

Lead

PROJET N° 10 : THERMOSTAT A TRIAC

PEDALE D'EFFETS : LE TREMOLO

LED COLLEGES : LES BASCULES

PREAMPLI CLASSE A : 2° PARTIE

LIAISON HF : COMPLEMENTS

DISTORSIOMETRE 2° PARTIE



PEDALE D'EFFETS TREMOLO



M 1226 - 103 - 28,00 F



Led

Société éditrice :
Editions Périodes
Siège social :
1, bd Ney, 75018 Paris
Tél. : (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

Réalisation-Fabrication
Responsable technique
Thierry Pasquier

Rédaction
Ont collaboré à ce numéro :
Georges Matoré,
René Rateau
Bernard Dalstein
Bernard Duval
Jean-Philippe Ciofalo

Abonnements
10 numéros par an
France : 210 F
Etranger : 290 F

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° 10 : DISPOSITIF THERMOSTATIQUE A TRIAC

En variante du précédent montage décrit dans notre n° 102 de novembre, commandons la mise en service de l'élément chauffant à l'aide d'un triac et non plus d'un relais électromagnétique.

14

EXPERIENCES D'ELECTRONIQUE POUR LES COLLEGES

- Fiche n° 7 : Portes logiques NON-OU et NON-OU EXCLUSIF
- Fiche n° 8 : Applications des portes NON-ET. Les portes NON-ET occupent, dans la famille, une place privilégiée. Il est en effet possible, en les combinant, de reproduire toutes les autres portes.

18

PEDALES D'EFFETS POUR INSTRUMENTS : LE TREMOLO

Le trémolo consiste à moduler le signal en amplitude à partir d'une source sinusoïdale à très basse fréquence. En pratique, cela se traduit par l'audition d'un son "tremblotant". Notre trémolo est doté d'un réglage de vitesse et de profondeur sur la modulation, mais aussi d'un réglage de niveau sur la sortie de l'effet.

26

SERVICE FILMS POSITIFS

Pour vous aider dans la gravure de vos circuits imprimés, les Editions Périodes vous proposent le film positif des implantations publiées dans ce n° 103 de Led.

SERVICE CIRCUITS IMPRIMES

Ce service permet aux lecteurs de Led d'obtenir les circuits imprimés gravés, percés ou non, en en faisant la demande auprès de la Rédaction.

28

LED COLLEGES : MODULE D'ETUDE DES BASCULES

Le module décrit donne accès aux deux bascules d'un circuit intégré CD 4013 et permet la division par 2 ou par 4.

32

PREAMPLIFICATEUR STEREOPHONIQUE CLASSE A

(2^e PARTIE)
Bloqués par la non-disponibilité du coffret IDDM de référence PR 330 chez les revendeurs, coffret dans lequel nous avions effectué les interconnexions des modules publiés dans notre n° 99, la deuxième partie de cette réalisation a tardé à voir le jour. C'est chose faite avec ce numéro de décembre.

37

LIAISON HF POUR GUITARE ET MICRO (LED N°s 100 et 101). TROIS EMETTEURS POUR TROIS RECEPTEURS

Un lecteur musicien satisfait du matériel qu'il a construit et utilisé nous pose un problème : comment, dans une formation de plusieurs guitaristes transmettre le jeu de chacun d'entre eux à un amplificateur qui lui est spécifiquement affecté ? La cohabitation simultanée de deux ou trois liaisons ne peut se concevoir, de façon pratique, qu'en faisant appel à deux ou trois porteuses HF distinctes.

40

UN SCRATCHEUR

C'est un effet de répétition d'une rythmique courte qui ne peut s'effectuer correctement que si le support utilisé est un disque de vinyle.

44

DISTORSIOMETRE HARMONIQUE (2^e PARTIE)

La première partie de l'article a permis de construire l'alimentation et de câbler les six filtres réjecteurs de la platine principale. Voyons maintenant les réglages de cette section en nous aidant d'oscillogrammes. Nous passerons ensuite à l'étude du convertisseur RMS faisant appel au circuit LM 13600, un double amplificateur de transconductance.

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

En variante du précédent montage décrit dans notre numéro 102 de novembre, commandons maintenant la mise en service de l'élément chauffant à l'aide d'un triac et non plus d'un relais électromagnétique !

Un relais est un interrupteur, un contacteur, par la manoeuvre duquel s'opère la mise sous (et hors) tension d'un montage, d'un appareil d'utilisation ...

Chez le relais électromagnétique, une palette est attirée, qui vient provoquer la fermeture d'un contact.

Le relais statique ne comporte pas de pièce mécanique mobile. Il prend l'état conducteur ou l'état bloqué, autorisant ou interdisant le passage du courant à travers lui, vers le montage ou l'appareil à alimenter.

Lors de notre entretien du N° 92 de Led, nous avons découvert les thyristors et triacs, semiconducteurs de commutation, lesquels se prêtent à la réalisation de relais statiques.

Remplaçons donc le relais électromagnétique de notre précédent dispositif thermostatique par un relais à triac, la seconde façon de voir les choses !

PRINCIPE

Nous disposons d'un excellent thermostat, à pont de Wheatstone, équipé d'une thermistance CTN, dont nous avons doté notre dernière réalisation, conservons-le !

Le transistor NPN/2N 1711 de ce montage ne servira plus à activer un relais, mais un photocoupleur (figure 1).

C'est lors de notre entretien N° 93 de Led que nous nous sommes intéressés à l'optoélectronique, discipline à part entière qui résulte de l'association de l'optique et de l'électronique.

Le photocoupleur est un curieux et fort intéressant composant, lequel permet de transmettre un signal sans liaison électrique conventionnelle.

Grâce à lui, nous allons acheminer la décision de mise en service de l'élément chauffant, depuis le pont de Wheatstone jusqu'au relais à triac, sans

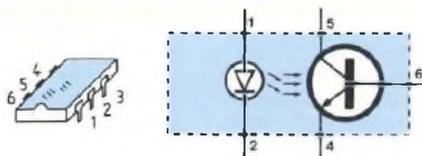


Fig. 1

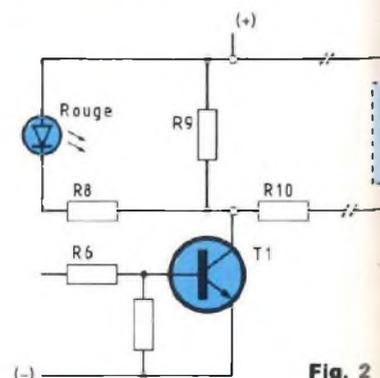


Fig. 2

craindre la moindre interférence, la moindre incursion de la tension secteur (alternative) dans la tension (continue) d'alimentation du dispositif thermostatique.

C'est ce que nous appelons la séparation galvanique.

Nous dévierons le courant de collecteur du transistor 2N 1711, pour le faire transiter par la diode électroluminescente du photocoupleur, composant qui sera installé sur la platine du relais à triac proprement dit, séparée "galvaniquement" de celle du thermostat, tout simplement reliée à elle par deux câbles conducteurs (figure 2).

La distance séparant les deux cartes, thermostat et relais à triac, n'est pas critique, elle peut s'étendre à plusieurs mètres, en absolue sécurité !

Voilà qui nous conduit tout droit au schéma de la nouvelle platine thermostat, que nous avons dessiné à la figure 3.

Vous noterez la présence de la résistance R9, laquelle maintient fermé le circuit de collecteur du transistor 2N 1711, si les deux platines ne sont pas connectées, reliées, une bonne précaution que nous avons prise chez

notre précédent montage, comme c'est curieux !

La résistance de protection Rp limite à quelque 5 mA l'intensité du courant d'activation passant dans la diode électroluminescente du photocoupleur, lorsque le transistor 2N 1711 se trouve à l'état conducteur (chauffage en service).

Tel est le principe de la liaison à établir entre les deux platines, mais nous remplacerons avantageusement la résistance de protection Rp par un dispositif à TEC (Transistor à Effet de Champ) et diode en série, nous inspirant du schéma de montage de notre testeur de continuité, projet traité lors de notre entretien du N° 99 de Led.

RELAIS A TRIAC

Nous avons découvert l'intérêt majeur, disons même la nécessité de la commutation du triac (tout comme celle du thyristor !), à tension secteur nulle, lors du "passage par zéro" de la tension secteur (elle est alternative !), c'était lors de notre entretien du N° 92.

Par cet artifice, nous améliorons le rendement du semi-conducteur de com-

mutation, triac ou thyristor, tout en réduisant les effets perturbateurs sur l'environnement (parasitage du réseau). Notre relais à triac sera confectionné en conséquence, son schéma de principe est reproduit à la figure 4.

Nous y voyons le photocoupleur, le thyristor Th, dont la gâchette est commandée directement depuis le collecteur du transistor NPN/T2. Cette dernière électrode est chargée, depuis le (+) de l'alimentation de l'étage (photocoupleur-transistor T2-Thyristor), par la résistance R4, de valeur 150 k Ω , valeur qui sera confirmée tout à l'heure par le calcul, voulez-vous bien avoir la patience ?

Un pont redresseur bi-alternance, construit avec 4 diodes du type désormais habituel 1N 4007 (de tension inverse 1 000 V et intensité maximale du courant direct 1 A), assure l'alimentation de cet étage sous tension secteur redressée, pulsée, non régulée, pas même filtrée (notre entretien du N° 70).

L'étage (photocoupleur-transistor T2) est chargé de la commutation à tension secteur nulle du thyristor Th et

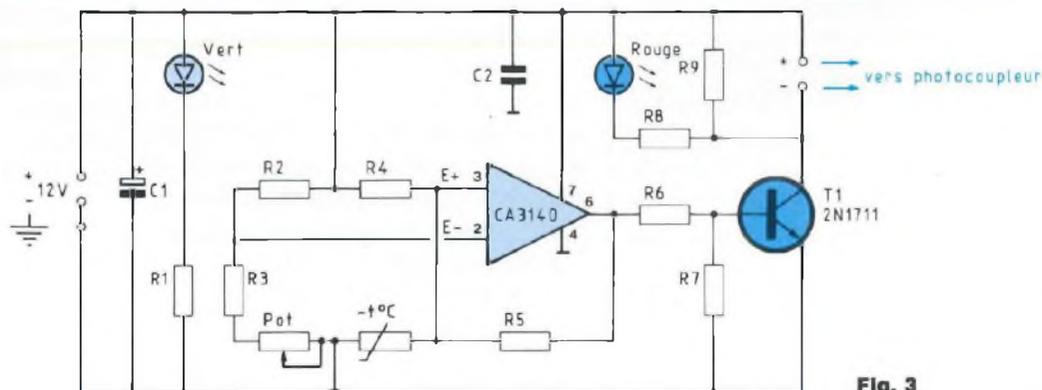


Fig. 3

L'exploitation de la connaissance

aussi du triac Tr, au passage par zéro volt de cette tension. Nous démonterons tout à l'heure le mécanisme du dispositif, c'est promis !

Pour l'instant, sachons que le thyristor étant bloqué, le triac est également bloqué ...

Le courant ne peut alors transiter par la résistance chauffante et le triac (bloqué, non conducteur !), pour se rendre de l'une à l'autre de ses deux bornes d'entrée, A et B, le chauffage est à l'arrêt !

Néanmoins, un très faible courant (songez à la présence de la résistance R4, de valeur 150 kΩ !) traverse l'élément chauffant pour aller alimenter l'étage (photocoupleur-T2-thyristor).

L'incontournable effet Joule, présentement développé dans l'élément chauffant "à l'arrêt", est négligeable.

Pour satisfaire à la curiosité, recalculons donc la valeur résistive de cet élément de puissance 1,2 kilowatt, alimenté sous les 220 V du secteur.

$$R = \frac{U^2}{P} = \frac{(220 \text{ V})^2}{1200 \text{ W}} = \dots 40 \Omega$$

L'intensité du (même) courant passant dans R4 et dans la résistance chauffante est de :

$$I = \frac{U}{R} = \frac{220 \text{ V}}{150 \text{ k}\Omega} = \dots 1,5 \text{ mA}$$

La puissance développée chez l'élément chauffant, à l'état de veille, est :

$$P = R \cdot I^2 = 40 \Omega \times (1,5 \text{ mA})^2 = \dots 0,1 \text{ mW}$$

Une pareille consommation d'énergie électrique n'est pas du genre à nous inquiéter !

Lorsque le thermostat donnera l'ordre de mise en service du chauffage, le thyristor entrera en conduction et provoquera la commutation du triac, dont la fermeture ... ouvrira (!) le passage

au courant secteur, par l'élément chauffant et le triac consentant ...

Nous allons voir le pourquoi et le comment de toutes ces choses !

PHOTOCOUPLEUR, TRANSISTOR, THYRISTOR ET TRIAC

Supposons la température ambiante supérieure au seuil de consigne !

Le transistor 2N 1711 du thermostat se trouve à l'état bloqué, son courant de collecteur est nul et par conséquent, la diode électroluminescente du photocoupleur n'est pas alimentée, elle est éteinte.

Le phototransistor du photocoupleur n'est donc pas excité, il est bloqué, il ne "tire" pas de courant depuis son (+) alimentation, par le jeu des résistances en série R1 et R2, lesquelles chargent son collecteur !

Mais la base du transistor NPN/T2 se trouve alimentée, depuis le (+) alimentation, par la résistance R1 et T2 conduit ...

La tension de collecteur de T2 occupe alors sa valeur minimale, c'est U_{CE saturation}.

Cette tension est directement appliquée à la gâchette du thyristor Th, mais elle est insuffisante pour rendre conducteur Th, lequel est bloqué.

Est-ce vu ?

La tension de commande de la gâchette du triac est celle qui est présente aux bornes de la résistance R5, à laquelle nous donnerons naturellement la valeur résistive limitant à 1 A l'intensité maximale du courant direct transisant par les diodes 1N 4007 et acceptable par elles. La valeur de R5 sera donc de 330 Ω, cette grandeur que nous avons déterminée lors de notre entretien du N° 100, consacré aux pro-

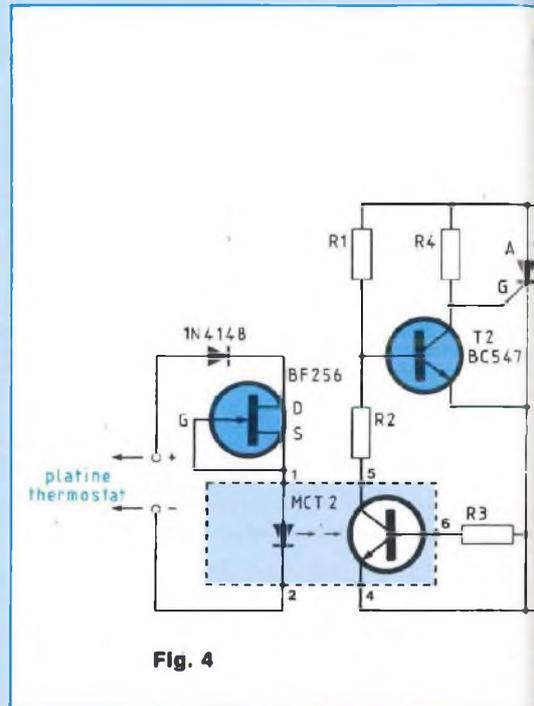


Fig. 4

jets de témoins secteur ...

Considérons le relais à triac au repos, à l'état de veille, le thyristor et le triac sont bloqués !

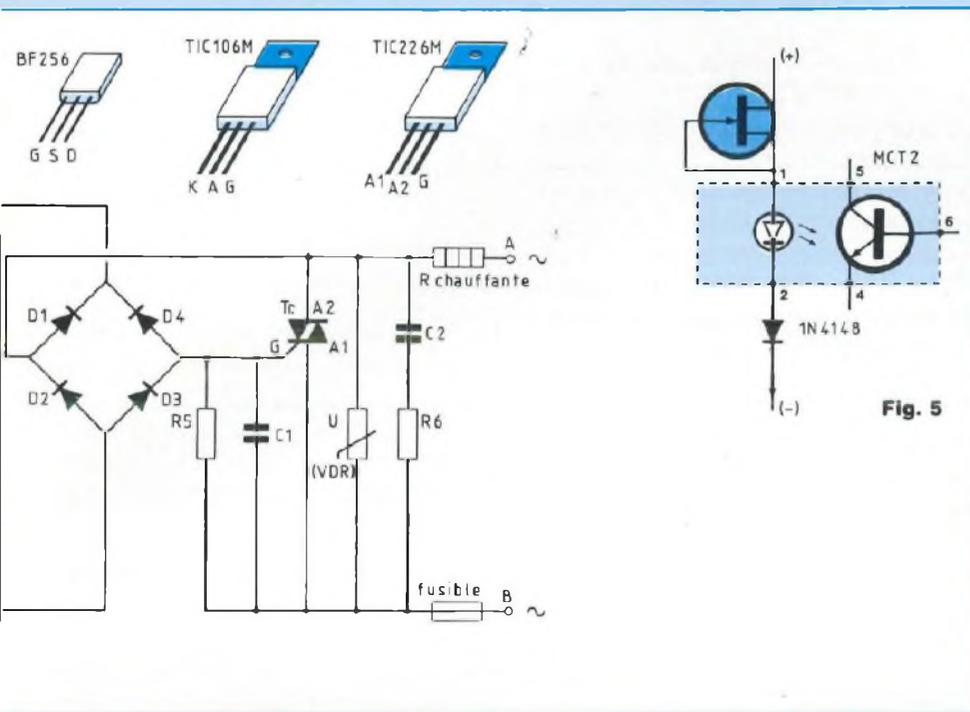
Prenons le cas, par exemple, de l'alternance du secteur orientée dans le sens de A vers B (ses bornes de raccordement). Le courant entre par A, traverse la résistance chauffante, puis la diode D1, R4, D3, R5 et sort par B.

Le courant transitant par R5 engendre dans cette résistance la chute de tension correspondant à l'intensité du courant passant (également) dans R4, en série avec elle, dans le même circuit, c'est bien évident !

Chute de tension dans R5

$$= \frac{220 \text{ V} \times R5}{(R4 + R5)} = \dots 0,5 \text{ V}$$

Une telle tension appliquée à la gâchette du triac est insuffisante pour rendre conducteur ce dernier, qui reste donc



bloqué (tout comme le thyristor !) dans l'attente de l'ordre de mise en service du chauffage ...

Cet ordre arrive dès l'instant où la température ambiante, en baissant, atteint et franchit le seuil de consigne, ce qui provoque l'entrée en conduction du transistor 2N 1711 de la platine thermostat et l'excitation de la DEL du photocoupleur, êtes-vous d'accord ?

Le phototransistor du photocoupleur entre alors en conduction, à la saturation et la tension maintenant présente sur la base de T2 est celle du point commun des résistances R1 et R2, associées en série, qui chargent le collecteur du phototransistor.

Si la tension de base de T2 est inférieure à 0,7 V (encore cette grandeur, décidément !), T2 est bloqué et le thyristor voit sa gâchette alimentée en courant, par R4, le thyristor s'amorce, il se met à conduire.

Est-ce vu ?

A l'entrée en conduction du thyristor apparaît une forte variation de tension aux bornes de la résistance R5, laquelle subit forcément l'action du courant qui s'installe dans le circuit, qui la traverse.

La gâchette du triac accuse l'impulsion, le triac s'amorce, voyons-en les conséquences !

Considérons l'alternance du secteur dans le sens de A vers B.

Le courant entre par A, traverse la résistance chauffante, puis le triac (conducteur) et sort par B ...

Mais le petit courant destiné à l'alimentation de l'étage photocoupleur-T2-thyristor, également issu de la résistance chauffante, traverse D1, Th (il est conducteur !), D3 et R5, pour finalement sortir par B, cela tant que le thyristor est maintenu en conduction, bien évidemment !

L'alternance du secteur effectue son ascension, depuis (le) zéro volt de (sa)

tension nulle jusqu'à sa valeur maximale, de crête, qui est de $(220 \text{ V} \times \sqrt{2}) = \dots 300 \text{ V}$.

Les résistances R1 et R2 suivent l'évolution de la tension secteur, phénomène auquel les diodes 1N 4007 du pont redresseur ne sont peut-être pas étrangères, qu'en pensez-vous ?

La tension appliquée à la base du NPN/T2 suit la même progression, mais lorsqu'elle atteint le 0,7 V du seuil de conduction de la jonction émetteur-base de T2 (mais oui, encore cet inévitable paramètre !), T2 entre en conduction, à la saturation, sa tension de collecteur s'effondre ...

La tension de collecteur de T2, directement appliquée sur la gâchette du thyristor, devient inférieure à celle qui est requise pour l'amorçage du thyristor, ce dernier se bloque.

Le triac s'était amorcé, il s'auto-entretient jusqu'à la fin de l'alternance secteur en cours, à la condition de transiter son courant de charge minimal, de 60 mA chez le TIC 226 M que nous allons mettre en oeuvre ...

COMMUTATION A TENSION SECTEUR NULLE

Au risque de vous lasser, nous répétons que nous devons provoquer l'amorçage du triac (comme celui du thyristor) lorsque la tension secteur, dans son évolution alternative, est nulle, lorsqu'elle passe par zéro volt. C'est bien là le moyen d'amortir efficacement la production de parasites radioélectriques rayonnés et véhiculés par le secteur, tout en protégeant nos semiconducteurs de commutation.

Par courtoisie envers l'entourage, mais aussi par respect des règlements et normes en vigueur, faisons le nécessaire !

L'exploitation de la connaissance

THYRISTOR

Choisissons-le du type "très sensible de la gâchette", exigeant un faible courant de gâchette pour son amorçage, mais sa tension inverse devra "couvrir" confortablement les 300 V de l'amplitude maximale de l'alternance secteur, une nécessité vraie !

Nous faisons personnellement grande consommation de TIC 206 M dans nos montages industriels et domestiques, pour l'excellente raison que ce type de thyristor ne demande que 0,2 mA de courant maximal de gâchette, qu'il accepte de transiter un courant pouvant atteindre 5 A et comme il "tient" les 600 V de tension inverse, nous l'adoptons !

La résistance R4 lui apporte son courant de gâchette.

T2 doit rester bloqué le temps voulu pour que le thyristor puisse s'amorcer, provoquant l'amorçage du triac, lorsque la tension secteur passe par le zéro.

Mais T2 doit reprendre l'état conducteur aussitôt après l'amorçage du thyristor (et du triac), alors que la tension secteur, dans son ascension, est encore très proche du zéro.

Fixons-nous une fourchette de 10 % de la valeur maximale de la tension secteur, soit $(0,1 \times 300) = 30$ V.

Vous remarquerez que la grandeur relative de 10 % ne correspond qu'à un très petit angle de rotation du vecteur tension :

$$\text{arc sin } 0,1 = 5,7 \text{ degrés.}$$

Le phénomène est couplé avec l'amorçage du thyristor, lequel doit recevoir un courant maximal de gâchette de 0,2 mA, avant que la tension d'alimentation de l'étage (photocoupleur-T2-Th) n'ait atteint les 30 V convenus !

En conséquence, nous prenons :

$$R4 = \frac{30 \text{ V}}{0,2 \text{ mA}} = \dots 150 \text{ k}\Omega$$

Voilà comment avait été déterminée la valeur résistive de R4 ...

Donnons aux résistances en série R1 et R2, du pont alimentant le collecteur du phototransistor (du photocoupleur) et, au passage, la base du transistor T2, les valeurs particulières qui conditionnent une tension de base de T2 de 0,7 V (déblocage de T2 !) lorsque la tension secteur appliquée aux extrémités de l'assemblage série (R1 + R2) s'approche des 30 V dont nous venons de convenir ...

Nous devons avoir simultanément :

Tension aux bornes de R2 = 0,7 V, pour une tension aux bornes de (R1 + R2) = 30 V.

TRANSISTOR T2

Notre intérêt est de prendre T2 du type à gain en courant élevé, la commutation sera d'autant plus franche !

Un BC 547, 548, au β garanti de 100, voilà qui fera très bien notre affaire ...

Pour la stabilité du système, faisons donc passer dans l'assemblage série (R1, R2), le pont diviseur alimentant la base, un courant d'intensité ... 15 fois celui du courant de base nécessaire à T2 !

$$I_B = \frac{I_C}{\beta} = \frac{0,2 \text{ mA}}{100} = 2 \mu\text{A}$$

$$15 I_B = 30 \mu\text{A}$$

Tension aux bornes de (R1 + R2) = 30 V

$$(R1 + R2) = \frac{30 \text{ V}}{30 \mu\text{A}} = \dots 1 \text{ M}\Omega$$

Prenons R1 = 1 M Ω , correspondant à une tension globale de 30 V pour l'ensemble (R1 + R2).

R2 correspond à 0,7 V,

$$R2 = \frac{1 \text{ M}\Omega \times 0,7 \text{ V}}{(30 \text{ V} - 0,7 \text{ V})} = \dots 22 \text{ k}\Omega$$

REMARQUE

Accordons-nous un instant de réflexion !

Dans notre présent montage, le thyristor est conducteur de l'instant où la tension secteur est nulle, lors de son passage par zéro, jusqu'au moment où cette même tension atteint la trentaine de volts, le dixième de sa valeur maximale, de crête ...

Nous pouvons dire que la commutation du thyristor s'effectue bien à tension secteur nulle !

L'amorçage du triac s'opère lorsque le thyristor est conducteur, par conséquent à tension secteur nulle !

Une fois franchie cette si importante fourchette des 30 V, l'alternance secteur, en poursuivant son ascension, doit continuer à fournir le courant de base de T2, par le pont (R1/R2), car T2 doit être conducteur, verrouillant le thyristor en l'état bloqué.

T2 va maintenir lui-même sa tension émetteur-base à 0,7 V, nous pouvons lui faire confiance. Son courant de base de saturation sera bien approvisionné par les soins du pont (R1/R2), n'allons surtout pas en douter !

La valeur résistive des résistances R1 et R2 a en effet été choisie particulièrement généreuse, pour passer un courant d'intensité 15 fois celle du courant de base nécessaire à T2 !

La tension de collecteur de T2 (à la saturation), directement appliquée à la gâchette du thyristor, est insuffisante pour forcer le thyristor à la conduction. Il faudra donc attendre l'alternance sec-

teur suivante, présentée comme il convient par le pont redresseur aux 4 diodes 1N 4007, pour produire l'impulsion suivante, amorçant à nouveau le thyristor, lequel provoquera à son tour l'amorçage du triac !

Nos engagements de faire commuter thyristor et triac à tension nulle sont tenus ...

TRIAC

Sans la moindre hésitation, notre préférence va au type de triac TIC 226 M (ou son équivalent), d'excellente réputation, capable de transiter un courant d'intensité 8 A, qui "tient" à une tension alternative de 600 V et demande un courant de gâchette n'excédant pas 100 mA, une vraie friandise !

Il se présente sous boîtier TO 220. L'élément chauffant offre une puissance de 1,2 kW, il consomme donc un courant d'intensité :

$$I = \frac{P}{U} = \frac{1\,200\text{ W}}{220\text{ V}} = 5,5\text{ A.}$$

Le triac (en fonctionnement !) est le siège d'une chute de tension voisine de 2 V et il doit transiter un courant de 5,5 A. La puissance développée chez lui est alors de $(2\text{ V} \times 5,5\text{ A}) = 11\text{ W}$. Calculons la résistance thermique du dissipateur dont nous devons le pourvoir, estimant à 30 °C la température ambiante à son voisinage immédiat.

$$R_{th\ dis} = \frac{T_j - T_a}{P_{dis}} - R_{th}(j-b)$$

– $R_{th}(b-d)$

$$R_{th\ dis} = \frac{150 - 30}{11\text{ W}} - 2 - 1 = 7\text{ °C/W}$$

Vous n'avez pas manqué de reconnaître les expressions que nous avons

utilisées lors de notre entretien du N° 94 de Led et bien d'autres !

Un dissipateur type ML 33, de R_{th} 5 °C/W, est tout indiqué en la circonstance.

PROTECTION ELECTRIQUE DU TRIAC

Nous avons raison de placer un condensateur de 0,1 µF en parallèle avec R5, lequel "avalera" toute surtension éventuellement développée dans R5 lors du branchement de l'élément chauffant. Voilà qui autrement porterait la gâchette du triac à une tension pouvant provoquer son amorçage intempestif, notre précaution n'est certainement pas inutile, ni ridicule !

Pour absorber les surtensions génératrices de parasites radioélectriques, dont bénéficierait le voisinage (et dont nous souffririons nous-mêmes !), nous installerons, en parallèle au triac, l'association série de la résistance R6 et du condensateur C2.

Cet assemblage RC offre en outre l'avantage, lui aussi, d'empêcher des déclenchements intempestifs du triac. R6 limite en effet l'intensité du courant de charge de C2. Nous obtiendrons d'excellents résultats en donnant à R6 la valeur résistive de 47 Ω (de puissance 1 W !) et à C2 la capacité de 0,1 µF (de tension service 600 V !).

Nous avons pris l'habitude de pourvoir le triac d'une protection par varistance, associée en parallèle avec lui, pour une bien modique dépense supplémentaire.

Lorsque nous débranchons de la prise de courant secteur la fiche d'un appareil en fonctionnement, nous remarquons l'arc électrique de l'extra-courant, d'autant plus important que l'im-

pédance de la charge est inductive. La varistance, VDR (Voltage Dependent Resistor), dont nous avons fait la connaissance lors de notre entretien du Led N° 92, a pour vocation d'écrêter les surtensions à l'ouverture d'un circuit.

Nous estimons raisonnable de disposer une varistance en parallèle à notre triac, choisie du type V 250 LA 2, ou équivalente, qui déleste au-dessus de 250 V en alternatif, 300 V en continu ...

Dans la tradition, nous placerons un porte-fusible isolé, à capot de protection, avec un fusible temporisé, dans le circuit de l'élément chauffant (circuit secteur), comme nous l'avons pratiqué chez notre dispositif thermostatique à relais électromagnétique, objet de notre précédent projet.

PHOTOCOUPLEUR

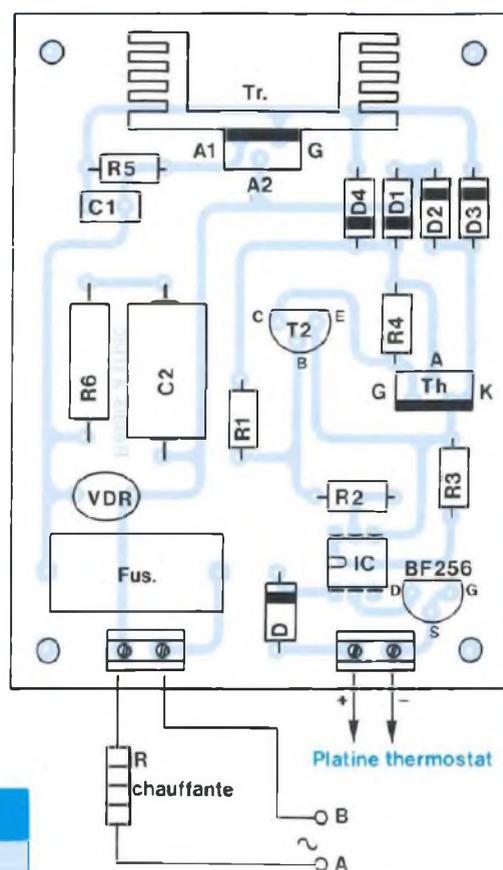
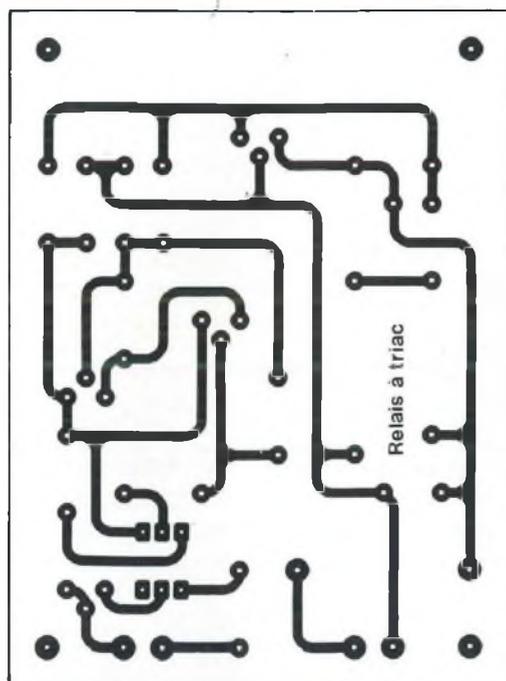
Nous reprenons l'idée déjà appliquée de l'utilisation d'un transistor à effet de champ monté en générateur de courant (notre entretien du N° 99).

Ainsi, nous limitons à quelque 5 mA l'intensité du courant d'activation de la diode électroluminescente du photocoupleur et le dispositif peut alors se commander sans problème par une tension allant de 3 à 30 V (figure 5).

Une petite précaution s'impose ici, consistant à disposer en série, avec le TEC et la diode électroluminescente du photocoupleur, une diode du type 1N 4148, laquelle s'opposera au passage de courant inverse, mettant le dispositif à l'abri du claquage destructeur autrement garanti en cas de raccordement inversé des deux bornes de commande.

Cet agencement du photocoupleur élargit la possibilité de pilotage du relais

L'exploitation de la connaissance



NOMENCLATURE DES COMPOSANTS

PLATINE RELAIS A TRIAC

• **Résistances ± 5 %, 1/2 W**

- R1 - R3 - 1 MΩ
- R2 - 22 kΩ
- R4 - 150 kΩ
- R5 - 330 Ω

• **Résistance ± 5 %, 1 W**

- R6 - 47 Ω

• **Condensateurs**

- C1 - 0,1 μF, 63 V service
- C2 - 0,1 μF, 600 V service

• **Semiconducteurs**

- 4 diodes 1N 4007

- 1 diode 1N 4148
- 1 transistor BC 547, 548
- 1 TEC BF 256
- 1 thyristor TIC 206 M
- 1 triac TIC 226 M
- 1 photocoupleur MTC 102, ou TIL 111, avec son support

• **Divers**

- 1 porte-fusible 5 x 20, avec capot de protection et fusible temporisé 6,3 A
- Dissipateur thermique ML 33, avec lamelle isolante, graissée à la pâte siliconée, visserie
- Borniers
- Les circuits imprimés
- Le module d'alimentation 12 V, coffret (s) ventilé

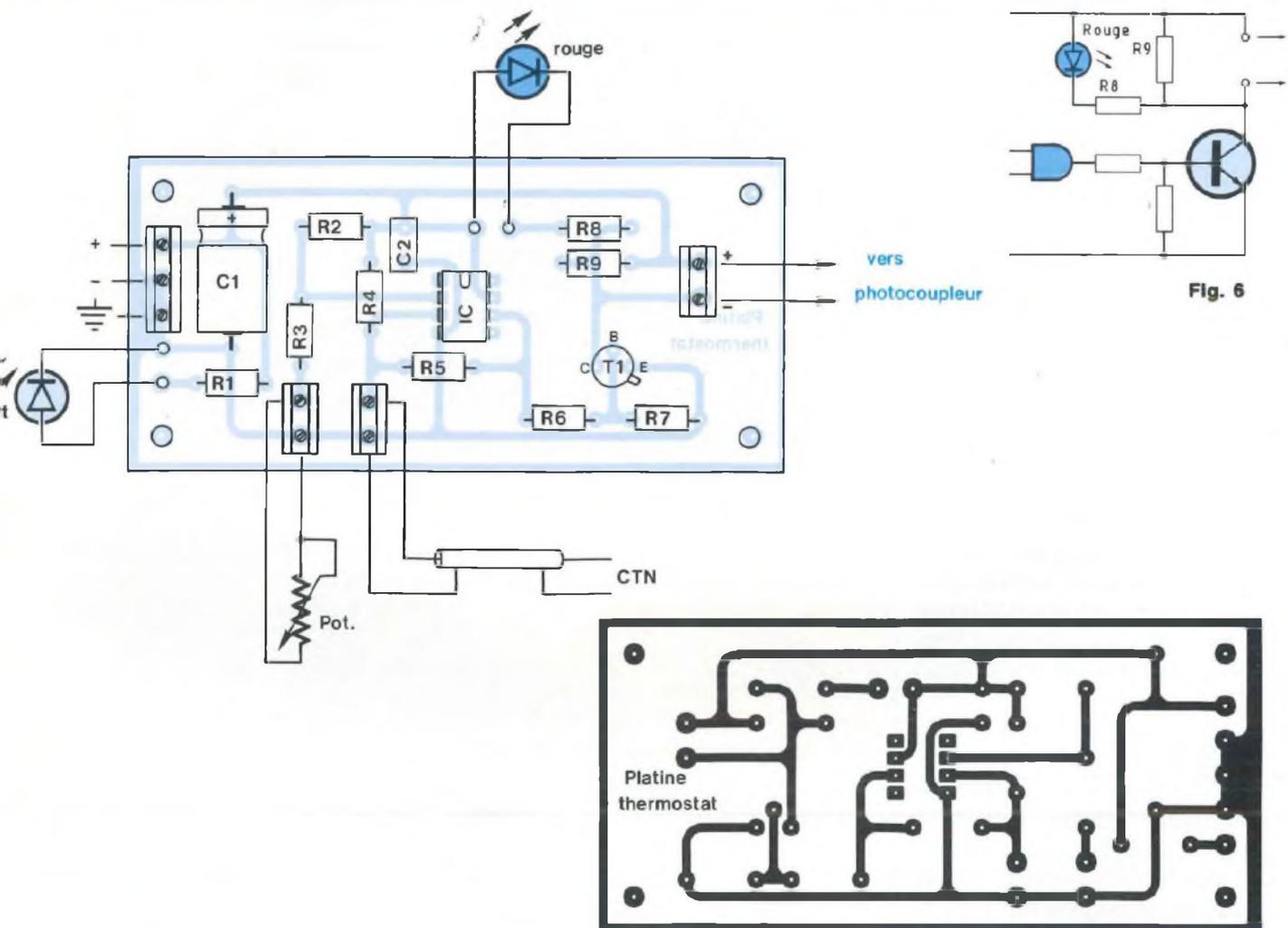


Fig. 6

NOMENCLATURE DES COMPOSANTS

PLATINE THERMOSTAT

• Résistances $\pm 5\%$, type 1/2 W

R1 – R8 – 560 Ω
 R2 – 100 k Ω
 R3 – 4,7 k Ω
 R4 – R6 – 10 k Ω
 R5 – 470 k Ω
 R7 – 1 k Ω
 R9 – 33 k Ω

• Semiconducteurs

Thermistance CTN de R nominale 470 Ω
 Amplificateur opérationnel CA 3140, avec son support
 Transistor 2N 1711
 Deux voyants DEL 1 rouge, 1 vert

• Condensateurs

C1 – 100 μ F, 16 V service
 C2 – 0,1 μ F

• Potentiomètre

P – 4,7 k Ω , de variation linéaire, à piste moulée (usage intensif), avec son bouton de commande et son petit cadran

• Divers

Les circuits imprimés
 Borniers, câble blindé, visserie, entretoises de 5 mm, etc ...

L'exploitation de la connaissance

à triac par n'importe quel signal de grandeur tension comprise entre 3 et 30 V, un avantage qui sera certainement apprécié un jour ou l'autre ...

La sortie d'une porte logique CMOS (famille CD 4XXX, ou 74 HC XX), dont nous nous sommes entretenus dans les Led N° 90 et 91, peut très bien commander la base d'un transistor (figure 6).

Ce dernier jouera avec plaisir le rôle du 2N 1711 de notre platine thermostat, tiens, tiens !

Un simple interrupteur peut éventuellement être utilisé pour la commande manuelle du relais à triac ...

Le photocoupleur sera pris du type MCT 2, ou son équivalent intégralement substituable TIL 111.

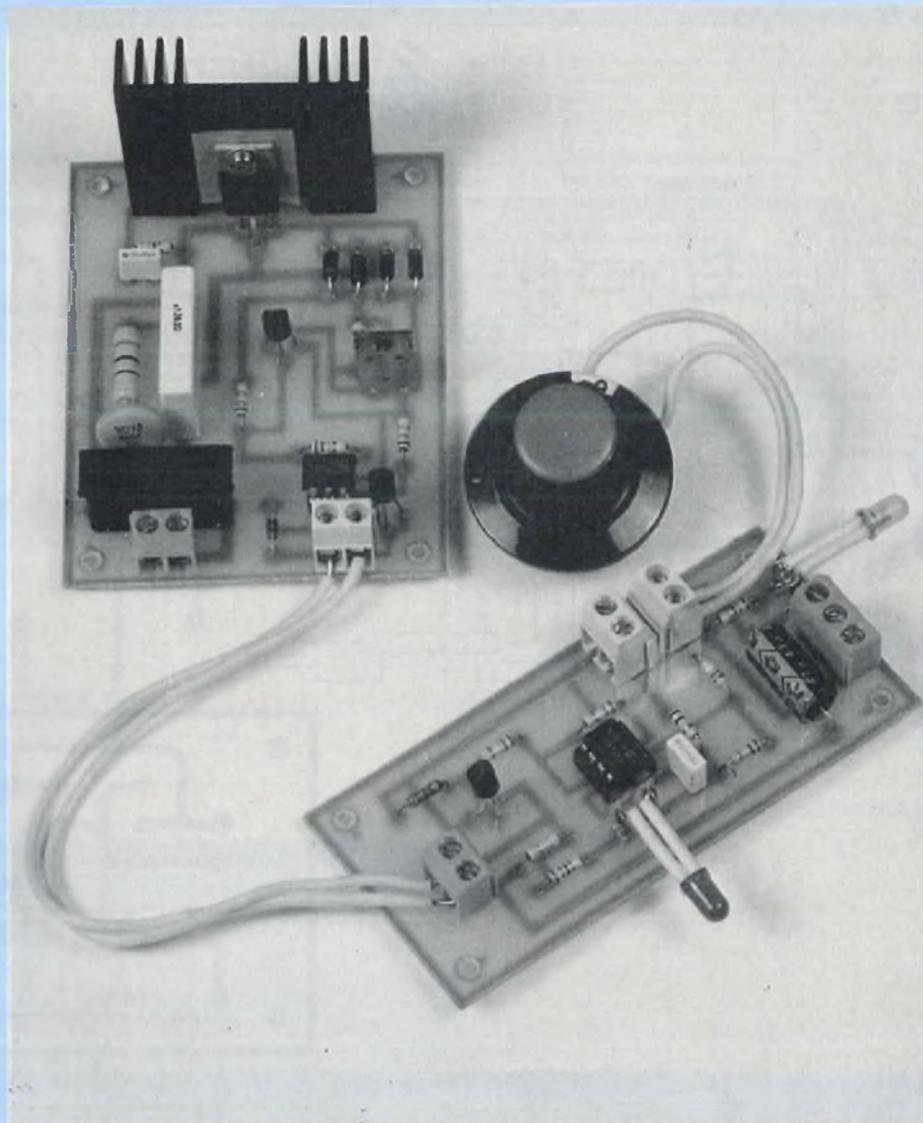
La résistance R3, de valeur résistive 1 M Ω , met à la masse la base du phototransistor, dont elle assure fermement le blocage lorsque la diode électroluminescente (du photocoupleur) n'est pas activée ...

REALISATION

Les circuits imprimés de la platine thermostat et du relais à triac ont été dessinés spécialement, qui vous sont ici proposés, accompagnés de l'implantation des composants sur les cartes. Le dissipateur ML 33 du triac est disposé verticalement, collé sur le circuit imprimé (côté composants !) avec de la colle "Néoprène", c'est un exemple. Nous abriterons nos montages dans des coffrets ventilés, métalliques et mis à la terre par la borne de la prise secteur (bi + terre), comme nous savons et ... devons le faire !

SONDE DE TEMPERATURE

Le dispositif thermostatique à triac a



besoin d'une sonde de température ambiante et il est absolument évident que celle (ou celles !) du dispositif à relais électromagnétique, objet de notre précédent projet, lui conviendra parfaitement.

FAISONS LE POINT !

En exploitant les connaissances acquises antérieurement, nous venons

de conduire deux projets aboutissant à des réalisations concrètes, d'excellente facture, répondant parfaitement aux exigences exprimées.

Des projets similaires dans le principe pourront être traités en suivant le même cheminement, en toute quiétude ...

Cela vous convient-il ?

Georges Matoré

vient de paraître



144 pages
tout sur l'autoradio
son utilisation
ses caractéristiques
le montage
l'antiparasitage
la réception
+
glossaire
des termes techniques
+
toutes les fréquences
des stations FM en France

L'autoradio est devenu le « compagnon » indispensable des parcours en automobile. Ce livre vous révèle non seulement comment l'autoradio fonctionne, quelles sont les caractéristiques importantes qu'il faut retenir avant tout choix mais aussi toutes les possibilités d'exploitation pour en tirer le meilleur parti. L'auteur, Raoul Hébert, grand spécialiste de la réception HF, vous initie à tous les modes d'utilisation actuels et futur de l'autoradio. Il attire votre attention sur toutes les astuces que peut dissimuler un autoradio.

Un glossaire technique facilite la compréhension des termes les plus souvent employés en autoradio. Vous trouvez également la liste des émetteurs FM en France et leurs fréquences de réception.

Un livre indispensable pour tout savoir sur l'autoradio, édité par les Editions Fréquences et diffusé par Eyrolles, 66, boulevard 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

NOM _____ PRENOM _____

ADRESSE _____

CODE POSTAL _____ VILLE _____

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

PORTES LOGIQUES NON-OU ET NON-OU EXCLUSIF

Le cycle d'expérimentation des portes logiques se termine avec les fiches N°s 7 et 8 de ce numéro. La démarche, bien connue maintenant puisqu'elle reste toujours la même, permet de condenser en une seule séance les deux fonctions d'inversion du OU et du OU EXCLUSIF ...

L'essentiel du travail portera, en fait, sur la vérification expérimentale de relations de l'algèbre booléenne, par comparaison d'une fonction exécutée à l'aide d'un circuit spécifique, avec la même fonction élaborée par interconnexion de portes élémentaires d'autres types.

MATERIEL NECESSAIRE

- Alimentation stabilisée 5 V (Led N° 100)
- Un module "inverseurs" (Led N° 101)
- Deux modules "portes logiques" (Led N° 100)
- Circuits intégrés CD 4081, CD 4071, CD 4001, MM 74 HC 7266 (un exemplaire de chaque)
- Jeu de cordons

FONCTION NON OU

On la matérialise en insérant, sur le support d'un module "portes logiques", le circuit intégré CD 4001 (attention à son orientation), recouvert de la contre-façade symbolisant le NON OU. En alimentant le module sous 5 V (câble de distribution et fiche coaxiale), puis en effectuant toutes les combinaisons possibles des états logiques appliqués aux entrées et en observant les états correspondants des sorties (0 si la DEL est éteinte, 1 si elle s'allume), il est facile de dresser la table de vérité de la figure 1.

En se reportant aux fiches N° 3 et N° 5, on vérifie, naturellement, que l'opération logique NON OU résulte de la mise en cascade de l'opération OU et de l'inversion NON.

L'opération NON OU se symbolise par la notation :

$$S = \overline{E1 + E2}$$

qui doit être lue : "S égale (E1 OU E2) barre". Rappelons (fiche N° 5) que le signe + n'a aucun rapport avec le "plus" de l'addition.

RELATION BOOLEENNE

$$\overline{E1 + E2} = \overline{E1} \cdot \overline{E2}$$

Les fiches N° 5 et 6 ont permis d'établir deux relations de l'algèbre booléenne. Le montage schématisé en figure 2 permet d'en vérifier une nouvelle. Là encore, il importe de décomposer soigneusement la suite des opérations. Nous conseillons de procéder ainsi :

- 1 - Etablir directement la table de vérité (colonne E1, colonne E2, colonne S) de l'ensemble du montage, par la méthode habituelle, c'est-à-dire en réalisant toutes les combinaisons possibles des entrées, et en notant les états des sorties.

- 2 - Construire pas à pas la table de vérité à 5 colonnes de la figure 3 en effectuant, pour chaque ligne, les transformations $\overline{E1}$, $\overline{E2}$ et enfin $\overline{E1} \cdot \overline{E2}$.

- 3 - Comparer la table qu'on vient de construire à celle de la figure 1. Pour chaque combinaison des entrées, on

retrouve les mêmes états en sortie. Les deux montages (figures 1 et 2) effectuent donc la même opération, ce qui établit l'égalité :

$$\overline{E1 + E2} = \overline{E1} \cdot \overline{E2}$$

FONCTION NON OU EXCLUSIF

Le circuit intégré MM 74 HC 7266, qui renferme quatre portes NON OU EXCLUSIF à deux entrées, est implanté sur le module "portes logiques" (attention à l'orientation) et recouvert de la contre-façade correspondante. Les combinaisons successives des niveaux logiques des entrées, et l'observation des sorties (diodes électroluminescentes), permettent de construire la table de vérité de la figure 4. On vérifie, naturellement, que l'opération NON OU EXCLUSIF peut s'obtenir par la mise en cascade des opérations OU EXCLUSIF (fiche N° 6) et NON.

L'opération NON OU EXCLUSIF s'écrit :

$$S = \overline{E1 \oplus E2}$$

et se lit : "S égale E1 OU E2 exclusivement, barre".

RELATION BOOLEENNE

$$\overline{E1 \oplus E2} = \overline{(E1 + E2)} \cdot \overline{(E1 + E2)}$$

Un peu plus complexe que les précédentes, cette relation demande, pour sa vérification expérimentale, l'utilisation de trois modules : un module inverseur (NON), un module "portes logiques" équipé du circuit CD 4071 et un deuxième équipé du circuit CD 4081. La figure 5 montre l'assemblage à réaliser ; rappelons que les cordons de liaison, grâce à leurs fiches mâles à entrée femelle latérale, permettent des connexions de type "gigogne".

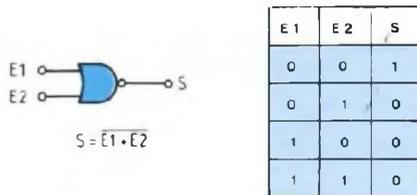


Fig. 1 : Porte NON OU à deux entrées, et sa table de vérité.

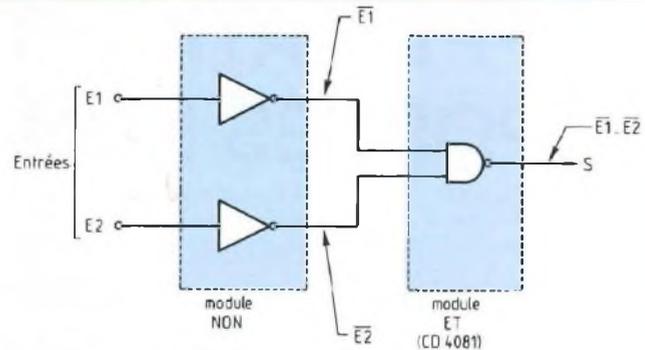


Fig. 2 : L'association de deux inverseurs (module NON) et d'une porte ET (module de portes et circuit CD 4081) matérialise l'opération logique : $S = \overline{E1} \cdot \overline{E2}$.

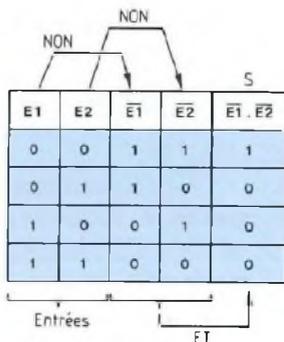
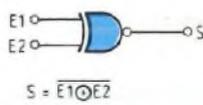


Fig. 3 : Construction de la table de vérité du montage de la figure 2.



E1	E2	S
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Fig. 4 : Porte NON OU EXCLUSIF à deux entrées, et sa table de vérité.

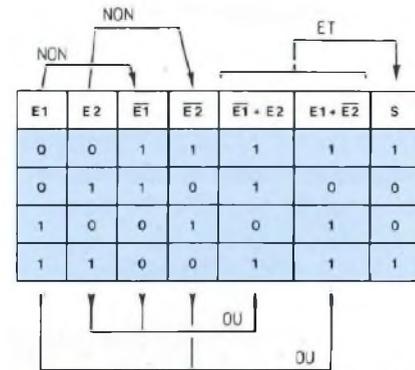


Fig. 6 : Construction, pas à pas, de la table de vérité du montage de la figure 5.

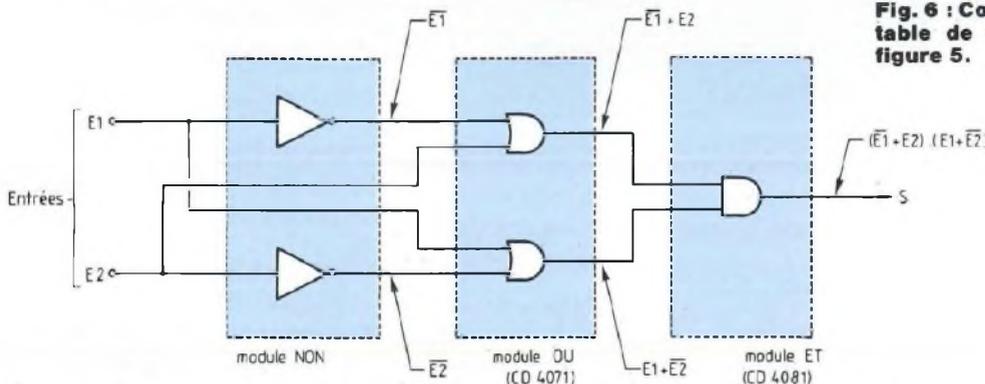


Fig. 5 : La vérification expérimentale exige l'emploi des fonctions logiques NON, OU, ET. Elle matérialise l'opération : $S = (\overline{E1} + E2) \cdot (E1 + \overline{E2})$.

La procédure à suivre, comme précédemment, comporte trois étapes :
 1 – Construction directe de la table de vérité (E1, E2, S) de l'ensemble du montage de la figure 5.
 2 – Construction, pas à pas, en séparant bien chaque opération, de la table de vérité de la figure 6.

3 – Par comparaison des résultats (figures 4 et 6), démonstration de l'égalité :

$$\overline{E1} \oplus \overline{E2} = (\overline{E1} + E2) \cdot (E1 + \overline{E2})$$

* Attention : la série MM 74 HC ... ne

supporte pas de tensions d'alimentation supérieures à 6 V.

R.R.

Dans le N° 104 de Led :

- Construction du module de comptage décimal
- Fiche N° 9 : les bascules bistables
- Fiche N° 10 : le comptage décimal

APPLICATIONS DES PORTES NON-ET

L'ensemble des sept premières fiches de la série "Led Collèges" a établi une revue de toute la famille des portes logiques et ainsi montré quelques exemples de leurs différentes combinaisons. Ainsi avons-nous construit d'autres fonctions plus ou moins complexes, traduites sous forme de relations de l'algèbre booléenne.

Les portes NON-ET occupent, dans la famille, une place privilégiée. Il est en effet possible, en les combinant, de reproduire toutes les autres portes. Nous en montrons ici quelques exemples et nous élaborerons, aussi, de nouvelles fonctions.

MATERIEL NECESSAIRE

- Alimentation stabilisée 5 V (Led N° 100)
- un (ou deux) module (s) "portes logiques" (Led N° 100) avec circuits CD 4011 et CD 4081
- module "inverseurs et triggers" (Led N° 101)
- générateur de niveaux logiques (Led N° 100)
- jeu de cordons

CONSTRUCTION D'UNE PORTE OU

Notre propos est d'établir l'équivalence entre le montage de la figure 1, a, à base de portes NON-ET et une simple porte OU (fiche n° 5). Mobilisant trois portes NON-ET, le circuit de la figure 1, a exige deux modules de portes. Pour ceux qui n'en disposeraient que d'un seul, on peut remarquer que le premier module NON-ET est remplaçable par un module d'inverseurs, puisqu'il réalise l'opération NON (revoir la

fiche n° 4, figure 3). On aboutit alors au montage de la figure 1, b.

Selon la méthode habituelle, établissons, pas à pas, la table de vérité de cet ensemble et vérifions expérimentalement, en réalisant toutes les combinaisons possibles des entrées E1 et E2, les divers états de la sortie S. Par comparaison avec la fiche n° 5 (Led N° 102), on constate que les ensembles de la figure 1 réalisent bien l'opération OU :

$$S = E1 + E2$$

FONCTION LOGIQUE NON-OU

L'adjonction d'une nouvelle porte NON-ET, prise dans le même module (figure 3) inverse tous les états de la sortie, et donne la fonction NON-OU :

$$S = \overline{E1 + E2}$$

étudiée dans ce même numéro (fiche n° 7). Nous laissons au lecteur le soin d'en vérifier expérimentalement le comportement et de remplir la table de vérité : il suffit d'ajouter une colonne (S) à celle de la figure 2.

CIRCUIT DEMULTIPLIXEUR

Avec le montage de la figure 4, nous découvrons la fonction "d'aiguillage électronique" de signaux logiques :

l'opération, qui consiste à diriger un signal logique (E1) vers l'une ou l'autre de deux sorties S1 et S2, s'appelle le **démultiplexage**. Afin de ne mobiliser qu'un seul module "portes logiques", elle utilise ici un circuit CD 4081 (ET). On pourrait reconstruire celui-ci à l'aide de portes NON-ET (fiche n° 4, figure 4), à condition d'employer deux modules.

Dans le montage de la figure 4, il faut considérer E1 comme entrée du **signal** (niveaux 0 ou 1), alors que E2 (0 ou 1 également) est une entrée de **commande**. Deux cas sont alors possibles :

1^{er} cas : E2 = 1

La porte n° 2 reçoit, sur une entrée et en permanence, le niveau E2 = 0. D'après la table de vérité de la fonction ET (fiche n° 2), sa sortie S2 reste au niveau 0 :

$$S2 = E1 \cdot \overline{E2} = E1 \cdot 0 = 0$$

Par contre, sur une entrée, la porte n° 1 reçoit, en permanence, le niveau E2 = 1. Sa sortie reproduit les états de l'entrée de signal E1 :

$$S1 = E1 \cdot E2 = E1 \cdot 1 = E1$$

(fiche n° 2)

Avec E2 = 1, on aiguille les signaux logiques de l'entrée E1 vers la sortie S1.

2^{ème} cas : E2 = 0

La porte n° 1, qui reçoit en permanence, sur l'une de ses entrées, le niveau E2 = 0, maintient sa sortie à S1 = 0.

Sur l'une de ses entrées, la porte n° 2 reçoit l'état logique E2 = 1. Sa sortie (table de vérité, fiche n° 2) reproduit les niveaux de l'entrée E1 :

$$S2 = E1 \cdot \overline{E2} = E1 \cdot 1 = E1$$

Avec E2 = 0, on aiguille les signaux logiques de l'entrée E1 vers la sortie S2.

Pour étudier expérimentalement le cir-

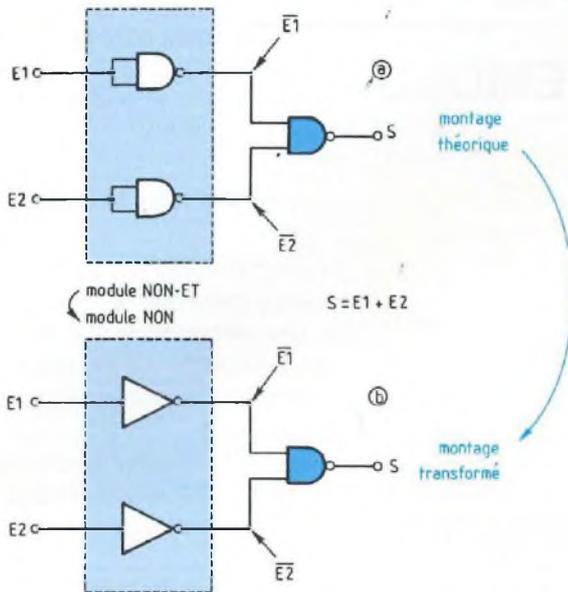


Fig. 1 : Construction d'une porte OU à partir de trois portes NON-ET.

E1	E2	NON	NON	S
0	0	1	1	0
0	1	1	0	1
1	0	0	1	1
1	1	0	0	1

NON

NON

NON-ET

OU

Fig. 2 : Table de vérité des circuits de la figure 1. Le résultat final est identique à celui d'une porte OU.

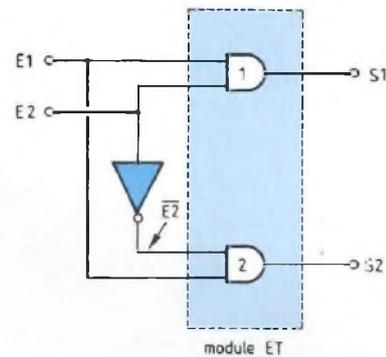


Fig. 4 : Circuit démultiplexeur, ou "aiguillage" électronique. Les deux portes ET pourraient être reconstituées à partir de portes NON-ET.

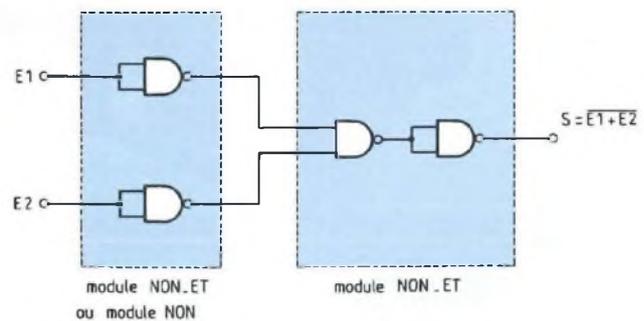


Fig. 3 : Construction de la fonction logique NON-OU.

cuit démultiplexeur, il suffit de compléter la figure 4 :

- En reliant, par un cordon, l'entrée E2 au niveau 1 (+5 V) ou au niveau 0 (masse).
- En connectant, sur l'entrée E1, une sortie du générateur de niveaux logiques.

La comparaison des LED du générateur et de celles des sorties du module "portes logiques", vérifie la démonstration qui précède.

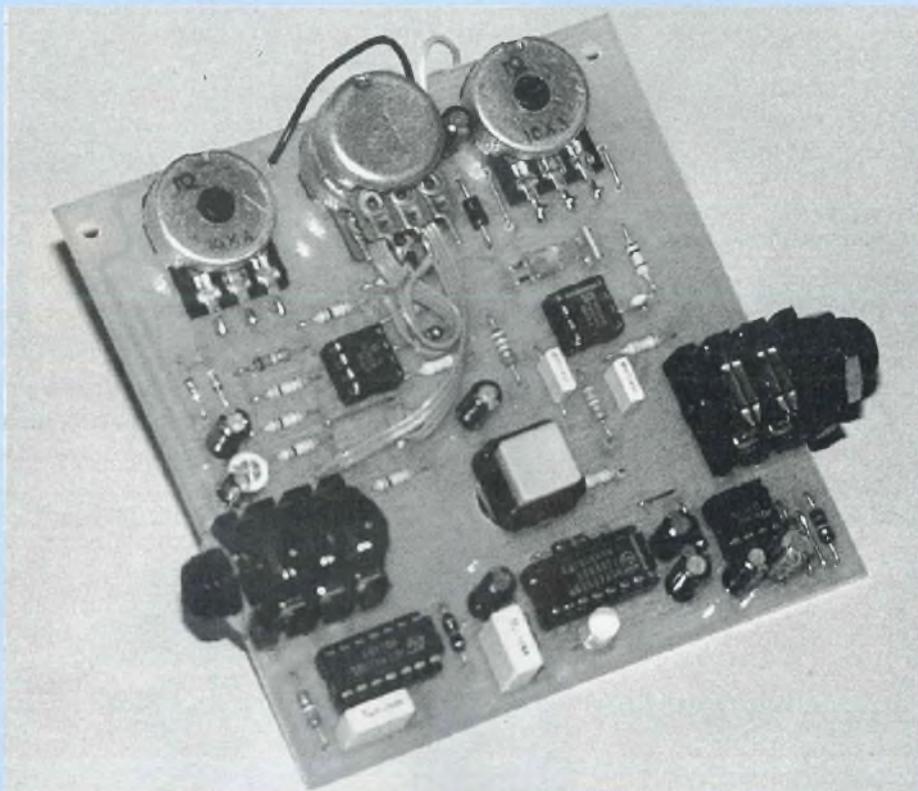
ERRATUM A LA FICHE N° 5

Une "coquille" s'est glissée dans la table de vérité de la figure 3. A la ligne d, il faut évidemment que $E1 = 1$ (et non 0), ce qui donne $\bar{E}1 = 0$ (et non 1).

R.R.

PEDALES D'EFFETS

MODULE MO2 - PEDALE TREMOLO



Le TREMOLO consiste à moduler le signal en amplitude à partir d'une source sinusoïdale à très basse fréquence (de l'ordre du hertz à la dizaine de hertz). En pratique, cela se traduit par l'audition d'un son "tremblotant", comme si la source sonore entrainait en vibration. Notre TREMOLO est doté d'un réglage de vitesse et de profondeur sur la modulation, mais aussi d'un réglage de niveau sur la sortie de l'effet ...

La mise en boîtier du TREMOLO est identique aux pédales déjà proposées : poussoir de commutation de l'effet en bas, potentiomètres en haut, entrée à droite et sortie à gauche. Comme prévu, cette nou-

velle pédale est juxtaposable avec les autres, la compatibilité entre les modules étant totale.

Le TREMOLO fonctionne à partir d'une pile de 9 V située dans le boîtier et c'est le jack d'entrée qui assure la mise en marche du montage. Un voyant cen-

tral indique à l'utilisateur la mise en action de l'effet.

La partie électronique peut se décomposer en deux parties : la section active (TREMOLO) et la section utilitaire (alimentation et commutation électronique de l'effet).

LA SECTION UTILITAIRE

Le schéma de la figure 1 met en évidence deux parties indépendantes :

- une alimentation 9 V, avec référence de tension de +4,5 V pour les amplificateurs intégrés qui fonctionnent en symétrique.

- un commutateur électronique de l'effet avec circuit anti-rebond et témoin de mise en action.

L'ALIMENTATION GENERALE

L'alimentation 9 V est donc fournie par une pile rectangulaire (type 6F22) située dans le coffret. La diode D1 assure une protection contre les erreurs de branchement de la pile, bien que les raccords à pression utilisés pour ces piles évitent toute erreur de polarité. IC3 permet de fournir l'équivalent d'une source symétrique + et - 4,5 V aux amplificateurs intégrés.

C'est un circuit à faible consommation (0,1 mA maxi !), qui préserve la pile d'une décharge prématurée.

Le jack d'entrée assure la mise en marche du module grâce à une astuce utilisée par tous les fabricants de pédales. On peut se contenter d'une embase jack stéréo classique pour la mise en fonction du montage, comme l'indique le croquis de la figure 2. En utilisant un jack mono avec une embase stéréo, le canal non utilisé de l'embase permet de relier le pôle négatif de la pile à la masse du montage lors de la présence de la fiche mâle. Dès qu'on sort la fiche, la pédale n'est plus alimentée et la pile est déconnectée.

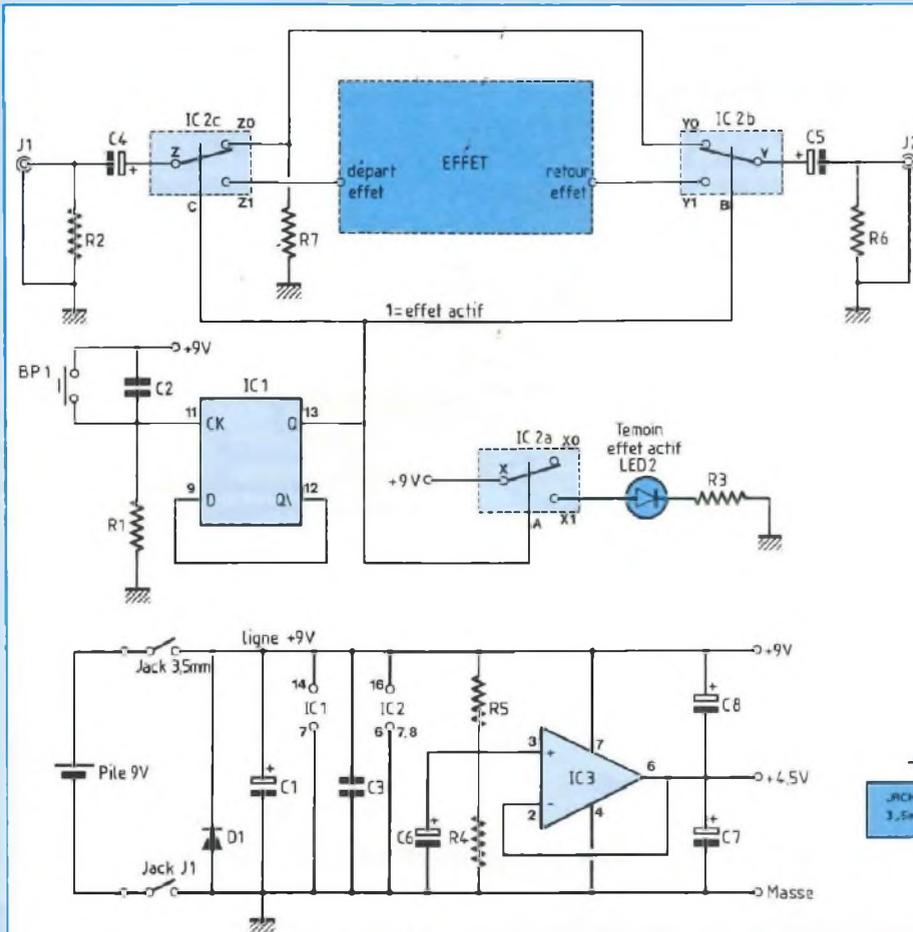


Fig. 1 : Commutation électronique et alimentations.

On peut envisager d'utiliser un bloc d'alimentation secteur externe, commun à plusieurs pédales par exemple. Dans ce cas, on prévoira un jack de 3,5 mm à l'arrière du boîtier, câblé comme indiqué à la figure 3 : l'introduction de la fiche externe doit déconnecter la pile interne.

LE COMMUTATEUR ELECTRONIQUE

Il fait appel au commutateur analogique CD4053, qui contient trois inverseurs indépendants, IC2a, IC2b et IC2c (figure 1). Le premier assure l'allumage du témoin de fonctionnement de l'effet, les deux derniers permettant l'aiguilla-

ge de la source audio directement sur la sortie ou vers le module d'effet. L'isolation des interrupteurs par condensateur avec le milieu extérieur, ainsi que la polarisation permanente de toutes les lignes à la masse (par 1 M Ω) permet de garantir un fonctionnement exempt de bruit de commutation.

L'action manuelle des inverseurs électroniques est assurée par un bouton-poussoir (BP1) associé au réseau anti-rebond [R1-C2]. La présence de C2 garantit la restitution d'une seule impulsion à la bascule IC1, chargée de mémoriser la demande de l'utilisateur. Si la sortie de IC1 est à 1, l'effet est activé et inversé.

La diode électroluminescente D2 étant

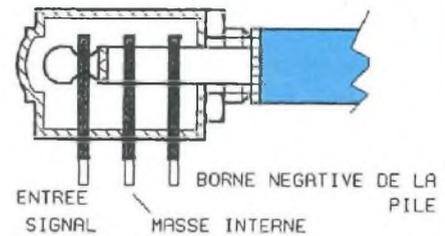
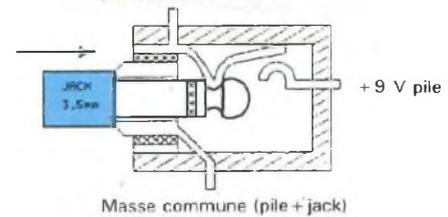


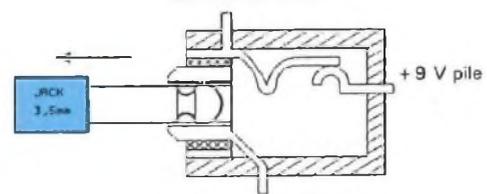
Fig. 2 : Dispositif de mise en fonction de la pile.

Alimentation du montage par source externe



Masse commune (pile + jack)

Alimentation du montage par la pile interne



Masse commune

Fig. 3 : Aiguillage des alimentations Int/Ext.

grosse consommatrice de courant (normalement 10-15 mA pour les modèles courants) on a limité leur consommation à moins de 5 mA par la résistance R3 de 1,2 k Ω . La résistance interne des interrupteurs (R_{on}), de l'ordre de 300 Ω environ sous 9 V, joue également un rôle dans la limitation du courant. Il est donc vivement conseillé de choisir un modèle à haut rendement pour la diode électroluminescente, lui permettant de briller franchement sous moins de 5 mA.

LA SECTION ACTIVE DE LA PEDALE TREMOLO

L'organisation fonctionnelle du modu-

PEDALES POUR INSTRUMENTS

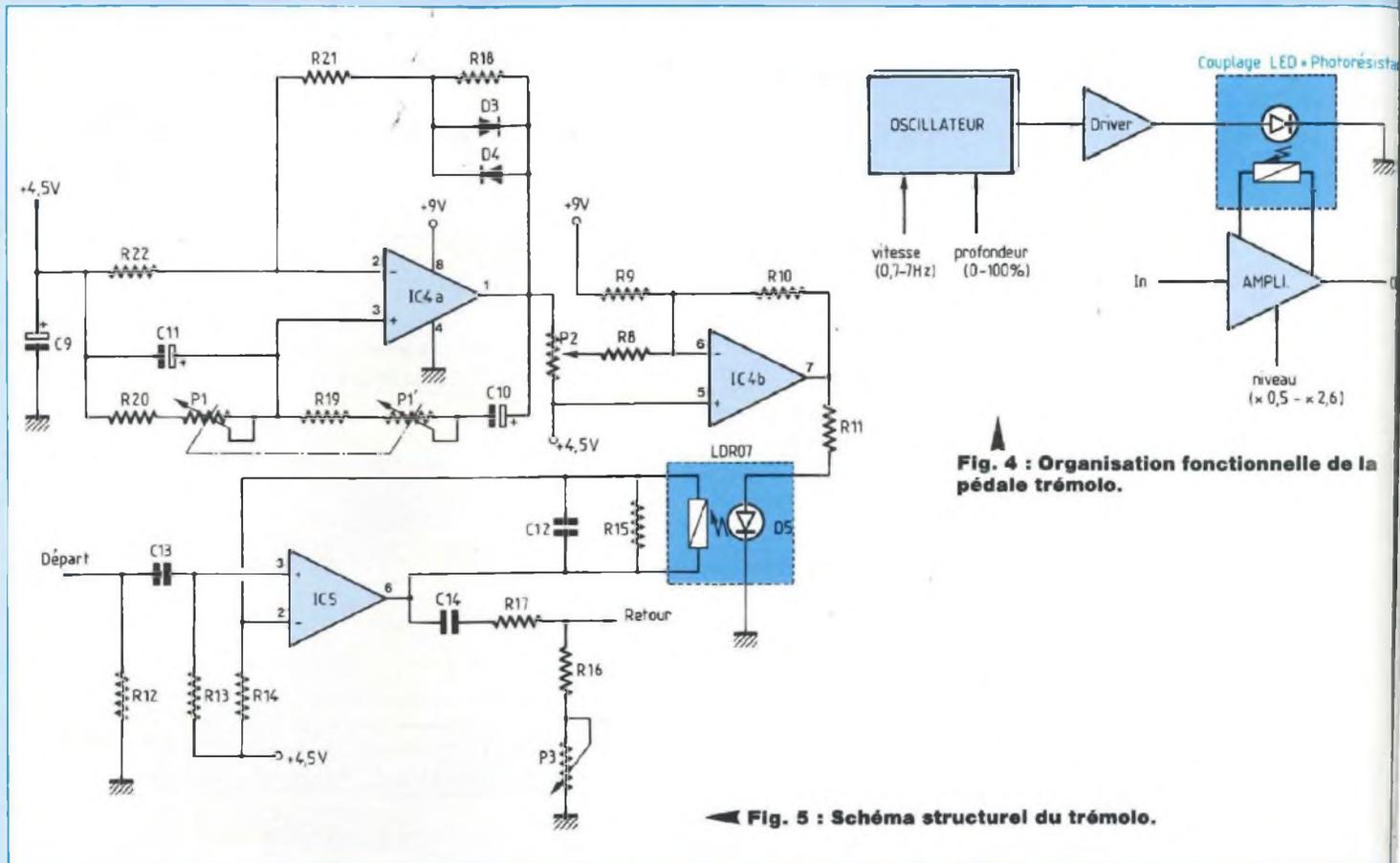


Fig. 4 : Organisation fonctionnelle de la pédale trémolo.

Fig. 5 : Schéma structurel du trémolo.

le est indiquée en figure 4 : seul un amplificateur à gain variable est intercalé entre l'entrée et la sortie du module. L'amplification du signal dépend d'une photorésistance placée dans la contre-réaction de l'amplificateur. La valeur de cette photorésistance sera maximale en l'absence de lumière (de l'ordre du Mégohm) et minimale à fort éclairage (de l'ordre de la centaine d'ohms).

Il n'y a plus qu'à placer au voisinage de la cellule photosensible, une source de lumière (ici une LED) dont l'intensité varie sinusoïdalement. Un driver est placé entre la diode électroluminescente et le générateur, de façon à obtenir une modulation linéaire de l'intensité lumineuse. En effet, la diode électroluminescente n'éclaire que dans le sens passant et à condition que le

driver délivre une tension de sortie supérieure à la tension de seuil de la diode, c'est-à-dire, à peu près deux volts.

LE SCHEMA

Le schéma structurel de la figure 5 permet d'identifier les différents sous-ensembles du module. IC5 est un amplificateur à faible bruit, destiné aux applications audio. Il est monté en non-inverseur, c'est-à-dire que le gain du montage est déterminé par la relation suivante, si on néglige R15 :

$$\frac{V_s}{V_e} = \frac{R_{ldr} + R_{14}}{R_{14}}$$

R15 permet de limiter le gain de IC5 dans l'obscurité, C12 n'ayant qu'un rôle antiparasite en HF. Le générateur sinu-

soïdal utilise une cellule de Wien dans la contre-réaction positive : c'est elle qui détermine la fréquence d'oscillation, réglable dans un rapport de 1 à 10 par le potentiomètre double P1-P1'. En théorie, l'excursion en fréquence devrait évoluer entre 0,7 Hz et 7 Hz avec les valeurs indiquées dans la nomenclature. Les deux diodes montées tête-bêche dans la contre-réaction négative de IC4a assurent le contrôle automatique de gain. En clair, elles garantissent le démarrage et l'entretien des oscillations, tout en évitant la saturation.

P2 permet de modifier la profondeur de modulation en dosant la composante sinusoïdale de l'éclairage. Pour que l'effet soit satisfaisant, il faut que la diode électroluminescente reste éclairée quand P2 est au minimum.

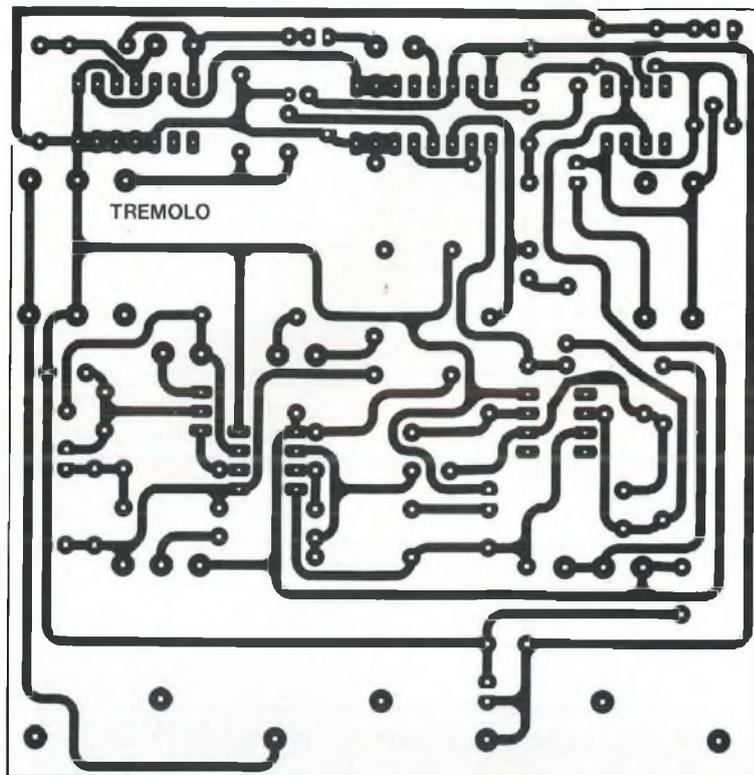


Fig. 6 : Pédale trémolo : tracé des pistes.

Sinon, le gain de IC5 serait trop élevé au repos.

REALISATION PRATIQUE

Le tracé du circuit imprimé est présenté à la figure 6. Réalisé en simple face, la plus grosse difficulté consiste à respecter les emplacements des différents composants mécaniques (les jacks notamment, pour permettre une insertion correcte du circuit dans son coffret). Les dimensions du circuit sont à respecter scrupuleusement !

Comme le montre le plan d'implantation de la figure 7, le câblage, détesté par les électroniciens et source de nombreuses pannes, a été limité au maximum : tous les éléments, ou presque, prennent place sur le circuit imprimé. Un perçage central de $\varnothing 11$ a été prévu

pour laisser passer le bouton-poussoir (fixé sur le boîtier). P1, P2 et P3 seront également fixés sur le circuit après perçages des trois emplacements de 10 mm de diamètre.

MISE AU POINT DU MONTAGE

En principe, il ne devrait y en avoir aucune. Cependant, on n'est pas à l'abri d'une erreur de câblage ou d'un défaut de qualité à la confection du circuit imprimé. C'est pourquoi il est préférable de tester la carte avant de l'implanter dans son coffret, toute intervention y étant alors pratiquement impossible ... à moins de dessouder les embases jacks qui en assurent la fixation.

Dès que les composants sont montés,

on pourra fixer sur le circuit imprimé, le bouton-poussoir central et la Led D2 (attention à la polarité de D2 : le méplat correspond à la cathode "K"). De cette façon, les deux seuls fils restant "en l'air" proviendront du raccord pression de la pile (le cordon rouge correspond au +9 V, le noir à la masse). Le bouton-poussoir "BP1" se contentera d'une liaison très courte et rigide, donc suffisamment fiable pour la durée des essais. On peut alors procéder aux essais dans l'ordre suivant :

- brancher le jack de sortie sur l'amplificateur (volume à zéro)
- connecter la pile (vérifier qu'elle est encore bonne !)
- brancher un cordon jack mono entre l'instrument et le jack d'entrée de la pédale TREMOLO.

Le montage est alors sous tension : vérifier qu'une action sur BP1 allume puis éteint successivement la Led D2. Sinon, vérifier les alimentations, les soudures, etc ... Dans certains cas (très rares !), on pourrait être amené à diminuer R1 pour parvenir à faire commuter une bascule IC1 récalcitrante, bien que la valeur proposée dans la nomenclature semble convenir à la plupart des références.

Si tout se passe bien, il ne reste plus qu'à monter le niveau de l'amplificateur et de tester les performances de la pédale.

Si l'effet ne vous donnait pas satisfaction, ce serait probablement dû à une légère disparité des composants, en particulier, de la diode électroluminescente (il y a tellement de modèles différents !) et des condensateurs chimiques C10 et C11.

OPTIMISATION DE L'OSCILLATEUR

Si l'oscillateur refuse de démarrer, on peut augmenter légèrement R21 (à 18 k Ω) ou diminuer R18 (à 10 k Ω). Si

PEDALES POUR INSTRUMENTS

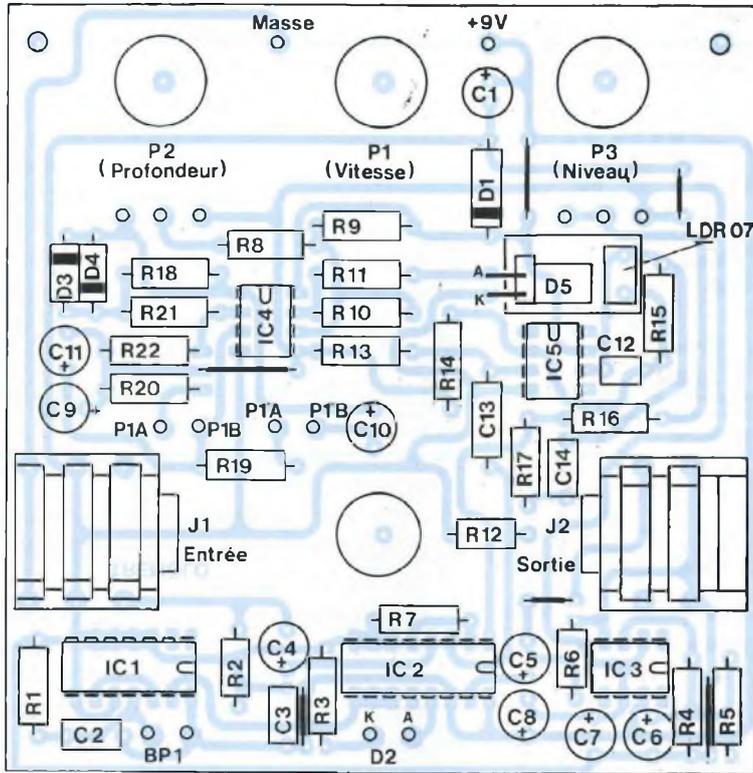


Fig. 7 : Pédale trémolo : implantation.

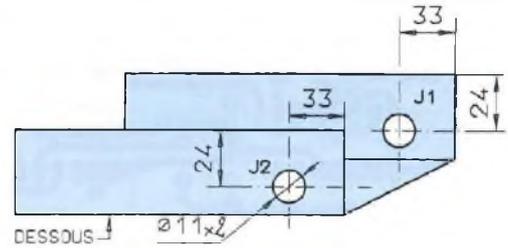


Fig. 8a : Perçage du fond du boîtier réf. Retex Mini-box RM-06.

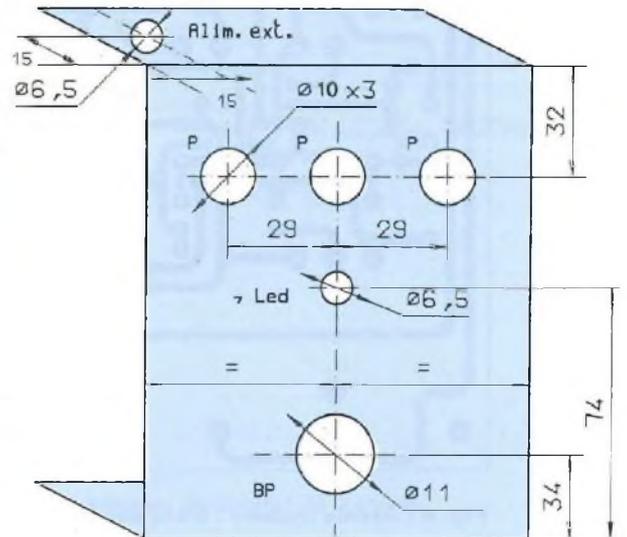


Fig. 8b : Perçage de la face avant.

NOMENCLATURE DES COMPOSANTS

• Résistances

R1 – 180 k Ω
 R2 – 1 M Ω
 R3 – 1,2 k Ω
 R4 – 100 k Ω
 R5 – 100 k Ω
 R6 – 1 M Ω
 R7 – 1 M Ω
 R8 – 10 k Ω
 R9 – 15 k Ω
 R10 – 4,7 k Ω
 R11 – 2,2 k Ω
 R12 – 220 k Ω
 R13 – 220 k Ω

R14 – 3,9 k Ω
 R15 – 100 k Ω
 R16 – 1,2 k Ω
 R17 – 22 k Ω
 R18 – 6,8 k Ω
 R19 – 10 k Ω
 R20 – 10 k Ω
 R21 – 15 k Ω
 R22 – 10 k Ω

• Condensateurs

C1 – 10 μ F
 C2 – 10 nF
 C3 – 100 nF
 C4 – 10 μ F
 C5 – 10 μ F

NOMENCLATURE DES COMPOSANTS

C6 – 1 μ F
 C7 – 10 μ F
 C8 – 10 μ F
 C9 – 100 μ F/16 V
 C10 – 1 μ F
 C11 – 1 μ F
 C12 – 47 pF
 C13 – 100 nF
 C14 – 100 nF

• Semiconducteurs

Photorésistance – LDR07
 D5 – Diode haut-rendement rouge
 IC1 – CD 4013
 IC2 – CD 4053
 IC3 – TL 061

LE TREMOLO



Fig. 9

D1 – 1N 4001
D2 – LED rouge 6 mm (haut rendement)
D3 – 1N 4148
D4 – 1N 4148
C4 – TL 062
C5 – NE 5534/TL 071

Potentiomètres

P1 – 100 KA/double
P2 – 10 KA
P3 – 10 KA

Divers

Supports –
3 br. x 3
14 br. x 1

16 br. x 1

J1 – Embase jack 6,35 mm isolée, stéréo, pour circuit imprimé
J2 – Embase jack 6,35 mm isolée, mono, pour circuit imprimé
BP1 – Poussoir robuste à contact travail (ouvert au repos)
Support à pression pour pile rectangulaire de 9 V (type 6F22)
Pile alcaline de 9 V (éviter les accus qui ne font que 7,5 V)
Boîtier RETEX Minibox RM06 (135 x 105 x 35)
Epoxy simple face de 10 x 10 cm
3 boutons noirs pour potentiomètre, axe 6 mm

par contre, la saturation est trop importante en sortie de l'oscillateur, procéder à la correction inverse.

Pour modifier la plage de fréquence délivrée par l'oscillateur, jouer sur ces condensateurs et R19, R20. La seule condition à respecter est que R19 ait toujours la même valeur que R20. Même remarque pour C10 et C11.

OPTIMISATION DU DRIVER DE LED

Signalons que seule une diode à haut rendement peut convenir pour le modulateur. Par contre, la référence du composant importe peu, le driver permettant une adaptation à tous les modèles courants. Veiller à isoler D5 et la LDR de la lumière ambiante !

Si la modulation de lumière délivrée par la LED n'est pas assez profonde, il faut diminuer R8 et inversement.

Si la polarisation de la LED est mauvaise (LED trop longtemps éteinte ou trop longtemps allumée au maximum de profondeur de l'effet), il faut jouer sur R9. R9 détermine le gain de repos de IC5, lorsque l'effet est à sa profondeur minimale.

MISE EN BOITIER DES PEDALES

Signalons que pour la mise en boîtier du module, nous avons prévu de placer le côté pistes au-dessus, les composants se retrouvant "tête en bas". De cette façon, l'entrée (J1) sera à droite et la sortie (J2) à gauche du coffret. Cette implantation, insolite en apparence, permettra d'effectuer facilement les soudures lors du câblage final, puisqu'on aura accès directement au côté pistes.

Le boîtier, référencé "MINIBOX – RM06", est le plus économique de la gamme Retex. Ses dimensions de 135 x 105 x 35 sont idéales pour notre

PEDALES POUR INSTRUMENTS

application. Il est en aluminium de 1 mm, donc facile à percer ou usiner et assurant un blindage de bonne qualité.

Le plan de perçage est indiqué en figure 8 : les emplacements des jacks et de BP1 doivent être percés avec précision, en respectant scrupuleusement les cotations indiquées. Ensuite, il faut procéder dans l'ordre indiqué ci-dessous pour le montage de tous les éléments :

1) Fixer le bouton-poussoir et la Led témoin dans son support sur la face avant. Plier les pattes de la Led à 90° et les couper à 1 cm de longueur. On les câblera plus tard.

2) Fixer, si vous prévoyez une alimentation externe, le jack 3,5 mm à l'arrière du coffret.

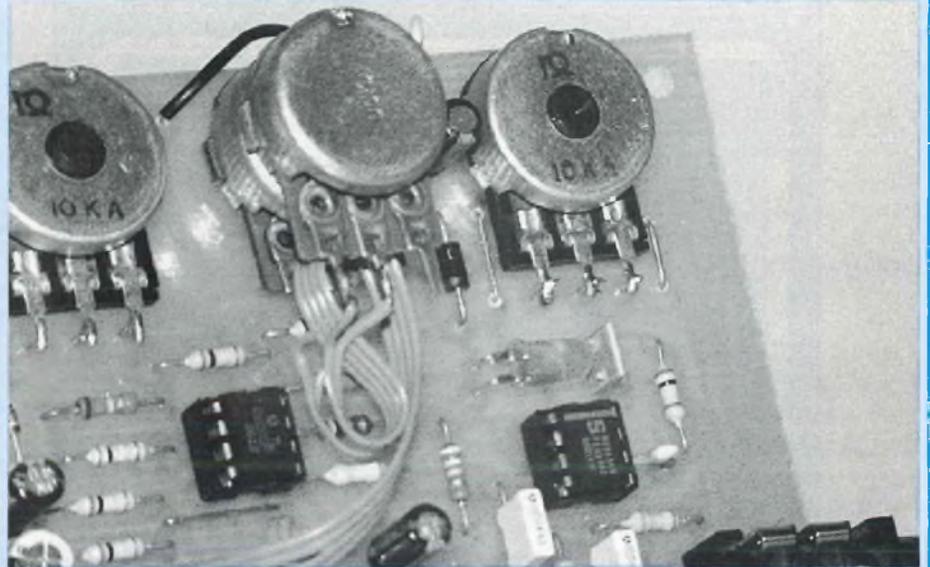
3) Dessouder les embases jacks du circuit imprimé (on suppose que vous avez testé votre montage avant de le mettre en coffret), et les fixer sur les côtés du boîtier (jack stéréo à droite, jack mono à gauche de la face avant). Ce sont ces embases qui assureront la fixation du circuit imprimé.

4) Fixer (si ce n'est déjà fait) les potentiomètres sur le circuit imprimé, avec les axes côté pistes. Les liaisons entre les broches des potentiomètres et le circuit seront assurées avec des pattes de composants.

5) Positionner le circuit imprimé dans le coffret, côté pistes en haut et placer les embases dans leur logement. Souder les embases jacks sur le module.

Pour améliorer la rigidité mécanique de l'ensemble, deux trous de fixation ont été prévus sur le circuit imprimé. Ils ne sont indispensables que si on envisage une utilisation intensive de la pédale : pour en profiter, c'est l'instant ou jamais de percer le fond de deux trous de Ø 3 mm et de rajouter 2 entretoises de longueur adéquate.

6) Souder sur le circuit imprimé les



Détail du couplage optique entre la LED et la LDR07. Pour faire des essais du module hors boîtier, il faut nécessairement isoler ces composants par du chaterton noir et coller une bande de chaterton noir du côté des pistes (l'époxy est translucide... et laisse passer la lumière !!).

deux câbles de liaison de la Led (côté pistes) et du bouton-poussoir (côté composants, le câble du bouton-poussoir devant ressortir par le logement central destiné au poussoir). On prendra deux longueurs de 10 à 12 cm environ. Veiller à respecter la polarité (A/K) de la diode. Souder le raccord pression de la pile, positionner la pile et relier la masse du montage au boîtier (par une cosse sur le poussoir, le jack d'alimentation externe, ou sur l'une des vis de fixation du circuit imprimé : c'est indispensable pour supprimer tout risque de ronflement).

7) Souder ces deux câbles sur la face avant. Il ne reste plus qu'à assembler les deux parties du boîtier, les axes des potentiomètres devant passer librement dans leur logement. On peut alors les couper à 1 cm de la surface et y monter des boutons de 18 à 20 mm de diamètre au maximum.

FACE AVANT SERIGRAPHIEE

Le dessin de la face-avant de notre

prototype, présenté en figure 9, peut être directement reproduit à partir d'un procédé photographique. Vous pourrez également vous procurer la face-avant par l'intermédiaire de votre revue sur un support en papier glacé de qualité photographique. Il suffira alors de la fixer à l'aide d'une colle de contact (néoprène), puis de la protéger avec un film transparent adhésif disponible dans toutes les grandes surfaces. Eviter les colles liquides qui font déformer le papier.

CONCLUSION

A vos instruments ! Avant de nous quitter, rappelons que le TREMOLO était un effet très utilisé dans les années 60, mais qui a perdu ses lettres de noblesse avec l'apparition des chorus, flangers et compagnie utilisés à toutes les sauces dans les formations actuelles ! Il garde pourtant sa place dans les compositions "Softs".

Bernard Dalstein

Bonnes fêtes de fin d'année

En cette fin d'année
nous avons appelé le père Noël
à Led !
De nombreux cadeaux
pour nos lecteurs
jusqu'au 31 décembre

Savez-vous qu'être abonné à Led présente en permanence plusieurs avantages ?

- Avec ce bulletin la possibilité vous est donnée de feuilleter 10 numéros de votre revue en ne déboursant que 150 F au lieu de 280 F.
- Tout abonné a ensuite la possibilité, à tout moment, de prolonger son abonnement de 3 numéros en parrainant un ami, un parent, un collègue de travail. Trois parrainages et c'est presque atteindre une année d'abonnement gratuit !
- Sur toute commande de circuits imprimés, une remise de 25 % vous est consentie, il suffit simplement de mentionner votre numéro d'abonné qui figure sur toutes les étiquettes d'expédition et d'effectuer l'opération $\frac{\text{Total TTC} \times 3}{4}$
- Ce tarif exceptionnel de 150 F est également consenti aux lecteurs déjà abonnés, ils voient ainsi leur échéance reculée de 10 numéros.

(Cocher la case) Nouvel abonné Prolongement d'abonnement

ABONNEZ-VOUS A

150 F jusqu'au 31 décembre

Led

Je désire m'abonner à LED (10 n^{os} par an).

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°

EDITIONS PERIODES 1, boulevard Ney 75018 PARIS - Tél. : 42.38.80.88 poste 7315

SERVICE CIRCUITS IMPRIMES

Support verre époxy FR4 16/10 - cuivre 35 µm

Prix	Qté	Circuits non percés	Circuits percés	Circuits sérigraphiés	Total	
<ul style="list-style-type: none"> • Thermostat à triac..... • Pédale trémolo..... • Préampli C.I. commut..... • Etude des bascules..... • Face noir au blanc 		50,00 F 50,00 F 7,00 F 30,00 F	60,00 F 65,00 F 11,00 F 37,00 F	90,00 F 90,00 F 14,00 F 54,00 F		
<ul style="list-style-type: none"> • Face noire : - Pédale overdrive..... - Pédale trémolo..... 				10,00 F 10,00 F		
Plaque présensibilisée positive STEP Circuits époxy FR4 16/10 cuivre 35 microns		1 face cuivrée	2 faces cuivrées	1 face cuivrée + 1 face sérigraphiée		
80 x 100.....		10,00 F	12,00 F			
100 x 160.....		21,00 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	
Remise consentie 25 % : $\frac{\text{Total TTC} \times 3}{4}$		jusqu'au 31/12/92				_____ F
Frais de port et emballage.....					10 F	
TOTAL A PAYER.....					F	
Paiement par CCP <input type="checkbox"/> , par chèque bancaire <input type="checkbox"/> ou par mandat <input type="checkbox"/> à adresser aux Editions Périodes 1, boulevard Ney 75018 Paris						
NOM						
PRENOM						
ADRESSE						

BON DE COMMANDE

Valable jusqu'au 31/12/92

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

Les numéros non mentionnés sont épuisés.

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

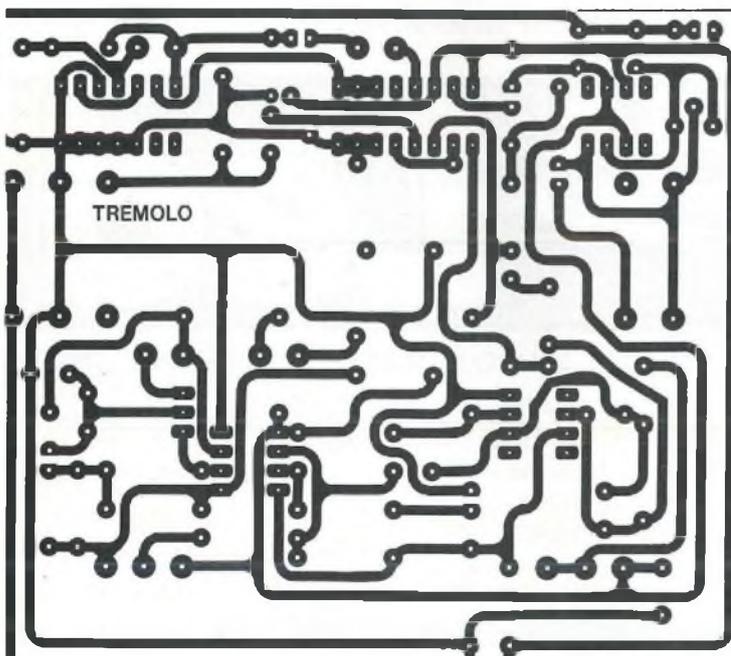
Je vous fais parvenir ci-joint le montant

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

15F ~~25 F~~ le numéro (frais de port compris)
~~42 F~~ pour le numéro spécial n° 81

Mon nom :

Mon adresse :



GRATUITEMENT

Une plaque présensibilisée positive
1 face, 100 x 160, en verre époxy FR4
avec ce film positif Agfa.

UN SERVICE
COMPLEMENTAIRE
AU SERVICE CIRCUITS IMPRIMES
POUR LA GRAVURE DE VOS C.I.

**LE FILM POSITIF AGFA
DLD510p format 21 x 29,7**

Regroupant tous les circuits imprimés
à l'échelle 1 des études proposées
dans le numéro au prix unitaire
de 40,00 F (port compris)

Je désire recevoir le film positif du Led n° 103

Paiement par CCP par chèque bancaire
ou par mandat à adresser aux Editions Périodes
1, boulevard Ney, 75018 Paris

NOM

PRENOM

ADRESSE

LA BIBLIOTHEQUE TECHNIQUE DES EDITIONS FREQUENCES



vous propose d'en savoir beaucoup plus sur :
— L'ELECTRONIQUE —

LES BASES DE L'ELECTRONIQUE



Par **Raymond Breton.**
 1988 - 84 p.

P32 147 F TTC port compris

Ouvrage d'initiation par excellence. «Les bases de l'électronique» abordent, dans un langage compréhensible par tous, sans formulations mathématiques, les divers aspects de l'électronique. De la résistance à l'amplificateur opérationnel en passant par les divers composants actifs, tous les éléments clés de l'électronique sont étudiés ainsi que leur mise en application. L'auteur, outre ses compétences en électronique, s'est occupé de formation dans l'industrie. Son sens de la communication, basé sur un langage pédagogique et compréhensible de tous donne à ce livre un attrait tout particulier, le «sens physique» des phénomènes abordés est évident. Le but que s'était fixé l'auteur : pouvoir mettre en œuvre l'électronique en comprenant ce que l'on fait et sans outils mathématiques a donc parfaitement été atteint.

L'AMPLIFICATEUR OPERATIONNEL



Par **Pierre Mayé.**
 1988, 88 p.

P41 157 F TTC port compris

Composant-clé de l'électronique d'aujourd'hui, l'amplificateur opérationnel est à la base d'une multitude d'applications tant en linéaire qu'en commutation. L'auteur, agrégé de physique et professeur en BTS, a réalisé cet ouvrage tout simplement parce qu'il n'existait pas pour les besoins de son enseignement. Les principales applications de l'amplificateur opérationnel y sont décrites et classées par catégories. Pour chaque montage, le fonctionnement est analysé, les formules permettant le calcul des composants établies et les performances obtenues commentées. Des exemples de réalisation comportant toutes les données nécessaires sont fournis pour les principales fonctions. Ce livre à la fois précis et concis est très complet, il s'adresse aux enseignants certes mais également aux utilisateurs de l'électronique. C'est aussi un outil de travail pour professionnels et amateurs.

INITIATION A LA MESURE ELECTRONIQUE



Par **Michel Casabo.**
 1986 - 120 p.

P23 152 F TTC port compris

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

LES MONTAGES ELECTRONIQUES



Par **Jean-Pierre Lemoine.**
 1986 - 276 p.

P30 287 F TTC port compris.

Domaine en perpétuelle évolution, l'électronique ne cesse d'apporter des solutions nouvelles à de multiples secteurs. Il importe, pour tout passionné d'électronique, à quel que niveau que ce soit, de l'amateur au professionnel, d'acquérir un savoir découlant de la mémorisation et aussi de la pratique du plus grand nombre de circuits de base. C'est ce que permet réellement ce livre. Organisé en trois grandes rubriques : Connaître, Pratiquer et Inventer, cet ouvrage guide le lecteur sur près de 300 pages avec près de 1 000 dessins et représentations, pour l'amener à ce qu'il soit à même de concevoir ses montages par lui-même. C'est aussi un outil de travail aidant à la sélection d'un composant, permettant de trouver un montage réalisant une fonction donnée... et bien d'autres détails d'ordre pratique.

La liste complète de nos ouvrages peut vous être expédiée gratuitement sur simple demande.

Diffusion auprès des libraires assurée exclusivement par les Editions Eyrolles.

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

Indiquez le ou les codes :

NOM PRENOM

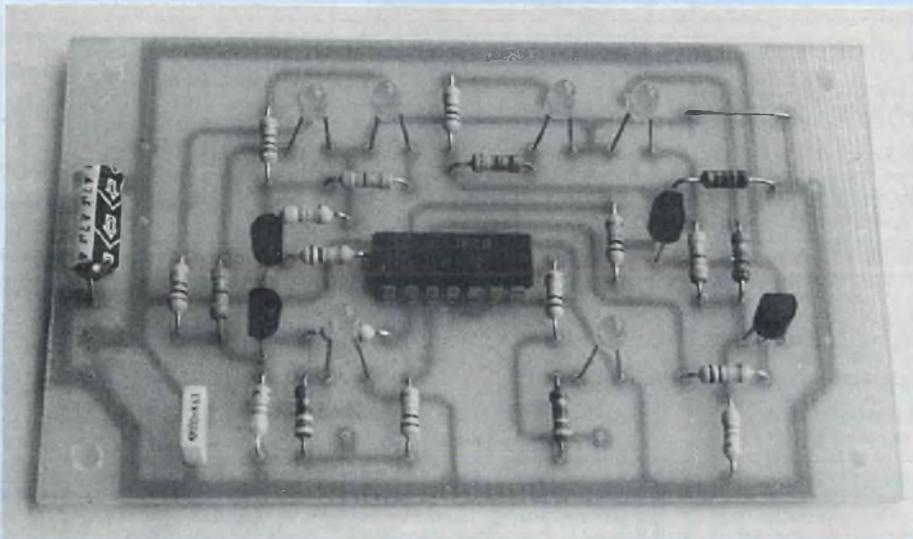
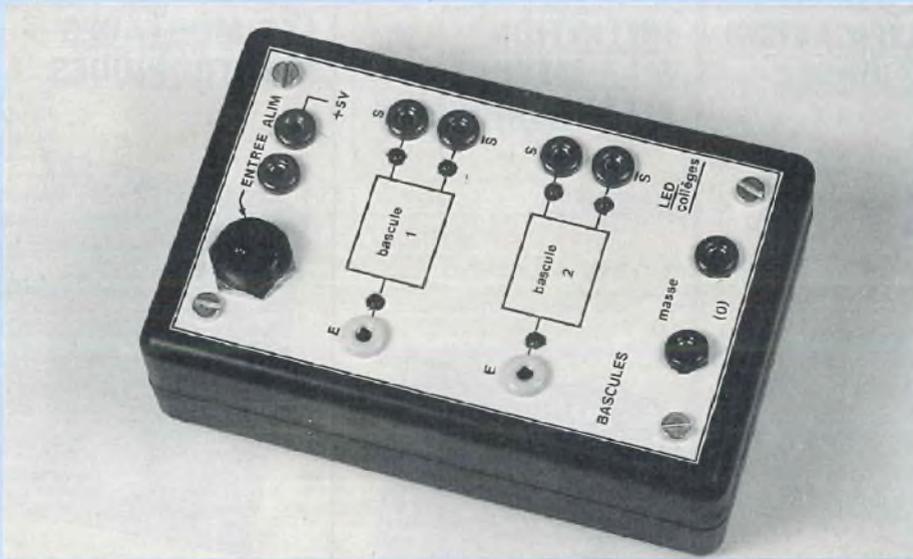
ADRESSE

CODE POSTAL VILLE

Ci-joint mon règlement par :

C.C.P. Chèque bancaire Mandat

MODULE D'ETUDE DES BASCULES



L'analyse expérimentale des bascules bistables introduit plusieurs notions : le changement d'état des sorties sur une transition entre deux états de l'entrée (il s'agit de logique séquentielle, par opposition à la logique combinatoire des portes) ; la mise en mémoire d'un changement d'état ; la division par 2, ou par 2^n en connectant n bascules en cascade.

Le module décrit donne accès aux deux bascules D d'un circuit intégré CD 4013 et permet la division par 2 ou par 4.

LE CIRCUIT CD 4013

La figure 1 en donne la structure interne et le brochage. En figure 2, on trouvera la table de vérité de chacune des bascules, qui comporte :

- une entrée d'horloge (clock, ou CL) activée uniquement par les **fronts montants** des signaux logiques qu'on y applique.
- une entrée pour les données, c'est-à-dire encore des niveaux logiques 0 ou 1 (data, ou D).
- deux sorties complémentaires Q et \bar{Q} , désignées par S et \bar{S} (sorties) sur le module.
- une entrée de remise à zéro (reset, ou R) de la sortie Q.

L'application d'un niveau logique 1 sur R place Q à 0 et \bar{Q} à 1, quels que soient les états imposés à CL ou D (ligne 4 de la table de vérité).

• une entrée de mise à 1 (set, ou S) de la sortie Q. L'application d'un niveau logique 1 sur S place Q à 1 et \bar{Q} à 0, quels que soient les états imposés à CL ou D (ligne 5 de la table de vérité). Remarquons tout de suite que la situation $R = S = 1$ (ligne 6) doit être exclue d'une utilisation normale. Nous n'exploiterons, sur le module, que le cas où $R = S = 0$. Dans ces conditions (lignes 1 et 2 de la table de vérité), le fonctionnement de la bascule devient très simple : chaque **front montant** des impulsions d'horloge (CL) transfère, si ce n'est déjà fait, la donnée logique de l'entrée data (D) vers la sortie Q. Les fronts descendants n'ont aucune action, ce que traduit la ligne 3 (Q garde l'état Q précédent et \bar{Q} , l'état \bar{Q}).

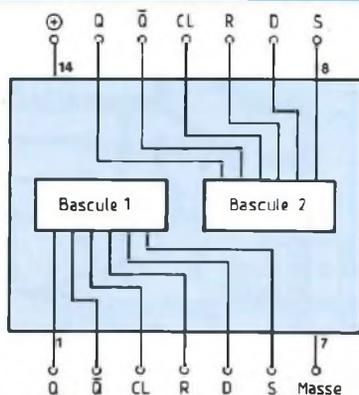


Fig. 1 : Organisation du circuit CD 4017.

	CL	D	R	S	Q	Q̄	
1	/	0	0	0	0	1	transfert de D vers Q
2	/	1	0	0	1	0	
3	/	x	0	0	0	0	pas de changement
4	x	x	1	0	0	1	remise à zéro de Q
5	x	x	0	1	1	0	mise à 1 de Q
6	x	x	1	1	1	1	ne pas utiliser

x = état indifférent

Fig. 2 : Table de vérité d'une bascule D.

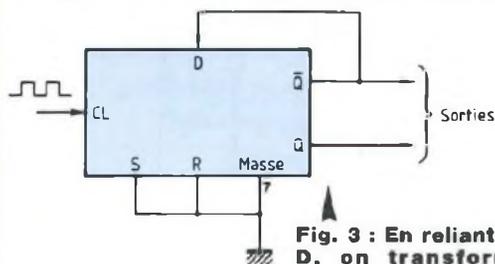


Fig. 3 : En reliant la sortie \bar{Q} à l'entrée D, on transforme la bascule en compte/diviseur par 2 ($R = S = 0$).

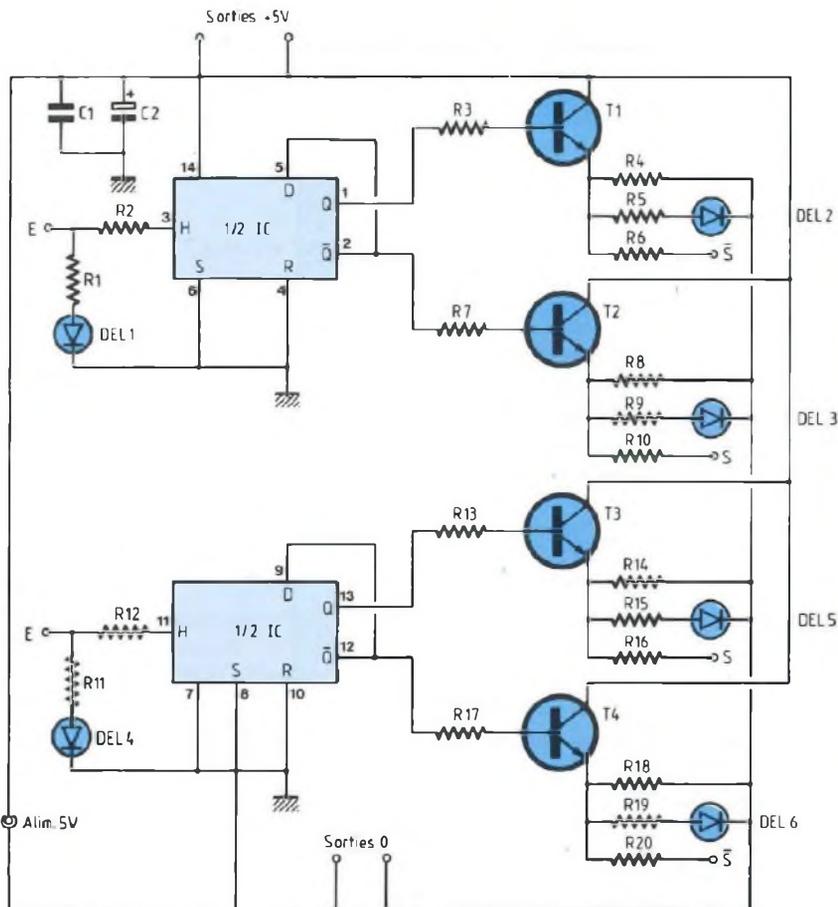


Fig. 5 : Module d'étude des bascules.

COMPTAGE ET DIVISION PAR 2

Dans le montage de la figure 3, où $R = S = 0$, on relie la sortie \bar{Q} à l'entrée D. Donc :

- si $\bar{Q} = 0$, $D = 0$ et $Q = 1$
- si $\bar{Q} = 1$, $D = 1$ et $Q = 0$

L'état logique de \bar{Q} devient la donnée D. Dans ces conditions, on peut vérifier, par les lignes 1 et 2 de la table de vérité, que :

- si $\bar{Q} = 1$ (ligne 1), l'impulsion montante d'horloge qui suit (ligne 2) fait passer Q à 1, donc \bar{Q} à 0.

• si maintenant $\bar{Q} = 0$ (ligne 2), l'impulsion montante d'horloge qui suit fait passer Q à 0, donc \bar{Q} à 1.

Il y a changement d'état des sorties complémentaires à chaque front montant d'horloge et les sorties Q et \bar{Q} divisent par 2 la fréquence d'entrée (figure 4).

SCHEMA THEORIQUE DU MODULE

Il découle directement des considérations précédentes (figure 5). Comme dans les autres modules logiques

(module d'étude des portes, Led N° 100 ; module d'étude des inverseurs, Led N° 101), entrées et sorties sont accessibles par des douilles, tandis que des diodes électroluminescentes visualisent leurs états. Elles s'allument pour le niveau logique 1 (tension de 4,5 à 5 V) et s'éteignent pour le niveau logique 0.

Là encore, les sorties Q et \bar{Q} des bascules ne débitent pas l'intensité minimale nécessaire à l'excitation des diodes DEL2, DEL3, DEL5 et DEL6, qu'on commande donc par les émetteurs des transistors T1, T2, T3 et T4, à travers des résistances limitatrices.

NOMENCLATURE DES COMPOSANTS

• Résistances de 0,25 W à ± 5 %

R1 - R11 - 390 Ω
 R2 - R12 - 10 kΩ
 R3 - R7 - R13 - R17 - 1 kΩ
 R4 - R8 - R14 - R18 - 4,7 kΩ
 R5 - R9 - R15 - R19 - 330 Ω
 R6 - R10 - R16 - R20 - 100 Ω

• Condensateurs

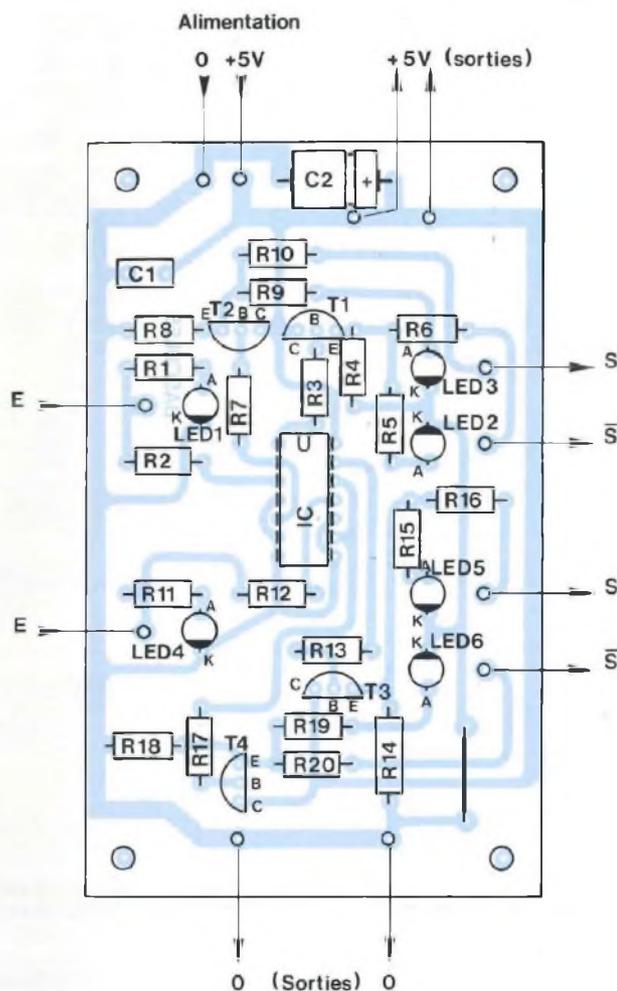
C1 - 100 nF (Milfeuil)
 C2 - 47 μF (électrolytique 16 V, sorties axiales)

• Semiconducteurs

CI - CD 4013
 T1 - T2 - T3 - T4 - 2N 2222 (plastique)
 DEL1 à DEL6 - diodes électroluminescentes rouges (Ø = 3 mm)

• Divers

Coffret Digtal référence G 1175
 10 douilles miniatures Ø = 2,5 mm :
 2 noires (masse) ; 2 rouges (+5 V) ;
 2 bleues (entrées) ; 4 jaunes (sorties)
 Prise châssis coaxiale pour alimentation (mâle)
 Vis, entretoises, écrous, en Ø = 3 mm



CONSTRUCTION DU MODULE

La figure 6 donne le dessin du circuit imprimé, sur lequel les composants s'implantent conformément au schéma de la figure 7. Veiller à l'orientation du circuit intégré et, naturellement, des diodes électroluminescentes.

Les techniques d'installation dans le coffret, toujours un Digtal G 1175, sont

les mêmes que pour les modules précédemment décrits (voir les photographies jointes). Deux douilles noires et deux rouges, ressortent respectivement le +5 V et la masse, et permettent aussi bien de reprendre l'alimentation sur le module générateur, que de transférer manuellement les niveaux logiques sur les entrées. On affecte toujours les douilles bleues aux entrées et les jaunes aux sorties.

R.R.

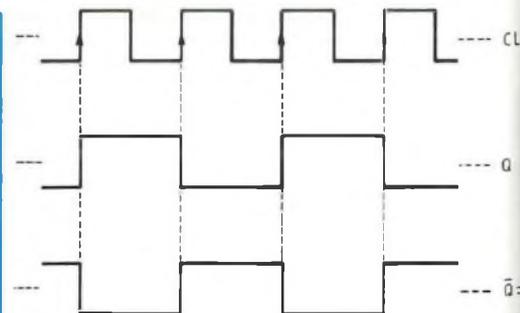
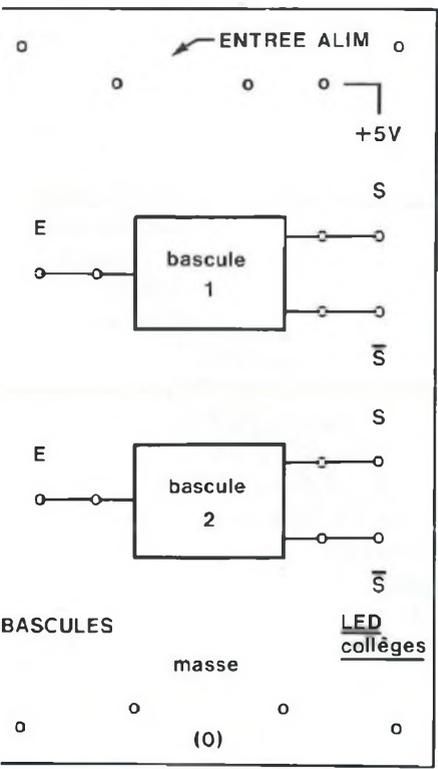
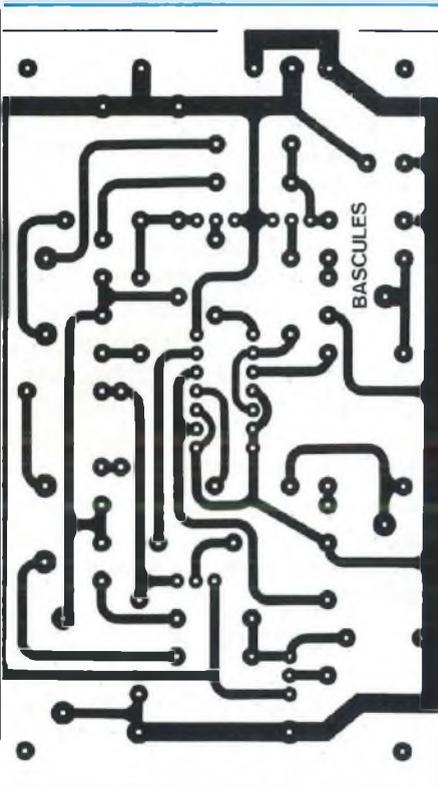


Fig. 4 : Diagrammes du fonctionnement en diviseur par 2.



Petites Annonces

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

Vds amplis "Technics" 2 x 90 W type SU-V650 DHT 0,0009 %, haut de gamme. Prix à débattre.
Tél. dom. (16) 48.40.40.87, bur. (16) 44.25.20.40 demander Philippe Dubois.

Vds pochette composants actifs ampli 2 x 50 W classe A. Px : 1 100 F.
Tél. le matin : 56.86.25.33

Cherche photocopies des plans et schémas de la 2^e partie de l'Audiolab 06 (paru dans Led 64 ou 65). (Frais de photocopies remboursés.)
Contacter M. Paumard Stéphane au 2, rue de la Station, 92600 Asnières.

Recherche désespérément abaques du tube 12BH7 ainsi que des schémas d'alimentations haute tension régulées (300-500 V), si possible ultra-rapides. Tél. 64.23.30.38.

Vends ordinateur CPC 6128 + moniteur couleur 640 x 400 + joystick + livres + nb logiciels : 1 500 F ; ordinateur CPC 464 + moniteur monochrome 640 x 400 + joystick + notice + nb logiciels : 1 000 F. Buisson Frédéric, Les Landes, 87620 Sereilhac. Tél. 55.39.12.02 après 18 h.

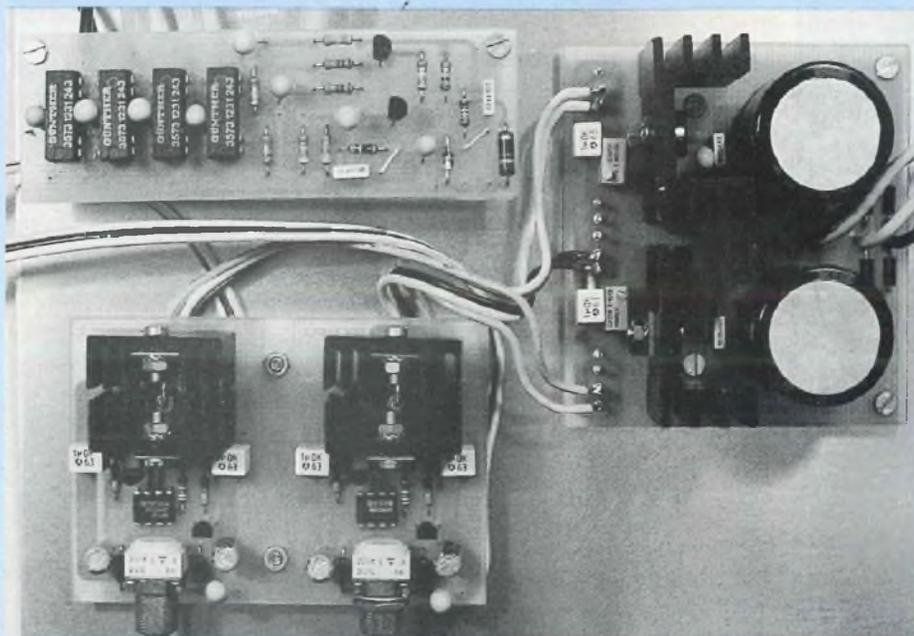
Recherche composant "Maxim" référence MAX 130 RCPL. Wax Daniel, 14, rue de l'Eglise, 57920 Metzeresche. Tél. : 82.83.96.00 tous les jours après 19 h.

Vends platine disque Empire Troubadour avec cellule 4000 D/III (67 heures) : 2 900 F. Alpine 7909 L sous garantie : 4 900 F. Tél. : 39.55.07.97 après 19 h.

Vends bas prix revues et livres d'électronique, composants neufs divers, kits montés et testés, cause double emploi. Tél. après 21 h au 87.98.19.86.

2000 Free & shareware programs from USA in english as usual on CD-ROM for 1000 francs Ht. Total unzipped: 1,2 Giga octets. Few samples: Autocad: 14, Astrologie: 31, Astronomie: 14, Bourse: 12, Education & scientific: 65, Electronique: 38 (including our own Layo 1 autorouteur Version 4.86), Engineering: 27, Ham Radio: 12, Music: 18, Programming: 140, Religion: 14, Windows: 35, Ventura: 8, Dbase etc: 30, Business, many fonts, ufology (O.V.N.I.), palmistry, etc., etc., etc. Detailed information of all the programs: 3617 code LAYO, tapez FREE.
LAYO FRANCE SARL Château Garamache - Sauvebonne, 83400 Hyères - Tél. : 94.48.22.59 - Fax : 94.48.22.16

PREAMPLIFICATEUR STEREO 4 ENTREES / SORTIE CASQUE



2ème PARTIE

Vous avez été très nombreux à vous lancer dans la réalisation du "Préamplificateur Classe A" proposé dans notre numéro 99. Certains d'entre vous, habitués au câblage, l'avez même déjà terminé en effectuant les interconnexions des différents modules, bien souvent dans un coffret ESM, facile d'approvisionnement. Nous avons retenu à la rédaction, un autre coffret pour le prototype, de marque IDDM, certes plus esthétique et plus facile à travailler, mais oh combien long à arriver sur le marché ! C'est chose faite et la Société Perlor Radio qui est "le centre" du coffret électronique (plus de 350 modèles en stock) est à votre disposition pour vous fournir enfin la référence que nous avons utilisée.

Ce coffret IDDM de référence PR 330 est réalisé à partir de deux profilés en aluminium (pour les faces avant et arrière) dans lesquels viennent coulisser les capots supérieur et inférieur, le tout étant maintenu par deux flasques latéraux vissés aux profilés.

Ce procédé facilite grandement le travail de perçages, puisqu'une fois démonté, le coffret se décompose en 6 plaques.

LE COFFRET

• LA FACE AVANT

Elle nécessite un travail très soigné au

niveau du vu-mètre, car il faut effectuer 20 trous de \varnothing 3 mm en forme de V inversé. Une cotation précise devient impossible, d'autant moins, que l'implantation du circuit imprimé a été réalisée au pas de 2,54 mm.

Pour contourner le problème et pouvoir néanmoins travailler avec précision, nous vous fournissons en figure 10, ce que nous appelons un "Gabarit". Ce gabarit aux dimensions du circuit imprimé, comporte 20 pastilles dont le centre indique celui de chaque diode led. Il suffit alors de photocopier cette figure 10 et de la reporter en la collant contre la face avant, comme indiqué en figure 11.

Le reste du travail est beaucoup plus simple.

• LA FACE ARRIERE

Le plan de perçages de cette face arrière est proposé en figure 12. Les trous réservés aux prises CINCH seront fonction du modèle châssis utilisé, \varnothing 6 mm pour une fiche standard et \varnothing 8 mm pour un modèle doré à isolant téflon.

• LE CAPOT INFERIEUR

On y fixe le module alimentation en 4 points (celui-ci étant surélevé par des entretoises nylon de 5 mm de hauteur), le transformateur torique, les deux modules superposés préamplis RIAA/commutation (celui inférieur étant également surélevé de 10 mm par rapport au fond du coffret).

Reste le module "Préampli haut-niveau". Celui-ci peut être, soit vissé au fond du coffret en 2 points et surélevé de 10 mm par des entretoises, soit fixé à la face avant au moyen des deux canons des potentiomètres de volume.

La deuxième solution oblige à scier les axes métalliques des potentiomètres, à faire apparaître sur la face avant les écrous, à utiliser des contre-écrous de blocage.

Nécessité également de percer 2 trous

4 ENTREES / SORTIE CASQUE

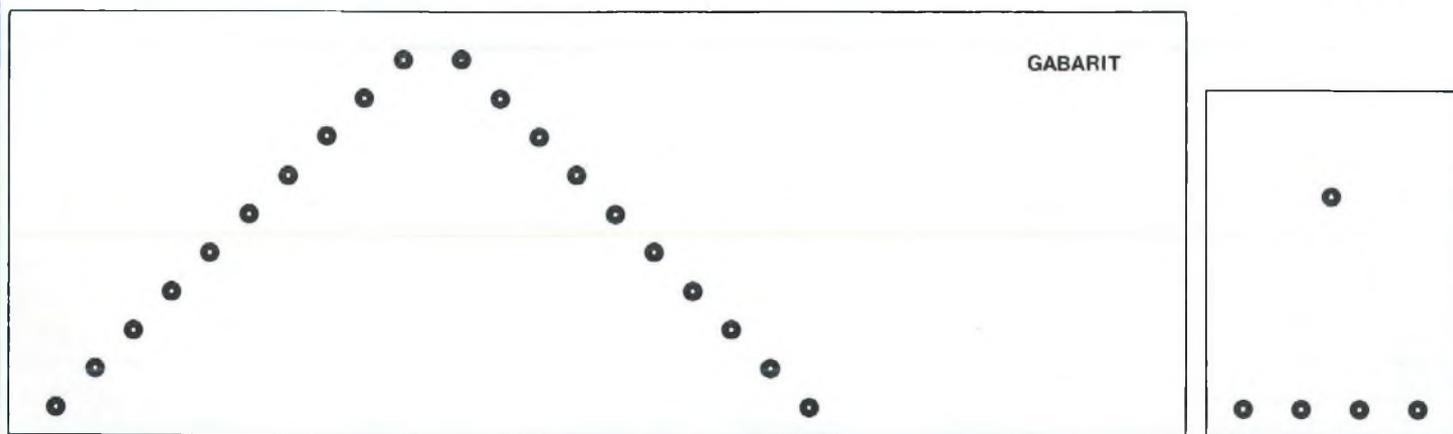
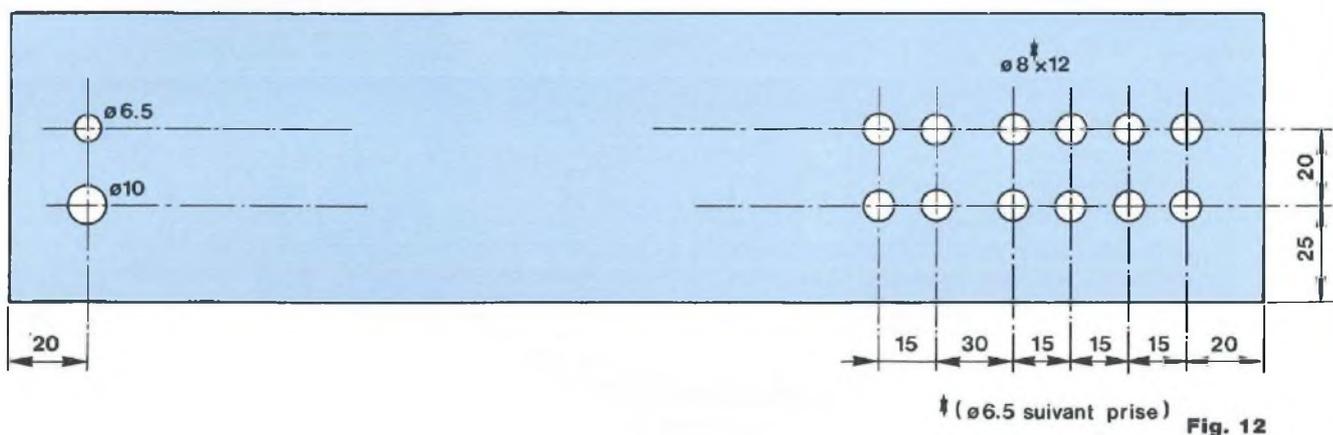
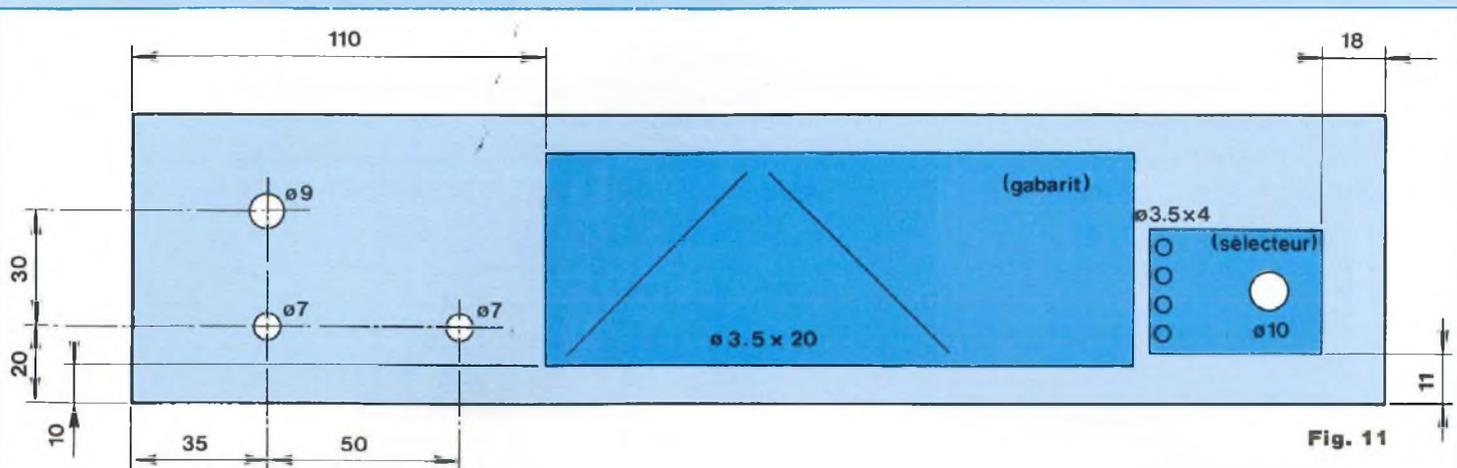


Fig. 10

de $\phi 10$ mm dans la face avant, ce qui est toujours délicat, arrivé à ces diamètres.

Nous avons personnellement retenu

la première solution et avons fait en sorte que le module soit suffisamment reculé de la face avant pour que les deux axes des potentiomètres ne

dépassent que de 8 à 10 mm. Deux trous de $\phi 6,5$ à 7 mm suffisent alors et des boutons de plus petit diamètre peuvent être utilisés, n'ayant plus le souci

PREAMPLIFICATEUR STEREPHONIQUE

NOMENCLATURE DES COMPOSANTS

SELECTEUR D'ENTREES

- 1 Commutateur rotatif pour CI
- 3 circuits/4 positions
- 4 Diodes led rouges \varnothing 3 mm

- DIVERS

- 1 Jack 6,35 châssis stéréo à coupure
- 1 Coffret IDDM
- 10 Fiches CINCH châssis
- 1 Passe-fil \varnothing 10
- 1 Cordon secteur
- 6 Entretoises nylon de 10 mm
- Visserie de 3 x 15 mm
- Fil de cuivre étamé de 10/10
- 3 Boutons

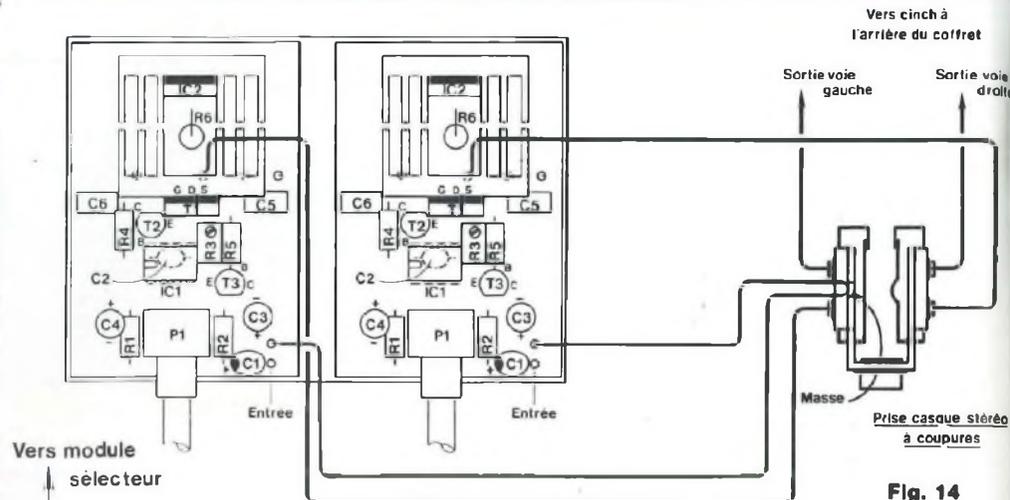


Fig. 14

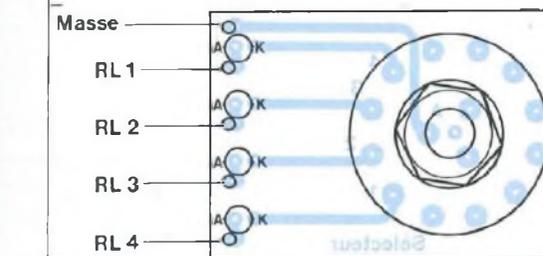


Fig. 13B

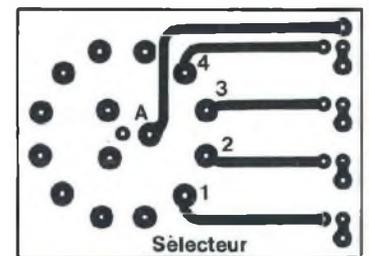


Fig. 13A

de devoir dissimuler les écrous.

LE SELECTEUR

Si nous avons passé sous silence jusqu'à maintenant le côté "pratique" de cette fonction vitale du préamplificateur, nous ne pouvons plus reculer, car d'elle, dépend la commutation des différentes sources audio à l'arrière de l'appareil.

Il s'agit d'un vulgaire commutateur rotatif 3 circuits/4 positions, comme l'indiquait le schéma théorique de la figure 4 en début d'article.

Ce commutateur, ainsi que 4 diodes leds, vont prendre place, pour plus de commodité d'interconnexions, sur un petit circuit imprimé dont implantation et plan de câblage font l'objet des figures 13A et 13B. Cinq pastilles permettent le raccordement du câble en

nappe en provenance des modules "préampli RIAA".

La source audio sélectionnée par les relais REED sera clairement précisée en face avant par l'allumage de l'une des quatre diodes électroluminescentes

LA PRISE CASQUE

Il s'agit d'un jack 6,35 stéréo **avec coupure**. Il faut en effet pouvoir supprimer la modulation appliquée aux prises CINCH à l'arrière du préamplificateur, sur lesquelles viennent se raccorder les câbles des blocs de puissance.

Faute d'avoir pu trouver une fiche Jack stéréo 3,5 à coupure, un adaptateur Jack 6,35/3,5 mm sera parfois nécessaire pour le raccordement d'un casque de Walkman.

MISE EN PLACE DES MODULES

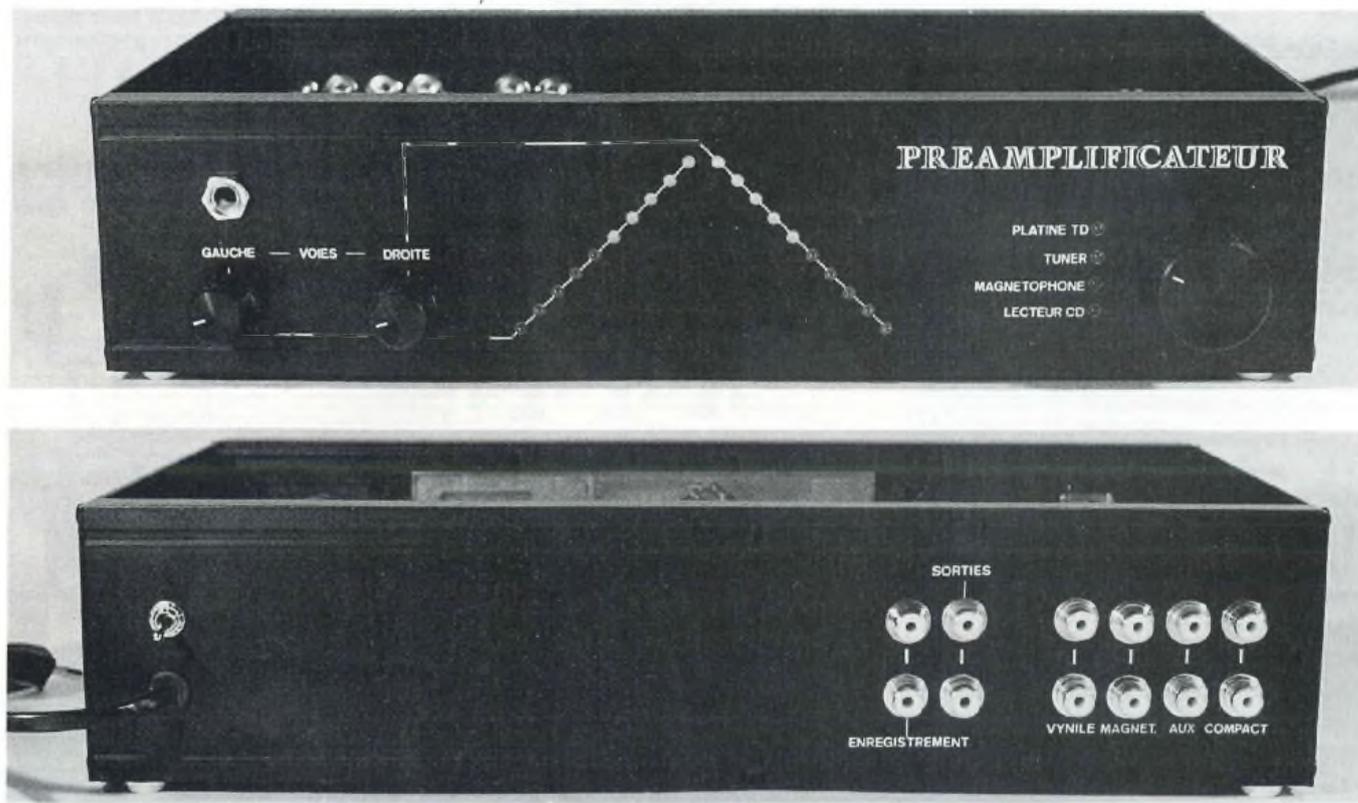
Il faut commencer par remonter le coffret IDDM, c'est-à-dire; visser les flasques latéraux aux dissipateurs servant de face avant et arrière, en n'oubliant pas de faire coulisser le capot inférieur.

– Les modules "préampli RIAA/Commutateur" sont maintenus au fond du coffret en deux points, face aux prises CINCH. Ils sont surélevés par des entretoises nylon de 10 mm. Leur situation est donc arrière gauche du coffret.

– Le module "alimentation" est également maintenu de la même façon, au fond du boîtier en 4 points, à côté du transformateur torique.

Le torique est éloigné au maximum des prises CINCH de par sa position à l'ex-

4 ENTREES / SORTIE CASQUE



trême droite, ce qui évitera les risques de rayonnement et l'apparition à l'écoute de ronflement.

– Le module "Vu-mètre" est maintenu en face avant par ses 20 diodes électroluminescentes. Il suffit d'en coller quelques unes à l'araldite pour l'immobiliser.

– Le module "Sélecteur" à droite du vu-mètre, est maintenu par le vissage du canon du commutateur rotatif.

– Le module "Préampli haut-niveau" à gauche du vu-mètre, est immobilisé par le vissage des deux canons des potentiomètres de volume en face avant, ou ce qui est préférable, par de la visserie de 3 x 15 mm au fond du coffret.

Seules les deux CINCH recevant les modulations de la platine tourne-disque sont équipées de leurs cosses de masse.

Cependant, n'étant pas isolées de la face arrière du coffret, elles sont toutes reliées entre elles électriquement (vérifier à l'ohmmètre).

Les tresses des deux bouts de blindés véhiculant la modulation "PU Magnétique" sont soudées à ces deux cosses et uniquement de ce côté. Côté modules, on ne soude que le point chaud aux résistances R1 de 47 k Ω .

LES INTERCONNEXIONS

Elles pourront s'effectuer lorsque tous les composants auront pris place sur les faces avant et arrière du coffret.

En face avant, il ne manque que le Jack 6,35 pour l'écoute au casque. Il suffit de le visser.

En face arrière, visser les 10 fiches CINCH (8 entrées et 2 sorties).

Introduire le passe-fil du cordon sec-

teur et visser l'interrupteur.

• LE CABLAGE

Commencer par le raccordement des "points chauds" des CINCH d'entrées. Si vous avez prévu un inverseur Microphone/PU Magnétique, effectuer le câblage des 8 fils. L'inverseur doit se trouver au plus près des modules.

Alimenter en +15 V et +22 V les modules.

Avec un fil de forte section (1 à 1,5 mm²), relier les cosses des CINCH au 0 V du module alimentation.

Relier le câble en nappe (5 fils) au module sélecteur.

Introduire le cordon secteur dans le passe-fil et après avoir effectué un noeud "anti-arrachement", souder les deux fils à l'interrupteur.

Souder le primaire du transformateur à l'interrupteur (les deux cosses du milieu), puis raccorder les secondaires

PREAMPLIFICATEUR STEREPHONIQUE

au module alimentation.

Raccorder les fils de modulation Relais —> Préampli "haut-niveau" avec du fil ordinaire de forte section.

Alimenter les préamplis "haut-niveau" en ± 15 V séparément (2 x 3 fils). Souder les sorties de ce préampli à la prise casque stéréo, comme indiqué en figure 14.

Repartir de cette prise Jack vers les deux CINCH à l'arrière de l'appareil non encore câblées. Alimenter le vu-mètre en +22 V.

Raccorder les entrées de ce module au Jack 6,35, comme indiqué en figure 14. C'est terminé.

La mise sous tension du préamplificateur doit se matérialiser par l'allumage de l'une des 4 diodes électroluminescentes en face avant.

Il ne reste plus qu'à raccorder les différentes sources audios aux entrées et par exemple, les deux blocs mono classe A 85 W des Led N° 94/95 aux sorties pour vous rendre compte des qualités auditives de votre dernière réalisation, notamment la parfaite maîtrise du registre grave.

PRISE ENREGISTREMENT / MONITORING

Nous ne l'avions pas prévue sur notre

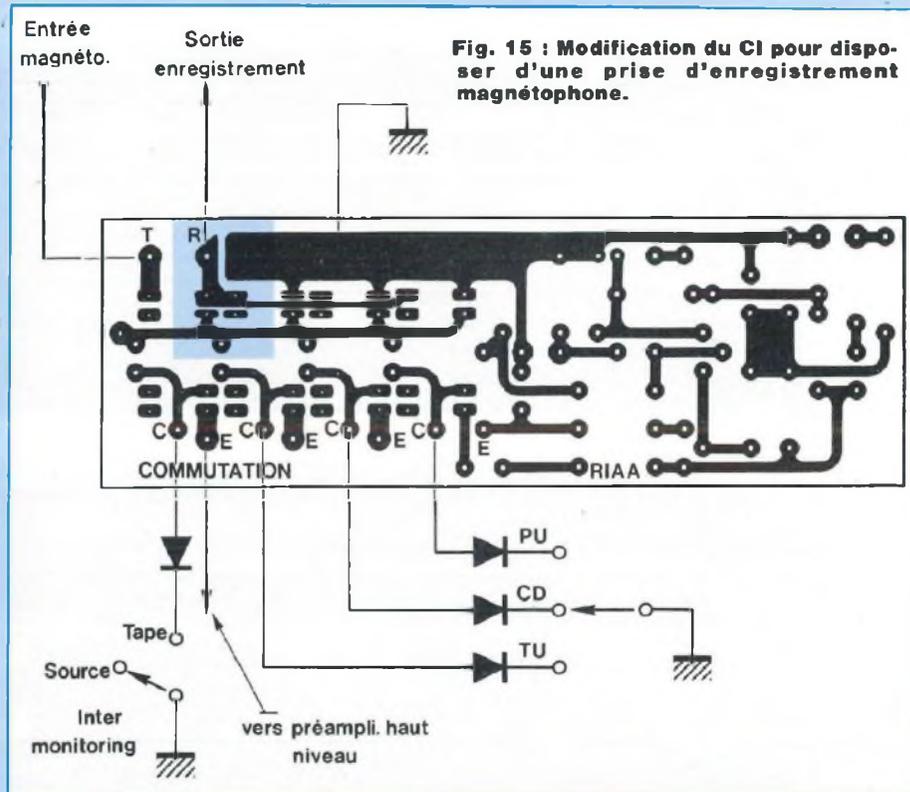


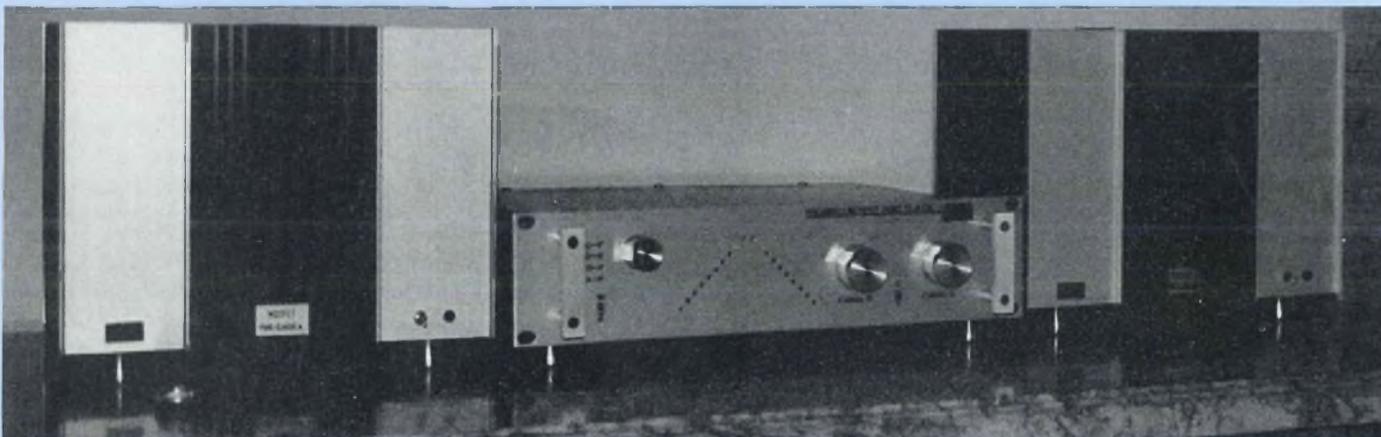
Fig. 15 : Modification du CI pour disposer d'une prise d'enregistrement magnétophone.

prototype. Cependant, l'un de nos fidèles lecteurs (M. Denysset de Perpignan, avec qui nous échangeons souvent au téléphone, des idées en vue d'améliorer les études BF que nous vous proposons) ayant eu la gentillesse de nous soumettre une petite modification qu'il a effectuée au niveau des circuits imprimés "commutation", nous

vous la livrons en figure 15.

Une coupure dans le plan de masse au niveau du premier relais, l'adjonction d'un interrupteur "monitoring", c'est tout. Il faut bien sûr ajouter à l'arrière de l'appareil, 2 prises CINCH pour le raccordement des câbles Enregistrement/Lecture du magnétophone.

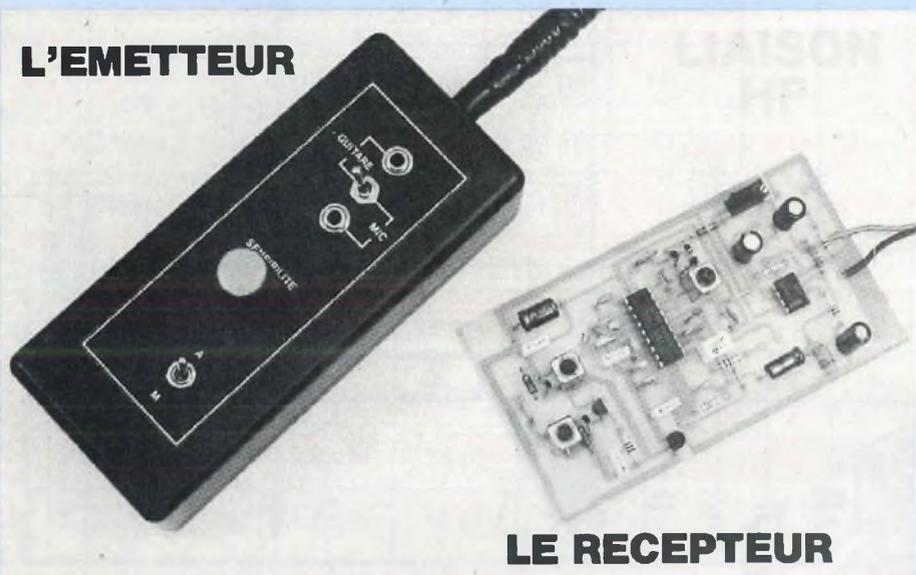
Bernard Duval



Les réalisations de notre fidèle lecteur, M. Denysset : le préamplificateur est encadré par les blocs MOSFET de 85 W (Led n° 94 et 95).

COMPLEMENTS SUR LA LIAISON HF POUR GUITARE

L'EMETTEUR



LE RECEPTEUR

L'ensemble émetteur/récepteur HF pour guitare et micro (Led N° 100 et N° 101) a rencontré, auprès des lecteurs, un très vif succès : en témoignent les commandes de circuits imprimés et de nombreux appels téléphoniques.

L'un de ces derniers émane d'un lecteur qui, satisfait du matériel qu'il a construit et utilisé, nous pose un problème : comment, dans une formation de plusieurs musiciens, transmettre le jeu de chacun d'entre eux à un amplificateur qui lui est spécifiquement affecté ? La question paraissant d'intérêt général, nous doublons la lettre à ce lecteur des compléments qui suivent.

TROIS EMETTEURS POUR TROIS RECEPTEURS

La cohabitation simultanée de deux ou trois liaisons ne peut se concevoir, de façon pratique, qu'en faisant appel à deux ou trois porteuses HF distinctes.

Comme indiqué dans la première partie de l'article (Led N° 100), les PTT allouent, aux appareils dits "micro-phones HF", trois fréquences porteuses respectivement centrées sur 32,8 MHz, 36,4 MHz et 39,2 MHz, avec une excursion maximale, toutes causes confondues, de ± 200 kHz. Nous avons opté pour la première en raison de la disponibilité, partout et à faible prix, du quartz à 3,2768 MHz, utilisé dans l'oscillateur pilote.

Pour exploiter les autres gammes il faut, d'abord, caler le pilote sur 3,64 ou 3,92 MHz. A notre connaissance, ces modèles ne sont inscrits au catalogue d'aucun revendeur grand public. Notons, toutefois, que certains constructeurs exécutent, en fabrication standard, des quartz calés sur :

3,64089 MHz et 3,93216 MHz

Compte tenu de l'extension de fréquence permise, ces deux échantillons seraient utilisables pour 36,4 MHz et 39,2 MHz (revoir à ce sujet la figure 1 du N° 100), mais nous doutons de la possibilité de se les procurer facilement.

Le remède consiste à les faire tailler sur mesure (note en fin d'article). Il en coûtera quelques dizaines de francs – somme encore parfaitement raisonnable – et sans doute un peu de patience, compte tenu des délais.

Le décalage de fréquence de l'oscillateur pilote, donc, finalement de la porteuse émise par l'antenne et de la fréquence de l'oscillateur libre T1 (N° 100, figure 9), implique un glissement proportionnel de l'accord des divers circuits résonants LC, tant à l'émission qu'à la réception. Rappelons que la fréquence d'accord est donnée par la relation :

$$F = \frac{1}{2\pi \sqrt{LC}}$$

de laquelle on tire :

$$C = \frac{1}{4 \pi^2 L F^2}$$

En conservant les mêmes transformateurs, donc la même plage de réglage de L, on passera d'une fréquence F_1 (32,768 MHz) à une autre fréquence F_2 (36,4 ou 39,2 MHz) en remplaçant la capacité C de chaque condensateur concerné par sa nouvelle valeur C' :

$$C' = \left[\frac{F_1}{F_2} \right]^2 C$$

Le changement porte :

- dans l'émetteur, sur les condensateurs C3, C6, C11 et C15 (N° 100, figure 9).
- dans le récepteur, sur les condensateurs C9, C19 et C21 (N° 101, figure 3).

Pour ceux qui n'aiment pas les calculs,

LIAISON HF POUR GUITARE ET MICRO

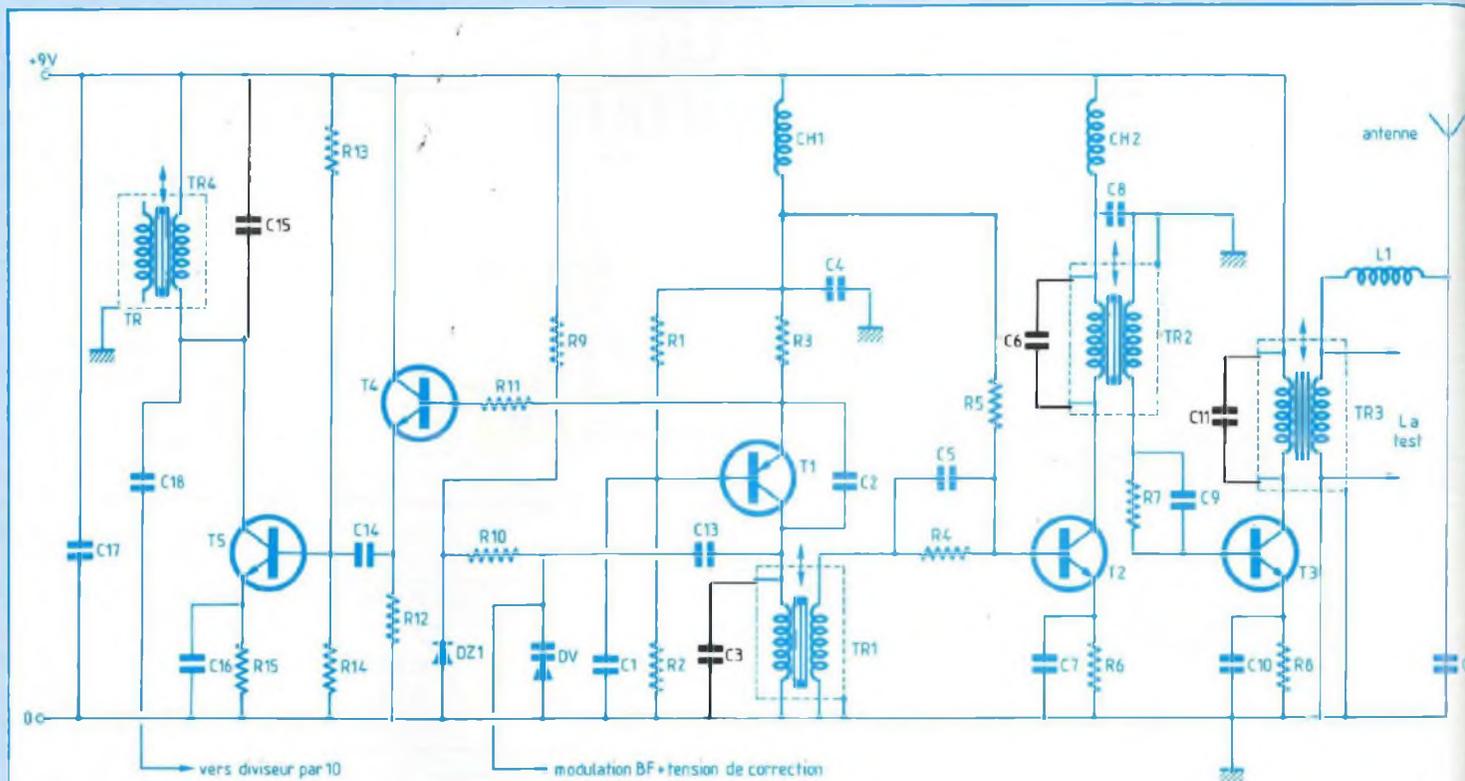


Fig. 9 : Etage HF de l'émetteur.

nous rassemblons, dans les tableaux I (émetteur) et II (récepteur), les valeurs correspondant aux trois fréquences possibles. Naturellement, elles sont approchées, pour tenir compte de la gamme standard : les noyaux des transformateurs HF permettent de rattraper les écarts. On remarquera aussi que, pour C9 du récepteur (oscillateur local du TDA 7000), la formule donnée plus haut semble ne pas s'appliquer. C'est qu'en effet, la fréquence est influencée, ici, par de nombreux composants : C9 bien sûr, mais aussi les capacités parasites de la self, celle de la varicap de réglage fin DV, et celles des varicaps internes ou TDA 7000 (synoptique de la figure 2, N° 101). En cas de difficultés pour capter l'émetteur associé (l'incertitude sur C9 atteint

$\pm 10\%$) on pourra essayer les valeurs voisines : 5,6 pF et 8,2 pF ou 3,9 pF et 5,6 pF.

LES PROBLEMES DE STABILITE

Certains utiliseront leurs émetteurs dans des conditions climatiques largement variables : températures élevées sous les projecteurs d'une scène fermée, températures parfois fraîches en extérieur. De par son principe de fonctionnement, avec stabilisation par une boucle à verrouillage de phase, l'émetteur rattrape les dérives éventuelles – et même inévitables – de l'oscillateur T1. On soulagera toutefois son travail et on évitera les risques de décrochage, en utilisant des condensateurs à

très faible coefficient de température. L'idéal est constitué par ceux de la classe NPO (zéro pour coefficient de température de 0 ppm/°C) ; ils ont le même encombrement que les plaquettes ordinaires, ne coûtent pratiquement pas plus cher et sont disponibles chez nombre de revendeurs.

MEA CULPA DE L'AUTEUR

En dépit des multiples vérifications effectuées par l'auteur d'abord, à la rédaction ensuite, une erreur, corrigée sur le prototype, est restée sur le circuit imprimé de la figure 15 (Led N° 100). En effet, en comparant l'implantation de la figure 16 et le schéma théorique de la figure 11, on s'aperçoit que l'une des résistances de polarisation de IC1

EMETTEUR-RECEPTEUR FM / 30 MHz

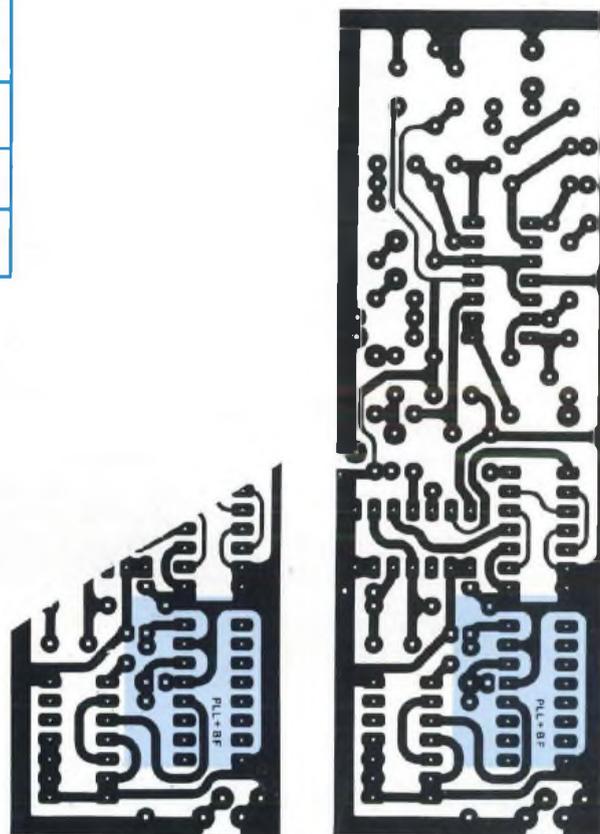
Fréquence porteuse	C3	C6	C11	C15
32,768 MHz	68 pF	33 pF	33 pF	68 pF
36,4 MHz	56 pF	27 pF	27 pF	56 pF
39,2 MHz	47 pF	22 pF	22 pF	47 pF

Tableau I – Condensateurs de l'émetteur

Fréquence porteuse	C9 *	C19	C21
32,768 MHz	10 pF	22 pF	22 pF
36,4 MHz	6,8 pF	18 pF	18 pF
39,2 MHz	4,7 pF	15 pF	15 pF

* voir texte

Tableau II – Condensateurs du récepteur



(R17) ... rejoint la masse par ses deux extrémités !

L'erreur est d'autant plus vicieuse que, vérification faite, elle ne perturbe en rien le fonctionnement du diviseur IC1. En effet, bien que sa broche 14 se trouve alors à $\pm 5,6$ V, l'étage T5 (figure 9) délivre une amplitude largement suffisante pour franchir le seuil de basculement du diviseur rapide.

Nous remercions le lecteur qui nous a signalé cette anomalie et nous lui tirons un grand coup de chapeau : il a entièrement redessiné les circuits imprimés pour un câblage en CMS !

Aux autres, nous conseillons de rétablir les choses : leur émetteur fonctionnera un peu plus longtemps avec des piles ou des batteries en fin de décharge. Il suffit de donner un coup de cutter

entre la broche 13 de IC1 et la pastille de l'extrémité gauche de R17, puis de relier cette dernière (pont très court, côté cuivre) à la broche 14 du circuit intégré. La figure ci-jointe illustre cette modification.

Attention :

Sur les circuits imprimés livrés par la revue depuis les derniers jours de novembre, la correction a déjà été faite.

René Rateau

NOTE 1

Quartz pour les fréquences 36,4 MHz et 39,2 MHz
Boîtier – type HC 18/U
Fréquence – 3,64 MHz ou 3,92 MHz (en fondamental)

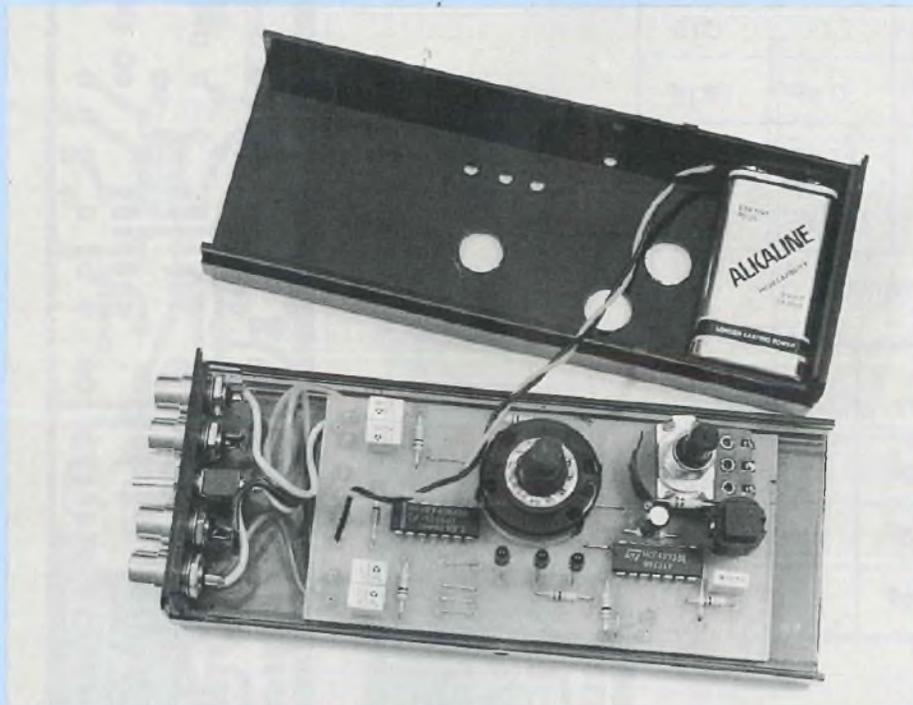
Résonance – type parallèle

NOTE 2

Les fréquences dans la gamme des 30 MHz sont très encombrées et chaque plage se trouve rigoureusement affectée à une catégorie d'utilisateurs. Ces contraintes légales, qui limitent les libertés des uns, visent à garantir celles des autres. En choisissant, sous prétexte que les quartz sont disponibles, d'autres fréquences que celles que nous indiquons, vous risqueriez de perturber des services importants, voire vitaux (ambulances, ...).

Nous faisons confiance au sérieux des lecteurs de Led pour ne pas tenter ce genre d'exercice.

SCRATCHEUR



Spécialement étudié pour les disc-jockeys et techniciens de radio, cet appareil permet de renouer avec les traditions de la technique audio. Depuis l'apparition sur le marché d'échantillonneurs numériques, les truquages et effets sonores ne sont plus exécutés de manière "artisanale" ...

Avant de rentrer dans quelques explications sur les techniques de scratch, nous tenons à signaler qu'il nous a été difficile de donner une appellation à notre réalisation, l'effet obtenu étant difficile à expliquer. Nous pensons que le terme de "scratcheur" reste assez universel.

LE CALVAIRE DU "DJ"

Qu'est-ce qu'un "scratch" ? C'est un effet de répétition d'une rythmique courte qui ne peut s'effectuer correctement que si le support utilisé est un disque de vinyle.

Le disc-jockey doit, manuellement, effectuer une rotation avant-arrière du disque. Il en ressort un gribouillis sonore intéressant. Bien entendu, la cellule du bras de lecture doit être un modèle avant-arrière, car les frottements introduits sont assez importants. Parfois, il est utile de n'entendre que la partie avant du scratch, c'est-à-dire, le moment pendant lequel, le disque tourne dans le bon sens ; comme il faut répéter la séquence "avant", il faut habituellement procéder à la remise en place de la cellule au début de la séquence, sans pour cela que le retour soit audible. Considérons maintenant la figure explicative N° 1.

Le principe du scratch est décomposé en 4 phases ; la séquence étant matérialisée par les points D (départ) et A (arrivée) :

- phase 1, la cellule lit la séquence D/A en rotation avant (AV)
- phase 2, la cellule achève la séquence D/A en rotation avant (AV)
- phase 3, le DJ procède au recalage du disque en rotation arrière (ARR)
- phase 4, le disque est prêt pour la phase 1.

Pendant les phases 3 et 4, on ne doit pas entendre le disque.

Pour cela, deux solutions s'offrent aux "DJ" :

* La première consiste à rabaisser le curseur de la table de mixage commandant la platine, puis de le remonter durant les phases 1 et 2. Cette gymnastique n'est pas très agréable car, d'une part, elle mobilise une main et d'autre part, pour peu que la table de mixage soit éloignée des platines, on s'imagine la course contre la montre effectuée par le "DJ" qui a beaucoup de chance de terminer sa soirée sur les bras (des platines).

* La deuxième consiste à utiliser notre appareil, lequel est situé juste à côté de la platine disque, permettant par simple appui sur une touche, d'assurer la coupure du son, selon trois modes :

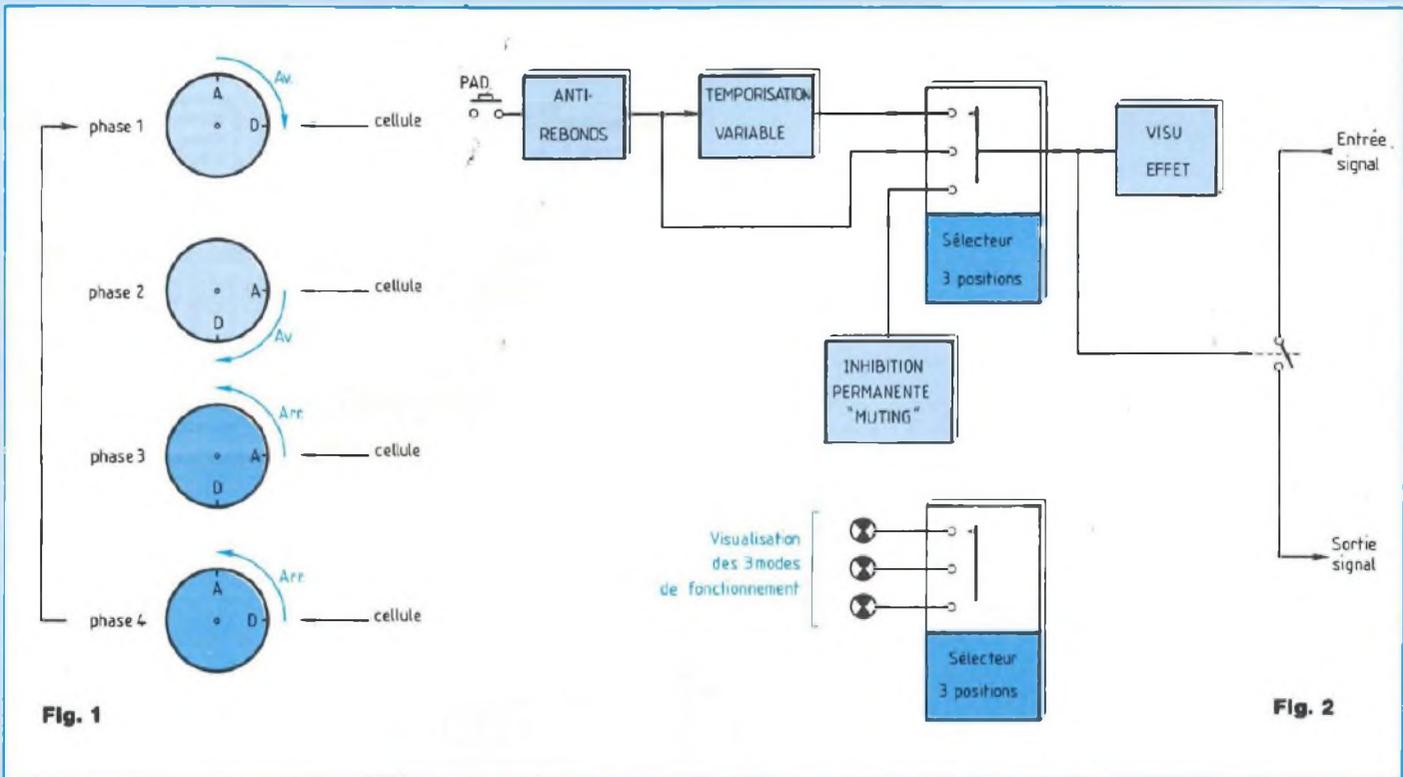
- coupure permanente (muting)
- coupure manuelle tant que la touche d'action est maintenue appuyée
- coupure automatique temporisée réglable qui nécessite une seule impulsion de déclenchement.

Il suffit de multiplier le nombre d'appareils scratcheurs par le nombre de platines disques disponibles et de laisser faire l'électronique.

PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

Nous invitons les lecteurs à considérer la figure N° 2.

POUR DISC-JOCKEYS



Vulgarisons l'ensemble. Nous observons qu'il s'agit d'un simple interrupteur commandé de trois façons différentes. L'interrupteur est double afin de permettre le passage de signaux stéréophoniques, mais l'électronique de contrôle est unique. Le PAD désigne la touche d'action qui génère l'effet.

Celui-ci est matérialisé par une Led rouge, qui s'éclaire donc à chaque fois que le son est coupé. Ainsi, lorsque la fonction "muting" est sélectionnée, elle s'éclaire en permanence. Trois Leds vertes matérialisent la position du sélecteur de modes :

- manuel
- temporisé
- muting

Le PAD qui est un contact mécanique a la particularité de générer des rebonds, raison pour laquelle un dispositif anti-rebonds est mis en place avant la temporisation.

ANALYSE DU SCHEMA DE PRINCIPE

Il se trouve sur la figure N° 3. Les signaux EG et ED sont acheminés vers les interrupteurs C-MOS d'IC2, par l'intermédiaire de C1, C2 qui coupent la composante continue. Les sorties correspondantes sont SG et SD.

La porte A d'IC1 avec la cellule R1/C5, constitue un anti-rebonds efficace. Les portes B et C d'IC1 permettent de réaliser à moindre frais une bascule monostable, active à l'état bas. P permet le réglage de la temporisation. Selon la position du sélecteur "COMMUT", la Led correspondant au mode s'éclaire.

Ce montage est peu critique, il permet une totale réversibilité des entrées/sorties. D'autre part, pour les plus calculateurs d'entre vous, sachez qu'à l'arrêt (coupure de l'alimentation), les inter-

rupteurs C-MOS d'IC2 sont fermés et permettent donc le passage des signaux !

REALISATION PRATIQUE

Les figures 4 et 5 présentent le tracé et l'implantation du circuit imprimé. Celui-ci est fort simple et étudié pour pouvoir se loger dans un coffret HEILAND. Le commutateur rotatif, ainsi que le potentiomètre, seront fixés directement dessus.

La méthode choisie sera, de préférence, la méthode photographique. Attention de ne pas oublier les straps. Les supports de circuits intégrés ne sont pas obligatoires.

Le plan de perçage du coffret n'est pas communiqué. Nous pensons que nos lecteurs feront preuve d'une meilleure imagination que la nôtre, quant à l'aspect final de la réalisation.

POUR DISC-JOCKEYS

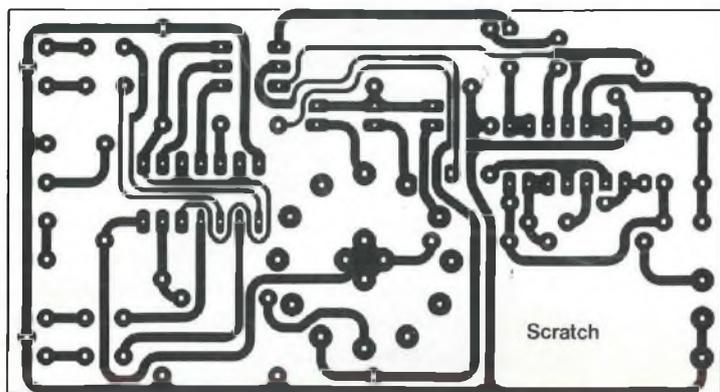


Fig. 4

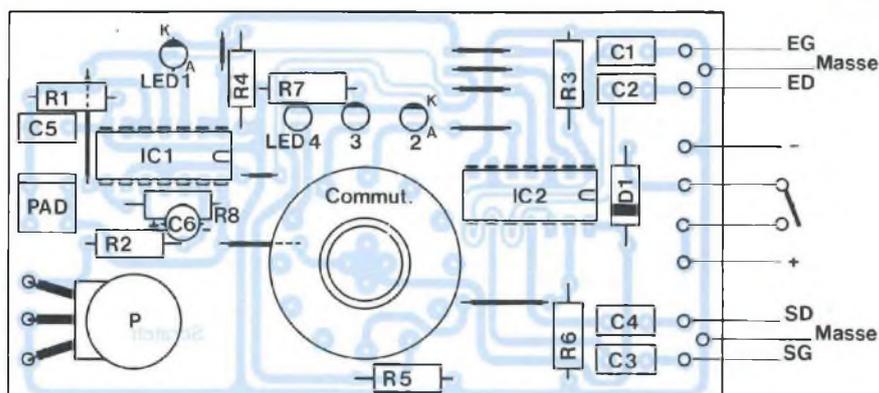


Fig. 5



NOMENCLATURE DES COMPOSANTS

• Résistances 1/4 W

R1 – R3 – R5 – R6 – R8 – 10 k Ω

R2 – 100 k Ω

R4 – R7 – 1 k Ω

P – Potentiomètre linéaire axe 6 mm

1 M Ω

• Condensateurs

C1 – C2 – C3 – C4 – LCC jaune de 1 μ F

C5 – LCC jaune de 100 nF

C6 – Electrochimique polarisé radial de 4,7 μ F/16 V

• Semiconducteurs

D1 – Diode 1N 4148

DL1 – Led rouge \varnothing 3

DL2 – DL3 – DL4 – 3 Leds verts \varnothing 3

IC1 – C-MOS 4093

IC2 – C-MOS 4066

• Divers

Epoxy simple face positive

1 Touche CI D6 ronde

1 Coffret HEILAND

1 Commutateur rotatif 2 circuits/ 6 positions bloqué à 3

1 Interrupteur miniature de châssis

1 Coupleur pour pile de 9 V

4 Fiches RCA femelles de châssis

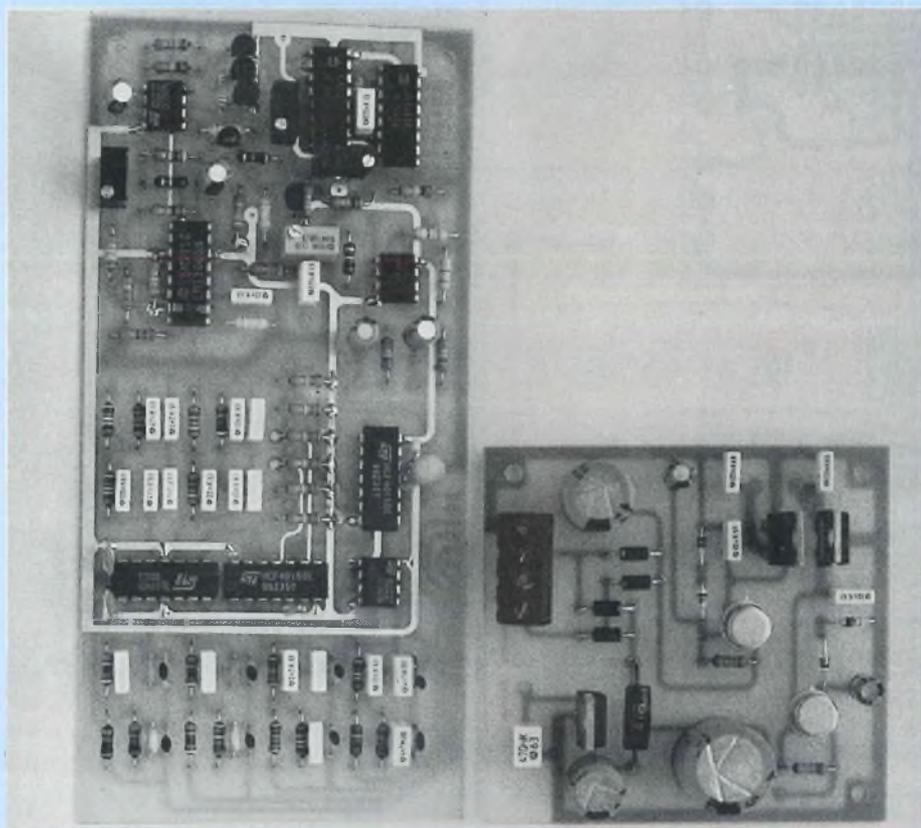
Boutons pour potentiomètre et commutateur

La figure 6 indique les opérations de câblage entre les fiches d'entrées/sorties, l'interrupteur et le circuit imprimé. Il est possible, pour l'alimentation, d'avoir recours à un accumulateur de 9 V / 6F22.

Notre équipe tient à remercier les techniciens radio et disc-jockeys, pour leur collaboration à cette réalisation.

Jean-Philippe CIOFOLO

DISTORSIOMETRE HARMONIQUE



2ème Partie

La première partie de l'article a permis de construire l'alimentation du distorsiomètre et de câbler les six filtres réjecteurs de la platine principale. Nous terminons maintenant le câblage et les réglages de cette section, complétée d'oscillogrammes.

L'utilisation de l'appareil constitue, à elle seule, un volet très important, auquel nous consacrerons un article entier dans le numéro 104 de la revue. Viendra aussi – adjonction indispensable pour des mesures sérieuses – la réalisation d'un générateur sinusoïdal à très faible taux de distorsion ...

LE CIRCUIT LM 13 600

On pourra indifféremment, en fonction des facilités d'approvisionnement, utiliser un LM 13 600 ou un LM 13 700, de caractéristiques équivalentes. Il s'agit d'un double amplificateur de transconductance, dont la figure 16 donne le brochage et la structure interne simplifiée.

On appelle amplificateur de transconductance, un amplificateur qui convertit une **tension** d'entrée v_e en un **courant** de sortie i_s , avec la relation de proportionnalité :

$$i_s = g_m v_e$$

Le coefficient g_m , qui a la dimension d'une admittance (inverse d'une résistance ou d'une impédance) et qui caractérise la fonction de transfert de l'amplificateur, est la transconductance. Dans le circuit de la figure 16, chaque amplificateur de transconductance offre des entrées différentielles, e_+ et e_- . Le symbole de sortie (les deux cercles après la pointe), montre qu'il s'agit bien d'une sortie en courant, sur les broches 5 et 12.

Pour les circuits LM 13 600 et LM 13 700, le gain en courant, donc, finalement, le coefficient g_m , est proportionnel au **courant** de commande i_c appliqué sur les broches 1 et 16 respectivement :

$$g_m = k i_c$$

Par ailleurs, l'étage d'entrée comporte deux diodes, dont les anodes communes rejoignent les broches 2 et 15 et dites diodes de linéarisation. Leur rôle normal est, en effet, de linéariser le gain de l'amplificateur, afin de permettre son fonctionnement sur plusieurs décades de valeurs de la tension d'entrée v_e . En fait, ces diodes agissent, elles aussi, sur le gain g_m , inversement proportionnel à l'intensité i_D qui pénètre par les bornes 2 ou 15 :

$$g_m = \frac{k_2}{i_D}$$

De ces diverses relations, on déduit finalement l'intensité de sortie i_s , pour une tension d'entrée donnée v_e et pour les valeurs imposées aux paramètres i_c et i_D :

$$i_s = k \frac{i_c}{i_D} v_e$$

TESTEZ VOS APPAREILS Hi-Fi

Le boîtier des circuits LM 13 600 et LM 13 700 incorpore aussi des étages de sortie, sous forme de deux groupes de transistors NPN collectés en Darlington et donc les collecteurs rejoignent le +E de l'alimentation. Si on attaque leurs bases par les sorties des amplificateurs de transconductance, il devient possible de recueillir une tension de sortie v_s , à basse impédance, sur les émetteurs (broches 8 et 9).

DE LA TENSION INSTANTANÉE A LA TENSION EFFICACE

Rappelons les définitions, physique et mathématique (évidemment équivalentes) de la tension efficace. Si une tension $v_1(t)$, fonction du temps t , périodique et de période T , produit, en un délai donné, par effet Joule, la même quantité de chaleur qu'une tension continue V_1 appliquée à la même résistance R , V_1 est la valeur efficace de la tension $v_1(t)$. Mathématiquement, V_1 est reliée à $v_1(t)$ par la relation :

$$V_1 = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T v_1^2(t) dt}$$

on voit que, pour déterminer V_1 à partir de $v_1(t)$, il faut la succession de trois opérations :

- élever $v_1(t)$ au carré,
- intégrer, sur chaque période (de 0 à T) le résultat obtenu,
- prendre, enfin, la racine carrée du tout.

C'est pourquoi, d'ailleurs, on utilise souvent la notation anglaise V_{RMS} : Root Mean Square, ou racine carrée de la moyenne des carrés.

Les deux premières opérations peuvent être réalisées, électroniquement, à l'aide des circuits de la figure 17. L'entrée $e-$ de l'amplificateur de transconductance A_1 reçoit le signal à traiter, v_1 , variable avec le temps : il s'agit,

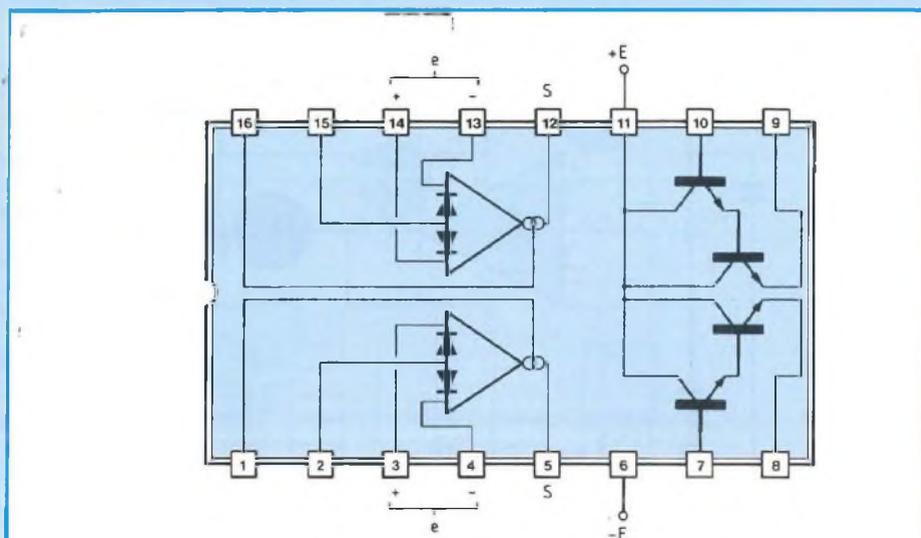


Fig. 16 : Structure interne et brochage du LM 13700.

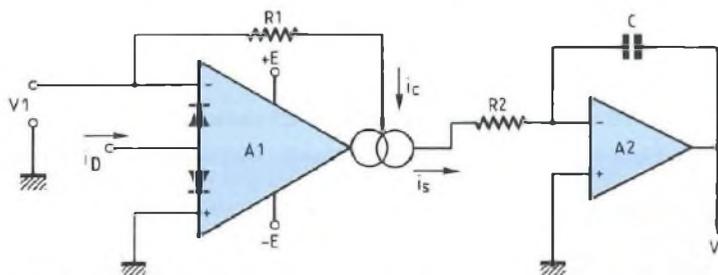


Fig. 17 : Élévation au carré et intégration.

bien sûr, du signal de sortie des filtres réjecteurs, étudiés dans le N° 102. Le courant de polarisation i_D étant maintenu constant, on retrouve, en sortie, une intensité i_s proportionnelle à v_1 d'une part et à i_c , d'autre part :

$$i_s = k v_1 i_c$$

Or, compte tenu de la polarisation constante de la broche 16, obtenue par construction et voisine de $-E$, i_c , à une constante près, s'écrit :

$$i_c = \frac{v_1}{R_1}$$

D'où finalement :

$$i_s = k v_1 \frac{v_1}{R_1} = \frac{k}{R_1} v_1^2$$

La première opération, c'est-à-dire l'élévation au carré, est ainsi réalisée.

Le deuxième amplificateur opérationnel A_2 , connecté en intégrateur selon un schéma très classique, effectue la deuxième opération. A quelques constantes additives et multiplications près, dont il conviendra de se débarrasser dans le montage final, on trouve donc :

$$v_s = v_1^2(t) \cdot dt$$

SCHEMA COMPLET DU CONVERTISSEUR RMS

Il est donné en figure 18. En IC7b et IC8a, on reconnaît, respectivement,

DISTORSIOMETRE HARMONIQUE

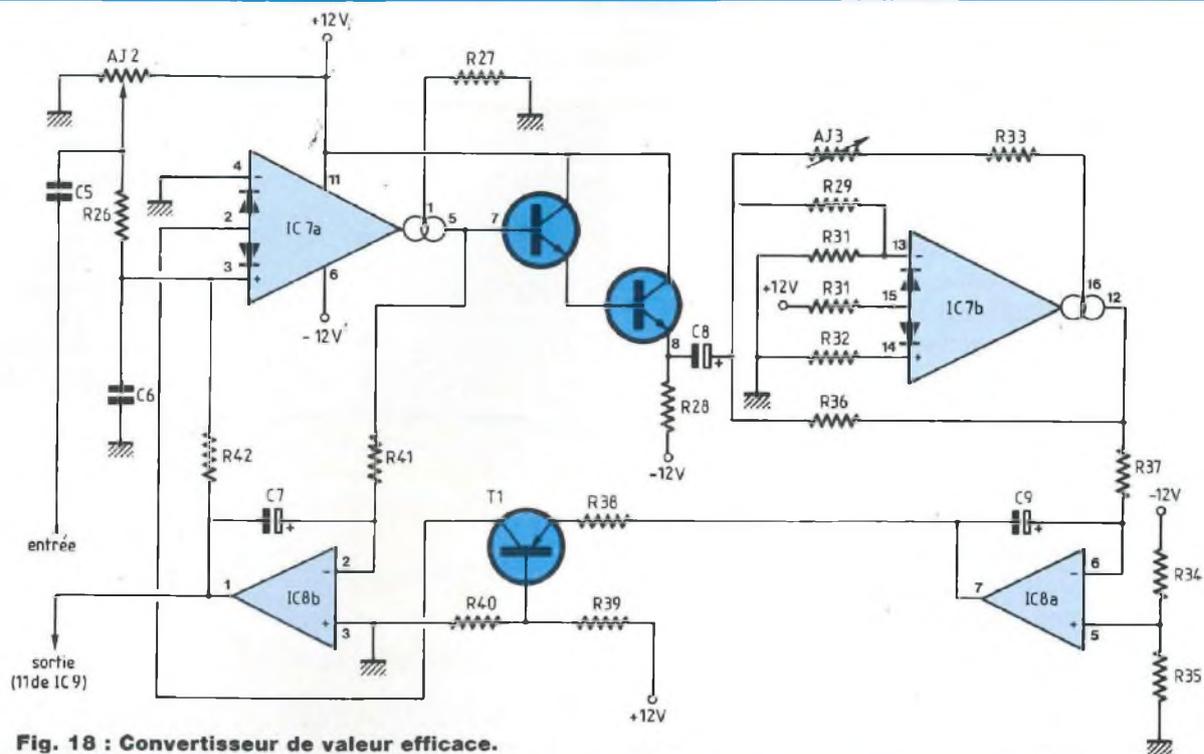


Fig. 18 : Convertisseur de valeur efficace.

les amplificateurs A1 et A2 de la figure 17. R31, reliée au +9 V, impose l'intensité de polarisation i_D dans les diodes. R30 et R32 équilibrent les courants dans les entrées e+ (à la masse) et e-. En réinjectant sur l'entrée une fraction du signal de sortie, R36 compense les constantes évoquées plus haut, selon un mécanisme dont le détail exigerait des calculs trop longs pour prendre place dans cet article. Notons simplement que son action peut être équilibrée par le dosage du courant i_c , à l'aide de l'ajustable AJ3.

La suite des opérations ne consiste pas à extraire la racine carrée, comme le font certains circuits spécifiquement conçus pour les mesures RMS, mais coûteux et surtout difficiles à trouver.

On s'en tire, ici, par une astuce qui repose sur les particularités de l'amplificateur LM 13 600.

Sur la sortie 7 de IC8a, la tension, proportionnelle à la puissance efficace du

signal d'entrée, commande le courant d'émetteur du PNP T1, donc son courant de collecteur, qui lui est pratiquement égal. Or, celui-ci n'est autre que le courant i_D de polarisation des diodes d'entrée de IC7a (broche 2, figure 18). Par ailleurs, l'entrée e+ de IC7a (broche 3) reçoit, en plus du signal d'entrée v_e , une partie du signal de sortie v_1 (broche 5), légèrement intégré par IC8b. Il en résulte une recherche d'équilibre, l'ensemble tendant, par la tension de sortie de IC8b (broche 1), à compenser les variations de puissance dues aux variations de v_e .

On peut, finalement, démontrer (les calculs sont longs !) que la tension continue (elle est intégrée par IC8b) de correction, sur la sortie, est justement proportionnelle à la tension efficace cherchée.

LA SECTION VOLTMETRE

Il ne reste plus, pour terminer l'appareil,

qu'à mesurer cette tension continue. La section voltmètre, affectée à ce travail, est schématisée en figure 19. Le montage, très classique, s'articule autour de composants connus de tous et déjà plusieurs fois exploités dans la revue. On pourra se reporter, en particulier, à la description du voltmètre/ampèremètre proposé par Monsieur Matoré dans le N° 75, pour plus de détails.

Le premier circuit intégré, IC9, assure la conversion analogique/numérique. Il transforme ainsi la tension continue de l'entrée 11, en un signal DCBA disponible sur les broches 1, 2, 15 et 16.

Comme il s'agit, en définitive, de commander les sept segments de trois afficheurs électroluminescents, deux autres opérations s'imposent : le décodage sur sept sorties et le multiplexage. IC10 se charge de la première partie du travail ; ses sorties absorbent et régulent les intensités convenables,

TESTEZ VOS APPAREILS Hi-Fi

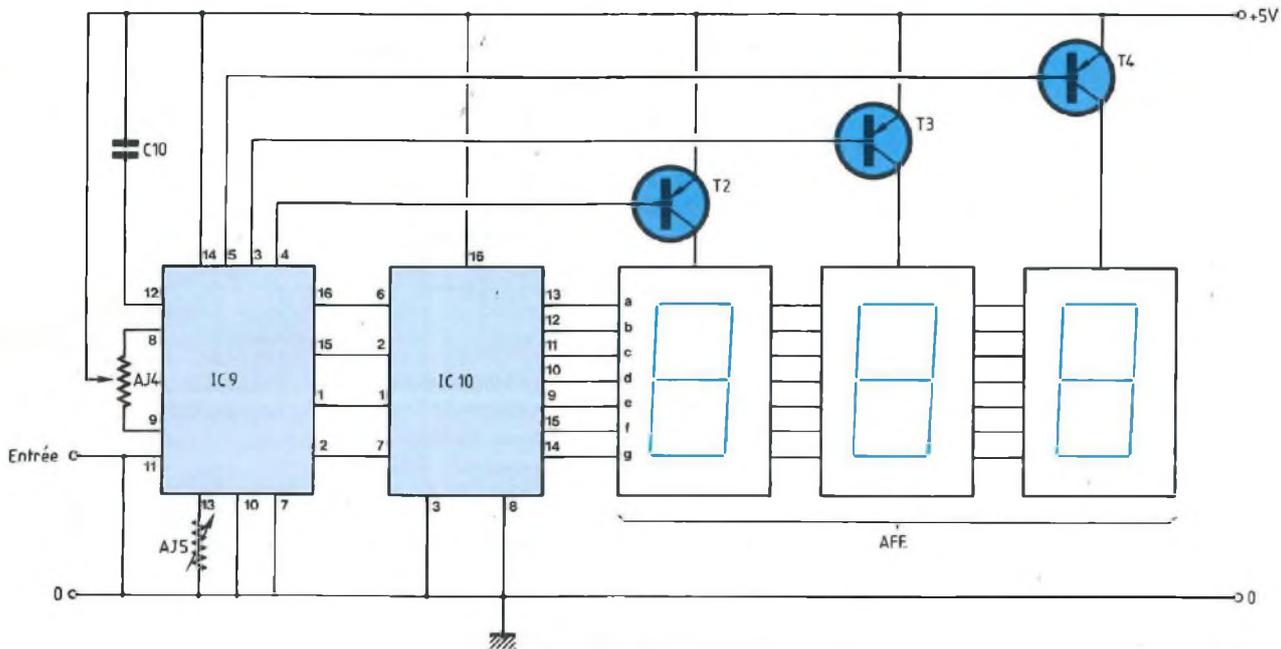


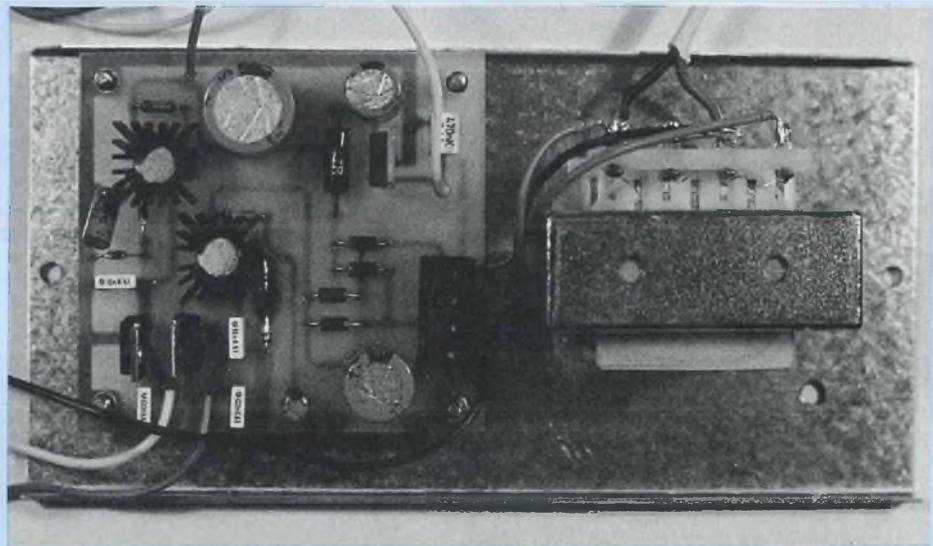
Fig. 22 : Section voltmètre.

sans qu'il soit nécessaire d'interposer des résistances de limitation. Le multiplexage des trois afficheurs (unités, dizaines, centaines) est assuré par les sorties 3, 4 et 5 de IC9, à travers les transistors PNP T2, T3, T4, qui alimentent les anodes communes des afficheurs.

A la mise au point, deux ajustables servent respectivement à régler le zéro (AJ4) et le facteur d'échelle (AJ5).

PREPARATION DU COFFRET - ALIMENTATION

L'appareil a été étudié pour prendre place dans un coffret ESM de référence EB 16/08 FA : il s'agit d'un modèle en tôle d'acier, qui joue donc, entre autres, le rôle de blindage électrostatique et électromagnétique. Seule, la face avant est en tôle d'aluminium, ce qui facilite son perçage et, notamment, celui de la fenêtre rectangulaire pour les afficheurs.



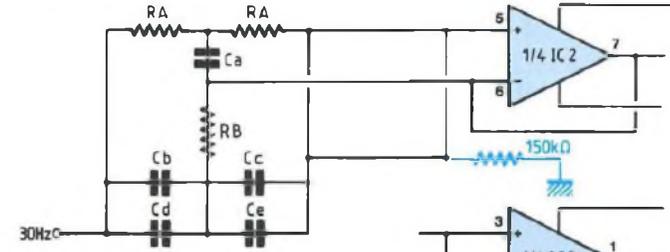
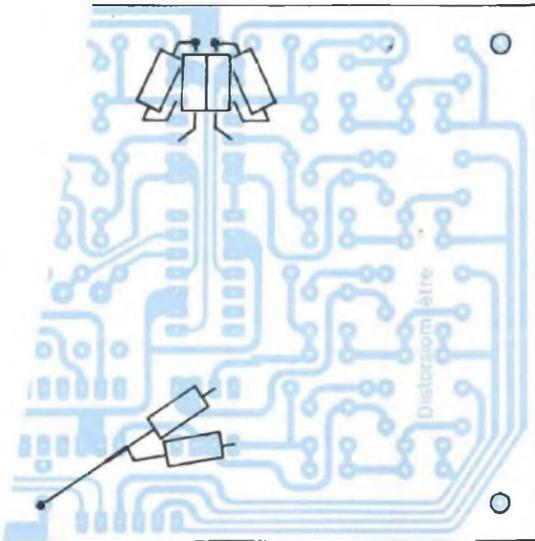
On commencera par mettre en place, sur la face arrière, le transformateur et la platine d'alimentation, équipée de ses fils de sortie. Pour ces derniers, ne pas hésiter à choisir des sections assez importantes, bien que les intensités véhiculées par les sorties +9 V et -8 V

restent réduites. On minimise ainsi les résistances internes, qui nuiraient à la qualité de la régulation. Le prototype est équipé de fils souples de 7/10 de mm.

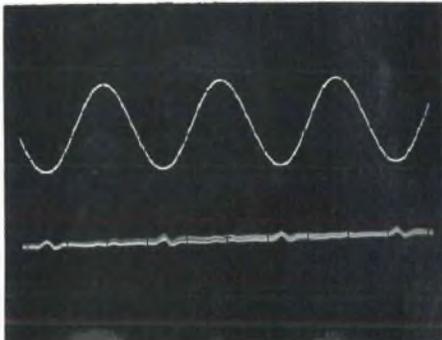
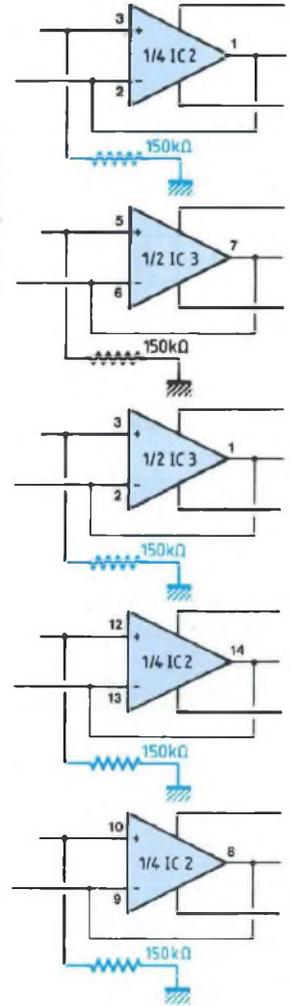
La partie inférieure du coffret comporte, à l'avant comme à l'arrière, des

DISTORSIOMETRE HARMONIQUE

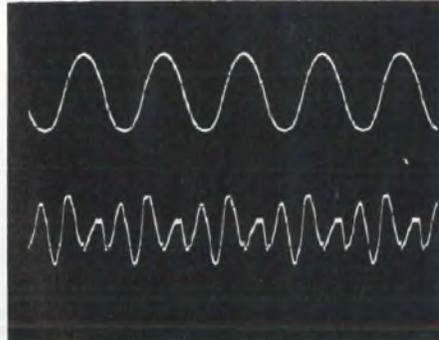
6x150k



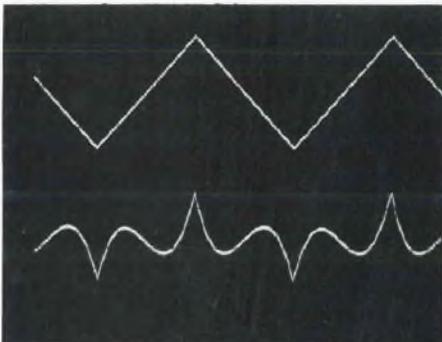
Afin d'éviter tout risque d'instabilité de fonctionnement due à l'énorme impédance d'entrée des amplis opérationnels LF 353 et TL 074, il est préférable de relier leurs entrées (+) à la masse au travers de résistances de 150 kΩ.



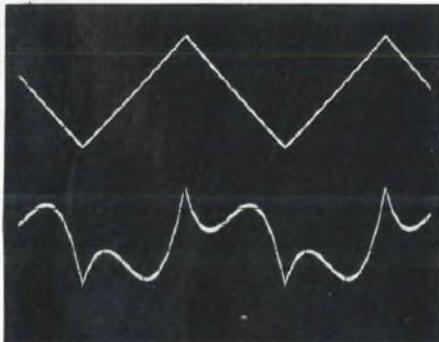
A. A 1 kHz, un générateur de fonctions de bonne qualité délivre une sinusoïde propre (environ 0,5 % de distorsion). Le résidu trahit une légère dissymétrie entre les crêtes positives et négatives.



B. Avec un générateur volontairement déréglé (on perçoit les déformations directement sur la sinusoïde), le résidu de distorsion fait apparaître une forte contribution de l'harmonique 3.



C. Des triangles donnent, lorsqu'ils sont exactement réglés sur la fréquence de réjection, un signal de sortie très caractéristique, avec une prédominance de l'harmonique 2.



D. Il suffit d'une très légère déviation de la fréquence du signal d'entrée, entaché, en plus, d'une petite dissymétrie, pour changer notablement l'aspect du résidu.

TESTEZ VOS APPAREILS Hi-Fi

NOMENCLATURE DES COMPOSANTS

• Résistances 0,25 W à $\pm 5\%$

R26 – 470 k Ω
R27 – 33 k Ω
R28 – 3,3 k Ω
R29 – 5,1 k Ω
R30 – 510 Ω
R31 – 22 k Ω
R32 – 510 Ω
R33 – 12 k Ω
R34 – 100 k Ω
R35 – 1,3 k Ω
R36 – 10 k Ω
R37 – 30 k Ω
R38 – 2 k Ω
R39 – 1,2 k Ω
R40 – 1 k Ω
R41 – 33 k Ω

• Résistances ajustables 15 tours (réglage dessus)

AJ2 – 1 M Ω
AJ3 – 5 k Ω
AJ4 – 50 k Ω
AJ5 – 10 k Ω

• Condensateurs Milfeuil

C5 – 220 nF
C6 – 10 nF
C10 – 220 nF

• Condensateurs électrolytiques (sorties radiales, 25 V)

C8 – 22 μ F
C9 – 47 μ F

• Condensateur tantale goutte

C7 – 6,8 μ F (25 V)

• Transistors

T1 – T2 – T3 – T4 – 2N 2907
(boîtier plastique)

• Circuits intégrés

IC7 – LM 13 600 (ou LM 13 700)
IC8 – LF 353
IC9 – CA 3162
IC10 – CA 3161

retours de près de 10 mm. Pour qu'ils ne gênent pas la fermeture, on veillera à placer le transformateur et surtout le circuit d'alimentation, aussi près que possible du bord supérieur.

Avec le coffret sélectionné, les ouïes d'aération, hautes et basses, sont prévues d'origine. En cas d'utilisation d'un autre modèle, il ne faudrait pas oublier de prévoir un refroidissement, car le calage de fréquence des filtres réjecteurs dériverait de façon gênante avec une élévation de la température interne supérieure à une dizaine de degrés.

FIN DU CABLAGE DE LA PLATINE PRINCIPALE

Nous avons arrêté cette opération, dans le dernier numéro, à la mise en place des six filtres et des préamplificateurs de sortie. Puisque nous disposons maintenant de l'alimentation, il est conseillé de vérifier, d'abord, le fonctionnement de cette section du montage. Il faut, pour cela :

- amener provisoirement les connexions de masse, de +9 V et de -8 V,
- souder, sur les six entrées des filtres (pastilles notées K1a sur la figure 21 du précédent numéro), du fil en nappe à six conducteurs, avec une longueur (provisoire) de 12 cm environ,
- souder, sur les six résistances de commande des portes (section K1b de la figure 15, dans le N° 102 et implantation de la figure 21), le même fil en nappe à six conducteurs, avec la même longueur,
- installer, du côté opposé aux composants, les six résistances de 150 k Ω . Celles des filtres 30 Hz, 200 Hz, 10 kHz et 15 kHz rejoindront la masse sur le point commun à C12 et C11. Pour les deux autres filtres, on ira rejoindre la piste de masse en bas du circuit, sur l'armature négative de C13.

VERIFICATION DES FILTRES

Il faut disposer d'un générateur BF sortant des sinusoïdes et si possible, des triangles. La qualité des signaux n'a, pour l'instant, pas grande importance. Un taux de distorsion assez élevé, atteignant quelques pour cent, permet au contraire d'observer, sans problème, le résidu.

Pour chaque filtre, on appliquera, sur l'entrée, une sinusoïde réglée à 1 V crête à crête, et on observera le signal sur la sortie de l'amplificateur opérationnel correspondant. En réglant le générateur autour de la valeur nominale (30 Hz, 200 Hz ... etc ..), on vérifiera la fréquence pour laquelle le signal disparaît presque complètement en sortie. Il est possible qu'elle diffère de quelques pour cent de sa valeur théorique. En effet, les condensateurs mis en jeu sont appariés, ce qui ne signifie nullement qu'ils offrent exactement la capacité souhaitée.

L'oscillogramme A, relevé à 1 kHz, montre en haut la sinusoïde d'entrée (1 V crête à crête) et, en bas, le résidu disponible en sortie, lorsque la fréquence du générateur correspond exactement à la fréquence d'accord du filtre. Avec un générateur à fort taux de distorsion (5 %), nous avons relevé, à la même fréquence, l'oscillogramme B (les sinusoïdes d'entrée étant volontairement dégradées). On voit clairement apparaître l'harmonique de rang trois, auquel se superposent, plus réduits, des harmoniques de rangs supérieurs.

L'emploi d'un signal triangulaire permet aussi un accord très précis, pour la mesure de la fréquence. Une variation de quelques hertz, à 1 000 Hz, fait passer de l'oscillogramme C à l'oscillogramme D. L'accord (oscillogramme C) correspond à une parfaite symétrie du signal de sortie.

CHELLES ELECTRONIQUES 77

16, av. du Maréchal Foch 77500 Chelles
 Tél. : 64 26 38 07 / Télécopieur : 60 08 00 33
 Ouvert du mardi au samedi de 9 h 30 à 12 h 15 et de 14 h 30 à 19 h

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

Une sélection de nos semiconducteurs

Réf.	PU TTC	HA 1366WR	39 F	LA 4420	25 F	TA 7225	45 F	TA 7326	15 F	UPC 1263	30 F
2SA 1104	45 F	HA 1368	47 F	LA 4422	20 F	TA 7226	38 F	TA 7604	35 F	UPC 1277	35 F
2SC 945	4 F	HA 1368R	47 F	LA 4430	35 F	TA 7227	35 F	TA 7614	20 F	UPC 1350	20 F
2SC 1969	45 F	HA 1377	35 F	LA 4440	25 F	TA 7230	30 F	TA 7622	60 F	UPC 1379	35 F
2SC 2028	48 F	HA 1392	40 F	LA 4445	25 F	TA 7232	25 F	TA 7629	35 F	STK 0050	120 F
2SC 2879	45 F	HA 1396	80 F	LA 4460	28 F	TA 7240	28 F	TA 7640	15 F	STK 078	150 F
2SC 3150	25 F	HA 1397	40 F	LA 4461	28 F	TA 7241	35 F	TA 8205	70 F	STK 086	230 F
AN 214	25 F	HA 1398	40 F	LA 4466	30 F	TA 7251	60 F	TA 8207	35 F	STK 461	140 F
AN 6250	20 F	HA 12005	45 F	LA 4456	40 F	TA 7250	60 F	TA 8210	70 F	STK 463	160 F
AN 6540	30 F	HA 13001	30 F	LA 4466	35 F	TA 7263	60 F	TA 8214	50 F	STK 203H	150 F
AN 6610	20 F	HA 1311K	65 F	LA 4475	40 F	TA 7264	60 F	TA 8216	60 F	STK 2129	120 F
AN 7140	30 F	HA 13119	40 F	LA 4510	20 F	TA 7270	25 F	UPC 575C2	18 F	STK 2230	110 F
AN 7148	20 F			LA 4550	25 F	TA 7271	30 F	UPC 1018	30 F	STK 2240	130 F
AN 7158	15 F	LA 1135	38 F	M 515170	50 F	TA 7273	65 F	UPC 1028HA	12 F	STK 2250	160 F
AN 7168	45 F	LA 3161	20 F	MB 3712	35 F	TA 7274	35 F	UPC 1032H	15 F	STK 3041	90 F
AN 7170	58 F	LA 3350	29 F	MB 3730	35 F	TA 7280	30 F	UPC 1037	30 F	STK 41210	130 F
AN 7171K	60 F	LA 3361	20 F	MB 3731	38 F	TA 7281	32 F	UPC 1161	38 F	STK 5481	135 F
AN 7420	20 F	LA 4102	15 F	MA 3732	40 F	TA 7299	30 F	UPC 1171	25 F	STK 7310	100 F
BA 328	15 F	LA 4126	30 F	TA 7151	15 F	TA 7310	20 F	UPC 1181	28 F	STK 7348	100 F
BA 5406	28 F	LA 4140	10 F	TA 7204	25 F	TA 7312	25 F	UPC 1187	28 F	et toujours les 74LS - HC HCT - la série 4000	
HA 1151	25 F	LA 4160	15 F	TA 7205	20 F	TA 7313	15 F	UPC 1188	32 F	les TDA - LM - les transis	
HA 1156W	25 F	LA 4183	25 F	TA 7208	30 F	TA 7317	25 F	UPC 1225	35 F	tors 2N - BC - BD	
HA 1366W	39 F	LA 4192	25 F	TA 7214	65 F	TA 7322	15 F	UPC 1230H2	35 F	BF - TIP	
		LA 4250	30 F	IA 7215	45 F	TA 7323	28 F				
		LA 4261	30 F	TA 7222	20 F						

Distributeur des haut-parleurs AUDAX

H.P. AUDAX Série CLASSIQUE

Réf.	PU TTC
TWX 100	46 F
TWX 102	73 F
TWX 103	92 F
TWX 106	104 F
MDX 300	92 F
MDX 301	185 F
MDX 302	145 F
BMX 400	110 F
BMX 402	215 F
BMX 403	160 F
BMX 405	160 F
BMX 408	127 F
BMX 407	220 F
BMX 408	345 F
BMX 410	200 F
LFX 500	200 F
LFX 501	290 F
LFX 502	240 F
LFX 504	350 F

Série III FI

Réf.	PU TTC
IWH 101	105 F
TWH 104	160 F
TWH 106	170 F
TWH 107	200 F
TWH 110	375 F
MDH 301	345 F
MDH 302	310 F
BMH 402	245 F
BMH 403	275 F
BMH 404	295 F
BMH 407	515 F
LFH 503	775 F
LFH 504	1 125 F
LFH 506	550 F
LFH 507	640 F

Série PRO

Réf.	PU TTC
TWP 101	550 F
TWP 102	650 F
TWP 103	890 F

MDP 301	500 F
MDP 302	450 F
MDP 303	500 F
MDP 304	550 F
MDP 305	600 F
BMP 401	650 F
BMP 402	850 F
LFP 500	N.C.
LFP 501	550 F
LFP 502	1 450 F
LFP 503	1 500 F
LFP 504	1 900 F

Série INDUSTRIES

Réf.	PU TTC
FRI 630	122 F
FRI 631	190 F

SONOSPHERE

Réf.	PU TTC
SPR 12 B4	270 F
SPR 12 B8	270 F
SPR 12 BT	335 F
SPR 12 W4	270 F
SPR 12 W8	270 F
SPR 12 WT	335 F
SPR 12 C4	320 F
SPR 12 C8	320 F
SPR 12 CT	400 F
SPR 12 F1	30 F
SPR 12 F2	25 F

SONORISATION

Réf.	PU TTC
2015/4	280 F
2015/B	280 F
2015/T	345 F

KIT

Réf.	PU TTC
PRO 021	900 F
PRO 218	1 200 F
PRO 120	1 300 F
PRO 317	1 500 F
MTX 50	970 F
MTX 100	1 800 F

Toujours disponibles au magasin : composants standards, kits, outillage, coffrets, circuits imprimés, etc.

Série PRESTIGE

Réf.	PU TTC
MDA 108	585 F
MDA 116	585 F

Série AUTORADIO

Réf.	PU TTC
PAC 025	280 F
PAC 100	485 F
PAC 200	495 F
PAC 300	550 F
PAC 400	595 F

H.P. SEAS TWEETERS

Réf.	PU TTC
H 202	170 F
H 225	180 F
H 377	225 F
H 392	235 F
H 254	260 F
H 515	255 F
H 414	215 F
H 398	270 F
H 400	320 F

MEDIUMS

Réf.	PU TTC
10 FM	260 F
MP 12 VC-H	350 F
MP 14 RCY	420 F
76 MF (H304)	425 F

WOOFERS

Réf.	PU TTC
11 FGX	440 F
P 11 RCY-H	425 F
P 14 RCY	410 F
P 17 RCY	485 F
P 17 REX	535 F
CA 21 REX	585 F
P 21 REX	590 F
25 FWBX	590 F
P 25 REX	635 F
CA 25 FEY/DD	815 F
33 FZBX/DD	1 920 F

H.P. COAXIAUX

Réf.	PU TTC
MP 14 RE COAX (médium - HF)	920 F
P 17 REX (graves - HF)	995 F

H.P. DOUBLE BOBINE

Réf.	PU TTC
P 14 RCY	510 F
CA 21	665 F
RE4X/DC	665 F
CA 25	695 F
RE4X/DC	695 F

H.P. DYNAUDIO TWEETERS

Réf.	PU TTC
D 21	535 F
D 21 AF	535 F
D 28	565 F
D 28 AF	565 F
D 260 (Esotec)	790 F
T 330 D (Esotar)	2 185 F

MEDIUMS

Réf.	PU TTC
D 52	755 F
D 52 AF	755 F
D 54	925 F
D 54 AF	925 F
D 76	740 F
M 560 (Esotar)	2 285 F

WOOFERS

Réf.	PU TTC
15 W 75	775 F
17 W 75	660 F
17 W 75 EXT	660 F
17 W 75 XL	720 F
21 W 54	1 220 F
24 W 75	705 F
24 W 100	1 230 F
30 W 54	1 465 F
30 W 100	1 995 F

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
- Génèr de fonctions 96RR01 320 F
- Alim/chargeur 96RR02 265 F
- Coffret + visserie + pieds RG3 50 F
- Ampli 5 W (sans HP) 85 F
- Variateur toutes charges 96DJ01 230 F
- Programmeur de 68705 P3 (avec alim.) 97 DB 01 250 F
- accessoires de finition 100 F
- Liaison Hi-Fi par infrarouges
- Emetteur I.R. 98RR03 (coffret + accessoires divers) 170 F
- Récepteur I.R. 98RR04 (coffret + accessoires divers) 160 F
- Amplificateur autoradio 2 x 40 W - Convertisseur 12V/48V 98DS01 (coffret + dissipateur + ventilateur + accessoires) 330 F
- Amplificateur stéréo 98DS02 280 F
- Adaptateur/fréquence-mètre (avec C.I.) 101RR05 (coffret + connecteurs + visserie) 220 F
- Overdrive 102 BD 01, complet (coffret + boutons) 150 F
- Trémolo 103 BD 02, complet (coffret + 3 boutons) 168 F

Qté	Référence	P.U TTC	Total TTC
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Port et emballage : 30 F			
Net à payer TTC : <input type="text"/>			

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 _____

