

# Leed

PROJET N° 11 : REGULATEUR DE

VITESSE POUR MINI-PERCEUSE

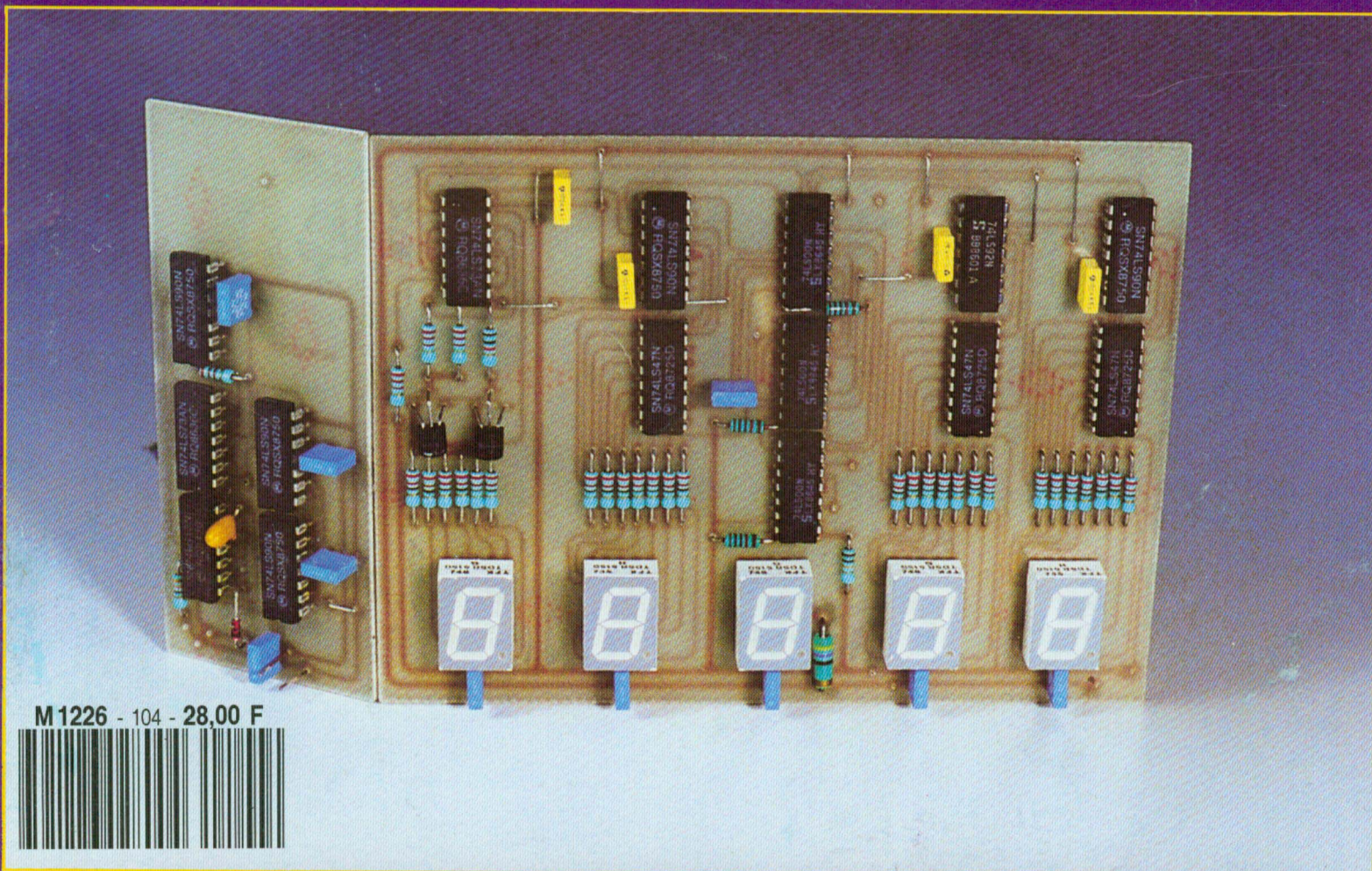
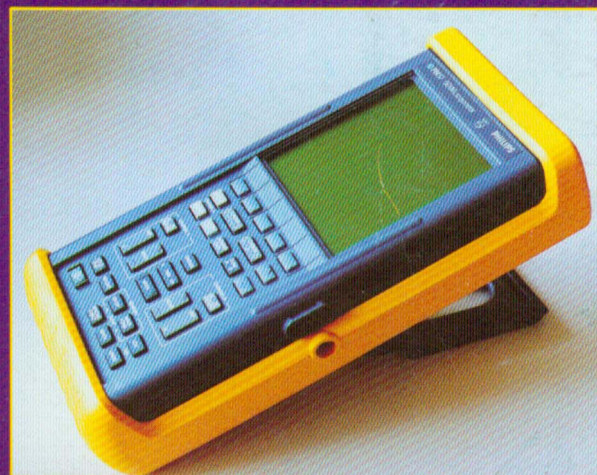
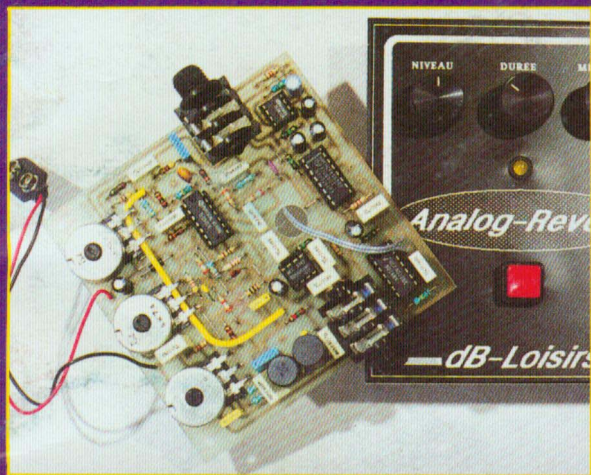
PEDALE D'EFFET : LA REVERBERATION

LE COMPTAGE DECIMAL

HORLOGE NUMERIQUE 24 H 00

SCOPEMETRE PM97 FLUKE/PHILIPS

ISSN 0753-7409



M 1226 - 104 - 28,00 F





# Led

L'équipe de Led  
vous présente  
ses meilleurs voeux  
pour l'année 1993

**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**  
**Directeur technique**  
Thierry Pasquier

**Rédaction**  
Ont collaboré à ce numéro :  
Georges Matoré,  
René Rateau  
Bernard Dalstein  
Bernard Duval

**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

### SOMMAIRES DES N°S 93 A 103

Toutes les rubriques de l'année  
1992.

## 6

### L'EXPLOITATION DE LA CONNAISSANCE (PROJET N° 11 : REGULATEUR DE VITESSE POUR MINI-PERCEUSE

L'alimentation pour mini-  
perceuse basse tension conti-  
nue proposée permet d'adapter  
la vitesse de rotation de l'engin  
utilisé à la nature, la dureté du  
matériau à percer. La vitesse de  
perçage sera maintenue constan-  
te par auto-régulation, compen-  
sant la surcharge à la péné-  
tration du foret.

## 14

### PEDALES D'EFFETS POUR INSTRUMENTS : LA REVERBERATION ANALOGIQUE

Le module de réverbération pré-  
senté dans ces lignes met en  
œuvre un registre à transfert de  
charges de 1 024 étages,  
assurant un retard moyen de  
40 ms. Il permet de simuler la  
résonance particulière des  
cathédrales et salles de concert  
à partir de moyens purement  
électroniques.

### 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.

## 26

### SERVICE FILMS POSITIFS

## 27

### 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.

## 30

### LE COMPTAGE DECIMAL

Avec le circuit CD 4017 on  
systématise la notion de comp-  
tage et de division. La sortie de  
"retenue" autorise la mise en  
cascade de plusieurs modules  
identiques et donne accès à la  
division par  $10^2$ , par  $10^3$ , etc.

## 34

### EXPERIENCES D'ELECTRONIQUES POUR LES COLLEGES

- Fiche n° 9 : Les bascules bi-  
stables. Les expériences qui  
mettent en œuvre la double  
bascule CD 4013 marquent le  
passage de la logique combina-  
toire à la logique séquentielle.  
- Fiche n° 10 : Le comptage  
décimal. Après le comptage et  
la division par 10, application la  
plus immédiate, les expériences  
montrent la possibilité de divi-  
sions par d'autres nombres...

## 38

### HORLOGE DIGITALE 24 H

Avec cette réalisation, vous  
serez en possession d'une hor-  
loge à affichage numérique  
d'une excellente précision.  
Equipée d'afficheurs 7 seg-  
ments de 12,7 mm de hauteur,  
cette horloge vous renseignera  
à distance, avec exactitude,  
24 h sur 24, contrairement à  
celles équipées d'afficheurs  
LCD inutilisables la nuit ou à  
plus de 2 m de distance.

## 46

### LE SCOPEMETRE PM 97 DE FLUKE/PHILIPS

Le PM 97 est le plus complet  
d'une famille de trois appareils  
fort justement baptisés "sco-  
pémètres" par leur construc-  
teur.  
Ces instruments de mesure  
associent de façon inter-active,  
dans un boîtier remarquable-  
ment compact, un oscilloscope  
numérique et un multimètre de  
très haut de gamme.

### DISTORSIOMETRE HARMONIQUE

Notre collaborateur, M. René  
Rateau, s'étant fait dérober son  
sac à la bibliothèque du Centre  
Georges Pompidou, celui-ci  
contenant et les documents  
manuscrits et la maquette du  
distorsiomètre, il n'a malheu-  
reusement pas eu le temps  
nécessaire avant le bouclage de  
ce numéro de reprendre et de  
terminer son travail. La 3<sup>e</sup> par-  
tie de cette réalisation est donc  
reportée au n° 105 de février.

## N° 93

Rubrique	Page
La connaissance de l'électronique (cours n° 33 : L'optoélectronique)	6
Mélangeur trichrome numérique (2 <sup>ème</sup> partie)	15
Service circuits imprimés	26
Service films positifs	27
Serrure codée à reconnaissance fréquentielle	30
Panneau d'affichage à LEDs	38
Caisson amplifié sono 100 W eff (1 <sup>ère</sup> partie)	44

## N° 94

Rubrique	Page
L'exploitation de la connaissance (Projet n° 1 : Amplificateur 750 mW)	4
Bloc amplificateur mono pure classe A en Mosfet 85 W eff./8 Ω	12
Service circuits imprimés	26
Service films positifs	27
Mélangeur trichrome numérique (3 <sup>ème</sup> partie)	29
Caisson amplifié sono 100 W eff. (2 <sup>ème</sup> partie)	32
Mire de barres couleur	43
Gong électronique	50

## N° 95

Rubrique	Page
L'exploitation de la connaissance (Projet n° 2 : Alimentations standardisées pour montages)	4
Télécommande secteur à 4 canaux	16
Service circuits imprimés	26
Service films positifs	27
Sonde milli-ohmmètre de précision pour votre labo	28
Strobo-led de poche	34
Panneau d'affichage à LEDs avec sauvegarde du texte	38
Bloc amplificateur mono pure classe A en Mosfet 85 W eff./8 Ω (2 <sup>ème</sup> partie)	44

## N° 96

Rubrique	Page
L'exploitation de la connaissance (Projet n° 3 : Extrapolation de l'amplificateur AF 750 mW → 4 W )	4
Un laboratoire miniature	8
Service circuits imprimés	26
Service films positifs	27
Télécommande secteur à 4 canaux (2 <sup>ème</sup> partie)	30
Alarme son et lumière en Mosfet surpuissante	34
Super variateur-correcteur pour toutes charges 230 V	40
Régulateur de température universel	44

## N° 97

Rubrique	Page
L'exploitation de la connaissance (Projet n° 4 : Alimentation de laboratoire)	4
Le MC 68 705 P3 et son utilisation pratique	12
Service circuits imprimés	26
Service films positifs	27
Télécommande infrarouges 12 voies à microcontrôleur 68 705 P3	34
Liaison Hi-Fi stéréo par infrarouges	46

## N° 98

Rubrique	Page
L'exploitation de la connaissance (Projet n° 5 : Amplification complémentaire)	26
Service circuits imprimés	27
Service films positifs	27
Adaptateur fréquencemètre pour multimètre numérique	34
<b>Led Collèges :</b>	
Fiche N° 3 : Fonction logique NON	44
Hystérésis (triggers)	44
Fiche N° 4 : Portes logiques NON-ET	46
Module d'étude des inverseurs et des triggers	48

# les rubriques de Led 1992 des n<sup>os</sup> 93 à 103

## N° 99

Rubrique	Page
L'exploitation de la connaissance (Projet n° 6 : Testeur de continuité)	4
Préamplificateur stéréo 4 entrées/sortie casque, en classe A	10
Liaison Hi-Fi stéréo par infrarouges (3 <sup>ème</sup> partie)	21
Circuits imprimés, un équipement complet pour 200 F.	22
Service circuits imprimés	26
Service films positifs	27
Sonnette de portail radiocommandée	35
Thermomètre digital de 0 à 200 °C	46

## N° 100

Rubrique	Page
L'exploitation de la connaissance (Projet n° 7 : Témoins secteur)	4
<b>Led Collèges :</b>	
L'alimentation +5 V	10
Générateur de niveaux logiques et analogiques	14
Module d'étude des portes	17
Fiche N° 1 : Etude du générateur	20
Fiche N° 2 : Portes logiques ET	22
Liaison HF pour guitare et micro (1 <sup>ère</sup> partie)	24
Service circuits imprimés	27
Service films positifs	27
Outil de développement	
La duplication des 68705 xx	40

## N° 101

Rubrique	Page
De la sonnette de portail à la CB	5
L'exploitation de la connaissance (Projet n° 8 : Millivoltmètre à cristaux liquides)	6
Liaison HF pour guitare et micro (2 <sup>ème</sup> partie)	14
Pédales d'effets pour instruments	22

## N° 102

Rubrique	Page
L'exploitation de la connaissance (Projet n° 9 : Dispositif thermostatique à relais)	4
<b>Led Collèges :</b>	
Fiche N° 5 Portes logiques OU	14
Fiche N° 6 : Portes logiques OU exclusif	16
Allumage progressif pour lampes halogènes	18
Service circuits imprimés	26
Service films positifs	27
Distorsiomètre harmonique (1 <sup>ère</sup> partie)	30
Pédales d'effets – Module M01 : pédale overdrive	44

## N° 103

Rubrique	Page
L'exploitation de la connaissance (Projet n° 10 : Dispositif thermostatique à triac)	4
<b>Led Collèges :</b>	
Fiche N° 7 Portes logiques NON-OU et NON-OU exclusif	14
Fiche N° 8 : Application des portes NON-ET	16
Pédales d'effets – Module M02 – pédale trémolo	18
Service circuits imprimés	26
Service films positifs	27
Led Collèges : Module d'étude des bascules	28
Préamplificateur stéréo 4 entrées/sortie casque, en classe A (2 <sup>ème</sup> partie)	32
Compléments sur la liaison HF pour guitare	37
Scratcheur pour disc-jockeys	40
Distorsiomètre harmonique (2 <sup>ème</sup> partie) dissymétrique)	44
Télécommande infra-rouge 12 voies à micro- contrôleur 68705 P3 (2 <sup>ème</sup> partie)	4
Liaison Hi-Fi stéréo par infrarouges (2 <sup>ème</sup> partie)	15
Service circuits imprimés	20
Service films positifs	26
Amplificateur de puissance pour autoradio 2 x 40 W eff./8 Ω	27
	36

## L'exploitation de la connaissance

Pour alimenter une mini-perceuse fonctionnant sous basse tension continue, il nous est demandé de réaliser une alimentation secteur. La vitesse de l'engin de perçage utilisé sera rendue ajustable, pour sa meilleure adaptation à la dureté du matériau à percer et, de plus, elle sera auto-régulée.

**L**es services de la mini-perceuse sont fréquemment sollicités, que ce soit au laboratoire, à l'atelier, à la maison ... Nous pouvons dire que les interventions ne sont pas rares, sur les circuits imprimés, sur les coffrets abritant nos montages, mais encore pour d'autres travaux les plus divers !

La maniabilité a sûrement contribué à installer la réputation de la mini-perceuse, dont les remarquables performances font d'elle le complément apprécié, voire indispensable de la classique perceuse électromécanique désormais omniprésente.

Nous avons parlé perçage, lors de notre entretien du n° 71 de Led, lorsque nous nous sommes intéressés à la construction électronique. Nous avons souligné l'intérêt à utiliser des forets de carbure pour percer les traversées dans l'époxy, un procédé efficace et économique. Plus la vitesse de rotation de l'engin est élevée, qui peut atteindre les 15 à 18 000 tours/minute (à vide !), plus le travail de l'époxy est rendu facile, l'époxy est un matériau (très) dur !

C'est la vitesse de rotation de son moteur qui "fait" la puissance de la mini-perceuse ...

Devant percer la tôle d'acier des coffrets, nous opérons à vitesse élevée, avec des forets "rapides". Mais dans l'aluminium, nous opérons à vitesse lente, la plus lente que possible, nous servant de forets à bois, dont la pointe de centrage se placera facilement dans

l'avant-trou réalisé à l'endroit voulu. Percer la matière plastique ne présente pas la moindre difficulté, à vitesse réduite, au foret "rapide".

Les surfaces étant vulnérables, nous vous avons fait part des bons résultats recueillis en perçant du côté "envers", du côté opposé à celui qui est souvent protégé par une feuille de matière plastique (façades et fonds en aluminium) et qui sera exposé aux regards, une fois le travail terminé.

Pour marquer et pour pointer les emplacements des centres des trous à percer, essayez donc, à l'occasion, d'utiliser ces feuilles ou bandes de pastilles adhésives, pastilles "transfert", dont nous nous servons pour dessiner nos circuits imprimés sur mylar quadrillé. Vous obtiendrez des trous bien alignés et régulièrement espacés !

### PROJET

Nous devons réaliser une alimentation secteur pour mini-perceuse basse tension continue.

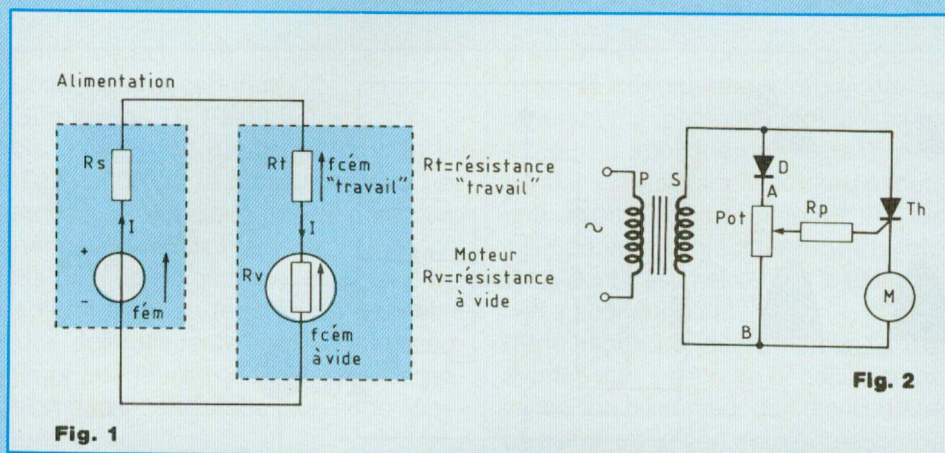
Il sera possible d'adapter la vitesse de rotation de l'engin utilisé à la nature, la dureté du matériau à percer.

La vitesse de perçage sera maintenue constante, par auto-régulation, compensant la surcharge à la pénétration du foret.

Cela vous convient-il ?

L'alimentation est un générateur, un dipôle actif dissymétrique, dont nous avons fait la connaissance lors de nos entretiens des N° 65 et 66 de Led.

En l'absence de charge, lorsque l'ali-



mentation ne débite pas sur un récepteur, la tension présente à ses bornes occupe sa valeur maximale, sa tension sortie à vide, appelée force électromotrice, que nous désignerons par  $f_{cém}$  ...

Le moteur de la perceuse est un récepteur, un consommateur d'énergie électrique, un dipôle dissymétrique passif, il n'est pas un générateur !

A ses bornes, lorsqu'il est en fonctionnement s'entend, est présente la tension appelée sa force contre-électromotrice, que nous désignons par  $f_{cém}$  (figure 1).

La  $f_{cém}$  d'un récepteur équilibre la tension présente aux bornes du générateur qui l'alimente, elle est forcément inférieure à la  $f_{cém}$  de ce générateur, la tension à vide à ses bornes, puisqu'il y a débit !

Le moteur de la perceuse peut tourner "à vide", son mandrin portant un foret, dans l'attente du perçage et sa vitesse est alors maximale.

Pendant l'opération de perçage, le moteur de la perceuse fonctionne "en charge" et sa vitesse de rotation diminue, puisqu'il lui est alors demandé de fournir un travail supplémentaire, son vrai travail, voilà qui est frappé au coin du bon sens ...

A vide, la vitesse du moteur de la mini-perceuse est parfaitement constante, stable. Elle est directement proportionnelle à la tension présente à ses bornes, qui est sa force contre-électromotrice à vide.

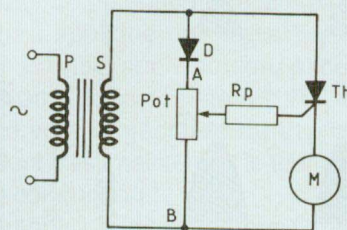
Mais tout change, en charge !

Le travail fourni au perçage consomme un supplément d'énergie électrique, lequel apparaît sous la forme d'une baisse de la vitesse de rotation du moteur, accompagnée d'une chute de la tension présente à ses bornes. Cette chute de tension est l'image de la composante "travail", expression du passage du courant consommé en plus dans le bobinage du moteur.

Nous subissons le phénomène bien connu sous la forme d'une perte de puissance de l'engin et une décélération de sa vitesse de rotation, pouvant aller jusqu'au blocage du moteur, lequel chauffe !

C'est pourquoi des dispositifs de commande de la vitesse de rotation des moteurs des perceuses (et autres engins électromécaniques tournants !) ont été imaginés et réalisés, visant à rattraper, à compenser la baisse de puissance subie lorsque le foret pénètre dans le matériau à percer.

La solution qui vient à l'esprit, elle est



séduisante, consiste à relever automatiquement la tension d'alimentation du moteur, pour lui fournir sa force contre-électromotrice à vide (vitesse de rotation constante) augmentée de la grandeur tension disposée en série avec elle, correspondant à la composante "charge de travail", c'est ce que nous allons faire ...

## PRINCIPE

Nous allons utiliser des thyristors TIC 106 M, dont nous faisons grande consommation, nous en avons équipé le relais à triac, objet de notre précédent entretien.

Reportons-nous au schéma du montage présenté par la figure 2.

Vous y reconnaissez tout de suite le secondaire du transformateur abaisseur, ramenant la tension secteur 220 V à une valeur compatible avec celle de fonctionnement du moteur de l'engin de perçage.

Une diode D, du type désormais familier 1N 4007, assure le redressement mono-alternance de la tension secteur (elle n'en traite qu'une alternance sur deux), dans le sens passant de A vers B.

Une fraction de la tension pulsée produite est prélevée à l'aide du curseur du potentiomètre, pour être acheminée vers la gâchette G du thyristor Th, lequel va prendre l'état conducteur et gouverner, par sa cathode K, l'admission du courant au moteur.

Une résistance de protection, c'est  $R_p$ , limitera l'intensité du courant de gâchette, d'amorçage du thyristor.

La tension redressée pulsée va croissante, selon la trajectoire décrite par l'alternance du secteur traitée par la diode D.

Le curseur du potentiomètre subit tout

# L'exploitation de la connaissance

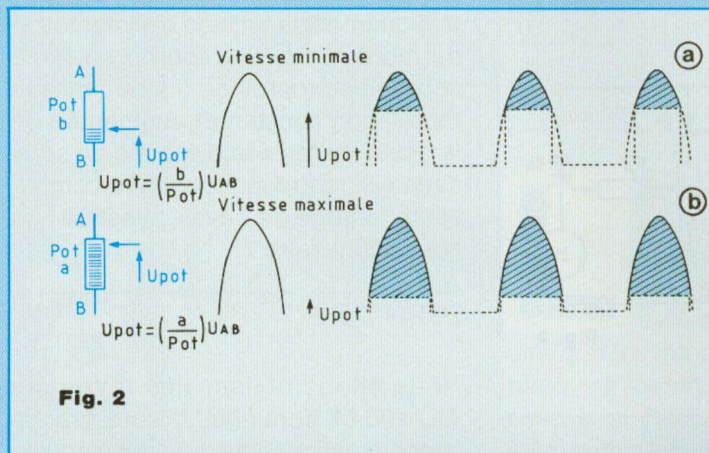


Fig. 2

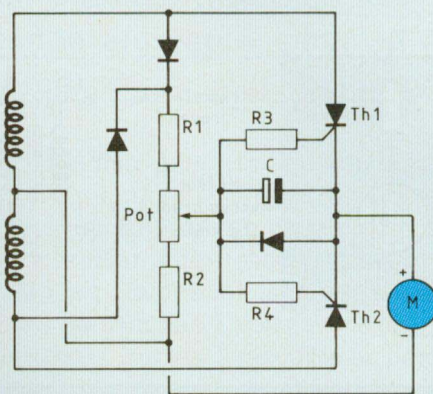


Fig. 3

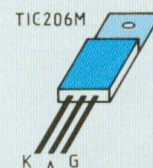


Fig. 4

naturellement la loi de variation de la tension pulsée. Arrive le moment où il impose à la gâchette de Th une tension suffisante pour déclencher l'amorçage du thyristor, lequel entre en conduction et fait tourner le moteur, maintenant activé par le courant autorisé à transiter de A vers B.

Si le curseur du potentiomètre est positionné en fin de course, côté B, il est clair que l'alternance du secteur devra accomplir une partie importante de sa trajectoire avant que ne s'amorce Th et le moteur ne recevra de courant que pendant une partie du temps écoulé, il tournera alors à sa vitesse minimale (figure 2A).

Par contre, si le curseur du potentiomètre est positionné en fin de course, côté A, il est cette fois bien évident que la gâchette de Th recevra sa tension d'amorçage très vite après le début de l'alternance, le moteur tournera alors à sa vitesse maximale (figure 2B).

Il va sans dire que le moteur recevra des impulsions à la fréquence d'une alternance secteur sur deux, cependant que sa vitesse de rotation restera intimement liée à la position du curseur du potentiomètre de commande de gâchette.

Vitesse minimale : curseur en B – vitesse maximale : curseur en A.

Accordons-nous un instant de réflexion !

Nous avons considéré le redressement mono-alternance de la tension secteur, cela pour simplifier notre raisonnement, démontant plus facilement le mécanisme des phénomènes ...

Nous ne nous satisferons pas de l'exploitation d'une seule alternance, opérons le redressement bi-alternance et nous doublerons la puissance développée, êtes-vous d'accord avec nous ? Voilà qui nous conduit tout droit au schéma que nous présente la figure 3, particulièrement explicite.

Utilisons un transformateur à deux enroulements secondaires, lesquels appliquent aux extrémités A et B de l'ensemble résistif (R1, Potentiomètre, R2) une tension pulsée à 100 "bosses" positives par seconde, puisque nous traitons maintenant les deux alternances secteur !

D'emblée, nous déduisons que Th 1 et Th 2 seront conducteurs, chacun à son tour, une alternance sur deux, lorsque leur tension de gâchette sera suffisante pour leur amorçage. Cette tension de gâchette est prélevée par le cur-

seur du potentiomètre, pour être acheminée identiquement aux 2 gâchettes, par les bons soins des résistances R3 et R4, d'égale valeur.

Quant au moteur, il est alimenté entre la borne (+), point commun aux cathodes des thyristors et la borne (-), point commun des deux enroulements du transformateur, lui qui abaisse la tension secteur pour la rendre "consommable" par le moteur.

Le curseur du potentiomètre de contrôle étant positionné côté A, le moteur tournera selon sa vitesse maximale, alors qu'en position B, nous obtiendrons sa vitesse de rotation minimale ...

Nous donnerons aux résistances R1 et R2, encadrant le potentiomètre, les valeurs conditionnant deux seuils de vitesse, inférieur et supérieur.

Reportons-nous au schéma représenté par la figure 3.

A toute position occupée par le curseur du potentiomètre correspond une tension particulière de commande de la gâchette du thyristor concerné par l'alternance secteur en cours.

Lorsque le premier thyristor conduit, travaille, le second se tient au repos, à l'état de veille, dans l'attente de l'al-



ternance suivante, laquelle le rendra conducteur à son tour ...

Supposons Th 1 actif !

Sa tension de gâchette subit la loi d'évolution de la tension secteur, au long de la trajectoire décrite par l'alternance qui l'intéresse.

Sa tension de cathode, c'est  $U_{K1}$ , est solidaire de sa tension de gâchette  $U_{G1}$ , dont elle reste distante (mais toujours inférieure !) de la grandeur tension gâchette/cathode, que nous appelons  $U_{GK1}$ .

La tension de cathode de Th 1 n'est autre que la tension à l'entrée (+) du moteur, c'est donc sa force contre-électromotrice  $f_{cém}$  !

La tension de commande de gâchette de Th 1 est :

$$U_{G1} = (f_{cém} + U_{GK1})$$

Au long de sa trajectoire, l'alternance en cours maintient Th 1 conducteur, jusqu'au moment où la tension de gâchette de ce dernier devenant insuffisante, son état conducteur cesse.

Le moteur n'est alors plus alimenté, il est ... "déconnecté" et il se transforme très fugitivement en générateur, phénomène réversible bien connu. A sa borne (+), point commun des cathodes des deux thyristors Th 1 et Th 2, apparaît sa force contre-électromotrice, qu'il conserve un certain temps, mais cependant décroît très vite.

Comme nous l'avons vu, la grandeur force contre-électromotrice du moteur est, à tout instant, la résultante série de la composante force contre-électromotrice vitesse à vide (constante !) et de la composante tension "charge", traduction tangible de l'effort (variable !) développé au perçage ...

Disposons un condensateur entre borne (+) du moteur et curseur du

potentiomètre. Au désamorçage du thyristor, le condensateur répercute sur le curseur du potentiomètre la  $f_{cém}$  du moteur. Il applique une impulsion de tension positive sur le curseur et cette impulsion, par la résistance R4, est drainée vers la gâchette du thyristor Th 2, dont c'est maintenant le tour d'entrer en conduction !

Cette impulsion fait s'amorcer Th 2 en avance sur ... l'horaire conditionné par la position du curseur du potentiomètre, ce qui se traduit en dernier ressort par un rattrapage, une compensation de la composante "charge" de la force contre-électromotrice du moteur ...

Voilà, en simple, les phénomènes dont notre montage est le siège, qui vont dans le sens de la stabilisation, une intéressante auto-régulation de la vitesse de rotation du moteur, indépendamment de sa charge, dans une large mesure ...

La position du curseur du potentiomètre fixe la vitesse voulue, que le dispositif maintiendra très sensiblement constante !

### **SCHEMA DU REGULATEUR DE VITESSE**

Il vous est présenté par la figure 4.

Nous avons associé en parallèle au condensateur C, d'une capacité de quelques microfarads seulement, une diode 1N 4148, limitant à la valeur de son seuil de conduction (ce 0,7 V, toujours lui !) la tension inverse éventuellement appliquée à ses armatures, car il est du type polarisé et doit être protégé (notre entretien du N° 68 de Led). Vous noterez la présence d'un disjoncteur thermique dans le circuit du moteur, dont la mission est d'ouvrir ce circuit en cas de surintensité, ou de

dépassement de température, ou de la conjugaison de ces deux phénomènes, nous allons revenir sur le sujet ! La commande au pied de la mise en service (et de l'arrêt) de la perceuse est un dispositif élégant qui apporte incontestablement le confort. En vérité, nous ne disposons que de (nos) deux mains (!) pour effectuer toutes les opérations nécessaires sur le plan de travail, alors nous devons absolument doter notre alimentation secteur de ce complément !

Un voyant secteur au néon apportera sa petite touche lumineuse de couleur, nous renseignant sur la présence de tension secteur à l'entrée du transformateur, donnant un signe de vie à l'appareil ...

### **TRANSFORMATEUR**

Un sondage d'opinion (!) nous a conduit à mettre en oeuvre un transformateur standard à deux secondaires, 220 V – 2 x 15 V – 75 VA, pour satisfaire aux besoins des mini-perceuses rencontrées sur la place ...

Le transformateur ne sera pas protégé par fusible, étant donné la présence du disjoncteur thermique.

### **DISJONCTEUR THERMIQUE**

Le disjoncteur thermique est un composant de sécurité (méconnu !) destiné à assurer la protection d'un moteur, d'un transformateur, d'un élément chauffant, etc ...

Il se présente généralement encapsulé dans une ampoule de verre le protégeant. Il est un bilame, assemblage de deux lames métalliques, conductrices, inégalement dilatables, soudées par laminage et portant les pastilles

# L'exploitation de la connaissance

d'un contacteur électrique (figure 5). Une élévation de la (leur) température fait s'incurver les lames, ouvrant l'interrupteur ainsi constitué.

Installé dans le circuit à surveiller, qu'il ouvre en cas d'anomalie, le protecteur fonctionne en :

- Thermostat : dépassement de la température du milieu qui l'entoure.
- Disjoncteur : surintensité du courant passant dans le circuit où il est installé (et qui le traverse).
- Protecteur thermique : les deux protections précédentes ...

Les protecteurs satisfont aux normes : VDE, BSI, UL, CSA, etc ...

Nous avons établi, à votre intention, un tableau des types usuels, d'approvisionnement facile.

Notre alimentation pour mini-perceuse sera équipée d'un SB 711 C3, ou équivalent ...

## THYRISTORS

Nous prenons des TIC 106 M, de vieilles connaissances !

Ils fonctionnent chacun à son tour et ne sont le siège, de ce fait, que de la moitié de la puissance totale développée.

Leur chute de tension anode-cathode, maximale, étant très faible, nous pouvons estimer à quelques watts tout au plus, la puissance développée chez chacun d'eux.

Ils n'exigeront donc pas de dissipateur thermique, la (bonne) ventilation du coffret s'avérera suffisante. En cas de surcharge par trop importante, le disjoncteur thermique fera son travail, ouvrant le circuit !

De plus, dites-vous bien que l'engin de perçage alimenté ne fonctionne que de façon intermittente ...

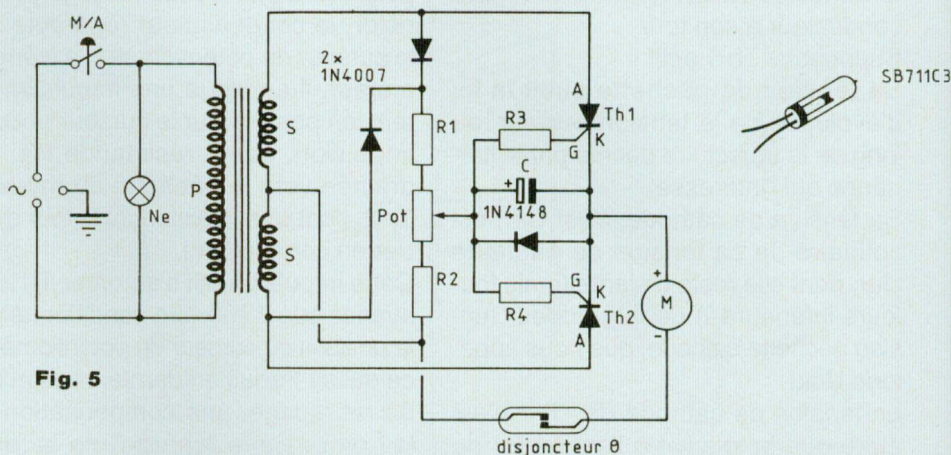


Fig. 5

PROTECTEURS THERMIQUES - DISJONCTEURS

Référence	Protection thermique	Disjonction	
	A *	B *	C * : D *
ESB 703 C / M 112	1,5 à 2,5 A	8 A	1 à 3 A : 40 A
ESB 707 C / M 113	1,5 à 2,5 A	8 A	1 à 3 A : 40 A
ESB 711 C3 / M 114	1,5 à 2,5 A	8 A	1 à 3 A : 40 A
SB 707 C3 / M 115	3 à 5 A	12 A	4 à 5,5 A : 45 A
<b>SB 711 C3 / M 116</b>	<b>3 à 5 A</b>	<b>12 A</b>	<b>4 à 5,5 A : 45 A</b>
SB 601 A3 / M 117	5 à 9 A	18 A	6 à 10 A : 50 A
SB 603 C3 / M 188	5 à 9 A	18 A	6 à 10 A : 50 A
SB 607 B3 / M 201	5 à 9 A	18 A	6 à 10 A : 50 A
SB 612 B3 / M 202	5 à 9 A	18 A	6 à 10 A : 50 A
SB 615 C3 / M 118	5 à 9 A	18 A	6 à 10 A : 50 A
SB 617 B3 / M 203	5 à 9 A	18 A	6 à 10 A : 50 A
SB 642 A3 / M 204	5 à 9 A	18 A	6 à 10 A : 50 A
SB 607 C5 / M 205	6,5 à 12 A	40 A	9 à 13 A : 100 A
SL 611 C5 / M 206	6,5 à 12 A	40 A	9 à 13 A : 100 A
SR 615 C5 / M 207	7,5 à 15 A	50 A	10 à 16 A : 120 A
SR 607 C5 / M 208	7,5 à 12 A	50 A	10 à 16 A : 120 A

- A \* = Intensité de non déclenchement à 60 °C
- B \* = Intensité maximale de rupture (10 000 cycles)
- C \* = Intensité de non-déclenchement à 25 °C
- D \* = Intensité maximale de rupture (100 cycles)

Codification :

( ESB 7 ) : 1

( 03 ) : 2

( C ) : 3

1 = Code de la série

2 = Code de déclenchement (en absence de courant) : 42 = 65 °C - 01 = 80 °C - 03 = 90 °C - 07 = 110 °C - 11 = 130 °C - 12 = 135 °C - 15 = 150 °C - 17 = 160 °C -

3 = Code des tolérances : A = ± 5 °C - B = ± 7 °C - C = ± 10 °C

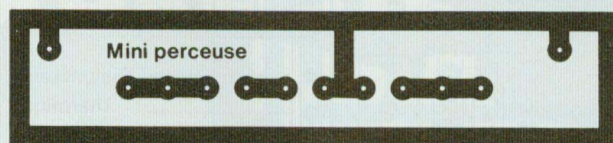
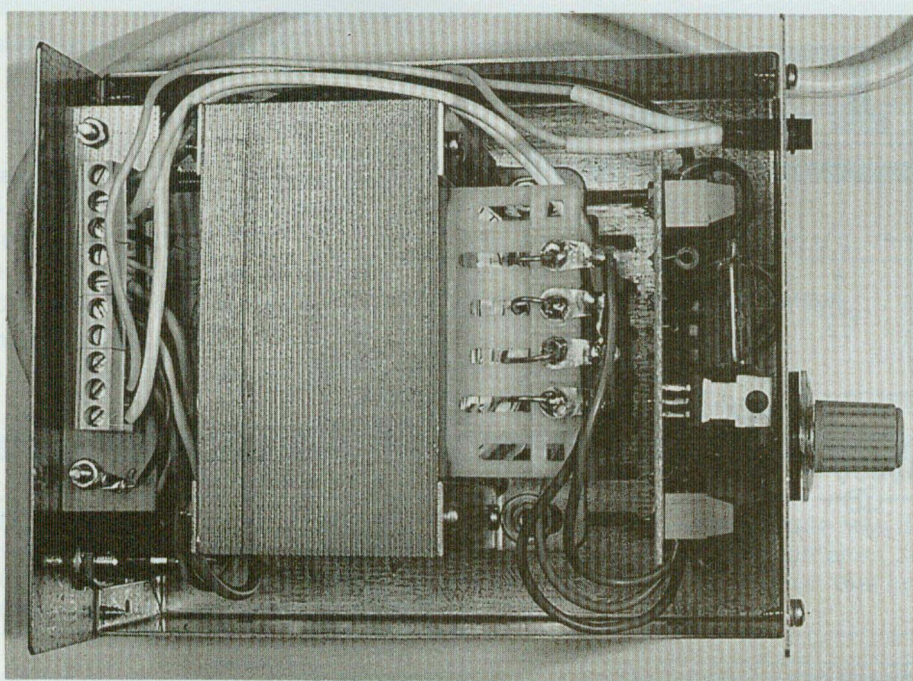


Fig. 7

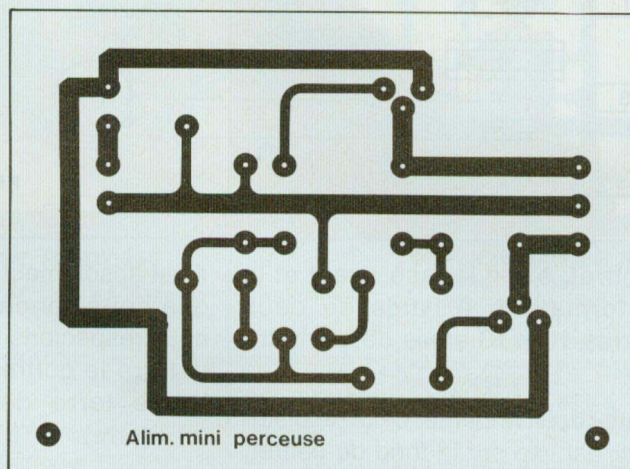


Fig. 6

## RESISTANCES

Tablant sur une vitesse de rotation inférieure de grandeur 20 % de celle maximale de la mini-perceuse et sur une vitesse supérieure de l'ordre de 90 % de sa vitesse maximale, nous devons donner aux résistances R2, Potentiomètre et R1, les valeurs nominales qui soient harmonisées dans le rapport :

$$(20 + 70 + 10) = 100 \%$$

pour découper la tension aux secondaires du transformateur dans la même proportionnalité.

Il n'existe guère de potentiomètre de valeur nominale 7 k $\Omega$ , alors nous prendrons :

$$R2 = 1,5 \text{ k}\Omega - \text{Pot.} = 4,7 \text{ k}\Omega -$$

$$R1 = 680 \Omega, \text{ ou bien}$$

$$R2 = 2,7 \text{ k}\Omega - \text{Pot.} = 10 \text{ k}\Omega -$$

$$R1 = 1,5 \text{ k}\Omega$$

Les résistances R3 et R4, assurant la liaison (curseur du potentiomètre – gâchette des thyristors) doivent transiter un courant d'amorçage d'intensité maximale 0,2 mA.

Fixons-nous une chute de tension de 200 mV dans ces résistances :

$$R3 = R4 = \frac{0,2 \text{ V}}{0,2 \text{ mA}} = \dots \text{ k}\Omega$$

## CIRCUITS IMPRIMES

Ils sont deux, dont les dessins vous sont présentés, accompagnés d'une implantation de composants, ainsi que d'un plan de câblage des liaisons à effectuer.

Le circuit imprimé principal est celui du régulateur proprement dit, alors que le second, le plus petit, est affecté au raccordement des liaisons secteur, perceuse, commande au pied "Marche/Arrêt".

# L'exploitation de la connaissance

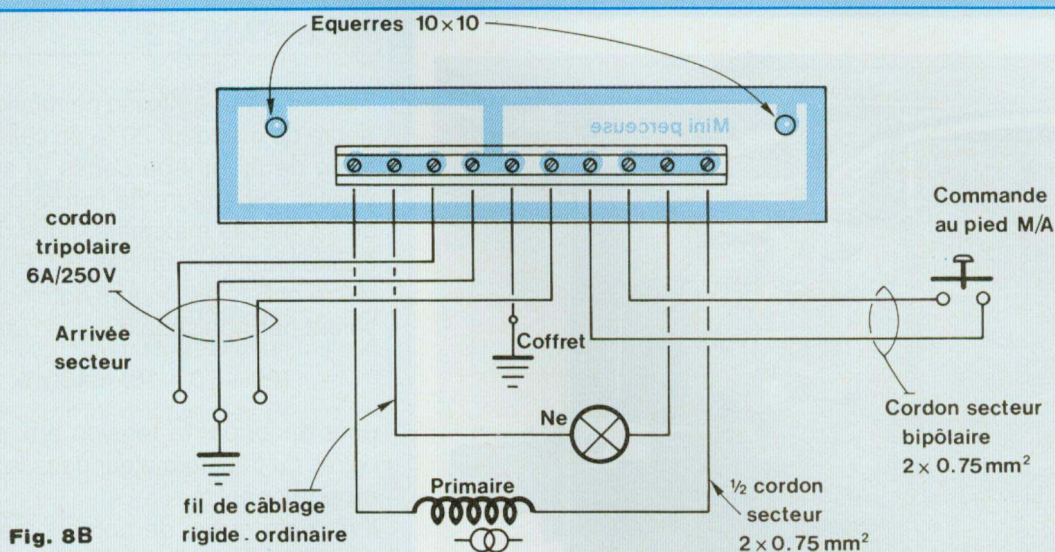


Fig. 8B

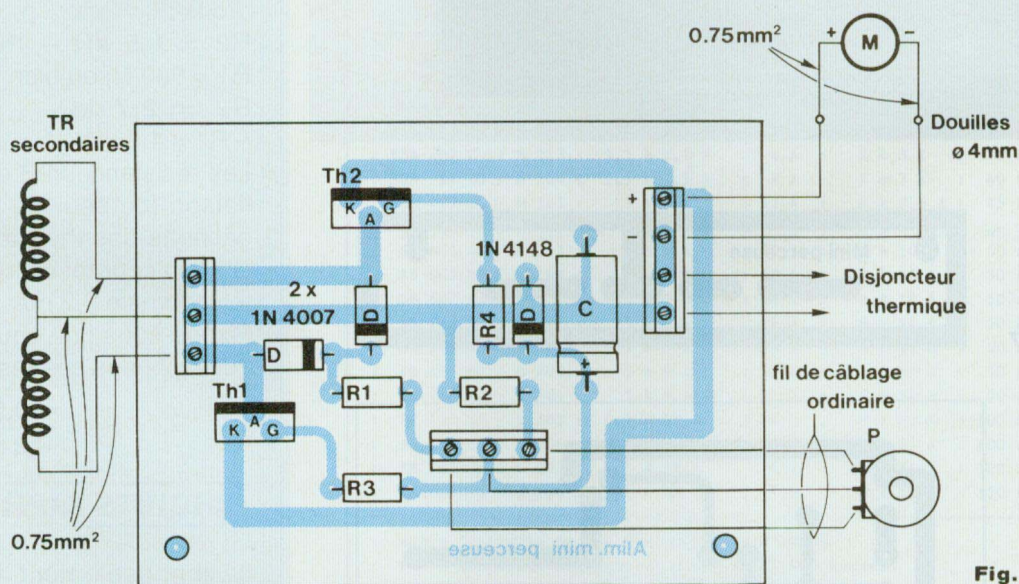


Fig. 8A

## COFFRET

L'ensemble se loge très bien dans un coffret métallique, ventilé, aux dimensions : longueur = 117 – hauteur = 81 – profondeur = 143 mm. Le circuit imprimé de la platine régulateur est fixé verticalement sur le socle

du coffret, entre la face avant et le transformateur, à l'aide de deux équerres 10 x 10 et vis de diamètre 3 mm.

Le petit circuit imprimé, celui de distribution, est fixé sur le fond du coffret, à l'intérieur (!), à l'aide de deux autres équerres.

Il est absolument impératif, obligation que nous connaissons bien et que nous respectons toujours, de mettre à la terre le coffret métallique, par la borne terre de la prise secteur (bi + terre).

Georges Matoré

NOMENCLATURE DES COMPOSANTS

• Résistances ± 5 % - 1/2 W

- R1 - 680 Ω
- R2 - 1,5 kΩ
- R3 - R4 - 1 kΩ

• Potentiomètre

P - 4,7 kΩ courbe linéaire, à piste moulée (garantie de satisfaction dans la longévité), avec son bouton de commande et cadran gradué de 1 à 10

• Condensateur

C - 4,7 (ou 6,8) μF, de tension service 63 V

• Semiconducteurs

- 2 Diodes 1N 4007
- 1 Diode 1N 4148
- 2 Thyristors TIC 106 M

• Divers

- Transformateur standard 220 V - 2 x 15 V - 75 VA
- Disjoncteur thermique SB 711 C3 (ou M 114)
- 2 Douilles de diamètre 4 mm (1 rouge, 1 noire) pour branchement

1 Voyant secteur néon

1 Prise secteur femelle isolée, fiche, câble électrique standard à 2 conducteurs (2 x 0,75 mm<sup>2</sup>), interrupteur au pied, pour commande à distance Marche-Arrêt de la mini-perceuse Borniers, équerres, visserie, cordon secteur tripolaire (bi + terre) avec sa fiche, aux normes CEE (6 A - 250 V), passe-fil, etc ...

Coffret métallique, ventilé (il sera mis à la terre !)

Dans les numéros 90 et 91 de Led, vous avez pu suivre une étude très détaillée de la version FREDY 408 menée par son concepteur, M. Dominique Jacovopoulos. Celui-ci nous avait alors promis la sortie d'une version plus puissante, c'est chose faite avec le FREDY 858. Cet amplificateur va subir un test complet dans notre labo, un banc d'essai vous sera proposé dans notre n° 105 de février.

# L'HEXORCISTE

# REVIENT !



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

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

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

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

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

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

\* Conception de Dominique JACOVOPOULOS

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

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

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

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

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

\* Conception de Dominique JACOVOPOULOS

**R.A.M. NATION**

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

**R.A.M. ST. LAZARE**

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

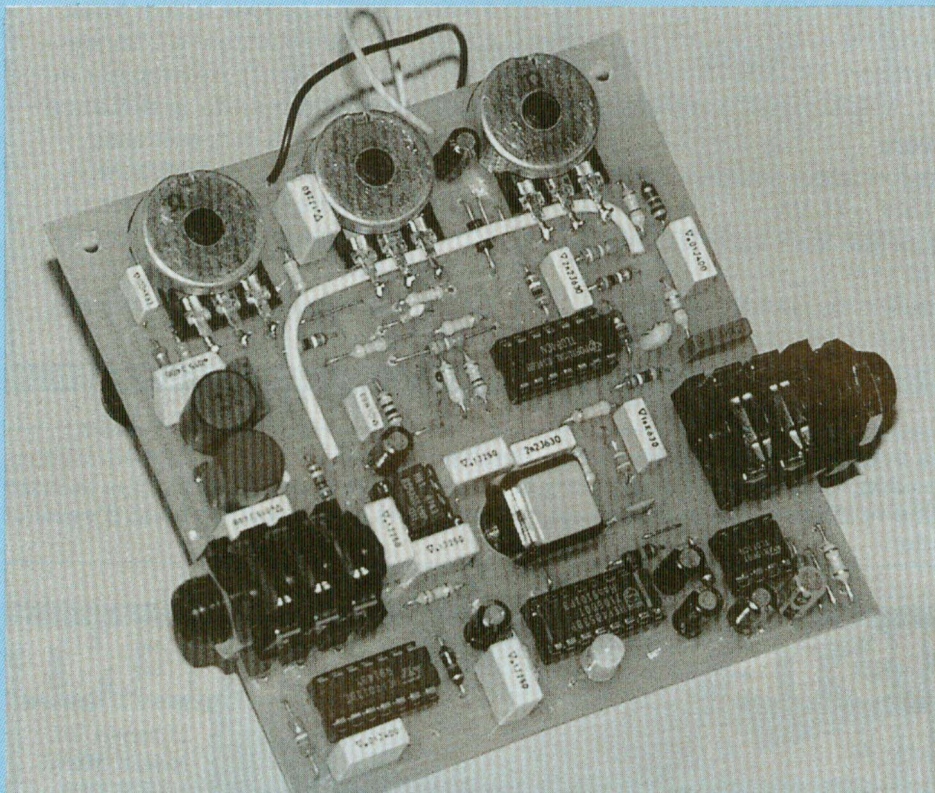
**HEXA-DIS**

**R.A.M. LILLE**

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

# PEDALES D'EFFETS

## MODULE MO3 – "ANALOG-REVERB"



Le module de réverbération présenté dans ces lignes met en oeuvre un registre à transfert de charges de 1024 étages, assurant un retard moyen de 40 ms. Il permet de simuler la résonance particulière des cathédrales et salles de concert à partir de moyens purement électroniques ...

**L**e phénomène naturel de réverbération est issu des réflexions successives et désordonnées sur les obstacles environnants d'un milieu fermé (figure 1). En fait, deux manifestations distinctes, qui dépendent de la nature et des dimensions du local, prennent naissance en parallèle :

\* retards multiples du signal audio (effet de trainage), dont la durée est tributaire de la distance qui sépare les obstacles de l'auditeur.

\* colorations du son initial par la réaction des parois soumises aux ondes sonores. L'amplitude et la fréquence des résonances dépend essentiellement des caractéristiques des matériaux (masse, volume, nature, état de

surface ...) : certaines fréquences du spectre audio d'origine seront privilégiées (résonance), d'autres amorties (absorption).

Pour reproduire la réverbération d'ambiance, on fait appel à une gamme de retards compris entre 20 et 80 ms, avec un taux de réinjection assez élevé (60 à 98 %). A titre de comparaison, l'écho requiert des retards plus conséquents (80 ms à 800 ms), mais avec un taux de réinjection plus faible (20 à 60 %), car les répétitions y sont moins nombreuses.

### REGISTRES A TRANSFERT DE CHARGES ET ECHANTILLONNAGE

Echantillonner le signal audio consiste à en prélever des échantillons analogiques à intervalles réguliers : cette opération est effectuée dans notre registre avant tout autre traitement. Le théorème de Shannon – du nom de son auteur – précise que le signal d'origine peut être entièrement reconstitué à partir de cette suite d'échantillons, à condition de prévoir une fréquence d'échantillonnage  $F_e$  au moins supérieure à deux fois la fréquence maximale du signal d'entrée.

Si la bande passante du signal d'origine est supérieure à la moitié de la fréquence d'échantillonnage  $F_e$ , il faudra alors la limiter avec un filtre passe-bas placé entre la source audio et le dispositif d'échantillonnage. Si on ne prend pas cette précaution, on risque de voir apparaître le fameux "phénomène de repliement" : les fréquences supérieures à  $F_e/2$  vont générer des composantes parasites qui se superposeront au spectre d'origine. Il s'en suit une distorsion non harmonique désagréable à l'écoute. En sortie de la chaîne de traitement, un filtre passe-bas identique est indispensable pour éliminer les résidus d'échantillonnage.

# LA REVERBERATION

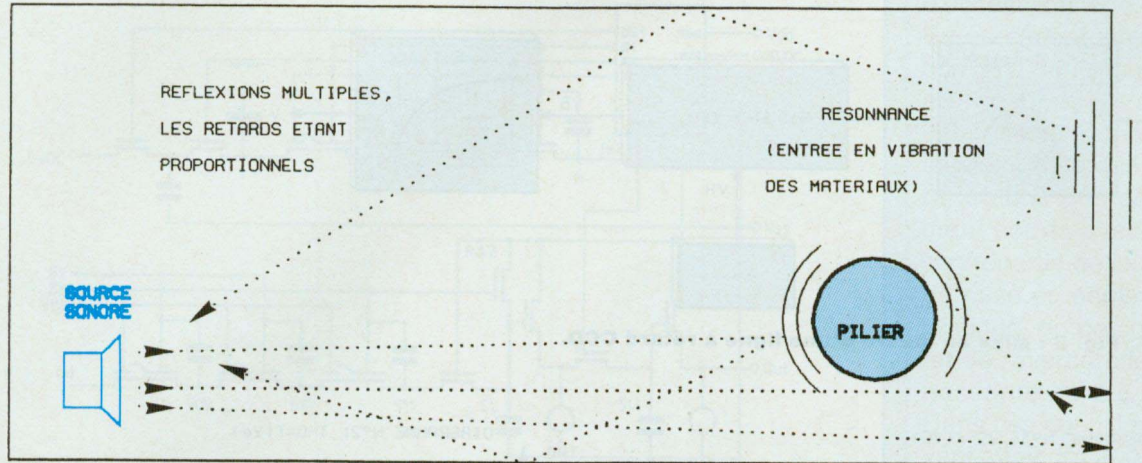


Fig. 1 : Réverbération naturelle.

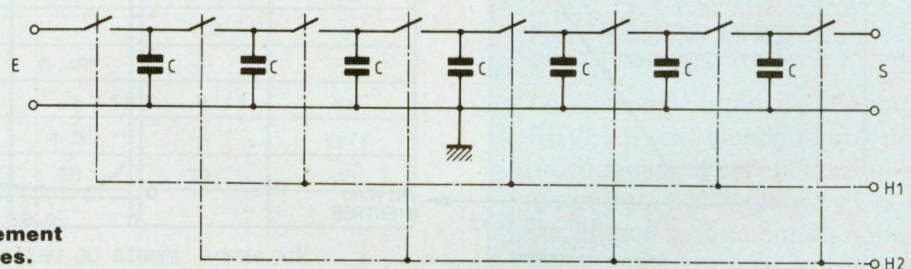


Fig. 2 : Principe de fonctionnement d'un registre à transfert de charges.

## PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT DES REGISTRES A TRANSFERT DE CHARGES :

Ces composants sont couramment nommés par l'une de leurs appellations anglo-saxonnes "BBD" (pour Bucket-Brigade Device) ou "CCD" (Charge Coupled Devices). En fait, les lignes à retard à échantillonnage analogiques sont composées d'une série de registres à transfert de charges encapsulés dans un boîtier DIL à 8 broches pour les modèles les plus récents.

Le principe de fonctionnement de ces circuits est illustré sur la figure 2. A chaque impulsion de l'horloge H1, on prélève un échantillon du signal présent à l'entrée. C'est un condensateur qui est chargé de mémoriser cet

échantillon jusqu'à l'impulsion de H2 qui le transfère au condensateur suivant.

Simultanément, H2 transfère en sortie le dernier échantillon de la chaîne de registres. En alternant H1 et H2, on obtient la progression des échantillons de l'entrée vers la sortie. Les interrupteurs électroniques (transistors Mos) possèdent une impédance suffisamment élevée pour éviter aux condensateurs de se décharger intempestivement lors de la phase de mémorisation. Lors de la phase de transfert, ils sont chargés d'amplifier sensiblement les échantillons, afin de leur restituer leur niveau d'origine jusqu'à la sortie.

On en déduit que la durée du retard

dépend de deux facteurs, qui sont le nombre d'étages du composant et la fréquence d'horloge qui lui est appliquée. Afin de supprimer les résidus d'échantillonnage et d'éviter le phénomène de repliement, on place un filtre passe-bas en entrée et sortie du montage. Ceci nous amène à la configuration minimale de mise en oeuvre de ces registres, illustrée en figure 3 : la conception d'un montage à base de registres CCD est donc relativement simple et économique, en particulier pour le Flanging ou la réverbération qui seront reproduits sans faire appel à une réalisation complexe.

Dans le domaine grand-public et amateur, il est actuellement possible de se procurer des circuits de 256, 512 ou

# PEDALES POUR INSTRUMENTS

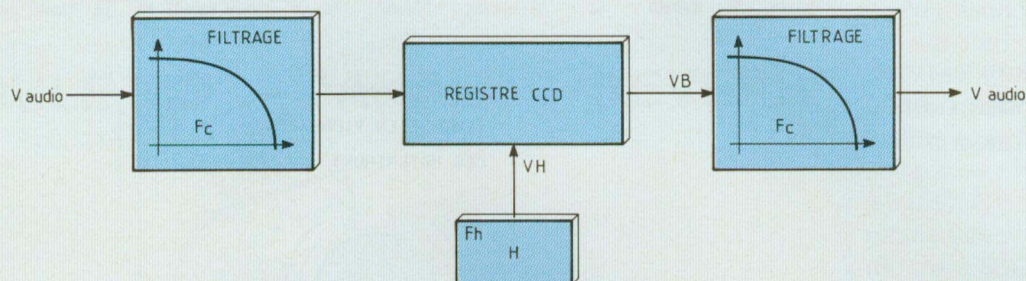


Fig. 3 : Mise en œuvre d'une ligne à retard CCD.

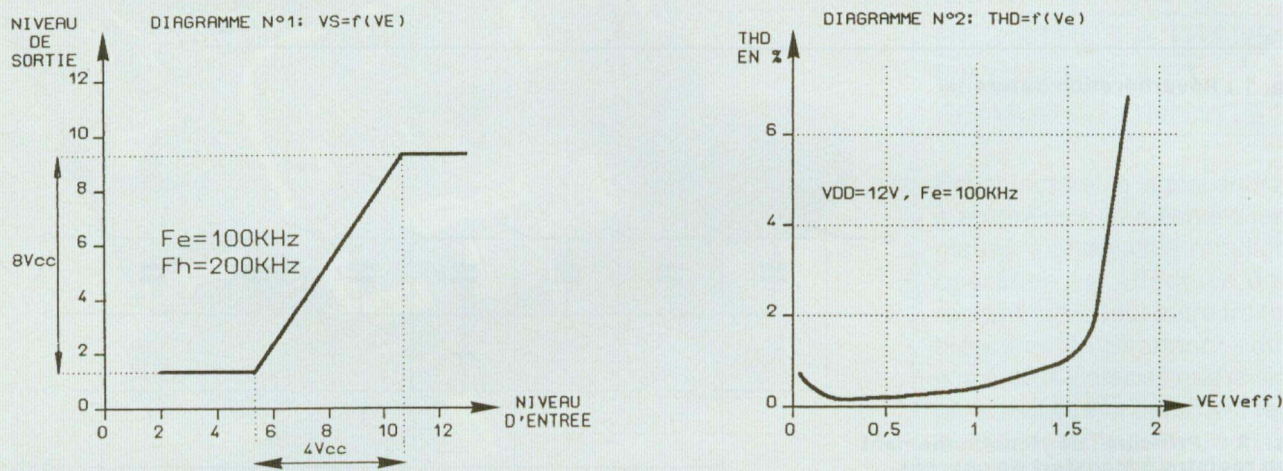


Fig. 6 : Diagrammes de fonctionnement des registres.

1024 étages chez Réticon, successivement référencés RD5106, RD5107 et RD5108.

## LES CIRCUITS RD5106, RD5107 ET RD5108 DE RETICON

RETICON a développé ses registres en trois versions, dont la différence essentielle se situe au niveau du nombre de cellules internes (256, 512 et 1024 étages). Leur interchangeabilité est assurée à 100 %, le composant étant implanté dans un boîtier DIL à 8 broches.

La technologie de construction employée par Réticon n'a pas évolué : on retrouve des portes MOS de canal-N qui assurent un bon rapport performances/coût. L'organisation inter-

ne d'un registre CCD est présentée sur le schéma de la figure 4. L'entrée externe [E + DC] reçoit le signal audio rehaussé d'une tension de polarisation externe, indispensable pour adapter l'excursion du signal à la plage de fonctionnement des transistors MOS internes. Les deux horloges  $\phi 1$  et  $\phi 2$  sont issues de la logique de contrôle interne et générées à partir de l'horloge externe H dont la fréquence est double (donc  $F_e = F_h/2$  : il faudra en tenir compte dans le calcul des retards !). Les échantillons sont enfin récupérés sur la sortie [OUT]. La famille des RD51XX possède une entrée de synchronisation qui permet l'utilisation de plusieurs circuits en série. Si

elle n'est pas utilisée, il faut la connecter à la masse.

Comme précisé plus haut, l'échantillonnage requiert deux cycles de l'horloge externe par échantillon ( $\phi 1$  et  $\phi 2$  sont obtenus par division de  $F_h$ ). Pour calculer le retard obtenu avec un registre, on divise le nombre d'étages utilisés par la fréquence d'échantillonnage (ou par la moitié de la fréquence d'horloge) :

ainsi :

Retard  
(EN SECONDES)

$$= \frac{\text{Nbre de registres}}{F_h/2 \text{ (Hz)}} = \frac{\text{Nbre de registres}}{F_e \text{ (Hz)}}$$

avec :



# LA REVERBERATION

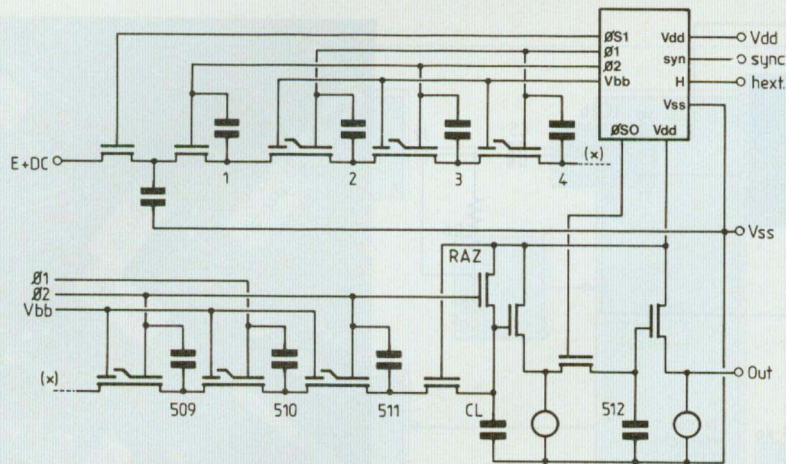


Fig. 4 : Organisation interne d'un registre de 512 étages.

PARAMETRES	MINIMUM	TYPIQUE	MAXIMUM	UNITES
TENSION D'ALIMENTATION	+5	+12	+13	V=
FREQUENCE D'HORLOGE FH	0,5	200	1600	KHZ
AMPLITUDE DE FH	2	--	VDD	V
BANDE PASSANTE A -3dB	--	0,4FE	--	--
TENSION DE DECALAGE DE Ve	--	7 (1)	8 (1)	V=
AMPLITUDE DE Ve A DHT=1%	1	1,5	--	Veff
DYNAMIQUE	--	60	70	dB
CONSOMMATION TOTALE	--	--	6	mA

(1) : LA POLARISATION DEPEND DU NIVEAU DU SIGNAL D'HORLOGE  
LES VALEURS CORRESPONDENT A VDD = 12V

Fig. 5 : Caractéristiques et limites d'emploi des registres CCD.

Fh = fréquence de l'horloge externe et  
Fe = fréquence réelle d'échantillonnage

Les principales caractéristiques techniques du circuit sont résumées dans le tableau de la figure 5 et les diagrammes de la figure 6. Avec une tension d'alimentation de 12 V, on est en droit de s'attendre à une excursion quasi-linéaire du signal retardé d'environ 8 Vcc pour 4 Vcc à l'entrée du registre, à condition toutefois de limiter la plage de variation de Ve à l'intervalle [5,5 V - 9,5 V] (diagramme n° 1). Avec ce niveau d'entrée (soit l'équivalent de 1,5 Veff), le taux de distorsion devrait rester inférieur à 1 % (diagramme n° 2). Le diagramme n° 1

fournit également le gain du registre qui est environ de 2 en fonctionnement linéaire ( $V_s/V_e = 8/4 = 2$ ).

Les performances des trois circuits sont rigoureusement identiques, à l'exception du rapport signal/bruit qui baisse de 5 dB pour le RD5108, puisqu'il comporte un nombre assez important d'étages. Méfiez-vous : la dynamique généreusement indiquée par le constructeur n'est envisageable que sous réserve de respecter les conditions suivantes :

- \* Taux d'échantillonnage supérieur à 100 kHz ( $F_h > 200$  kHz)
- \* Filtrage à pente très raide ( $> 36$  dB / octave)
- \* Limitation de la bande passante de

la source au tiers de la fréquence d'échantillonnage.

En procédant ainsi, on évite l'apparition de modulations indésirables dues au repliement. La dégradation des échantillons pendant le transfert est toutefois inévitable et on ne peut espérer obtenir que des retards relativement courts avec ces procédés, en contrepartie de leur relative simplicité de mise en oeuvre. Du point de vue pratique, on perçoit parfaitement l'effet de réverbération avec une bande passante de 2,5 kHz ( $F_e > 6$  kHz). Dans ces conditions, les retards peuvent atteindre 200 ms avec une puce de 1024 registres : on peut ainsi envisager l'écho si on n'est pas exigeant sur le rapport signal/bruit !

## NOTRE PEDALE DE REVERBERATION

La mise en boîtier de l'"ANALOG-REVERB" est identique aux pédales précédentes et est juxtaposable avec les autres. Les réglages disponibles sur la face avant sont au nombre de trois : niveau d'entrée, taux de réinjection et mélange en sortie des signaux directs et retardés.

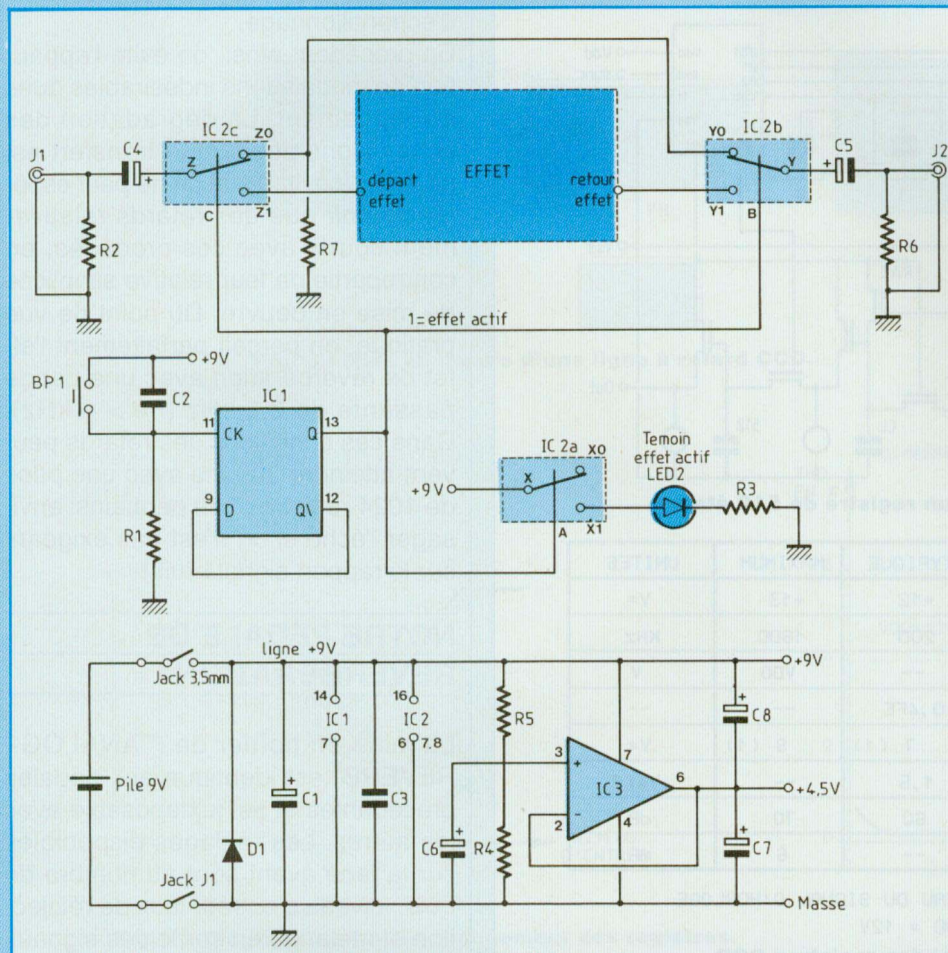
La pédale fonctionne à partir d'une pile de 9 V située dans le boîtier et c'est le jack d'entrée qui assure la mise en marche du montage. Un voyant central indique à l'utilisateur la mise en action de l'effet.

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

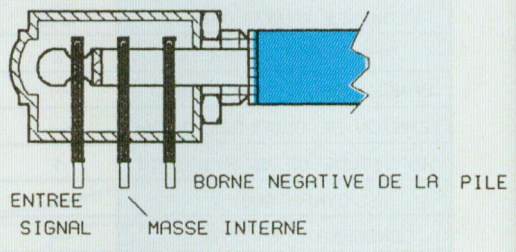
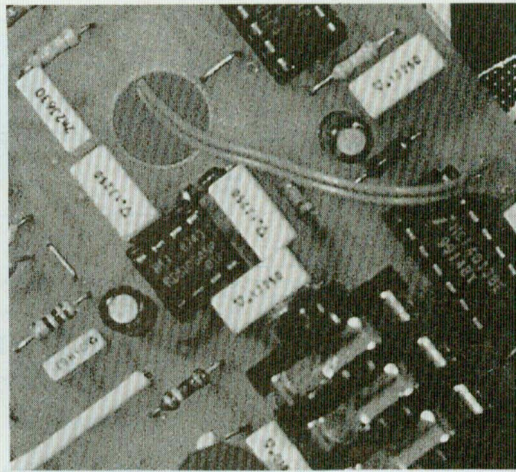
### LA SECTION UTILITAIRE

Le schéma de la figure 7 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.

# PEDALES POUR INSTRUMENTS



**Fig. 7 : Commutation électronique et alimentations.**



**Fig. 8 : Dispositif de mise en fonction de la pile.**

– 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 8. 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. On peut envisager d'utiliser un bloc d'alimentation secteur externe, commun à plusieurs pédales par exemple. Dans ce cas, on prévoiera un jack de 3,5 mm à l'arrière du boîtier, câblé

comme indiqué à la figure 9 : l'introduction de la fiche externe doit déconnecter la pile interne.

### LE COMMUTATEUR ELECTRONIQUE

Il fait appel au triple commutateur analogique CD4053, qui contient trois inverseurs indépendants, IC2a, IC2b et IC2c (figure 7). Le premier assure l'allumage du témoin de fonctionnement de l'effet, les deux derniers permettant l'aiguillage 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 permet

# LA REVERBERATION

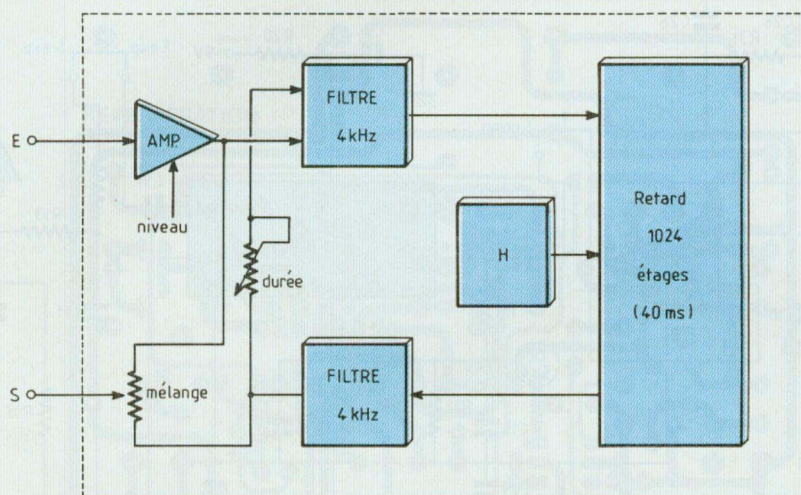


Fig. 10 : Schéma fonctionnel de la réverbération.

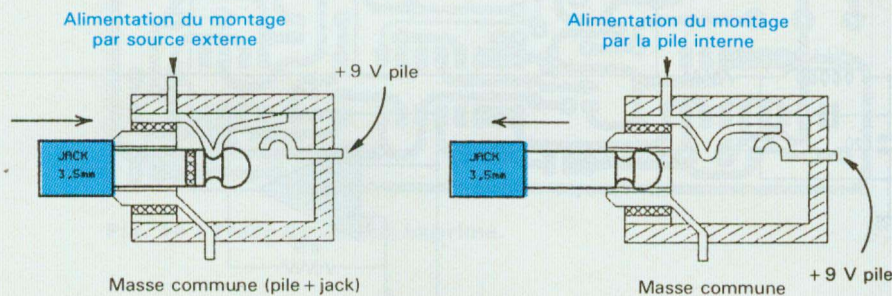


Fig. 9 : Aiguillage des alimentations Int/Ext.

de garantir un fonctionnement exempt de bruit de commutation, même lors du branchement des jacks.

L'action manuelle des inverseurs électroniques est assurée par un bouton poussoir (BP1) associé au réseau antibond [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 inversement.

La diode électroluminescente D2 étant 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 $\Omega$ .

La résistance interne des interrupteurs ( $R_{on}$ ), de l'ordre de 300  $\Omega$  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 ANALOG-REVERB

L'organisation fonctionnelle du module est indiquée en figure 10. Un réglage de niveau d'entrée permet d'optimiser l'amplitude du signal appliqué à la ligne à retard. En effet, si l'amplitude est trop élevée, le registre CCD va saturer. Dans le cas contraire, un niveau d'entrée trop faible conduira à

un mauvais rapport signal/bruit (le souffle généré par le montage est faible mais pas négligeable et nous envisagerons la mise en place d'un réducteur de bruit efficace d'ici le mois prochain). La réponse en fréquence du signal retardé est limitée à 4 kHz, ce qui est tout à fait acceptable car le son obtenu par notre pédale est particulièrement agréable, avec un taux de réverbération très profond. C'est essentiellement de la qualité du filtrage que dépend le résultat et vous constaterez plus loin que rien n'a été négligé à ce niveau. La durée de réverbération est réglable dans de larges proportions et il est possible de doser en sortie le mélange son direct/son retardé.

## LE SCHEMA

Le schéma structurel de la figure 11 permet d'identifier les différents sous-ensembles du module. Les résistances R23 et R34 assurent la polarisation des interrupteurs analogiques, pour garantir un fonctionnement silencieux. P1 règle la durée de l'effet, en modifiant le pourcentage de réinjection des signaux retardés. P2 ajuste le niveau d'entrée et P3 dose le mélange des signaux en sortie. Un filtre du 5<sup>ème</sup> ordre a été placé à l'entrée du registre CCD, ce qui est largement suffisant puisque la fréquence de coupure (fixée à 4 kHz) est assez éloignée de la fréquence d'échantillonnage (25 kHz). La réponse de ce filtre est indiquée en figure 12 : l'atténuation à 25 kHz est de -52 dB, la réponse étant plate jusqu'à 4,3 kHz (à -2 dB !). Le filtre de sortie est un filtre elliptique d'ordre 7, calculé de façon à présenter un zéro de transmission à la fréquence d'échantillonnage de 25 kHz. Sa réponse est indiquée en figure 13. L'intérêt de cette structure est évident sur ce diagramme : réjection totale de l'horloge (-110 dB !) et pente d'atténuation importante au-delà de la fréquence de coupure. La réponse du filtre est plate

# PEDALES POUR INSTRUMENTS

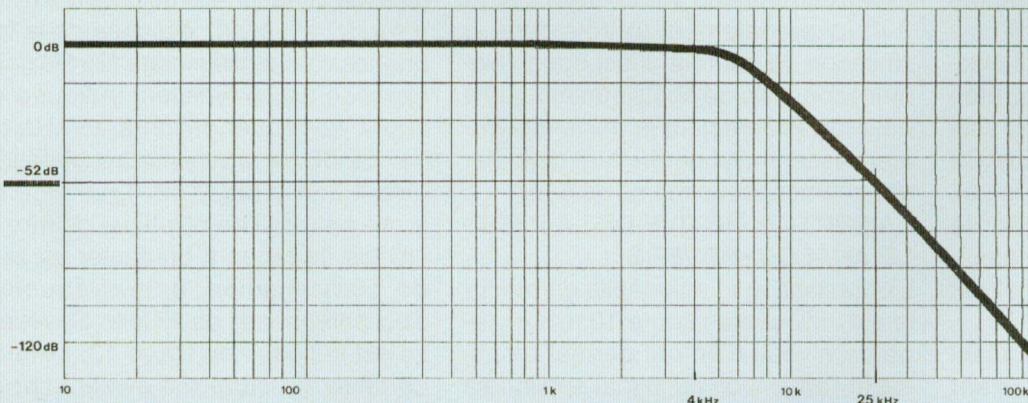
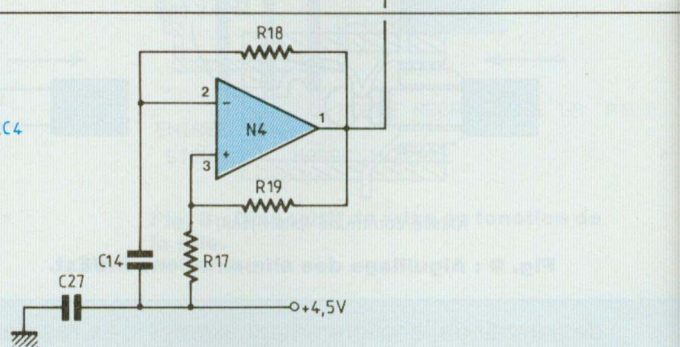
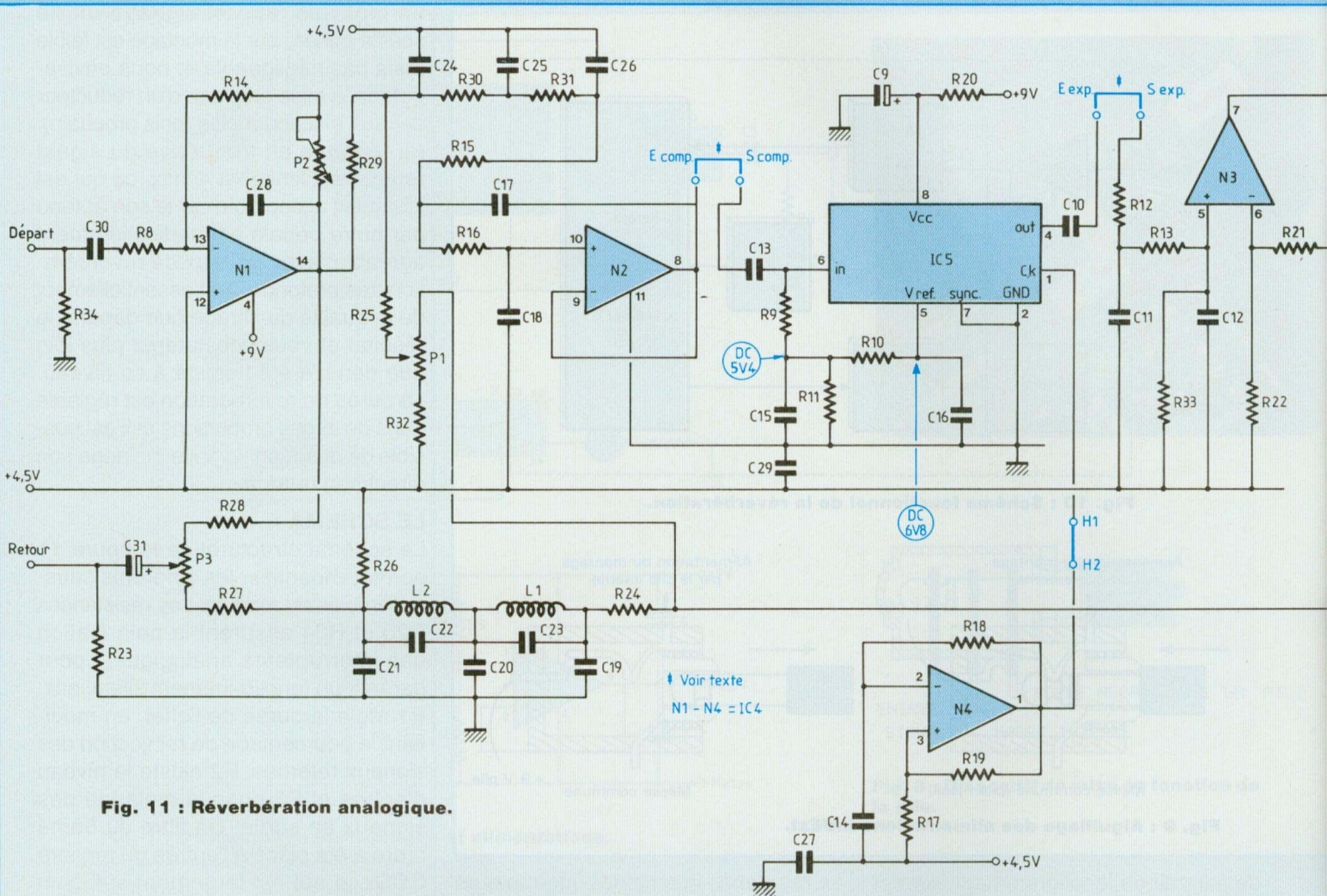


Fig. 13 : Filtre elliptique de sortie (ordre 7).

de 60 Hz à 4,3 kHz (à -2 dB), puis passe déjà à -57 dB autour de 8 kHz. Une légère atténuation dans le bas du

spectre permet de simuler avec un meilleur réalisme la réverbération caractéristique des grandes salles : la

coupe basse est de -3 dB à 50 Hz et -8 dB à 20 Hz. On remarquera les straps prévus entre

# LA REVERBERATION

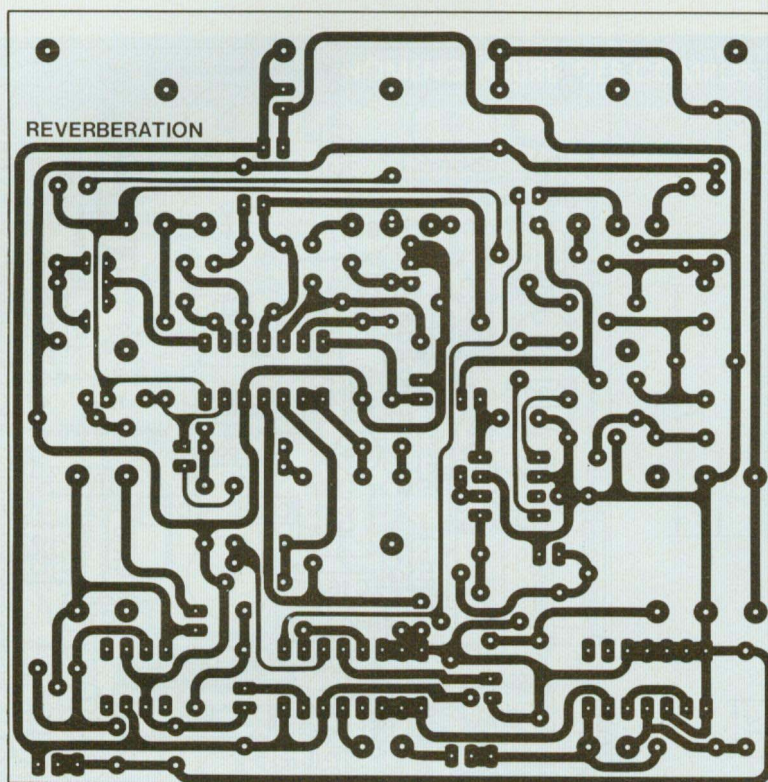


Fig. 14 : Tracé du circuit imprimé.

ciée au réducteur, ce qui explique la présence du strap H1-H2 entre N4 et IC5. Le montage réalisé autour de N4 délivre un signal d'horloge de 50 kHz, valeur qui dépasse largement nos capacités d'audition. Même Fe (rappelons que  $F_e = F_h/2$ ), à 25 kHz reste parfaitement inaudible.

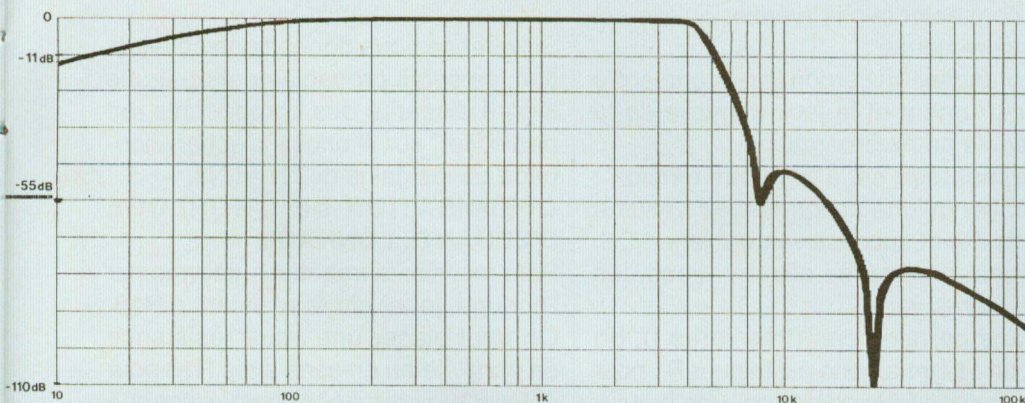
## REALISATION PRATIQUE

Le tracé du circuit imprimé est présenté à la figure 14. 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 15, 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. On n'oubliera pas de relier H1 et H2 par un câble souple (se référer aux photographies du module câblé). Signalons toutefois quelques différences d'implantation entre le prototype photographié et le plan d'implantation de la figure 15, quelques composants ayant été rajoutés ou déplacés dans la version définitive pour optimiser le fonctionnement de la réverbération.

## MISE AU POINT DU MONTAGE

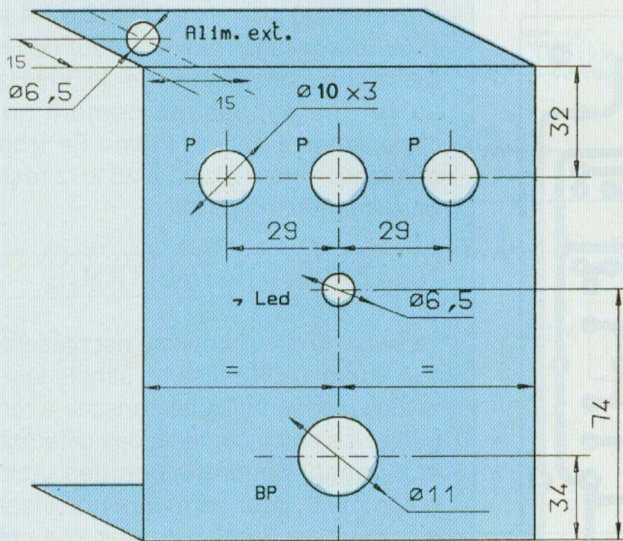
En principe, il ne devrait y en avoir aucune. Cependant, on n'est pas à l'abri d'une erreur de câblage ou d'un défaut de qualité à la confection du circuit imprimé. C'est pourquoi il est préférable de tester la carte avant de l'im-



les filtres et le registre IC5, qui permettront par la suite d'y insérer un réducteur de bruit dynamique : il vous

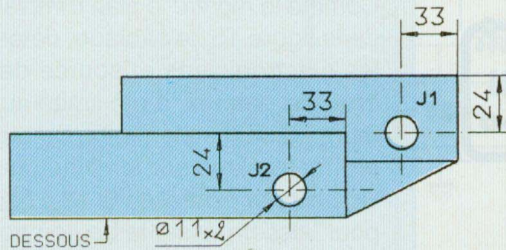
sera proposé dès le mois prochain. Pour gagner encore plus de dynamique, une horloge externe sera asso-

# PEDALES POUR INSTRUMENTS



VUE EXTERIEURE DU COFFRET

Fig. 16b : Perçage de la face avant.



DESSOUS

Fig. 16a : Perçage du fond du boîtier réf. Retex Mini-box RM-06.

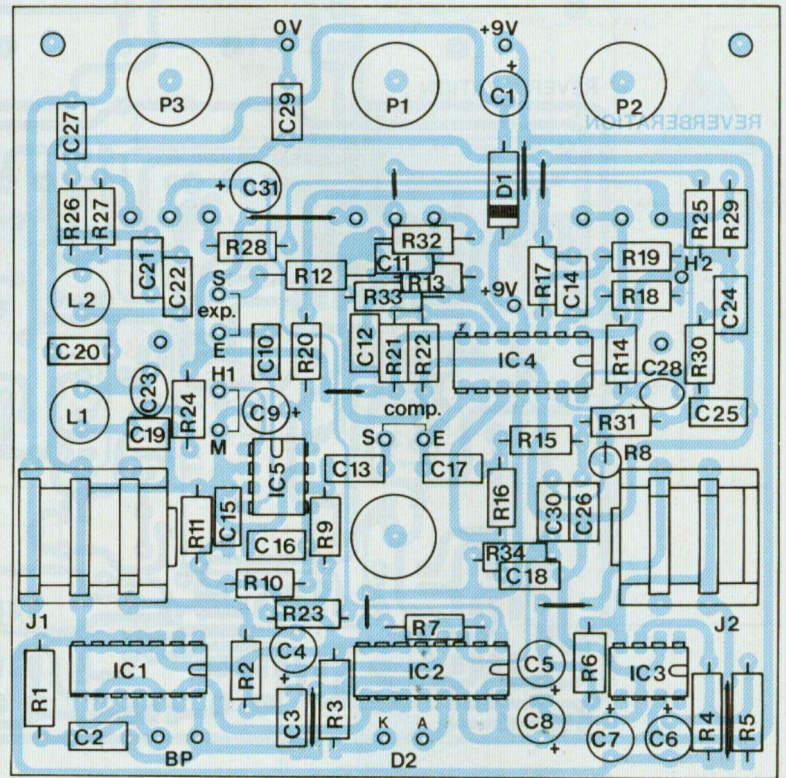


Fig. 15 : Implantation des composants.

planter 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 peut 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 de réverbération.

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, sur l'horloge d'échantillonnage ou les gains de N1 et N3.

## OPTIMISATION DE L'HORLOGE D'ECHANTILLONNAGE

Pour modifier la fréquence délivrée par l'horloge, jouer sur la résistance R18. On peut placer une autre résistance en parallèle ou en série avec R18 pour obtenir exactement la valeur désirée (soit 50 kHz).

## OPTIMISATION DU TAUX DE REINJECTION

Si la durée de réverbération n'est pas

# LA REVERBERATION

## NOMENCLATURE DES COMPOSANTS

### • Résistances $\pm 5\%$ – 1/2 W à couche

R1 – 180 k $\Omega$   
R2 – 1 M $\Omega$   
R3 – 1,2 k $\Omega$   
R4 – 100 k $\Omega$   
R5 – 100 k $\Omega$   
R6 – 1 M $\Omega$   
R7 – 1 M $\Omega$   
R8 – 47 k $\Omega$   
R9 – 1 M $\Omega$   
R10 – 18 k $\Omega$   
R11 – 68 k $\Omega$   
R12 – 39 k $\Omega$   
R13 – 39 k $\Omega$   
R14 – 100 k $\Omega$   
R15 – 39 k $\Omega$   
R16 – 39 k $\Omega$   
R17 – 10 k $\Omega$   
R18 – 10 k $\Omega$   
R19 – 47 k $\Omega$   
R20 – 10  $\Omega$   
R21 – 3,3 k $\Omega$   
R22 – 1 k $\Omega$   
R23 – 1 k $\Omega$   
R24 – 1,5 k $\Omega$   
R25 – 4,7 k $\Omega$   
R26 – 1,5 k $\Omega$   
R27 – 22 k $\Omega$   
R28 – 10 k $\Omega$   
R29 – 2,2 k $\Omega$   
R30 – 4,7 k $\Omega$   
R31 – 10 k $\Omega$   
R32 – 4,7 k $\Omega$   
R33 – 220 k $\Omega$   
R34 – 220 k $\Omega$

### • Condensateurs

C1 – 47  $\mu$ F/radial  
C2 – 10 nF  
C3 – 100 nF  
C4 – 10  $\mu$ F  
C5 – 10  $\mu$ F  
C6 – 1  $\mu$ F  
C7 – 10  $\mu$ F  
C8 – 10  $\mu$ F  
C9 – 10  $\mu$ F/16 V  
C10 – 10 nF  
C11 – 470 pF  
C12 – 100 pF  
C13 – 100 nF  
C14 – 2,2 nF  
C15 – 100 nF  
C16 – 100 nF  
C17 – 2,2 nF  
C18 – 180 pF  
C19 – 15 nF  
C20 – 33 nF  
C21 – 15 nF  
C22 – 470 pF  
C23 – 470 pF  
C24 – 10 nF  
C25 – 4,7 nF  
C26 – 1 nF  
C27 – 100 nF  
C28 – 22 pF  
C29 – 100 nF  
C30 – 470 nF  
C31 – 10  $\mu$ F/radial

### • Semiconducteurs

IC1 – CD 4013  
IC2 – CD 4053

IC3 – TL 061  
D1 – 1N 4001  
D2 – LED jaune 6 mm  
(haut rendement)  
IC4 – TL 074  
IC5 – RD 5108 – (RETICON)

### • Potentiomètres

P1 – 4,7 KA  
P2 – 470 KB  
P3 – 10 KA

### • DIVERS

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  
Supports :  
8 br. x 4  
14 br. x 2  
16 br. x 1  
Selfs série 1ORB (BERIC)  
tél. : (16-1) 46 57 68 33  
L1 – 100 mH  
L2 – 82 mH

assez longue, il faut diminuer très légèrement R22. Dans le cas contraire (emballage intempestif de la réverbération), on pourra augmenter sa valeur.

### OPTIMISATION DU PREAMPLIFICATEUR D'ENTREE

Il est préférable de ne pas modifier R8 dans le cas du branchement d'une guitare, un clavier ou un expandeur, car

l'impédance optimale est de 47 k $\Omega$ . Par contre, il est envisageable de modifier R14 pour obtenir un gain d'entrée différent. Si la source audio provient d'un microphone dynamique (dont l'impé-

dance de sortie est de l'ordre de 600  $\Omega$ ), alors on pourra diminuer R8 à 4,7 k $\Omega$  pour améliorer le niveau d'attaque de la ligne à retard.

### MISE EN BOITIER

Rappelons que pour la mise en boîtier de nos pédales, 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 application. Il est en aluminium de 1 mm, donc facile à percer ou usiner et assure un blindage de bonne qualité.

Le plan de perçage est indiqué en figure 16 : 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.

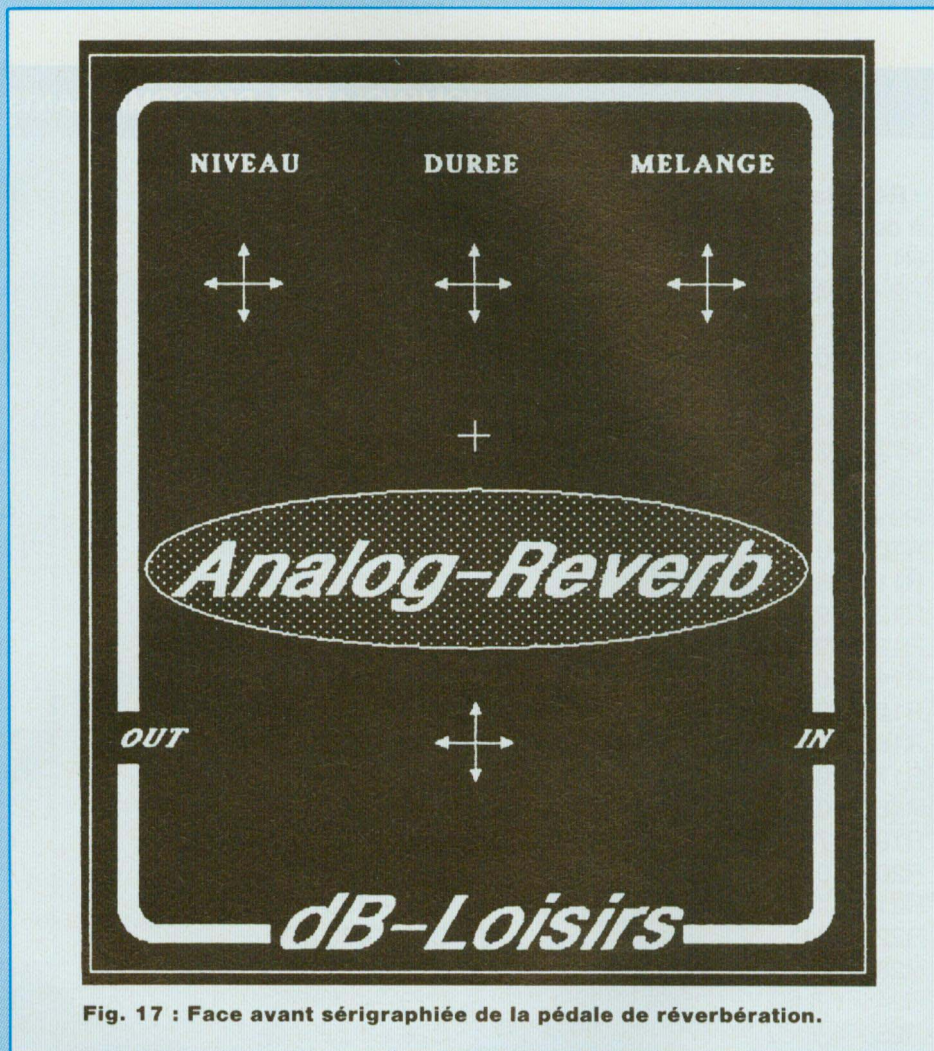


Fig. 17 : Face avant sérigraphiée de la pédale de réverbération.

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  $\varnothing$  3 mm et de rajouter 2 entretoises de longueur adéquate.

6/ Souder sur le circuit imprimé les 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



# 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 \_\_\_\_\_

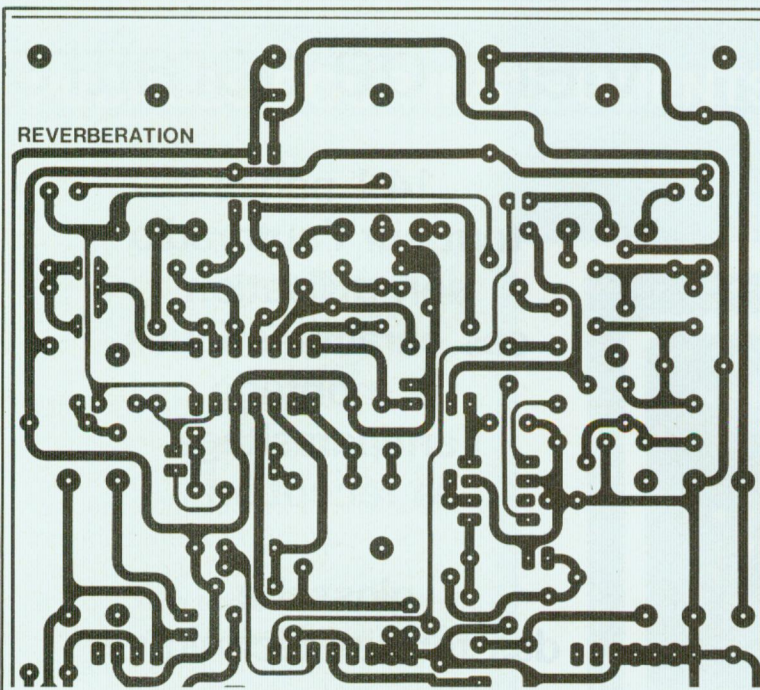
CODE POSTAL \_\_\_\_\_ VILLE \_\_\_\_\_

Ci-joint mon règlement par :

C.C.P.

Chèque bancaire

Mandat



**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° 104

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

NOM .....  
PRENOM .....  
ADRESSE .....  
.....  
.....

**Economisez F : 70,00 par an en vous abonnant ! et bénéficiez ainsi d'une remise constante de 25% sur les prix de nos circuits imprimés.**

**ABONNEZ-VOUS A** 

Je désire m'abonner à **LED** (10 n°s 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

# BERIC

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

Tél. 46 57 68 33 - Fax 46 57 27 40

## UNE QUALITE PROFESSIONNELLE POUR UN BUDGET AMATEUR

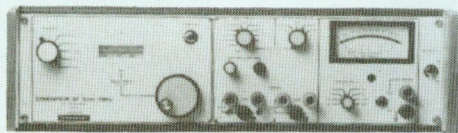
### MESURE origine LABO ADMINISTRATIONS

OSCILLOSCOPE PORTABLE CRC SCHLUMBERGER OCT 468 FA  
Double trace 2 x 25 MHz sans sonde ..... 1 200 F  
avec 2 sondes ..... 1 600 F



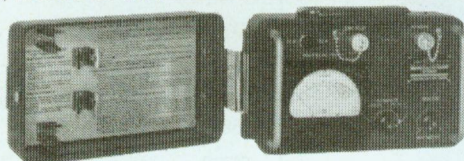
OCT 468 FA

GENERATEUR BF FERISOL ou ENERTEC C 903 T  
Appareil moderne couvre de 10 Hz à 1 MHz ..... 1 000 F



C 903 T

WATTMETRE REFLECTOMETRE FERISOL RM2A  
75 à 500 MHz, 50 Ω, mesure de puissance en 2 échelles 0-25 W et  
0-50 W, mesure de TOS ..... 750 F



RM2A

ANALYSEUR DE SPECTRE FERISOL DE5A ou XB 101A  
Permet l'analyse spectrale de signaux entre 800 et 11 000 MHz  
Fonctionne sur un générateur extérieur. Facilement trans-  
formable en récepteur panoramique pour le 144 MHz, le 432 ou  
le 1280 MHz ..... 1800 F

WOBULOSCOPE METRIX 235/901/201  
Comprenant un wobulateur de 5 à 235 MHz, un générateur marqueur et  
un oscilloscope. L'ensemble ..... 800 F

TRACTEUR DE COURBES POUR TRANSISTORS  
Fonctionne avec oscilloscope extérieur ..... 300 F

ANALYSEUR DE LAMPES METRIX U61B  
Permet le contrôle des caractéristiques de tous les tubes  
radio ..... 1 500 F

PONT WHEASTONE AOIP B28B  
Mesure de résistances et d'isolement ..... 250 F

WATTMETRE BF FERISOL N300  
De 50 Hz à 20 KHz ..... 250 F

Liste d'appareils de mesure contre ETSA.

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

## SERVICE CIRCUITS IMPRIMES

Support verre époxy FR4 16/10 - cuivre 35 μm

Prix	Qté	Circuits non percés	Circuits percés	Total
• Régulateur de vitesse .....		30,00 F	35,00 F	
• Compteur 4017 .....		30,00 F	45,00 F	
• Horloge digitale				
- C.I. comptage et aff. + Cl commande.		86,00 F	125,00 F	
- C.I. alimentation + 5 V .....		18,00 F	21,00 F	
• Pédale réverbération .....		50,00 F	65,00 F	
• Face noir au blanc pédale				
- Réverbération .....				10,00 F
<b>Plaque présensibilisée positive</b>				
<b>STEP Circuits époxy FR4 16/10</b>				
<b>cuivre 35 microns</b>		<b>1 face</b>	<b>2 faces</b>	
		<b>cuivrée</b>	<b>cuivrées</b>	
80x100 .....		10,00 F	12,00 F	
100x160 .....		21,00 F	24,00 F	
150x200 .....		40,00 F	47,00 F	
200x300 .....		80,00 F	94,00 F	
TOTAL TTC .....				F

NUMERO D'ABONNE : .....

Remise consentie 25 % :  $\left| \frac{\text{Total TTC} \times 3}{4} \right|$  .....

Frais de port et emballage ..... 10 F

TOTAL A PAYER ..... F

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

NOM .....

PRENOM .....

ADRESSE .....

## BON DE COMMANDE

Pour compléter votre collection de LED  
à adresser aux EDITIONS PERIODES  
service abonnements  
1, boulevard Ney 75018 PARIS

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

Les numéros non mentionnés sont épuisés.

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

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

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

Mon nom : .....

Mon adresse : .....

# 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 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

# VERBERATION

(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 cm de diamètre au maximum.

## FACE AVANT SERIGRAPHIEE

Le dessin de la face avant de notre prototype, présenté en figure 17, 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

Cette pédale de réverbération, soigneusement conçue, devrait vous surprendre agréablement. Certes, les irascibles du niveau sonore élevé nous reprocheront un niveau de "bruit de fond" un peu trop présent. Et bien, qu'à cela ne tienne, nous leur donnons rendez-vous le mois prochain avec une extension inestimable : un compresseur/expandeur d'une efficacité redoutable (et toc !).

### Le mois prochain :

Un compandeur basé sur le NE570 de RTC.

**Bernard Dalstein**

# Petites Annonces

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

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

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

Je vends des Floppy Disks 360 ko ; 720 ko ; 1,2 Mo en 5'' 1/4 et des 720 ko et 1,44 Mo en 3'' 1/2. Prix spécial : 350 F T.T.C. unit. + port (garantis). M. Ketfi. Tél. (16-1) 49.36.20.35.

J'ai des têtes d'imprimantes à céder (état de marche garanti) pour prix et modèles. Me contacter au : 49.36.20.35 M. Ketfi.

Copie & prog. EPROM... tarif détail. c/env. self adressée (2,50 F) à Tardat P, BP 225, 38405 St Martin-d'Hères.

Recherche anciens catalogues et Data book composants d'avant 1988 (toutes marques). Tél. 97.81.04.04.

Vends programmeur avec possibilité de relecture du code 68705. Recherche contact développeurs sur 68HC11, PIC16XX, Thomson famille ST6 et CAO Layo Pro. Recherche Turbo Forth sur PC. Tél. 29.63.30.58 (repas).

Vends étameuse à chaud pour circuit imprimé. Rouleau 220 mm bac étain 2 kg. T.b. état. Valeur : 15 000 F. Vendu : 4 000 F. Tél. 20.06.58.70 9 h-18 h.

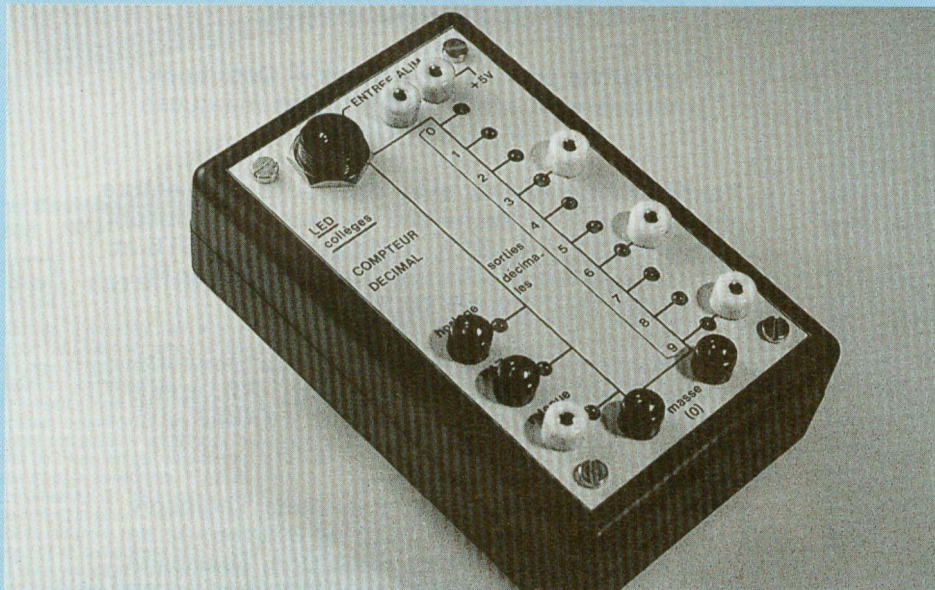
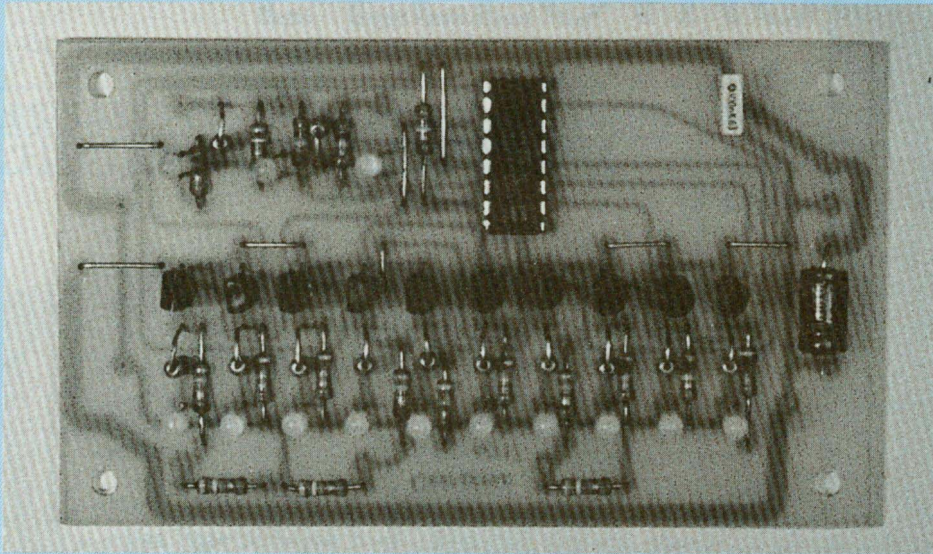
Enseignant vend : Micro-ordinateur Thomson TO 16 PC, 1 lecteur 5'' 1/4 de 360 ko, écran monochrome 12'' haute résolution, possibilité d'extension : 1 000 F.

Micro-ordinateur Thomson TO 16 XP, 2 lecteurs 5'' 1/4 de 360 ko, écran couleur 14'' moyenne résolution, disque dur 20 Mo (avec logiciel et schéma), souris + tapis : 3 000 F.

Enceinte acoustique 3 voies, 60 watts : 2 000 F la paire. Possibilité de cours sur le DOS ("minimum"). Tél. 86.94.19.26 h.r.

Vends notice de maintenance pour magnétocassette Revox B.710 types MK-I et MK-II. Tél. 16 22.91.88.97.

## MODULE DE COMPTAGE DECIMAL



L'étude des bascules (module dans Led N° 103 et fiche dans ce numéro) constituait une introduction à la logique séquentielle. Avec le circuit CD 4017, on systématise la notion de comptage et de division.

**L**a sortie de "retenue" autorise la mise en cascade de plusieurs modules identiques et donne accès à la division par  $10^2$ , par  $10^3$ .

### LE CIRCUIT CD 4017

On en trouvera le brochage en figure 1, tandis que les diagrammes de la figure 2,

plus faciles à lire qu'une table de vérité touffue, explicitent le rôle des entrées et la succession des états des sorties. Le circuit s'alimente entre les broches 8 (masse = 0 V) et 16 (+E = +5 V dans nos expériences).

Pour l'essentiel et sous certaines conditions précisées ultérieurement, le CD 4017 compte les impulsions positives (ligne **a**, figure 2) appliquées à son entrée d'horloge (broche 14). A chaque instant, une seule des dix sorties, numérotées "0" à "9" (lignes **d** à **m**), se trouve à l'état logique 1 (+5 V). Le flanc montant d'une impulsion d'horloge décale d'un rang cet état. Par exemple, à l'arrivée de l'impulsion n° 2 (figure 2), la sortie "1" retourne à l'état 0, alors que la sortie "2" bascule vers l'état 1. A la dixième impulsion d'horloge, le cycle est terminé ; il se reproduit, de façon identique, à partir de la onzième impulsion.

Ce fonctionnement suppose qu'on maintienne dans l'état logique 0, les entrées de remise à zéro (RAZ, broche 15) et d'inhibition (broche 13). Par contre :

- l'application d'un niveau 1 sur l'entrée RAZ (situation correspondant au début de la ligne **b**) renvoie le compteur en début de cycle : c'est la sortie "0" qui passe à l'état 1. Le comptage ne peut commencer que sur le premier flanc montant d'horloge postérieur au retour à 0 de la broche 15.
- l'application d'un niveau 1 sur la broche 13 inhibe le comptage. Les sorties restent figées dans l'état qu'elles occupaient précédemment. C'est la situation illustrée vers la fin de la ligne **c** de la figure 2. Le comptage reprend sur la première impulsion d'horloge qui suit le retour à 0 de l'entrée d'inhibition.

Une dernière sortie (broche 12, ligne **n** du diagramme) bascule vers l'état 1 à la cinquième impulsion d'horloge et retourne à zéro à la dixième. Elle divi-

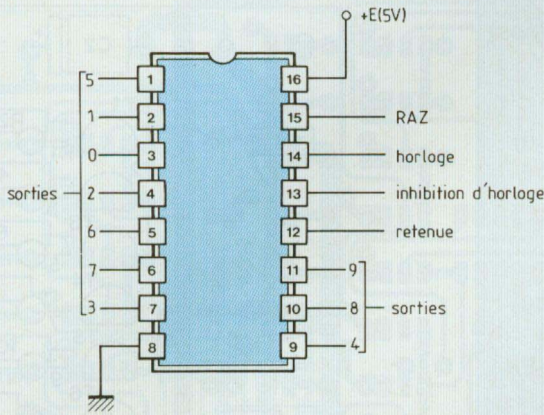


Fig. 1 : Brochage du compteur CD 4017.

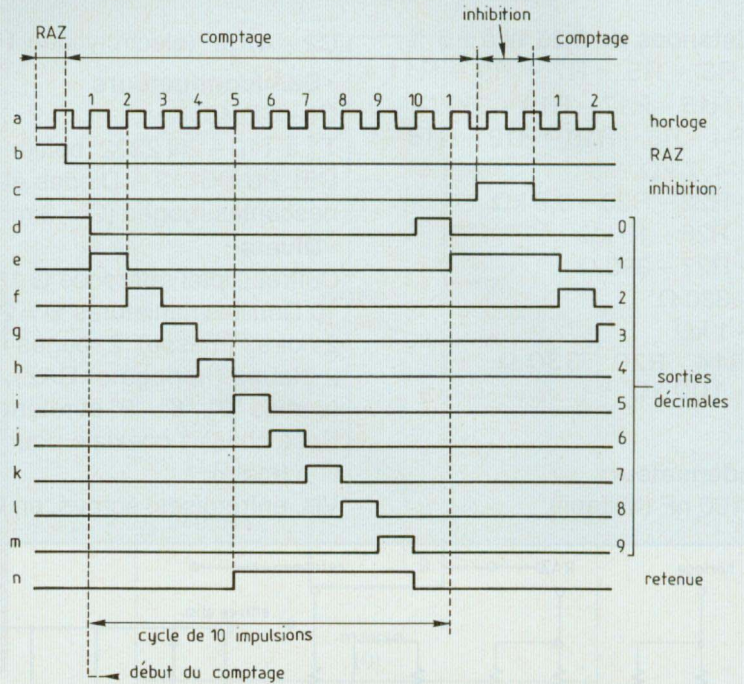


Fig. 2 : Diagramme des états des entrées et des sorties.

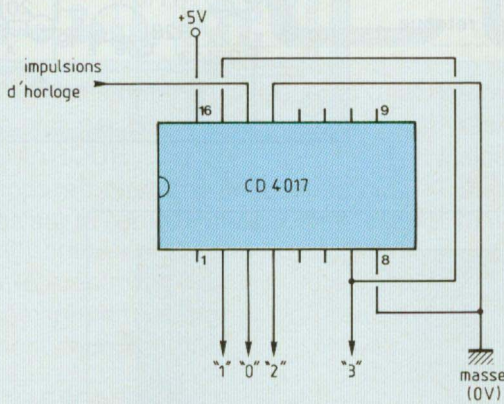


Fig. 3 : Connexions à réaliser pour un comptage sur trois sorties.

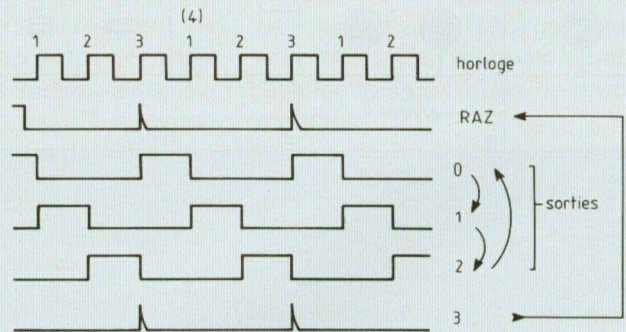


Fig. 4 : Diagrammes de fonctionnement du montage de la figure 3.

se donc par dix la fréquence d'entrée. Si on connecte cette sortie, dite de "retenue", à la broche 14 d'un deuxième circuit CD 4017, celui-ci compte alors les dizaines ; un troisième circuit compterait les centaines et ainsi de suite.

## DIVISION PAR n INFERIEUR A 10

Accomplissant un cycle complet toutes les dix impulsions d'horloge, le

CD 4017 se comporte, fondamentalement, en compteur décimal. Une supercherie d'interconnexion permet de réduire ce cycle à tout nombre n d'impulsions compris entre 2 et 9. La méthode, dont les figures 3 et 4 illustrent un exemple, exploite l'entrée de RAZ. Relions celle-ci à la sortie "3" (broche 7). Le compteur, à partir de la première impulsion d'horloge, travaille d'abord normalement. Par contre, la troisième impulsion, à l'instant même où elle se présente, fait passer la sor-

tie "3", donc aussi l'entrée RAZ, au niveau logique 1. Le compteur retourne donc instantanément (le délai n'excède pas quelques nanosecondes) en début de cycle : c'est la sortie "0" qui se retrouve à l'état logique 1. L'impulsion numéro 4 (diagrammes de la figure 4) devient, dans un nouveau cycle, l'impulsion numéro 1. Le compteur CD 4017 tournera donc, comme le montre le diagramme, selon la séquence de sortie : "0", "1", "2", "0", "1", "2", "0" ...

## NOMENCLATURE DES COMPOSANTS

### • Résistances de 0,25 W à ± 5 %

R1 - R3 - R5 - R7 - R9 - R11 -  
R13 - R15 - R17 - R19 - 330 Ω  
R2 - R4 - R6 - R10 - R12 - R16 -  
R18 - 4,7 kΩ  
R21 - R22 - R23 - 3,9 kΩ  
R24 - R26 - 10 kΩ  
R25 - R27 - 390 Ω  
R28 - 330 Ω  
R29 - 1 kΩ  
R8 - R14 - R20 - 330 Ω  
R30 - 100 kΩ

### • Condensateurs

C1 - 100 nF (Milfeuil)

C2 - 47 μF (électrolytique 16 V, axiales)

### • Semiconducteurs

C1 - CD 4017

T1 à T10 - 2N 2222 (boîtier plastique)

DEL1 à DEL13 - Diodes électroluminescentes rouges (Ø = 3 mm)

### • Divers

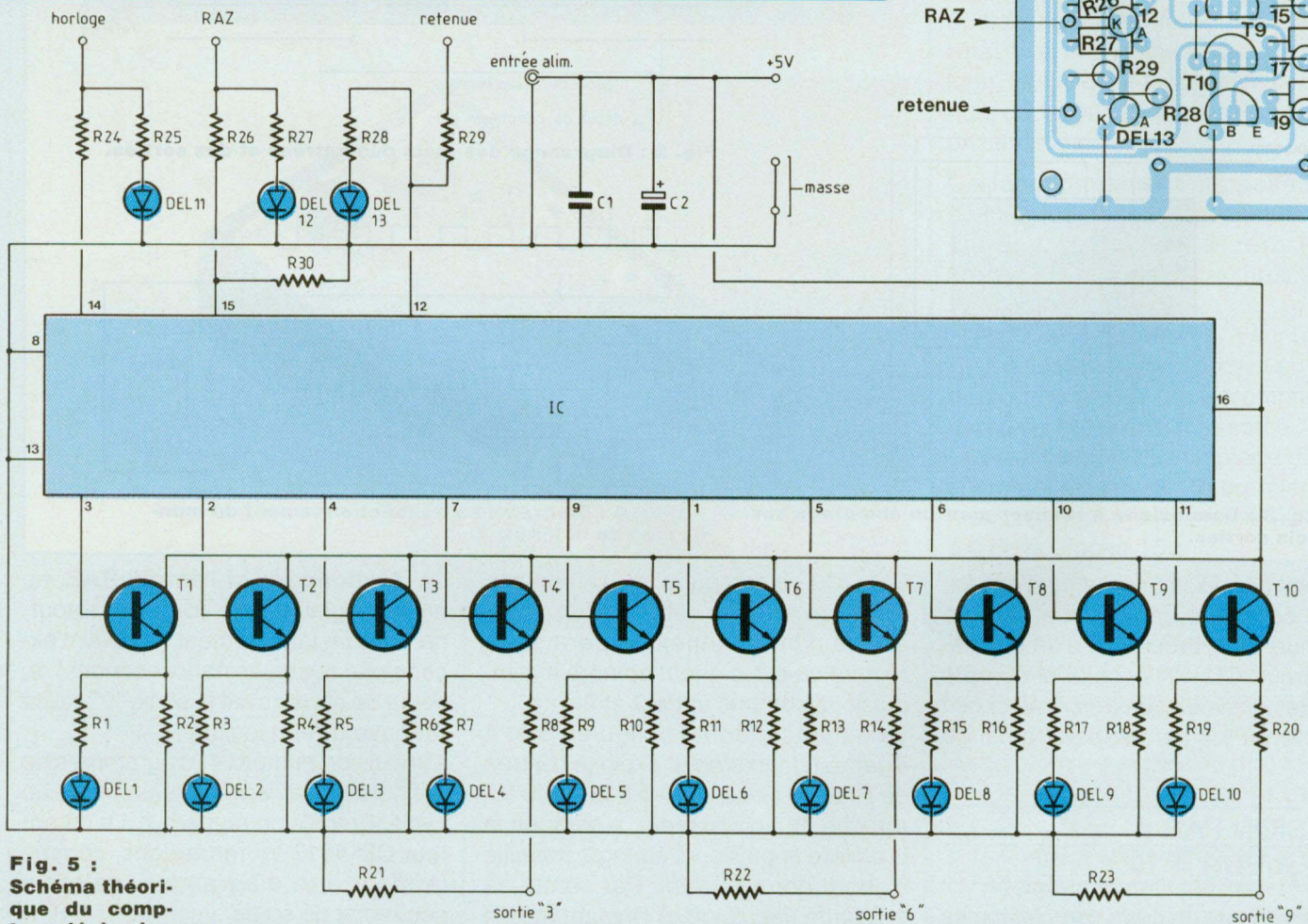
Coffret Digtal référence G 1175

10 Douilles miniatures Ø = 2,5 mm :

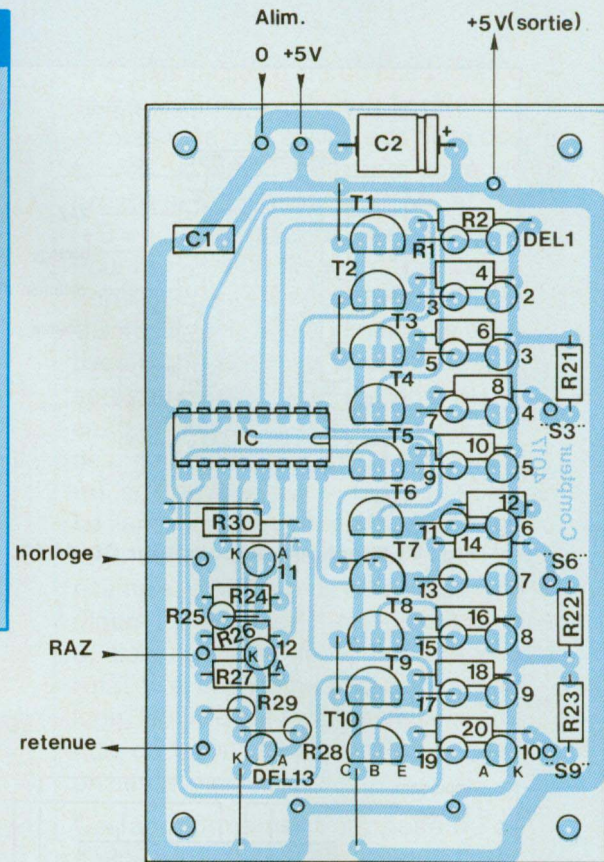
2 noires (masse), 2 rouges (+5 V),  
2 bleues (horloge et RAZ), 4 jaunes  
(sorties "3", "6", "9" et retenue)

Prise châssis coaxiale pour alimentation (mâle)

Vis, entretoises, écrous, en Ø = 3 mm



**Fig. 5 :**  
Schéma théorique du compteur décimal.



**Fig. 7**



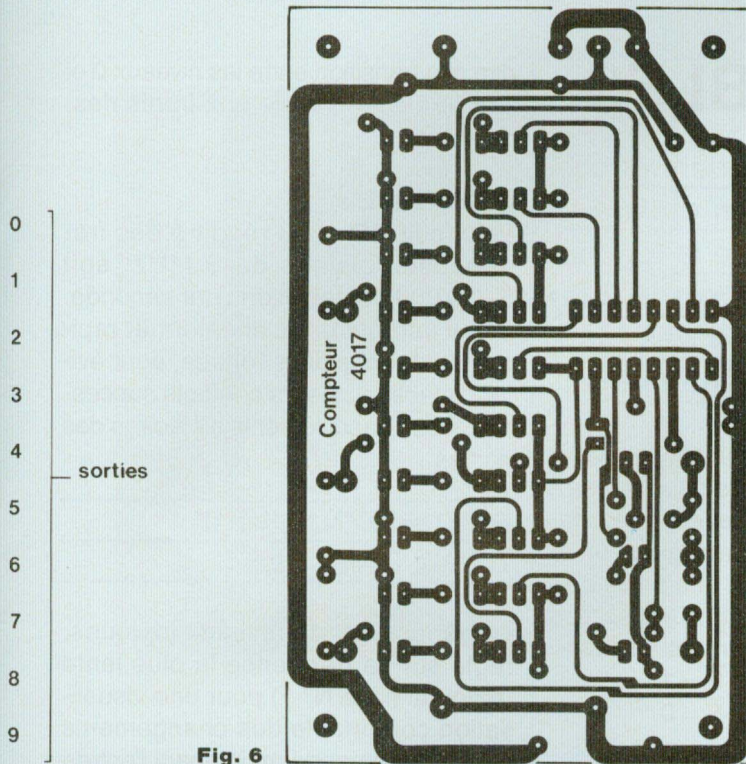
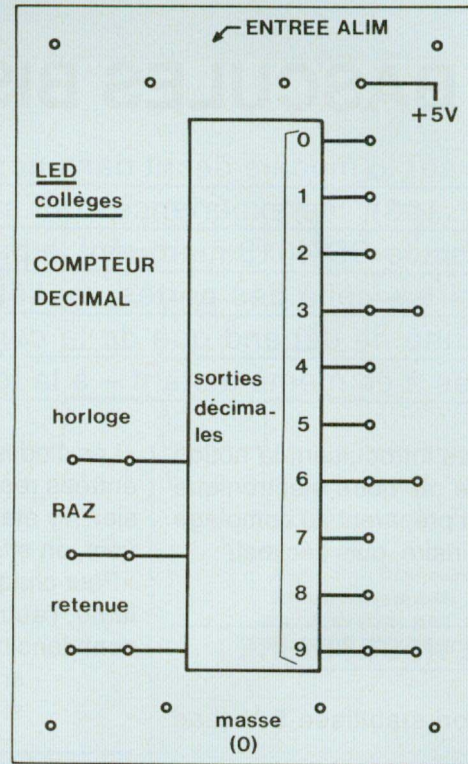


Fig. 6



Il s'est transformé en diviseur par 3, et non plus par 10.

### REMARQUE :

Il apparaît bien des impulsions positives sur la sortie 3, mais comme elles sont annihilées aussitôt qu'apparues, par le mécanisme de remise à zéro, leur extrême brièveté les rend généralement imperceptibles.

### SCHEMA THEORIQUE DU MODULE

On le trouvera en figure 5. Comme pour tous nos modules, l'alimentation, qui s'effectue sous 5 V, est filtrée par les condensateurs C1 et C2. On retrouve aussi, pour les sorties, la structure à laquelle nous ont habitués d'autres montages de la famille (portes logiques dans Led N° 100, inverseurs dans Led N° 101, bascules dans Led N° 103) : les transistors T1 à T10 servent d'amplificateurs de courant. Chacun d'entre eux se trouve chargé, dans son émetteur, par une résistance (R2, R4 ...) qui définit rigoureusement le potentiel zéro

lorsque le transistor est bloqué. Les résistances R1, R3 ... alimentent les diodes électroluminescentes de visualisation des états des sorties : elles s'allument pour l'état logique 1 et s'éteignent pour l'état logique 0.

Il aurait été encombrant (nous tenions à conserver toujours le même coffret) et d'ailleurs pédagogiquement inutile, de relier toutes les sorties à des bornes. Nous en avons sélectionné trois ("3", "6" et "9"), afin de mettre expérimentalement en évidence le mécanisme du comptage limité à un nombre  $n$  inférieur à 10. Pour ces sorties, la configuration est donc légèrement différente. La mise à la masse de l'émetteur du transistor se fait à travers deux résistances en série (R8 et R21 par exemple pour T4), la première assurant la protection contre d'éventuels court-circuits.

La dernière sortie est celle de la retenue, avec une résistance de protection R29 et visualisation par la diode électroluminescente DEL13.

Il reste, enfin, les entrées d'horloge et de remise à zéro (RAZ) : on y retrouve, encore une fois, la structure habituelle, justifiée lors de l'étude de précédents modules.

### CONSTRUCTION DU MODULE

La figure 6 donne le dessin du circuit imprimé et la figure 7, ainsi que la photographie jointe, guide l'implantation des composants. On n'oubliera pas la mise en place des "straps", réalisables à l'aide de queues de composants. Pour obtenir la compacité souhaitée, un certain nombre de résistances sont implantées verticalement.

Le montage prend place, comme toujours, dans un coffret Diptal G 1175. On utilise des bornes noires pour la masse (0 V), rouges pour le +5 V, bleues pour les entrées et jaunes pour les sorties. L'alimentation s'effectue par une prise coaxiale.

R.R.

## LES BASCULES BISTABLES

Réalisées sur le module décrit dans notre précédent numéro (Led N° 103), les expériences qui mettent en oeuvre la double bascule CD 4013 marquent le passage de la logique combinatoire – celle des portes, où l'état d'une sortie à un instant donné ne dépend que de la combinaison des états des entrées à ce même instant – à la logique séquentielle.

**E**lles introduisent la notion de mémoire électronique et préparent au comptage binaire, puis décimal.

### MATERIEL NECESSAIRE

- Alimentation stabilisée 5 V (Led N° 100)
- Générateur de niveaux logiques (Led N° 100)
- Module d'étude des bascules (dans ce numéro)
- Jeu de cordons

### OBSERVATION DU MODULE

La normalisation de nos appareils – coffret, emplacement des entrées et des sorties – permet de passer rapidement sur le branchement de l'alimentation (fiche coaxiale) et les sources de niveaux logiques (0, soit 0 V, douilles noires ; 1, soit +5 V, douilles rouges).

On insistera, par contre, sur les entrées (bleues) et les sorties (jaunes) : chaque bascule comporte 1 entrée, mais 2 sorties.

Pourquoi celles-ci sont-elles notées S et  $\bar{S}$  (complémentaires ...) ?

### MISE SOUS TENSION

On se contente de relier le module au câble d'alimentation.

• Les diodes électroluminescentes des entrées restent éteintes : aucune tension n'y étant appliquée, elles se trouvent, en effet, au niveau logique 0.

• Pour chaque bascule, une sortie s'allume, l'autre est éteinte. Ces sorties sont donc bien complémentaires :

$$\begin{aligned} \text{si } S = 0 \text{ alors } \bar{S} &= 1 \\ \text{si } S = 1 \text{ alors } \bar{S} &= 0 \end{aligned}$$

### ETUDE STATIQUE D'UNE BASCULE

Un cordon relié au +5 V (douille rouge), successivement et plusieurs fois connecté à l'entrée E, puis ôté, y impose une alternance d'états logiques 1 et 0. Observons :

• A l'instant où on branche le cordon, donc où l'entrée passe de 0 à 1, l'état des sorties change : celles-ci **basculent** (comme les plateaux d'une balance), l'une de 0 à 1, l'autre de 1 à 0. Dans tous les cas, les deux sorties restent complémentaires.

• Quand on débranche le cordon, l'entrée passe de 1 à 0. Les sorties conservent leurs états.

Il importe de bien mettre en évidence que le changement d'état des sorties coïncide avec **la transition** de 0 vers 1 de l'entrée. Au contraire, la transition inverse reste sans effet.

### CONCLUSION

La bascule réagit uniquement aux **fronts montants** de l'entrée, c'est-à-

dire à la transition entre les niveaux 0 et 1. Elle est insensible aux fronts descendants.

### REMARQUE :

Le circuit CD 4013 réagit à des fréquences voisines de 5 MHz, soit 5 000 000 de transitions par seconde. Il faut introduire franchement et rapidement la fiche dans l'entrée, pour éviter d'établir plusieurs contacts successifs et des basculements aléatoires des sorties.

### ETUDE DYNAMIQUE D'UNE BASCULE

Le générateur de niveaux logiques, réglé sur sa fréquence la plus lente (revoir la fiche N° 1) pour une visualisation confortable des changements d'états, commande maintenant l'entrée E de la bascule (figure 1 et photographie). On amènera les élèves à construire le diagramme de la figure 2, où il apparaît :

• que les changements d'états (passage de 0 à 1, puis de 1 à 0) des sorties S et  $\bar{S}$  coïncident avec les fronts montants de l'entrée E.

• que par la suite, la période T2 des créneaux de sortie est double de la période T1 des créneaux d'entrée :

$$T2 = 2T1$$

et que, par conséquent, les fréquences sont dans le rapport inverse :

$$F2 = \frac{F1}{2}$$

### CONCLUSION

Une bascule bistable divise par deux la fréquence des signaux d'horloge (l'horloge, ici le générateur, impose le rythme, d'où son nom).

### MISE EN CASCADE DES BASCULES

On obtient la mise en cascade en

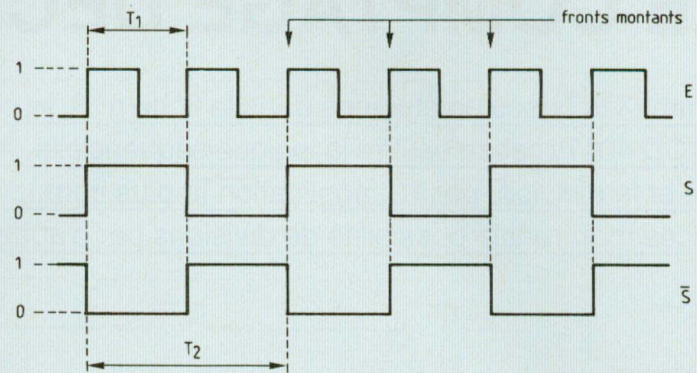
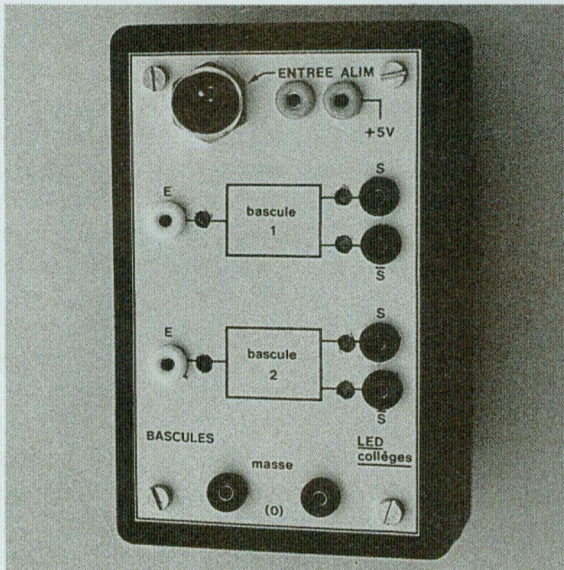


Fig. 2 : Diagrammes de fonctionnement. La bascule divise par 2 la fréquence d'horloge.

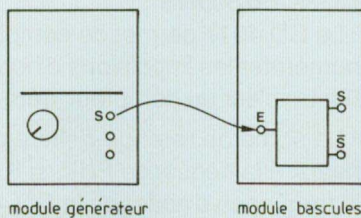


Fig. 1 : Etude dynamique d'une bascule.

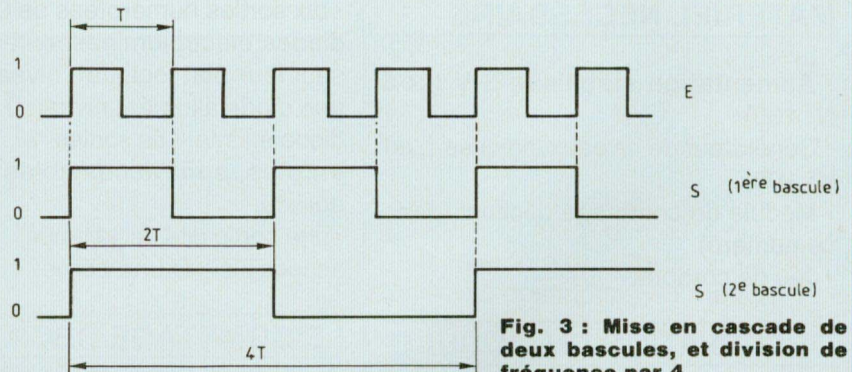


Fig. 3 : Mise en cascade de deux bascules, et division de fréquence par 4.

reliant une des sorties de la bascule 1, à l'entrée de la bascule 2. Le générateur de niveaux logiques sert toujours d'horloge. En faisant construire le diagramme de la figure 3, on montrera facilement les divisions successives par 2, donc la division par 4, de la fréquence d'entrée.

### NOTION DE MEMOIRE

En appliquant une transition montante sur l'entrée d'une bascule, on provoque le changement d'état des sorties. Si on retire le cordon, le nouvel

état persiste. La bascule conserve le souvenir de l'opération : elle se comporte en **mémoire**.

Tous les ordinateurs, des plus petits aux plus puissants, renferment des milliers, ou des millions, de mémoires de ce type. Elles "retiennent" les chiffres 0 ou 1 des nombres écrits en numérotation binaire, pendant un calcul.

### COMPLEMENT DE MANIPULATION

Un oscilloscope bicourbe et un générateur BF réglé sur une fréquence d'en-

viron 1 000 Hz permettent une autre visualisation des expériences précédentes.

- Commander l'entrée E d'une bascule par la sortie TTL du générateur et afficher les créneaux sur la voie Y1 de l'oscilloscope.
- Afficher sur la voie Y2 la sortie de la première bascule, puis celle de la deuxième. Le signal le plus lent (donc celui du canal Y2) sert à la synchronisation.

R.R.

## LE COMPTAGE DECIMAL

Comme les bascules étudiées dans la fiche n° 9, le compteur décimal CD 4017 met en oeuvre la logique séquentielle. Après le comptage et la division, par 10, application la plus immédiate, les expériences montrent la possibilité de divisions par d'autres nombres ...

**E**nfin, l'exploitation de la sortie de retenue permet la connexion en cascade de plusieurs CD 4017

### MATERIEL NECESSAIRE

- Alimentation stabilisée 5 V (Led N° 100)
- Générateur de niveaux logiques (Led N° 100)
- Module de comptage décimal (dans ce numéro)
- Jeu de cordons

### OBSERVATION DU MODULE

Pour ce qui concerne l'alimentation (+5 V), on retrouve la disposition habituelle à tous les appareils de la série : entrée sur prise coaxiale, report du +5 V sur deux bornes rouges et de la masse (0 V) sur deux bornes noires. Le module comporte deux entrées (bornes bleues) :

- L'horloge : on l'appelle ainsi car la succession des impulsions appliquées à cette entrée (alternances de niveaux logiques 0 et 1) impose la cadence de fonctionnement du compteur (comme le balancier d'une horloge).
- La remise à zéro (RAZ) : normalement maintenue au niveau logique bas,

elle réinitialise le compteur lorsqu'on la porte au niveau haut (1 logique, soit +5 V).

Les sorties (bornes jaunes) sont au nombre de 11 :

- dix sorties numérotées de 0 à 9. Les diodes électroluminescentes visualisent leur état logique : niveau 1 pour une diode allumée, niveau 0 pour une diode éteinte. Les sorties "3", "6" et "9", en plus, sont accessibles par des bornes.
- une sortie dite de "retenue", elle aussi accessible par une borne.

### LE COMPTAGE DECIMAL

La figure 1 schématise le montage à réaliser :

- L'alimentation fournit son énergie au générateur par sa prise coaxiale.
- Deux cordons transfèrent respectivement, vers le module "compteur", la masse (0 V, bornes noires) et le +5 V (bornes rouges).
- L'une des sorties logiques du générateur excite l'entrée d'horloge H. Pour bien visualiser les phénomènes, choisir une fréquence d'horloge faible. On constate que :
- Une seule sortie ("0" à "9") du compteur s'allume à la fois (niveau logique 1).

• Le décalage d'une sortie vers la suivante coïncide exactement avec l'instant d'allumage de la diode d'entrée d'horloge (ou de celle du générateur). Le basculement des sorties est donc commandé par la **transition montante** de chaque impulsion d'horloge.

• Lorsque la diode d'horloge s'éteint, il ne se passe rien : les transitions descendantes restent sans effet. On retrouve le phénomène de **mémoire** mis en évidence dans les bascules (fiche N° 9).

• Après la sortie "9", c'est la sortie "0" du compteur qui passe au niveau 1 : le fonctionnement est **cyclique**.

• La sortie de retenue passe au niveau 1 à la 5<sup>ème</sup> impulsion (sortie "4") et revient au niveau 0 à la 10<sup>ème</sup> impulsion (sortie "9").

### CONCLUSIONS :

• Le CD 4017 permet de compter et de numéroté les impulsions d'horloge, de 0 à 9 : c'est un compteur **décimal**.

• La sortie de retenue délivre des créneaux à la fréquence  $F/10$ , si F désigne la fréquence d'horloge : le CD 4017 est un diviseur par 10. On remarquera que ces créneaux sont symétriques : 5 impulsions d'horloge pour le niveau 0, 5 autres pour le niveau 1.

### LA REMISE A ZERO

Dans le mode de fonctionnement qui précède, l'entrée RAZ se trouve automatiquement maintenue au niveau logique 0 (résistance R25 et DEL11) internes au module. Si on la porte au niveau 1 (cordon au +5 V) :

- La sortie "0" passe à l'état 1 : le compteur est initialisé.
- Les impulsions d'horloge deviennent sans influence.
- Le comptage commence (sortie "1" à l'état 1, etc ...) pour la première tran-

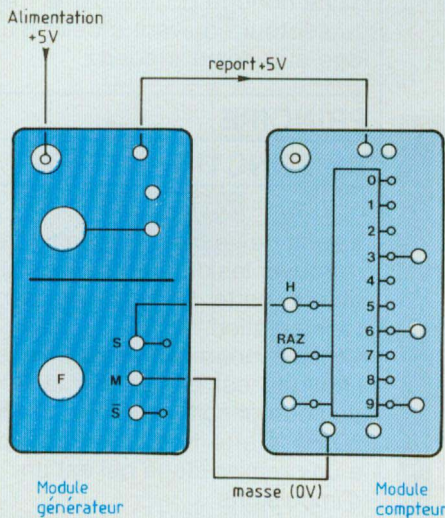


Fig. 1 : Montage d'étude du compteur.

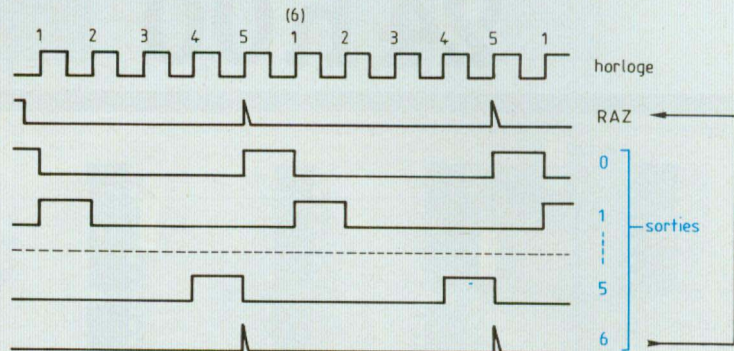


Fig. 2 : Diagramme de fonctionnement du CD 4017 utilisé en compteur par 6.

sition montante d'horloge qui suit le retour de l'entrée RAZ au niveau 0.

**REMARQUE**

Lors de la mise sous tension, l'état du compteur relève en général du hasard. Pour démarrer à "0", il faut donc utiliser la commande RAZ.

**DIAGRAMME DE FONCTIONNEMENT**

Il a été fourni avec la description du module. Il sera instructif de le reconstituer par observation directe des états successifs des entrées et des sorties.

**REMARQUE**

En vue de simplifier la construction du module, la commande d'inhibition est, par construction, maintenue à l'état 0, donc inactive.

**DIVISION PAR UN NOMBRE QUELCONQUE**

La transition logique 0 → 1 sur l'entrée de RAZ remet le compteur à zéro (sortie "0" à l'état 1). Si, alors, on relie une sortie à l'entrée RAZ :

- A l'instant **précis** où cette sortie passe au niveau logique 1, le compteur est remis à zéro. Donc :
- La sortie n'a pratiquement pas le temps de basculer : elle n'est pas exploitée.
- Le compteur revient dans l'état sortie "0" au niveau 1 et recommence un cycle.

En reliant la sortie *n* à l'entrée RAZ, le CD 4017 compte de 0 à *n* - 1, soit *n* états possibles.

**EXPERIENCES**

Les sorties "3", "6" et "9" sont acces-

sibles par des bornes. On pourra donc expérimenter trois cas de comptage. Un exemple (*n* = 3) en a été donné dans la description du module. Pour *n* = 6, puis *n* = 9, on pourra redessiner les diagrammes correspondants. La figure 2 illustre le cas où *n* = 6.

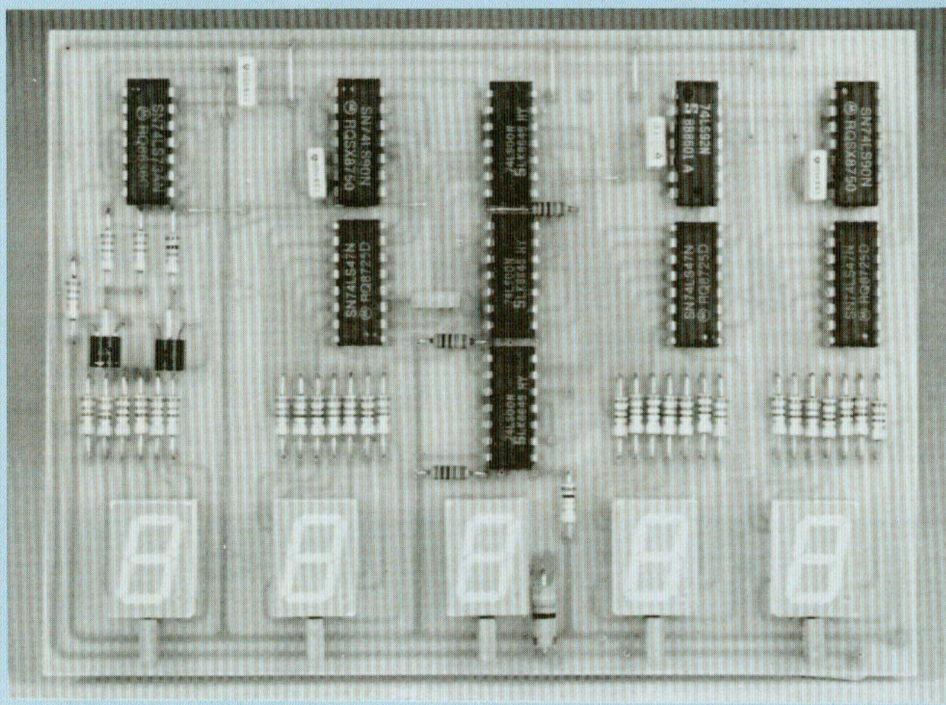
**CONCLUSION**

- On peut limiter le comptage du CD 4017 à tout nombre compris entre 2 et 9, au lieu de 10. On remarquera que, dans le cas où *n* = 2, le fonctionnement se ramène à celui d'une bascule bistable. La sortie "0" devient équivalente à la sortie Q du CD 4013 et la sortie "1" à sa sortie  $\bar{Q}$  (fiche N° 9).

**R.R.**

Nous consacrerons la fiche N° 11 à la mise en cascade de modules CD 4017 pour différents types de comptage (secondes, dizaines de secondes et minutes, par exemple).

# HORLOGE DIGITALE 24 h 00



Quelques composants à assembler avec soin sur deux circuits imprimés et vous voici en possession d'une horloge à affichage numérique d'une excellente précision. Equipée d'afficheurs 7 segments de 12,7 mm de hauteur (rouges ou verts selon vos goûts), cette horloge vous renseignera à distance, avec exactitude, vingt-quatre heures sur vingt-quatre, contrairement à celles équipées d'afficheurs LCD inutilisables la nuit ou à plus de deux mètres de distance.

**L'**horloge digitale que nous vous proposons est entièrement équipée de circuits intégrés que l'on trouve partout car faisant partie de la famille 74LS. Bien sûr, il y en a quinze à souder et, si le schéma de principe semble fort complexe, la réalisation ne l'est guère. Par contre, elle est facilement dépannable et à peu de frais, un circuit intégré 74LS coûtant environ 4 F.

Dans la conception de cette horloge, nous avons recherché la sécurité de fonctionnement et un faible coût. L'affichage est à base de LED, ce qui permet une lecture aisée en tout temps et à distance, contrairement à un affichage à cristaux liquides. La base de temps est fournie par la fréquence du secteur, ce qui permet une grande précision puisque les réseaux européens rattrapent les écarts de fréquence qui peuvent inter-

venir dans le temps. La dérive maximale peut atteindre 10 secondes. On peut donc admettre que l'exactitude d'une horloge pilotée par la fréquence du secteur équivaut à celle d'une horloge autonome à quartz.

## PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

Il suffit de se reporter à la figure 1 pour retrouver les différents blocs qui constituent cette horloge, en partant de l'alimentation.

Comme nous venons de le signaler, l'horloge est pilotée par la fréquence du secteur soit pour nous, Français, de 50 Hz. Cette fréquence est appliquée à un premier étage qui est un "formeur d'impulsions".

La tension alternative prélevée au transformateur d'alimentation se retrouve rabotée aux deux sommets et c'est un signal carré de même fréquence 50 Hz qui sort du "formeur". Un diviseur de fréquence par 30 donne en sortie des impulsions dont la durée est de 0,6 seconde, soit une fréquence de 1,66 Hz. Un circuit annexe (circuit de mise à l'heure) permet de mettre l'horloge à l'heure (heures et minutes bien entendu !).

Ces impulsions de fréquence  $f = 1,66$  Hz sont ensuite redivisées par 100 cette fois-ci, ce qui donne évidemment des impulsions de 0,0166 Hz. Le deuxième diviseur n'est pas là par hasard, il suffit de calculer la période relative à cette fréquence pour s'en persuader et découvrir un chiffre bien connu : 60 secondes !

$$t = \frac{1}{f} = \frac{1}{0,0166} \approx 60$$

(s) (Hz)

Ces impulsions sont appliquées au compteur qui va commander le décodeur et celui-ci les afficheurs.

Comme nous avons affaire à des circuits intégrés TTL, la tension d'alimentation est de +5 volts, tension régulée obligatoirement puisque la consommation varie constamment en fonction du nombre de segments allumés au niveau des quatre afficheurs.

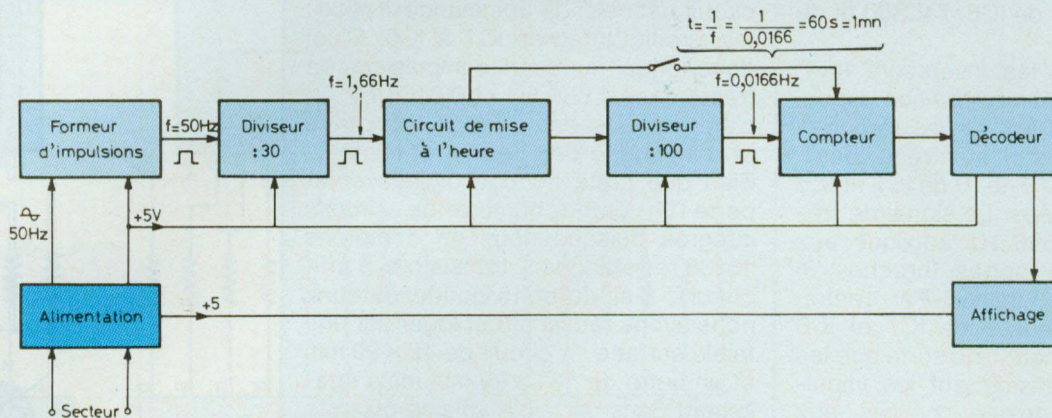


Fig. 1 : Principe de fonctionnement de l'horloge.

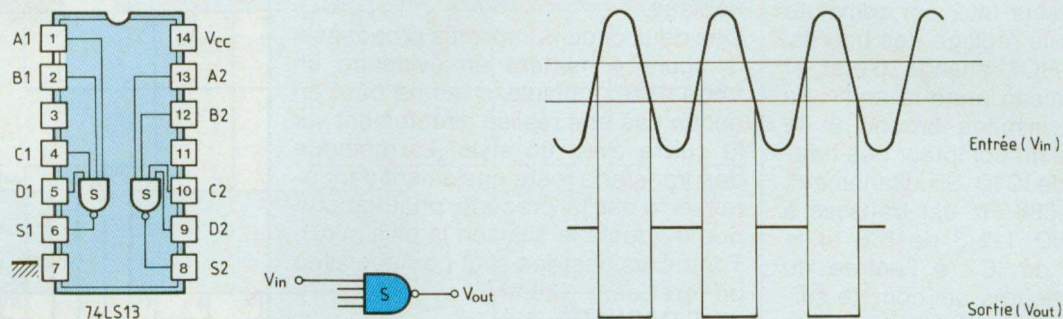


Fig. 3 : Bascule de Schmidt.

## LE SCHEMA

Il ne faut pas s'affoler devant le nombre impressionnant des circuits intégrés de cette figure 2, il suffit de décomposer les différents blocs du synoptique de la figure 1.

Tout d'abord un signal alternatif est appliqué à IC1/74LS13 aux broches 1, 2, 4 et 5. Il s'agit d'un Trigger de Schmidt.

La figure 3 permet de comprendre le fonctionnement et l'intérêt de cette bascule de Schmidt. Un signal quelconque présent à l'entrée (entrée input) se retrouve en sortie (output) sous la forme d'impulsions carrées. Dans notre cas, celui-ci convertit la fréquence sinusoïdale 50 Hz en signaux carrés de même fréquence qui, eux, commandent un double bistable IC2/74LS73 (division par 3).

Le 74LS73 précède un compteur à

décade IC3/74LS90. Dès lors la fréquence en sortie de celui-ci est de 1,666 Hz [50/(3 × 10)].

Ce signal servira à la mise à l'heure. Il est ensuite à nouveau divisé par deux autres compteurs à décade IC4 et IC5, soit une division par 100, ce qui aboutit à l'obtention d'un signal de fréquence 0,0166 Hz et de période 60 secondes ou bien entendu 1 minute.

C'est cette impulsion qui commande le compteur. Celui-ci est composé d'un compteur "minutes" avec IC11 et IC12 et d'un compteur "heures" avec IC9 et IC10. Chacun possède deux étages. IC10 et IC12 comptent de 0 à 9, IC9 de 0 à 2 et IC11 de 0 à 5. Le compteur des dizaines de minutes est composé d'un diviseur par 6 : IC11/74LS92 et le compteur des dizaines d'heures d'un double bistable IC9/74LS73.

Le compteur global est asynchrone, c'est un dispositif très simple, les délais de commutation ne jouent guère

de rôle dans une fréquence de comptage de cet ordre.

A 24.00 heures, les deux entrées 12 et 13 d'une porte NAND IC8/74LS00 sont au niveau "haut" pour la première fois, de sorte que la sortie "bas" mette les deux entrées "clear" du double bistable du compteur des dizaines d'heures IC9/74LS73 à 0.

Ce signal est simultanément inversé par une autre porte NAND IC8/74LS00 pour mettre également à 0 le compteur des unités d'heures. Quant aux compteurs des minutes, ils sont déjà à 0.

La mise à l'heure de cette horloge est simple, il suffit d'appliquer le signal de fréquence  $f = 1,666$  Hz directement soit sur le compteur des minutes soit sur celui des heures par l'intermédiaire des inverseurs Inv2 et Inv3.

Les portes NAND 1-2-3 et 13-12-11 de IC7/74LS00 forment des bistables qui servent à supprimer les rebonds de l'inverseur Inv2. Il en est de même pour

# HORLOGE DIGITALE

les portes NAND de IC6/74LS00 et de l'inverseur Inv3.

Sur le schéma, les inverseurs Inv1, Inv2 et Inv3 sont en position repos, c'est-à-dire que les sorties (broches 11) de IC7 et IC6 sont au niveau "bas". Les portes NAND 8-9-10 de IC7 et IC6 sont donc bloquées. Le signal de fréquence  $f = 1,666 \text{ Hz}$  appliqué aux entrées de ces portes (broches 9) n'est donc pas transmis. Par contre, les sorties broches 3 de IC7 et IC6 sont au niveau "haut", de sorte que les portes 4-5-6 transmettent les impulsions des minutes et heures aux compteurs à travers les NAND de IC8/74LS00.

Lorsque l'inverseur Inv2 est commuté de b en a pour le réglage des heures, la bascule de IC7 change d'état et interrompt la liaison entre la sortie du compteur des minutes broche 9 de IC11 et l'entrée du compteur des heures broche 14 de IC10. Simultanément, le signal de 1,666 Hz est transmis à travers le NAND 1-2-3 de IC8 et le NAND 8-9-10 de IC7 à l'entrée du compteur des heures qui compte suivant ce rythme jusqu'à l'inversion de Inv2, soit la mise à la masse à nouveau de la broche 1 de IC7.

Par les entrées "Reset" broches 2 et 3 de IC12/74LS90 reliées à la sortie du NAND IC7, broche 11, les afficheurs du compteur des minutes sont remis à 0 lorsque l'on actionne Inv2, de sorte qu'aucune impulsion ne soit transmise au compteur des heures au moment d'actionner Inv3. Le réglage des minutes se fait de façon identique.

Un affichage 7 segments à anodes communes est utilisé. Comme les compteurs délivrent un signal binaire, celui-ci devra être décodé avant de commander l'affichage. Pour les minutes et les unités des heures, nous avons utilisé des décodeurs drivers BCD/7 segments de type 74LS47. Pour les dizaines d'heures, deux transistors suffisent, T1 et T2 sont de type NPN/MPSA06.

## REALISATION

### - LES CIRCUITS IMPRIMES

Ils sont au nombre de deux. Le petit

circuit est celui de commande, il reçoit les circuits intégrés IC1 à IC5. C'est donc lui qui fournira les impulsions de fréquences 1,666 Hz et 0,0166 Hz.

L'autre circuit est celui de comptage et d'affichage des heures et minutes. Bien que cette horloge digitale comporte un grand nombre de circuits intégrés puisque nous en comptons 15, 38 résistances, 2 transistors, 5 afficheurs, 1 diode et 16 condensateurs, nous avons réussi à tout loger sur une faible surface : 1 circuit de  $42 \times 99 \text{ mm}$  et un autre de  $131 \times 99 \text{ mm}$  mais également dans un faible volume puisque les deux circuits se superposent, ce que nous verrons au moment du câblage.

Ces deux circuits imprimés proposés à la figure 4 mettent en évidence un tracé assez complexe qui ne peut en aucun cas être réalisé directement sur le cuivre avec un stylo. La méthode des transferts reste également dangereuse, c'est le procédé photographique qui reste la solution la plus sûre. Toutes les pastilles sont percées avec un foret de  $\varnothing 0,6 \text{ mm}$ .

### - LE CABLAGE

Les plans de câblage sont proposés à la figure 5. Ils sont clairs et précis. Que dire de plus sinon de faire attention à l'orientation des circuits intégrés ! Il est toujours délicat de devoir dessouder une puce à 14 ou 16 broches pour la vie de celle-ci et pour les pistes du circuit imprimé qui sont ici assez fines.

Une solution évidente, utiliser des supports. Dans ce cas, il est nécessaire d'effectuer des perçages non plus à  $\varnothing 0,6$  mais à  $\varnothing 0,8$ . Il faut donc travailler avec une grande précision car certaines pastilles sont fines et après perçage il reste peu de cuivre, même si le centrage est parfait. Alors gare aux dérapages du foret.

Le condensateur C2 de volume important est à souder côté pistes cuivrées.

### - L'afficheur central et la résistance R38

Ces deux composants permettent simplement d'afficher un h minuscule de façon à séparer les heures des minutes. Il ne sont donc pas indispensables mais améliorent l'esthétique de la réalisation ; à vous de juger !

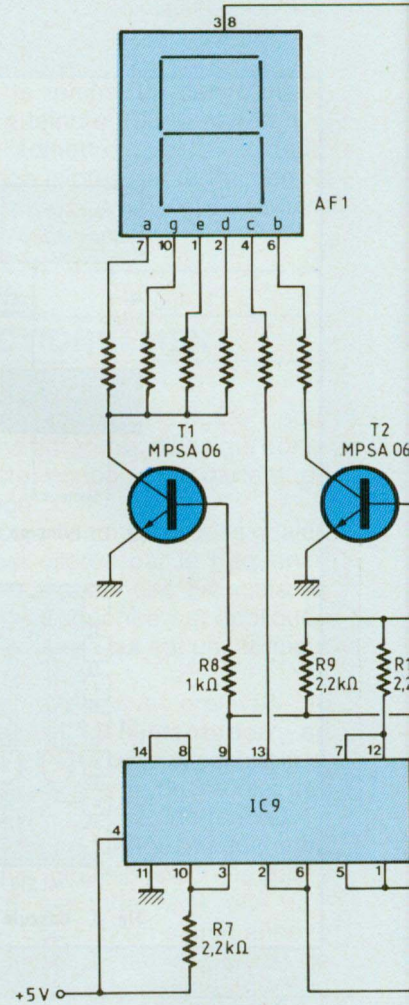
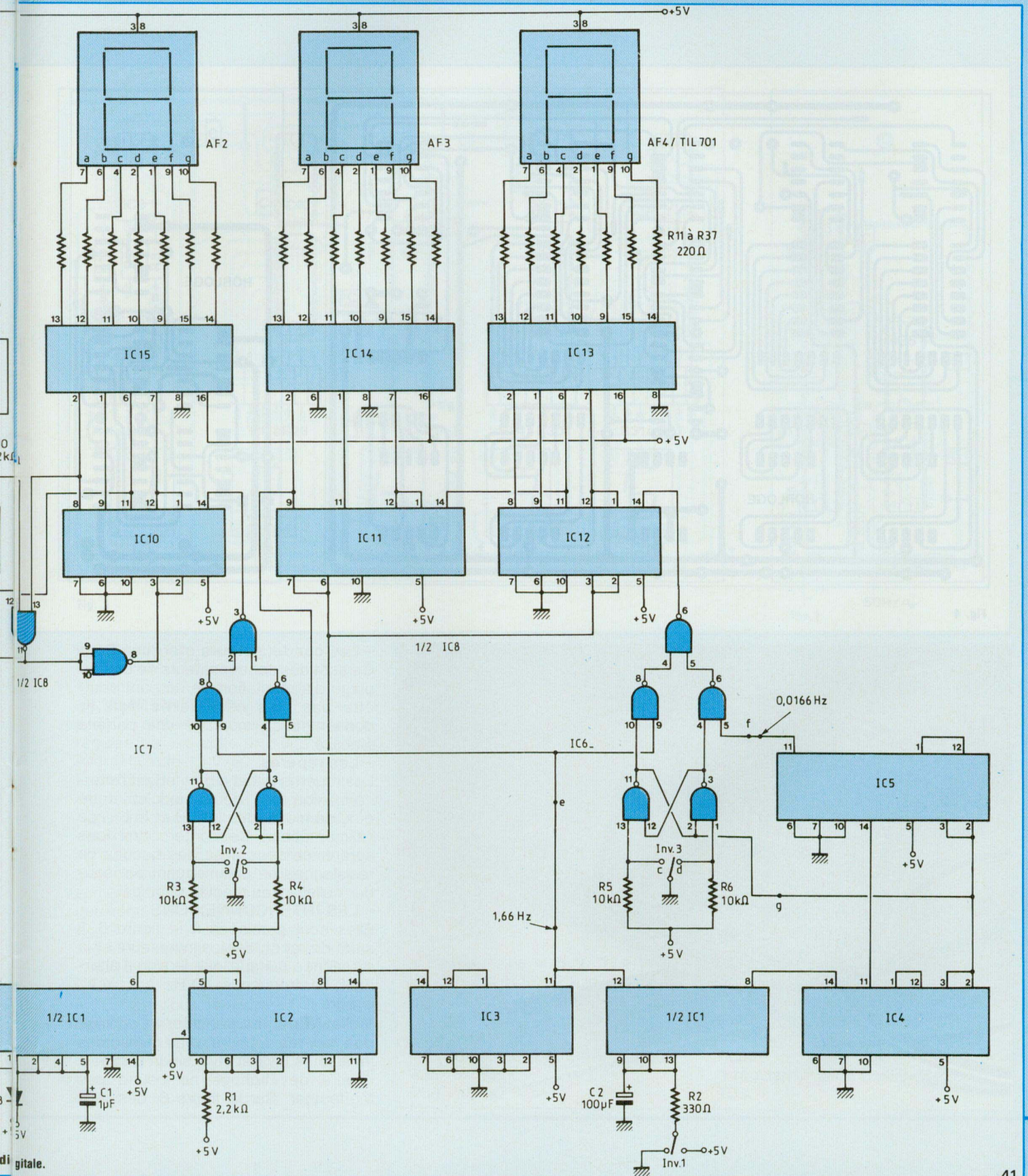


Fig. 2 : Schéma de principe de l'horloge



# FIABILITE ET PRECISION



# HORLOGE DIGITALE

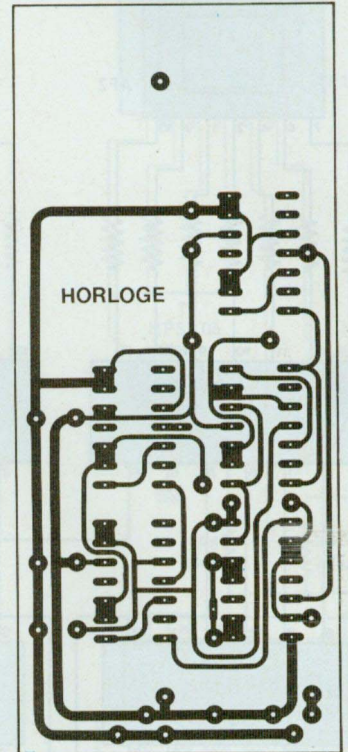
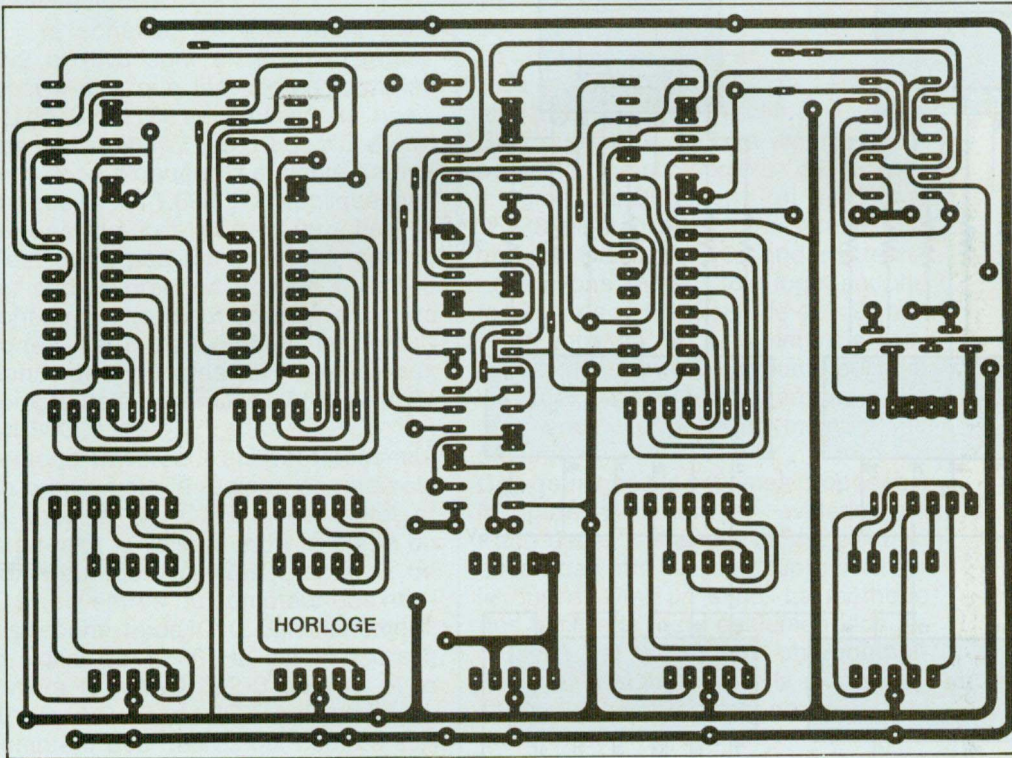
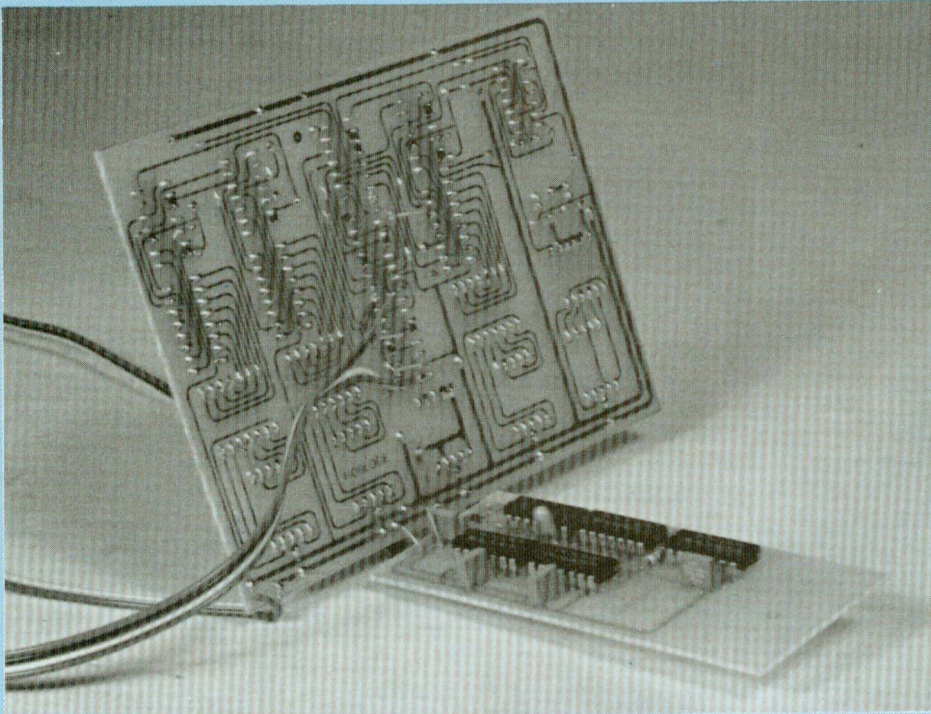


Fig. 4



## - Les condensateurs marqués C

Ce sont des condensateurs de découplage d'alimentation, ils ne sont peut-être pas tous nécessaires mais ils donnent à ce montage une parfaite stabilité.

## - Les repères

Les repères e, f et g permettent l'interconnexion des deux modules entre eux, de même que le (+) et le (-) de l'alimentation. Ces interconnexions seront réalisées avec des queues de résistances en commençant par souder celles-ci au module principal.

## - LES INTERCONNEXIONS

Elles sont précisées à la figure 6. Il suffit de raccorder les inverseurs et la résistance qui applique le signal alternatif de fréquence 50 Hz au circuit intégré IC1.

Veillez à ne pas permuter le câblage des repères a, b, c et d au niveau des inverseurs Inv2 et Inv3, sinon la mise à l'heure de l'horloge ne pourra pas s'effectuer. Sur la figure 6, ces trois

# FIABILITE ET PRECISION

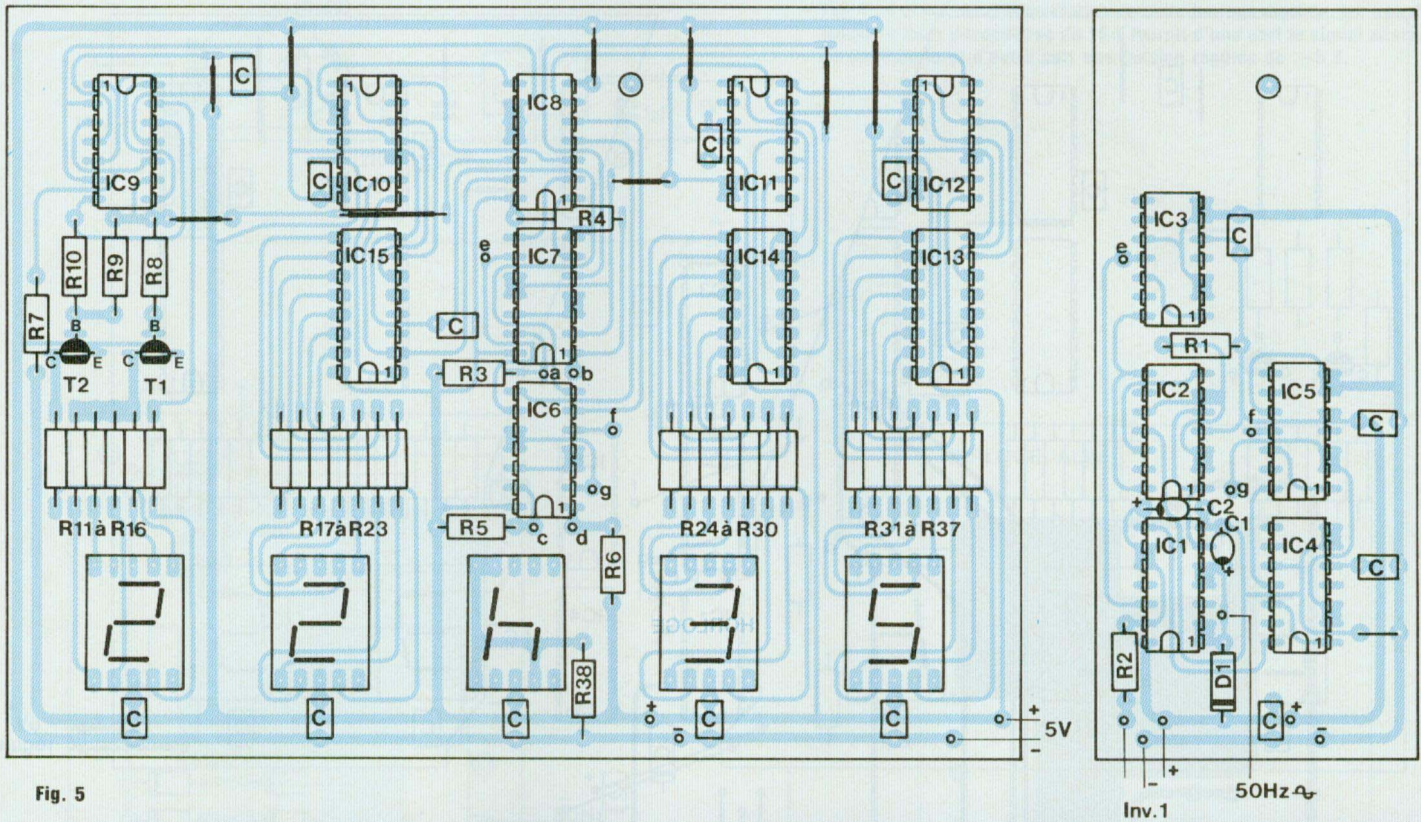


Fig. 5

inverseurs ont leur levier de commande basculé vers le haut (blocage et comptage).

## - L'ALIMENTATION

Il faut disposer d'une alimentation régulée de +5 volts et d'une tension alternative de 15 V/50 Hz.

Le prototype a été essayé avec l'alimentation proposée à la figure 7. Un transformateur fournit au secondaire deux tensions alternatives de 15 V. Un enroulement sert à disposer d'une tension continue de +5 V après redressement, filtrage et régulation. Le deuxième enroulement applique le signal alternatif au montage, l'une de ses extrémités étant reliée à la masse.

## - MISE SOUS TENSION ET REGLAGES

A la mise sous tension, un ou deux afficheurs des minutes va s'allumer en indiquant n'importe quoi (82 mn par exemple).

Avec l'inverseur des heures Inv2, faire défiler le compteur jusqu'à l'affichage

## NOMENCLATURE DES COMPOSANTS

### HORLOGE

#### ● Semiconducteurs

IC1 - 74LS13  
 IC2, IC9 - 74LS73  
 IC3, IC4, IC5, IC10, IC12, -74LS90  
 IC6, IC7, IC8, - 74LS00  
 IC11 - 74LS92  
 IC13, IC14, IC15 - 74LS47  
 D1 - 1N4148  
 T1 - MPSA06  
 T2 - MPSA06  
 AF1 à AF5 - 5 afficheurs à anodes communes

#### ● Résistances ± 5 % 1/4 W

R1, R7, R9, R10 - 2,2 kΩ  
 R2 - 330 Ω  
 R3, R4, R5, R6 - 10 kΩ  
 R8 - 1 kΩ  
 R11 à R37 - 220 Ω  
 R38 - 47 Ω  
 R39 - 12 kΩ

#### ● Condensateurs tantale goutte

C1 - 1 μF/16 V  
 C2 - 100 μF/16 V

#### ● Condensateurs non polarisés au pas de 5,08

C - condensateurs de découplage 13 × 100 nF

#### ● Divers

3 inverseurs miniatures

### ALIMENTATION

1 transformateur 220 V/2 × 15 V  
 4 diodes 1N4001  
 1 condensateur 2 200 μF/16 V  
 1 condensateur 0,22 μF/63 V  
 1 condensateur 1 μF/16 V tantale goutte  
 1 régulateur 7805 boîtier T0220 ou T03

# HORLOGE DIGITALE

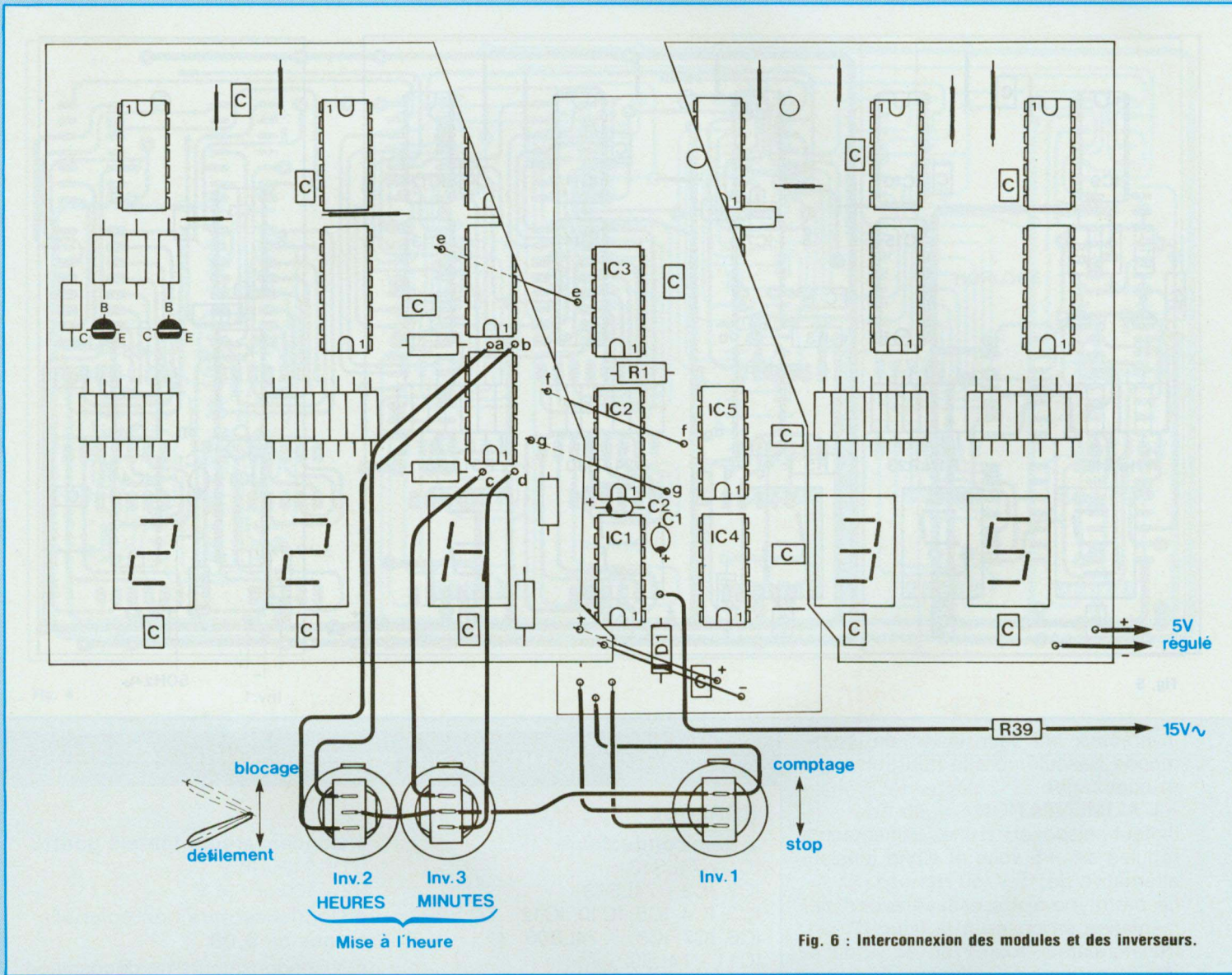
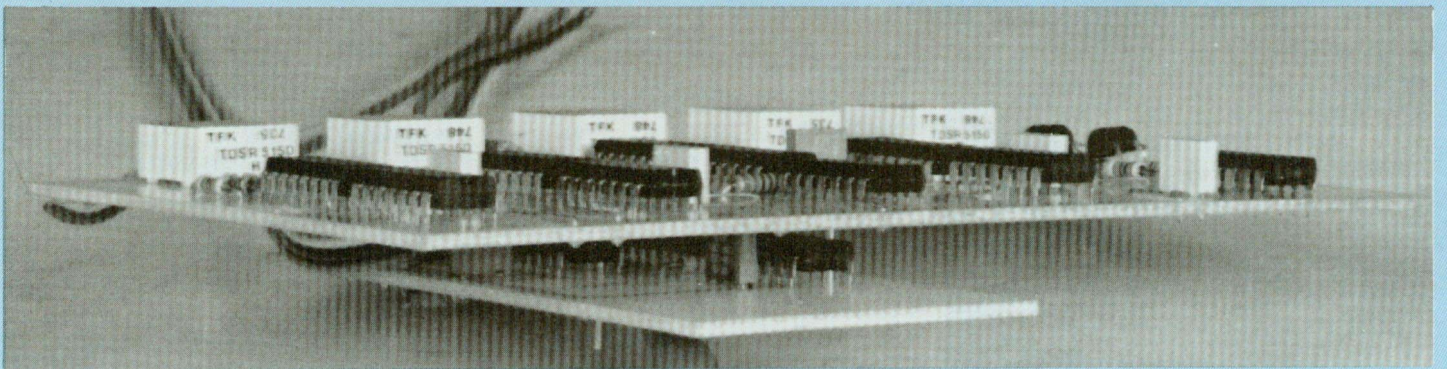


Fig. 6 : Interconnexion des modules et des inverseurs.



# FIABILITE ET PRECISION

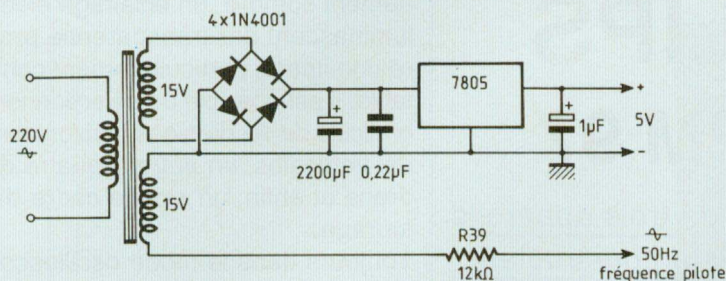
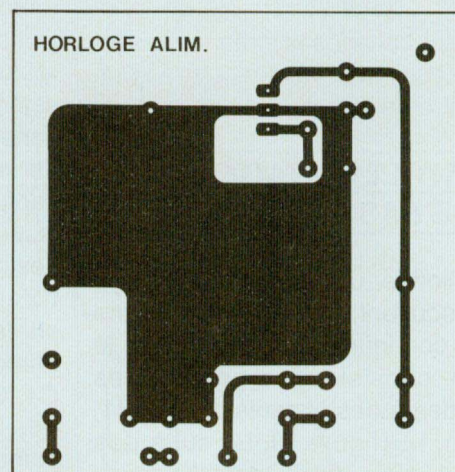
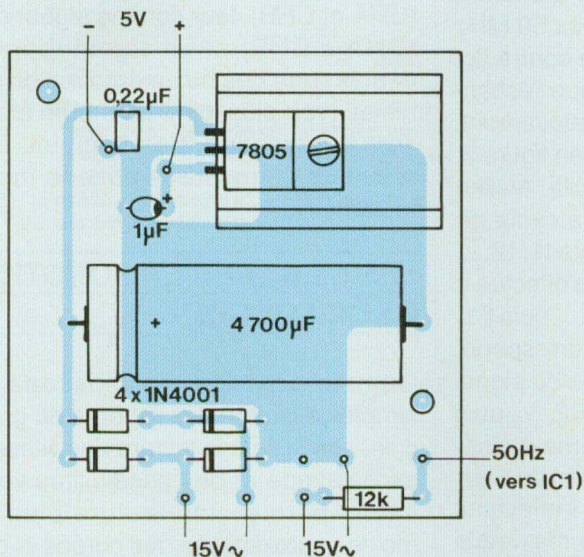


Fig. 7 : Possibilité d'alimentation de cette horloge digitale. Un transformateur à deux secondaires de 15 V fournit d'une part le signal alternatif de commande et d'autre part une tension régulée de + 5 V.



de l'heure de votre montre par exemple. Les afficheurs des minutes vont se mettre automatiquement à 00. S'il est moins de 10 h, le dernier afficheur des heures restera éteint (AF1).

Ce premier réglage effectué et Inv2 rebasculé en position repos, effectuer la même manipulation avec Inv3. Les minutes défilent et l'on arrête le comptage, suivant les indications de la montre en basculant comme précédemment Inv3.

L'horloge affiche alors la même heure que votre montre. Pour que le comptage puisse commencer, toutes les minutes et s'afficher sur le premier digit (AF4), inverser la position de Inv1. C'est terminé.

A 24 h et une minute, AF2 et AF3 vont repasser à 0, AF4 va indiquer 1 et l'afficheur des dizaines d'heures AF1 va s'éteindre et le restera jusqu'à 10 h 00.

## CONCLUSION

Cette réalisation, à la portée de tout lecteur même débutant sachant souder proprement et disposant d'un fer à panne fine de 30 watts maximum (les pistes et les pastilles sont fines !) leur permettra sans aucun réglage d'être en possession d'une excellente horloge digitale, très précise puisqu'étant synchronisée sur la fréquence du secteur.

Son affichage des heures et minutes à l'aide de 5 digits 7 segments rouges et lumineux est agréable et permet une lecture à plusieurs mètres, même dans une pièce bien éclairée.

La consommation n'est pas trop importante, la maquette utilisant des circuits intégrés de la série 74LS. Elle est surtout fonction du nombre de segments allumés, le maximum de consommation devant se situer à 18 h 58 (utilisation de 25 segments avec le h). Ce montage devant impérativement faire appel au réseau EDF, ceci ne constitue donc nullement une gêne.

D.B.

# FLUKE / PHILIPS

## SCOPEMETRE PM 97

Le PM 97 est le plus complet d'une famille de trois appareils fort justement baptisés "scopemètres" par leur constructeur.

**C**es instruments de mesure associent de façon interactive, dans un boîtier remarquablement compact et capable de fonctionner sur batteries comme sur le secteur, un oscilloscope numérique et un multimètre de très haut de gamme.

### ECHANTILLONNAGE ET BANDE PASSANTE

Echantillonner un signal analogique – le plus souvent, on se ramène à une tension continûment variable avec le temps – consiste à en prélever les amplitudes à des instants discrets  $t_1, t_2, \dots, t_n, \dots$  (figure 1). La suite des points  $A_1, A_2, \dots, A_n, \dots$ , dont les amplitudes sont inscrites en mémoire après quantification (ici sur 8 bits, donc avec une résolution de 256 niveaux), permet de reconstituer la courbe originale.

Plus précisément, dans le cas d'un signal périodique, le théorème de Shannon enseigne que, pour y parvenir, la fréquence  $F_e$  d'échantillonnage doit, au minimum, atteindre le double de la fréquence la plus élevée contenue dans le signal analysé. Il s'agit là d'une limite théorique. En pratique, les techniques d'interpolation imposent une fréquence  $F_e$  environ cinq fois supérieure à la fréquence maximale.

Le PM 97 capte 25 échantillons par division horizontale d'écran (512 échantillons au total pour 20 divisions, soit deux largeurs d'écran), et asservit ainsi  $F_e$  à la fréquence de balayage. Or,  $F_e$

plafonne à 25 MHz (un échantillon toutes les 40 ns), ce qui semble limiter la bande passante aux alentours de 5 MHz, contrairement aux 50 MHz annoncés. Cette apparente contradiction disparaît lorsqu'on sait que l'échantillonnage, ici, s'effectue aléatoirement, selon le mécanisme illustré en figure 2, dans le cas d'un signal répétitif. Au lieu de se reproduire, à chaque cycle de capture, aux mêmes instants  $t_1, t_2, \dots, t_n, \dots$ , la prise d'échantillons s'effectue à des instants décalés  $t'_1, t'_2, \dots, t'_1, t'_2, \dots$  et ainsi de suite. Il y correspond, sur la courbe représentative du signal analogique, les points  $B_1, B_2, \dots$ , puis  $C_1, C_2, \dots$ . A l'issue du dixième passage, tout se passe, **en moyenne**, comme si l'échantillonnage s'effectuait à 250 MHz, pour la vitesse maximale de balayage. On dispose bien alors d'une bande passante de 50 MHz (à -3 dB), associée à un temps de montée de 7 ns.

### AFFICHAGE LCD

L'écran à cristaux liquides, carré, se compose d'une matrice de 240 x 240 pixels. En fonction oscilloscope – nous verrons plus loin l'utilisation en multimètre – il exploite de façon optimale les résolutions horizontale (512 échantillons pour deux largeurs, explorables par la commande de cadrage) et verticale (quantification sur 8 bits, soit 256 niveaux).

Le réglage de contraste adapte la visibilité aux conditions les plus variées de luminosité ambiante. En environ-

nement sombre, un éclairage électroluminescent par transparence procure une image particulièrement confortable. Il est possible de sélectionner un graticule de dix divisions horizontales et dix verticales, un autre à quatre quadrans et enfin, un simple cadre d'entourage.

Toujours dans le mode oscilloscope, jusqu'à quatre traces peuvent être visualisées simultanément, par exemple les signaux des deux entrées (CHA et CHB), leur somme algébrique ( $CHA \pm CHB$ ) et un signal rappelé depuis l'une des huit mémoires disponibles (voir plus loin). Le même écran sert à l'affichage, très complet, des résultats de mesures dans le mode multimètre.

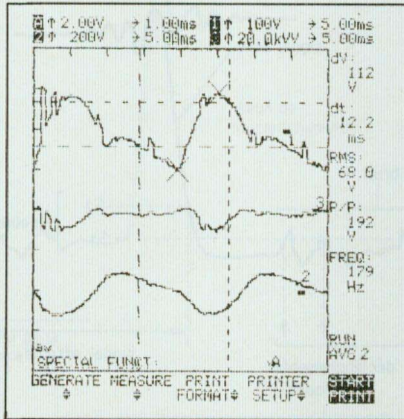
### LES MESURES EN FONCTION OSCILLOSCOPE

Comme pour tout oscilloscope, la simple utilisation des repères du graticule, associée à la lecture des vitesses de balayage et des sensibilités verticales, permet une lecture plus ou moins approximative des durées et des amplitudes. Toutefois, le PM 97 apporte beaucoup plus, tant en densité d'informations, qu'en précision.

L'oscillogramme A – nous conservons le terme "oscillogramme" alors qu'il s'agit, en fait, de sa reproduction par sortie sur imprimante – affiche trois courbes, rappelées depuis les mémoires 1, 2 et 3 de l'appareil. Le signal n° 3 résulte, ici, de l'addition des signaux 1 et 2. En haut de l'écran s'inscrivent, pour chaque trace (et pour l'entrée A qui a été rejetée hors écran), les sensibilités verticales et la vitesse de balayage (5,00 ms/div.).

• Les commandes "curseurs" permettent à l'opérateur de positionner, avec une résolution d'un pixel, deux axes verticaux, en pointillés : dans la colonne de droite s'affiche l'intervalle de

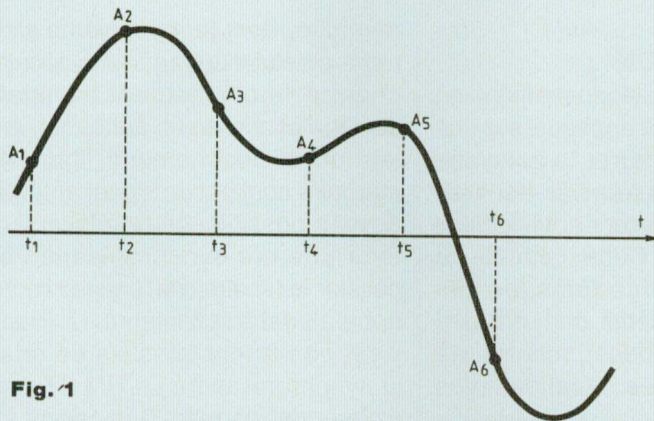
# LES SCOPEMETRES



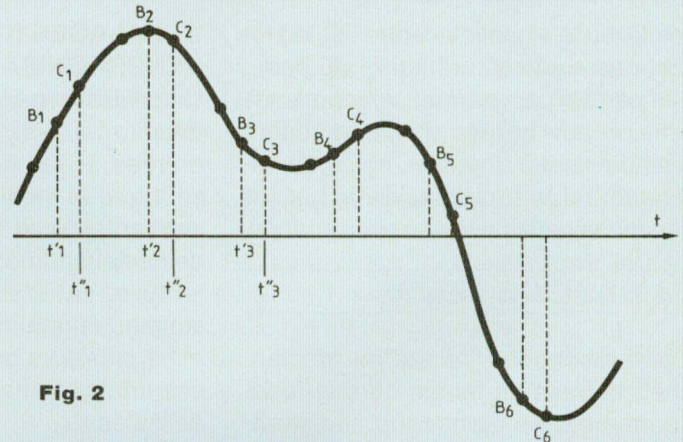
**Oscillogramme A :** Les mesures, dont les résultats s'affichent à droite de l'écran, sont obtenues soit directement (tension crête à crête, fréquence), soit à partir des curseurs (dV, dt).



**Photo II :** Le sommet du scopemètre regroupe les diverses entrées, et les sorties de générateurs internes.



**Fig. 1**



**Fig. 2**

temps qui les sépare ( $dt = 12,2 \text{ ms}$ ).

- Aux intersections de ces axes avec la courbe choisie (ici, n° 1), apparaissent deux axes pointillés horizontaux ; la colonne de droite affiche la différence de potentiel qui les sépare ( $dV = 112 \text{ V}$ ).

- En appelant, par le menu, la mesure "peak to peak", on affiche à l'écran deux croix qui localisent les points d'élongations verticales extrêmes. La colonne de droite donne la mesure crête à crête de la différence de potentiel ( $P/P = 192 \text{ V}$ ).

- L'opérateur a aussi demandé, par le

menu, l'affichage de la fréquence du signal ( $FREQ = 179 \text{ Hz}$ ).

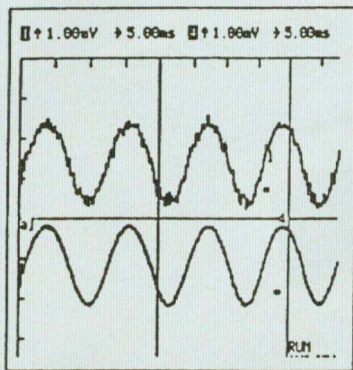
On voit qu'il est possible, rapidement par sélection dans les menus à partir des touches de commande et avec la pleine précision qu'autorise la quantification sur 8 bits, d'effectuer les mesures essentielles sur le signal observé.

## LES FONCTIONS MATHÉMATIQUES

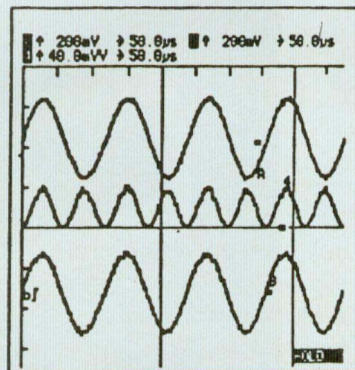
La première, illustrée par l'oscillo-

gramme B, est la fonction de moyennage. Partant du signal brut (trace supérieure), elle permet d'en effectuer la moyenne sur un nombre de cycles réglable par puissances de 2, entre 1 ( $2^0$ ) et 256 ( $2^8$ ). Le bruit, par essence aléatoire, donc de valeur moyenne nulle, est ainsi atténué ou éliminé, comme il apparaît sur la trace inférieure.

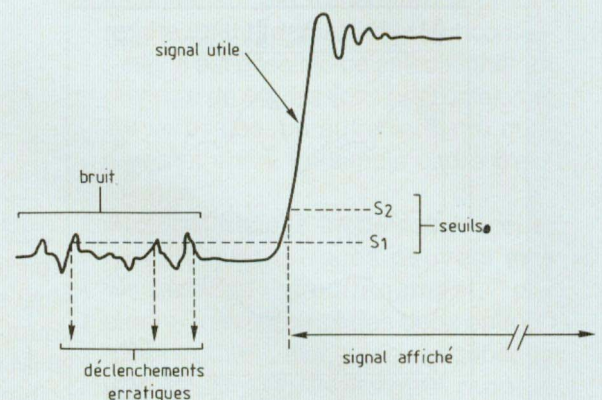
Au rang des opérations mathématiques figurent, notamment, l'addition algébrique, le filtrage, la multiplication et l'intégration. On appréciera particulièrement la multiplication (oscillogram-



**Oscillogramme B :** L'utilisation du moyennage permet de "nettoyer" un signal répétitif entaché par du bruit.



**Oscillogramme C :** Exemple d'utilisation de la fonction mathématique de multiplication : la sinusoïde affichée à la fois sur les canaux A et B, a été élevée au carré (trace centrale).



**Fig. 3**

me C, où le signal du centre est le produit des signaux du haut et du bas : elle permet par exemple, en captant la tension aux bornes d'un composant actif (transistor, thyristor, etc ...) et l'intensité qui le traverse, d'afficher les variations de la puissance instantanée.

## LA BASE DE TEMPS

Outre les modes "relaxé" et "déclenché", la base de temps offre le fonctionnement en monocoup, indispensable pour l'examen de signaux non répétitifs. On remarquera, toutefois, que l'échantillonnage aléatoire n'est plus applicable dans ces conditions : la bande passante se trouve donc, conformément au théorème de Shannon, réduite à 5 MHz.

Dans le mode "Roll", l'appareil se comporte en enregistreur de phénomènes lentement variables, avec une vitesse d'écriture réglable de 10 s/division à 60 s/division. Il s'agit d'un mode de fonctionnement très utile pour des applications mécaniques (comportement d'une jauge de contrainte ...) ou thermiques, par exemple.

## DECALAGES DE SYNCHRONISATION

Un oscilloscope traditionnel affiche en temps réel le signal appliqué sur ses entrées ; il fait démarrer le balayage sitôt que la tension franchit – soit en montant, soit en descendant – le seuil de déclenchement. Cette méthode de lecture, satisfaisante dans les cas simples (signal répétitif dont on examine plusieurs périodes), montre vite ses limites dans des situations plus délicates.

Celles-ci apparaissent clairement sur l'exemple de la figure 3, où le signal utile, constitué de la montée d'un échelon, est entaché de tensions de bruit. Si, tentant d'observer le début de la montée, on règle le seuil de déclenchement en S1, la synchronisation s'effectue, de manière erratique, sur les crêtes de bruit. Pour afficher un signal stable, il faut élever le seuil en S2. De toute façon, il n'est jamais rigoureusement possible d'observer le départ de l'échelon.

Avec un oscilloscope numérique, tel le PM 97, le signal échantillonné, puis quantifié et numérisé, s'inscrit dans une

mémoire, dont le mécanisme s'apparente à celui d'un registre à décalage : chaque "mot" incident translate le contenu et chasse un autre mot. A l'instant du déclenchement (figure 4), la mémoire contient un signal antérieur. Il devient possible, en l'exploitant, d'obtenir une pré-synchronisation et de décaler la fenêtre d'affichage : l'échelon apparaît dans son intégralité. Bien sûr, il est également possible de retarder la synchronisation. Le PM 97 permet d'observer jusqu'à 20 divisions avant le point de déclenchement et 512 divisions (largeur maximale d'un cycle d'échantillonnage) après.

## DECLENCHEMENTS SPECIAUX

Deux types de déclenchements facilitent aussi certaines observations. Le premier, baptisé "N-cycle", s'apparente au traditionnel "hold-off" et permet de stabiliser des groupes de signaux, par exemple des trains d'impulsions séparés par des intervalles de longueur supérieure à leur période. L'autre, qualifié "Event" dans le menu de sélection du déclenchement, fait partir la base de temps après un nombre d'évènements choisi entre 1 et 1023. On en



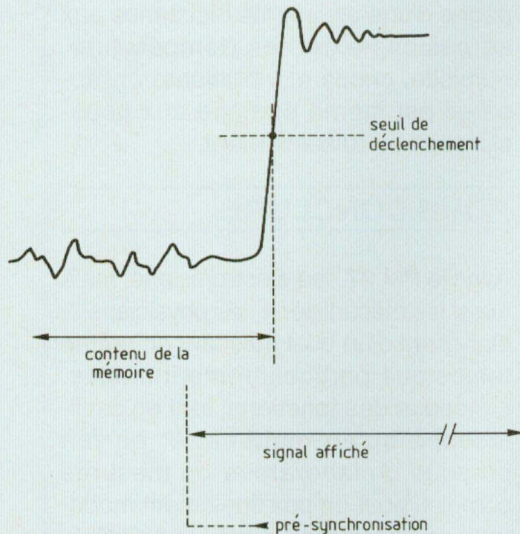


Fig. 4

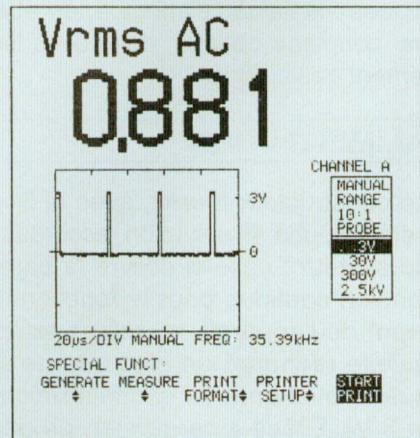


Fig. 5



Fig. 6

trouvera un exemple typique d'application pour l'examen de l'allumage d'un moteur à explosion : chaque bougie peut être individuellement sélectionnée, parmi 4, 6, 8 ou 12.

## UN MULTIMETRE DE HAUT DE GAMME

Ainsi qu'annoncé d'entrée, le Scope-mètre PM 97 associe intimement oscilloscope et multimètre. Ce dernier, qui profite ainsi des possibilités de traitement du signal numérisé et de l'affichage sur le grand écran LCD, offre des performances qui le hissent au niveau le plus élevé.

On trouve, naturellement, toutes les fonctions classiques d'un appareil de haut de gamme, donné pour 3000 points, mais qui, en fait, dépasse allègrement cette limite, approchant les 4000 points réels :

- Mesure des tensions continues ou alternatives, en valeurs efficaces vraies (volts RMS) dans ce dernier cas, de 300,0 mV à 300,0 V à pleine échelle (600 V avec la sonde 10:1 de l'oscillo-

scope). La précision de base se situe à  $\pm 0,5\%$  de la lecture,  $\pm 5$  points. On notera que, au prix d'un certain sacrifice sur la précision, la fréquence de mesure grimpe jusqu'à 5 MHz !

- Mesure des résistances, de 300,0  $\Omega$  à 30,00 M $\Omega$  à pleine échelle (même précision).
- Test de diodes.
- Mesure des fréquences, de 1 Hz à 5 MHz ( $\pm 0,5\% \pm 2$  points).
- Fonction décibelmètre très complète : dB V, dB m (sur 15 valeurs d'impédances de 50  $\Omega$  à 1200  $\Omega$ ), dB W (puissance audio) sur des charges de 1, 2, 4, 8, 16 ou 50  $\Omega$ .

La mesure des intensités, non directement accessible, peut s'opérer à l'aide de shunts fournis en option, ou à partir de pinces de courant utilisables en continu comme en alternatif (4 modèles de 200 A à 1300 A à pleine échelle).

## MESURES ET AFFICHAGES TRES COMPLETS

Il apparaîtrait hors de propos d'entamer ici une analyse exhaustive des

possibilités du multimètre. Quelques exemples, illustrés de reproductions d'écran par sortie sur imprimante, en donneront un aperçu.

La figure 5 se rapporte à une mesure de tension efficace, avec affichage simultané de la forme du signal. On lit aussi à l'écran le calibre exploité (ici, sélectionné manuellement sur 3 V), la vitesse de balayage (sélection manuelle sur 20  $\mu$ s/division) et la fréquence (35,39 kHz).

A la figure 6 apparaissent ensemble les valeurs minimale, moyenne et maximale d'une tension fluctuante, avec mise en mémoire (HLD = hold) de la valeur maximale. Enfin, la figure 7 montre une mesure combinée de tension, de puissance et de fréquence.

## LES MEMOIRES

Au nombre de 8, dont 3 mémoires temporaires essentiellement utiles pour l'exploitation des opérations mathématiques sur les signaux captés, elles constituent l'une des forces du PM 97. On peut les affecter au stockage des formes d'ondes, avec une étendue de

# FLUKE / PHILIPS – LE PM 97



2 largeurs d'écran (20 divisions) et rappel de tous les paramètres introduits. Il est aussi possible de les employer pour conserver différentes configurations de ces réglages, ce qui fait gagner beaucoup de temps et élimine les risques d'erreurs, lors de mesures à répéter fréquemment (maintenance, contrôles en sortie de chaîne, etc ...).

## INTERFACE RS – 232 – C

Pour le pilotage à distance de toutes les fonctions et pour la sortie des écrans sur imprimante, le PM 97 dispose d'une interface RS-232. Comme pour tout le reste de l'appareil, le souci

de sécurité a dicté le choix des techniques : la liaison s'effectue, en effet, par couplage optique, donc avec isolement galvanique.

## ALIMENTATION

Le constructeur fournit, avec le Scopemètre, une alimentation raccordable au secteur ; celle-ci délivre la basse tension continue pour le fonctionnement de l'appareil, en même temps qu'elle recharge un bloc interne de quatre éléments au cadmium-nickel (4,8 V). Grâce à ce dernier, on peut travailler en toute indépendance, avec une autonomie d'environ quatre heures.

Toute source externe susceptible de fournir 8 à 20 V continu, avec une puissance de 5 VA, est également raccordable à un jack de 5 mm.

## CARACTERISTIQUES MECANQUES

Autonome, le PM 97 l'est aussi par ses dimensions : 6 cm x 13 cm x 26 cm, pour une masse de 1,8 kg avec son enveloppe de protection. Dans un attaché-case, il laissera la place à nombre d'autres objets.

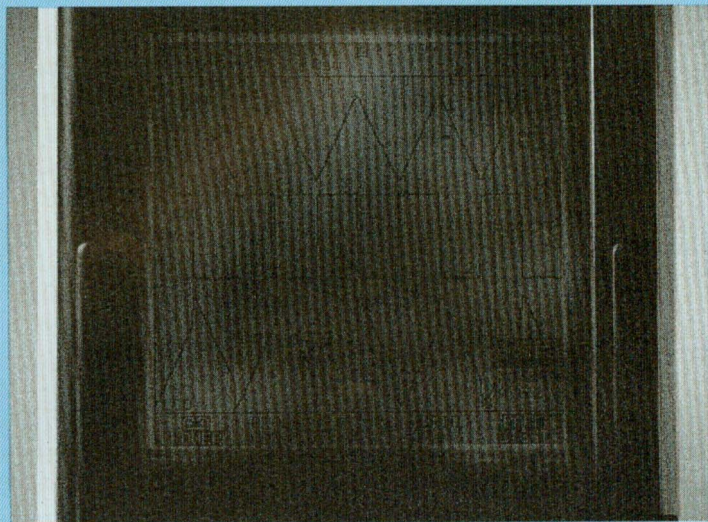
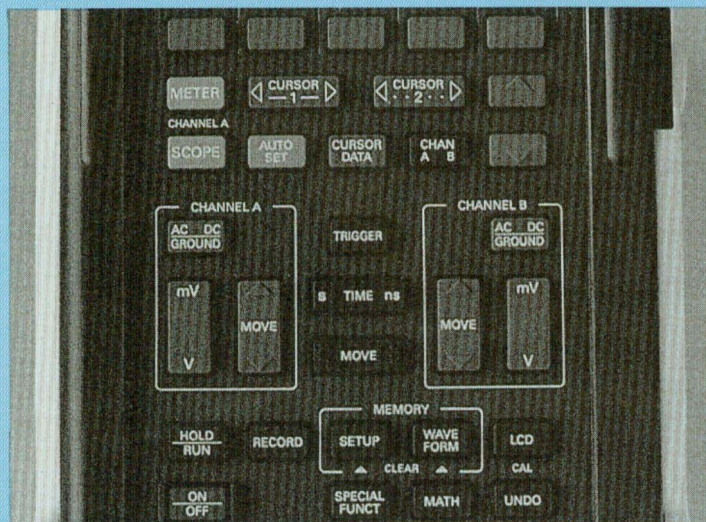
Cette facilité de transport s'accompagne d'une excellente résistance aux agressions externes (température, humidité, chocs et vibrations) et l'appareil est même étanche aux poussières et au ruissellement.

## POUR CONCLURE

Avec le PM 97, les électroniciens, mais aussi les mécaniciens, les physiciens ... disposent d'un outil puissant en même temps que particulièrement mobile. L'étendue des fonctions, tant en oscilloscope qu'en multimètre, en fait presque un laboratoire de mesures complet, pour un prix finalement modéré si on considère toutes les possibilités rassemblées sous un si faible volume.

Ceux qui souhaiteraient s'équiper un peu plus modestement, disposent, d'ailleurs, de deux versions simplifiées : le PM 93 et le PM 95. Toutes deux offrent la quasi-totalité des caractéristiques dans le mode multimètre. En oscillographie, on perd, selon les cas, les curseurs et marqueurs, les mémoires de configuration des réglages et quelques autres avantages. Enfin, la liaison RS-232 n'existe que sur le PM 97.

René Rateau



**Photo I :** Toutes les commandes, centralisées en façade, s'effectuent à l'aide de poussoirs, soit directement (sensibilité, vitesse de balayage, mode de couplage des entrées, etc.), soit à travers des menus qui s'affichent à l'écran.

**Photo III :** Aspect de l'écran, avec mise en service de l'éclairage électroluminescent (les reflets sont provoqués par l'éclairage ambiant de la pièce).



