 00 00 00 --10 10 00 00 00 00 00 00
02480	01 01 00 00 00 00 00 00 --20 20 00 00 00 00 00 00
02490	01 00 00 00 20 00 00 00 --20 00 00 00 20 00 00 00
03000	00 00 00 00 00 00 00 00 --00 00 00 00 00 00 00 00
03010	41 40 80 00 80 00 40 40 --80 00 80 00 41 40 80 00
03020	08 00 00 08 30 00 08 00 --04 00 04 00 32 00 02 00
03030	90 90 00 00 40 00 40 00 --40 00 40 00 40 00 40 00
03040	00 00 04 00 04 00 04 00 --02 02 00 00 32 32 00 00
03050	B0 00 01 00 01 00 B0 00 --01 00 81 00 70 00 01 00
03060	04 00 04 00 04 00 04 00 --02 00 02 00 02 00 02 00
03070	01 00 00 01 00 00 01 00 --80 00 80 00 40 00 40 00
03080	40 00 00 00 00 00 44 00 --30 30 44 00 44 00 74 30
03090	10 10 04 00 04 00 00 00 --12 10 00 00 32 00 00 00
03100	00 00 00 00 00 00 00 00 --00 00 00 00 00 00 00 00
03110	30 00 00 00 70 30 30 00 --00 00 00 00 10 00 10 00
03120	50 40 B0 B0 30 00 10 00 --30 30 30 00 00 00 40 00
03130	40 00 40 00 10 00 10 00 --40 40 00 00 40 00 40 00
03140	01 00 00 00 00 00 00 00 --01 00 00 00 00 00 00 00
03150	30 30 30 00 00 30 30 30 --00 00 30 30 B0 80 10 00
03160	08 00 08 08 00 04 00 04 --04 00 02 00 02 02 02 00
03170	10 00 30 00 10 00 10 00 --B0 40 90 40 30 40 90 40
03180	80 80 40 00 40 00 00 00 --40 00 40 00 40 00 40 00
03190	10 10 80 00 90 90 00 00 --50 50 00 00 30 30 00 00
03200	00 00 00 00 00 00 00 00 --00 00 00 00 00 00 00 00
03210	90 80 40 40 90 00 90 80 --48 48 10 00 14 00 94 04
03220	CC 40 8C 00 8C 00 CC 40 --8E 00 8E 00 CE 40 8E 00
03230	00 00 00 00 40 40 00 00 --40 40 00 00 00 00 00 00
03240	50 50 00 00 90 90 00 00 --70 70 00 00 10 10 00 00
03250	08 00 08 08 04 04 00 00 --04 00 04 04 02 00 02 02
03260	09 00 09 08 05 05 00 00 --01 01 04 04 01 01 02 02
03270	04 04 00 00 04 04 00 00 --02 02 00 00 02 02 00 00
03280	90 80 10 00 10 10 00 00 --11 11 00 00 30 30 00 00
03290	08 00 08 08 04 04 00 00 --04 00 04 04 02 02 00 00
03300	00 00 00 00 00 00 00 00 --00 00 00 00 00 00 00 00
03310	00 00 00 00 50 50 00 00 --50 50 00 00 00 00 00 00
03320	A0 A0 01 00 91 01 10 00 --10 00 00 00 91 90 01 00
03330	10 00 1

# AMPLIFICATEUR GUITARE

## 25watts

avec

## FUZZ ET TREMOLO

### 2<sup>e</sup> partie



Nous allons poursuivre et achever cette étude en vous proposant les interconnexions des modules entre eux, mais également les interconnexions aux différentes commandes situées en face avant de l'amplificateur. Vous trouverez aussi les plans de réalisation de l'enceinte et quelques conseils sur le choix des haut-parleurs.

### INTERCONNEXIONS

Le plan de câblage est donné en figure 10. Les transistors T3 et T4 doivent être montés sur un radiateur conséquent, fixé sur le panneau arrière du boîtier de l'amplificateur ; veillez à munir leur socle d'une plaque de mica isolante enduite sur les deux faces de graisse au silicone. Le câblage des alimentations des AOP se fera en étoile, toutes les connexions devant partir de la carte  $\pm 18$  V. N'oubliez pas d'intercaler un condensateur entre le tweeter et la sortie H.P. Sa valeur dépendra de la fréquence de coupure du tweeter utilisé ; il faudra donc se référer aux caractéristiques des haut-parleurs.

### NOTE DE L'AUTEUR

Afin d'augmenter la fiabilité de cette réalisation et d'obtenir les performances annoncées, il y a lieu de modifier quelques éléments et d'alimenter les amplis OP en  $\pm 18$  V au lieu de  $\pm 12$  V.

#### • ALIMENTATION

IC1 - 7818

IC2 - 7918

#### • AMPLI/CORRECTEUR

IC1 - NE5534

IC2 - NE5534

#### • FUZZ/TREMOLO

R5 - 22 k $\Omega$

IC1 - NE5534

IC2 - NE5532

IC3 - NE5534

# POUR GUITARES ET CLAVIERS

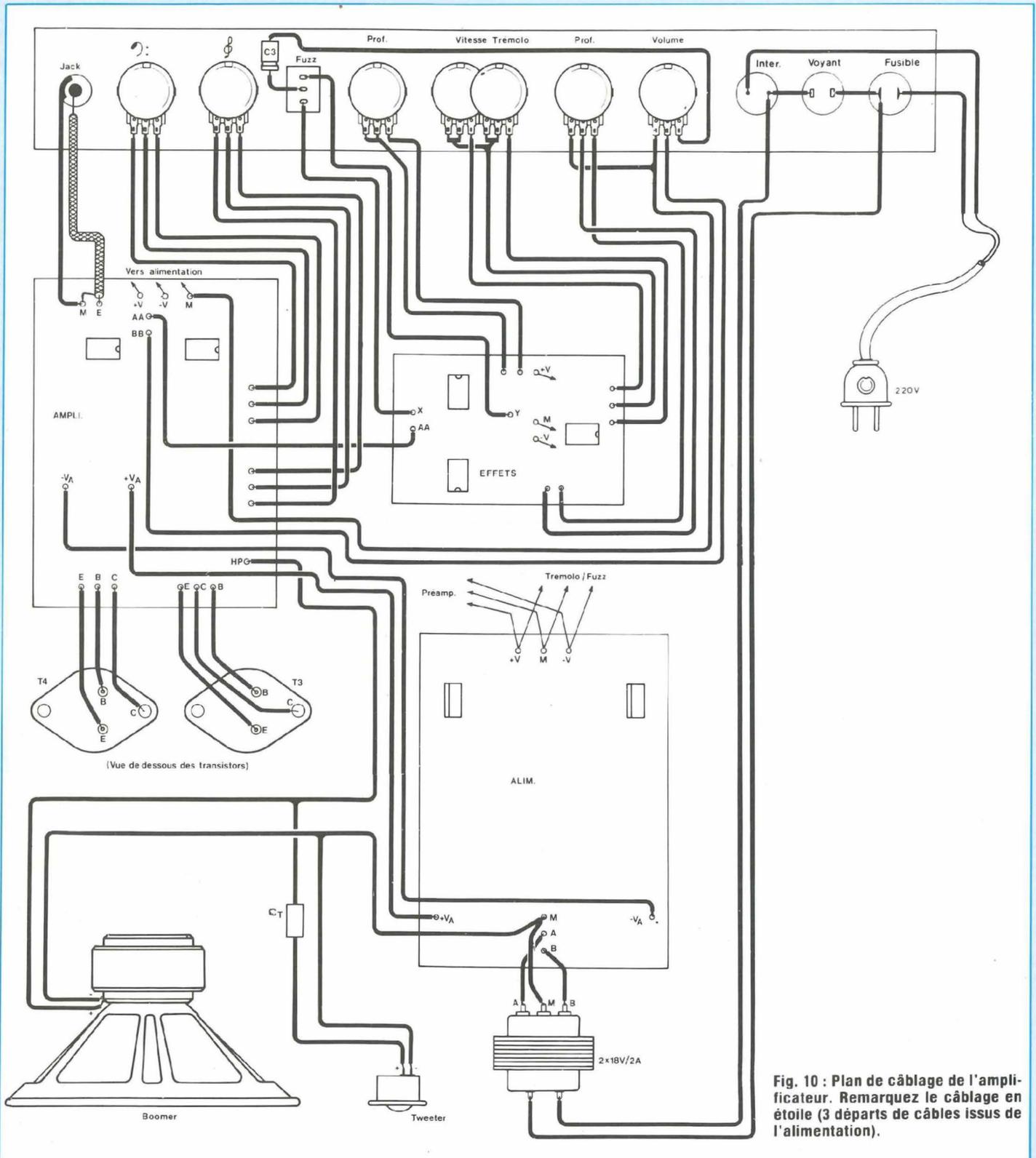


Fig. 10 : Plan de câblage de l'amplificateur. Remarquez le câblage en étoile (3 départs de câbles issus de l'alimentation).

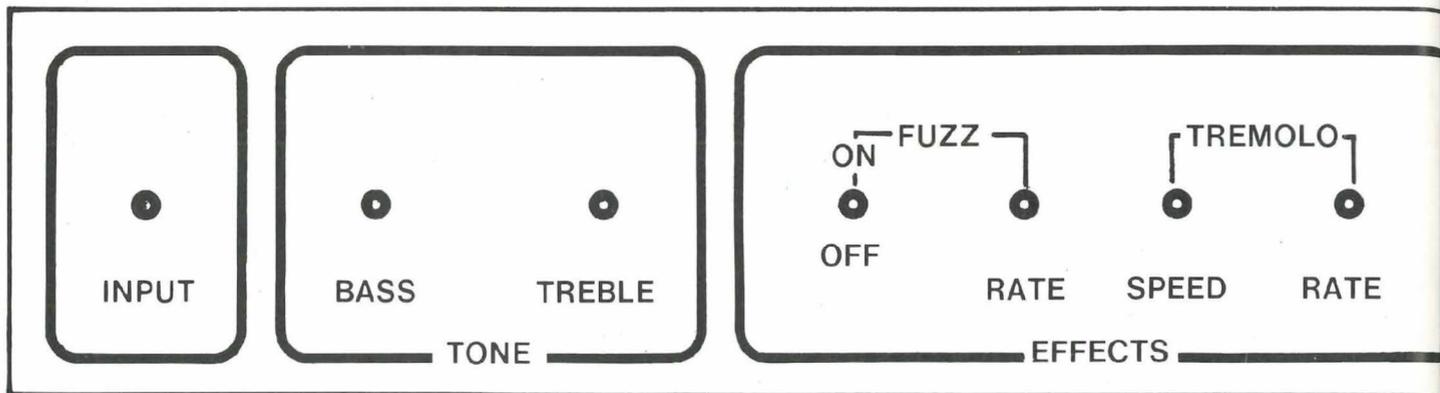


Fig. 11 : Sérigraphie de la face avant à l'échelle 1.

La sérigraphie de la face avant est indiquée figure 11, afin de vous permettre de réaliser plus facilement la gravure de l'aluminium présensibilisé si c'est la solution que vous avez retenue. Le voyant sera câblé entre l'interrupteur et le fusible, côté transformateur. Dans le cas de l'utilisation d'une diode électroluminescente, il faudra lui placer en série une résistance de  $47\text{ k}\Omega / 2\text{ W}$ . La sérigraphie permettra d'apporter à votre réalisation une finition professionnelle.

## ESSAI DES CIRCUITS

On câblera, dans un premier temps, l'amplificateur, l'alimentation et les haut-parleurs en reliant les points AA et BB par un strap, on peut ainsi vérifier le bon fonctionnement de ces cartes et l'efficacité des correcteurs de tonalité. Le seul inconvénient d'insérer le correcteur dans la contre-réaction de l'étage de puissance se manifeste par l'apparition d'une tension continue (faible cependant) aux bornes du haut-parleur : c'est pour cette raison qu'un condensateur est placé en série avec lui : avec une valeur de  $1\ 000\ \mu\text{F}$ , la fréquence de coupure basse est de  $20\text{ Hz}$ , ce qui est très correct. On évite ainsi un échauffement inutile des transistors de puissance et de la bobine mobile du H.P. On peut mesurer cette tension sur la sortie H.P., le potentiomètre de volume étant au minimum. Si l'amplificateur émettait un bourdonnement insupportable à la mise sous tension, il

faudrait vérifier les masses des alimentations, jacks... Si un transistor venait à chauffer anormalement, vérifier son branchement ou l'isolation de son boîtier. L'auteur a d'ailleurs préféré utiliser un radiateur par transistor pour éviter ce risque.

## REGLAGE DU TREMOLO

Il est préférable de tester ce circuit indépendamment des autres. Lorsque P2 est au maximum, la diode led doit subir une variation d'intensité lumineuse réglable en vitesse par P1/P'1. Si l'amplitude de la modulation est excessive (led saturée ou trop longtemps éteinte) ou trop faible (variations à peine perceptibles), il faut jouer sur la valeur R6.

Cependant, avant de procéder à ce réglage, il faut vérifier le point de repos de la led. Coupler la LDR avec le dôme de l'ensemble avec du ruban adhésif. Lorsque le tremolo est inhibé (P2 au minimum), la LDR doit présenter une résistance de l'ordre de  $10\text{ à }20\text{ k}\Omega$ . Dans le cas contraire, jouer sur R5 pour obtenir ce résultat. Cette condition étant réalisée, on place P2 au maximum, la LDR doit varier de  $4\text{ à }100\text{ k}\Omega$  approximativement. Cependant, avec les valeurs indiquées dans la nomenclature, ce réglage ne devrait pas avoir lieu.

## LA FUZZ

Câbler l'ensemble des circuits comme indiqué figure 10. N'oubliez pas C3

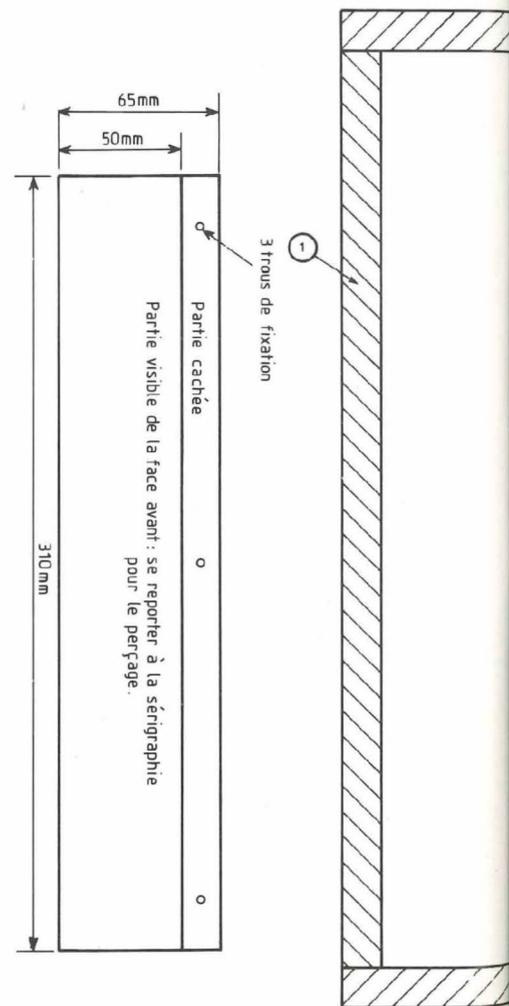
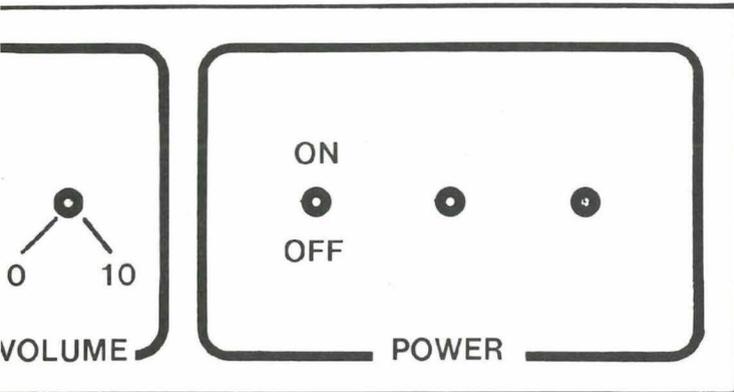


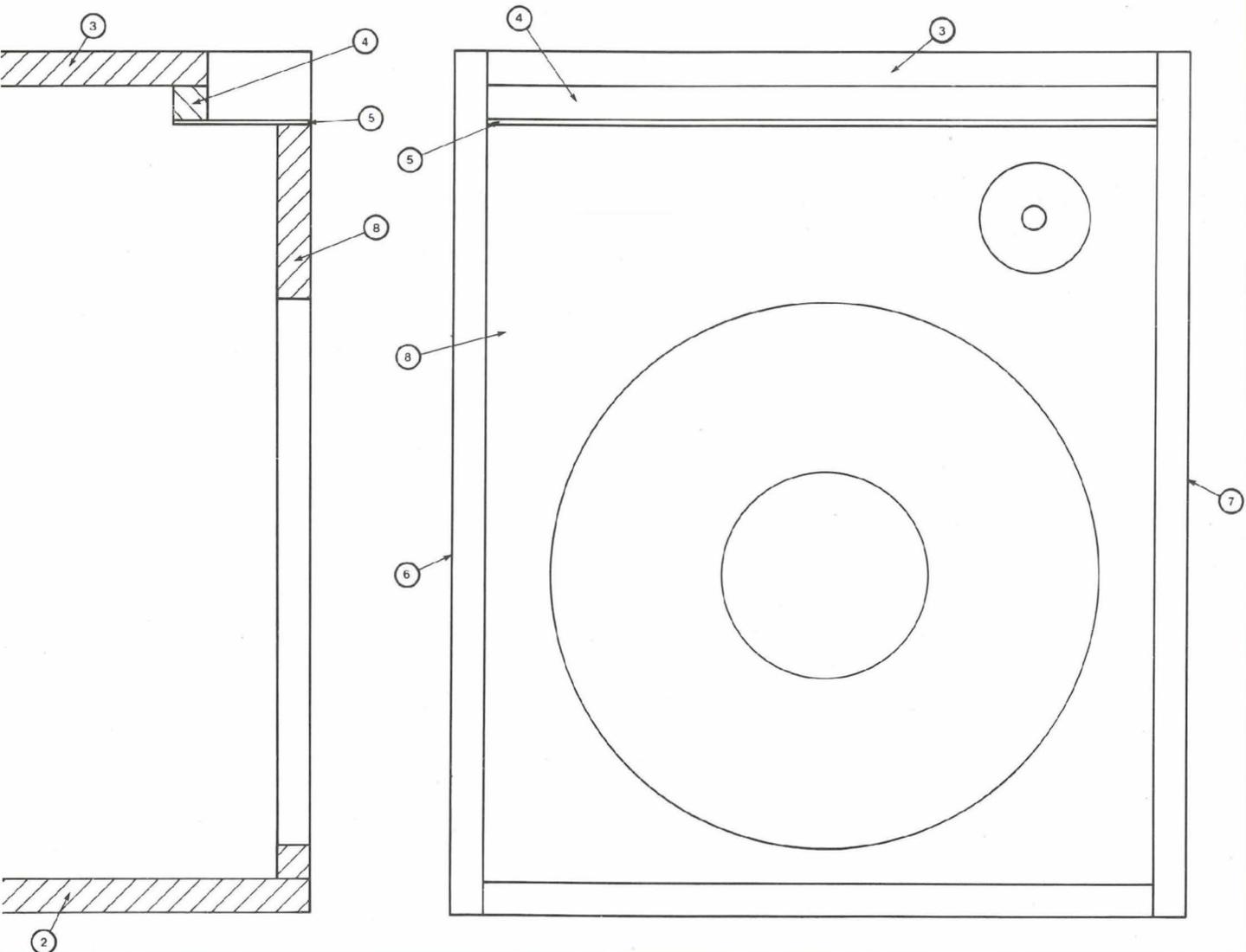
Fig. 12 : Plans du boîtier.

# POUR GUITARES ET CLAVIERS



Les panneaux sont en novopan de 16 mm d'épaisseur.

1. 368 × 310 (H × L)
2. 250 × 310 (P × L)
3. 200 × 310 (P × L)
4. Tasseau de 16 × 16, longueur 310
5. Face avant 310 × 65
6. 400 × 250 (H × P)
7. 400 × 250 (H × P)
8. 351 × 310 (H × L)



# POUR GUITARES ET CLAVIERS

sur l'interrupteur de la fuzz et retirez le strap implanté entre AA et BB. A l'aide de P3, on doit pouvoir faire varier la profondeur de l'effet sans trop affecter le niveau sonore d'origine. La saturation doit être presque inexistante lorsque P3 est au minimum...

## LE COFFRET

Ses dimensions sont données figure 12 à titre indicatif. Percer une dizaine de trous de  $\varnothing 10$  mm au fond du coffret, à proximité du transformateur ; répéter l'opération sur le panneau arrière, au dessus des radiateurs (T3, T4). C'est une opération indispensable à une bonne évacuation de la chaleur. Il faudra équiper le coffret de pieds en caoutchouc pour assurer l'aération. Les photos jointes doivent vous guider en ce qui concerne l'implantation des éléments et l'habillage du coffret.

## CONCLUSION

Cet amplificateur sans prétention n'a rien à envier à ses confrères du commerce et devrait vous séduire par sa polyvalence. Sachez toutefois qu'il est en mesure de délivrer 40 W, mais au détriment de la qualité de restitution. S'il vous faut une puissance plus confortable, suivez les instructions données au chapitre de l'alimentation générale.

## REMARQUES SUR LES HAUT-PARLEURS (GUIDE DE CHOIX RUDIMENTAIRE)

Vous n'avez jamais réalisé une enceinte acoustique et vous ne connaissez des haut-parleurs que le nom : alors ces quelques lignes vous sont réservées.

### 1. Puissance admissible

Il vaut toujours mieux surdimensionner les haut-parleurs et un boomer de 40 W conviendra pour cette réalisation. Méfiez-vous des puissances illusoires parfois annoncées par les constructeurs : les watts musicaux ne correspondent à rien de concret ! La puissance fournie par l'amplificateur n'est pas égale à toutes les fréquences : le tweeter, à condition d'être correctement filtré, n'en reçoit qu'une fai-

ble partie. C'est pour cela qu'une puissance admissible de 10 W est largement suffisante. Cependant, les constructeurs (encore eux !) donnent parfois pour le tweeter la puissance équivalente de l'enceinte après filtrage et non celle du haut-parleur (c'est-à-dire, par exemple «tweeter 40 W» sous-entendu «tweeter pour enceinte de 40 W»), faites donc bien attention et renseignez-vous auprès des revendeurs.

### 2. Fréquence de coupure - bande passante

Les fréquences limites des deux H.P. doivent se recouper afin de produire une réponse correcte (par exemple, on associera un boomer de 35-5 000 Hz

à un tweeter de 2 500-20 000 Hz que l'on coupera à 4 000 Hz environ). En tous cas, pour un amplificateur d'instrument, n'hésitez pas à surdimensionner largement le tweeter et à relever légèrement sa fréquence basse de coupure.

### 3. Rendement

Si vous ne voulez pas être trop déçu par le niveau sonore obtenu, ne descendez pas au dessous de 90 dB ; au-dessus, le prix risque d'être démesuré. Par contre, quel que soit le rendement de l'enceinte, il est nécessaire de choisir deux H.P. de même rendement afin de garder une bande passante équilibrée.

B. Dalstein



L'amplificateur terminé : c'est la face avant qui est amovible, fixée par le fond et les deux côtés du coffret. La finition est en placage frêne.

# CHELLES ELECTRONIQUES 77

20, av. du Maréchal Foch 77500 Chelles  
Tél. : 64 26 38 07 / Télécopieur : 60 08 00 33

Nous acceptons les bons de l'Administration - Conditions spéciales aux écoles, centres de formation, clubs d'électronique, etc. - PAS DE CATALOGUE

## NOUVELLE GAMME AUDAX

TWEETER LINE (A)		AW025S1		310 F		HM210G0		495 F		255 F		PROFESSIONAL LINE (B)	
Réf.	PU TTC	AW025S3	285 F	HM100C0	380 F	HT130K0	335 F	PR120I1	430 F				
TWO10E1	48 F	TWO34X0	285 F	HM130C0	415 F	HT170K0	370 F	PR130I1	710 F				
TWO10F1	45 F	TWO37Y0	295 F	HM170C0	510 F	HT210K0	415 F	PR170M0	555 F				
TWO10I1	85 F	TWO56A1	40 F	HM210C0	615 F			PR170X0	595 F				
TWO10P1-4*	55 F	TW110F1	250 F	<b>CLASSIC SERIES (A)</b>				<b>INDUSTRIAL SERIES (A)</b>					
AW010E1	70 F	TW110T1	275 F	HT080M0	135 F	HC100A1	85 F	PR240M0	640 F				
TWO14B5-4*	85 F			AT080M0	150 F	VE100A0	95 F	PR240T0-4*	640 F				
TWO14F1	70 F	<b>PRESTIGE SERIES (B)</b>		HT100M0	175 F	VE100A2-50*	115 F	PR300M0	680 F				
TWO14G1	75 F	HM100X0	375 F	AT100M0	185 F	VE100A4-4*	100 F	PR300T0-4*	680 F				
TWO14H1	85 F	HM100X2	375 F	HT130M0	195 F	HT130A0	160 F	PR300T2-4*	695 F				
TWO14R1	120 F	HM130X0	435 F	HT170M0	210 F	HT170A0	165 F	PR300T4	705 F				
AW014G1	100 F	HM170X0	520 F	HT210M0	235 F	HT170A2	180 F	PR 330M0	1 480 F				
AW014R1	130 F	HM210X0	630 F	HT210M2	290 F	HT210A0	195 F	PR330T0	1 480 F				
TWO25A0	160 F	HM130Z0	495 F	HT240M0	330 F	HT210A2	235 F	PR330T2-4*	1 530 F				
TWO25A1	165 F	HM170Z0	580 F	HT100F0	215 F	HT240A0	305 F	PR330T4	1 765 F				
TWO25M0	170 F	HM210Z0	685 F	HT130F0	295 F	VE4X6A2-4*	130 F	PR380M0	1 650 F				
TWO25M1	175 F			HT170F0	330 F	AE4X6A0	140 F	PR380M2	2 015 F				
TWO25M3	230 F	<b>REFERENCE SERIES (B)</b>		HT210F0	365 F	HT5X7A0	155 F	PR380T0	1 650 F				
TWO25V2-4*	195 F	HM100G0	285 F	VE100F0-4*	190 F	HC064A1	70 F	PR380T2-4*	1 685 F				
		HM130G0	330 F	VE130F4-4*	225 F	CS070V0-50*	85 F	PR380T4	2 015 F				
		HM170G0	390 F	VE170F8-4*	275 F			PR380T6-4*	2 050 F				

## EMINENCE LOUDSPEAKER MADE IN USA

### TARIF TTC

#### ME série : châssis acier 8 Ω

8 MR 100 - médium 21 cm	380 F
ME 8-75 - 21 cm - 120 W	520 F
ME 10-100 - 26 cm - 160 W	590 F
ME 12-100 LE - 31 cm - 160 W	600 F
ME 15-200 - 38 cm - 300 W	880 F

#### FIABILITE ABSOLUE - Watts RMS

### KITS AUDIO AUDAX

HTP 817	1 100 F
HTP 170	640 F
HTP 210	580 F
HTP 420	925 F
HTK 170	1 270 F
HMP 1000	1 600 F
HMC 1700	1 810 F
HMP 2100	1 370 F
HMX 2100	2 490 F
PRO 3814	1 790 F
PRO 3817	2 240 F

### GAMME AUTOMOBILE 4 Ω

21 cm - 300 W max	615 F
26 cm - 400 W max	700 F
31 cm - 600 W max	760 F

#### EFFICACITE EXCEPTIONNELLE

### HP ARDAN (8 Ω)

AR 2035 : Ø 210 - RMS 60 W	240 F
AR 2550 : Ø 260 - RMS 90 W	280 F
AR 3050 : Ø 305 - RMS 150 W	380 F
AR 3850 : Ø 385 - RMS 200 W	490 F
H 3908 médium corne	160 F

## CHANGEMENT D'ADRESSE

Depuis le 3 janvier 1995

Chelles Electroniques vous invite  
à vous rendre au 20, avenue du Maréchal Foch  
pour l'achat de vos composants électroniques.

Conditions de vente : minimum d'envoi 100 F. **Pas d'expédition hors C.E.E.**  
Par correspondance : règlement à la commande par chèque ou mandat-lettre, ajouter le forfait de port et d'emballage : 50 F.  
Contre-remboursement : 80 F. Au-dessus de 3 kg (oscilloscope, alimentation), expédition par la SERNAM : 110 F.

NOM \_\_\_\_\_  
ADRESSE \_\_\_\_\_  
CODE \_\_\_\_\_ VILLE \_\_\_\_\_

### UNE NOUVEAUTE ! LES KITS DECRITS DANS LED (composants et circuit imprimé percé)

• Overdrive Led n° 102 complet	150 F
• Coffrets + boutons	66 F
• Trémolo Led n° 103 complet	168 F
• Coffret + boutons	66 F
• Flanger Led n° 107, complet (coffret + 3 boutons)	330 F
• Kit égaliseur 10 voies Led n° 109 avec pot standard carbone	355 F
• Supplément pour pot Cermet P11	220 F
• Alimentation pour égaliseur avec transfo	220 F
• Filtre actif triphonique Led n° 113	88 F
• Régulation ± 15 V	45 F
• Transformateur 2 x 15 V/30 VA	120 F
• Pédale Jazzy-Wah	185 F
• Coffret + bouton	66 F
• Pédale Fuzz-Octaver Led n° 118	150 F
• Coffret + bouton	66 F
• Diapason 442 Hz Led n° 119	160 F
• Coffret + boutons	66 F
• Filtre actif universel Led n° 119	
- Filtre 12 dB/oct.	170 F
- Alimentation avec transfo	220 F
- Chorus	370 F
- Coffret + boutons	66 F
• Préampli classe A Led n° 121	
- Préampli haut niveau (stéréo)	495 F
- Préampli RIAA avec commutation et sortie casque	510 F
- VU-mètre stéréo	230 F
- Sélecteur d'entrées	40 F
- Alimentation ± 15 V	250 F
- Transformateur torique 50 VA 2 x 15 V	160 F
- Coffret PR330	195 F
• Programmeur Progema	
- Carte mère (afficheur/clavier)	550 F
- Carte 2716/2732 (avec support à insertion nulle et alim.)	380 F
- Carte 2764/27128/27256 (avec support et alim.)	450 F
• Module ampli stéréo LM 3886 Led n° 124 (sans dissipateur)	220 F
• Dissipateur	180 F
• Interface Atari	100 F
• Kit égaliseur 5 voies coffret + boutons	84 F
• Echantillonneur Atari-PC avec disquette programme	320 F
• Amplificateur guitare avec transfo	495 F
• Boîte à rythmes	
- Générateurs	350 F
- Séquenceur avec 27128 programmé	240 F

Qté	Référence	P.U. TTC	Total TTC
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Net à payer TTC : \_\_\_\_\_

# INITIATION AUX AMPLIS À TUBES

de Jean Hiraga



Mieux qu'une simple initiation aurait pu le faire, cet ouvrage tant attendu évoque bien une encyclopédie didactique de l'amplification à tubes menée sous la plume alerte et à la curiosité pertinente du maître français en la matière : Jean Hiraga. Il récidive avec un sujet qu'il connaît et traite avec le même brio que "les haut-parleurs" où historique, théorie, illustrations nombreuses et inédites voisinent en parfaite harmonie. Pour tout savoir sur les tubes audio, pour saisir leur actualité encore bien chaude, il est désormais un ouvrage consacré à cette seule science. Qu'on se le dise !

Diffusion auprès des libraires assurée exclusivement par les Editions Eyrolles  
Bon de commande à retourner à

**EMPPS**

DÉPARTEMENT EDITIONS FRÉQUENCES,  
1 Bd Ney 75018 Paris

Je désire recevoir Initiation aux Amplis à tubes au prix de 182 F (170 F + 12 F de port) ci-joint monrèglement par chèque bancaire ou CCP

NOM : .....

PRÉNOM : .....

ADRESSE : .....

CODE POSTAL : .....

VILLE : .....