

# Lead

PROJET N° 12 : MINUTERIE ET

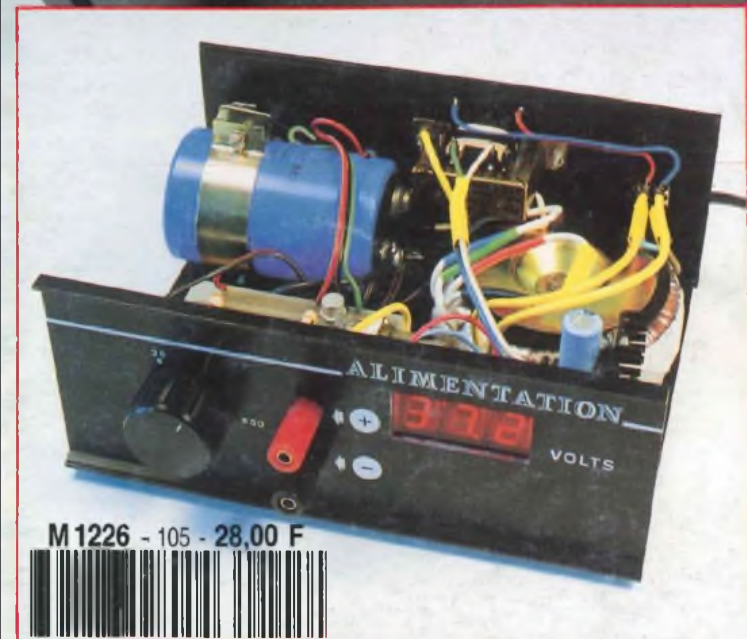
SONDE LOGIQUE TRICOLEURE

FILTRE ACTIF POUR CAISSON GRAVE

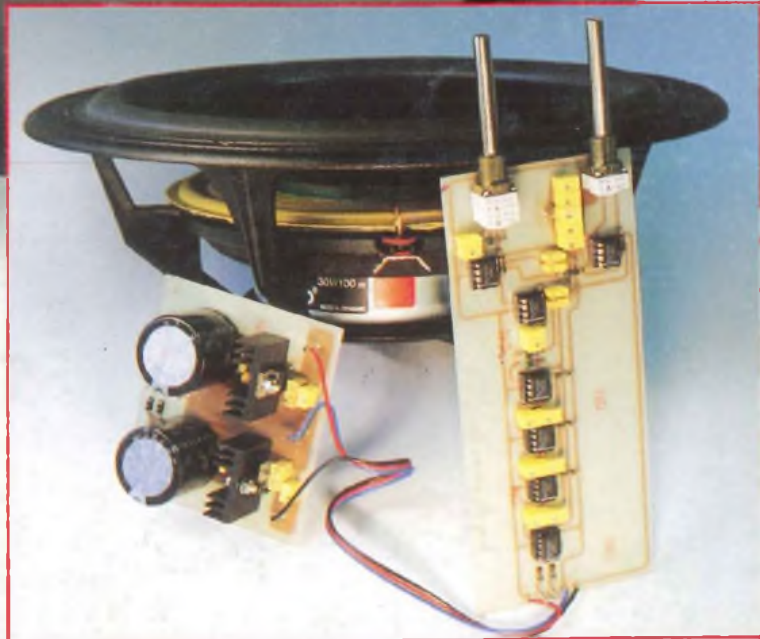
ALIMENTATION REGULEE 0 A 50V/1A

AMPLIFICATEUR MOSFET. LE FREDY 858

LA REVERBERATION COMPRES./EXPANS.



M1226 - 105 - 28,00 F





200, av. d'Argenteuil  
92600 ASNIERES  
47.99.35.25 et 47.98.94.13  
Fax : 47.99.04.78

MAGASIN OUVERT DU MARDI AU SAMEDI  
de 9 h 30 à 12 h 30 et 14 h à 19 h. LE LUNDI : de 14 h à 19 h  
(Fermé le lundi pendant les vacances scolaires)

+ de 240 KITS

EXPOSES et GARANTIS 1 AN  
notre sélection des plus vendus

Table with 2 columns: Kit ID and Description. Includes items like 'Acq. pendule électronique sans aiguille', 'Ampli-voix à 206 leds', 'Alarime à infrasons', etc.

Table with 2 columns: Kit ID and Description. Includes items like 'Générateur BF de 1Hz à 400KHz', 'Générateur d'impulsions 0.01Hz à 150KHz', 'Crautelette électronique', etc.

Table with 2 columns: Kit ID and Description. Includes items like 'Amplificateur électronique sans aiguille', 'Amplif. voix à 206 leds', 'Alarime à infrasons', etc.

Table with 2 columns: Kit ID and Description. Includes items like 'Générateur BF de 1Hz à 400KHz', 'Générateur d'impulsions 0.01Hz à 150KHz', 'Crautelette électronique', etc.

Table with 2 columns: Kit ID and Description. Includes items like 'Baromètre digital (milibar sur 4 afficheurs)', 'Basc de temps 50kHz piloté par quartz', 'Batterie éte 17 450ms cascade claire et grosse', etc.

Table with 2 columns: Kit ID and Description. Includes items like 'Générateur BF de 1Hz à 400KHz', 'Générateur d'impulsions 0.01Hz à 150KHz', 'Crautelette électronique', etc.

Table with 2 columns: Kit ID and Description. Includes items like 'Calculateur d'assurance-garantie à vitesse réglable', 'Capteur digital 1pt/99999F 3 afficheurs', 'Carte à 8 sorties sur relais 3A/250V pour PC', etc.

Table with 2 columns: Kit ID and Description. Includes items like 'Générateur BF de 1Hz à 400KHz', 'Générateur d'impulsions 0.01Hz à 150KHz', 'Crautelette électronique', etc.

Table with 2 columns: Kit ID and Description. Includes items like 'Capteur digital 1pt/99999F 3 afficheurs', 'Carte à 8 sorties sur relais 3A/250V pour PC', 'Caric d'acquisition pour PC (di. prise émetteur)', etc.

Table with 2 columns: Kit ID and Description. Includes items like 'Générateur BF de 1Hz à 400KHz', 'Générateur d'impulsions 0.01Hz à 150KHz', 'Crautelette électronique', etc.

Table with 2 columns: Kit ID and Description. Includes items like 'Décodeur d'assurance-garantie à vitesse réglable', 'Décodeur digital 1pt/99999F 3 afficheurs', 'Décodeur à 8 sorties sur relais 3A/250V pour PC', etc.

Table with 2 columns: Kit ID and Description. Includes items like 'Générateur BF de 1Hz à 400KHz', 'Générateur d'impulsions 0.01Hz à 150KHz', 'Crautelette électronique', etc.

Table with 2 columns: Kit ID and Description. Includes items like 'Décodeur d'assurance-garantie à vitesse réglable', 'Décodeur digital 1pt/99999F 3 afficheurs', 'Décodeur à 8 sorties sur relais 3A/250V pour PC', etc.

Table with 2 columns: Kit ID and Description. Includes items like 'Générateur BF de 1Hz à 400KHz', 'Générateur d'impulsions 0.01Hz à 150KHz', 'Crautelette électronique', etc.

Table with 2 columns: Kit ID and Description. Includes items like 'Thermomètre digital de 0.999° sur 3 afficheurs', 'Thermomètre digital de 0.999° sur 2 afficheurs', 'Thermomètre mural 0.999° 2 affich. / Leds de 5cm', etc.

LIBRAIRIE + de 120 TITRES

Table with 2 columns: Title and Price. Includes titles like 'Répertoire mondial des amp. ou. Tours', 'Répertoire mondial des Transistors à effet de champ', 'Radio tubes Asberg/Gaudillat/Descheppe', etc.

RAYON MESURE ET OUTILLAGE

Table with 2 columns: Product Name and Price. Includes items like 'Multimètre analogique', 'Multimètre digital 3 1/2 digits', 'Multimètre digital 3 1/2 digits', etc.

CATALOGUE 92-93 9e EDITION

Toujours gratuit au magasin et joint gracieusement à toute commande. NOUVEAU : 3 colonnes de prix par quantités pour mieux vous servir + de 320 nouveaux articles en stock.

Table with 3 columns: Category (Ordinaire/Colissimo/Contre Remboursement), Weight (Jusqu'à 2 kg, De 2 à 5 kg, De 5 à 10 kg), and Price. Includes items like 'FRANC CHEZ VOUS CONTRE 5 TIMBRES A 2.50 F'.

# Led

**Société éditrice :**  
**Editions Périodes**  
 Siège social :  
 1, bd Ney, 75018 Paris  
 Tel. : (1) 42.38.80.88  
 SARL au capital de 51 000 F  
 Directeur de la publication :  
 Bernard Duval

## LED

Mensuel : 28 F  
 Commission paritaire : 64949  
 Locataire-gérant :  
 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) 42.38.80.88 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)

**Directeur technique**  
 Réalisation-Fabrication  
 Thierry Pasquier

### Rédaction

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

### 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

Bernadette Duval  
 Photogravure  
 Sociétés PRS/PSC - Paris  
 Impression  
 Berger-Levrault - Toul

## 4

### L'EXPLOITATION DE LA CONNAISSANCE (PROJET N° 12 : MONTAGES BASCULEURS BISTABLES ET MONOSTABLES)

Nous allons réaliser des montages basculeurs en exploitant les remarquables performances des circuits intégrés de logique électronique des dernières générations, en technologie C MOS.

#### • Minuterie électronique

Nous allons confectionner un basculeur monostable en utilisant deux des quatre portes NON OU que comporte un circuit intégré de logique CD 4001.

#### • Sonde logique tricolore

Nous vous invitons à construire un précieux petit instrument de laboratoire dynamique, visualisant les niveaux présents sur les sorties (ou les entrées) des portes des circuits intégrés de logique

## 16

### FILTRE ACTIF POUR CAISSON D'EXTREME-BASSE

L'objectif est de pouvoir combler la bande 20 Hz-120 Hz. Le caisson de basse a donc pour but de répondre à l'incapacité de la majorité des enceintes à descendre au-dessous de 60 Hz. Pour obtenir la fré-

quence 20 Hz dans 50 litres avec une grande possibilité en pression acoustique, seul un système par filtrage actif est possible.

## 25

### SERVICE FILMS POSITIFS

Pour vous aider dans la gravure de vos circuits imprimés, Technologie Step Circuits vous propose le film positif des implantations publiées dans ce n° 105 de Led.

### 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.

## 26

**TABLE DES MATIERES**  
 Récapitulatif des sommaires de tous les numéros de Led encore disponibles depuis le n° 65. Une promotion jusqu'au 15 mars 1993 permettant d'acquérir le numéro à 15 F.

## 30

### ALIMENTATION REGULEE 0 A 50 VOLTS/1 AMPERE

Une alimentation régulée à ten-

sion de sortie ajustable est l'appareil le plus indispensable à tout bricoleur ou technicien en électronique. L'appareil que nous vous proposons de construire permet de disposer d'une tension continûment variable de 0 à +50 V avec affichage de celle-ci par voltmètre 3 digits et ce, jusqu'à un débit de 1 A.

## 40

### AMPLIFICATEUR 2 x 85 W EFFICACES, LE FREDY 858

Un appareil mis sur le marché sous forme de kit par la société HEXA-DIS et étudié par M. Jacovopoulos, le concepteur du Fredy 408 que nous vous avons proposé dans les n° 90 et 91 de Led. Une remarquable réussite technique et un kit exemplaire que l'on aimerait rencontrer plus fréquemment.

## 44

### PEDALE D'EFFETS POUR INSTRUMENTS : REDUCTEUR DE BRUIT DYNAMIQUE

Le compresseur/expandeur de dynamique (ou compandeur) est principalement destiné à la pédale de réverbération analogique présentée dans notre précédent numéro. Ce procédé de réduction de bruit particulièrement efficace a été exploité à l'origine dans les magnétophones, la bande magnétique étant un support bruyant.

## 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'exploitation de la connaissance

Les sorties des portes logiques ne pouvant occuper que les deux seuls niveaux de tension ZERO et UN, nous allons réaliser des montages basculeurs à l'aide de circuits intégrés de logique électronique. L'oscillateur se caractérise par une variation continue de sa tension sortie, alors que le montage basculeur se distingue par les deux (seuls) paliers de la sienne. Nous intéressant à la commutation, nous avons analysé le fonctionnement des montages transistorisés particuliers que sont les basculeurs bistables, monostables, astables, à seuils ...

**N**ous allons maintenant réaliser des montages basculeurs, en exploitant les remarquables performances des circuits intégrés de logique électronique des dernières générations, en technologie CMOS.

### BASCULEUR BISTABLE

Son nom l'indique, ce montage connaît deux seuls états (bi), dans lesquels il se maintient durablement (stable), en l'attente de l'intervention extérieure qui viendra provoquer son changement d'état, son basculement d'un état dans l'autre ...

Peut-être aurez-vous l'obligeance de vous reporter à nos entretiens N° 90 et N° 91 de Led. ...

Nous avons alors découvert et utilisé l'intéressant et souvent indispensable dispositif anti-rebonds, ce montage qui est par excellence un basculeur bistable, construit à l'aide de deux des quatre portes NON ET (NAND GATE) à deux entrées que comporte le circuit intégré de logique CD 4011.

Le schéma de principe de ce commutateur, c'en est un, nous est rappelé par la figure 1.

En basculant alternativement son inverseur, nous faisons prendre le niveau 1, puis le niveau 0 et ainsi de suite ... aux deux sorties du dispositif anti-rebonds. Il faut se souvenir que chez les circuits

intégrés de logique électronique des dernières générations, en technologie CMOS, les niveaux de sortie 1 (supérieur) et 0 (inférieur) sont des grandeurs tension très proches, confondues avec les (+) et (-) alimentation ! Précisons encore que la symétrie structurelle les caractérisant leur confère des valeurs "symétriques" des niveaux de commutation de leurs entrées !

Ces paramètres sont variables d'un type à l'autre de circuit intégré de logique électronique. Néanmoins, dans nos raisonnements et nos estimations, pour la conduite de nos projets, nous tablons valablement sur des bases de niveau 0 (inférieur) au plus égale à 20 % et de niveau 1 (supérieur) au moins égale à 80 % de la valeur de leur tension d'alimentation ...

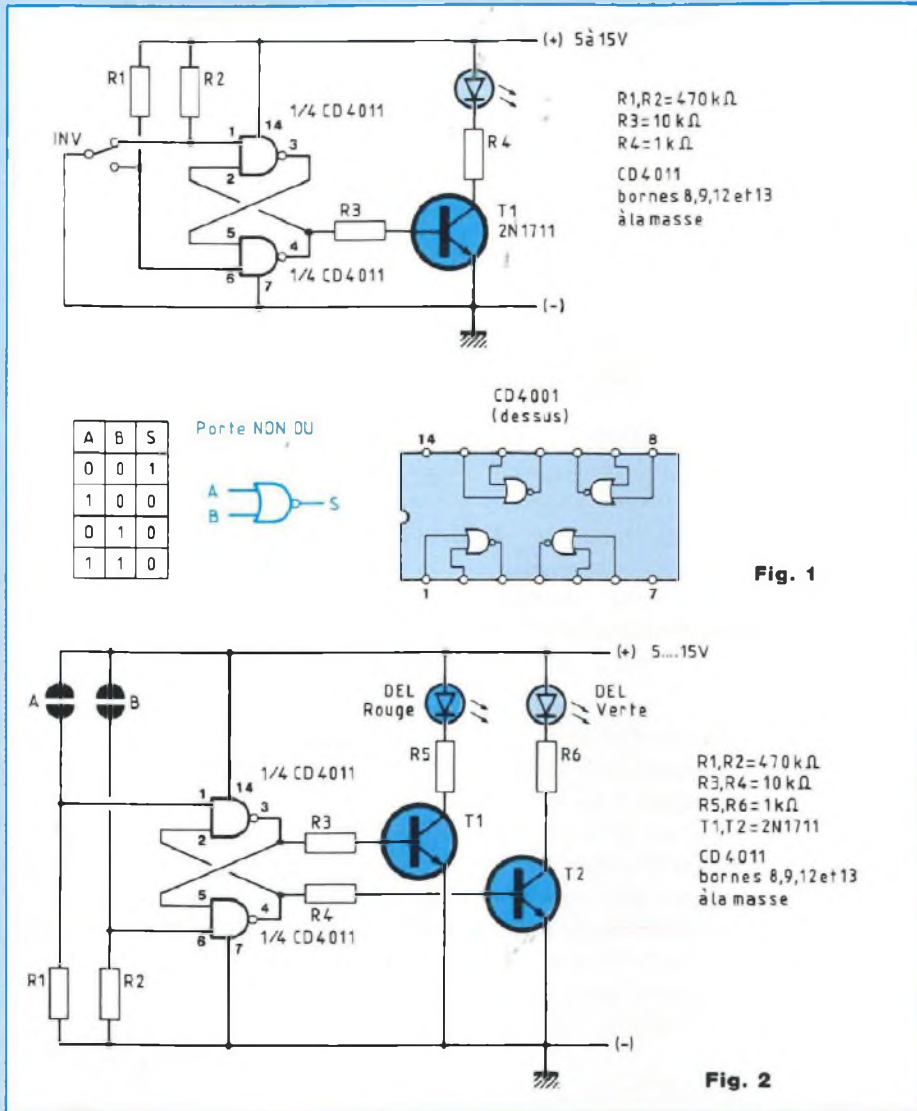
### TOUCHE SENSITIVE

La petite manipulation que voici, très spectaculaire, mérite bien que nous lui consacrons un moment !

Transposons sur notre boîte à connexions le montage dont le schéma nous est présenté par la figure 2.

Le simple fait de toucher ensemble, du doigt (de votre choix, mais si, c'est vrai, vous verrez !), les deux extrémités dénudées des câbles conducteurs, en A puis en B et ainsi de suite ... fait basculer le montage de l'un dans l'autre des deux (seuls !) états qu'il peut occuper.

La sensibilité des entrées des portes des circuits intégrés de logique en tech-



nologie CMOS est si élevée que la faible conductibilité de l'épiderme suffit à assurer la continuité électrique entre les extrémités dénudées des câbles, portant au niveau 1, celui du (+) alimentation, une entrée de porte et c'est le basculement du système !

Nous venons de réaliser un dispositif appelé touche sensitive, qui est un commutateur anti-rebonds, lui aussi. Dans la pratique, les extrémités dénudées des câbles aboutissant en A et

B sont munies de pastilles conductrices, juxtaposées, mais électriquement séparées, appelées touches de contact à effleurement ...

### BASCULEUR MONOSTABLE

Le basculeur monostable se maintient durablement stable dans l'un des deux (seuls) états qu'il peut occuper. Sous l'influence d'une action extérieure, l'impulsion de déclenchement, il bascule

dans le second de ses deux états possibles et s'y tient durant un certain temps, le délai de temporisation, pour reprendre ensuite son état de repos, de veille ...

Livrons-nous à la manipulation dont le schéma de montage nous est proposé par la figure 3 !

Toute source d'alimentation de tension (continue) comprise entre 4,5 et ... 15 V conviendra !

Le condensateur C est pris du type électrochimique, de capacité 4,7 µF, tension service 16 (ou 25) V.

La résistance R2, qui lui est directement associée, a la valeur de 1 MΩ.

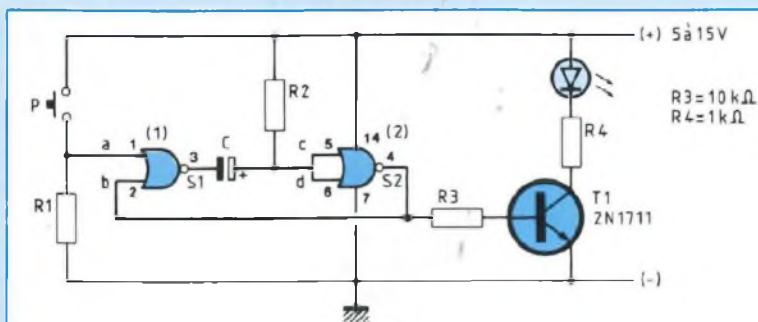
Nous n'utilisons présentement que les deux portes NON OU (NOR GATE) (1) et (2), sur les quatre que comporte un circuit intégré de logique CD 4001. Veillons à mettre à la masse, ou au (+) alimentation, les entrées de ses deux autres portes non utilisées (3 et 4), par liaison de court-circuit. Souvenez-vous, nous avons découvert cette indispensable précaution d'immunisation au cours de nos entretiens des N°s 90 et 91 !

Les deux entrées, c et d, de la porte NON OU (2) du CD 4001 sont connectées (ensemble), ce qui a pour conséquence de forcer la sortie de cette porte (2) au niveau 0, lorsque ses entrées c et d se trouvent au niveau 1. Mais un niveau 0 étant appliqué à ses entrées c et d, la porte prend alors le niveau 1 en sortie, comme nous le rappelle sa table de vérité (porte NON OU, figure 3).

La porte (2) du CD 4001 fonctionne donc en porte inverseuse (nos mêmes entretiens) ...

A l'état initial, les entrées de notre porte (2) sont situées, ensemble, au niveau 1, fixé par le (+) alimentation, auquel elles sont reliées par la résistance R2. Il s'ensuit que la sortie de

# L'exploitation de la connaissance



A	B	S
0	0	1
1	0	1
0	1	1
1	1	0

Porte NON ET

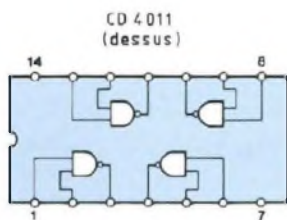


Fig. 3

cette même porte (2) se tient au niveau 0, le transistor NPN 2N 1711 est bloqué, la diode électroluminescente chargeant son circuit de collecteur est éteinte.

Etes-vous d'accord avec nous ?

Les deux entrées, a et b, de la porte NON OU (1) sont toutes les deux au niveau 0. En effet, son entrée b est située au niveau 0, qui est celui présent en sortie de la porte (2), à laquelle elle est directement reliée ! Sa seconde entrée, c'est a, connectée par la résistance R1 (de valeur 1 MΩ, comme R2) au (-) alimentation, est idéalement portée au niveau 0.

La sortie de la porte NON OU (1) est forcée au niveau 1, puisque ses deux entrées sont situées au niveau 0 (table de vérité, figure 3).

Ses armatures se trouvant toutes les deux au niveau 1 et par conséquent au même potentiel, le condensateur C ne peut se charger, il demeure vide, comment en serait-il autrement ?

Fermons fugitivement le contact de l'interrupteur à bouton-poussoir P ! Nous portons au parfait niveau 1 du (+) alimentation l'entrée a de la porte (1), laquelle était maintenue au niveau 0 du (-) alimentation par R1. Les deux entrées, a et b, de la porte (1) étant alors situées au niveau 1, la sortie de cette même porte prend obligatoirement le niveau 0 (encore la table de vérité, figure 3 !).

L'impulsion "0" apparue en sortie de la porte (1) est répercutée sur les entrées c et d de la porte (2), par le complaisant condensateur C. Les entrées c et d de la porte (2) prenant le niveau 0, la sortie de cette même porte (2) est forcée au niveau 1 (toujours la table de vérité, figure 3 !).

La base du transistor NPN T est alors alimentée, qui reçoit son courant d'activation. T entre donc en conduction et fait s'illuminer la diode électroluminescente chargeant son collecteur, c'est le début de la temporisation ...

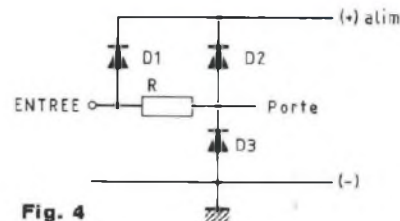


Fig. 4

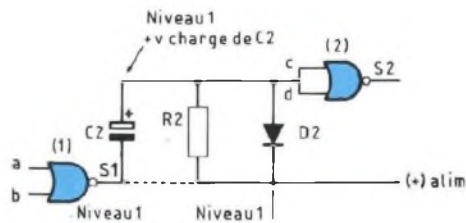


Fig. 5

Son armature (-) étant maintenue au niveau 0, qui est celui de la sortie de la porte (1), à laquelle elle est directement reliée et son armature (+) étant reliée au (+) alimentation, par R2 interposée, le condensateur C est placé dans les conditions requises pour entreprendre sa charge, c'est ce qu'il fait ...

Arrive le moment où sa tension de charge, directement appliquée sur les entrées réunies c et d de la porte (2), atteint le niveau 1, faisant alors basculer la porte (2), dont la sortie repasse au niveau 0.

Bien évidemment, le transistor T cesse immédiatement de conduire et sa diode électroluminescente s'éteint, c'est la fin de la temporisation ...

L'impulsion positive (de niveau 1), appliquée sur l'entrée a de la porte (1) à l'aide du contacteur à bouton-poussoir P, provoque le basculement du montage.

Dès que la pression exercée sur le

bouton-poussoir est relâchée, l'entrée a, après avoir accusé son impulsion positive, de niveau 1, reprend immédiatement son niveau normal 0, fixé par R1 depuis le (-) alimentation. La seconde entrée de la même porte (1), c'est b, est soumise au niveau 1 alors occupé par la sortie de la porte (2), à laquelle elle est directement reliée.

Le niveau 0 présent sur son entrée a, conjointement avec le niveau 1 sur son entrée b, font que le niveau 0 est "confirmé" en sortie de la porte (1) et le phénomène de temporisation se déroule, dans l'attente du basculement suivant, lequel ramènera le système dans son état initial d'attente ...

Il faut pour cela que la tension de charge du condensateur C atteigne la valeur voulue, de niveau 1, marquant la fin de la temporisation, pour que la sortie de la porte (2) repasse au niveau 0. Les deux entrées a et b de la porte (1) se trouvant à nouveau, toutes les deux, au niveau 0, la sortie de la même porte (1) reprend le niveau 1, celui qu'elle occupait initialement, tout simplement ...

Est-ce vu ?

**PRECISION**

Il faut savoir que les entrées des portes des circuits intégrés de logique, en technologie CMOS, sont remarquablement protégées (fort heureusement pour elles et pour nous !) contre le claquage électrostatique, à l'aide de diodes incorporées, comme nous le montre le schéma reproduit à la figure 4.

Ces diodes écrêtent efficacement les surtensions éventuellement développées aux entrées des portes, elles en limitent l'amplitude à la valeur, non dangereuse, de leur seuil de conduction (décidément, encore et toujours ce paramètre !).

Nous avons déjà pratiqué la protection par diodes, par exemple chez notre testeur de continuité (notre entretien du N° 99 de Led).

Les diodes de protection vont faire se décharger très rapidement le condensateur C !

En effet, l'armature (-) de ce condensateur est portée au niveau 1 alors présent en sortie de la porte (1), par conséquent au (+) alimentation, cependant que son armature (+) est reliée au (+) alimentation par la résistance R2 (figure 5). Le bouclage du circuit étant rendu effectif, la décharge du condensateur C par R2 est très rapidement consommée ...

La réalisation de montages basculeurs avec des portes logiques CMOS est rendue possible grâce à cette particularité de la première importance !

**DUREE DE LA TEMPORISATION**

Lorsque leurs entrées sont connectées, comme dans le cas de la porte NON OU (2) de notre présent montage expérimental, les portes logiques en technologie CMOS se caractérisent par le fait que leur basculement a lieu lorsque la tension de commande appliquée à leurs entrées réunies franchit, en croissant comme en diminuant, la grandeur appelée seuil de transition, dont la valeur se situe pratiquement à la moitié de celle de la tension d'alimentation.

La durée de temporisation de notre basculeur monostable, ainsi constitué, sera donc très sensiblement celle que demande le condensateur C, initialement vide, pour se charger, via R2, à la tension de valeur moitié de celle de la source alimentant le dispositif ...

Nous avons établi (et exploité bien des fois !) l'expression :

$$v = E \left[ 1 - e^{-\frac{t}{RC}} \right]$$

dans laquelle :

- v = tension de charge
  - E = tension d'alimentation
  - e = base des logarithmes népériens
  - Ln
  - t = durée de la temporisation, en secondes
  - R = résistance de charge, en ohms, du condensateur
  - C, en microfarads
- Exprimons t, en fonction de R et C !

$$\text{Pour } v = \frac{1}{2} E, e^{-\frac{t}{RC}} = \frac{1}{2}$$

$$-\frac{t}{RC} \log e = \log \frac{1}{2} = -\log 2$$

$$t = \frac{\log^2}{\log e} RC = \text{Ln}2 \times R.C$$

$$t \sim 0,7 R.C$$

En donnant à R de l'expression, c'est R2 de notre montage expérimental, la valeur de 1,5 MΩ, nous obtenons :

t = sensiblement ... 1 seconde par μF à l'incontournable précision près des grands R et C en jeu, évidemment ...

Remarquez encore qu'en donnant à R la valeur de 680 kΩ, nous obtenons : t = sensiblement ... 0,5 seconde par μF Précisons que C peut prendre toute valeur capacitive étendue de quelques picofarads à quelques centaines de microfarads et que nous pouvons attribuer à R toute valeur comprise entre quelques kiloohms et quelques milliers de mégohms, à la condition d'un parfait isolement électrique des composants, s'entend !

Extraordinaire, non ?

Maintenant, voulez-vous que nous réalisons ensemble un temporisateur ?

**MINUTERIE ELECTRONIQUE**

Nous allons confectionner un bascu-

# L'exploitation de la connaissance

leur monostable, en utilisant deux des quatre portes NON OU que comporte un circuit intégré de logique CD 4001, que nous alimenterons sous la tension de 12 V.

Nous mettrons en oeuvre un relais électromagnétique miniature de grande fiabilité, offrant l'intérêt de pouvoir se poser sur un support pour circuit intégré, à deux fois 8 broches en ligne (Dual In Line).

Le modèle de National Semiconductor, HB2 - 12 V (ou son équivalent interchangeable !) retiendra notre attention, avec ses deux contacts Repos/Travail et sa bobine présentant une impédance de 250 Ω. Il se commandera donc très bien avec un bon vieux et fidèle transistor NPN/2N 1711, mais oui ! ...

Voilà qui nous conduit tout droit au schéma de principe de notre montage, représenté par la figure 6.

Pour produire l'impulsion de déclenchement, nous préférons l'amusant petit dispositif lanceur constitué de l'association parallèle (R1, C1) interposée entre l'entrée a de la porte NON OU (1) et (+) alimentation, via le contact de l'interrupteur à bouton-poussoir vert, "Marche".

Maintenons classiquement l'entrée a de la porte (1) au niveau 0, en la reliant au (-) alimentation par la résistance R2, de 100 kΩ.

Accordons-nous un instant de réflexion !

Le condensateur C1 est tenu en l'état déchargé par la résistance R1, associée en parallèle avec lui, par ses armatures.

Pressons le bouton-poussoir vert "Marche" !

Grâce à la complicité de la résistance R1, en série avec lui, le condensateur C1 entreprend de se charger, étant disposé entre (+) et (-) alimentation.

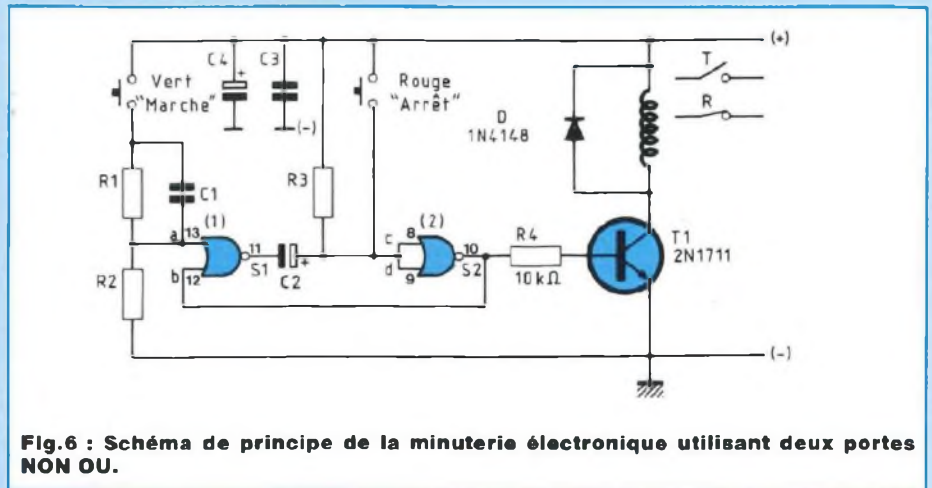


Fig.6 : Schéma de principe de la minuterie électronique utilisant deux portes NON OU.

Au début de la charge, alors nulle, la tension aux bornes de R1 est nulle et l'entrée a de la porte (1) se trouve placée au niveau 1, du (+) alimentation. Elle reçoit donc l'impulsion positive de déclenchement du basculeur monostable, est-ce vu ?

Mais C1 se charge ! La tension présente à ses armatures s'élève, jusqu'à atteindre la valeur maximale qui puisse être développée aux bornes de la résistance R1. Cette grandeur tension est conditionnée par les valeurs résistives attribuées aux résistances R1 et R2, lesquelles constituent un pont diviseur disposé entre (+) et (-) alimentation. Avec R1 = 1 MΩ et R2 = 100 kΩ, une fois le condensateur C1 chargé, la tension appliquée à la borne a de la porte (1) a pour valeur :

$$\frac{R2}{R1 + R2}$$

soit 9 % de celle de la tension d'alimentation du dispositif, satisfaisant aux conditions du niveau fonctionnel 0, de commutation des entrées des portes des circuits intégrés de logique CMOS. Cessons la pression exercée sur le bouton-poussoir !

Le lanceur est libéré, le condensateur

C1 se décharge très vite, par la résistance R1, court-circuitant ses armatures et le lanceur se replace dans son état de veille ...

L'entrée a de la porte (1) a accusé l'impulsion de déclenchement et elle a instantanément repris son niveau normal 0, auquel elle se maintient, mais la temporisation a été lancée ...

Imaginez maintenant que le montage ne soit pas équipé du petit déclencheur (R1, C1) !

La pression exercée sur le bouton-poussoir n'ayant pas été relâchée, l'entrée a de la porte (1) est toujours maintenue au niveau 1.

La temporisation s'accomplit, qui arrive à son terme ...

L'entrée a de la porte (1) se trouvant toujours au niveau 1 et l'entrée b de cette même porte (1) se voyant appliquer l'impulsion de niveau 0 apparaissant en sortie de la porte (2), de fin de la temporisation, les conditions de reconduction du phénomène écoulé sont parfaitement remplies, qu'en dites-vous ?

Le rôle du lanceur (R1, C1) nous apparaît ici dans toute son importance et vous conviendrez volontiers avec nous que tout cela vaut bien la mise en



oeuvre d'une résistance de 1 MΩ et d'un condensateur de 10 nF associés en parallèle !

Pour la curiosité (mais c'est à noter !) précisons que la tension de charge d'un condensateur C, par l'intermédiaire d'une résistance R, parvient à 95 % de la valeur de la tension d'alimentation, au bout du temps  $t = 3 R.C$ , avec t exprimé en secondes, pour R en ohms et C en farads ...

La tension de charge restante d'un condensateur C, se vidant par une résistance R court-circuitant ses armatures, n'est plus que de 5 % de sa tension de charge initiale, au bout du temps  $t = 3 R.C$ , c'est également à noter !

La grandeur (R.C) est la constante de temps  $\theta$ , définie lors de notre entretien traitant des expressions et monogrammes ...

Dans le cas présent, la mise en oeuvre de l'étage transistor-relais a été vue toute simple, moins sophistiquée que celle développée chez le projet du dispositif thermostatique à relais électromagnétique, objet de notre entretien Led N° 102.

Toutefois, une réalisation future pourrait être la synthèse des deux, conduisant par exemple à l'obtention d'une minuterie électronique d'éclairage, que nous pourrions même tout aussi facilement activer à l'aide d'un relais à triac, avec liaison par photocoupleur, pourquoi pas ?

Pour en terminer, nous vous invitons à considérer le rôle du contact à fermeture temporaire du bouton-poussoir rouge "Arrêt".

Grâce à cet artifice complémentaire, nous pouvons appliquer une impulsion de niveau 1 sur les entrées réunies c et d de la porte (2), tout en court-circuitant au (+) alimentation l'armature (+) du condensateur C2. Opérant ainsi,

nous achevons immédiatement la charge en cours du condensateur et nous provoquons à volonté le basculement de fin de la temporisation, ramenant le montage dans son état de veille !

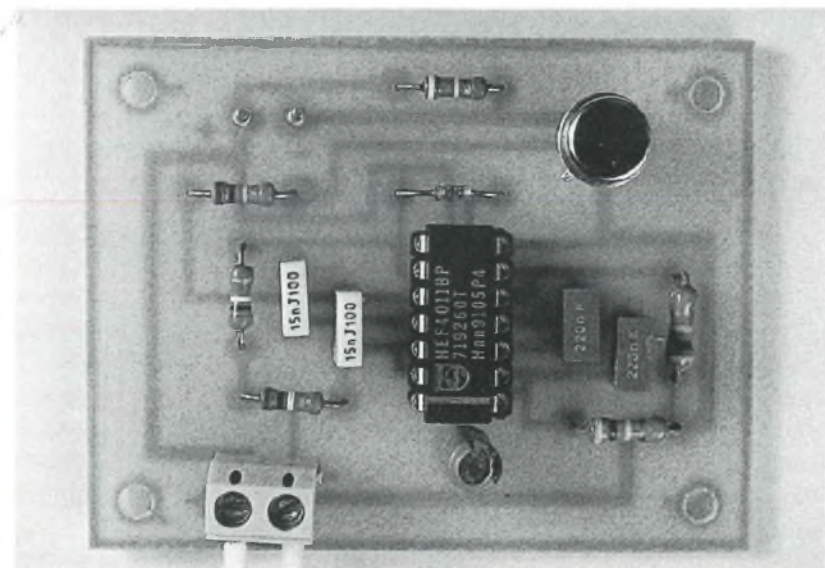
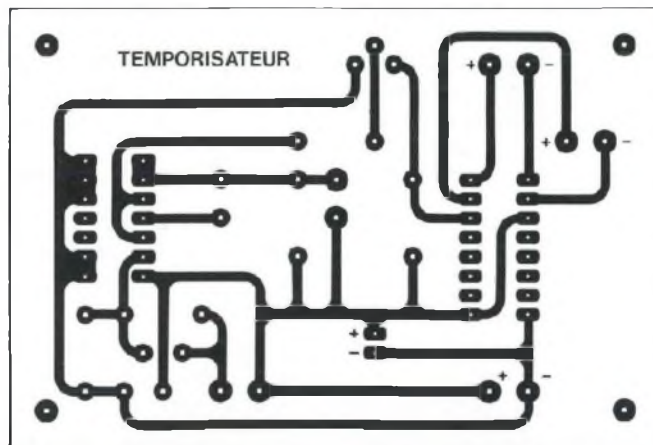
C'est efficace, qu'en dites vous ?

Un circuit imprimé a été dessiné, qui vous est ici proposé, avec l'implantation des composants sur la platine.

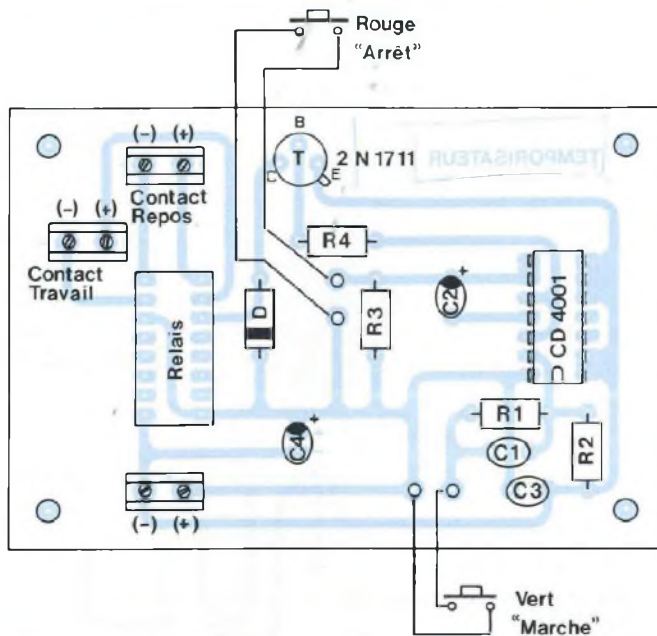
L'alimentation du temporisateur s'effectuera sous la tension de 12 V, voire même des 9 V qui suffisent pour acti-

ver, pour faire "monter", pour faire "coller" le petit relais HB2 – 12 V. Précisons que le montage piloté par notre petite minuterie électronique reçoit son énergie électrique depuis l'alimentation mère, par l'intermédiaire du contact

Travail du relais. Il devra donc obligatoirement fonctionner sous la même tension et il faudra veiller au respect de la concordance des polarités en sortie du relais et celles du montage desservi, lors du branchement, attention !



# L'exploitation de la connaissance



## NOMENCLATURE

### • Résistances $\pm 5\%$ – 1/2 W

- R1 – 1 M $\Omega$
- R2 – 100 k $\Omega$
- R3 – selon durée de temporisation désirée (voir texte)
- R4 – 10 k $\Omega$

### • Condensateurs

- C1 – 10 nF
- C3 – 0,1  $\mu$ F (plastique)
- C4 – 47 ou 100  $\mu$ F, électrochimique, type radial, 16 ou 25 V service
- C2 – électrochimique, type radial, de capacité fonction de la durée de temporisation désirée (voir texte)

## SONDE LOGIQUE TRICOLEURE

Nous vous invitons maintenant à conduire ensemble le projet d'une sonde logique, un précieux petit instrument de laboratoire, dynamique, visualisant les niveaux présents sur les sorties (ou les entrées) des portes des circuits intégrés de logique. L'appareil que nous allons réaliser sera performant, mais encore original, car un niveau 1 sera signalé par un voyant lumineux de couleur rouge et un niveau 0 le sera par un voyant vert. Un niveau intermédiaire se traduira par l'illumination d'un voyant ... "orangé" (une diode électroluminescente jaune, en réalité !).

Un voyant rouge et un voyant vert supplémentaires pourront s'allumer, qui clignoteront ...

L'ensemble apparaîtra sous cette "image" souvent rencontrée, celle des

feux tricolores de régulation de la circulation :

En haut, niveau 1 : voyant rouge,

A mi-hauteur, niveau intermédiaire : voyant orangé,

En bas, niveau 0 : voyant vert.

Amusant, ne trouvez-vous pas ?

### REMARQUE

Les portes des circuits intégrés de logique des dernières générations CMOS se caractérisent par une symétrie des grandeurs tension des niveaux de commutation de leurs entrées.

L'alimentation des circuits intégrés de la famille 74 H XX doit typiquement s'opérer sous les 5 V délivrés par une alimentation stabilisée (Led N<sup>os</sup> 72, 73 et 98).

Cette exigence est très largement compensée par d'exceptionnelles performances, la série 74 XX fonctionne en effet jusqu'à 50 MHz (Led N<sup>os</sup> 90 et 91).

La série CD 4XXX se contente, elle, d'une classique alimentation allant de

4 à 15 V (18 V au grand maximum !), mais dans la pratique usuelle des choses, nous ne l'alimenterons pas sous une tension excédant 12 V et nous ne lui ferons pas traiter des signaux de fréquence supérieure à 5 ... 6 MHz (nos mêmes entretiens).

Pour que notre sonde logique consente à fonctionner indifféremment en présence de circuits intégrés de logique 74 HC XX ou CD 4XXX, nous prélèverons sa tension d'alimentation sur le montage soumis à l'investigation, ce sera plus simple ainsi ! Nous la construirons avec des circuits intégrés de la série CD, pour les raisons de tension que nous venons d'évoquer, en précisant que la rapidité de commutation des CD 4XXX sera largement suffisante pour les besoins usuels.

Devant la nécessité d'une analyse plus poussée de signaux inconnus, pour les visualiser, nous devrons nécessairement faire appel aux services d'oscil-

**S COMPOSANTS**

**• Semiconducteurs**

Circuit intégré CD 4001, avec support  
Transistor 2N 1711  
Diode 1N 4148

**• Divers**

Relais National HB2 – 12 V  
2 contacts (R/T) – 250 Ω (ou relais équivalent, interchangeable), avec son support (2 x 8 broches), pour circuit intégré  
2 Contacteurs à fermeture temporaire, à bouton-poussoir (1 vert et 1 rouge)  
Borniers, picots à souder, cosses, fil de câblage, etc ...

oscopes performants, lesquels ne seront peut-être pas disponibles au moment voulu, c'est une autre histoire !

La commodité d'utilisation de notre petite sonde logique tricolore et les intéressants services rendus par elle au quotidien seront très souvent appréciés des praticiens !

**SCHEMA DE PRINCIPE**

Il nous est présenté par la figure 7.

La sonde est connectée, par ses bornes (+) et (-) aux bornes correspondantes, de même polarité, de l'alimentation du montage à explorer. La pointe de touche "Test" sera présentée au point sensible dont nous désirons connaître le niveau logique ...

Vous noterez la présence du système à diode Zener et diode de redressement, destiné à protéger la sonde contre une éventuelle inversion des polarités (par la diode de redressement) et une possible surtension dan-

gereuse pour les circuits intégrés (par la diode Zener).

Le signal inconnu est injecté par la borne d'entrée "Test", pour être acheminé vers les entrées des portes (1) et (2), selon la répartition conditionnée par le pont diviseur constitué de l'assemblage série de la résistance R2 et du potentiomètre Pot.

La tension d'alimentation est découpée en trois zones, lesquelles correspondent au niveau fonctionnel de commutation ZERO, à l'espace intermédiaire entre les niveaux ZERO et UN, au niveau UN ...

L'amplitude, la "hauteur" du signal inconnu à tester sera comparée à cette échelle de référence.

Un signal de niveau ZERO fera s'illuminer la (seule !) diode électroluminescente inférieure, de couleur verte.

Un signal de niveau UN fera s'illuminer la (seule !) diode électroluminescente supérieure, de couleur rouge.

Un signal de niveau intermédiaire, supérieur à ZERO, mais inférieur à UN, fera s'illuminer la (seule !) diode électroluminescente "orangée" (jaune, en réalité).

Le tarage sera effectué une fois pour toutes, avant la mise en service de la sonde tricolore, une opération d'une simplicité dérisoire !

Voyons comment se passent les choses ...

Un signal de niveau inconnu est présenté, via la résistance R1, aux entrées des portes (1) et (2).

Supposons ce signal de niveau 0 !

La porte (1) est le détecteur de niveau 0. Le signal offert à ses deux entrées, connectées ensemble, étant de niveau 0, il force la sortie S1 de la porte (1) au niveau 1. Le transistor T1 entre en conduction, faisant s'illuminer sa DEL verte !

Niveau 0 = DEL verte allumée

La porte (2) est le détecteur de niveau 1. Le signal offert à ses deux entrées, connectées ensemble, étant de niveau 0, il force la sortie S2 de la porte (2) au niveau 1. Mais la porte (3), laquelle fonctionne en porte inverseuse, reconvertit finalement le signal à tester, de niveau 0, en signal également de niveau 0, présent sur sa sortie S3. Le transistor T5 n'étant pas activé, sa DEL rouge reste éteinte.

Niveau 0 = DEL rouge éteinte

Supposons maintenant que le signal inconnu, soumis au test, soit de niveau 1 !

Présenté aux entrées réunies de la porte (1), ce signal force la sortie S1 de la porte (1) au niveau 0. Le transistor T1 n'étant pas activé, sa DEL verte reste éteinte.

Niveau 1 = DEL verte éteinte

Offert aux entrées réunies de la porte (2), le signal à tester, de niveau 1, force au niveau 0 la sortie S2 de la porte (2). Mais la sortie S3, de la porte (3), laquelle fonctionne en inverseuse, délivre finalement un signal de niveau 1, réplique du signal inconnu soumis au test. Le transistor T5 entre en conduction, faisant s'illuminer sa DEL rouge !

Niveau 1 = DEL rouge allumée

Considérons maintenant le cas du signal, subissant le test, de niveau intermédiaire, supérieur au niveau 0, mais cependant inférieur au niveau 1 ...

Les entrées de la porte (1) "ne voient pas" de niveau 0, la sortie S1 de la porte (1) prend le niveau 0.

Les entrées de la porte (2) "ne voient pas" de niveau 1. la sortie S2 de la porte (2) prend le niveau 1, converti finalement en signal de niveau 0 en sortie S3 de la porte (3), laquelle fonctionne en inverseuse.

Le signal de niveau 0 en sortie S1 de la porte (1) et le signal de niveau 0 en

# L'exploitation de la connaissance

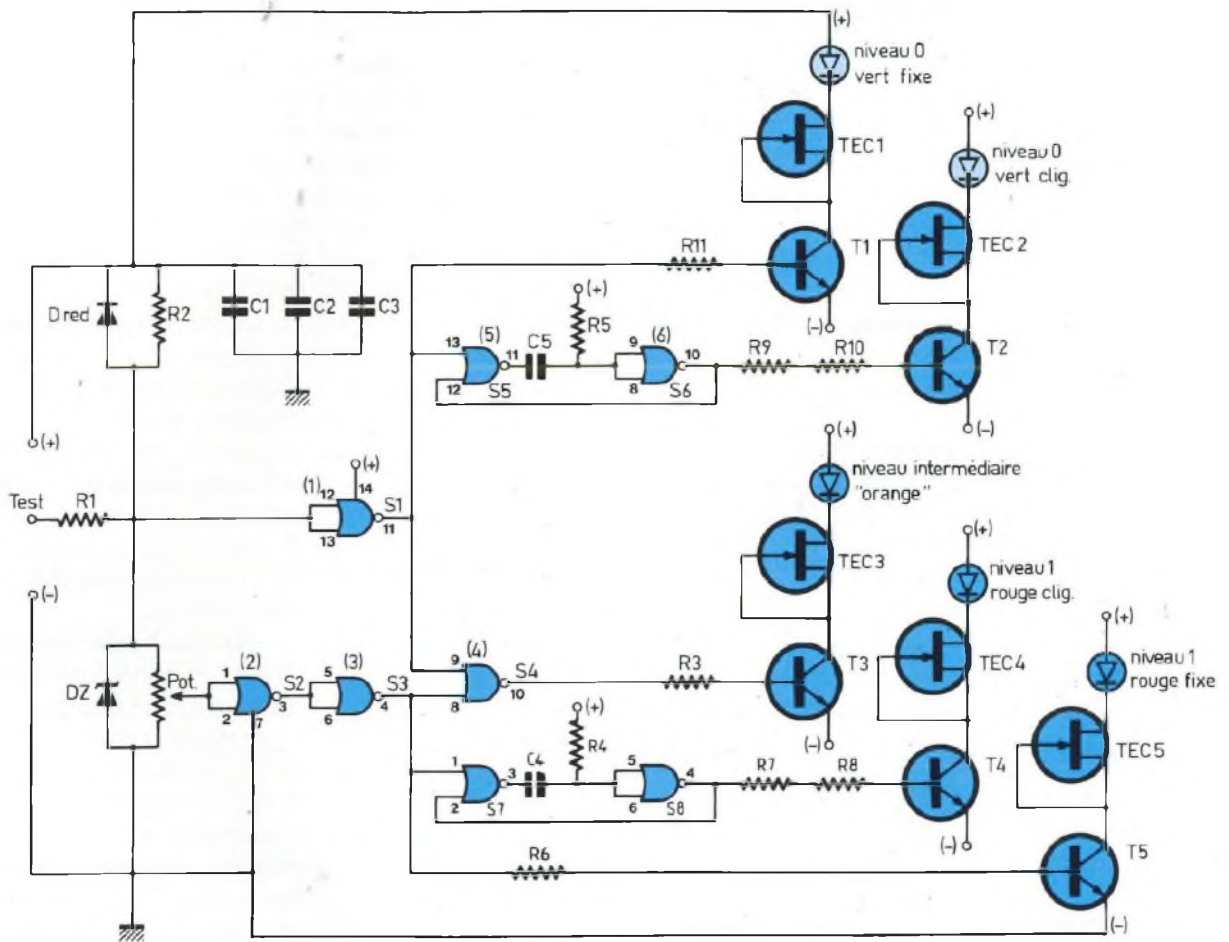


Fig. 7 : Schéma de principe de la sonde logique tricolore.

sortie S3 de la porte (3) sont appliqués simultanément aux (deux) entrées de la porte (4). La sortie S4 de la porte (4) est forcée au niveau 1, le transistor T3 entre en conduction, faisant s'allumer sa DEL "orangée" !

Niveau intermédiaire = DEL orangée allumée

Résumons nos conclusions :

- Niveau 0 =
  - DEL rouge éteinte
  - DEL orangée éteinte
  - DEL verte allumée

- Niveau 1 =
  - DEL rouge allumée
  - DEL orangée éteinte
  - DEL verte éteinte

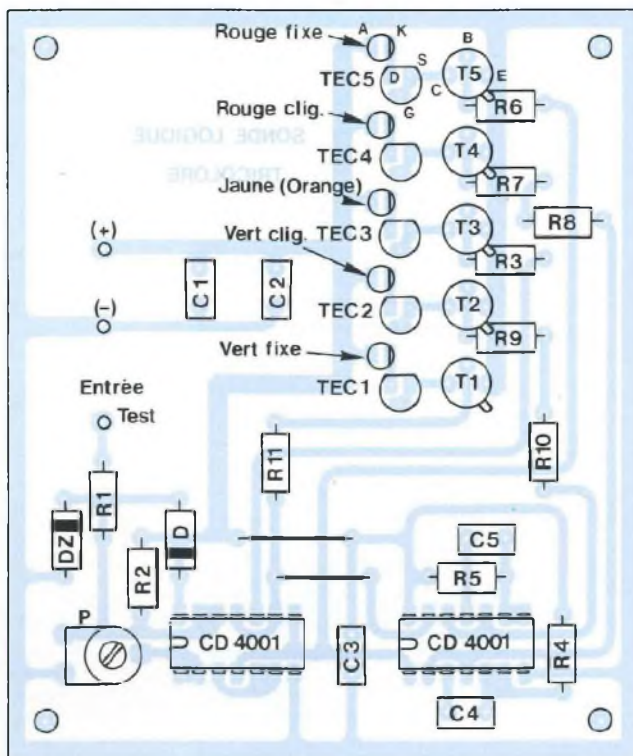
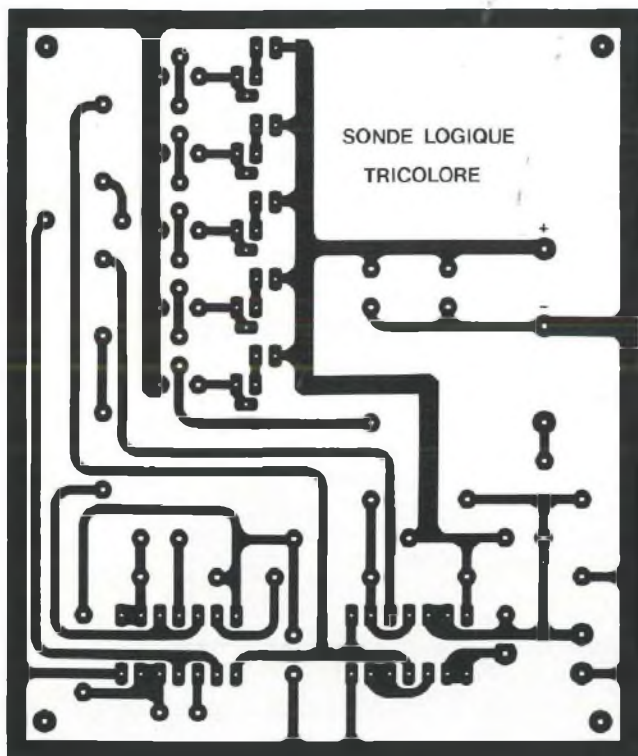
- Niveau intermédiaire =
  - DEL rouge éteinte
  - DEL orangée allumée
  - DEL verte éteinte

### ET MAINTENANT ?

Lorsque le signal Test prend le niveau 1, pour ne l'occuper que fugiti-

vement, il effectue une brève incursion dans l'espace du niveau 1, produisant une impulsion négative en S2, laquelle est transformée en une impulsion positive en sortie S3 de la porte (3). Une impulsion "1" en S3 déclenche le basculeur monostable construit autour des portes NON OU (7) et (8) du second circuit intégré de logique CD 4001 ...

Le transistor T4 est rendu conducteur pendant la durée de la temporisation conditionnée par la résistance R4 et le



**NOMENCLATURE DES COMPOSANTS**

• **Résistances** ± 5 % – 1/2 W

- R1 – R3 – R6 – R11 – 10 kΩ
- R2 – 470 kΩ
- R4 – R5 – 1 MΩ
- R7 – R8 – R9 – R10 – 4,7 kΩ

• **Résistance ajustable**  
type horizontal

- Pot – 1 MΩ

• **Condensateurs plastique, écartement des électrodes 5,08 mm**

- C1 – C3 – C4 – C5 – 0,1 μF

- C2 – 1 μF

• **Semiconducteurs**

- 2 Circuits intégrés CD 4001, avec supports
- 5 Transistors 2N 2222 – 5 TEC/BF 256
- 1 Diode Zener 15 V – 1,2 W
- 1 Diode 1N 4007
- Diodes électroluminescentes standard diamètre 5 mm : 2 rouges, 1 jaune, 2 vertes

• **Divers**

- Douilles Banane châssis : 1 rouge,

- 1 noire, avec cordons de liaison et pinces crocodile de couleur assortie
- 1 Douille Banane châssis de couleur différente, ou de diamètre différent, avec cordon de liaison et pointe de touche "Test" assortie
- 4 Guides supports pour circuit imprimé, à combinaison, en matière plastique, auto-adhésifs
- 1 Circuit imprimé
- Picots à souder, cosses, fil de câblage
- Coffret en matière plastique

# L'exploitation de la connaissance

condensateur C4, sa DEL rouge (clignotante) émet un flash !

C'est par ce moyen que sont décelées les brèves incursions autrement inaperçues du signal Test en territoire de niveau 1, qui sont "allongées" par le basculeur monostable !

Pour les mêmes raisons (même punition, même motif !), les brefs séjours du signal Test en zone de niveau 0 sont traduits par des flashes de la DEL verte clignotante commandée par le tandem des portes NON OU (5) et (6) du second circuit intégré de logique CD 4001 !

La présence d'un signal Test rectangulaire dissymétrique, caractérisé par ses brèves et brutales impulsions transitoires, est ainsi détectée, mise en évidence ...

Evidemment, si le signal inconnu analysé évolue lentement, seules les diodes électroluminescentes de base, rouge et verte, s'illuminent durablement, alternativement. Il demeure néanmoins que l'entrée du signal Test dans les espaces extrêmes de niveau 1 et de niveau 0 s'exprime toujours par un flash des DEL clignotantes rouge et verte, ce qui ne constitue pas la moindre gêne, à l'utilisation de notre sonde tricolore.

Cela vous convient-il ?

## ALIMENTATION DES DEL

Pour rendre notre sonde logique apte à opérer indifféremment sous la tension d'alimentation des 5 V des circuits intégrés de la famille 74 HC XX ou des 5 à ... 18 V (c'est un grand maximum, que nous limitons aux 15 V de la tension nominale de la diode Zener !) des CD 4XXX, faisons traverser les DEL des voyants lumineux par des courants d'activation d'intensité constante !

Mettons en oeuvre des transistors NPN, T1 à T5 choisis du type "com-

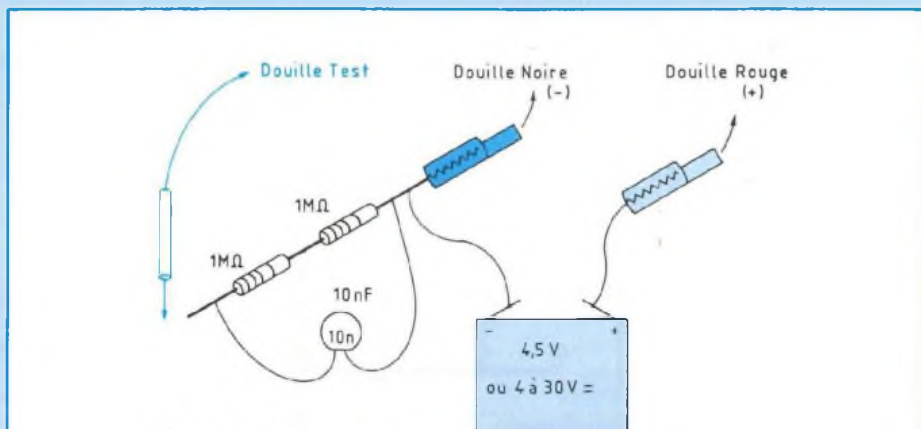
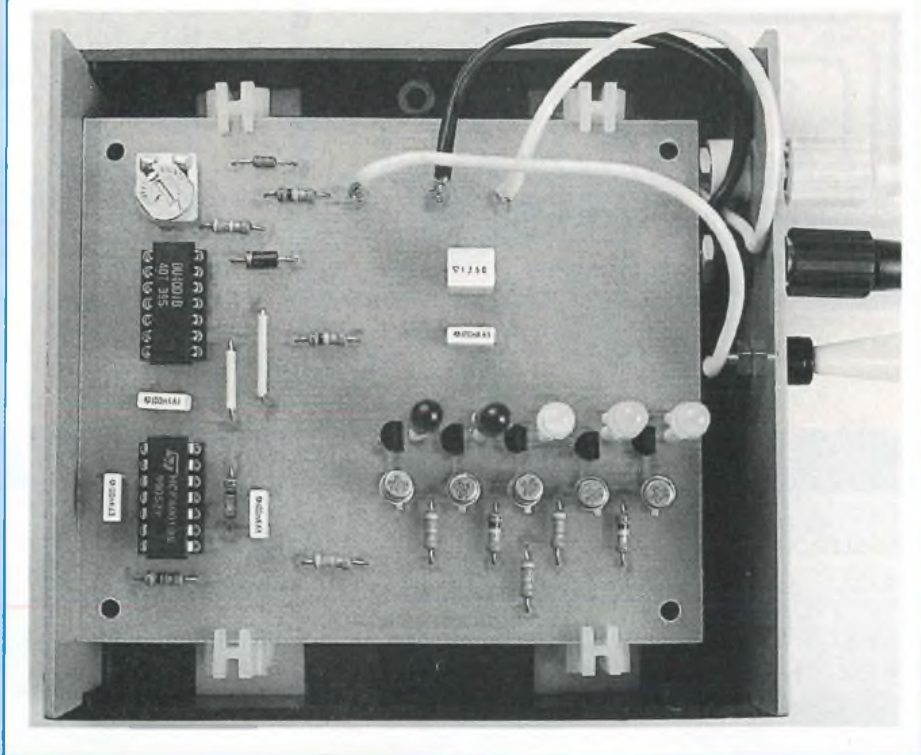


Fig. 8 : Manipulation.



mutation grande vitesse" et d'encombrement réduit, des 2N 2222.

Des transistors à effet de champ BF 245 (ou 256) seront installés en série avec les diodes électroluminescentes disposées dans les circuits des

collecteurs des 2N 2222. De cette façon, nous rendrons constante l'intensité du flux lumineux émis par les DEL, quelle que soit la valeur de la tension d'alimentation, c'est tellement plus confortable, vous verrez !

Souvenez-vous, nous avons déjà

exploité ce procédé, lorsque nous avons réalisé ensemble notre testeur de continuité (Led N° 99).

### CONSTRUCTION

Elle n'offre aucune difficulté !

Un circuit imprimé a été dessiné, accompagné de l'implantation des composants.

La platine de la sonde sera maintenue en place, à l'horizontale, à l'aide de 4 supports auto-adhésifs.

Les douilles (+), (-) et "Test" seront installées en façade du coffret en matière plastique abritant l'appareil, aux dimensions extérieures : largeur = 109 - hauteur = 50 - profondeur = 119 mm.

Le tarage est d'une simplicité dérisoire ! Il suffit tout simplement de connecter les entrées (+) et (-) de la sonde aux bornes (+) et (-) d'une banale pile plate de 4,5 V, ou à celles d'une alimentation de laboratoire délivrant une tension, non critique, de ... 4 à 30 V, puis d'intervenir sur la position du curseur du potentiomètre (délicatement, merci !), pour obtenir l'illumination de la (seule) DEL "orangée", phénomène qui suit immédiatement celui d'extinction de la DEL rouge, c'est terminé ...

Si vous avez la curiosité, ou la patience (ou les deux réunies, ne serait-ce pas la fonction OU ?) de procéder à la petite manipulation proposée par la figure 8, vous apprécierez immédiatement les qualités de la sonde tricolore !

Vous constaterez l'apparition d'un flash, rien que d'un flash, à chaque contact effectif assuré entre l'extrémité de la résistance connectée à l'une des bornes de la pile et la pointe de touche Test, phénomène profondément significatif !

**Georges Matoré**

# Petites Annonces

Cette rubrique ne peut subsister que si vous, lecteurs, nous faites parvenir des annonces à la Rédaction.

Etudiant cherche généraux donateur d'appareils électroniques même en panne.

Ratinaud Jean-Michel  
pav. Moreau de tours Haut  
15, rue du Dr Marchand  
87000 Limoges

Recherche caputs et plans de montage Dynaco ST 70 et PAS, transfo Supersonic W 30 en 4 000  $\Omega$ , tube 12 x 4. Fabreguettes R.

Lot. Pré Vescal Rambaud 05000  
Tél. 92.51.47.92.

Vends générateur Philips sinus/triangle/carré de 0 à 1 MHz (réf. PM 5165) : 600 F. CB Stalker 980 canaux AM SSB : 800 F. Caisson grave Audax : 300 F. Tél. : 69.81.73.53.

Amateur passionné d'électronique mais qui n'a plus le temps de pratiquer, revend tout son stock de matériel neuf (transistors, circuits intégrés, condensateurs, résistances, visserie, connexions, potentiomètres, plaques époxy cuivré, etc.).

Disponible en lot ou séparément.  
Tél. : 45.31.19.73 (rép. si absent)

Recherche pour programmeur d'époms "PROGEPROM EST 02" (Led n° 59), un micro-process. MC 68705 P3 programmé pour le bon fonctionnement de ce programmeur (ou quelqu'un qui pourrait me faire une copie). Merci.

Tél. : 54.80.67.06 (F6HUE)

Vends "Electronique pratique" n°s 1 au 130.  
Prix : 800 F. Tél. : 61.84.63.73

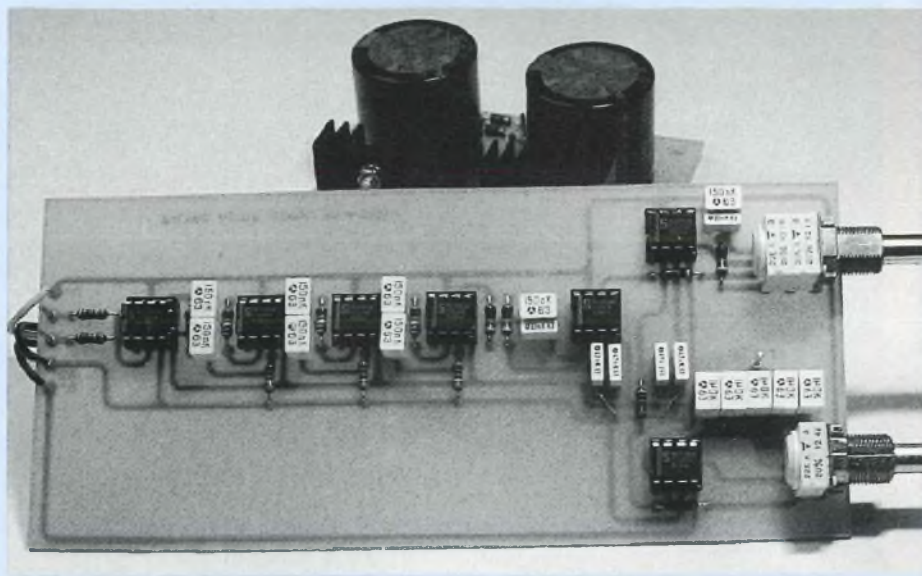
Vd ou éch. TXRX VHF ICOM 140 à 170 MHz, 100 mém. + sélectif + 1 750 Hz + Shift Relais : 2 500 F. Portatif ICOM idem même logiciel : 2 000 F. TXRX CB Midland 77104 40CX AM : 300 F. Colt 444 120 CX AM/FM : 700 F ou contre-TXRX Deca ou autre matériel. Propositions à : FC1LZC Larcher P., 94, allée A. Franck 45770 Saran

Vds oscilloscope CDA 2 x 25 MHz, générateur Topward 8102 1-1 MHz, alimentation AD 242 3/24 V, l'ensemble acheté le 06/03/91, état neuf, prix : 5 500 F. Tél. : 40.70.92.99

# FILTRE ACTIF

## POUR

### CAISSON D'EXTREME-BASSE



Les lecteurs de l'Audiophile ont pu suivre dans les N<sup>os</sup> 22 et 23 de cette revue, un article théorique rédigé par M. Charles-Henry DELALEU et intitulé "Extrêmes-Basses grâce à CALSOD et LEAP" Les progiciels lui ont permis d'étudier un caisson d'extrême-grave, capable de s'adapter à la majorité des enceintes, permettant ainsi d'atteindre les fréquences les plus basses présentes sur les supports audio, mais bien souvent inaudibles puisque non reproduites par les H.P.

**L**e caisson de basse a donc pour but de répondre à l'incapacité de la majorité des enceintes de descendre en-dessous de 60 Hz.

L'objectif est de pouvoir combler la bande 20 Hz – 120 Hz. Afin de s'intégrer dans la majorité des appartements, il a été décidé de ne pas dépasser pour ce caisson, un volume de

50 litres de charge utile. L'auteur est arrivé à la conclusion que pour obtenir 20 Hz dans 50 litres avec une grande possibilité en pression acoustique, seul un système par filtrage actif est possible.

Dès lors, il a demandé à l'équipe de Led d'étudier une implantation de circuit imprimé, c'est ce filtre actif que nous vous proposons de construire.

#### LE FILTRE ACTIF

Le cahier des charges est simple, il faut combler la bande 20 Hz – 120 Hz. La fréquence de 20 Hz est fixe mais la fréquence haute est ajustable de 30 Hz à 120 Hz.

L'électronique, comme indiqué en figure 1, se compose de quatre étages :

- L'étage d'entrée comprenant un sommateur, ce qui permet l'utilisation du caisson en caisson central.
- Un filtre passe-haut possédant un fort coefficient de surtension afin d'augmenter très sensiblement la pression acoustique entre 15 Hz et 50 Hz.
- Un filtre passe-bas qui possède un réglage en fréquence glissante pour s'adapter à la majorité des cas (enceintes satellites).
- L'étage de sortie dont le but est de régler le niveau sonore de l'ensemble.

#### LE FILTRE PASSE-HAUT

Une cellule de base est reproduite en figure 2A, l'atténuation est ici de 12 dB/octave.

L'élément actif est constitué d'un amplificateur opérationnel, ce qui simplifie le calcul du circuit.

Sans trop entrer dans des calculs toujours complexes, ce qui n'est pas le but de cet article, disons que la fréquence de coupure  $f_c$  d'une telle cellule est déterminée par la relation :

$$f_c = \frac{1}{2\pi \cdot R_o \cdot C}$$

Notre fréquence de coupure est, rappelons-le, de 20 Hz.

Avec  $2\pi = 6,28$  et comme unité d'impédance la capacité  $C$  que nous choisissons arbitrairement de  $0,15 \mu\text{F}$ , nous pouvons calculer  $R_o$

$$R_o = \frac{1}{20 \cdot 6,28 \cdot 0,15 \cdot 10^{-6}}$$

$$= \frac{1 \cdot 10^6}{18,84} = 53\,078 \Omega$$



# POUR CAISSON EXTREME-GRAVE

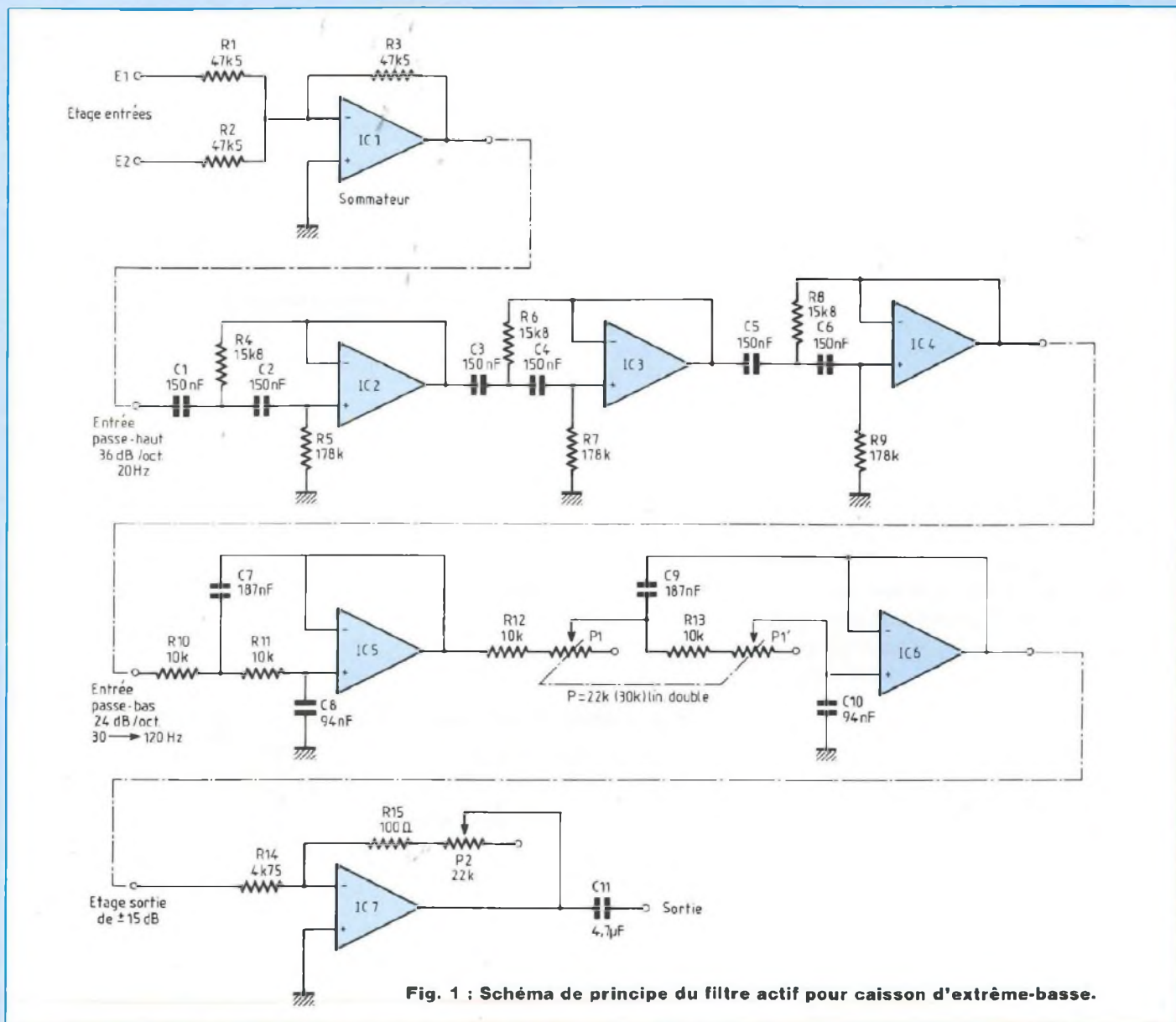


Fig. 1 : Schéma de principe du filtre actif pour caisson d'extrême-basse.

$R1 = 0,707 \cdot R_o \rightarrow R1 = 37\,526 \, \Omega$   
 $R2 = 1,41 \cdot R_o \rightarrow R2 = 74\,839 \, \Omega$

Les trois cellules identiques placées en série permettront d'obtenir une atténuation de 36 dB/octave.

### LE COEFFICIENT DE SURTENSION

Les valeurs que nous venons de déterminer pour R1 et R2 sont valables dans le cas où nous ne désirons pas de surtension à la fréquence de coupure  $f_c$ , c'est-à-dire avec un

coefficient de surtension de 0,707.

Le coefficient de surtension Q se définit par la relation :

$$Q = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{q}{m}}$$

avec pour une cellule à 12 dB :

$q = 1,414$  et  $m = 0,707$ .

Dans ce cas :  $Q = 0,707$

Comme nous l'avons mentionné un peu plus haut, nous voulons pour ce

filtre passe-haut un fort coefficient de surtension Q afin d'augmenter la pression acoustique entre 15 Hz et 50 Hz. Nous le choisissons de 1,7 pour cette application.

Le rapport est de  $1,7/0,707$  soit 2,4.

La résistance R1 de 37,4 kΩ prend donc la valeur de :  $\approx 15,58 \, k\Omega$  ( $37,4/2,4$ ) et la résistance R2 de 75 kΩ, la nouvelle valeur de  $\approx 180 \, k\Omega$  ( $75 \times 2,4$ ).

# FILTRE ACTIF

## LE FILTRE PASSE-BAS

La cellule de base de la figure 2B va nous permettre de conduire le même raisonnement que ci-dessus.

En fait, le passage d'une cellule passe-haut en passe-bas se traduit par l'insertion de résistances en lieu et place des condensateurs.

Nous voulons une fréquence maximale de 120 Hz et une fréquence glissante de 30 Hz à 120 Hz.

La fréquence de coupure d'une telle cellule est déterminée cette fois par la relation

$$f_c = \frac{1}{2 \pi \cdot R \cdot C_0}$$

Une valeur de 10 kΩ pour le choix de l'unité d'impédance donnée à R permet de faire fonctionner l'ampli op dans de bonnes conditions.

En effet, il faut que R soit beaucoup plus faible que l'impédance d'entrée de celui-ci et beaucoup plus élevée que l'impédance de sortie pour que cet élément puisse être considéré comme parfait.

**1 – Pour une fréquence de 120 Hz maximale :**

$$C_0 = \frac{1}{120 \cdot 6,28 \cdot 10 \cdot 10^3} = \frac{1}{7536 \cdot 10^3}$$

$$= \frac{1}{7,536 \cdot 10^6} = 0,1327 \cdot 10^{-6}$$

$C_0 \# 0,133 \mu\text{F}$  ou  $133 \text{ nF}$

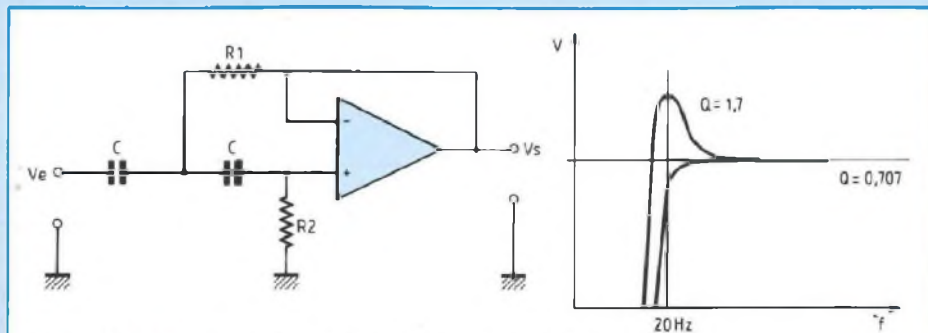
$C_1 = 1,41 \cdot C_0 \rightarrow C_1 \# 187 \text{ nF}$

$C_2 = 0,707 \cdot C_0 \rightarrow C_2 \# 94 \text{ nF}$

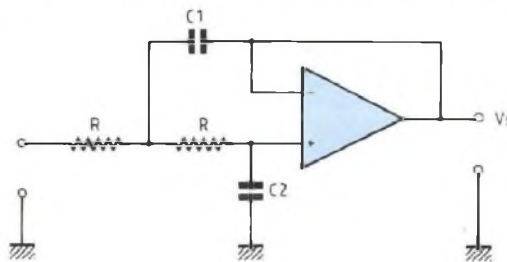
**2 – Pour une fréquence de 30 Hz minimale :**

Pour effectuer ce glissement désiré de la fréquence, une deuxième cellule est utilisée.

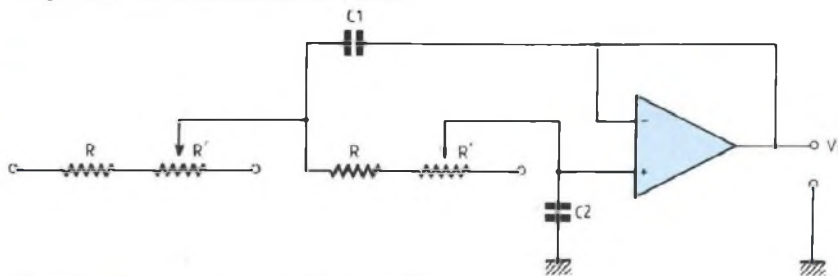
La figure 2C indique les modifications apportées à la cellule de base. Les résistances de valeur fixe R de 10 kΩ sont remplacées par un potentiomètre double à axe unique. Il faut en effet que les deux éléments résistifs aient



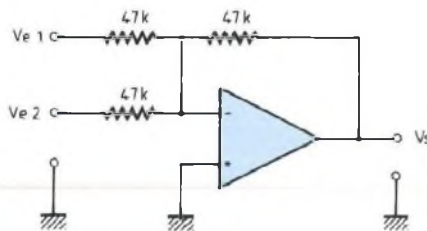
**Fig. 2A : Filtre passe-haut et coefficient de surtension Q.**



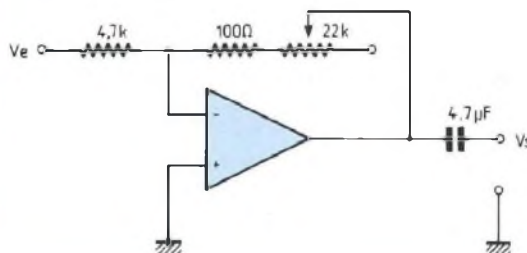
**Fig. 2B : Filtre passe-bas à  $f_c$  fixe.**



**Fig. 2C : Filtre passe-bas à  $f_c$  variable.**



**Fig. 2D : Etage sommateur.**



**Fig. 2E : Etage amplificateur à gain variable.**

# POUR CAISSON EXTREME-GRAVE

la même valeur ohmique.

Nous connaissons  $C_0$  (133 nF),  $f_c$  (30 Hz),  $2\pi$  (6,28), nous pouvons donc, en reprenant la relation ci-dessus, calculer la valeur de R :

$$133 \cdot 10^{-9} = \frac{1}{30,6,28 \cdot R} \rightarrow$$

(en nF)

$$R = \frac{1}{30,6,28 \cdot 133 \cdot 10^{-9}}$$

$$= \frac{1}{25057 \cdot 10^{-9}} \text{ ou } \frac{1}{25,057 \cdot 10^{-6}}$$

$$R = 0,040 \cdot 10^6 \text{ soit } 40 \text{ k}\Omega$$

Ce qui était prévisible puisque nous divisons la fréquence de coupure  $f_c$  par 4 (120 Hz  $\rightarrow$  30 Hz).

Les deux valeurs résistives à retenir sont donc :

$$120 \text{ Hz} \rightarrow R = 10 \text{ k}\Omega$$

$$30 \text{ Hz} \rightarrow R = 40 \text{ k}\Omega$$

Pour la fréquence de 120 Hz, pas de problème. Lorsque les curseurs de potentiomètres R' sont à 0, des résistances talon R de 10 k $\Omega$  font parfaitement l'affaire.

La complication intervient pour le minima de 30 Hz, R + R' doivent avoir une résistance totale de 40 k $\Omega$ , soit R' = 30 k $\Omega$ . Inutile de chercher un tel potentiomètre chez votre revendeur qui sourira en vous disant : « Monsieur, c'est 22 k $\Omega$  ou 47 k $\Omega$  ! ».

Une valeur de 47 k $\Omega$  n'est pas envisageable, car la fréquence de coupure  $f_c$  descendrait beaucoup trop bas.

– 1<sup>ère</sup> solution : Shunter les pistes des potentiomètres par des résistances fixes de valeur appropriée, de façon à obtenir une résistance équivalente  $R_{\text{équi}}$  de 30 k $\Omega$ , soit :

$$30 = \frac{R \cdot 47}{R + 47}; R \# 82,9 \text{ k}\Omega$$

– 2<sup>ème</sup> solution : Utiliser un modèle de 22 k $\Omega$ . La résistance totale monte au mieux à 32 k $\Omega$ , ce qui ne permet plus

alors de descendre que jusqu'à  $f_c \# 37,5 \text{ Hz}$ .

## L'ETAGE D'ENTREE

L'ampli opérationnel d'entrée est monté en sommateur, ce qu'indique la figure 2D. En effet, le caisson d'extrême grave étant destiné à être utilisé en caisson central (fonctionnement triphonique), les deux canaux en provenance de la sortie du préamplificateur sont mélangés. A ces basses fréquences, il n'y a rien à redouter car les sons ne sont pas du tout directionnels. Cet ampli op permet également d'attaquer l'entrée du filtre passe-haut à basse impédance.

Le gain en tension de cet étage est déterminé par la relation :

$$V_s = -47 \left( \frac{V_{e1}}{47} + \frac{V_{e2}}{47} \right)$$

Soit un gain de 2 si  $V_{e1} = V_{e2}$ . Le (-) indique que le signal subit une inversion de phase.

## L'ETAGE DE SORTIE

De part la présence du potentiomètre de 22 k $\Omega$  monté en contre-réaction, le gain en tension de cet étage est variable. Voir la figure 2D.

Il s'agit encore d'un étage inverseur de phase dont les gains extrêmes sont définis par les relations :

$$G_{\text{max}} = -\frac{100 + 22.000}{4700} \# -4,7 \text{ (amplif.)}$$

$$G_{\text{min}} = -\frac{100}{4700} \# -0,021 \text{ (atténuation)}$$

Les amplis opérationnels n'étant pas dotés de réglage d'offset, nous avons prévu en sortie de ce dernier étage, un condensateur de 4,7  $\mu\text{F}$  dont le rôle est de bloquer toute tension continue présente sur la broche 6.

## LE CHOIX DES COMPOSANTS

Pour les semiconducteurs, plusieurs amplis-op peuvent être utilisés (éviter

tout de même le 741 !). Le choix se portera sur des modèles "faible bruit", genre NE 5534 N ou OP27C.

Les résistances seront à couche métallique, les condensateurs des "milfeuils" au pas de 5,08.

S'il est facile de s'approvisionner en résistances à faible tolérance  $\pm 1 \%$ , il en est tout autre pour les condensateurs dont on ne peut espérer moins de  $\pm 5 \%$ .

Un autre problème est soulevé avec le filtre passe-haut qui fait intervenir des valeurs comme 187 nF ou 94 nF. Pour s'approcher de ces valeurs théoriques calculées, le circuit imprimé a été étudié pour recevoir deux condensateurs montés en parallèle.

## THEORIE ET PRATIQUE

Comme nous venons de le dire, entre la valeur optimale calculée pour un composant et ce que l'on peut acquérir, il y a toujours un compromis à faire.

Ainsi :

– Pour les filtres passe-haut :

C = 150 nF : valeur normalisée

R1 = 37 526  $\Omega$  : valeur approchée 37,4 K à  $\pm 1 \%$ . (pour Q = 0,707)

R2 = 74 839  $\Omega$  : valeur approchée 75 k $\Omega$  à  $\pm 1 \%$ . (pour Q = 0,707)

– Pour les filtres passe-bas :

R = 10 k $\Omega$  à  $\pm 1 \%$  : valeur normalisée

C1 = 187 nF soit 150 nF + 33 nF (ou 39 nF si possible)

C2 = 94 nF soit 47 nF + 47 nF

## L'ALIMENTATION $\pm U$

Le filtre actif peut être alimenté de  $\pm 12 \text{ V}$  à  $\pm 16 \text{ V}$ , voire même  $\pm 20 \text{ V}$  avec des NE 5534 N.

Le schéma de la figure 3 ne surprendra pas, c'est un classique qui utilise LM 317T et LM 337T.

Filtrage et régulation sont ici énergiques.

Les ajustables permettent d'obtenir une alimentation parfaitement symétrique, ce qui n'est pas le cas avec des régu-

# FILTRE ACTIF

lateurs complémentaires 7812 et 7912 par exemple.

## REALISATION

### • Les circuits imprimés

Ils sont au nombre de 2 et proposés à l'échelle 1 aux figures 4A et 4B.

La gravure de ces plaquettes ne pose aucun problème. Si vous redoutez le perchlore, faites appel à notre "Service Circuits Imprimés", les plaquettes étant disponibles percées ou non.

### • Le câblage

Le filtre actif fait l'objet de la figure 5A. Si vous souhaitez faire des comparaisons d'écoute en essayant différents amplis-op, souder dans ce cas, des supports Dual In Line 8 broches au circuit imprimé.

Les potentiomètres sont des modèles pour CI du type P11 Sfernice.

Lorsque tous les composants sont soudés, après une vérification du câblage (bon positionnement des composants), dissoudre la résine de la soudure au trichloréthylène et pulvériser une couche de vernis. Le cuivre sera ainsi protégé de l'oxydation.

N'ayant pas de réglage à effectuer sur ce module, le filtre actif n'attend plus que son alimentation.

Le câblage de la deuxième carte est reproduit en figure 5B. Il est sans surprise, évitez tout de même de souder les condensateurs "tantale" à l'envers. Relier le transformateur au module, un 2 x 15 V torique de préférence. Les 4 fils des secondaires aux couleurs différentes sont repérés sur le corps de celui-ci afin d'effectuer des raccordements corrects.

A la mise sous tension, on doit mesurer des potentiels de  $\pm 22$  V aux bornes des condensateurs de filtrage de 2200 à 4700  $\mu$ F.

Par rapport au point milieu (0 V) avec les ajustables, régler les tensions en sorties des régulateurs à +16 V pour le LM 317T et -16 V pour le LM 337T.

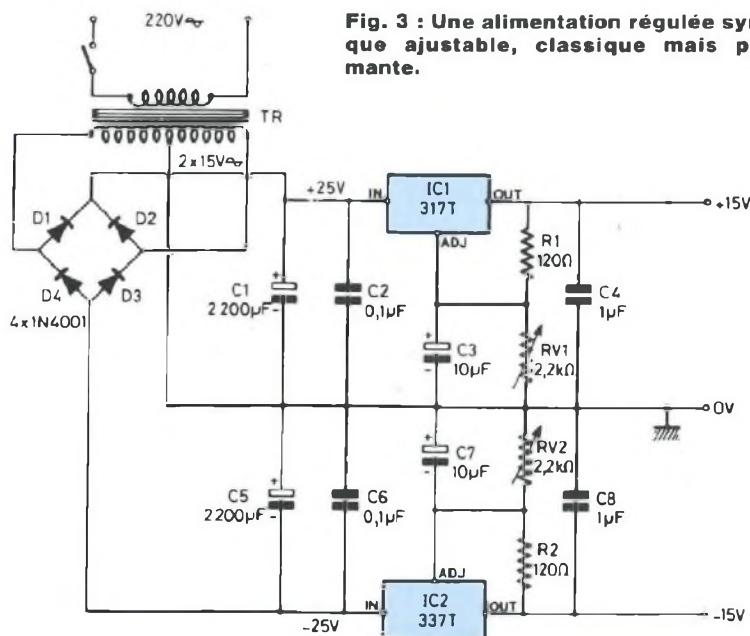


Fig. 3 : Une alimentation régulée symétrique ajustable, classique mais performante.

## NOMENCLATURE DES COMPOSANTS

### ALIMENTATION

#### • Résistances à couche

$\pm 5\%$  - 1/2 W

R1 - R2 - 120  $\Omega$

#### • Ajustables 25 tours

RV1 - RV2 - 5 k $\Omega$

#### • Condensateurs électrochimiques

C1 - C5 - 2200 à 4700  $\mu$ F/50 V

C3 - C7 - 10  $\mu$ F/25 V

#### • Condensateurs pas 5,08

C2 - C6 - 0,1  $\mu$ F/63 V

C4 - C8 - 1  $\mu$ F/63 V

#### • Semiconducteurs

IC1 - LM 317T

IC2 - LM 337T

D1 - D2 - D3 - D4 - 1N 4004

#### • Divers

Transformateur torique

220 V/2 x 15 V/30 VA

2 Dissipateurs pour TO 220

Visserie de 3 x 10 mm

## LE CAISSON

### LE HAUT-PARLEUR

Le choix du haut-parleur est primordial. Un transducteur de petit diamètre ne peut descendre à 20 Hz avec un rendement convenable. Un haut-par-

leur de grand diamètre oblige à utiliser un grand volume.

C'est finalement le 30 W 100 de Dynaudio qui a été retenu. Ce transducteur possède une énorme bobine mobile de 100 mm de diamètre, réalisée en fil d'aluminium. Grâce à cette dernière, le problème de tenue ther-

# POUR CAISSON EXTREME-GRAVE

Fig. 5B

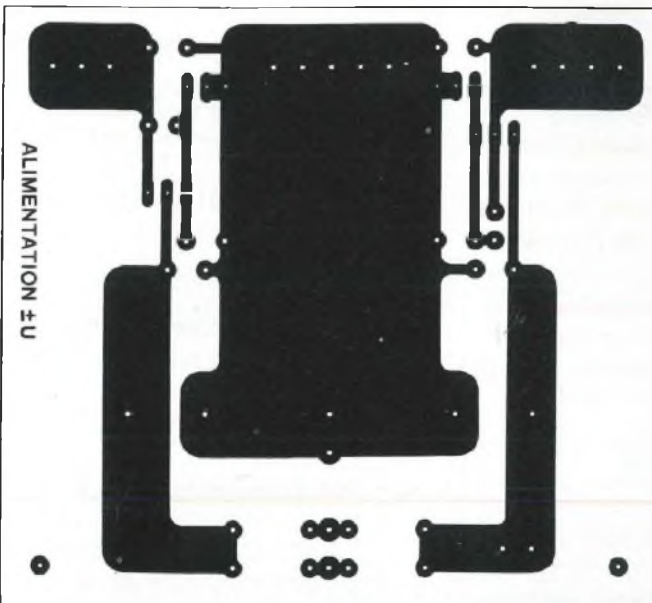
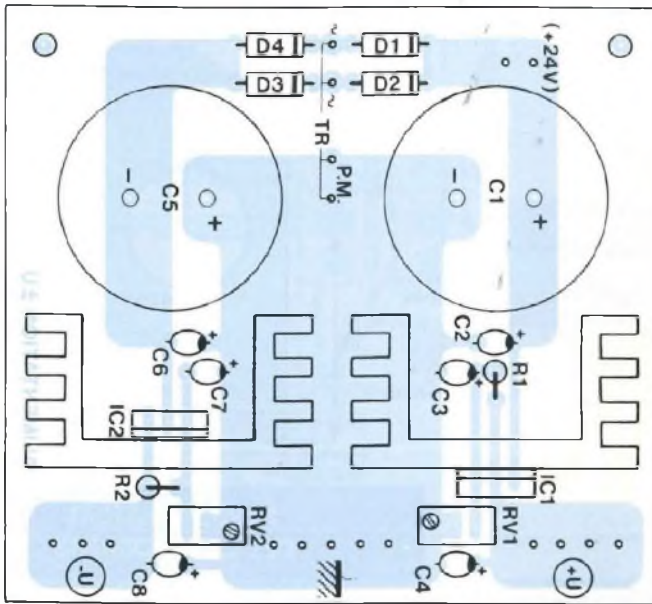


Fig. 4B

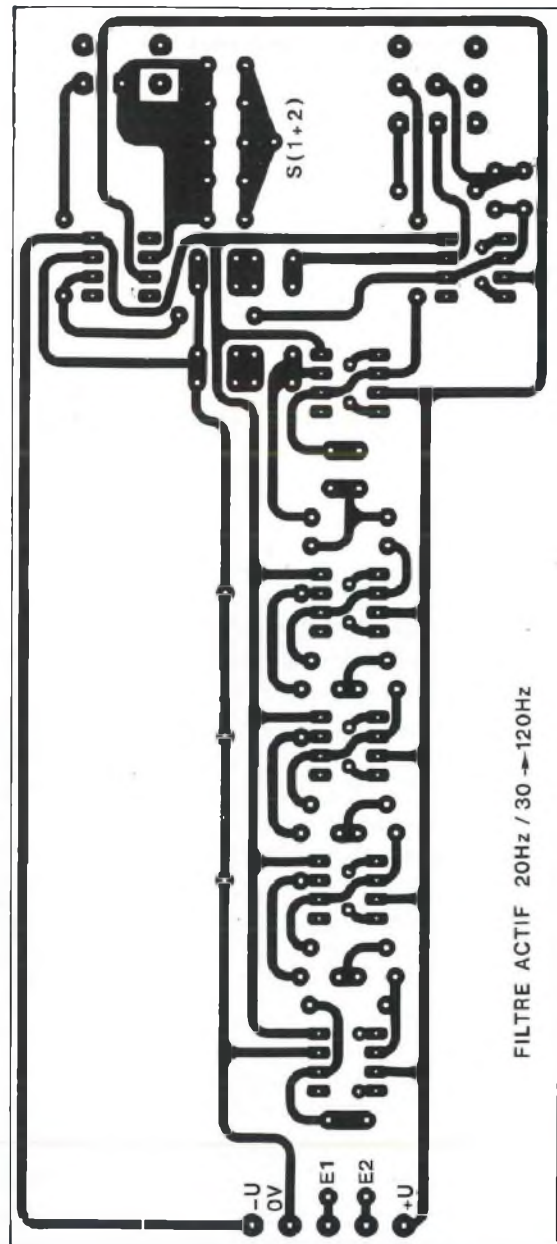


Fig. 4A

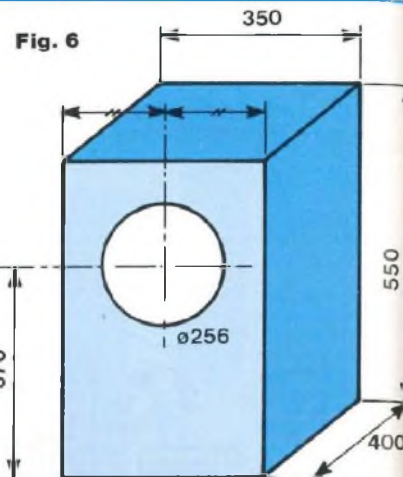
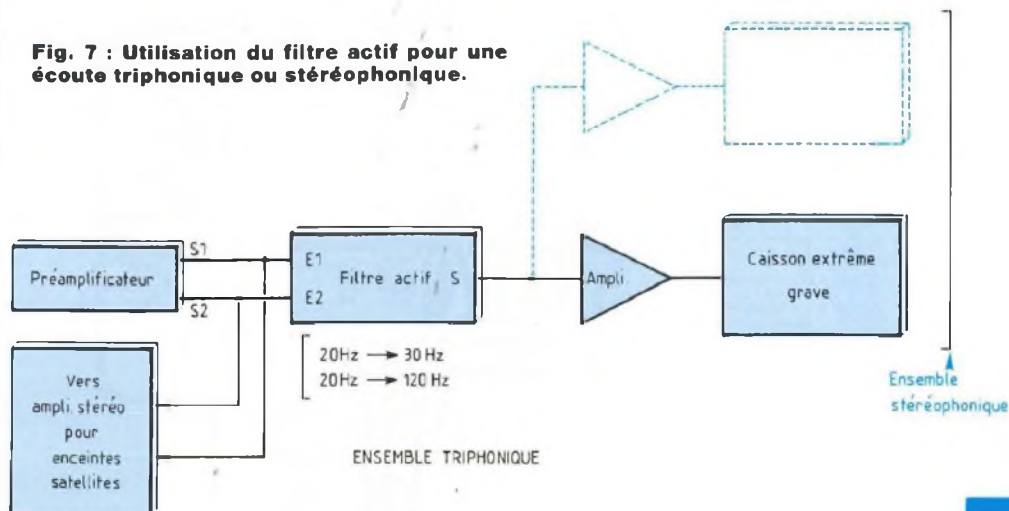
mique est résolu, elle peut tenir d'énormes puissances, jusqu'à 450 W. Un point important; l'architecture de ce haut-parleur autorise de très grandes elongations, l'excursion maximale crête à crête est de 28 mm. Le saladier en aluminium est très dégagé, ce qui offre une grande liberté de

mouvement à l'équipage mobile. La membrane en polymère est chargée en silice et en magnésium. Le moteur magnétique est réalisé à partir d'un moteur central, ce qui autorise une bobine mobile de grand diamètre et se traduit par un taux de distorsion extrêmement faible aux basses fréquences.

Un rendement de 90 dB, une fréquence de résonance de 24 Hz, un Vas de 69 litres et surtout un coefficient de surtension total de 0,619, font que le 30 W 100 est parfaitement adapté à nos besoins. **LA CHARGE ACOUSTIQUE** Comme annoncé en début d'article,

# FILTRE ACTIF

**Fig. 7 : Utilisation du filtre actif pour une écoute triphonique ou stéréophonique.**



## NOMENCLATURE DES COMPOSANTS

### FILTRE ACTIF

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

- R1 - R2 - R3 - 47,5 kΩ
- R4 - R6 - R8 - 15,8 kΩ
- R5 - R7 - R9 - 178 kΩ
- R10 - R11 - R12 - R13 - 10 kΩ
- R14 - 4,75 kΩ
- R15 - 100 Ω

#### • Potentiomètres pour C.I.

- P1 - 2 x 22 kΩ A (ou 2 x 47 kΩ, voir texte)
- P2 - 22 kΩ A

#### • Condensateurs pas 5,08

- C1 - C2 - C3 - C4 - C5 - C6 - 150 nF
- C7 - 187 nF (150 nF // 33 ou 39 nF)
- C8 - 94 nF (47 nF // 47 nF)
- C9 - 187 nF
- C10 - 94 nF

#### • Semiconducteurs

- IC1 - IC2 - IC3 - IC4 - IC5 - IC6 - IC7 - NE 5534 N ou OP27C ou LF 359

#### • Divers

- 7 Supports Dual In Line 2 x 4 broches
- 2 Boutons

son volume est de 50 litres utiles. Au total, la valeur est de 55 litres, une fois soustrait celui du haut-parleur, nous obtenons la valeur recherchée.

La charge est de type clos afin de mieux amortir le 30 W 100 Dynaudio. Le caisson est réalisé en médite d'épaisseur 22 mm. Les cotes externes sont de 550 x 350 x 400 mm. Il s'agit d'un caisson très compact qui ne devrait poser aucun problème d'emplacement. Il convient simplement d'éviter les encoignures.

La figure 6 donne les plans de découpe des différents panneaux.

Veiller à réaliser une enceinte rigide. Deux tasseaux au centre des parois seront les bienvenus.

La charge sera remplie de laine de verre à 50 % du volume utilisable. La densité de cet amortissement sera moyenne.

### UTILISATION

Le raccordement Préampli/Filtre/Ampli/Caisson extrême-grave est relativement simple, ce qu'indique la figure 7.

L'utilisation première est une écoute de la chaîne Hi-Fi en triphonie, les fréquences graves comprises entre 20 Hz et 30 à 120 Hz étant mélangées par le sommateur du filtre actif.

Il est par contre également possible d'ajouter un deuxième caisson pour repasser en écoute stéréophonique (ne pas oublier le bloc de puissance supplémentaire).

Deux caissons autorisent des pressions acoustiques plus importantes, puisque les surfaces d'émission sont doublées.

### MOINS DE VOLUME

Devant le prix du 30 W 100, certains lecteurs préféreront s'orienter vers d'autres haut-parleurs. Nous insistons sur le fait qu'un tel caisson ne peut fonctionner correctement qu'avec des transducteurs possédant des paramètres électro-mécano-acoustique précis. Le VAS du haut-parleur doit se situer dans une valeur faible comprise entre 50 et 100 litres. Le Q<sub>TS</sub>, quant à lui, doit être supérieur à 0,5.

Afin de réduire le coût du caisson, il

# POUR CAISSON EXTREME-GRAVE

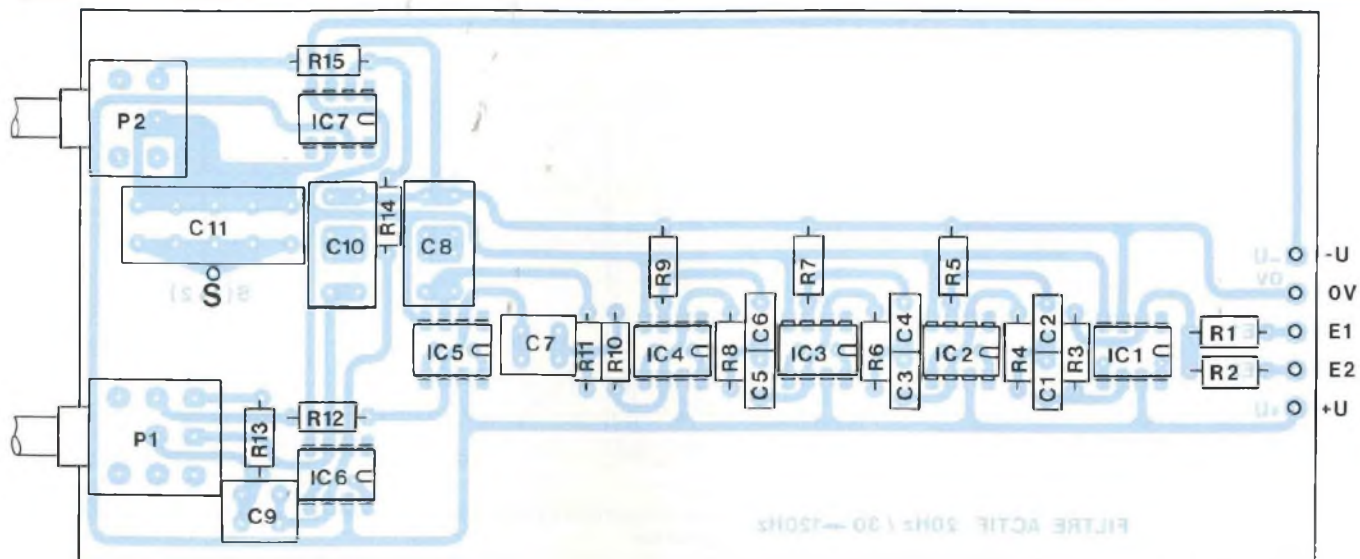


Fig. 5A

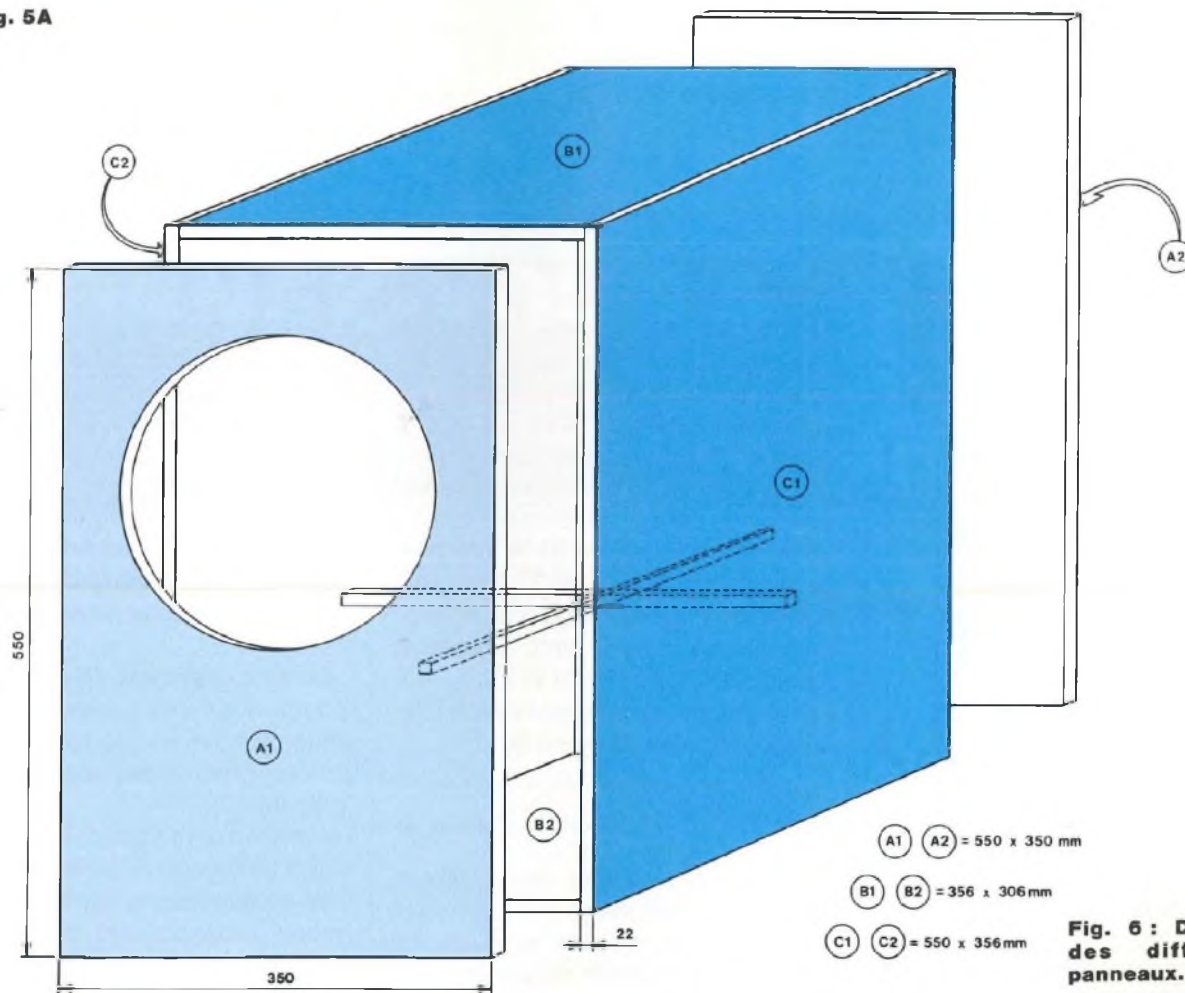
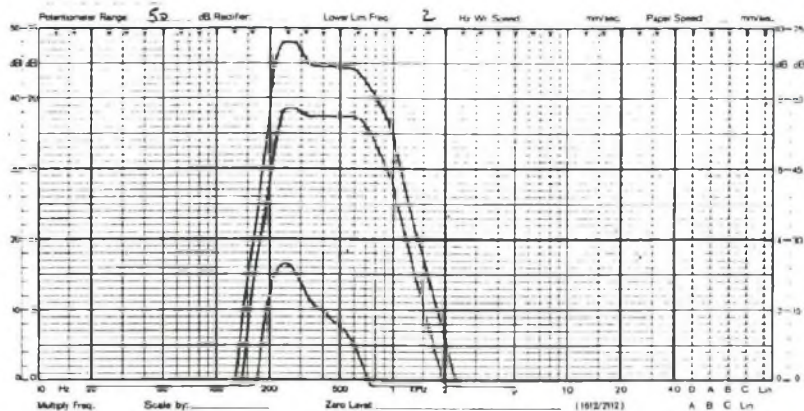
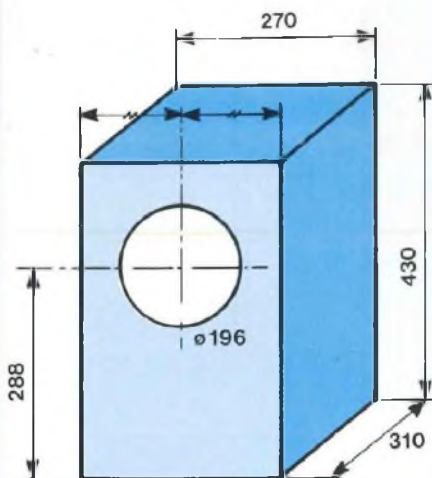


Fig. 6 : Découpe des différents panneaux.

# FILTRE ACTIF



**Fig. 9 : Courbes amplitude/fréquence filtre + caisson en faisant varier tension et fréquence.**



**Fig. 8 : Enceinte de 30 l pour 24 W 75.**

est possible, en utilisant le haut-parleur 24 W 75 de Dynaudio, de descendre à un volume de 30 litres. Les 30 W 100 et 24 W 75 possèdent en terme de paramètres, des valeurs proches. La différence essentielle entre eux réside dans le rendement obtenu en fin de parcours. Le 30 W 100 possède un net avantage de 3 dB en pression acoustique obtenue à puissance équivalente. Il sera donc beaucoup moins sollicité que le 24 W 75. Les cotations de la nouvelle ébénisterie sont fournies en figure 8.

## L'ECOUTE

Celle-ci a été faite avec deux caissons de 50 litres. On perçoit tout de suite sur les prises de son en salle de concert, un manque d'ambiance, de

respiration générale, d'ouverture dès que les caissons sont hors-service, ce qui est tout à fait normal car les bruits d'ambiance sont situés extrêmement bas en fréquence et sont plus ressentis physiquement qu'auditivement. (Etant donné la configuration du système, il est aisé de couper instantanément les caissons d'extrême-grave pour écouter exclusivement les satellites).

L'extrême grave est présent quand il le faut, avec une bonne notion physique en ouvrant beaucoup la scène sonore, grâce à des ambiances plus "palpables".

Le caisson peut s'adapter avec le filtre actif à beaucoup de petites enceintes, sans rupture dans la famille sonore des timbres, ni dans la capacité dynamique.

**D.B.**



## SERVICE CIRCUITS IMPRIMES

Support verre époxy FR4 16/10 - cuivre 35 µm

Prix	Qté	Circuits non percés	Circuits percés	Total
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Filtre actif</li> <li>- Filtre .....</li> <li>- Alimentation .....</li> <li>• Alimentation 0 à 50 V/1 A</li> <li>- Alimentation .....</li> <li>- Afficheur + régulateur .....</li> <li>• Réducteur de bruit dynamique .....</li> <li>• Sonde logique tricolore .....</li> <li>• Minuterie .....</li> </ul>		58,00 F 31,00 F	72,00 F 36,00 F	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Alimentation .....</li> <li>- Afficheur + régulateur .....</li> <li>• Réducteur de bruit dynamique .....</li> <li>• Sonde logique tricolore .....</li> <li>• Minuterie .....</li> </ul>		25,00 F 30,00 F 15,00 F 39,00 F 26,00 F	33,00 F 47,00 F 25,00 F 48,00 F 32,00 F	
<b>Plaque présensibilisée positive STEP Circuits époxy FR4 16/10 cuivre 35 microns</b>		<b>1 face cuvrée</b>	<b>2 faces cuvrées</b>	
80 x 100 .....		10,00 F	12,00 F	
100 x 160 .....		20,00 F	24,00 F	
150 x 200 .....		40,00 F	47,00 F	
200 x 300 .....		80,00 F	94,00 F	
TOTAL TTC .....				F
NUMERO D'ABONNE .....				
Remise consentie 25 % $\left  \frac{\text{Total TTC} \times 3}{4} \right $ .....				F
Frais de port et emballage .....				10 F
TOTAL A PAYER .....				F

## FILM POSITIF AGFA DLD510p

Pour la gravure de vos C.I.

Les films AGFA sont disponibles depuis le n° 86 .

Je désire recevoir le film :

- N° 86  N° 87  N° 88  N° 89   
 N° 90  N° 91  N° 92  N° 93   
 N° 94  N° 95  N° 96  N° 97   
 N° 98  N° 99  N° 100  N° 101   
 N° 102  N° 103  N° 104  N° 105

Prix unitaire : 40 F

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

libellé à l'ordre de  
**TECHNOLOGIE STEP CIRCUITS (T.S.C.)**  
 1, boulevard Ney, 75018 Paris

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

NOM ..... PRENOM .....  
 N° ..... RUE .....  
 CODE POSTAL ..... VILLE .....

# 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. : 42.38.80.88 poste 7315**

## N° 65

Rubriques	Page
Led vous informe	4
La connaissance de l'électronique (cours n° 5 : Les dipôles)	6
Mémoire statique autonome 64 octets	14
Mini-labo audio (3 <sup>e</sup> et dernière partie)	24
Enceinte Focal 233	38
Testeur de nervosité	47
Les mots croisés de l'électronicien	48

## N° 66

Rubriques	Page
La connaissance de l'électronique (cours n° 6 : Les dipôles)	6
Badge lumineux	18
Préamplificateur audio	20
Interrupteur sonore	34
Chargeur de batteries professionnel 12 V - 0 A à 15 A	38
Les mots croisés de l'électronicien	48

## N° 67

Rubriques	Page
La connaissance de l'électronique (cours n° 7 : les composants RLC en alternatif)	6
Ampli téléphonique	14
Modulateur 3 voies	18
Préamplificateur audio (2 <sup>e</sup> partie)	22
Enceinte C.A.F. Le kit "Model 5 Sphinx"	28
Un dé parlant	38
Les mots croisés de l'électronicien	46
Chargeur de batteries (2 <sup>e</sup> partie)	48

## N° 68

Rubriques	Page
La connaissance de l'électronique (cours n° 8 : Le condensateur)	4
Préamplificateur audio (3 <sup>e</sup> partie)	14
Minuterie programmable	24
Détecteur de passage à infra-rouge	32
Chenillard programmable	38

## N° 69 (épuisé)

## N° 70 (épuisé)

## N° 71

Rubriques	Page
Led vous informe	4
La connaissance de l'électronique (cours n° 11 : La construction électronique)	6
Préamplificateur audio (5 <sup>e</sup> partie)	14
Compte rendu du 3 <sup>e</sup> Forum du Kit Audio 89	20
Amplificateur pure classe A de 2 x 35 Weff. (2 <sup>e</sup> partie)	26
Serrure codée performante	28
Compteur universel	42

## N° 72

Rubriques	Page
La connaissance de l'électronique (cours n° 12 : Les quadripôles sélectifs)	8
Variateur de lumière à effleurement	16
Générateur BF économique	24
Le Supertef, un super-émetteur de radio-commande	28
Fréquence-mètre analogique	38
Phasemètre numérique 0 à 359°	43

## N° 73

Rubriques	Page
La connaissance de l'électronique (cours n° 13 : Alimentations stabilisées)	4
Télécommande par téléphone	16
Amplificateur 2 x 7 watts pour baladeur	32
Conception d'une enceinte acoustique	38

## N° 74

Rubriques	Page
La connaissance de l'électronique (cours n° 14 : Le transistor)	4
Badge lumineux	12
Amplificateur polyvalent de 40 W eff. pour instruments et sonorisation	14
Gradateur de lumière	28
Indicateur lumineux de tension de batterie	32
Générateur de fonctions 0,02 Hz à 2 MHz (1 <sup>re</sup> partie)	38

## N° 75

Rubriques	Page
La connaissance de l'électronique (cours n° 15 : Le transistor)	6
Alimentation de laboratoire ELC-AL 823	14
Le Microkit 09 (1 <sup>re</sup> partie) - Améliorations	20
Ampèremètre/voltmètre 3 digits	25
Générateur de fonctions 0,02 Hz à 2 MHz (2 <sup>e</sup> partie)	36

## N° 76

Rubriques	Page
La connaissance de l'électronique (cours n° 16 : Le transistor et l'amplification)	6
Centrale d'alarme universelle (1 <sup>re</sup> partie)	14
Phasemètre à affichage numérique	22
Générateur de fonctions 0,02 Hz à 2 MHz (3 <sup>e</sup> partie)	34
Enceinte JCG1A d'Appolito (1 <sup>re</sup> partie)	38
Microkit 09 (2 <sup>e</sup> partie : pourquoi le 6809) ?	45

## N° 77

Rubriques	Page
La connaissance de l'électronique (cours n° 17 : Le transistor en émetteur commun)	4
Sirène de puissance pour alarme	16
Centrale d'alarme universelle (2 <sup>e</sup> partie)	20

Microkit 09 (3 <sup>e</sup> partie : présentation de la carte CPU 09)	35
12 modules amplificateurs pour des puissances de 2 x 15 W eff. à 2 x 60 W eff.	38
Enceinte JCG1A d'Appolito (2 <sup>e</sup> partie)	42
Jauge électronique à diodes électroluminescentes	48

## N° 78 (épuisé)

## N° 79

Rubriques	Page
La connaissance de l'électronique (cours n° 19 : Assemblages d'étages à transistors)	4
Alimentation à $\mu$ A 723 et télé-alimentation pour préamplis antenne TV ou FM	14
Télécommande infrarouge (2 <sup>e</sup> partie : le récepteur)	18
Microkit 09 (5 <sup>e</sup> partie : la carte clavier afficheur)	29
Adaptateur capacimètre	32
Thermomètre à colonne lumineuse comprenant 36 diodes électroluminescentes	40
Générateur ELC/Centrad. Le 960	48

## N° 80

Rubriques	Page
La connaissance de l'électronique (cours n° 20 : Amplificateur de puissance 1 <sup>er</sup> et 2 <sup>e</sup> groupes)	6
Microkit 09 (6 <sup>e</sup> partie : utilisation du "kit 09")	13
L'intégré 1520, amplificateur stéréophonique de 2 x 20 W eff.	16
Les TDA 1510 et 1515 en stéréophonie	28
Variateur de vitesse à MOSFET	34
Compteur double programmation. Choix du nombre d'impulsions et du temps entre deux impulsions	44

## N° 81

Rubriques	Page
La connaissance de l'électronique (cours n° 21 : Amplification en puissance 3 <sup>e</sup> groupe)	6
Alimentation symétrique résolument audiophile	16
Préamplificateur stéréophonique faible bruit (1 <sup>re</sup> partie)	24
Enceinte "Astéroïde" Evolution IV en kit	32
Amplificateur de 2 x 50 W eff. en classe A.B	36
Amplificateur de 2 x 50 W eff. en pure classe A	50
Face à face classe A - classe A.B	66
Enceinte "Cadette" en kit	70
Enceinte "Cristal 20" en kit	72
Enceinte MV9 en kit	76
Analyseur de spectre et générateur de bruit rose (1 <sup>re</sup> partie)	82

## N° 82

Rubriques	Page
La connaissance de l'électronique (cours n° 22 : Les dipôles sélectifs)	4

Testeur de semiconducteurs	12
Préamplificateur faible bruit (2 <sup>e</sup> partie)	22
Analyseur de spectre (2 <sup>e</sup> partie)	32
Enceinte "Sphinx best" en kit	36
N'ayons plus peur des selfs	46

## N° 83

Rubriques	Page
La connaissance de l'électronique (cours n° 23 : Quadripôles sélectifs)	8
Variateurs de lumière à effleurement	16
Générateur BF sinusoïdal économique	24
Le Supertef : Un super émetteur RC à microprocesseur (1 <sup>re</sup> partie)	28
Fréquence-mètre analogique	38
Phasemètre numérique 0 à 359° (1 <sup>re</sup> partie)	43

## N° 84

Rubriques	Page
La connaissance de l'électronique (cours n° 24 : Oscillateurs)	4
Phasemètre numérique 0 à 359° (2 <sup>e</sup> partie)	13
Le Supertef : Un super émetteur RC à microprocesseur (2 <sup>e</sup> partie)	16
Loupe électronique	34
Convertisseur MOSFET à très faibles pertes	44

## N° 85

Rubriques	Page
La connaissance de l'électronique (cours n° 25 : Transistors à effet de champ)	4
Capacimètre linéaire 6 gammes	14
Amplification active à 2 voies	22
Montages secteur 220 V/50 Hz	32
Le Supertef : Un super émetteur RC à microprocesseur (3 <sup>e</sup> partie)	46

## N° 86

Rubriques	Page
La connaissance de l'électronique (cours n° 26 : La stabilisation)	4
Le Super intégré amplificateur Hi-Fi stéréo 2 x 50 W eff./8 Ω	18
Etalon de fréquence 10 ppm faible coût pour le labo et l'école	30
Vu-mètre stéréophonique	36
Le Supertef : Un super émetteur RC à microprocesseur (4 <sup>e</sup> partie)	38

## N° 87

Rubriques	Page
La connaissance de l'électronique (cours n° 27 : La commutation)	4
Préampli haut niveau "Le minimum" pour lecteurs CD - magnétophones - tuners	16
Correcteur de fréquence 10 canaux	26
Batterie électronique stéréophonique évolutive	34
Variateur de précision 220 V pour halogènes et moteurs	42

## N° 88

Rubriques	Page
La connaissance de l'électronique (cours n° 28 : de l'ampli différentiel à l'ampli opérationnel)	4
Amplificateur/Mélangeur 5 entrées mono avec correcteur de tonalité 50 W eff.	18
Boîte à rythme programmée stéréophonique à affichage numérique	32
Super chopper MOSFET pour moteurs et halogènes	46

## N° 89

Rubriques	Page
La connaissance de l'électronique (cours n° 29 : Les A op - quelques idées)	4
Un "Pure classe A" - Amplificateur mono transistor 2 x 25 W eff./8 Ω	16
Mini centrale d'alarme MOSFET à haute immunité ...	32
Alimentation/chargeur pour alarme 12 V	40
La Junior des Créations Acoustiques de France	44

## N° 90

Rubriques	Page
La connaissance de l'électronique (cours n° 30 : Les bases essentielles de la logique électronique)	4
Amplificateur MOSFET (professionnel) 40 W/8 Ω "FREDY"	14
Micro-émetteur à modulation de fréquence	28
Le Supertef : Un super émetteur RC à microprocesseur (5 <sup>e</sup> partie)	32
Symétriseur ou déphaseur de 180°	44
Alimentation monobloc asymétrique	49

## N° 91

Rubriques	Page
La connaissance de l'électronique (cours n° 31 : Portes - bascules - décades)	9
Alimentation régulée en Mosfet FREDY 400	20
Simulateur d'alarme avec des super leds	32
Pour vos "disques noirs" : un correcteur RIAA à très faible bruit	34
Automatisme de pompe et chauffage pour système à perchlorage avec thermomètre numérique	40
Phasemètre numérique (1 <sup>re</sup> partie)	46

## N° 92

Rubriques	Page
La connaissance de l'électronique (cours n° 32 : Thyristors et triacs)	6
Phasemètre numérique (2 <sup>e</sup> partie)	18
Minuterie exponentielle pour châssis d'insolation	24
Une lampe perpétuelle - charge d'accumulateurs par panneau solaire	30
Compte rendu Forum du kit audio	36
Mélangeur trichrome numérique (1 <sup>re</sup> partie)	40
Enceinte Dynaudio La XENNON 3/100	47

## N° 93

Rubriques	Page
La connaissance de l'électronique (cours n° 33 : L'optoélectronique)	6
Mélangeur trichrome numérique (2 <sup>e</sup> partie)	15
Serrure codée à reconnaissance fréquentielle	30
Panneau d'affichage à LEDs	38
Caisson amplifié sono 100 W eff. (1 <sup>re</sup> partie)	44

## N° 94

Rubriques	Page
L'exploitation de la connaissance (Projet n° 1 : Amplificateur 750 mW)	4
Bloc amplificateur mono pure classe A en MOSFET 85 W eff./8 Ω	12
Mélangeur trichrome numérique (3 <sup>e</sup> partie)	29
Caisson amplifié sono 100 W eff. (2 <sup>e</sup> partie)	32
Mire de barres couleur	43
Gong électronique	50

## N° 95

Rubriques	Page
L'exploitation de la connaissance (Projet n° 2 : Alimentations standardisées pour montages)	4
Télécommande secteur à 4 canaux	16
Sonde milli-ohmmètre de précision	28
Strobo-led de poche	34
Panneau d'affichage à LEDs avec sauvegarde du texte	38
Bloc amplificateur mono pure classe A en MOSFET 85 W eff./8 Ω (2 <sup>e</sup> partie)	44

## N° 96

Rubriques	Page
L'exploitation de la connaissance (Projet n° 3 : Extrapolation de l'amplificateur AF 750 mW → 4 W)	4
Un laboratoire miniature	8
Télécommande secteur à 4 canaux (2 <sup>e</sup> partie)	30
Alarme son et lumière en MOSFET	34
Super variateur-correcteur pour toutes charges 230 V	40
Régulateur de température universel	44

## N° 97

Rubriques	Page
L'exploitation de la connaissance (Projet n° 4 : Alimentation de laboratoire)	4
Le MC 68 705 P3 et son utilisation pratique	12
Télécommande infrarouges 12 voies à microcontrôleur 68 705 P3	34
Liaison Hi-Fi stéréo par infrarouges	46

## N° 98

Rubriques	Page
L'exploitation de la connaissance (Projet n° 5 : Amplification dissymétrique)	4

# les rubriques de Led des N°s 65 à 103

Télécommande infra-rouge 12 voies à micro-contrôleur 68705 P3 (2 <sup>e</sup> partie)	15
Liaison Hi-Fi stéréo par infrarouges (2 <sup>e</sup> partie)	20
Amplificateur de puissance pour auto-radio 2 x 40 W eff./8 Ω	36

## N° 99

Rubriques	Page
L'exploitation de la connaissance (Projet n° 6 : Testeur de continuité)	4
Préamplificateur stéréo, 4 entrées/sortie casque, en classe A	10
Liaison Hi-Fi stéréo infrarouges (3 <sup>e</sup> partie)	21
Circuits imprimés, un équipement complet pour 200 F.	22
Sonnette de portail radiocommandée	35
Thermomètre digital de 0 à 200 °C	46

## N° 100

Rubriques	Page
L'exploitation de la connaissance (Projet n° 7 : Témoins secteur)	4
<b>Led Collèges :</b>	
L'alimentation +5 V	10
Générateur de niveaux logiques et analogiques	14

Module d'étude des portes	17
Fiche N° 1 : Etude du générateur	20
Fiche N° 2 : Portes logiques ET	22
Liaison HF pour guitare et micro (1 <sup>re</sup> partie)	24
Outil de développement - La duplication des 68705 xx	40

## N° 101

Rubriques	Page
De la sonnette de portail à la CB	5
L'exploitation de la connaissance (Projet n° 8 : Millivoltmètre à cristaux liquides)	6
Liaison HF pour guitare et micro (2 <sup>e</sup> partie)	14
Pédales d'effets pour instruments	22
Adaptateur fréquencemètre pour multimètre numérique	34
<b>Led Collèges :</b>	
Fiche N° 3 : Fonction logique NON Hystérésis (triggers)	44
Fiche N° 4 : Portes logiques NON-ET	46
Module d'étude des inverseurs et des triggers	48

## N° 102

Rubriques	Page
L'exploitation de la connaissance	

(Projet n° 9 : Dispositif thermostatique à relais)	4
<b>Led Collèges :</b>	
Fiche N° 5 : Portes logiques OU	14
Fiche N° 6 : Portes logiques OU exclusif	16
Allumage progressif pour lampes halogènes	18
Distorsiomètre harmonique (1 <sup>re</sup> partie)	30
Pédales d'effets - Module M01 : pédale overdrive	44

## N° 103

Rubriques	Page
L'exploitation de la connaissance (Projet n° 10 : Dispositif thermostatique à triac)	4
<b>Led Collèges :</b>	
Fiche N° 7 : Portes logiques NON-OU et NON-OU exclusif	14
Fiche N° 8 : Application des portes NON-ET	16
Pédales d'effets - Module M02 - pédale trémolo	18
Led Collèges : Module d'étude des bascules	28
Préamplificateur stéréo 4 entrées/sortie casque (2 <sup>e</sup> partie), en classe A	32
Compléments sur la liaison HF pour guitare	37
Scratcheur pour disc-jockeys	40
Distorsiomètre harmonique (2 <sup>e</sup> partie)	44

EDITIONS PERIODES

1, boulevard Ney 75018 Paris  
Tel. (16-1) 42.38.80.88 poste 7315

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

## BON DE COMMANDE

Pour compléter votre collection de LED

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

Je désire : ... n° 65  ... n° 66  ... n° 67   
 ... n° 68  ... n° 71  ... n° 72  ... n° 73   
 ... n° 74  ... n° 75  ... n° 76  ... n° 77   
 ... n° 79  ... n° 80  ... n° 81  ... n° 82   
 ... n° 83  ... n° 84  ... n° 85  ... n° 86   
 ... n° 87  ... n° 88  ... n° 89  ... n° 90   
 ... n° 91  ... n° 92  ... n° 93  ... n° 94   
 ... n° 95  ... n° 96  ... n° 97  ... n° 98   
 .. n° 99  .. n° 100  .. n° 101  .. n° 102   
 ..... n° 103  ..... N° 104

Les numéros non mentionnés sont épuisés.

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

Je vous fais parvenir ci-joint le montant de..... F par CCP  par chèque bancaire  par mandat

25 F le numéro (frais de port compris)  
42 F pour le numéro spécial n° 81

Mon nom : .....  
Mon adresse : .....  
.....

**OFFRE EXCEPTIONNELLE VALABLE JUSQU'AU 20 MARS 93**



# vient de paraître

## TECHNIQUES DES HAUT-PARLEURS ET ENCEINTES ACOUSTIQUES de

Pierre Loyez

325 pages

**Tout sur les haut-parleurs,  
enceintes acoustiques,  
filtres, adaptation  
à l'environnement acoustique,  
essais, mesures, normes  
et critères de qualité**

Cet ouvrage est une véritable mine de renseignements sur le principe de fonctionnement des haut-parleurs, des enceintes acoustiques, de leur comportement par rapport au local d'écoute. L'auteur, Pierre Loyez, l'un des pionniers de l'électroacoustique en France, vous révèle dans un langage clair et compréhensible par tous les modes de fonctionnement des divers transducteurs, le calcul des charges des enceintes closes, bass-reflex, à pavillon, baffle-plan. Son incomparable expérience vous permettra d'éviter bien des pièges dans l'interface entre enceintes et local d'écoute afin de tirer le meilleur parti de votre système de haut-parleurs. Un ouvrage indispensable pour tous les passionnés de transcription sonore mais aussi pour ceux qui veulent en savoir plus sur ce maillon essentiel que représente le haut-parleur.

« Techniques des haut-parleurs et enceintes acoustiques » de Pierre Loyez est édité par les Editions Fréquences et diffusé par Eyrolles, 66, Bd Saint-Germain, 75240 Paris Cedex 05.

### BON DE COMMANDE

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

Je désire recevoir « TECHNIQUES DES HAUT-PARLEURS ET ENCEINTES ACOUSTIQUES »  
au prix de 292 F, port compris

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

ADRESSE \_\_\_\_\_

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

Ci-joint mon règlement par :

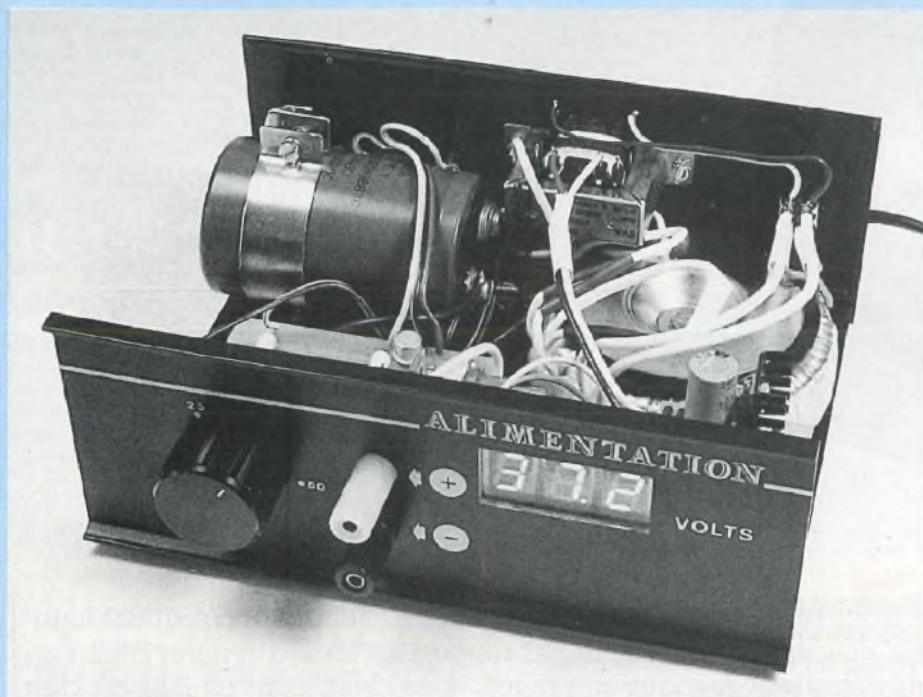
C.C.P.

Chèque bancaire

Mandat

# ALIMENTATION REGULEE

## 0 A 50 VOLTS / 1 AMPERE



Une alimentation réglée à tension de sortie ajustable est sans aucun doute l'appareil le plus indispensable à tout bricoleur ou technicien en électronique. Sans alimentation, aucune réalisation ne peut être testée..

**P**ratiquement, aucune maquette ne nécessitant la même tension d'alimentation, il est dès lors indispensable de prévoir un dispositif permettant d'obtenir aux bornes de sortie la tension nécessaire au prototype à essayer.

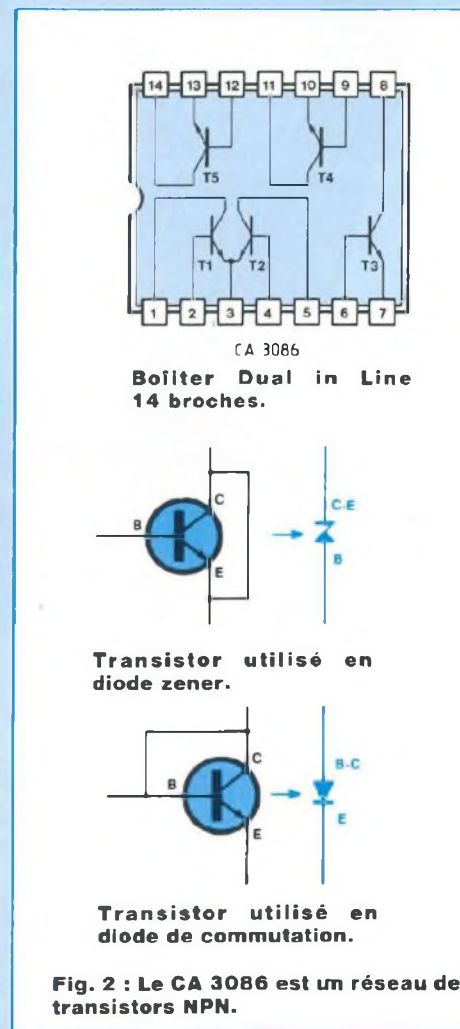
En plus d'une variation de tension possible aux bornes (+) et (-) de sortie, il est également primordial que quelle que soit la consommation de la maquette à essayer, la tension affichée à vide reste constante en charge.

L'appareil que nous vous proposons de construire permet de disposer d'une

tension continûment variable de 0 à +50 V et ce jusqu'à un débit de 1 A. Il permet donc d'essayer la plupart des maquettes fonctionnant avec une tension unique + ou - U.

Réalisée à partir d'un coffret IDDM en aluminium de la série 80 XXX, cette alimentation réglée tient peu de place (80 x 200 x 150 mm).

La face avant regroupe assez peu d'éléments : les deux bornes de sortie (borne noire pour le 0 V et borne rouge pour le +) vissables, qui permettent d'y relier des fils dénudés sans pour autant devoir se servir de fiches bananes mâles. Un gros bouton qui procure une



manipulation souple et précise. Un volt-mètre à affichage numérique 3 digits, facultatif mais bien utile !

La face arrière reçoit le transistor ballast de la régulation. Le coffret "tout aluminium" tient lieu de dissipateur au boîtier T03, ce qui est suffisamment efficace.

### LES SCHEMAS

#### L'ALIMENTATION REGULEE

Le schéma théorique de cette alimentation est présenté en figure 1. Mis à part la présence du circuit intégré IC1

# ALIMENTATION REGULEE

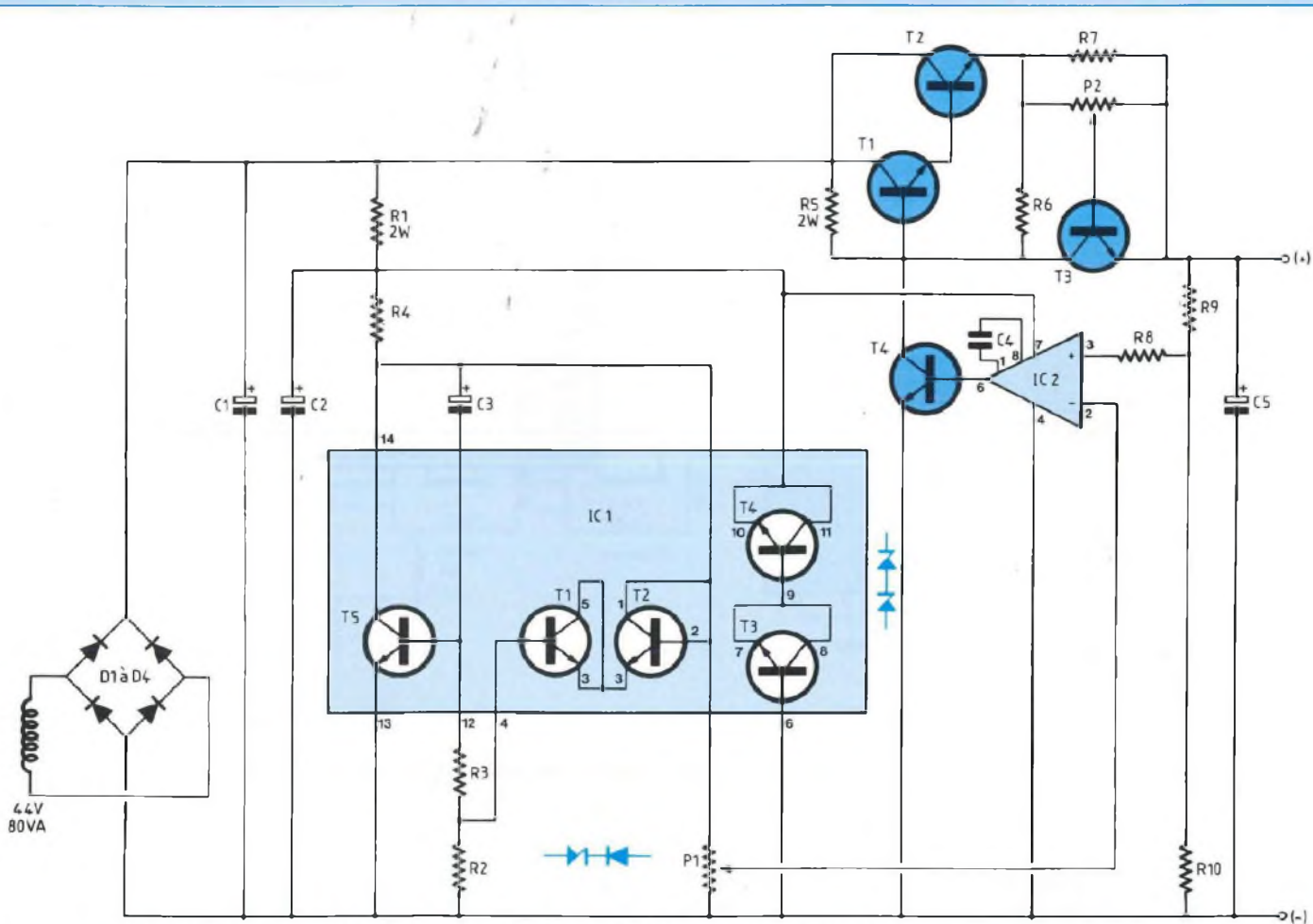


Fig. 1 : Schéma de l'alimentation à tension de sortie variable 0 à 50 V / 1 A.

CA 3086, il est assez classique. Son grand intérêt par contre est de pouvoir descendre jusqu'à 0 V en sortie, en agissant sur P1, qui polarise l'entrée inverseuse de IC2/CA 3130.

Comme l'indique la figure 2, le CA 3086 est un réseau de transistors, cinq transistors du type NPN utilisés, soit :

- en transistor, cas de T5,
- en diode, cas de T2,
- en Zener, cas de T1 - T3 et T4.

Un court-circuit entre base et collecteur d'un transistor permet de disposer d'une simple diode, dont la cathode est située sur l'électrode "émetteur" de celui-ci.

Par contre, en strappant collecteur et émetteur, le transistor se transforme en une diode Zener de 7,5 V dont l'anode est située au niveau de la base.

Un transformateur de tension secondaire 44 V ~ (torique de 2 x 22 V) voit celle-ci après redressement et filtrage, s'élever à environ +67 V. Le filtrage est très énergique, puisque assuré par une cartouche C1 de 10 000 µF/63 V.

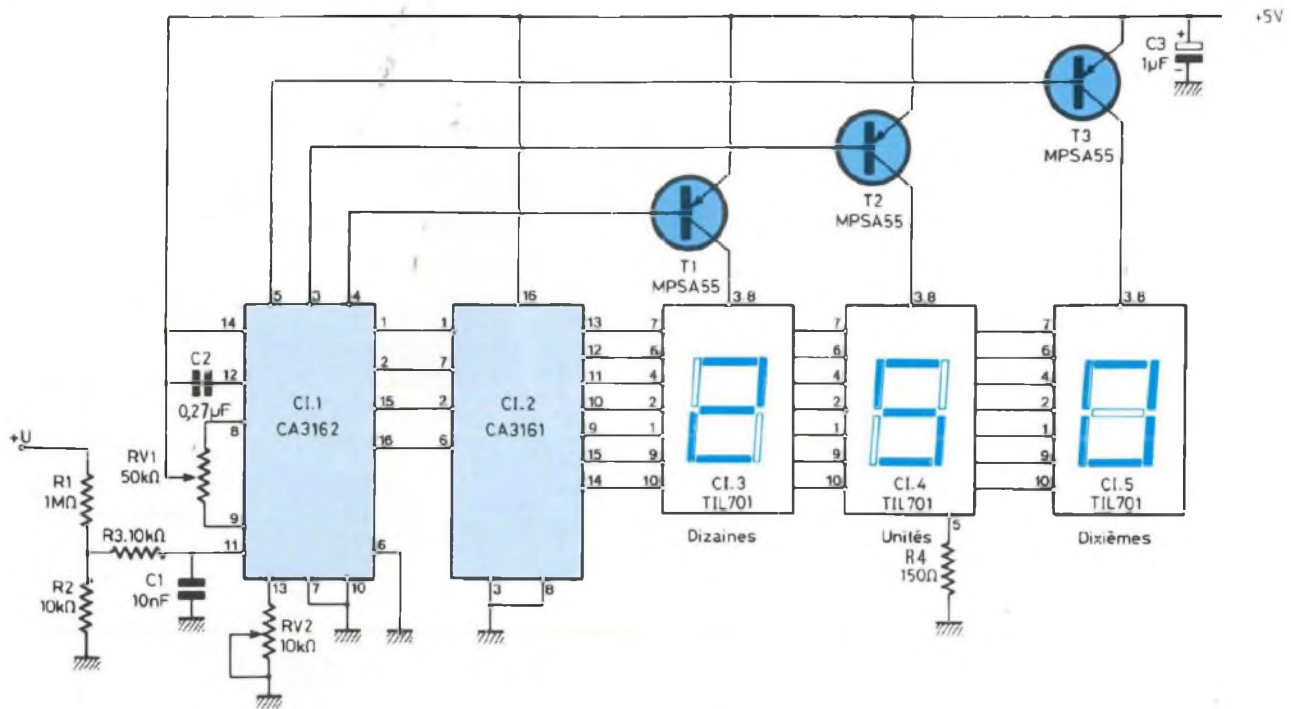
L'ampli opérationnel IC2 est alimenté par sa broche 7 (la 4 étant reliée à la masse) au travers d'une cellule de filtrage R.C, la résistance R1 ayant une valeur ohmique de 3,9 kΩ et C2, une capacité de 22 µF.

Les transistors T3 et T4 du CA 3086 étant montés en Zener et reliés en série, nous obtenons une stabilisation de ce potentiel à +15 V (+14,36 V sur le prototype).

Le CA 3130 fonctionne comme comparateur. L'entrée non inverseuse broche 3, est polarisée par le pont de résistances R9/43 kΩ et R10/8,2 kΩ. La résistance R8/10 kΩ protège cette entrée non inverseuse contre les surtensions.

Son entrée inverseuse, broche 2, est elle, directement reliée au curseur du potentiomètre P1/47 kΩ qui maintient à ses bornes un potentiel d'environ +8 V.

# 0 A 50 VOLTS / 1 AMPERE



**Fig. 3 : Circuit d'affichage 3 digits permettant une lecture au 1/10<sup>e</sup> de volt près. Le cœur du montage est le convertisseur I<sup>2</sup>L CA3162.**

L'entrée inverseuse est donc soumise par l'action du curseur de P1, à une variation de tension, 0 V → +8 V.

Il en est de même pour l'entrée non inverseuse d'ailleurs, qui varie au même rythme.

Nous avons relevé (de P<sub>MIN</sub> à P<sub>MAX</sub>) :

- 0,016 V à 8,03 pour l'entrée inverseuse
- 0,019 V à 8,03 pour l'entrée non inverseuse

Cette variation croissante de la polarisation de la broche (2) entraîne une variation décroissante de la tension en sortie du CA 3130, broche 6, qui balaie de +0,73 V à +0,59 V.

Cette tension appliquée à la base d'un transistor T4/2N 1893 est alors répercutée sur son collecteur, le potentiel y variant de +50,4 V pour P<sub>MAX</sub> à 0 V pour P<sub>MIN</sub>.

Le transistor T4 pilote également la base de T1 monté en darlington avec T2, ce tandem permet d'obtenir un gain en courant important par multiplication de leur β respectif.

Le transistor T3 fonctionne en limiteur d'intensité. Pour un courant consommé de 1 A, la résistance R7 de 1 Ω maintient à ses bornes une tension de 1 V. Cette même tension est également présente aux bornes du potentiomètre P2 dont une fraction prélevée sur son curseur est appliquée à la base de T3. Tant que le potentiel collecteur de T3 est supérieur à celui de la base, tout va bien. Par contre, lorsqu'il y a dépassement, il se bloque.

Le transistor T2 maintient entre collecteur et émetteur la tension redressée/filtrée diminuée de la tension de sortie désirée présente aux bornes du

condensateur C5. Son V<sub>CE</sub> varie donc de 67 V à 17 V (67 V → P<sub>MIN</sub> et 17 V → P<sub>MAX</sub>). Il fonctionne comme résistance variable, c'est le ballast.

Son échauffement est fonction du courant fourni à la source extérieure par l'alimentation et la tension V<sub>ce</sub>.

En exemple : pour une tension de sortie de 5 V, T2 maintient à ses bornes 62 V. Si le débit est de 1 A, la puissance à dissiper est de 62 W.

Les +67 V relevés aux bornes du condensateur de filtrage (à vide) peuvent paraître élevés, puisque

$U = V \sqrt{2} = 44 \sqrt{2} \approx 62 \text{ V}$ . Cette différence s'explique par le fait que les tensions alternatives au secondaire sont données pour une tension primaire de 220 V. Nous mesurons fréquemment 230 V au réseau E.D.F., dans quelques temps 240 V ...



# ALIMENTATION REGULEE

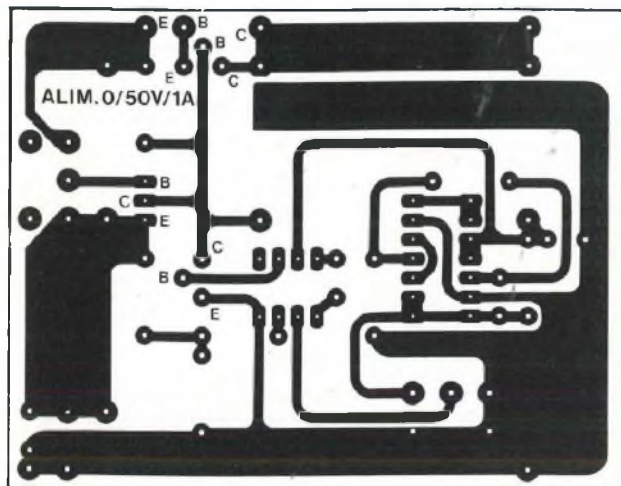


Fig. 5A

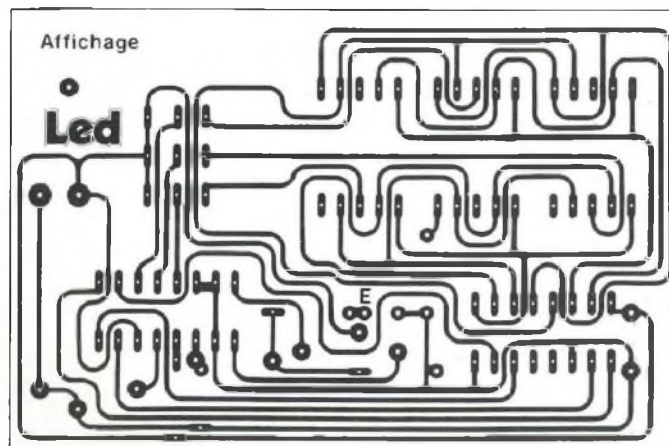


Fig. 5B

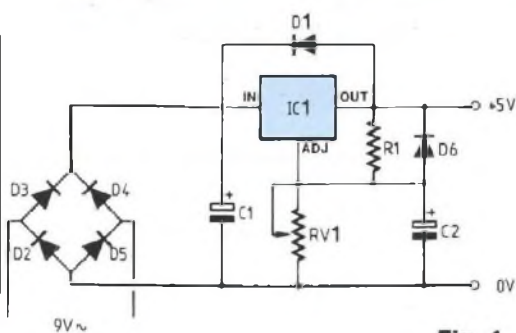


Fig. 4

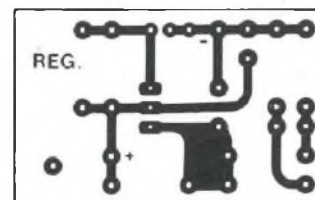


Fig. 5C

## LE VOLTMETRE NUMERIQUE

Son schéma de principe reproduit à la figure 3, est désormais familier à la majorité de nos lecteurs.

Ce montage rassemble fiabilité, précision et prix de revient raisonnable (moins cher qu'un bon galvanomètre !). Nous l'avons adapté aux besoins présents. Le pont résistif R1-R2 permet de travailler dans la gamme 00.0 / 99.9 V et la résistance R4 polarise le point décimal afin de différencier à la lecture les unités des dixièmes de volts.

Le handicap du moment, sa faible tension d'alimentation de +5 V et une consommation non négligeable (mais des afficheurs bien visibles !).

Dans un premier temps, nous pensions

pouvoir l'alimenter à partir de l'un des enroulements du transformateur, 22 V ~. Redressement, filtrage, régulateur 7805 K ... et 26 V entre IN/OUT. L'échauffement important du boîtier T,03, même sur dissipateur, nous en a dissuadé. Nous avons préféré utiliser un petit transformateur auxiliaire, délivrant du 9 V ~ et une régulation à partir d'un classique 317T.

Le schéma théorique, classique lui aussi, est publié à la figure 4.

Nous venons de faire le tour de la théorie, venons-en maintenant à la pratique qui, comme toujours, commence par le tracé des circuits imprimés.

## REALISATION

### • LES CIRCUITS IMPRIMES

Ils sont au nombre de 3 :

- l'alimentation régulée 0/50 V/1 A,
- le voltmètre 3 digits 00.0/99.9,
- l'alimentation +5 V.

Les figures 5A, 5B et 5C sont proposées à l'échelle 1 afin d'en faciliter la reproduction. Le circuit du voltmètre demande un travail soigneux, les pistes sont fines et proches les unes des autres. Cette prouesse d'implantation a permis d'éviter les straps.

Les deux autres circuits sont nettement moins délicats à travailler.

Pour la gravure de la figure 5B surtout, le film positif Agfa devrait vous éviter bien des déceptions à l'insolation.

Les plaques insolées, révélées, gravées, découpées, puis percées, reste le câblage des composants.

### • LE CABLAGE

#### - L'alimentation régulée

Son plan de câblage fait l'objet de la

# 0 A 50 VOLTS / 1 AMPERE

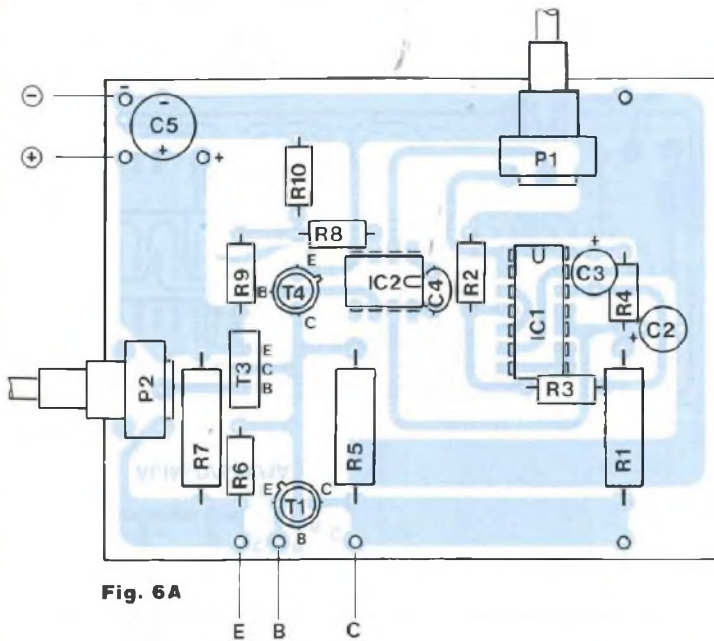


Fig. 6A

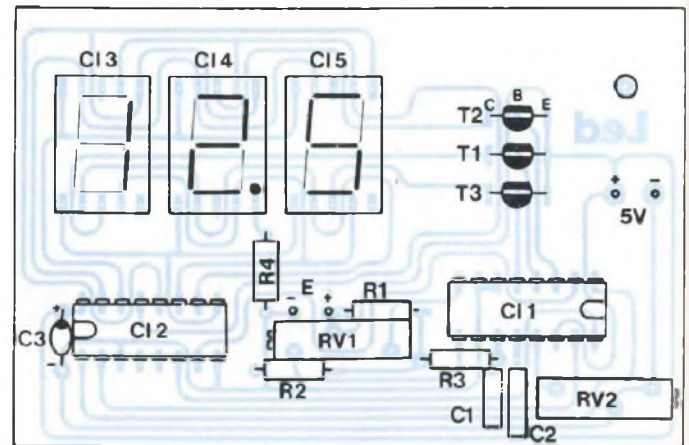


Fig. 6B

## NOMENCLATURE DES COMPOSANTS

### MODULE ALIMENTATION REGULEE

#### • Résistances $\pm 5\%$

- R1 – 3,9 k $\Omega$ /2 W
- R2 – 6,2 k $\Omega$ /0,5 W
- R3 – 1 k $\Omega$ /0,5 W
- R4 – 2,2 k $\Omega$ /0,5 W
- R5 – 3,3 k $\Omega$ /2 W
- R6 – 1 k $\Omega$ /0,5 W
- R7 – 1  $\Omega$ /2 W
- R8 – 10 k $\Omega$ /0,5 W
- R9 – 43 k $\Omega$ /0,5 W
- R10 – 8,2 k $\Omega$ /0,5 W

#### • Potentiomètres pour C.I. (linéaires)

- P1 – 47 k $\Omega$ . A
- P2 – 10 k $\Omega$ . A

#### • Condensateurs électrochimiques

- C1 – 10 000  $\mu$ F/63 V CO38

- C2 – 22  $\mu$ F/63 V sorties radiales
- C3 – 22  $\mu$ F/63 V sorties radiales
- C5 – 470  $\mu$ F/63 V

#### • Condensateur céramique

- C4 – 56 pF

#### • Semiconducteurs

- IC1 – CA 3086
- IC2 – CA 3130
- T1 – 2N 1893
- T2 – MJ 15001
- T3 – BD 537
- T4 – 2N 1893 ou MPSU 06

#### • Divers

- TR1 – Transformateur torique 220 V/ 2 x 22 V/60 VA ou 80 VA
- PR1 – Pont redresseur 600 V/6 A (KBPC 606 par exemple)

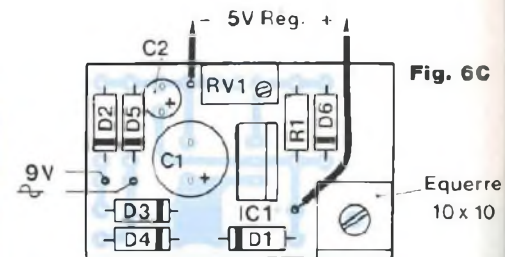


Fig. 6C

## NOMENCLATURE DES COMPOSANTS

### MODULE REGULATION +5 V

#### • Résistance $\pm 5\%$ – 1/2 W

- R1 – 120  $\Omega$

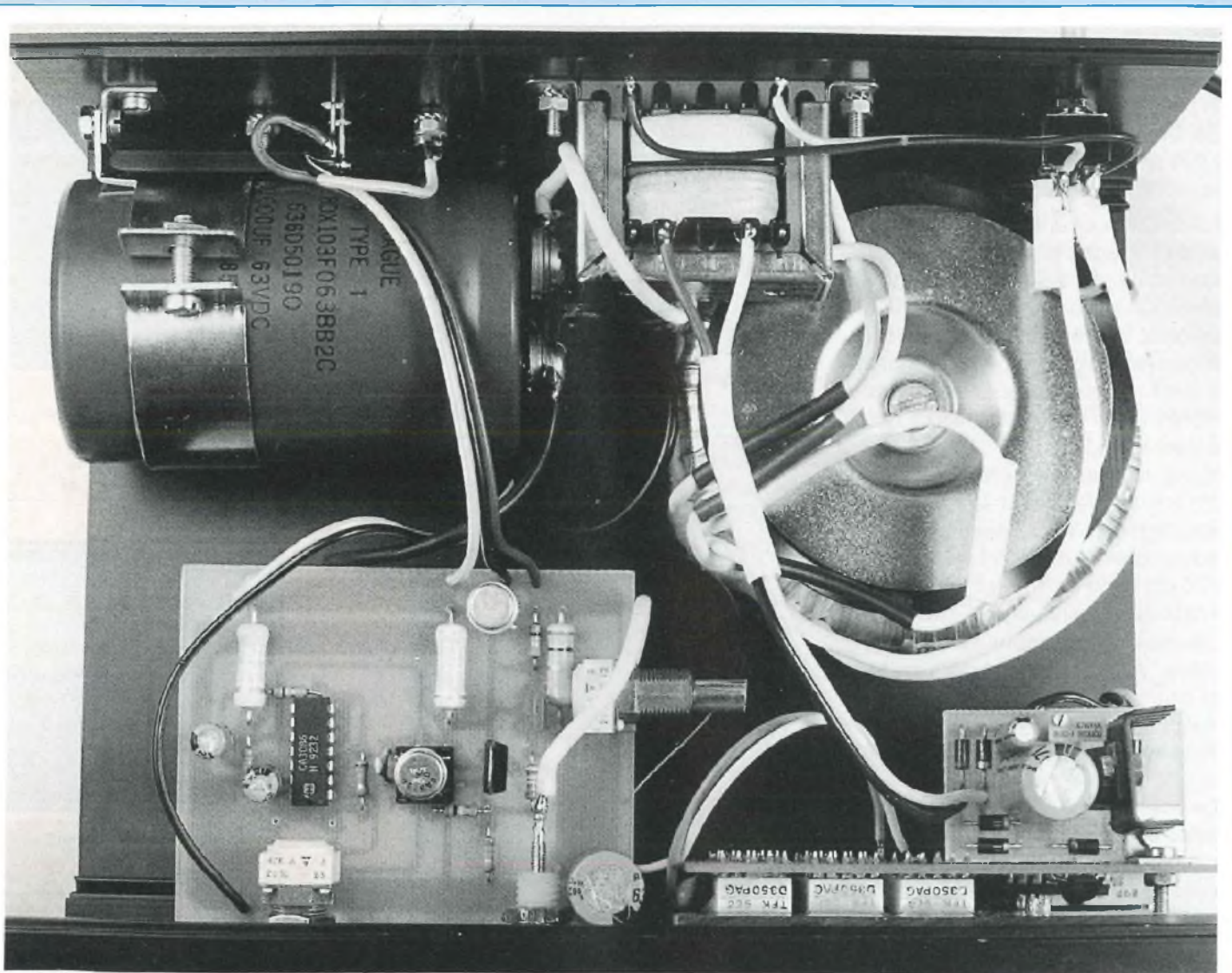
#### • Condensateurs

- C1 – 470  $\mu$ F/16 V sorties radiales
- C2 – 10  $\mu$ F/63 V sorties radiales

#### • Semiconducteurs

- IC1 – LM 317 T
- D1 – D2 – D3 – D4 – D5 – D6 – 1N 4004

# ALIMENTATION REGULEE



## NOMENCLATURE DES COMPOSANTS

### MODULE VOLTMETRE 3 DIGITS

#### • Résistances $\pm 1\%$ - 1/2 W

R1 - 1 M $\Omega$   
R2 - 10 k $\Omega$   
R3 - 10 k $\Omega$   
R4 - 150  $\Omega$

#### • Condensateurs

C1 - 10 nF/63 V

C2 - 0,27  $\mu$ F/63 V

C3 - 1  $\mu$ F/25 V tantale goutte

#### • Ajustables 15 tours

RV1 - 50 k $\Omega$   
RV2 - 10 k $\Omega$

#### • Semiconducteurs

CI1 - CA 3162

CI2 - CA 3161

T1 - T2 - T3 - MPS A56 (BC 556 - BC 307 ... attention au brochage des TO 92)

#### • Afficheurs

à anode commune

CI3 - CI4 - CI5 - MAN 6660 ou TIL 701

## 0 A 50 VOLTS / 1 AMPERE

figure 6A. La plaquette est équipée de la plupart des éléments actifs comme passifs. N'y figurent pas :

- le pont redresseur,
- le condensateur de filtrage de 10 000  $\mu\text{F}/63\text{ V}$ ,
- le transistor "ballast" en boîtier T03.

Chaque composant est repéré sur le plan de câblage par son symbole électrique qu'il suffit de retrouver dans la nomenclature pour connaître la valeur nominale, la tolérance, la puissance. Les circuits intégrés peuvent être insérés dans des supports. On peut également prévoir des intercalaires pour les transistors T1 et T4.

Couper les axes des potentiomètres à 1 cm environ des canons.

Pour les divers raccordements de ce module, prévoir des longueurs de fils de 20 cm et de différentes couleurs.

Le câblage terminé, vérifié, dissoudre la résine de la soudure au trichloréthylène. Après avoir constaté qu'aucun court-circuit ne viendra perturber le fonctionnement de ce module, pulvériser une couche de vernis protecteur.

### - Le voltmètre 3 digits

Mêmes opérations que précédemment, en veillant tout particulièrement à ne pas faire de pont de soudure entre deux pistes, ou entre pastilles et piste lorsque celle-ci passe entre deux pattes de circuit intégré par exemple.

Attention à l'orientation des circuits intégrés et à celle des afficheurs, la finesse du tracé n'autorise pas le dessoudage de ceux-ci, sans endommager plus ou moins pistes et pastilles cuivrées.

Suivre attentivement la figure 6B.

### - L'alimentation +5 V

Le petit circuit imprimé permet de rassembler tous les composants, à l'exception du transformateur. On obtient ainsi un module très compact qui sera vissé à l'arrière du voltmètre par une équerre de 10 x 10 mm.

Le plan de câblage à considérer est celui de la figure 6C.

### - Les réglages

A ce stade de la réalisation, nous allons nous intéresser au voltmètre numérique. Et tout d'abord, voyons l'alimentation. Relier les diodes de redressement au secondaire 9 V ~ du transformateur. Appliquer ensuite le 220 V au primaire.

Au multimètre, contrôler la tension en sortie et au moyen de l'ajustable multistours, faire en sorte d'obtenir +5 V max (+4,5 V à +5 V).

Visser ce module à l'arrière du voltmètre au moyen de l'équerre et raccorder les deux fils d'alimentation.

Relier à nouveau le transformateur au réseau E.D.F. Les afficheurs doivent s'allumer.

Avec l'ajustable RV1, faire en sorte de mettre les 3 digits à 000.

Ensuite, appliquer une tension continue connue à l'entrée E en respectant les polarités (+) et (-). Utiliser une pile 4,5 ou 9 V par exemple. Le réglage doit se faire par comparaison avec votre multimètre.

Avec l'ajustable RV2, faire en sorte d'obtenir la même lecture que celle affichée par votre multimètre, la référence.

### • LE COFFRET

On ne peut plus, à ce stade, échapper au travail de tôlerie. Il est tout de même facilité par l'utilisation d'un coffret en aluminium.

Le plus difficile est la découpe de la fenêtre dans la face avant.

Les figures 7A et 7B donnent toutes les indications nécessaires au niveau cotations et perçages.

Nous ne donnons pas, par contre, de cotations précises pour le fond du boîtier. Il permet d'y fixer le transformateur et le pont redresseur. A vous de les positionner en fonction des éléments en votre possession.

Les perçages des quatre trous du boîtier T03 du transistor T2 seront repérés

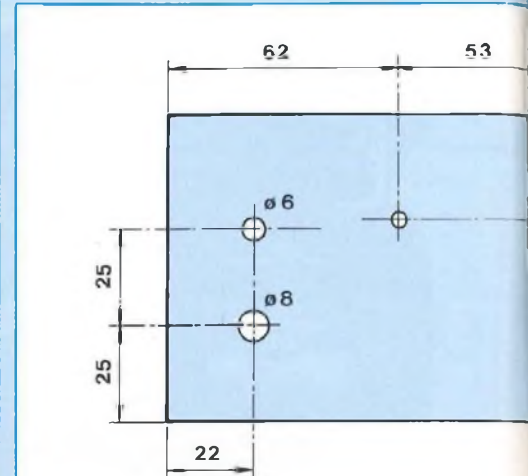


Fig. 7A Face arrière

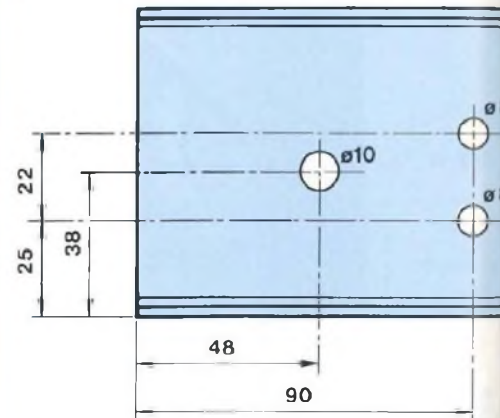


Fig. 7B

avec le mica isolant pour plus de précision. Attention à bien centrer les pointages et à bien ébavurer les trous après forage.

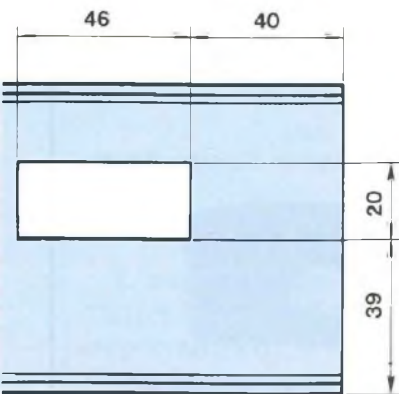
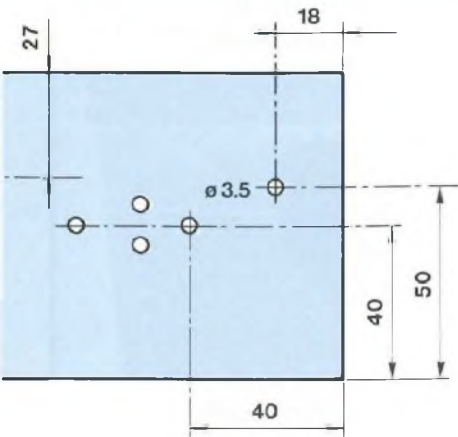
La bride de fixation du condensateur de filtrage de 10 000  $\mu\text{F}$  est fixée d'une part au fond du coffret et d'autre part à la face arrière. La troisième patte est coupée. La patte du fond est repliée vers le collier à 90°. Celle orientée vers la face arrière est maintenue par une équerre de 10 x 10.

### • EQUIPEMENT DU COFFRET

#### - La face arrière

- Mettre en place le transistor ballast

# ALIMENTATION REGULEE



Face avant

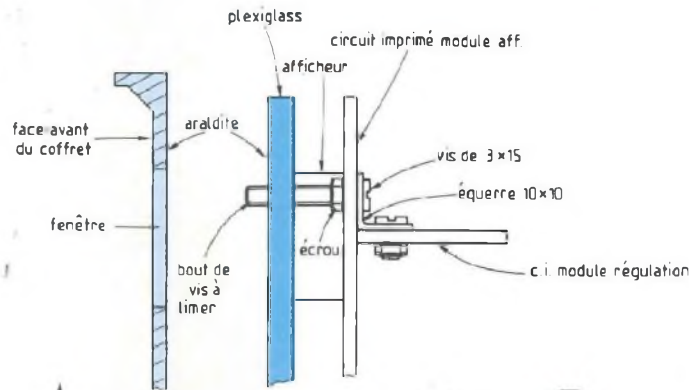


Fig. 9 : Fixation du module "affichage" au plexiglass avec de la visserie de 3 x 15. Percer un trou de  $\varnothing 2,5$  dans le plexiglass et tarauder avec la vis.

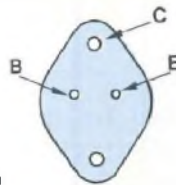


Fig. 10

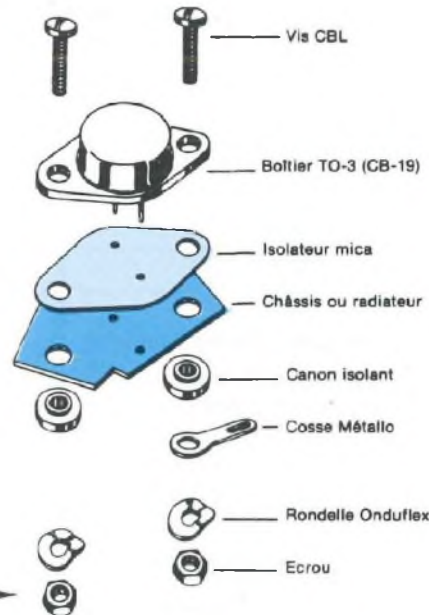


Fig. 8 : Accessoires de fixation du ballast MJ 15001.

MJ 15001 en l'isolant du boîtier avec, et la feuille de mica, et deux canons, pour le passage de la visserie. Se reporter à la figure 8 pour cette opération.

• Continuer avec le condensateur de filtrage, le passe-fil et l'interrupteur bipolaire.

### – Le fond du boîtier

Comme indiqué précédemment, on y fixe le transformateur et le pont redresseur.

### – La face avant

Le module "alimentation régulée" est maintenu contre la face avant par le canon du potentiomètre P1, au moyen

d'un écrou et d'un contre-écrou. C'est suffisant pour l'immobiliser.

Mettre en place les deux fiches bananes châssis femelles, une noire pour le (-) et une rouge pour le (+).

Le voltmètre est immobilisé par collage à l'araldite du plexiglass contre la face avant. Procéder comme indiqué en figure 9. Aucune vis n'est ainsi apparente.

### • LES INTERCONNEXIONS

Elles sont peu nombreuses. Suivre l'ordre indiqué ci-dessous afin d'éviter tout risque d'erreur.

– Introduire le cordon secteur dans le

passe-fil et le raccorder à l'interrupteur, aux 2 picots inférieurs.

– Souder les primaires des transformateurs aux 2 picots au centre de l'inter.

– Relier ensemble 2 des 4 fils secondaires du torique, de façon à obtenir une tension alternative unique de 44 V. Souder les 2 autres fils au pont redresseur, cosse ~.

– Souder le secondaire 9 V ~ de l'autre transformateur au petit module de régulation +5 V (diodes D2 à D5).

– Relier la cosse (+) du pont redresseur au (+) du condensateur de

## 0 A 50 VOLTS

10 000  $\mu$ F. Idem avec le (-).

- Relier les polarités (+) et (-) d'entrée de l'alimentation régulée 0/50 V/1 A aux polarités correspondantes du condensateur de filtrage C1.

- Relier les polarités (+) et (-) de sortie (tension aux bornes de C5) aux fiches bananes châssis.

- De là, repartir ensuite vers l'entrée du voltmètre 3 digits. Attention à ne pas intervertir les polarités !

- Reste les raccordements au transistor "ballast". Avant toute chose, s'assurer que le boîtier T03 de celui-ci est bien isolé du coffret, à l'ohmmètre.

Souder les 3 fils (C), (B) et (E). Eviter d'intervertir les électrodes "base" et "émetteur". La figure 10 remet en mémoire le brochage du MJ 15001, vu de dessous.

### MISE SOUS TENSION

Au basculement de l'interrupteur M/A, les 3 digits doivent s'allumer et indiquer 00.0 si le potentiomètre est tourné à fond vers la gauche.

Une rotation de celui-ci et les chiffres défilent jusqu'à la lecture 50.0 (50.1 sur le prototype).

#### • REGLAGE DU LIMITEUR 1 A

Il s'effectue avec le potentiomètre P2 et une résistance de charge de 50  $\Omega$ /50 W (ou 47  $\Omega$ ).

Relier la résistance de 50  $\Omega$  aux bornes de l'alimentation et augmenter la tension de sortie. Il est évident que la consommation est en relation étroite avec la loi d'ohm  $I = U/R$ . A 25 V, le courant consommé sera de 0,5 A et de 1 A à 50 V. Avec le potentiomètre P2, faire en sorte alors que la polarisation de la base du transistor T3 soit telle que celui-ci se trouve à la limite du blocage.

Avec une résistance de 47  $\Omega$ , le voltmètre doit, bien sûr, indiquer 47 V et non plus 50 V.

D.B.

# BERIC

43, rue Victor Hugo  
92240 MALAKOFF  
Métro : Porte de Vanves

Tél. 46 57 68 33 - Fax 46 57 27 40

## UNE QUALITE PROFESSIONNELLE POUR UN BUDGET AMATEUR

### MESURE origine LABO ADMINISTRATIONS

OSCILLOSCOPE PORTABLE CRC SCHLUMBERGER OCT 468 FA

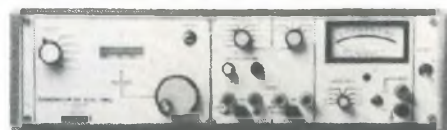
Double trace 2 x 25 MHz sans sonde \_\_\_\_\_ 1 200 F  
avec 2 sondes \_\_\_\_\_ 1 600 F



OCT 468 FA

GENERATEUR BF FERISOL ou ENERTEC C 903 T

Appareil moderne couvre de 10 Hz à 1 MHz \_\_\_\_\_ 1 000 F



C 903 T

WATTMETRE REFLECTOMETRE FERISOL RM2A

75 à 500 MHz, 50  $\Omega$ , mesure de puissance en 2 échelles 0-25 W et 0-50 W, mesure de TOS \_\_\_\_\_ 750 F



RM2A

ANALYSEUR DE SPECTRE FERISOL DE5A ou XB 101A

Permet l'analyse spectrale de signaux entre 800 et 11 000 MHz. Fonctionne sur un générateur extérieur. Facilement transformable en récepteur panoramique pour le 144 MHz, le 432 ou le 1280 MHz \_\_\_\_\_ 1800 F

WOBULOSCOPE METRIX 235/901/201

Comprenant un wobulateur de 5 à 235 MHz, un générateur marqueur et un oscilloscope. L'ensemble \_\_\_\_\_ 800 F

TRACTEUR DE COURBES POUR TRANSISTORS

Fonctionne avec oscilloscope extérieur \_\_\_\_\_ 300 F

ANALYSEUR DE LAMPES METRIX U61B

Permet le contrôle des caractéristiques de tous les tubes radio \_\_\_\_\_ 1 500 F

PONT WHEASTONE AOIP B28B

Mesure de résistances et d'isolement \_\_\_\_\_ 250 F

WATTMETRE BF FERISOL N300

De 50 Hz à 20 KHz \_\_\_\_\_ 250 F

Liste d'appareils de mesure contre ETSA.

**CONDITIONS DE VENTE :** Règlement à la commande du matériel. Expédition facturée suivant port réel à l'arrivée au transporteur. Commande minimum 100 F (+ part) • BP 4 MALAKOFF • Fermé dimanche et lundi - Heures d'ouverture : 9 h - 12 h 30 / 14 h - 19 h sauf samedi : 9 h - 12 h 30 / 14 h - 17 h 30 • Tous nos prix s'entendent TTC mais port en sus • CCP PARIS 16578.99

# indispensable



**L'AUTORADIO**  
**Tome 1 (144 pages)**  
**Tome 2 (204 pages)**  
**de Raoul Hébert**  
**Pour tout savoir**  
**sur l'autoradio,**  
**son utilisation,**  
**ses caractéristiques,**  
**son montage,**  
**l'installation et**  
**l'intégration dans l'habitacle**

L'autoradio est devenu un élément de confort indispensable en automobile. Depuis quelques années il a fortement évolué. Ces deux ouvrages vous révèlent toutes les caractéristiques importantes qu'il faut retenir avant de fixer son choix sur un modèle, les possibilités d'exploitation, l'installation dans l'habitacle, l'exploitation des toutes dernières fonctions. Dans un langage clair, avec des exemples pratiques, l'auteur vous révèle toutes les astuces indispensables à connaître pour profiter d'une écoute en haute-fidélité en voiture.

Ces deux tomes, indispensables donc pour tout savoir sur l'autoradio sont édités par les Editions Fréquences et diffusés par Eyrolles, 66 Bd Saint-Germain, 75240 Paris Cedex 05.

## BON DE COMMANDE

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

- Je désire recevoir « L'AUTORADIO TOME 1 » au prix de 132 F, port compris
- Je désire recevoir « L'AUTORADIO TOME 2 » au prix de 172 F, port compris
- Je désire recevoir les TOMES 1 et 2 de « L'AUTORADIO » au prix total de 304 F, port compris

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

ADRESSE \_\_\_\_\_

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

Ci-joint mon règlement par :  C.C.P.  Chèque bancaire  Mandat

# FREDY 858

## AMPLIFICATEUR MOSFET EN CLASSE A.B

C'est dans les numéros 90 et 91 de Led que nous avons eu le plaisir de vous dévoiler le schéma du FREDY 408, amplificateur à structure archi-complémentaire délivrant une puissance de 40 watts efficaces dans une charge de 8  $\Omega$ . Circuits imprimés et plans de câblage vous permettaient de mener à bien la réalisation des blocs amplificateurs, ainsi que de celui de l'alimentation stabilisée symétrique.

**L**e numéro 105 de Led ne vous proposera qu'un banc d'essai du FREDY 858, Monsieur Jacovopoulos n'ayant pas souhaité publier le résultat de ses recherches dans notre revue, préférant confier la commercialisation de ce nouvel amplificateur sous forme de kit, à la Société HEXA-DIS.

### LE SCHEMA DE PRINCIPE DU FREDY 858

Ce schéma présente de grosses similitudes avec celui du FREDY 408. Dès l'entrée, une cellule R.C. limite, si on le désire, la bande passante de l'amplificateur, d'où la présence de C1 en pointillés. La résistance R2 fixe l'impédance d'entrée.

Les éléments R11 et R12 (ou R13 et R14) en série avec les émetteurs des transistors différentiels, forment des contre-réactions locales qui vont linéariser le fonctionnement de l'étage en limitant le gain.

Les résistances R7 et R8 (ou R9 et R10) insérées dans les bases de Q1 et Q2 (ou Q3 et Q4) y contribuent également, tout en assurant une protection en continu en cas de surcharge à l'entrée.

R15 et R16 en série fixent le courant collecteur de Q1 et Q2 (idem avec R17 et R18 pour Q3 et Q4). Ces résistances

sont reliées au (-) de l'alimentation pour les NPN et au (+) pour les PNP. Le transistor Q5 monté en émetteur commun amplifie à nouveau le signal, sa base étant reliée au collecteur de Q1 à travers R19. Il dispose de contre-réactions locales et d'une correction de phase à très haute fréquence avec la cellule R21/C6.

La charge collecteur est en gros déterminée par la résistance R31.

Un même raisonnement s'applique avec le transistor Q6.

Le transistor Q10 monté en collecteur commun sert de "buffer". Il prélève la modulation BF à haute impédance pour la transmettre au MOSFET de sortie. Ce MOSFET Q12 monté en source commune est chargé par la résistance R45. Cette contre-réaction locale facilite le raccordement Canal N / Canal P du push-pull d'HEXFET.

Les transistors Q8 et Q9 servent à la protection de l'amplificateur en tant que limiteurs de courant, les tensions de commande étant prélevées aux bornes des résistances bobinées R45 et R46 et appliquées aux bases par R37 et R38.

Le signal traverse enfin un réseau RL avant accéder à la borne (+) du HP. Une cellule de Boucherot R48/C15 shunte les sorties HP, ce qui stabilise l'amplificateur.

Les points Q sur le schéma permettent d'appliquer en les reliant, la contre-

réaction au moyen de la résistance R25 qui forme avec R26 un pont diviseur, le rapport de ces deux éléments déterminant le gain en tension du FREDY 858.

Le condensateur C4 bloque toute composante continue.

Le transistor Q7 est un HEXFET capteur de température, qui est thermiquement asservi aux HEXFET de sortie. Il est monté en "multiplicateur de Vgs". Il va se conduire comme une résistance variable entre les collecteurs de Q5 et Q6, résistance qui contrôle par sa tension Drain-Source le flux de courant circulant dans Q12 et Q13 en l'absence de modulation.

Le condensateur C5 de quelques picofarads, sert de compensateur de phase intermédiaire, il assure également l'ajustement en fonction de la composante capacitive présentée par la charge (filtre des HP) pour permettre une très bonne stabilité de l'ampli. Ceci toutefois, se fait au détriment du temps de montée et de la bande passante.

### L'ALIMENTATION DU F 858

L'alimentation stabilisée du FREDY 858 ne ressemble en rien à celle du 400 publiée dans le N° 91 de Led, excepté que l'auteur préfère, cette fois-ci encore, relier deux alimentations stabilisées positives en série, plutôt que de se servir d'une véritable alimentation symétrique  $\pm U$ .

Le schéma que nous vous présentons n'est donc qu'une demi-alimentation du FREDY 858.

Le gros avantage de ce principe est de disposer de deux alimentations absolument identiques, qui vont répondre de la même façon, aux diverses sollicitations des blocs amplificateurs.

Les ponts redresseurs et les condensateurs de filtrage ne figurent pas sur le schéma, mais étudiant l'appareil en notre possession, nous constatons que



# LE FREDY 858

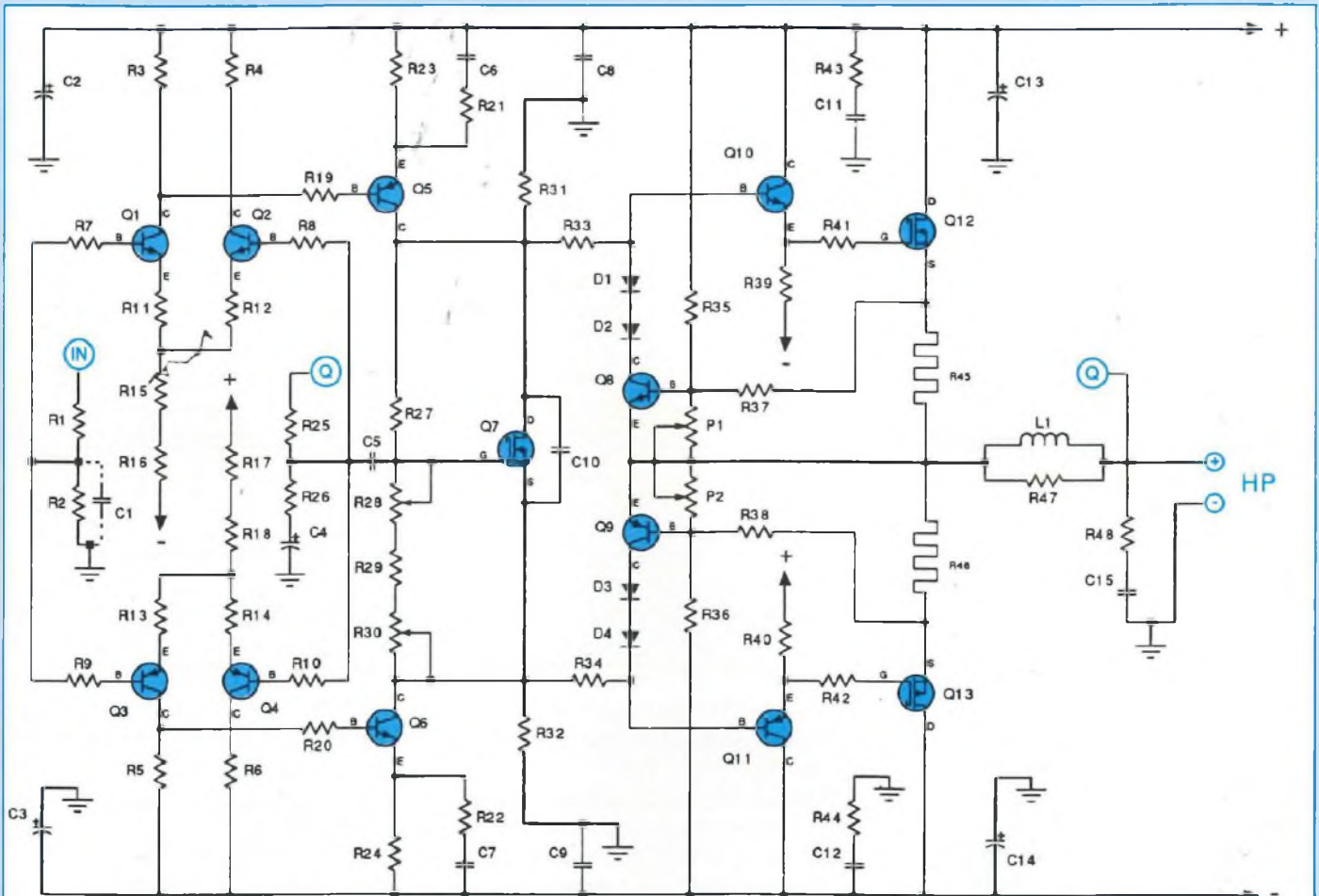


Schéma théorique du Fredy 858 à structure complémentaire.

Monsieur Jacovopoulos n'a pas lésiné sur les microfarads et les ampères ! Nous totalisons par alimentation, une capacité de 40 000  $\mu\text{F}$  et un courant de 72 A !

Ces condensateurs de marque Philips sont reliés deux à deux, 20 000  $\mu\text{F}$  en entrée (après redressement) et 20 000  $\mu\text{F}$  en sortie (après stabilisation).

Deux imposants transformateurs Arabel fournissent l'énergie à l'appareil, nous sommes donc en présence de deux unités d'amplification qui, bien qu'enfermées dans un même coffret (de marque Arabel également) sont totalement indépendantes jusqu'au secteur E.D.F.

L'alimentation est abondamment filtrée jusqu'au drain du ballast HEXFET Q1. Nous retrouvons en effet après les 20 000  $\mu\text{F}$  de tête, d'autres condensateurs implantés sur la carte, C7-C8-C9, qui rattrapent le câblage des deux cartouches Philips nécessairement hors circuit imprimé.

Un ampli opérationnel IC1 fonctionne comme comparateur. Son entrée non inverseuse est polarisée à partir d'une diode Zener programmable, genre TL 431. La tension de référence est disponible aux bornes de la résistance R10 et appliquée à l'entrée non inverseuse par une cellule de filtrage R8/C5/R7.

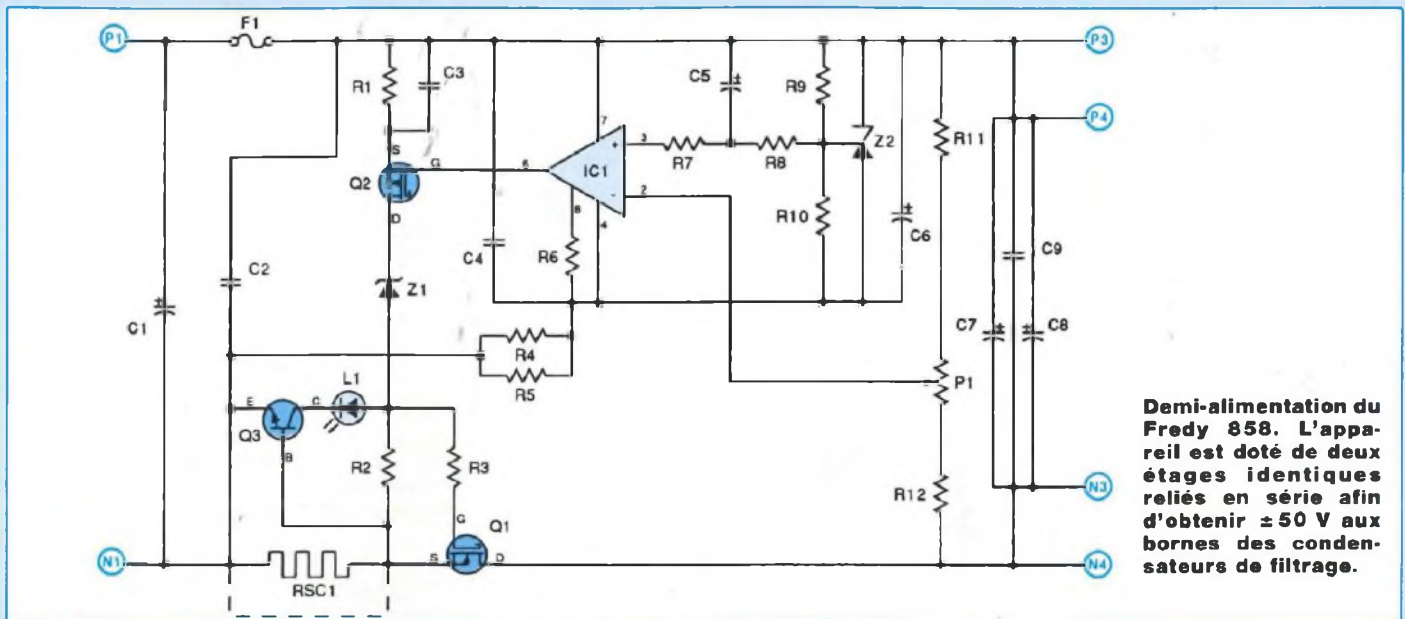
L'entrée inverseuse est, elle, à polari-

sation variable, la broche 2 étant reliée à un ajustable aux bornes duquel nous retrouvons une fraction de la tension continue d'entrée (+U) redressée/filtrée.

La variation de la tension sur la broche 2 de l'ampli Op va se répercuter sur sa sortie broche 6 qui pilote la gate (G) d'un MOSFET/Q2. Son drain (D) va, à son tour, commander la gate (G) du ballast Q1. Nous parvenons ainsi à faire varier la tension de sortie de l'alimentation au niveau de la source (S), tension qui sera stabilisée ensuite, quelles que soient les variations appliquées au drain (D) de Q1.

Le transistor Q3 fonctionne en limiteur d'intensité. Le courant qui traverse la

# AMPLIFICATEUR MOSFET EN CLASSE A.B



**Demi-alimentation du Fredy 858. L'appareil est doté de deux étages identiques reliés en série afin d'obtenir  $\approx 50$  V aux bornes des condensateurs de filtrage.**

résistance RSC1 crée une tension, une différence de potentiel, aux bornes de celle-ci. Cette tension polarise l'espace émetteur/base de Q3. Le collecteur lui, est polarisé par la tension stabilisée à travers la résistance R2.

Lorsque la tension aux bornes de RSC1 dépasse un seuil déterminé par le rapport des résistances RSC1 et R2, Q3 se bloque.

Après stabilisation, nous retrouvons encore implantées sur la carte, deux cellules de filtrage C2 et C1 de part et d'autre d'un fusible.

## LE KIT FREDY 858

Une superbe réalisation très bien pensée, qui ne peut donner à l'écoute, que des satisfactions et ainsi récompenser les heures passées au câblage de l'appareil.

Le travail de la mécanique étant toujours assez fastidieux, bien souvent par manque d'outillage, le coffret Arabel est fourni avec le fond et la face arrière percés.

Le câblage des trois modules ne pose pas de problème particulier, il est même facilité par la sérigraphie des

circuits imprimés. Chaque composant est repéré par son symbole électrique : R1, C1, Q1, L1 ... Le (+) des condensateurs polarisés est gravé, il faut vraiment être très étourdi pour les insérer à l'envers.

Les résistances, à l'exception des bobinées de puissance, cela va de soi, sont du type 1/2 W à couche métallique  $\pm 5\%$ , toutes de la même marque.

L'alignement des composants fait ressortir une étude approfondie de l'implantation du circuit imprimé. Le côté cuivre ne laisse subsister aucun doute sur l'utilisation du DAO.

Les dissipateurs sont largement dimensionnés pour un fonctionnement en classe A.B., les ailettes de refroidissement sont nombreuses.

Un point important à souligner, le cuivre des C.I. a une épaisseur de 75 microns, ce qui est rare, le standard étant le 35  $\mu\text{m}$ .

Les prises CINCH d'entrée sont plaqué-or avec isolement du châssis, de même pour les fiches HP. Le câblage est effectué avec du fil de forte section rigide et doublé afin de diminuer au maximum la résistivité des liaisons.

Un regret et un petit reproche : le cordon secteur introduit dans la face arrière. Une prise 3 broches eût été plus correcte pour un tel appareil, qui peut rivaliser sans crainte, avec de très nombreuses grandes marques de Hi-Fi.

## L'ECOUTE

Nous sommes en présence d'un appareil vendu en kit : F. 5 900,00, nous serons naturellement plus sévères pour cet amplificateur que pour un intégré à F. 1 500,00.

L'absence totale de bruit de fond de cette électronique dégage une somme incroyable de micro-informations. La transparence de cristal n'a d'égale que la capacité dynamique foudroyante sur les attaques, avec un pouvoir de séparation entre les informations simultanées qui procure une toute autre approche des interprétations musicales.

Le FREDY 858 a été soumis à un enregistrement test très difficile à passer du bruit de vagues d'un océan, qui pose beaucoup de problèmes aux électroniques à transistors. Elles ont la fâcheuse tendance à favoriser les sec-

# LE FREDY 858

teurs graves et haut-médium/aigus, la répartition de l'énergie n'est pas uniforme comme dans la réalité. Cet appareil, à la manière d'un ampli à tubes, traduit à la fois l'infra-grave des lames de fond et la multitude de détails dans le médium et l'aigu des petites vagues et du bouillonnement de la mousse sur les rochers, tout en percevant

distinctement l'espace balayé par le vent.

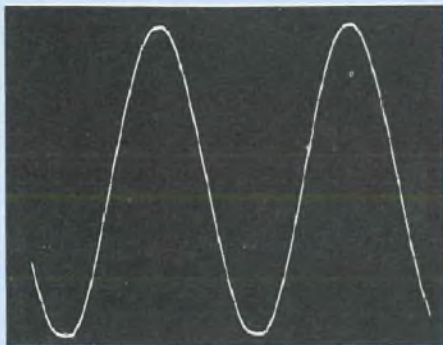
Ce type de test met en valeur la faculté des électroniques à reproduire sans coloration, ni faiblesse, en même temps, un nombre incroyable d'informations qui s'étalent sur tout le spectre audible.

Le rapport est direct avec la musique,

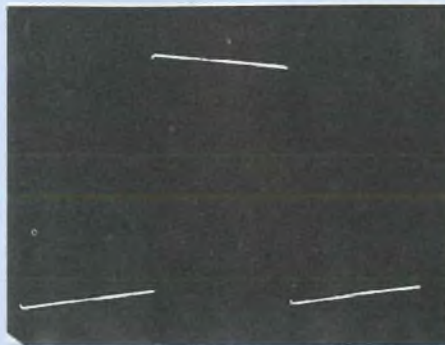
car dès que l'on passe de trois musiciens à une cinquantaine d'interprètes, le pouvoir d'analyse et de séparation des électroniques à transistors n'est plus du tout le même.

Le FREDY 858 nous a réservé une écoute d'une rare finesse avec une absence totale de souffle parasite.

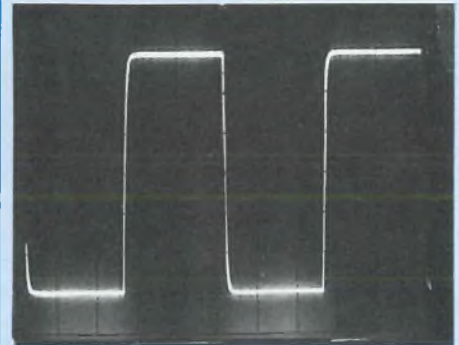
D.B.



I. Signal sinusoïdal à 1 kHz et à  $P_{max}$  (en début d'écrêtage)  $P_{max} = 92 W_{eff/8 \Omega}$



II. Signal carré à 30 Hz ( $P = 54 W_{eff}$ ).



III. Signal carré à 20 kHz ( $P = 54 W_{eff}$ ).

## L'HEXORCISTE

## REVIENT !

La Nouvelle Technologie **MOSFET AVANCEE FREDY**:  
Des amplificateurs aux performances imbattables au plus faible prix!  
Les seuls amplificateurs capables d'**EMOTION MUSICALE**  
**UNE REVELATION**

### VERSION 85 W/8E. FREDY 858\*

**AMPLIFICATEUR MONO\***: Circuit imp. 70  $\mu$  percé sérigraphié, tous les composants, les radiateurs et les 10 000  $\mu$ F/63 V F858AMP ..... **1 250,00 F**

**ALIMENTATION STEREO\***: Circuit imp. 70  $\mu$  percé sérigraphié, tous les composants, le radiateur, les toriques ARABEL, les ponts et les 10 000  $\mu$ F/63 V F858AL ..... **2 500,00 F**

\* Ces deux kits ne comprennent pas les divers petits accessoires de finition.

**LA VERSION MUST**: Comportant 2 F858AMP, 1 F858 AL, le coffret RACK ARABEL (non percé, non sérigraphié), et les accessoires de finition ..... **5 900,00 F**

\*Conception de Dominique JACOVOPOULOS

### VERSION 40 W/8E. FREDY 408\*

**AMPLIFICATEUR MONO\***: Circuit imp. 35  $\mu$  percé, tous les composants, les radiateurs F408AMP ..... **600,00 F**

**ALIMENTATION STEREO\***: Circuit imp. 35  $\mu$  percé, tous les composants, les radiateurs, le transformateur ARABEL et les 10 000  $\mu$ F/63 V F408AL ..... **1 100,00 F**

\* Ces deux kits ne comprennent pas les divers petits accessoires de finition

**LA VERSION MUST**: comportant 2 F408AMP, 1 F408AL le coffret RACK ARABEL (non percé, non sérigraphié) et les accessoires de finition ..... **3 250,00 F**

\*Conception de Dominique JACOVOPOULOS

### R.A.M. NATION

métro NATION  
131, bd Diderot - 75012 PARIS  
Tél. (1) 43.07.62.45 - Fax: (1) 43.41.02.66

### R.A.M. ST. LAZARE

ZEUS ELECTRONIQUE  
3, rue de Budapest - 75009 PARIS  
Tél. (1) 48.74.37.80 - Fax: (1) 45.26.08.26

### HEXA-DIS

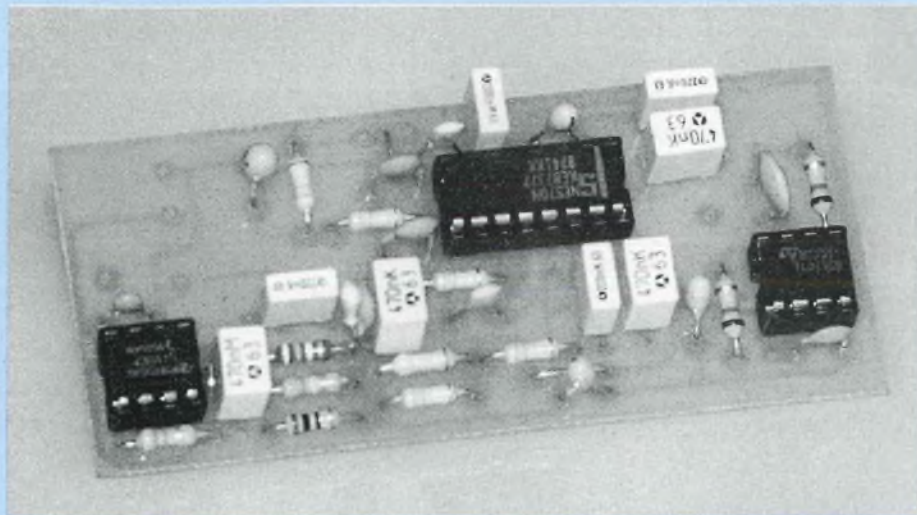
### R.A.M. LILLE

métro MARBRERIE  
261, rue Pierre Legrand - 59800 LILLE  
Tél 20.56.99.25 - Fax: 20.56.99.26

# PEDALES D'EFFETS

## MODULE M04

### REDUCTEUR DE BRUIT DYNAMIQUE



Le compresseur/expandeur de dynamique (ou compandeur) dont la description va suivre, est principalement destiné à la pédale de réverbération analogique présentée dans notre précédent numéro. Ce procédé de réduction de bruit, particulièrement efficace, a été exploité à l'origine dans les magnétophones, la bande magnétique étant un support bruyant ...

**C**'est en 1966 qu'est apparu le premier réducteur dynamique destiné aux magnétophones professionnels, le DOLBY A. Dolby proposa, après la naissance de la cassette audio, une première version simplifiée du DOLBY A destinée au matériel grand public : le DOLBY B. Ce réducteur est un compandeur qui agit à partir de 600 Hz environ, en donnant son efficacité maximale entre 2 kHz et 10 kHz (10 dB de réduction de bruit). Plus tard, le DOLBY C mit en oeuvre deux cellules similaires qui travaillent dans une bande passante différente, de façon à limiter le phénomène de pompage (ce phénomène est présent

plus loin). Le DOLBY C s'avère alors efficace à partir de 200 Hz, avec une amélioration du rapport signal/bruit de 20 dB à partir de 600 Hz ! Suivirent le DBX, l'ANRS (de JVC), l'ADRES (de TOSHIBA) et le SDSS (de SANYO).

#### **BRUIT DE FOND ET SATURATION : DEUX LIMITATIONS DE LA DYNAMIQUE**

Même en l'absence de signal, les lignes à retard analogiques sont la source de bruits de commutation et de bruits thermiques dus aux semiconducteurs (on peut faire une analogie avec le bruit de fond délivré par les bandes magnétiques). Le niveau de

ce "bruit de fond" détermine la plus petite amplitude de signal utile qui puisse être restituée. En dessous de cette limite, le signal serait noyé dans le bruit. Evidemment, cette indication n'a aucune valeur si elle n'est pas comparée à la limite haute, déterminée par l'amplitude maximale du signal que le support peut accepter avant saturation. Ainsi, la dynamique du support représente l'écart entre ces deux extrêmes, qui représentent les critères d'évaluation d'une structure en terme de rapport signal sur bruit.

Prenons le cas du registre à transfert de charges RD5108 utilisé pour la réverbération. Le bruit de fond de ce registre se situe à -65 dB dans le meilleur des cas (avec une fréquence d'échantillonnage supérieure à 100 kHz). La limite haute dépend partiellement du niveau d'exigence de l'utilisateur, la saturation intervenant de façon progressive. Si on se satisfait d'une dégradation du signal de 1 %, le niveau appliqué au registre est sensiblement inférieur à +5 dB : ainsi, on ne peut espérer obtenir une dynamique supérieure à 70 dB sans intervention extérieure (diagramme de la figure 1). Vous aurez compris que bruit de fond et saturation vont de paire : l'amélioration de l'un entraîne forcément la dégradation de l'autre, la dynamique d'un dispositif étant fixée par ses caractéristiques intrinsèques.

C'est pour repousser artificiellement les limites de la dynamique d'origine du support, qu'on a fait appel à la compression/expansion de dynamique, qui fournit des résultats spectaculaires.

#### **PRINCIPE DE LA COMPRESSION/EXPANSION DE DYNAMIQUE**

L'idée fut de "compresser" la dynamique d'origine de telle façon à porter les signaux de faible amplitude à un niveau

# REDUCTEUR DE BRUIT

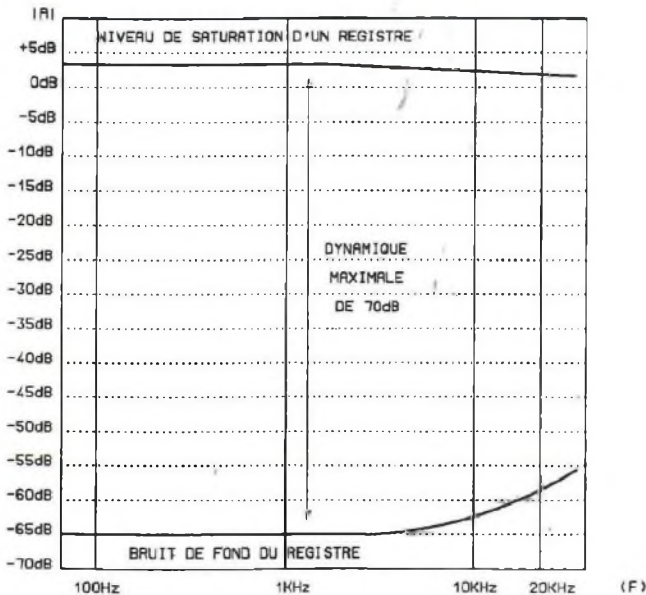
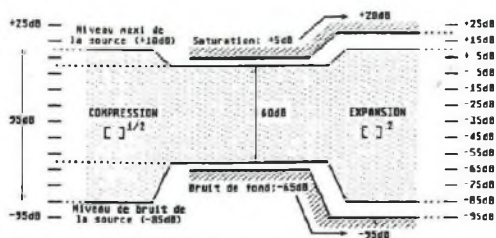


Fig. 1 : Limitations de la dynamique.



Fig. 2 : Schéma fonctionnel compression/expansion.



supérieur à celui du bruit du support et les niveaux élevés en dessous du seuil de saturation, le tout selon un codage bien déterminé. A la sortie, on effectue l'opération inverse, à savoir une "expansion" selon un décodage complémentaire au traitement précédent. Le schéma fonctionnel de la figure 2 explique ce qui se passe dans ce type de réducteur. La dynamique du message sonore qui est de 95 dB à l'origi-

ne dans l'exemple, passe à 60 dB après compression : les signaux de plus faible niveau sont ainsi de 5 dB supérieurs au niveau de bruit du support.

Lors de la reproduction, l'expansion permet d'une part au signal de retrouver sa dynamique d'origine, et d'autre part, de confiner le bruit du support à une valeur considérablement plus faible (dans le cas évoqué, on gagne 30 dB).

En outre, on a repoussé la saturation du support de 15 dB, ce qui porte sa dynamique totale équivalente à 115 dB ! Cette valeur est cependant théorique, car l'expandeur présente lui-même, une dynamique limitée par ses caractéristiques propres (autour de 100 dB).

Notons que certains réducteurs n'agissent que par le rehaussement des signaux de faible amplitude à la compression, ce qui a pour effet, à l'expansion, de conserver au support son point de saturation d'origine (autour de +5 dB). Dans tous les cas, on obtient bien l'amélioration souhaitée du rapport signal/bruit. Les compandeurs introduisent malgré tout quelques désagréments inhérents au principe de codage utilisé.

## LE PHENOMENE DE POMPAGE

Lors de l'expansion, le gain du système de réduction varie proportionnellement avec le niveau du signal de sortie. Une source de faible niveau sera donc atténuée au même titre que le bruit de fond du support, qui restera au-dessous du niveau du signal : le réducteur joue son rôle en atténuant le bruit pour les faibles signaux. A l'opposé, le bruit de fond sera amplifié dans les mêmes proportions qu'un signal de forte amplitude. Le rapport signal/bruit initial de la ligne sera toutefois conservé.

On appelle ce phénomène le pompage du souffle, le niveau de bruit adoptant les fluctuations d'amplitude de la source. Le réducteur fonctionne donc sur un effet de masque, puisqu'on compte sur le niveau du signal pour camoufler le bruit de fond à haut niveau sonore. Le souffle étant surtout perceptible dans les fréquences élevées du spectre audio, l'effet de pompage deviendra audible si l'information sonore se situe essentiellement dans les

# LA REVERBERATION

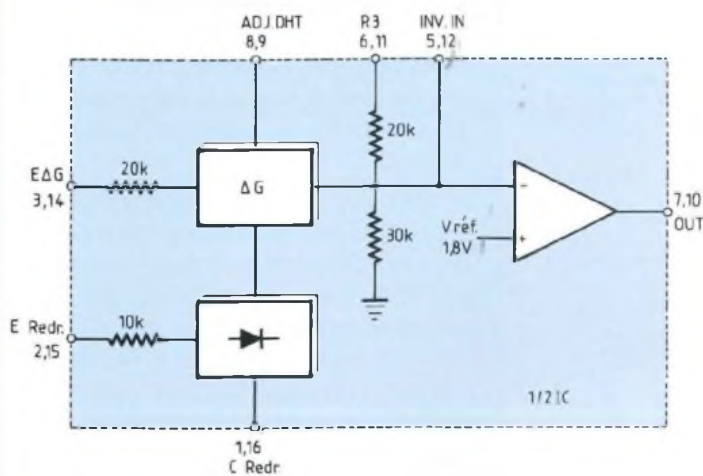


Fig. 3 : Organisation interne du NE 570 et du NE 571.

PARAMETRES	CONDITIONS DE TEST	NE 570			NE 571			UNIT
		MIN	TYP	MAX	MIN	TYP	MAX	
ALIMENTATION		6		24	6		18	V
CONSOMMATION	AU REPOS		3,2	4,8		3,2	4,8	mA
COURANT MAX. DE SORTIE		± 20			± 20			mA
DISTORSION DE LA CELLULE A GAIN VARIABLE	NON AJUSTEE		0,3	1		0,5	2	%
	AJUSTEE		0,05			0,1		%
Vréf. INTERNE		1,7	1,8	1,9	1,6	1,8	2	V
OFFSET SUR Vs	NON AJUSTE		20	50		30	100	%-mV
NIVEAU DE BRUIT DE L'EXPANSEUR	15Hz/20kHz		20	45		20	60	µV
DERIVE DE Vréf	0°C < T < 70°C		5	10		5	20	%-mV
SEPARATION DES CANAUX		60			60			dB

Fig. 4 : Principales caractéristiques électroniques du NE 570 et du NE 571.

graves. Ainsi, la sollicitation soudaine d'une grosse caisse isolée provoquera une augmentation du souffle relativement sensible.

## INFLUENCE DE LA REPOSE EN FREQUENCE DE LA LIGNE

Le second désagrément de la compression/expansion provient d'éventuels défauts de linéarité dans la bande passante de la ligne à retard. Le rôle de l'expandeur étant d'accentuer les écarts entre niveaux, toute fluctuation dans la réponse de la ligne va se retrouver amplifiée d'autant. Ainsi, ce procédé de réduction de bruit, particulièrement efficace, ne doit cependant s'appliquer qu'à des dispositifs particulièrement soignés et dont la bande passante est volontairement limitée.

La réponse en fréquence d'une chambre d'écho étant dans tous les cas limitée par la fréquence de l'horlo-

ge d'échantillonnage, cette difficulté sera le plus souvent contournée.

## LES COMPANDEURS INTEGRES DE RTC : NE 570 ET NE 571

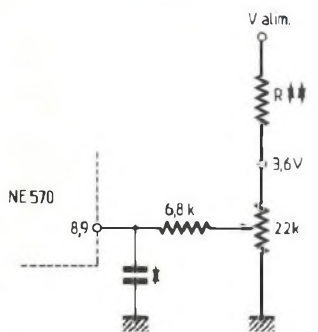
RTC propose aux concepteurs des cellules intégrées de contrôle de gain, conçues pour servir de base à des montages de compression et expansion, qui ne sont pas exclusivement réservées aux professionnels. Les NE 570 et NE 571 sont largement répandus, bien que des versions plus récentes soient apparues (NE 575). Ils présentent l'avantage de n'exiger qu'une poignée de composants externes. Précisons que chacun des circuits intégrés permet de réaliser un compandeur à lui seul, puisqu'il comporte deux structures identiques et totalement indépendantes.

L'organisation interne des deux circuits, qui est représentée sur la figure 3, est

identique pour chacun d'eux. Chaque canal possède un redresseur double alternance (afin de détecter la valeur moyenne du signal), une cellule à gain variable linéarisée et compensée en température, et un amplificateur opérationnel. Comme l'indique le tableau de la figure 4, seules certaines caractéristiques diffèrent légèrement, dont notamment le facteur de distorsion plus élevé pour le NE 571 qui est le modèle le plus économique de la gamme. Les brochages, quant à eux, sont rigoureusement identiques.

Le courant redressé par la cellule de détection est dirigé sur un condensateur (C Redr.), qui permet d'obtenir la valeur moyenne du signal redressé. C'est cette valeur moyenne qui contrôle le gain de la cellule variable. La rapidité de variation du gain en fonction du courant d'entrée est déterminée par le condensateur de filtrage de la cellule redresseuse. Une faible valeur de capacité fournira une réponse rapide, mais risque de filtrer insuffisamment

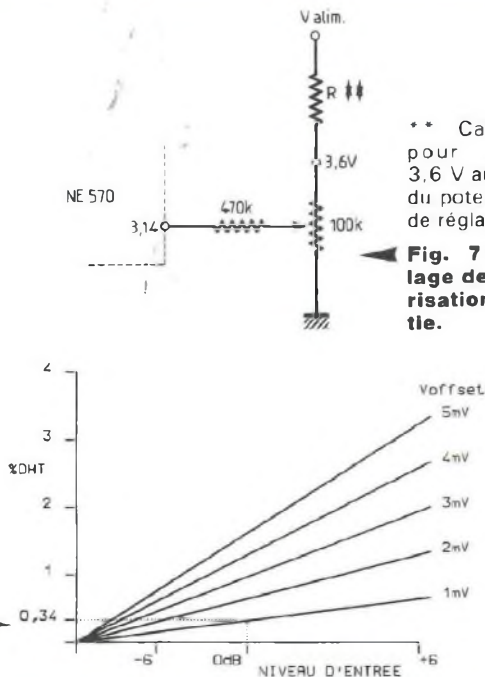
# REDUCTEUR DE BRUIT



\* Si le réglage n'est pas effectué, placer une capacité de compensation (220 pF).

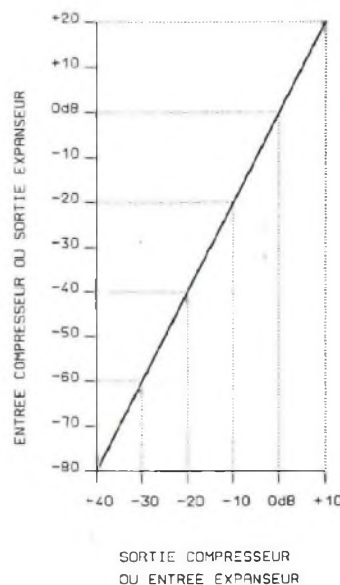
**Fig. 6 : Ajustage de DHT due à l'offset du ΔG.**

**Fig. 5 : Distorsion d'offset du ΔG.**



\*\* Calculer R pour obtenir 3,6 V aux bornes du potentiomètre de réglage.

**Fig. 7 : Recalage de la polarisation en sortie.**



**Fig. 8 : Fonction de transfert du module compandeur de base.**

les fréquences basses : l'ondulation résultante du signal de contrôle de gain modulera le signal utile lorsqu'il traversera la cellule à gain variable. Dans une application de compresseur ou d'expandeur, ce phénomène a tendance à accroître la distorsion harmonique. Il faut donc établir un compromis entre rapidité de l'attaque et distorsion. Par contre, une valeur trop forte de  $C_{redr}$  augmente le temps de réponse du dispositif et contribue à l'accroissement de l'effet de pompage.

Si le signal d'entrée est couplé en alternatif, aucune erreur de gain ne pourra être introduite par les tensions de décalage externes. La seule distorsion pouvant subsister est introduite par les tensions de décalage internes de la cellule à gain variable, dont l'influence est illustrée sur le diagramme de la figure 5. Pour compenser ce défaut intrinsèque du composant, le constructeur a prévu une broche de compensation de la tension d'offset (figure 6). L'étage de sortie de l'amplificateur opé-

rationnel est capable de débiter  $\pm 20$  mA dans une charge de 300  $\Omega$ . Il peut délivrer un niveau de sortie maximal de 3,5 V efficaces, ce qui est amplement suffisant pour attaquer un registre à transfert de charges.

Le faible coefficient de température de la tension de référence interne procure au circuit une polarisation très stable dans une large plage de température. Par contre, sa valeur est entachée d'une tolérance relativement large, ce qui pénalise la reproductibilité d'un montage : en conséquence, un élément de réglage externe pourra être prévu sous la forme du montage de la figure 7. Précisons que cette polarisation a pour but de permettre un écrêtage symétrique sur les niveaux élevés afin d'obtenir la dynamique maximale du NE 570. Le diagramme de la figure 8 représente la fonction de transfert de la sortie par rapport à l'entrée du NE 570, en compression et en expansion.

Le NE 570 est un compandeur de fac-

teur 2, ce qui signifie que le signal est élevé au carré à l'expansion et à la racine carrée à la compression.

## MONTAGE COMPRESSEUR DE DYNAMIQUE

Dans le cas du compresseur (figure 9), la cellule de contrôle de gain est insérée dans la contre-réaction de l'amplificateur interne, afin de réaliser la fonction mathématique  $V_s = [V_e]^{1/2}$ . (Le signal de sortie est la racine carrée du signal d'entrée). La cellule de commande de gain ne devant contrôler que des tensions alternatives (le signal utile), il est découplé en alternatif. La polarisation de l'amplificateur devra donc être obtenue par l'adjonction d'une contre-réaction continue, réalisée par R7, R8 et C14. La tension continue de sortie sera égale à :

$$V_s(\text{dc}) = \left(1 + \frac{R7 + R8}{30 \text{ k}\Omega}\right) \times V_{REF}$$

# LA REVERBERATION

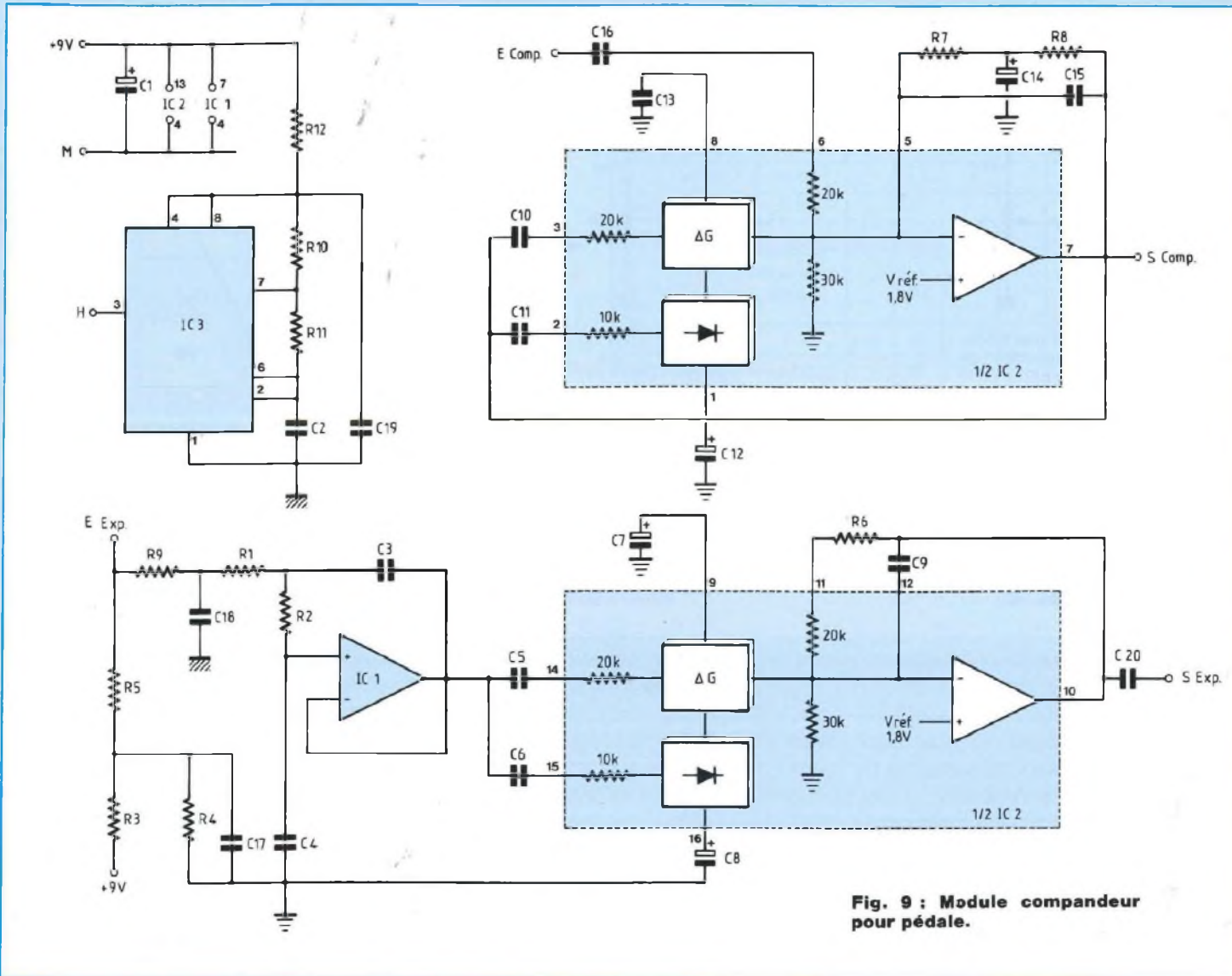


Fig. 9 : Module compandeur pour pédale.

$$= \left(1 + \frac{R_{TOTAL}}{30\text{ k}\Omega}\right) \times 1,8\text{ V}$$

On polarise à priori la sortie à  $V_{alim}/2$  afin d'obtenir l'excursion maximale du signal sans saturation. Pour  $V_{alim} = +9\text{ V}$  :

$$\implies V_s(dc) = 4,5\text{ V} :$$

$$* R_{dCTOTAL} = \left(\frac{4,5\text{ V}}{1,8\text{ V}} - 1\right) \times 30\text{ k}\Omega$$

$$* R7 = R8 = R_{TOTAL}/2 = 22\text{ k}\Omega/5\%$$

## MONTAGE EXPANSEUR DE DYNAMIQUE

Le fonctionnement en expandeur est obtenu en plaçant la cellule d'expansion à l'entrée de l'amplificateur qui joue uniquement un rôle de tampon : le signal d'entrée est élevé au carré ( $V_s = [V_e]^2$ ). Dans les deux cas, il est intéressant de savoir que la référence unitaire pour laquelle [Sortie = Entrée] est située à 100 mV efficace, soit

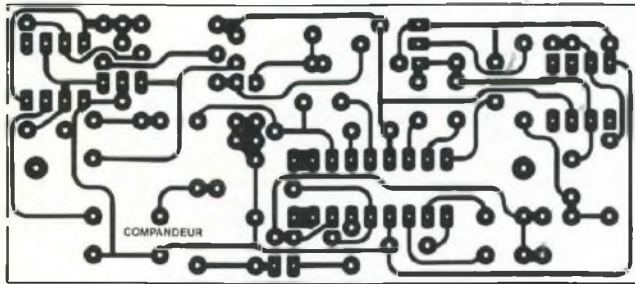
280 mVcc. Ce niveau représente l'amplitude charnière pour laquelle la tendance du dispositif s'inverse (passage d'amplification en atténuation selon la vélocité du message sonore).

## HORLOGE D'ECHANTILLONNAGE

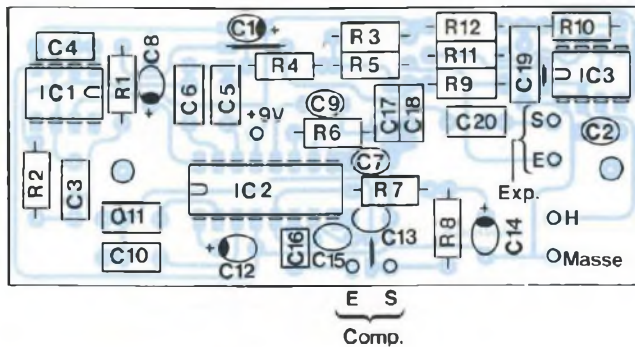
Un multivibrateur astable (IC3) est chargé de remplacer l'horloge d'origine de la réverbération. En effet, son



# REDUCTEUR DE BRUIT



Module compandeur : côté pistes.



Module compandeur : côté composants.

## NOMENCLATURE DES COMPOSANTS

### • Résistances $\pm 5\%$ - 1/4 W

R1 - 68 k $\Omega$   
 R2 - 68 k $\Omega$   
 R3 - 22 k $\Omega$   
 R4 - 22 k $\Omega$   
 R5 - 330 k $\Omega$   
 R6 - 220  $\Omega$   
 R7 - 22 k $\Omega$   
 R8 - 22 k $\Omega$   
 R9 - 47 k $\Omega$   
 R10 - 4,7 k $\Omega$   
 R11 - 27 k $\Omega$   
 R12 - 10  $\Omega$

### • Semiconducteurs

IC1 - TL071  
 IC2 - NE 570  
 IC3 - ICL 555

### • Condensateurs

C1 - 1  $\mu$ F

C2 - 470 pF  
 C3 - 820 pF  
 C4 - 100 pF  
 C5 - 220 nF  
 C6 - 470 nF  
 C7 - 220 pF  
 C8 - 1  $\mu$ F\*  
 C9 - 47 pF  
 C10 - 220 nF  
 C11 - 470 nF  
 C12 - 1  $\mu$ F\*  
 C13 - 220 pF  
 C14 - 10  $\mu$ F\*  
 C15 - 47 pF  
 C16 - 220 nF  
 C17 - 470 nF  
 C18 - 560 pF  
 C19 - 470 nF  
 C20 - 220 nF

\* (tantale)

influence était trop forte sur les autres composants du quadruple amplificateur et aurait dégradé le rapport signal/bruit très correct obtenu avec le NE 570 (80 dB environ contre 50 dB sans réducteur). IC3 est une horloge fixe qui détermine le même retard de 40 ms que précédemment.

## REALISATION PRATIQUE

Le tracé des pistes du module com-

pandeur est indiqué en figure 10. Il sera placé au-dessus de la carte de base de la réverbération, le côté composants d'un module étant dirigé vers le côté composants de l'autre. Il faut donc respecter les emplacements des bornes d'entrées/sorties si on veut obtenir une superposition correcte des deux circuits imprimés. L'implantation des composants (figure 11) révèle trois straps à câbler en premier. Le strap placé près de IC3 permet de rajouter une éventuelle résistance en série avec R11

pour ajuster la fréquence d'horloge à exactement 50 kHz (à moins qu'il ne faille réduire directement R11). Cette précaution qui n'est pas obligatoire, permet d'accorder la fréquence d'échantillonnage avec les caractéristiques des filtres de la réverbération. Avant d'implanter définitivement le module d'extension sur la carte de base, nous vous conseillons de vérifier son fonctionnement à partir d'un câblage volant suffisamment souple pour pouvoir y accéder facilement. En

# LA REVERBERATION

ce qui concerne les procédures de modification de la réverbération, elles sont décrites ci-dessous.

## DEMONTAGE DE LA PEDALE DE REVERBERATION

1. Ouvrir le boîtier : dévisser les quatre vis latérales, démonter les boutons des potentiomètres et débrancher la pile.
2. Enlever l'écrou du jack stéréo (entrée) : ce jack restera soudé sur le circuit imprimé.
3. Dessouder les quatre broches du jack monophonique (sortie), qui restera fixé sur le boîtier.

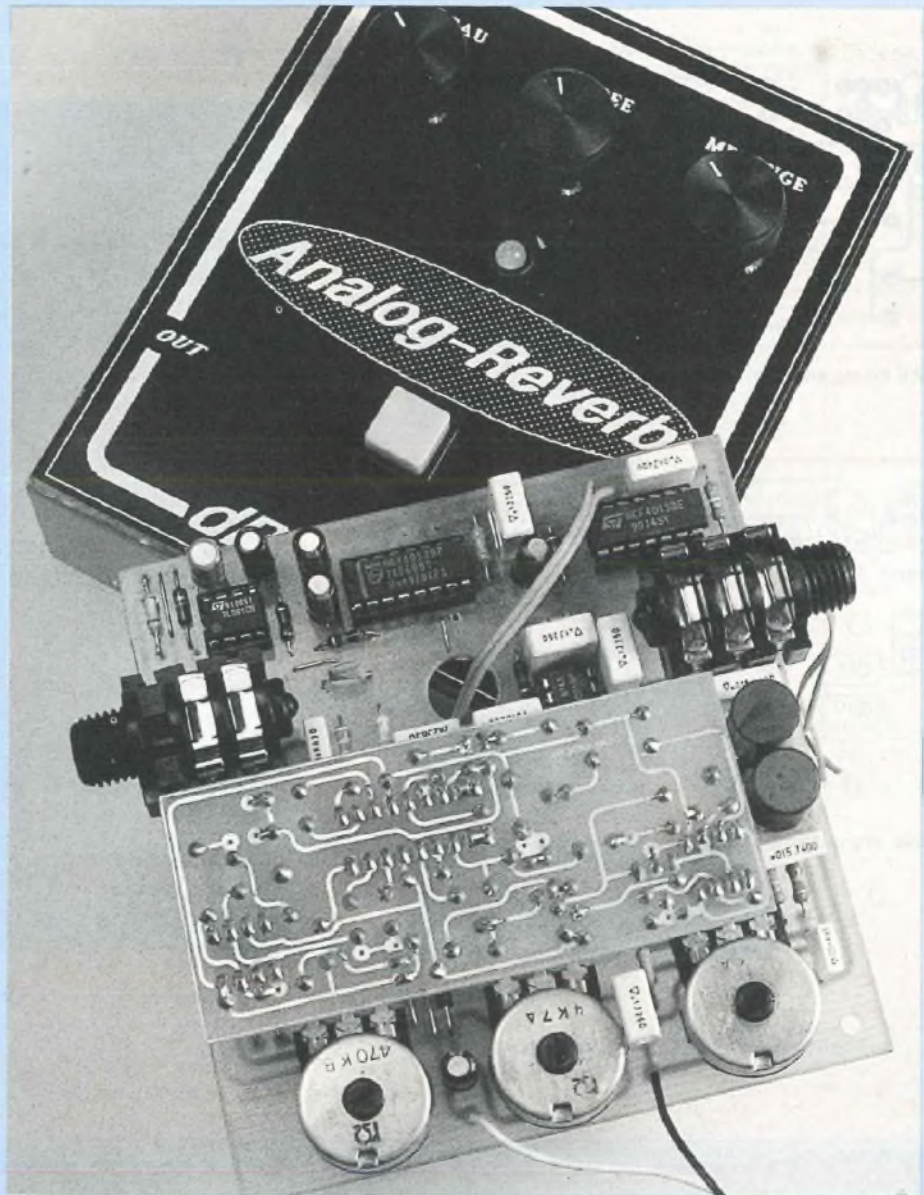
## PREPARATION DU MODULE DE BASE

Il s'agit principalement de supprimer l'horloge d'origine de la pédale et de permettre de réaliser les liaisons électriques entre les deux circuits.

1. Supprimer le condensateur de 2,2 nF de l'horloge
2. Supprimer le strap de liaison H1-H2.
3. Placer des straps en fil rigide de 5 cm sur les bornes suivantes :  
- Eexp, Sexp, Ecomp, Scomp, H1 +9 V et masse.
4. Placer deux straps ou deux ensembles "vis + entretoises" sur les emplacements de fixation du module d'extension.

## MISE EN PLACE DU MODULE COMPANDEUR

Positionner le circuit à l'envers sur le module de base (les straps doivent correspondre aux emplacements prévus). La mise en place des straps dans leurs logements respectifs est assez délicate et il est souhaitable de s'aider d'une pince plate, le compandeur étant légèrement en biais. Lorsque les straps sont positionnés, il suffit de positionner le circuit imprimé le plus près possible de la carte de base, puis de souder tous les points de liaison entre les deux modules.



Vue intérieure de la pédale Analog-Reverb, le module compandeur est ici en place.

## CONCLUSION

Le bruit de fond, mesuré à  $-79,8$  dB sur notre prototype, devient très acceptable pour une utilisation semi-professionnelle intensive. Avec un compandeur, il est même envisageable d'étendre les possibilités du RD5108 à l'écho court (160 ms au maximum,

si on veut conserver un minimum de qualité d'écoute). Pour des retards plus longs (jusqu'à 900 ms), nous ferons appel à des techniques purement numériques.

**Bernard Dalstein**

Le mois prochain : une pédale d'écho

# CHELLES ELECTRONIQUES 77

16, 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

TWEETER LINE (A)			CLASSIC SERIES (A)			INDUSTRIAL SERIES (A)			PROFESSIONAL LINE (B)			
Réf.	PU TTC											
TWO10E1	48 F	AW025S1	310 F	HM210G0	495 F	HT100K0	255 F	PR120I1	430 F			
TWO10F1	45 F	AW025S3	285 F	HM100C0	380 F	HT130K0	335 F	PR130I1	710 F			
TWO10I1	85 F	TWO34X0	285 F	HM130C0	415 F	HT170K0	370 F	PR170M0	555 F			
TWO10P1-4*	55 F	TWO37Y0	295 F	HM170C0	510 F	HT210K0	415 F	PR170X0	595 F			
AW010E1	70 F	TWO56A1	40 F	HM210C0	615 F							
TWO14B5-4*	85 F											
TWO14F1	70 F											
TWO14G1	75 F											
TWO14H1	85 F											
TWO14R1	120 F											
AW014G1	100 F											
AW014R1	130 F											
TWO25A0	160 F											
TWO25A1	165 F											
TWO25M0	170 F											
TWO25M1	175 F											
TWO25M3	230 F											
TWO25V2-4*	195 F											



**DEMONSTRATION DU FREDY 858**  
avec M. Jacovopoulos  
le samedi 6 mars de 10 h à 18 h

Apportez vos compacts préférés pour des essais comparatifs

Prix du kit complet : **5 900,00F**

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

- Stroboscope à leds (sans coffret)  
95DJ01 ..... 62 F
- Sonde milliohmètre (sans coffret)  
95DJ02 ..... 81 F
- Mini-labo
  - Génér de fonctions 96RR01 ..... 320 F
  - Alim/chargeur 96RR02 ..... 265 F
  - Coffret + visserie + pieds ..... 50 F
- Ampli 5 W (sans HP) ..... 85 F
- Variateur toutes charges  
96DJ01 ..... 230 F
- Programmateur de 68705 P3  
(avec alim.)  
97 DB 01 ..... 250 F  
accessoires de finition ..... 100 F
- Liaison Hi-Fi par infrarouges
  - Emetteur I.R. 98RR03..... 260 F
  - (coffret + accessoires divers)..... 170 F
  - Récepteur I.R. 98RR04..... 290 F
  - (coffret + accessoires divers)..... 160 F
- Amplificateur autoradio 2 x 40 W
  - Convertisseur 12V/48V 98DS01..... 995 F
  - (coffret + dissipateur + ventilateur +  
accessoires)..... 330 F
  - Amplificateur stéro 98DS02..... 280 F

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

Port et emballage : 30 F  
Net à payer TTC : \_\_\_\_\_

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 : 60 F. Au-dessus de 3 kg (oscilloscope, alimentation), expédition par la SERNAM : 110 F.

PAS DE CATALOGUE

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

