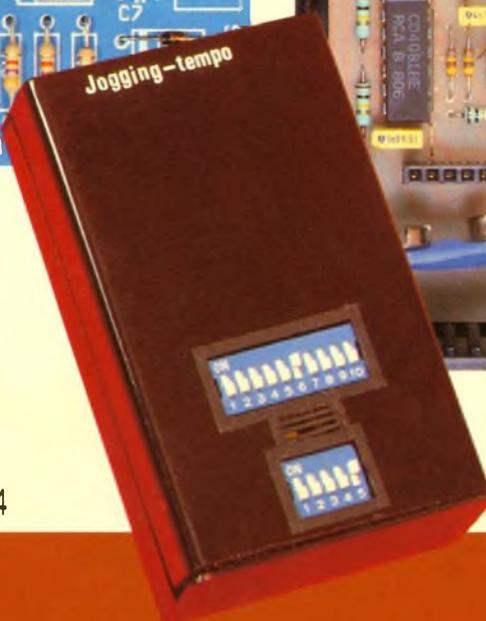
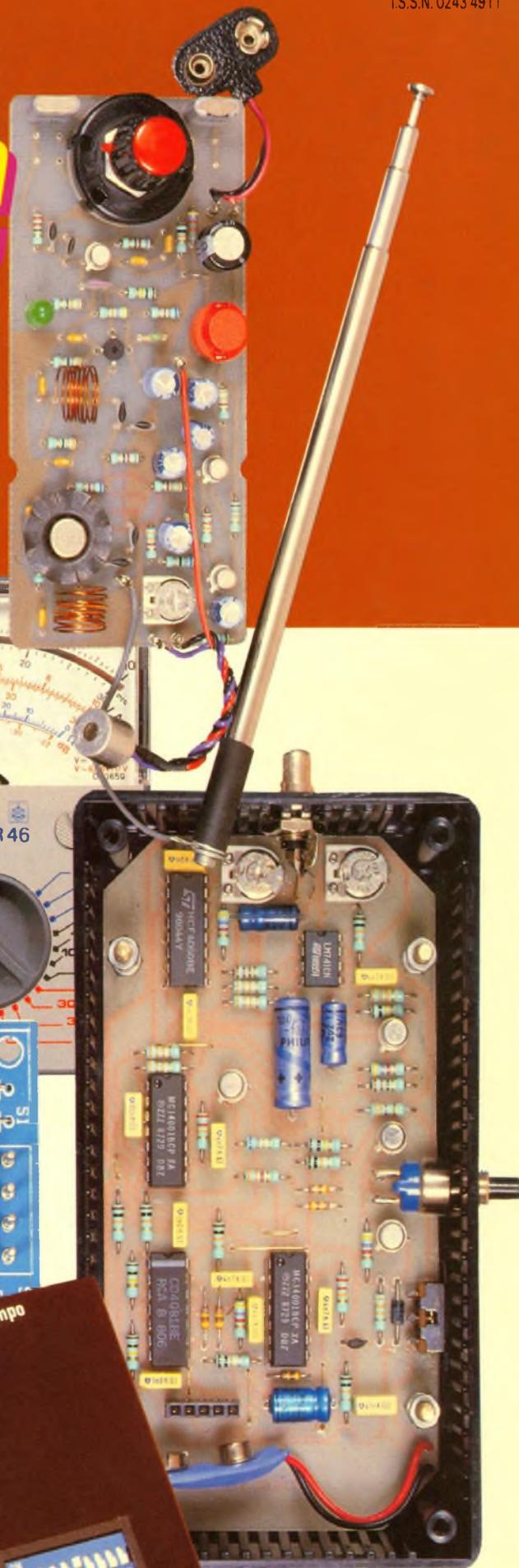


Electronique pratique

EMETTEUR 27 MHz EXPERIMENTAL
DETECTEUR DE NIVEAU DE LIQUIDE
RYTHMEUR POUR JOGGING
DOUBLEUR DE TENSION
MANIPULATEUR MORSE
REGULATEUR-CHARGEUR
CONTROLEUR UNIMER 46, etc.



T 2437 - 129 - 20,00 F

SEPTEMBRE 1989

Sommaire détaillé page 34



3792437020009 01290

Electronique pratique

FICHE TECHN.



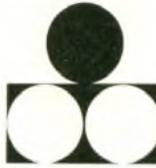
CONFORT



AUTO



JEUX



MODELISME



MESURES



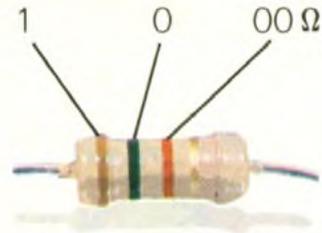
HIFI



GADGETS



INITIATION



1 2 3 Tolérance : or $\pm 5\%$, argent $\pm 10\%$

1 ^{re} bague 1 ^{er} chiffre	2 ^e bague 2 ^e chiffre	3 ^e bague multiplicateur
0	0	$\times 1$
1	1	$\times 10$
2	2	$\times 100$
3	3	$\times 1\ 000$
4	4	$\times 10\ 000$
5	5	$\times 100\ 000$
6	6	$\times 1\ 000\ 000$
7	7	
8	8	
9	9	

SOMMAIRE N° 129 – SEPTEMBRE 1989

REALISEZ VOUS-MEMES

Un émetteur 27 Mhz	35
Un doubleur de tension	41
Un manipulateur Morse	45
Une boîte à musique	51
Un régulateur chargeur	57
Une alimentation à la carte	66
Un rythmeur pour jogging	75
Un compteur de vitesse pour deux roues	87
Un clap-control	104

EN KIT

Détecteur de liquide VELLEMAN	83
-------------------------------	----

PRATIQUE ET INITIATION

Le contrôleur UNIMER 46	63
L'Analab EDUCA TEL	80
Initiation (9 ^e partie)	109
Fiche technique XR 2206	117
Les radiateurs	120

DIVERS

Nos Lecteurs	129
--------------	-----

ADMINISTRATION-REDACTION-VENTES : Société des Publications Radio-Electriques et Scientifiques.

Société anonyme au capital de 300 000 F
2 à 12, rue Bellevue, 75940 Paris Cedex 19
Tél. : 42 00 33 05 - Télex PVG 230 472 F
Directeur de la publication : M. SCHOCK
Directeur honoraire : Henri FIGHIERA
Rédacteur en chef : Bernard FIGHIERA
Maquettes : Jacqueline BRUCE

Avec la participation de
Ph. Bajick, G. Martin, C. Pierron, G. Isabel, D. Roverch,
G. Durand, R. Knoerr, P. Torris, P. Wallerich, A. Garrigou.
La Rédaction d'Electronique Pratique décline toute
responsabilité quant aux opinions formulées dans les
articles, celles-ci n'engagent que leurs auteurs.

PUBLICITE : Société Auxiliaire de Publicité, 70, rue
Compans, 75940 Paris Cedex 19 - Tél. : 42 00 33 05
(lignes groupées) CCP Paris 3793-60
Directeur commercial : Jean-Pierre REITER
Chef de publicité : Pascal DECLERCK
Promotion : Société Auxiliaire de Publicité
Mauricette ELHINGER

70, rue Compans, 75019 Paris Tél. : (1) 42 00 33 05
Direction des ventes : Joël PETAUTON
Abonnements : Odette LESAUVAGE

Titre donné en location-gérance à la Société Parisienne
d'Édition, 2 à 12, rue de Bellevue, 75019 PARIS

Voir nos tarifs (spécial abonnements, p. 32).

En nous adressant votre abonnement, précisez sur
l'enveloppe « SERVICE ABONNEMENTS », 2 à 12, RUE
BELLEVUE, 75940 PARIS CEDEX 19.

Important : Ne pas mentionner notre numéro de compte
pour les paiements par chèque postal - Prix d'un numéro :
20 F

Les règlements en espèces par courrier sont strictement
interdits

ATTENTION ! Si vous êtes déjà abonné, vous faciliterez
notre tâche en joignant à votre règlement soit l'une de vos
dernières bandes-adresses, soit le relevé des indications
qui y figurent. ● Pour tout changement d'adresse, joindre
2,20 F et la dernière bande

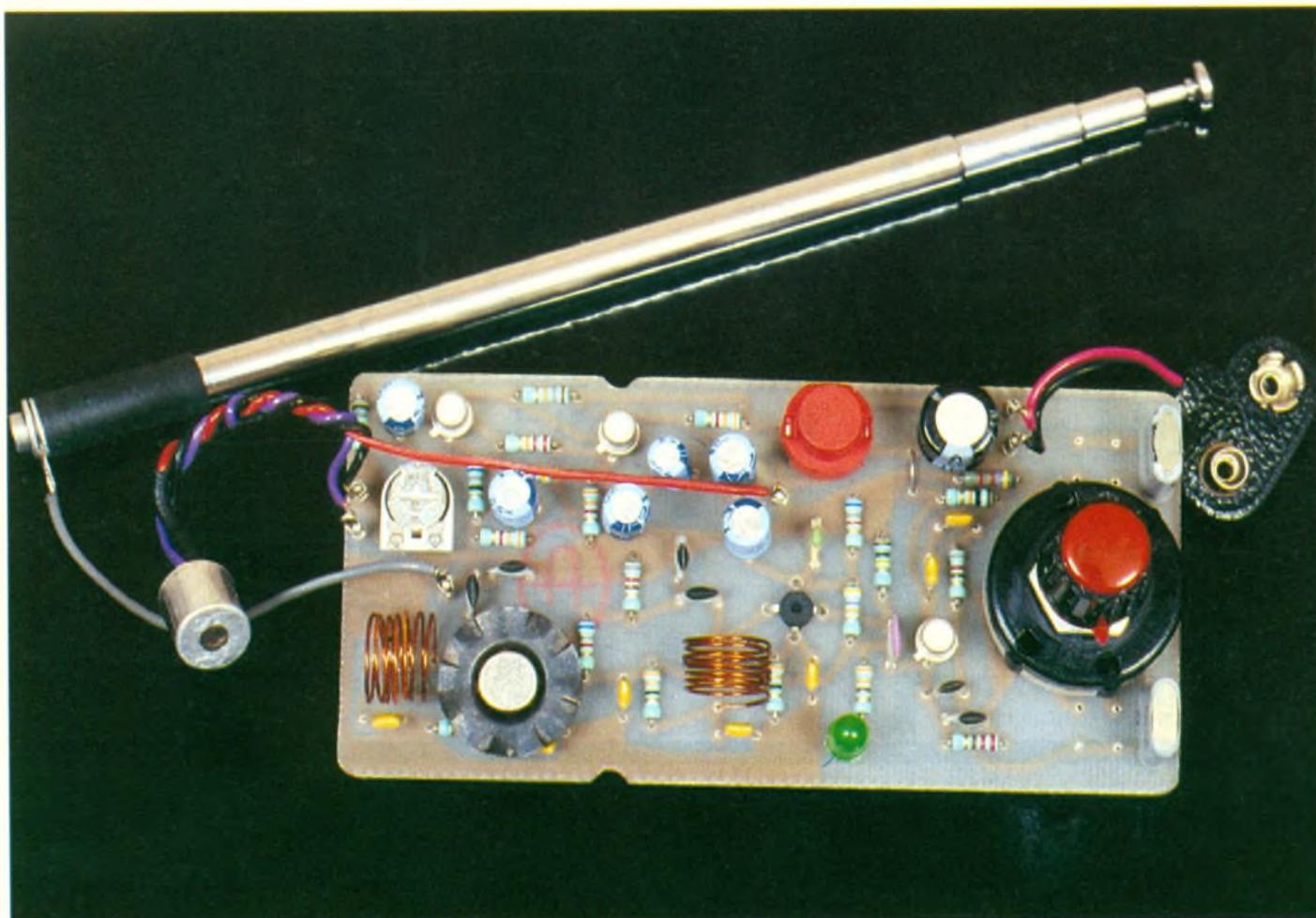


« Le précédent
numéro
a été tiré
à 96 000 ex »

UN EMETTEUR 27 MHz A SIX CANAUX



Nombre de nos lecteurs s'intéressent de près aux hautes fréquences. Aussi nous a-t-il semblé intéressant de proposer à la demande générale ce petit émetteur 27 MHz travaillant sur la même bande que les cibistes et les talkies-walkies.



Ce module trouvera de nombreuses applications. Cependant en guise de mise en garde, toute utilisation de cet appareil en France est soumise à la législation.

Aussi pour une telle puissance est-il nécessaire de vous renseigner auprès de votre agence France Télécom.

CARACTERISTIQUES TECHNIQUES

- Emission sur la bande 27 MHz en A.M.
- Réception sur un classique talkie-walkie.

- 6 canaux disponibles.
- Puissance d'une centaine de milliwatts.
- Portée en vue directe d'environ 3 km.
- Version de poche.
- Alimentation par pile de 9 V.
- Micro sensible.
- Prix de revient inférieur à 200 F.

UN PEU DE TECHNIQUE

Les systèmes de communication par voies hertziennes se développent de plus en plus dans tous

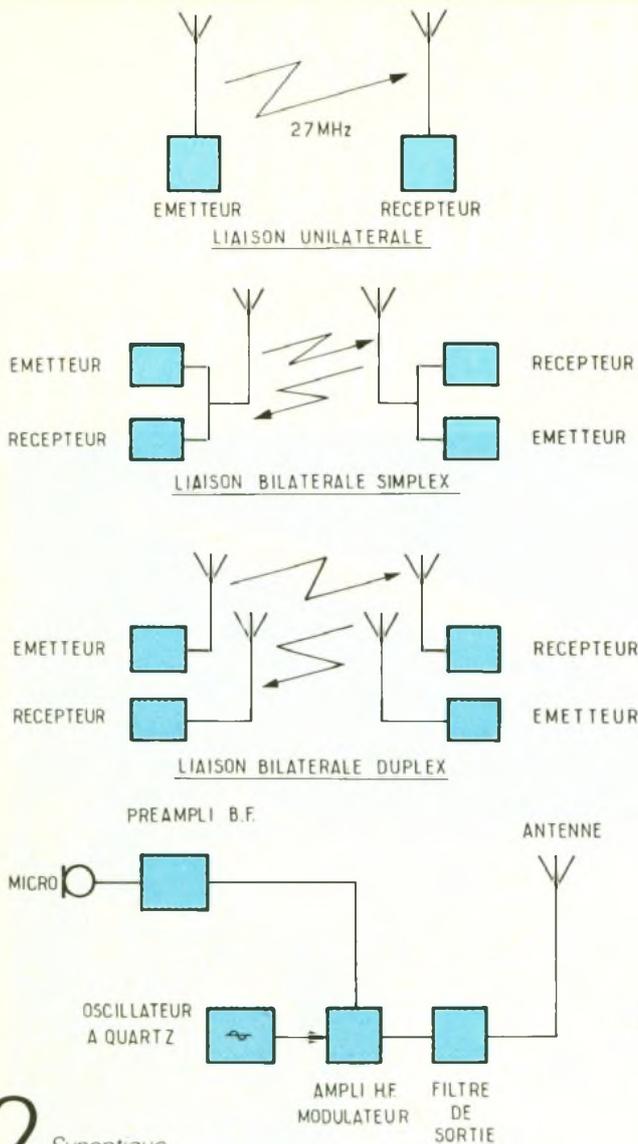
les domaines de l'électronique. Aussi est-il bon d'en connaître les bases élémentaires.

La liaison unilatérale

Elle s'effectue entre un émetteur et un récepteur.

La liaison bilatérale

On la réalise avec des systèmes type talkie-walkie, formant unitairement des couples « émetteur-récepteur ». La communication s'effectue alors en simplex, l'un étant en émission, l'autre en réception. Les radiotéléphones



2 Synoptique d'un émetteur A.M.

type voiture réalisent quant à eux des communications en duplex, identiques à celles du réseau câblé P.T.T. (fig. 1).

La modulation d'amplitude

Dans ce mode, la puissance rayonnée devient directement proportionnelle à l'amplitude du signal basse fréquence à transmettre. Plusieurs solutions techniques peuvent être utilisées (fig. 2).

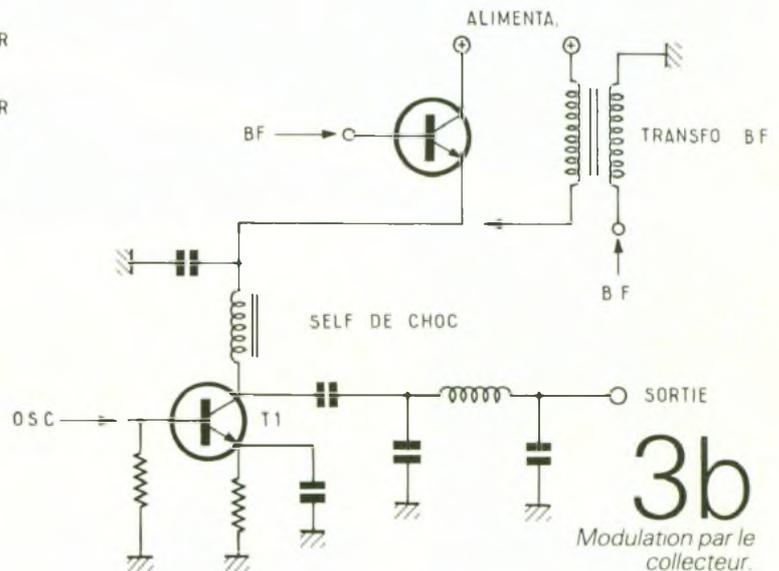
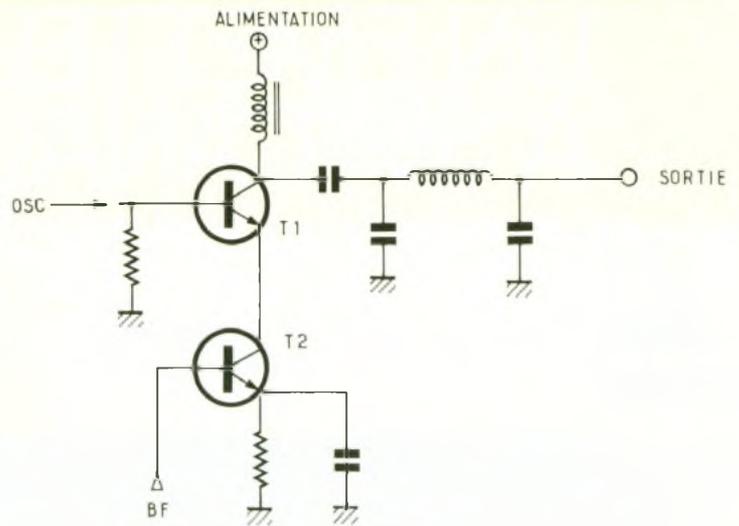
Ce genre d'oscillateur se pilote généralement à l'aide d'un quartz, procurant ainsi une stabilité suffisante en fréquence.

Qu'est-ce qu'un quartz ?

C'est un élément piézo-électrique qui sous l'influence d'un champ alternatif se déforme mé-

caniquement et provoque la réaction nécessaire à l'entretien des oscillations. Ainsi, l'oscillateur fournit une onde pure de fréquence f_0 .

Pour des émetteurs de petite puissance, la sortie de l'oscillateur excite directement l'étage amplificateur. Celui-ci joue deux rôles : le premier, d'amplifier le signal f_0 , le second, de le moduler au rythme du signal BF. On l'obtient en faisant varier le courant collecteur du transistor HF. La figure 3 représente différentes méthodes utilisables. En requérant un amplificateur de classe C, polarisé au « cut-off », le rendement atteint 70 % (ce chiffre indique que la puissance HF atteint 70 % de la puissance consommée par l'étage, si celui-ci est excité correctement).



3b Modulation par le collecteur.

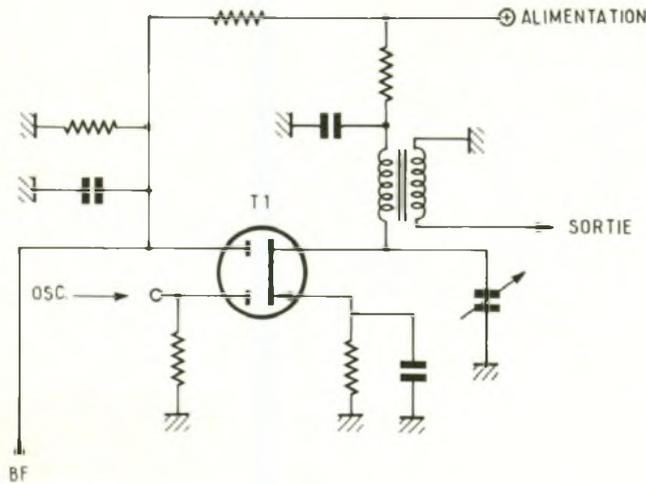
La figure 3b représente deux solutions techniques pour moduler. Leur inconvénient majeur réside dans le fait qu'il faille une puissance BF voisine de la puissance HF.

Aussi, les transistors et les transformateurs sont traversés par d'importants courants. La solution pour éliminer ces inconvénients consiste à utiliser un transistor à effet de champ à double porte du type BF981. Ce montage utilisé dans des émetteurs vidéo offre une modulation 100 % avec une linéarité plus que convenable (fig. 4).

Ainsi, quelques centaines de millivolts BF suffisent pour moduler cet étage. Sachant que le courant de drain varie en fonction de la tension appliquée sur la porte n° 2, on y applique alors notre si-

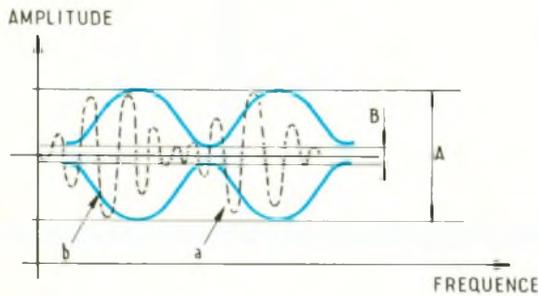
4

Utilisation d'un BF 981 en modulateur.



5

Cas d'une modulation à 100 %
a : porteuse HF modulée
b : signal BF de modulation.



6

Caractéristique V_{ce}/I_c .

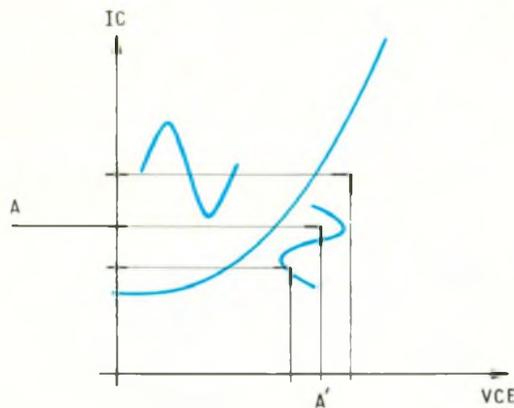


Photo 2. - Le transistor T_2 à double porte, utilisé en modulateur.



gnal BF afin de moduler l'émetteur (fig. 5). On calcule alors le taux de modulation à l'aide de la formule :

$$T_{en \%} = \frac{A-B}{A+B} \times 100$$

Afin d'amplifier un tel signal, on requiert obligatoirement un amplificateur HF linéaire polarisé en classe A. Son point de fonctionnement se situera donc sur la partie rectiligne de la caractéristique V_{ce}/I_c (fig. 6). Le point A correspondant à I_{B0} sera à la moitié de l'amplitude maximale du signal, permettant d'obtenir le minimum de distorsion. Cependant, le rendement maximal correspondra à 30 % de la puissance d'alimentation. Un parmi des nombreux problèmes rencontrés dans ce type de montage se situe au niveau des quartz utilisés. En effet, il est nécessaire de sélectionner le fondamental, fréquence du quartz, et d'éliminer les harmoniques. Pour ce faire, on utilise bien souvent des filtres passe-bas ou passe-bande comme ceux des figures 7a et 7b. Ces derniers possèdent une très grande impédance pour la fréquence à laquelle ils ont été calculés. La figure 7c représente une configuration passe-bande d'un circuit L-C.

ANALYSE DU SCHEMA RETENU (fig. 8)

L'un des six quartz repérés de Q_1 à Q_6 contrôle la réaction de l'oscillateur Colpitts, construit autour de T_1 . La fréquence des quartz pourra être comprise entre 26 MHz et 28 MHz. Le pont capacitif C_2-C_3 entretient l'oscillateur entre la base et l'émetteur de T_1 . C_5 quant à lui injecte la tension HF sur la porte n° 1 du modulateur constitué de T_2 .

Les 2 V efficaces BF provenant de T_4 viennent moduler la porte n° 2. $L_1 \cdot C_{12}/C_{14}$ constituent l'impédance de charge du drain, C_{12}/C_{14} adaptant l'impédance de sortie de T_2 pour T_3 .

Le rapport de transformation atteint ainsi :

$$\frac{1}{n} = \frac{C_{12}}{C_{12} + C_{14}}$$

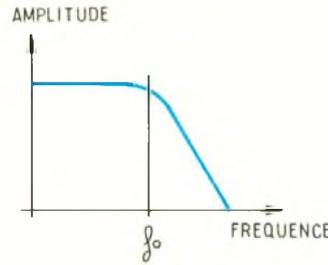
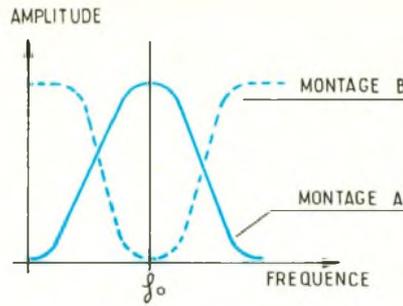
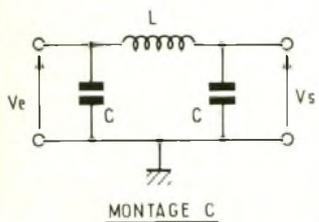
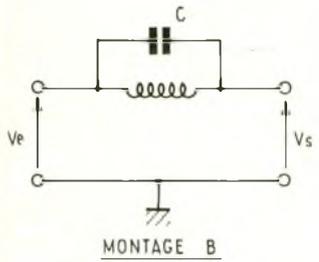
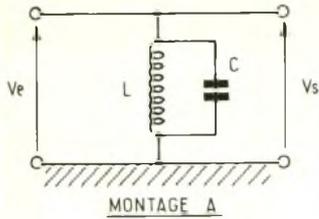
tandis que le circuit passe-bande est donné pour :

$$f^2 = \frac{1}{39,44 \cdot L \cdot C}$$

avec f en MHz, L en μH et C en pF.

7

Exemples de filtres L-C.



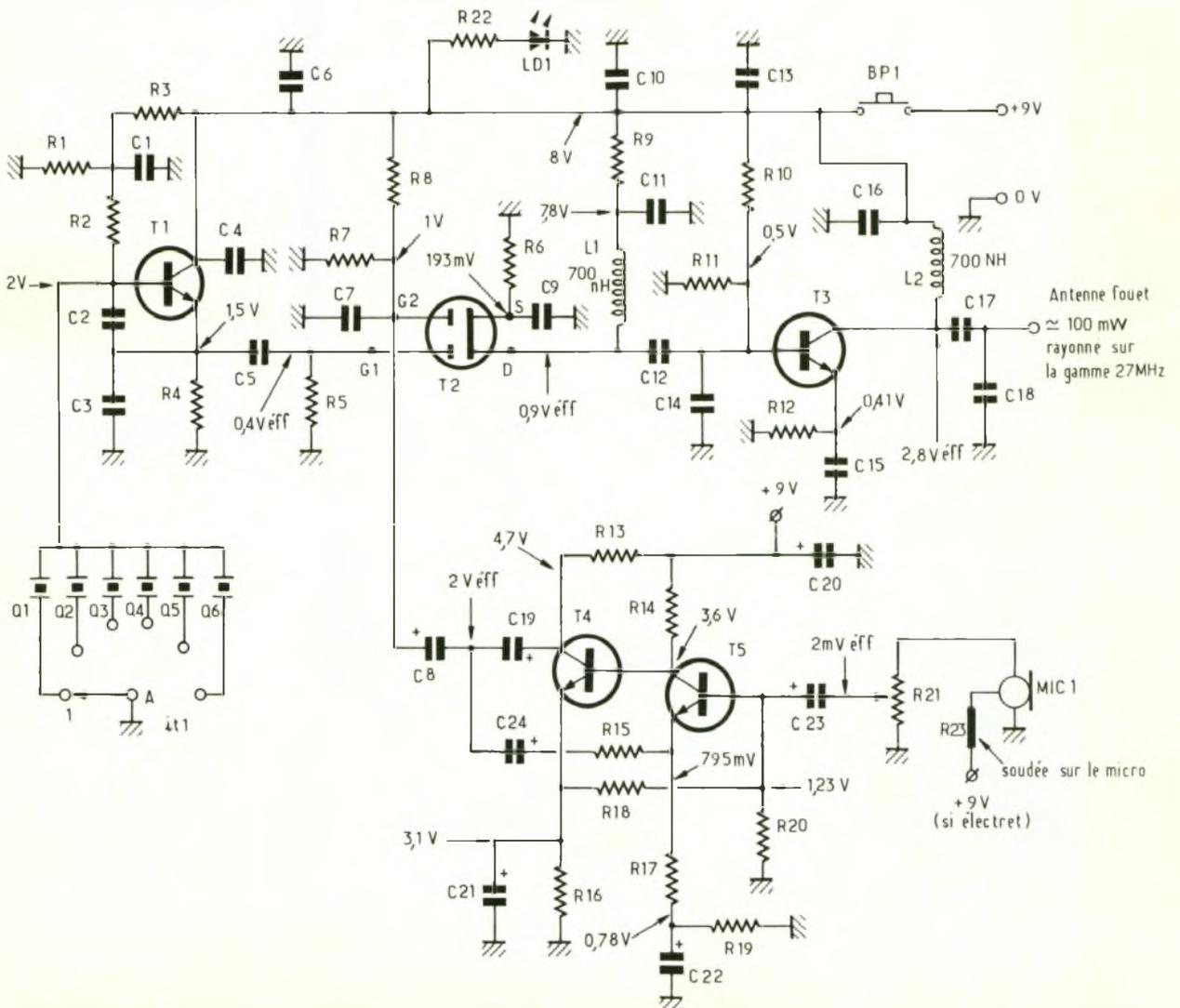
Le transistor T_3 de l'étage final se polarise en classe A grâce à R_{10} , R_{11} et R_{12} . L_2 - C_{17}/C_{18} chargent son collecteur et l'on retrouve la classique impédance de 50Ω aux bornes de C_{18} .

Pour finir, un micro-électret capte la voix de l'opérateur. Le signal électrique disponible sur la broche est préamplifié par T_4 et T_5 avec un gain de 60 dB (1 000). On utilise trois contre-réactions pour compenser la bande passante jusqu'à 20 kHz et contrôler le gain en courant.

REALISATION PRATIQUE

a) Le circuit imprimé

La figure 10 représente le tracé du circuit imprimé. Celui-ci pourra être réalisé en verre époxy, soit en appliquant directement des transferts type Mécanorma sur le cuivre précédem-

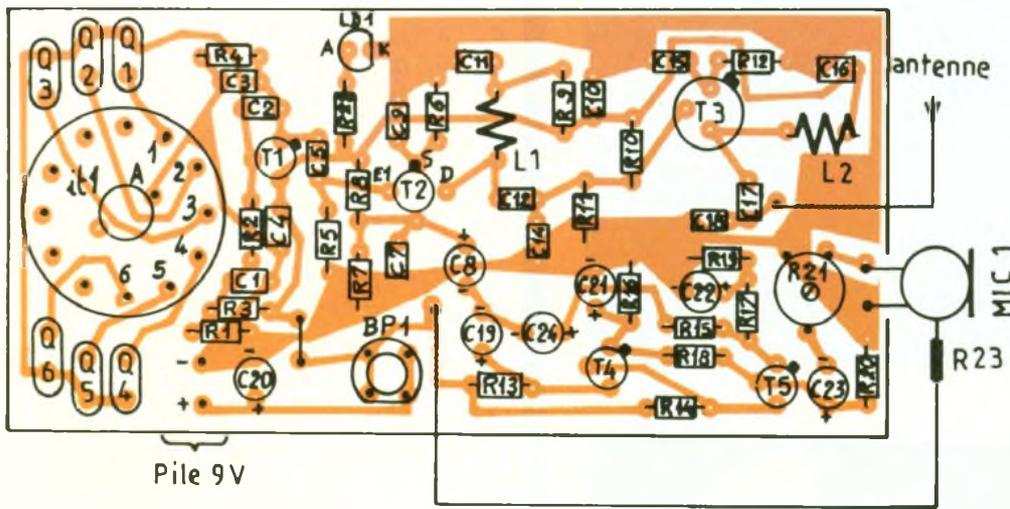
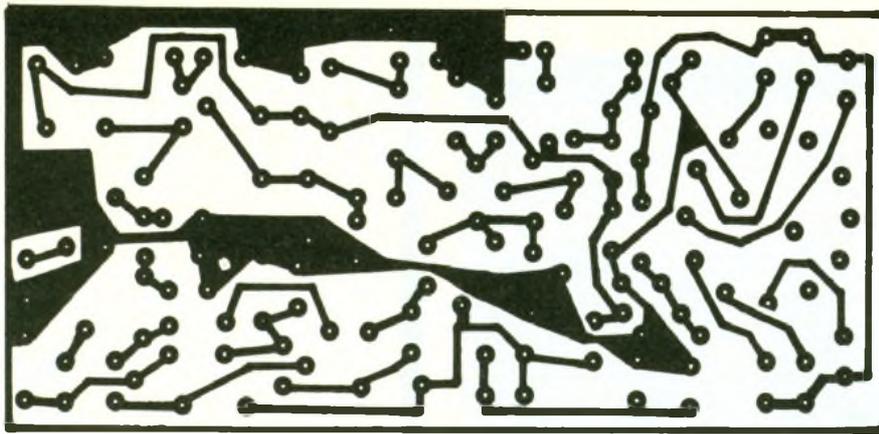


8

Schéma complet de l'émetteur ne comportant que cinq transistors.

10 Le circuit imprimé, simple face, pourra se réaliser en époxy.

11 Implantation des composants de la maquette : R₂₃ pourra se souder sur le micro si celui-ci est un électret.



ment dégraissé, soit en fabriquant un « film » du tracé et en insolant un support présensibilisé. Quelle que soit la méthode, on gravera ensuite l'époxy à l'aide de perchlorure de fer tiède, puis on rincera à l'eau claire, abondamment. Le perçage s'effectuera de 0,8 à 1,2 mm suivant les composants.

b) L'implantation des composants

Il suffira de suivre la figure 11. On prendra bien garde de ne pas inverser les polarités.

Il faudra pour finir procéder à la fabrication de L₁ et L₂, les deux bobines. Celles-ci se fabriqueront très simplement à l'aide de fil émaillé de diamètre 0,5 mm, en enroulant 28 cm sur un diamètre de 9 mm, et ce, dans le sens des aiguilles d'une montre. On pourra se référer aux photographies très explicites.

Une fois les bobinages en place sur le CI, il faudra les enduire légèrement avec, par exemple du vernis à ongles pour les rigidifier.

c) La mise au point

Le lecteur réglera uniquement R₂₁ à l'aide d'un tournevis, afin d'ajuster la sensibilité du micro. La figure 9 fournit un relevé des tensions continues et alternatives HF, pouvant aider un éventuel dépannage. La figure 12, pour finir, comportera le schéma d'une sonde de détection, permettant les relevés HF. Il ne faudra pas également oublier de positionner l'ergot métallique du commutateur de canaux.

CONCLUSION

Nous arrivons au terme de notre étude de cet émetteur. Si d'aventure le lecteur n'avait pas complètement assimilé les explications techniques, quelque peu ardues, il est vrai, cela n'aurait aucune incidence sur la réalisation, relativement simple. La fabrication des bobinages, habituellement fastidieuse, a été simplifiée ici. Cet émetteur de poche sera complété prochainement par un récepteur du même cru. Vous pourrez alors réaliser des liaisons radio longue portée.

Ph. B.

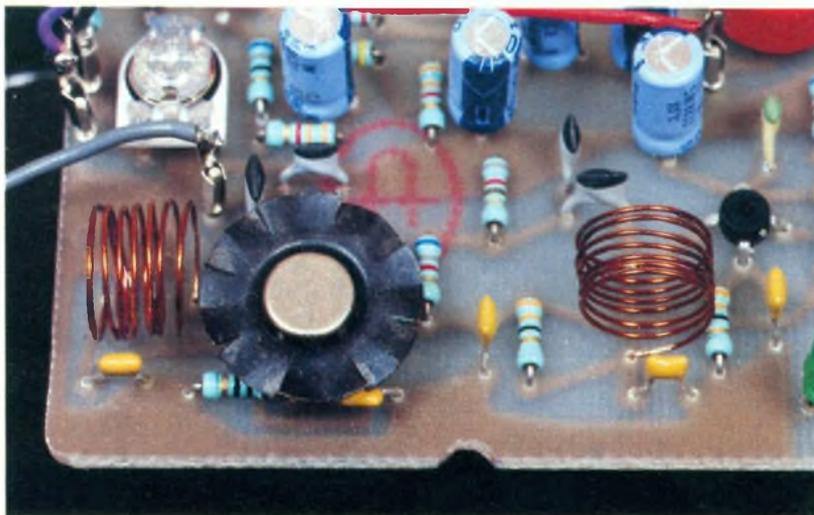
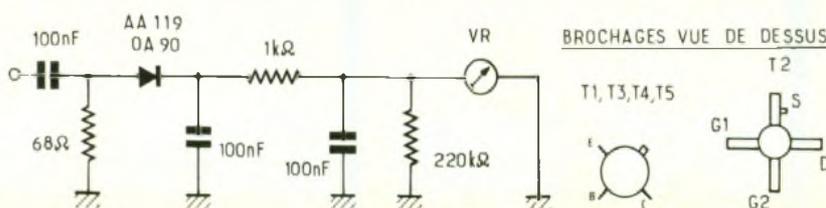


Photo 3. - Vue du transistor de sortie muni d'un radiateur.



12 Schéma de la sonde permettant les relevés de tensions H.F.

13 Brochages des transistors en vue de dessus.

Toutes les tensions continues sont prises par rapport à la masse

Relevé	V continues	V efficaces
Base T ₁	2 V	
Emetteur T ₁	1,5 V	0,4 V HF
Porte n° 2 T ₂	1 V	
Source T ₂	0,19 V	
Drain T ₂	7,8 V	0,9 V HF
Base T ₃	0,5 V	0,9 V HF
Emetteur T ₃	0,41 V	
Base T ₅	1,23 V	2 mV BF
Emetteur T ₅	0,79 V	
Collecteur T ₅	3,6 V	
Emetteur T ₄	3,1 V	
Collecteur T ₄	4,7 V	2 V BF
Collecteur T ₃	9 V	2,8 V HF



Photo 4 – Le rotacteur au fond permet la sélection de l'un des six canaux.

LISTE DES COMPOSANTS

Résistances

R₁ : 4,7 kΩ (jaune, violet, rouge)
 R₂ : 820 Ω (gris, rouge, marron)
 R₃ : 10 kΩ (marron, noir, orange)
 R₄ : 220 Ω (rouge, rouge, marron)
 R₅ : 100 kΩ (marron, noir, jaune)
 R₆ : 33 Ω (orange, orange, noir)

R₇ : 6,8 kΩ (bleu, gris, rouge)
 R₈ : 47 kΩ (jaune, violet, orange)
 R₉ : 33 Ω (orange, orange, noir)
 R₁₀ : 6,8 kΩ (bleu, gris, rouge)
 R₁₁ : 820 Ω (gris, rouge, marron)
 R₁₂ : 10 Ω 1/2 W (marron, noir, noir)
 R₁₃ : 3,3 kΩ (orange, orange, rouge)
 R₁₄ : 18 kΩ (marron, gris, orange)
 R₁₅ : 47 kΩ (jaune, violet, orange)

R₁₆ : 3,3 kΩ (orange, orange, rouge)
 R₁₇ : 68 Ω (bleu, gri, noir)
 R₁₈ : 22 kΩ (rouge, rouge, orange)
 R₁₉ : 3,3 kΩ (orange, orange, rouge)
 R₂₀ : 18 kΩ (marron, gris, orange)
 R₂₁ : 47 kΩ ajustable horizontal
 R₂₂ : 330 Ω (orange, orange, marron)
 R₂₃ : 2,2 kΩ (rouge, rouge, rouge)

Condensateurs

C₁ : 47 nF
 C₂ : 82 pF
 C₃ : 68 pF
 C₄ : 47 nF
 C₅ : 220 pF
 C₆ : 47 nF
 C₇ : 2,2 nF
 C₈ : 100 μF/16 V radial
 C₉ : 47 nF
 C₁₀ : 47 nF
 C₁₁ : 47 nF
 C₁₂ : 100 pF
 C₁₃ : 47 nF
 C₁₄ : 68 pF
 C₁₅ : 47 nF
 C₁₆ : 47 nF
 C₁₇ : 100 pF
 C₁₈ : 68 pF
 C₁₉ : 100 μF/16 V radial
 C₂₀ : 220 μF/16 V radial
 C₂₁ : 100 μF/16 V radial
 C₂₂ : 100 μF/16 V radial
 C₂₃ : 100 μF/16 V radial
 C₂₄ : 1 μF/16 V radial

Semi-conducteurs

T₁ : 2N2369 ou 2N2222
 T₂ : BF981
 T₃ : 2N2219 ou 2N2369
 T₄ : BC109 versions A ou B seulement
 T₅ : BC109 versions A ou B seulement
 LD₁ : diode électroluminescente rouge Ø 5 mm

Divers

6 quartz gamme 27 MHz (nombre à voir suivant le total de canaux désirés)
 1 commutateur 2 × 6 positions pour CI
 1 micro-électret ou dynamique
 1 boîtier Heilhand HE 222
 1 bouton-poussoir Isostat pour CI
 1 connecteur pour pile 9 V
 1 antenne télescopique à fixation par vis
 1 mètre de fil émaillé 0,5 mm
 1 radiateur pour TO39 (à poser sur T₃)

DOUBLEUR DE TENSION



Il arrive que certains appareils portables fonctionnent sur une alimentation double. C'est le cas pour certains lecteurs CD où l'alimentation s'effectue avec $\pm 7,5$ V. Un doubleur de tension devient alors utile.

PREAMBULE

La puissance dont on disposera peut ne pas être suffisante pour alimenter un ampli de forte puissance type booster, mais elle sera tout à fait convenable pour un appareil HiFi, fonctionnant avec une paire d'écouteurs.

Le doubleur de tension s'utilise également pour recharger un accumulateur dont la tension de service est égale ou supérieure à la tension délivrée par une batterie de voiture. On pourra réaliser cette maquette avec des composants courants, facilement disponibles chez tous les revendeurs.

PRINCIPE

Nous donnons en **figure 1** le schéma synoptique où l'on remarque que la tension continue se trouve convertie en tension alternative. Celle-ci ensuite doublée et redressée négativement (par rapport à la masse) est stabilisée et ajoutée à la tension positive provenant directement de la batterie après stabilisation.

FONCTIONNEMENT ELECTRONIQUE

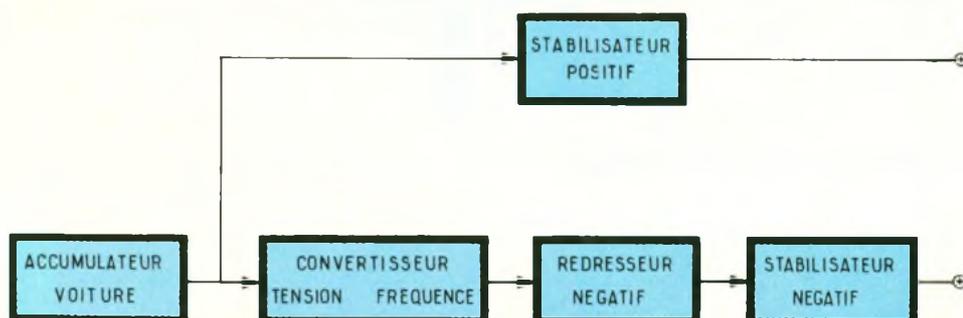
Le schéma de principe retenu est présenté en **figure 2**. Il utilise un amplificateur BF de puissance



IC₁ se présentant sous la forme d'un circuit intégré contenant plusieurs dispositifs de sécurité dont une protection en cas de court-circuit en sortie et un limiteur automatique d'échauffe-

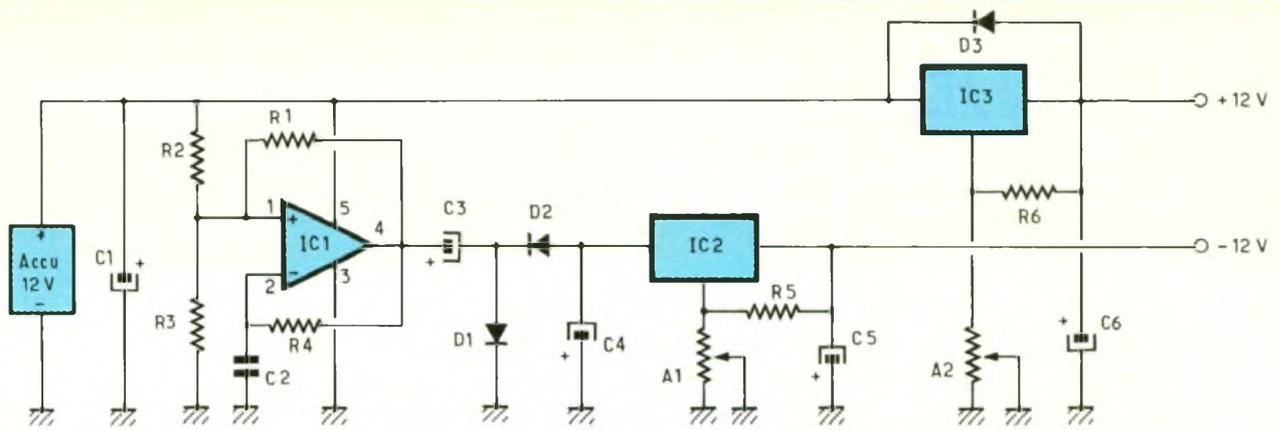
ment. IC₁, et son réseau de composants constitué de R₁, R₂, R₃, R₄, C₂, forment un multivibrateur astable qui fonctionne à plusieurs kHz. Sa sortie offre un courant de plusieurs ampères sous faible impédance. La tension récupérée après filtrage par C₄ est légèrement inférieure à la tension de la batterie. Cela se voit aux différentes chutes de tension dans l'amplificateur et dans les diodes. Cette tension sera d'autant plus faible que le courant en sortie deviendra important.

Après redressement et filtrage, on trouve un stabilisateur type LM 317 offrant l'avantage de pouvoir ajuster la tension négative avec précision.



1

Synoptique du montage



Un second stabilisateur ajustable effectuera le réglage fin de la tension positive.

En plaçant un voltmètre entre la sortie négative et la sortie positive, on s'aperçoit que la tension dépasse largement les 20 V pour une tension d'entrée qui n'est que de 12 à 13 V (à condition que les potentiomètres ajustables soient réglés au maximum).

Quant au courant limité automatiquement par l'amplificateur à 3 ou 4 A selon les types (TDA 2002/2003, TDA 2030, TDA 2040), il dépendra de la surface de refroidissement en contact avec le circuit intégré amplificateur. Dans la pratique, ce courant ne devra en aucun cas dépasser 1 A correspondant au courant maximal supporté par les diodes.

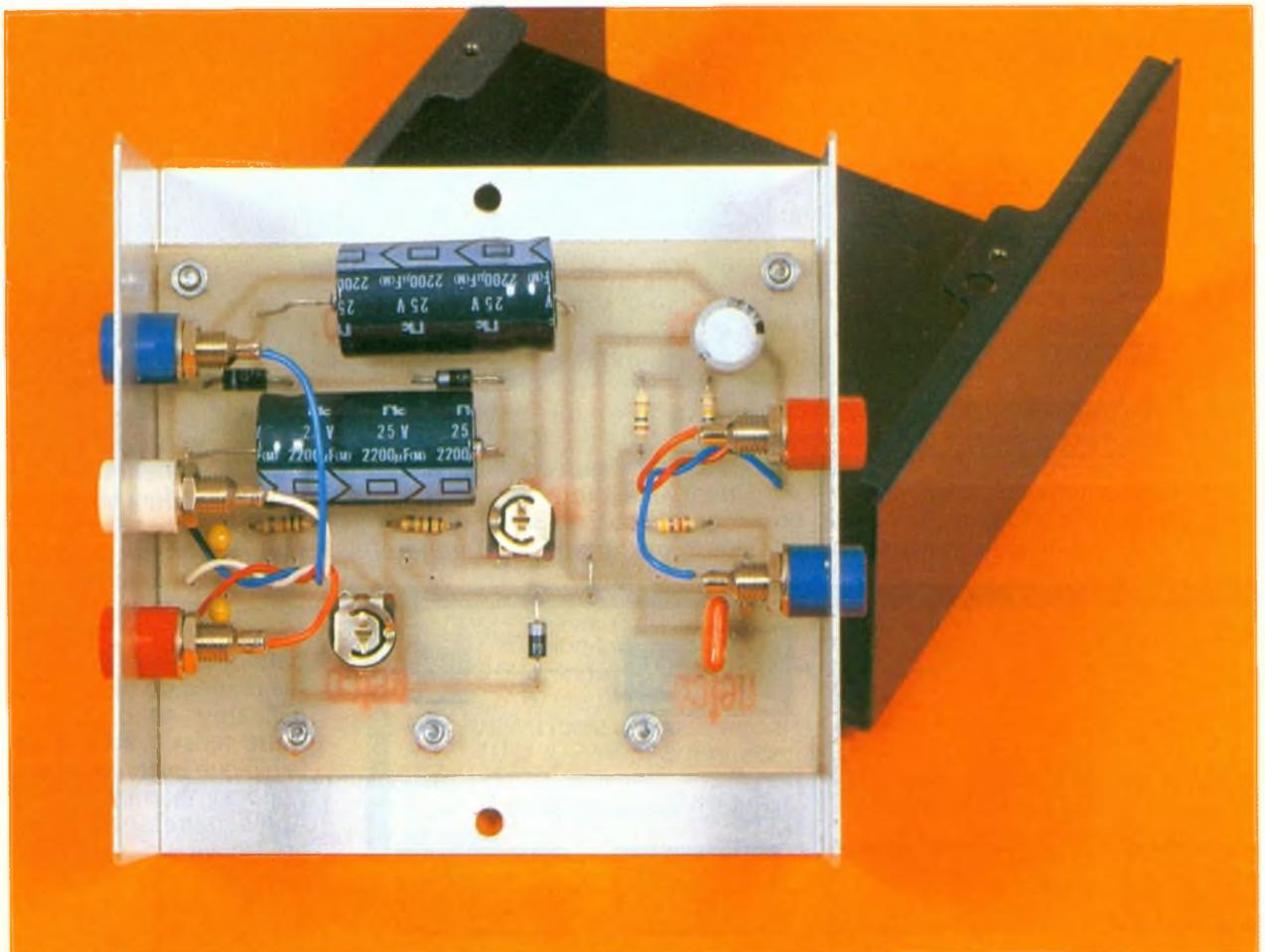
REALISATION

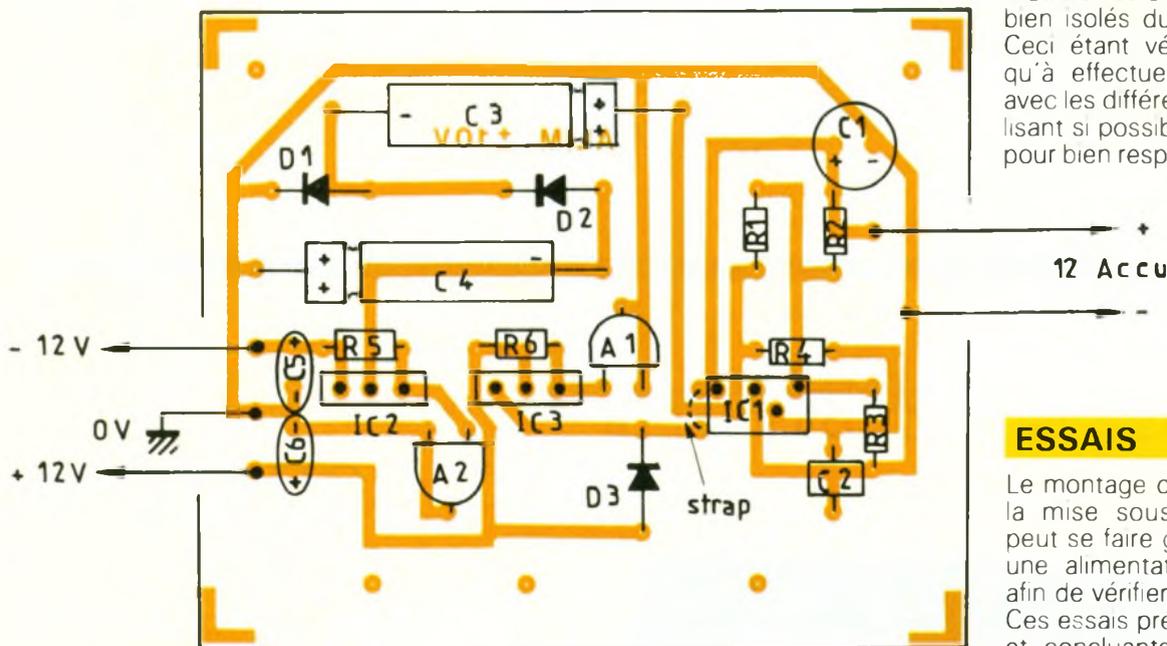
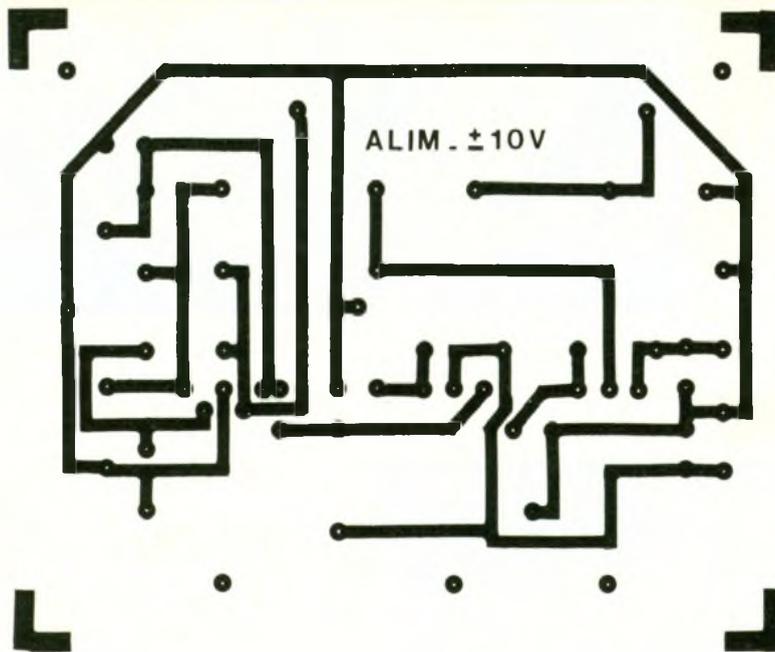
1^o Circuit imprimé

On réalisera le mylar d'après le dessin proposé figure 3 avec une feuille translucide, en apposant des symboles transferts et des rubans.

On plaquera ensuite celle-ci sur un morceau de circuit imprimé

Photo 2. - Insertion de la carte dans un coffret ESM.





présensibilisé et coupé aux dimensions. Le texte écrit sur le mylar doit pouvoir se lire directement. Après exposition de 6 mn environ au rayonnement ultraviolet, l'image latente se révélera dans un bain approprié ; le circuit ensuite rincé abondamment sera placé dans la cuve à perchlore de fer pendant 5 à 10 mn. Après rinçage à l'eau claire puis séchage, on percera à 1 mm toutes les pastilles. On présentera le CI sur la face aluminium du boîtier, afin de contre-percer les cinq trous qui seront repris avec un foret de 3,5 mm.

2° Câblage

On commencera l'implantation (fig. 4) par les composants les plus petits (résistances, diodes, potentiomètre ajustables) suivis des condensateurs et des trois circuits intégrés directement soudés côté cuivre (pistes).

3° Tôlerie

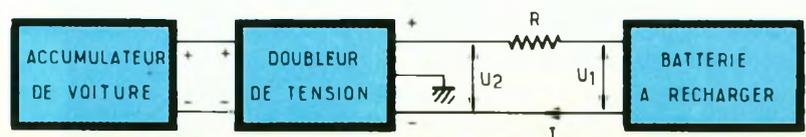
Il n'y a aucun perçage sur la partie acier du boîtier mais vous finirez le perçage de la partie aluminium pour l'emplacement des douilles isolées. Celles-ci se monteront en respectant les couleurs qui nous indiquent les polarités.

4° Montage

Il ne nous reste plus qu'à fixer le circuit imprimé sur le boîtier aluminium mais, attention, il faut isoler la partie métallique des circuits intégrés en utilisant du ruban adhésif (genre Scotch). Les vis de fixation des trois circuits intégrés recevront un canon isolant ou, à défaut, seront entourées par un ruban adhésif (genre Mécanorma). Après avoir serré les écrous, il faudra tester à l'ohmmètre si les circuits intégrés sont bien isolés du capot aluminium. Ceci étant vérifié, il n'y a plus qu'à effectuer le raccordement avec les différentes bornes en utilisant si possible du fil de couleur pour bien respecter les polarités.

ESSAIS

Le montage doit fonctionner dès la mise sous tension. Celle-ci peut se faire graduellement avec une alimentation de laboratoire afin de vérifier si tout est correct. Ces essais préliminaires terminés et concluants, il ne reste plus qu'à ajuster les deux potentiomètres afin d'obtenir un fonctionnement correct de l'appareil raccordé ultérieurement. Dans le cas d'une utilisation en chargeur de batterie (fig. 5) (pour le modélisme par exemple) on réglera les potentiomètres ajustables pour obtenir le maximum de tension en sortie sur le + et sur le -. Il suffira ensuite d'insérer entre le doubleur de tension



et la batterie à recharger une résistance dont la valeur sera :

$$R = \frac{U_2 - U_1}{I}$$

avec :

U_2 : tension de sortie du doubleur.

U_1 : tension de la batterie à recharger.

I : courant de charge batterie (capacité de la batterie divisée par 10).

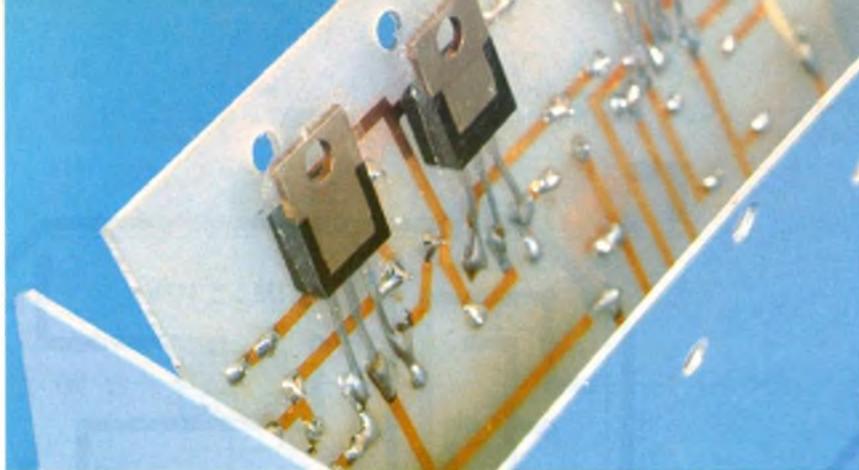


Photo 3. – Les circuits intégrés, soudés côté cuivre.

CONCLUSION

Comme vous pourrez vous en rendre compte à l'usage, ce doubleur de tension peut servir à beaucoup d'application et notre imagination fera de lui un accessoire vite indispensable.

J.-G.

LISTE DES COMPOSANTS

Résistances 1/4 W

R_1 : 100 k Ω (marron, noir, jaune)

R_2 : 100 k Ω (marron, noir, jaune)

R_3 : 100 k Ω (marron, noir, jaune)

R_4 : 47 k Ω (jaune, violet, orange)

R_5 : 100 Ω (marron, noir, marron)

R_6 : 100 Ω (marron, noir, marron)

Condensateurs

C_1 : 220 μ F/16 V radial

C_2 : 22 nF

C_3 : 2 200 μ F/25 V axial

C_4 : 2 200 μ F/25 V axial

C_5 : 2,2 μ F/16 V tantale

C_6 : 2,2 μ F/16 V tantale

Potentiomètres

A_1 : potentiomètre ajustable petit modèle horizontal 2,2 k Ω (peut descendre à 1 k Ω)

A_2 : potentiomètre ajustable petit modèle horizontal 2,2 k Ω

Diodes

D_1 : 1N4001 à 4007

D_2 : 1N4001 à 4007

D_3 : 1N4001 à 4007

Circuits intégrés

IC_1 : TDA 2002 ou 2003, TDA 2030, TDA 2040

IC_2 : LM 317

IC_3 : LM 337

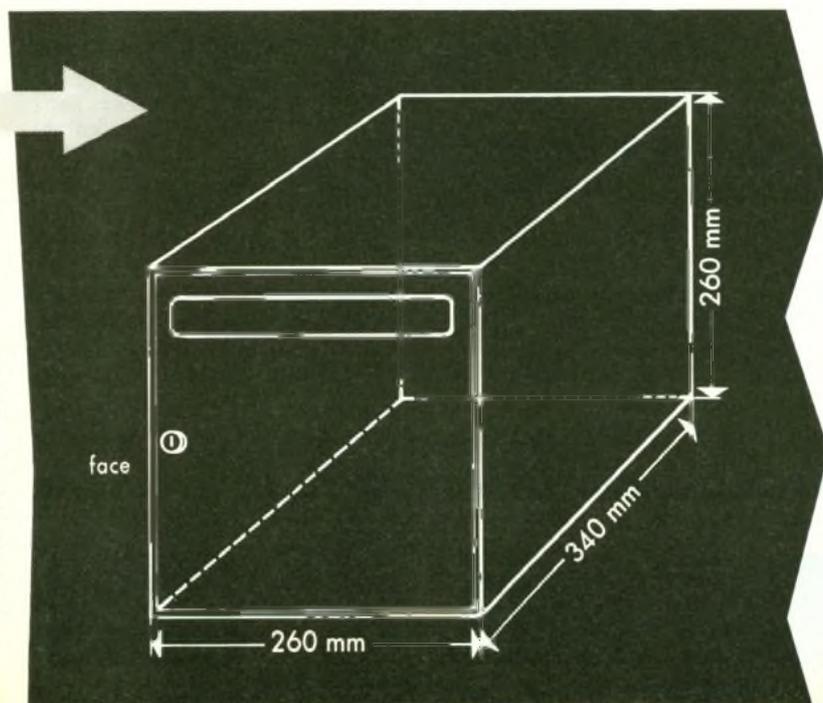
Divers

5 douilles aux couleurs appropriées

1 boîtier métallique EM 10/05 100 x 50 x 50 mm

Visserie, fils de couleur, soudure, etc.

POUR BIEN RECEVOIR VOTRE COURRIER



RCS PARIS B 304 452 907 - DGP 01 / 89

Pour recevoir tout votre courrier sans problèmes, votre boîte aux lettres doit respecter quelques règles élémentaires :
H 260 mm x L 260 mm x P 340 mm
et une ouverture de 230 x 24 mm.
Ainsi votre boîte accueillera les plis même volumineux : journaux, paquets...
Vous trouverez des boîtes aux lettres correspondant à ces caractéristiques dans les quincailleries, magasins de bricolage, grands magasins et chez les fabricants.
Vous n'aurez plus à vous déplacer au bureau de poste et vous recevrez toujours votre courrier en bon état.

LA POSTE 
BOUGEZ AVEC LA POSTE

MANIPULATEUR ELECTRONIQUE MORSE



Le débutant comme le radioamateur confirmé trouveront dans cet appareil « l'outil idéal ». Pouvant s'utiliser comme moniteur, les traits et les points se génèrent automatiquement, cela avec une vitesse de manipulation réglable et un niveau BF variable.

Muni d'un ampli BF avec sortie casque, ce manipulateur peut en outre se connecter sur une entrée TTL (micro-ordinateur utilisant un logiciel de décodage morse ...) ainsi que sur un émetteur ou un transceiver, via la prise TX.

FONCTIONNEMENT

(fig. 1)

L'alimentation (fig. 2)

Elle provient du 220 V secteur : le transformateur abaisse la tension jusqu'à 6 V tandis que les condensateurs C7 et C8 antiparasitent les enroulements. Le redressement s'effectue grâce à un pont de diodes moulé.

Les condensateurs C1 et C2 réalisent le filtrage et le régulateur 7805 stabilise à 5 V.

Production de la période de base du « point »

(fig. 3 et 7)

L'oscillateur du 4060, associé à une cellule RC composée de P1,



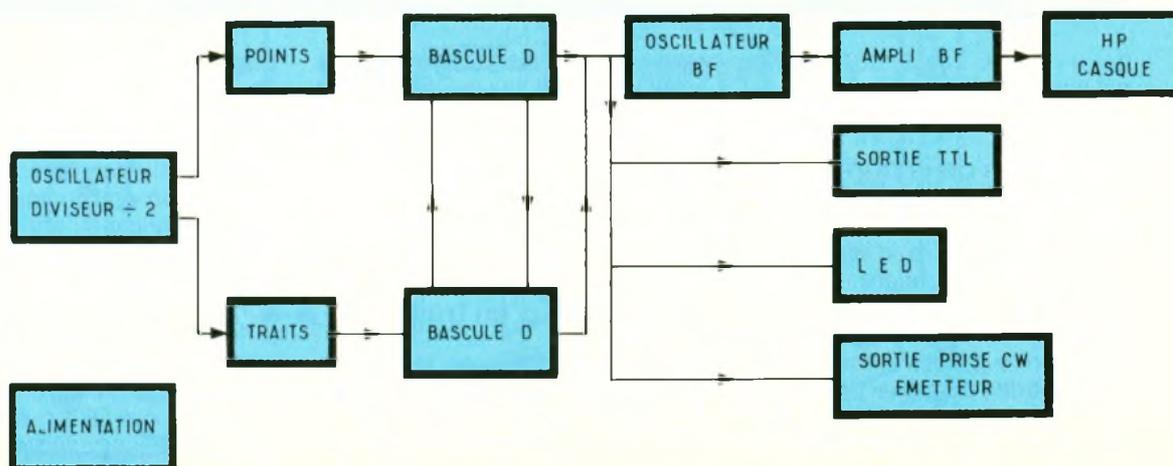
R4 et C4, se réglera entre 14 kHz et 44 kHz.

On a choisi les valeurs des composants en fonction d'une vitesse de génération maxi correspondant au « débutant moyen ». Si l'on désire obtenir une vitesse supérieure, il suffira de réduire la capacité de C4. Cela restera ce-

pendant approximatif car il faut tenir compte de la tolérance des composants

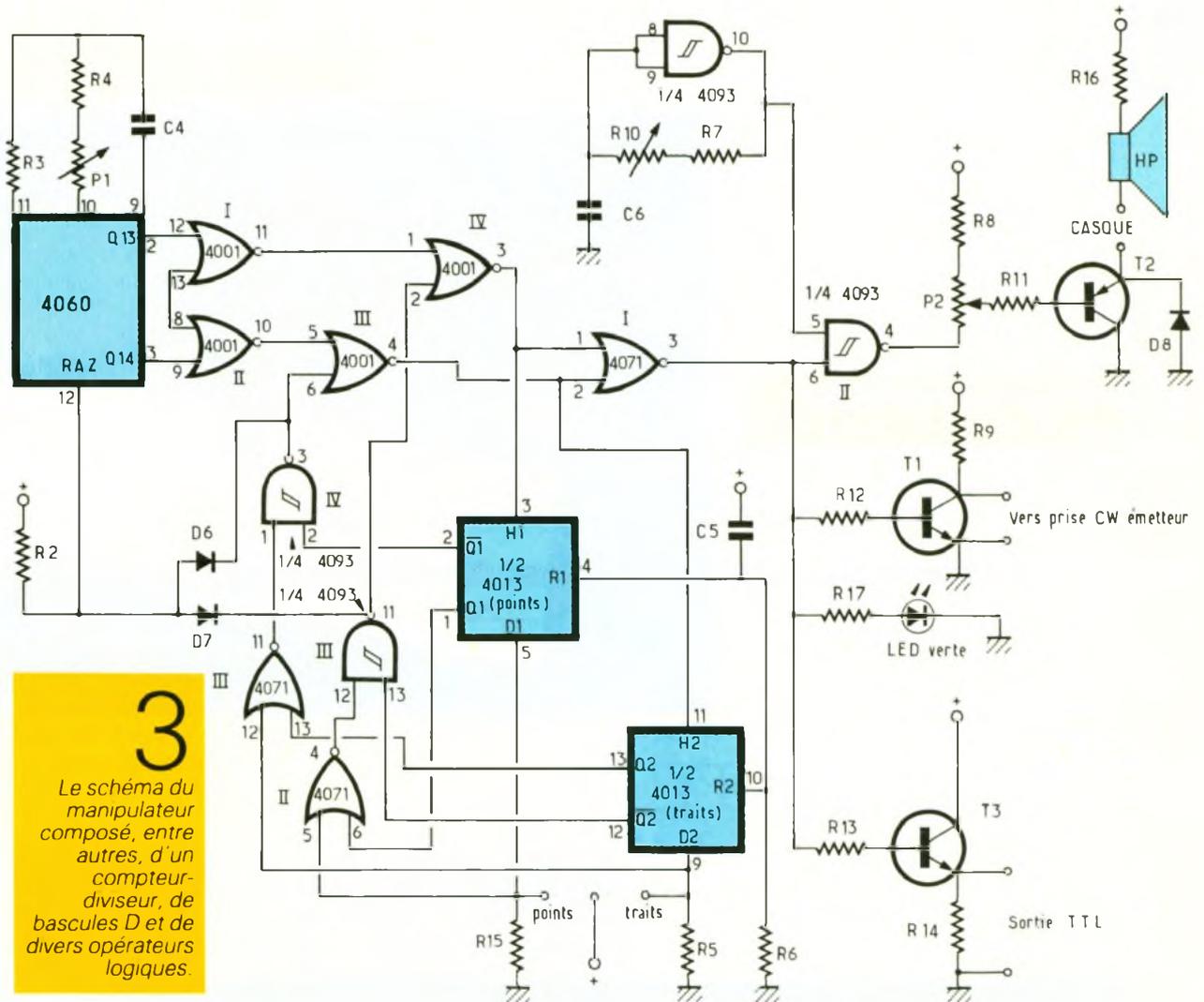
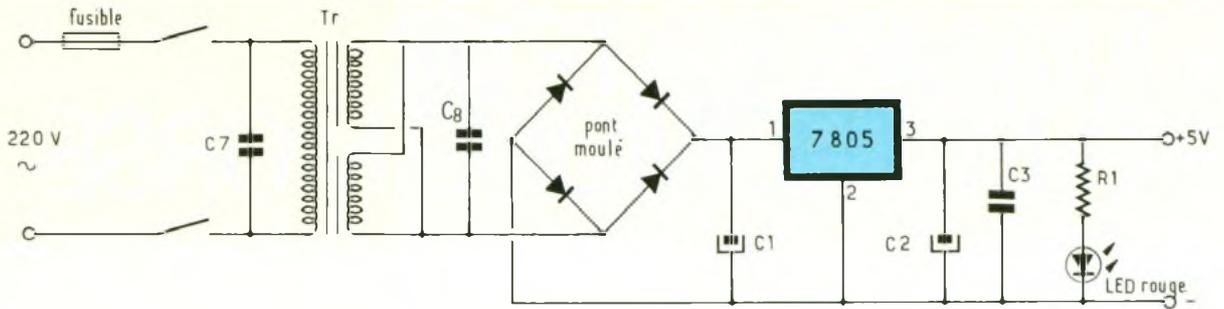
Obtention de la durée d'un « point »

Après division par neuf fois deux, le signal présent sur la broche 2



1 Le synoptique : par son universalité, le manipulateur pourra se connecter sur une entrée T.T.L., un émetteur ou un transceiver

2 L'alimentation utilisant un schéma classique, comprenant le transformateur, le pont moulé, le filtrage et la stabilisation



3

Le schéma du manipulateur composé, entre autres, d'un compteur-diviseur, de bascules D et de divers opérateurs logiques.

(Q₁₃) du 4060 assujettit la durée définitive du point

Obtention de la durée d'un « trait »

En principe, un trait doit valoir trois points. On obtient un temps correct par l'intermédiaire de la porte NOR II. En effet, en Q₁₄, le signal prélevé équivaut au double de la période du signal présent en Q₁₃ (signal point). On l'appliquera donc sur l'entrée n° 9 de la porte NOR II, l'autre entrée étant

reliée à Q₁₃. La sortie de II fournit alors un signal inversé équivalent à trois fois la durée du point. On retrouvera sa phase sur la NOR III (voir oscillogrammes). En résumé, les portes II et III (NOR) réalisent une fonction « OU ».

Génération d'un trait

Par l'intermédiaire de la clef de manipulation, on porte l'entrée D₂ de la bascule 4013 à l'état logique haut ainsi que l'entrée 12 de la porte OR III. La sortie Q₂

passé à l'état haut à chaque front de montée sur H₂ (broche 11), Q₂ complémentant le signal. Q₂ étant reliée à la broche 13 de la porte OR III, nous allons donc disposer d'un état logique haut sur sa sortie reliée à l'entrée 1 (porte IV NAND). Cela permettra la génération du trait en libérant la porte III. La sortie Q₂, connectée à l'entrée 13, empêche la mise en route du point. Comme l'état logique de D₁ reste bas, nous obtiendrons sur Q₁ un état haut et sur Q₁ le complément. Q₁ se connectant sur l'entrée 2 de la

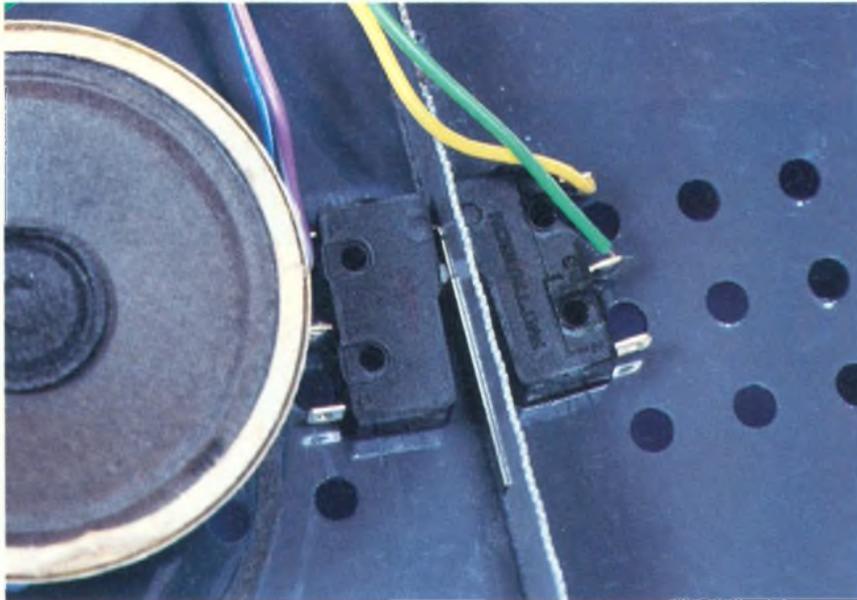


Photo 2. – La clé de manipulation, réalisée avec deux micro-contacts et une lame de scie.

porte NAND IV, sa sortie passera donc à l'état bas, ainsi que la RAZ du 4060, par l'intermédiaire de D₆. Les diodes D₆ et D₇ forment une porte ET.

En définitive, quand Q₁ ou Q₂ se trouvent à l'état haut, la RAZ est à l'état logique bas. Ainsi on active soit le point, soit le trait.

Le signal en sortie de la NAND IV est envoyé sur l'entrée porte NOR III. Nous trouvons donc en sortie le signal trait qui est envoyé sur l'entrée porte OR I.

Génération d'un « point »

En manipulant côté point, on porte D₁ à l'état haut, les sorties de cette bascule D vont changer d'état logique. Q₁ sera bas et Q₁ à l'état haut. Dès lors, tout se passera comme pour le trait. Précisons aussi que lors du démarrage, on commence toujours par un silence (qui passe parfaitement inaperçu). D'autre part, le manipulateur termine toujours le signal commencé et c'est là une

particularité intéressante. En effet, les entrées (H₁ et H₂), des horloges réalisent cette fonction puisqu'elles ne réagissent que sur les fronts de montée.

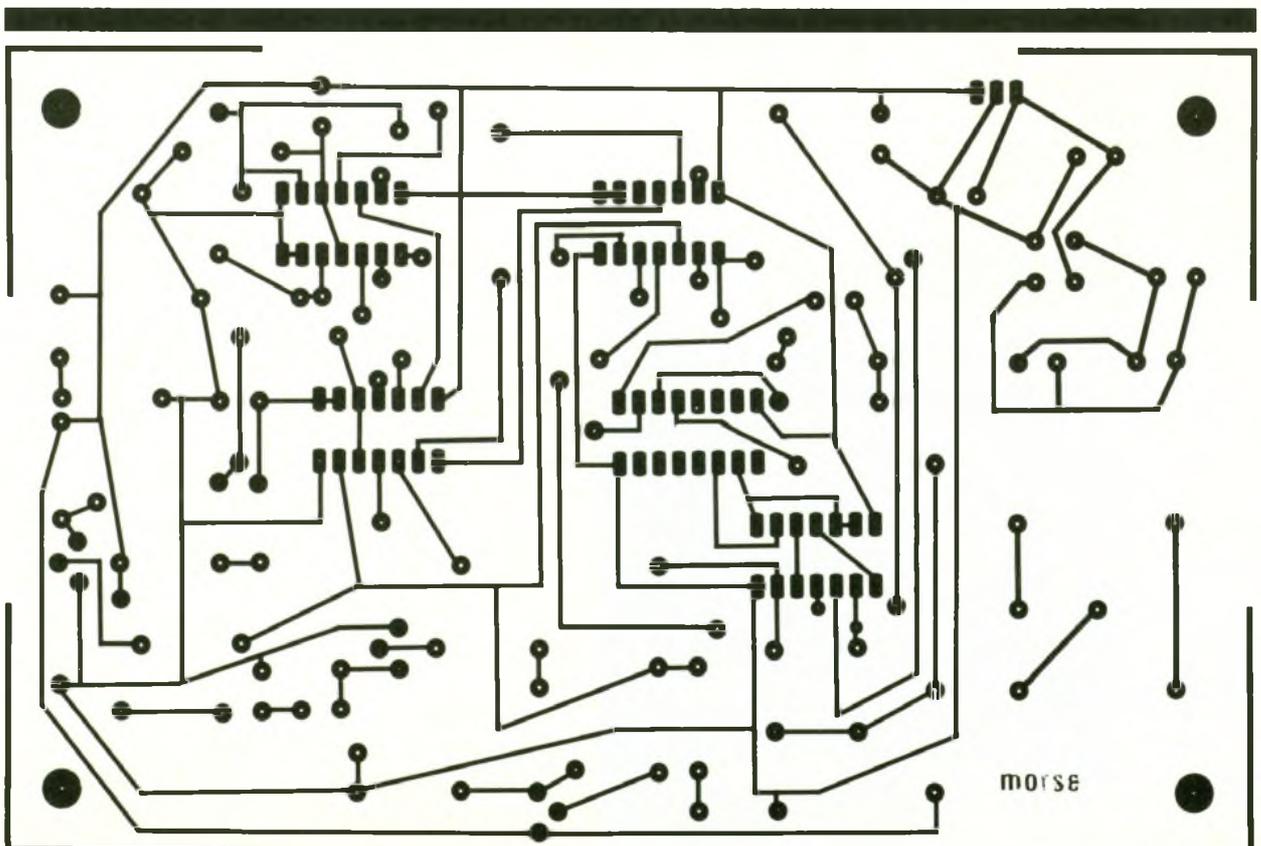
Partie basse fréquence

L'oscillateur BF se constitue d'une porte NAND et d'une cellule RC (résistance ajustable + résistance talon R₇ + condensateur C₆). La période d'oscillation se détermine par la relation $T = 1,6 RC$. Cette fréquence (environ 1 000 Hz) se règle avec R₁₀, à « l'oreille » de l'opérateur. Ce signal BF ne transite par la porte NAND II que si un « trait » ou un « point » est présent sur l'entrée 6.

Le signal sera amplifié par un transistor (PNP) T₂. Le volume BF se règle par l'intermédiaire du potentiomètre P₂ et de sa résistance talon R₈.

Le haut-parleur possède une impédance de 50 Ω et une puissance de 0,2 W, celle-ci étant suffisante pour l'application présente.

Pour des raisons de protection du haut-parleur nous avons ajouté une petite résistance R₁₆ (celle-ci n'est pas indispensable), ainsi qu'une diode entre émetteur et collecteur pour protéger T₂ des effets selfiques du haut-parleur.



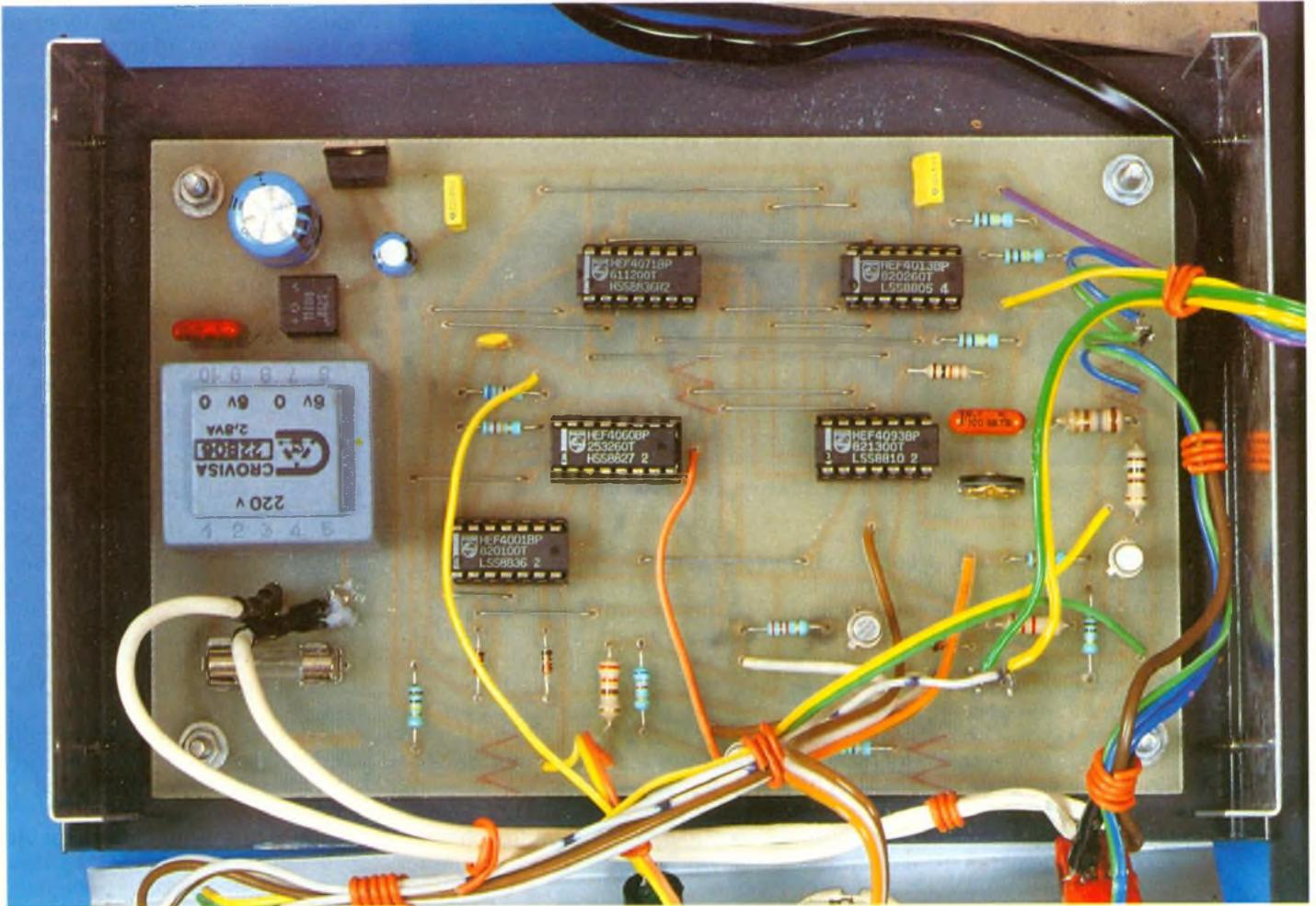


Photo 3 – Le circuit imprimé recevant l'ensemble des composants, y compris le transformateur moulé de l'alimentation.

Les différentes sorties se prélèveront sur la broche 3 de la porte OR I.

REALISATION PRATIQUE

Le circuit imprimé (fig. 4)

Il est simple, bien que comportant beaucoup de straps. Le tracé peut se reproduire par la méthode photo : confection d'un mylar, insolation aux ultraviolets de l'époxy présensibilisée puis révélation. La gravure s'effectuera au perchlore de fer tiédi (en utilisant la résistance chauffante proposée précédemment par CIF et *Electronique Pratique*, par exemple).

Après un rigoureux nettoyage des pistes cuivrées, on pourra les étamer.

Le perçage reste simple : \varnothing 0,8 mm pour les composants tels que résistances, condensa-

teurs, diodes... et diamètre supérieur pour les cosses poignards et les pattes du transformateur.

Implantation des composants (fig. 5)

Etant donné que tous les circuits intégrés sont du type CMOS (donc relativement fragiles), nous les mettrons sur des supports. Attention aux brochages des diodes, transistors et régulateur. L'interrupteur sera du type bipolaire, on sera ainsi certain de couper la phase et le neutre. Le condensateur antiparasite C7 se soudera directement sur l'interrupteur tandis que le haut-parleur se collera à la colle forte sur le couvercle du boîtier.

Réalisation de la clé de manipulation (fig. 6)

Celle-ci est confectionnée avec une lame de métal souple (lame de scie, par exemple, qu'il faudra

détremper en la chauffant au rouge). Les microcontacts seront collés de chaque côté de la lame. On assurera la rigidité du point fixe de la lame par deux tiges filetées + écrous, fixées sur le couvercle du boîtier. On prévoit environ 1 cm de débattement de la lame (bout mobile).

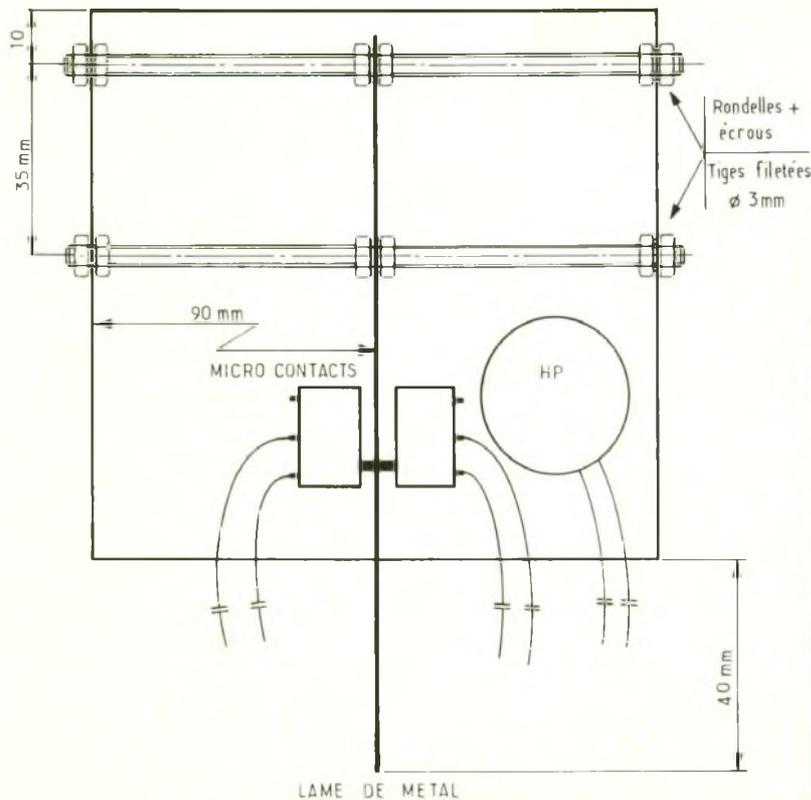
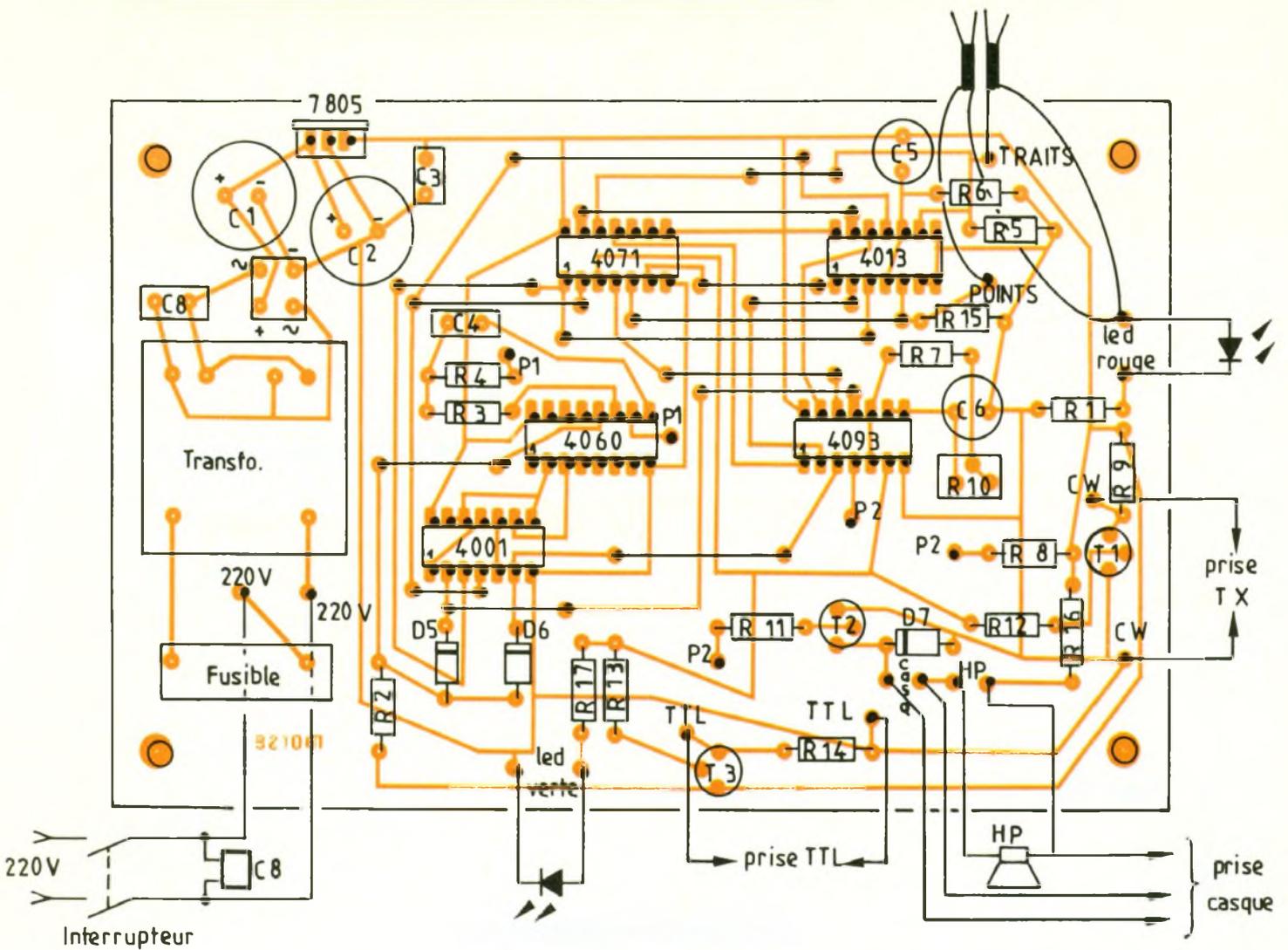
Cas du jack-prise casque

Pour le bon fonctionnement de l'ensemble, il importe que le jack casque soit isolé du boîtier. D'autre part, le circuit série HP ↔ casque peut sembler bizarre ; en fait, l'impédance du casque est tellement faible devant celle du HP que le courant circulant dans celui-ci reste très faible quand on branche l'écouteur. L'isolation de la prise casque se réalisera avec deux rondelles isolantes et un trou de diamètre supérieur. Le circuit placé dans un coffret ESM en métal donnera une bonne assise et une excellente adhérence

5

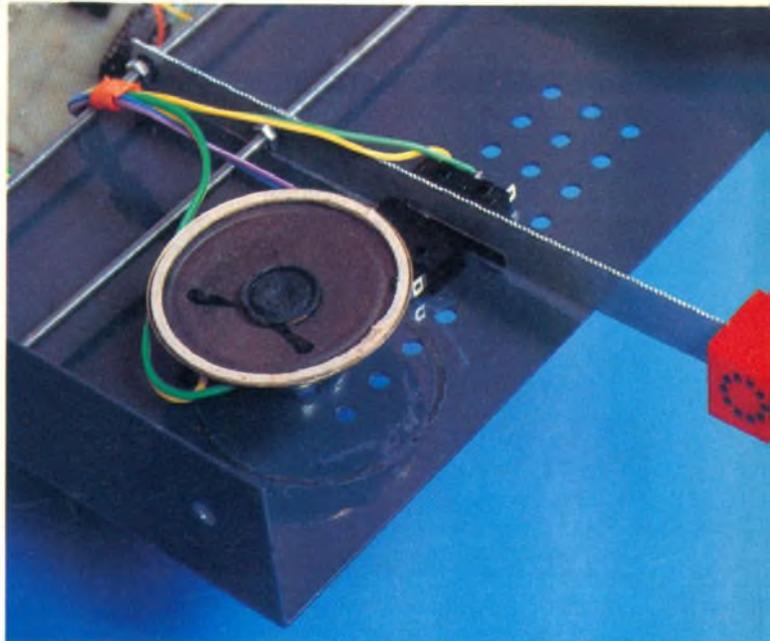
L'implantation de la platine comprenant quelques straps qui se fabriqueront à l'aide de queues de composants ou de fils isolés.

Vers micros-contacts



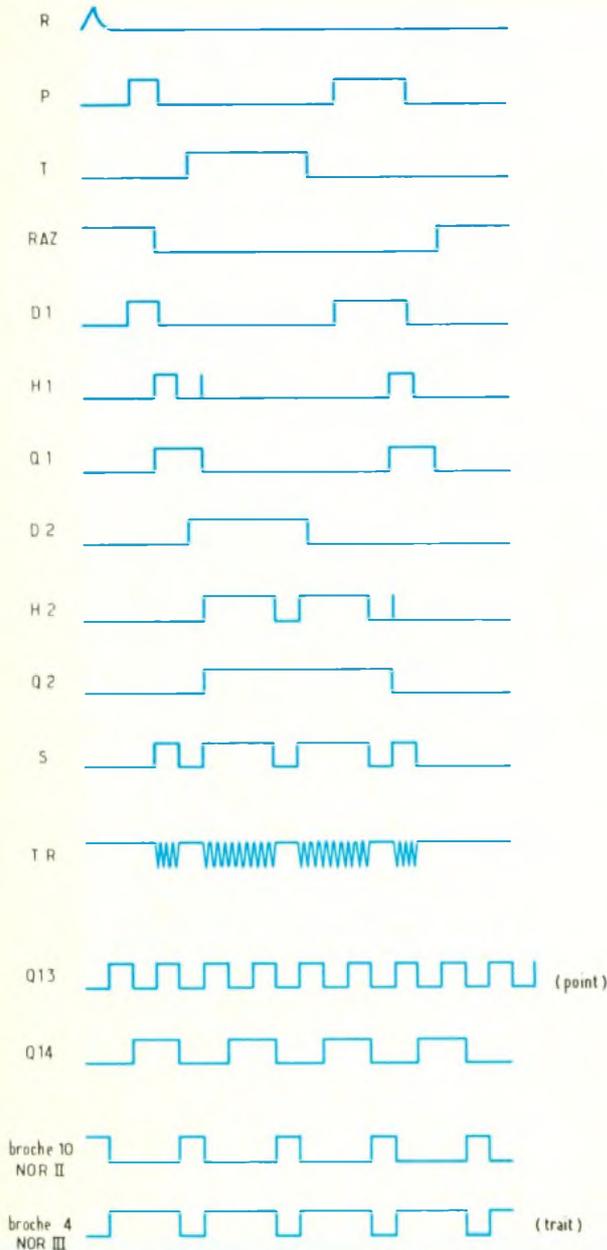
(pieds de caoutchouc). Cela devient important lors de la manipulation car un coffret léger aurait le désagrément de bouger.

Photo 4. – La clé de manipulation montée sur le couvercle du coffret ESM à l'aide de tiges filetéés



6

Détails mécaniques de réalisation de la clé de manipulation



A	• —	N	— •	1	• — — — —	/	— • • —
B	— • • •	O	— — — —	2	• • — — —	=	— • • • —
C	— • — •	P	— — — •	3	• • • — —	?	• • — — • •
D	— • •	Q	— — • —	4	• • • • —	+	• — • • •
E	•	R	• — •	5	• • • • •	VA	• • • — • —
F	• • — •	S	• • • •	6	— • • • •	(fin de transmission)	
G	— — •	T	—	7	— — • • •	AS	• — • • •
H	• • • •	U	• • —	8	— — — • •	(attente)	
I	• •	V	• • • —	9	— — — — •	ERREUR	• • • • • •
J	• — — —	W	• — —	Ø	— — — — —		
K	— • •	X	— • • •				
L	• — • •	Y	— • — —				
M	— —	Z	— — • •				

CONCLUSION

Il ne vous reste plus qu'à mettre le montage sous tension, non sans avoir vérifié l'alimentation 5 V. Cela doit fonctionner au « premier coup de clé ». Arrive le moment de montrer votre dextérité ! Les débutants pourront consulter le code Morse de la figure 8. Exercices et ténacité feront de vous des champions du « Manip »ulateur. Réglez votre vitesse de manipulation et le volume sonore. Bon trafic en C W

C. PIERRON

LISTE DES COMPOSANTS

Résistances

- R₁ : 180 Ω (marron, gris, marron)
- R₂ : 100 kΩ (marron, noir, jaune)
- R₃ : 82 kΩ (gris, rouge, orange)
- R₄ : 6,8 kΩ (bleu, gris, rouge)
- R₅, R₆ : 100 kΩ (marron, noir, jaune)
- R₇ : 10 kΩ (marron, noir, orange)
- R₈ : 15 Ω (marron, vert, noir)
- R₉ : 100 Ω (marron, noir, marron)
- R₁₀ : ajustable de 10 kΩ vertical
- R₁₁, R₁₂ : 2,2 kΩ (rouge, rouge, rouge)
- R₁₃ : 6,8 kΩ (bleu, gris, rouge)
- R₁₄ : 150 Ω (marron, vert, marron)
- R₁₅ : 100 kΩ (marron, noir, jaune)
- R₁₆ : 10 Ω (marron, noir, noir)
- R₁₇ : 330 Ω (orange, orange, marron)

Potentiomètres

- P₁ : 22 kΩ A
- P₂ : 10 kΩ B

Condensateurs

- C₁ : 470 μF/25 V/radial
- C₂ : 47 μF/25 V/radial
- C₃ : 100 nF milfeuil
- C₄ : 1 nF
- C₅, C₆ : 100 nF milfeuil
- C₇, C₈ : 10 nF/400 V

Semiconducteurs

- 1 pont de diodes moulé carré
- 1 régulateur 5 V 7805
- 4071 / (4 OR) + support
- 4001 / (4 NOR) + support
- 4013 / (double bascule D) + support
- 4093 / (4 NAND trigger) + support
- 4060 / (compteur binaire - oscilateur) + support
- D₅, D₆, D₇ : 1N4148 (diodes petits signaux)
- T₁, T₃ : 2N2222 (NPN)
- T₂ : 2N2907 (PNP)

Divers

- Transformateur 220 V - 2 x 6 V 2,8 VA
- 1 fusible 160 mA + porte fusible
- Cosses fast-on
- Cosses poignards
- Gaine thermo
- 1 haut-parleur 50 Ω, 0,2 W
- 15 straps
- 2 microcontacts
- 2 boutons pour potentiomètre
- 3 jacks châssis femelles Ø 3,5 mm
- 1 LED rouge + support
- 1 LED verte + support
- 1 coffret ESM réf. EC 18/07 FA
- 1 plaque cuivrée présensibilisée
- 1 cordon prise 220 V
- 1 inter bipolaire secteur
- Vis
- Ecrous
- Fils de câblage
- 1 lame de scie
- Tige filetée Ø 3 mm
- Ecrous Ø 3 mm, rondelles, etc.



UNE BOITE A MUSIQUE ORIGINALE

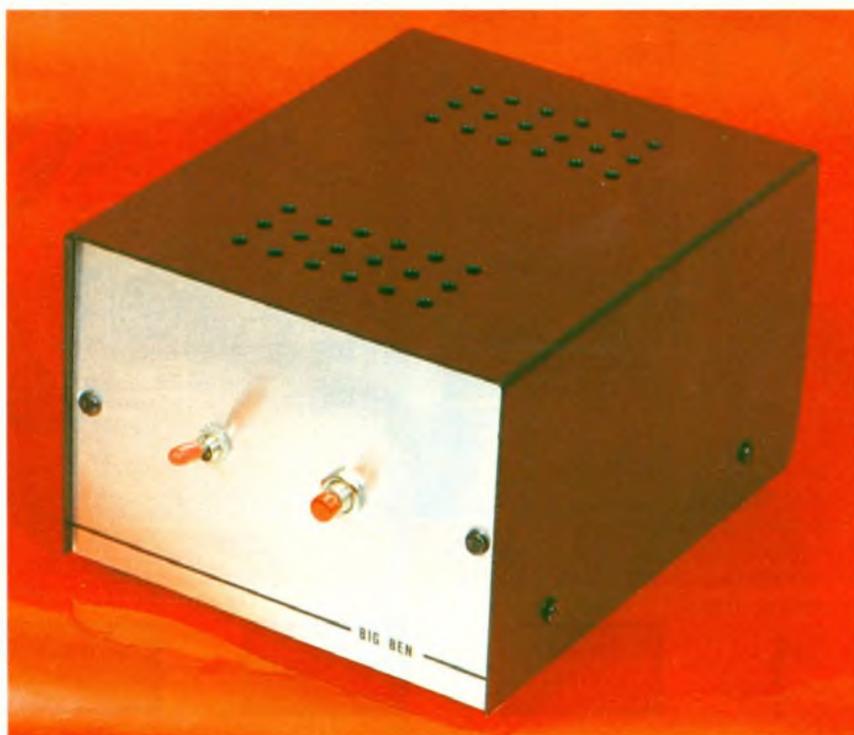


A l'aide d'un petit gadget musical de quatre sous, il nous est venu l'idée de vous proposer une boîte à musique vraiment pas ordinaire, économique et capable de sortir presque n'importe quelle mélodie sans trop de peine. En lui adjoignant un petit ampli intégré, elle pourra constituer par exemple un carillon de porte très particulier.

A - PRINCIPE DU MONTAGE

On trouve un peu partout des boutiques proposant bon nombre d'objets ou gadgets en provenance des pays asiatiques. Parmi ceux-ci et à un prix dérisoire, nous sommes tombés sur une sorte de minuscule piano avec un livret de quelques refrains populaires (américains le plus souvent, il est vrai). Cet instrument de musique, et il nous faut l'appeler ainsi, délivre un son métallique assez réaliste sur une octave et demi, mais surtout le son émis s'éteint progressivement, à moins qu'une nouvelle note ne vienne à être jouée avant son extinction. Cet effet est très utilisé sur les synthétiseurs modernes, qui peuvent en outre moduler la forme de l'attaque et séparément celle de l'extinction de la note (= DECAY).

Il n'est pas simple de réaliser cette fonction en électronique, et c'est pourquoi nous avons pensé de suite à exploiter les possibilités « musicales » de notre minipiano. Il est certes ridicule en puissance, mais, avec l'aide d'un petit amplificateur intégré, il doit être facile d'arranger cela. En ouvrant précautionneusement le boîtier du piano, on découvre de suite les deux petites piles au mercure, l'énorme buzzer piézo-électronique, et une tache noire sous laquelle se cache le circuit intégré ; il y a encore les contacts du clavier et une résistance, une seule, qui semble égarée ici ! Chaque note possède une touche souple dont une partie conductrice vient shunter les diverses électrodes sur le circuit imprimé pendant l'utilisation.



Ce clavier est monophonique, et on ne pourra donc jouer qu'une seule note à la fois ; la plus haute seule sera entendue si plusieurs d'entre elles sont jouées à la fois. Il est important d'insister sur le fait que l'action sur une touche stoppe immédiatement le son en voie d'extinction de la note préalablement jouée. Il est clair à présent, et il vous sera facile de le tester, qu'à l'aide d'un simple bout de fil souple il est possible de faire exécuter n'importe quelle note. Il n'y a qu'un pas à franchir pour imaginer des contacts électriques enclenchés au bon moment et à la bonne place. C'est exactement l'objet de notre maquette et, par un choix personnel, elle sera câblée pour reproduire le célèbre carillon de la tour

de Londres, à savoir Big-Ben. Si cette mélodie n'est pas bien originale, elle est toutefois intéressante à plus d'un titre. En effet, elle comporte deux fois quatre notes, et les quatre dernières sont dans l'ordre inverse des quatre premières. Cette économie de notes est appréciable car, avec quelques diodes de commutation, il sera facile de solliciter le clavier correctement. Autre avantage du Big-Ben, c'est le silence qui sépare les deux séquences. En y réfléchissant bien, un compteur décimal du type CMOS 4017 sera tout indiqué pour générer les dix pas de la mélodie. Bien entendu, nous allons supprimer les piles au mercure et alimenter l'ensemble de la maquette à partir du secteur.

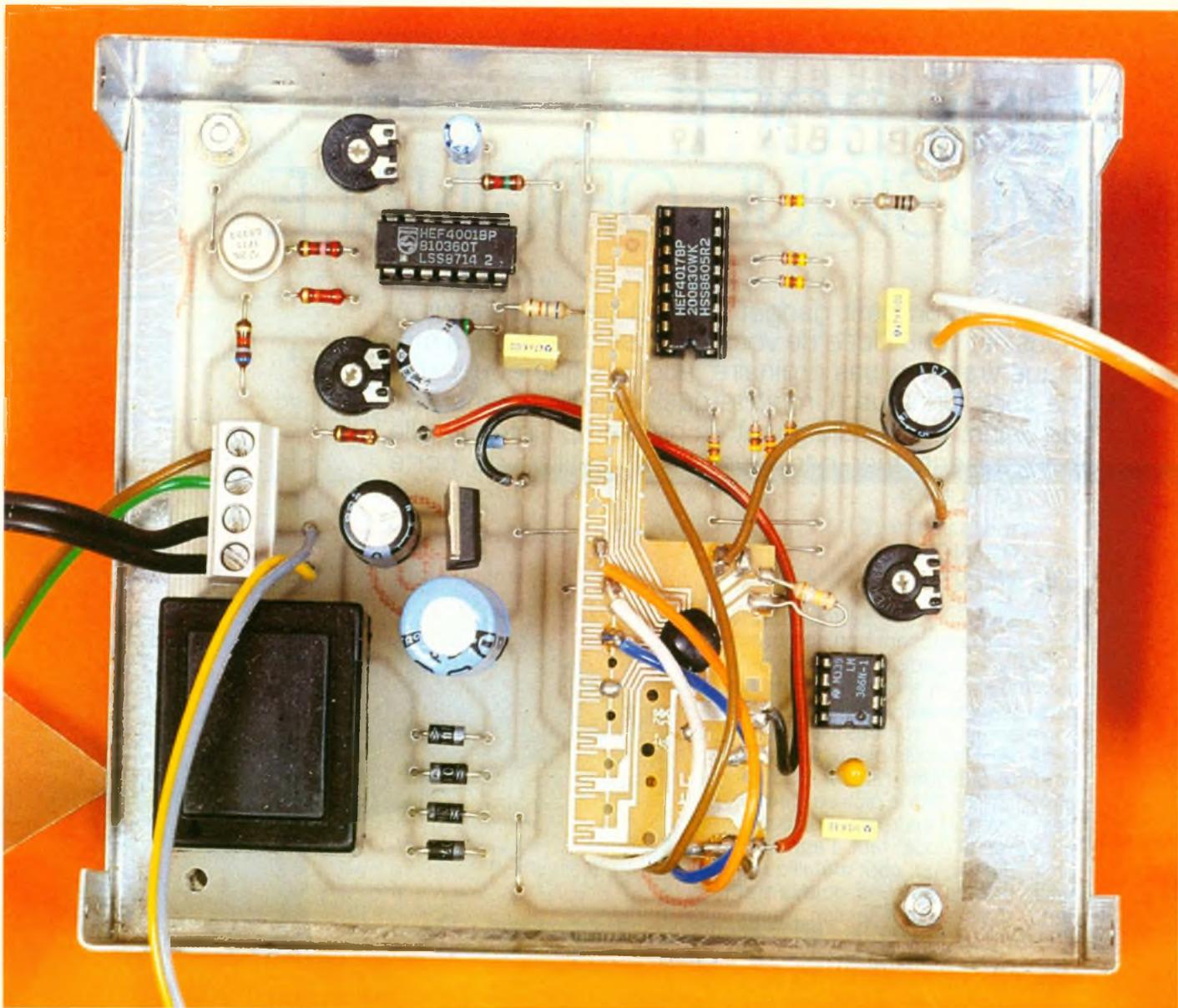
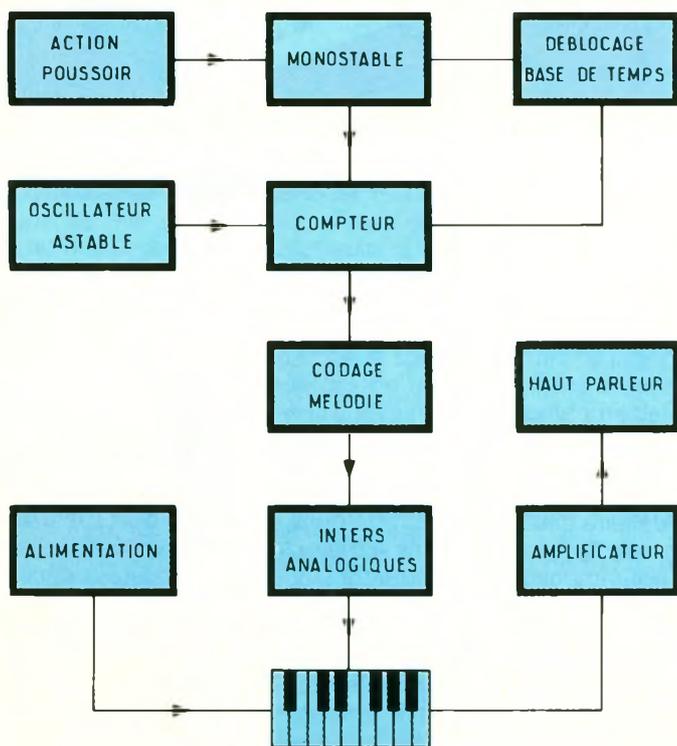


Photo 2. - Aperçu de la carte imprimée principale.

1

Le synoptique laisse apparaître l'utilisation d'une carte mélodie d'un mini-piano.

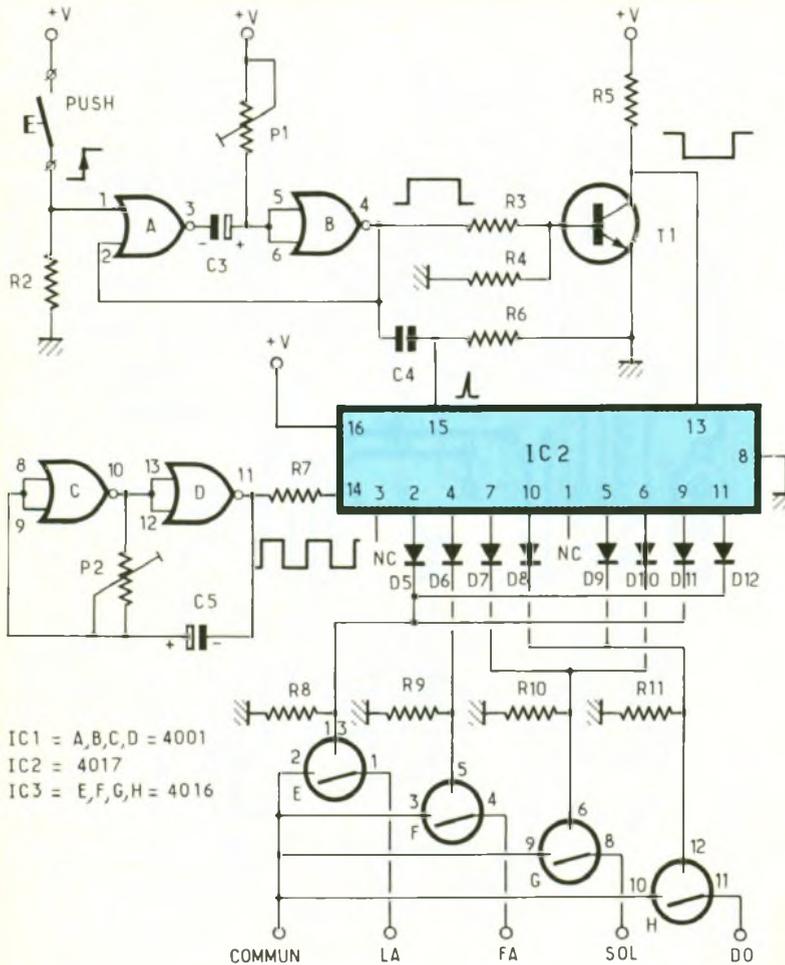


B - ANALYSE DU SCHEMA ELECTRONIQUE

Il est donné à la figure 2. Une fois n'est pas coutume, nous allons le découvrir à l'envers, c'est-à-dire en partant des touches du clavier. Nous savons déjà qu'il suffit de shunter une touche pour jouer une note. Nous allons utiliser pour ce faire les services d'un quadruple inter analogique, le circuit C-MOS 4016, ou son exact équivalent, le 4066. Ce composant remarquable contient en somme quatre contacts parfaitement indépendants, qu'il est possible de fermer en appliquant un niveau logique haut sur l'entrée de commande correspondante, à savoir les bornes 13, 5,

2

Le schéma de principe révèle l'emploi d'un quadruple inter analogique du type 4066



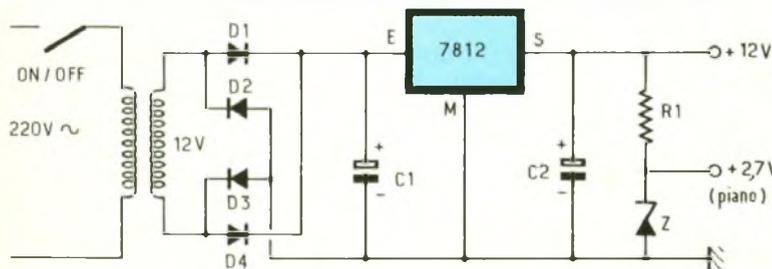
IC1 = A, B, C, D = 4001
 IC2 = 4017
 IC3 = E, F, G, H = 4016

appliqué sur son entrée horloge 14. Il importe bien entendu de lui fournir des signaux uniques et bien verticaux. L'avance du compteur se matérialise par un déplacement du niveau logique haut d'une sortie vers la suivante, et ce déplacement ne peut avoir lieu qu'à condition que l'entrée de validation 13 soit soumise à un état bas ; si elle reste à l'état haut, le compteur... ne compte plus et reste bloqué, car toutes les impulsions sur son entrée d'horloge sont purement et simplement ignorées et sans effet.

L'entrée de remise à zéro 15 est importante elle aussi : en effet, à la mise sous tension de notre maquette, il faut absolument que le compteur débute la mélodie correctement, et une impulsion positive, même brève, sur la borne 15 initialisera parfaitement le circuit IC2. Reprenons l'analyse de notre schéma : une pression sur le poussoir de commande déclenche le monostable construit autour des portes NOR A et B. La durée du signal positif délivré dépend très exactement du condensateur C3 et de l'ajustable P1 associé. Ce signal traverse le condensateur de remise à zéro C4 qui se comporte comme un véritable court-circuit. La borne 15, forcée à la masse à travers la résistance R6, reçoit une brève impulsion positive dès l'utilisation du poussoir. Le signal issu du monostable est inversé par le transistor T1 et s'en va débloquent la borne 13, notre entrée de validation. En somme, le compteur peut avancer aussi longtemps que dure le signal issu du monostable. Il reste à parler des impulsions de commande : elles sont produites par la seconde moitié de IC1 dont deux autres portes NOR forment un classique oscillateur astable symétrique ; sa fréquence exacte dépend ici du chimique C5 et de l'ajustable P2. La résistance R7 achemine les fronts montants vers l'entrée horloge 14 de IC2. Tout est dit, ou presque. Les diodes D5 à D12 assurent le codage aller et retour de la mélodie Big-Ben. Le schéma de l'alimentation est très clair, car il fait appel à un régulateur intégré de 12 V. Pour remplacer les deux piles au mercure délivrant chacune environ 1,3 V, la diode Zener Z1 de 2,7 V fera l'affaire. L'amplification du signal de sortie sera confiée à un petit boîtier à 8 broches, le circuit LM 386 de N.S. Ce composant

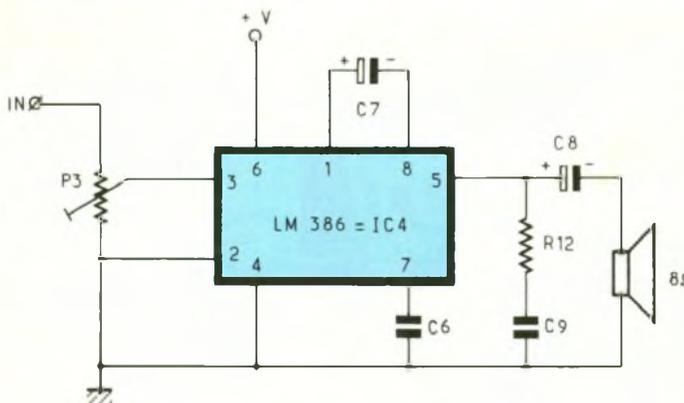
3a

L'alimentation reste confiée à un classique 7812, avec prise à 2,7 V pour le module piano



3b

La partie BF quant à elle fait appel à un LM 386 qui ne réclame que peu de composants « discret ».



6 et 12. Chaque contact est relié au point commun qu'il vous faudra découvrir sur le clavier dénudé du petit piano. L'autre composant important du montage est

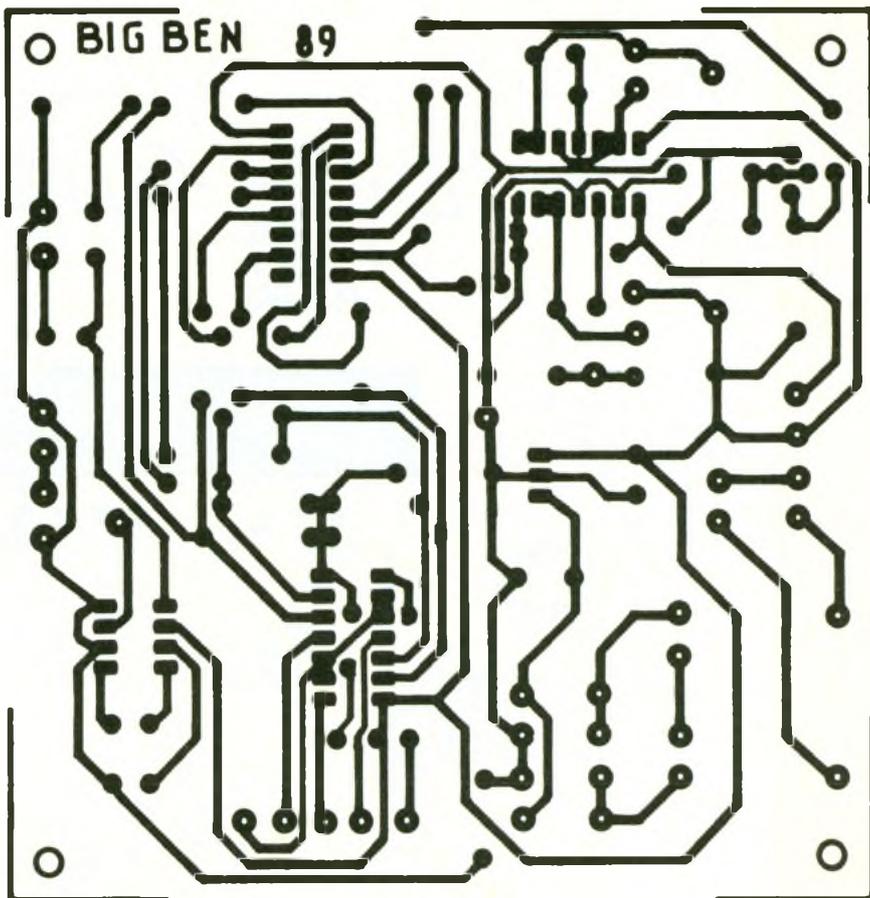
le célèbre circuit C-MOS 4017, un compteur décimal bien connu désormais des lecteurs. Ce compteur avance au rythme des fronts montants du signal carré

permet la réalisation simplifiée et économique d'amplificateur BF de faible puissance. Il se caractérise par la possibilité de régler son gain en tension entre 20 et 200. Pour obtenir le gain le plus faible, il suffit de laisser en l'air les bornes 1 et 8, qui sont intérieurement déjà réunies par une résistance de 1,35 k Ω .

Nous avons choisi le gain le plus élevé en installant un condensateur chimique de 10 μ F, comme le montre d'ailleurs le schéma. Pour des valeurs intermédiaires, il est toujours possible de monter une résistance en série avec ce condensateur. Différentes versions existent pour ce circuit dont les puissances s'échelonnent de 325 mW à 1 W avec une distorsion de 10 %. Une charge de 8 Ω est conseillée pour les puissances les plus faibles. Enfin, en montant un ajustable sur l'entrée, il sera possible de doser la puissance sonore totale. L'entrée du signal sera prélevée simplement entre la masse et l'une des bornes du buzzer d'origine démonté pour l'occasion.

C - REALISATION REGLAGES

La confection du circuit imprimé et la mise en place des divers composants ne pose aucun problème sérieux. Quelques points délicats subsistent pourtant : après avoir ouvert avec beaucoup de précautions le boîtier du piano, il vous faudra repérer les pôles positif et négatif de l'alimentation, et c'est chose facile en observant les piles. Il faut trou-

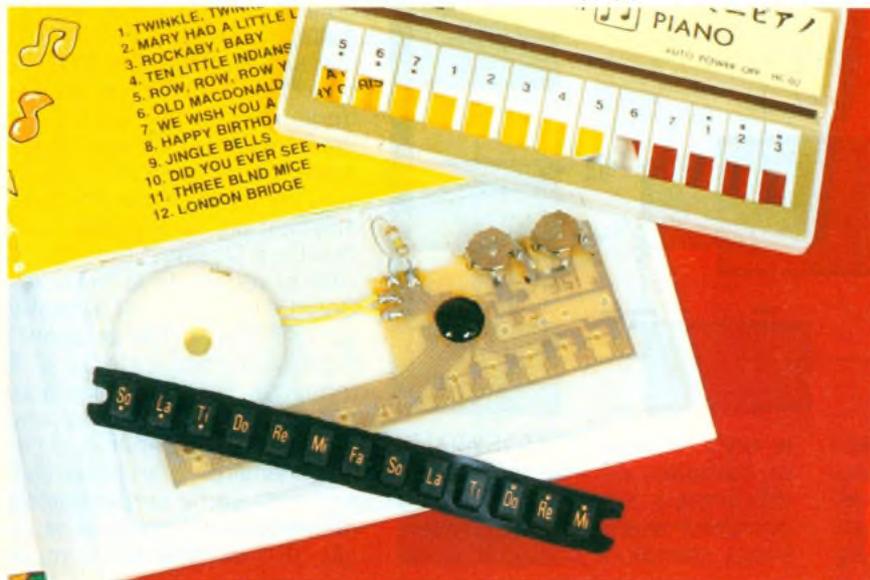


ver également le point commun des touches du clavier. Si vos connaissances musicales sont suffisantes, vous n'aurez aucun mal à relever les notes d'une quelconque mélodie ; sinon, procédez à quelques essais en repérant bien l'ordre des touches.

Quelle que soit la mélodie choisie, il faut bien déterminer combien de fois on doit actionner le clavier, le circuit IC₂ se chargeant de choisir les bonnes touches. Si la durée totale est trop longue par rapport à l'intervalle entre les impulsions d'horloge, notre circuit va jouer la mélodie plusieurs fois à la suite. Il suffit dès lors de réduire la durée totale par P₁ ou d'espacer plus les impulsions de l'oscillateur astable P₂. Plusieurs essais seront sans doute utiles avant de parvenir à obtenir un fonctionnement irréprochable. Il ne devrait pas être très difficile de réussir à programmer une mélodie différente en suivant le principe décrit ici.

Les synthétiseurs modernes possèdent eux aussi un dispositif électronique capable de « jouer » seul une partition complète préalablement programmée ; il s'agit des séquenceurs, véritables chefs d'orchestre électroniques. Nous n'en sommes pas là, mais il n'est pas interdit de rêver !

Photo 3 - Module sonore extrait d'un ensemble tout fait



Guy ISABEL

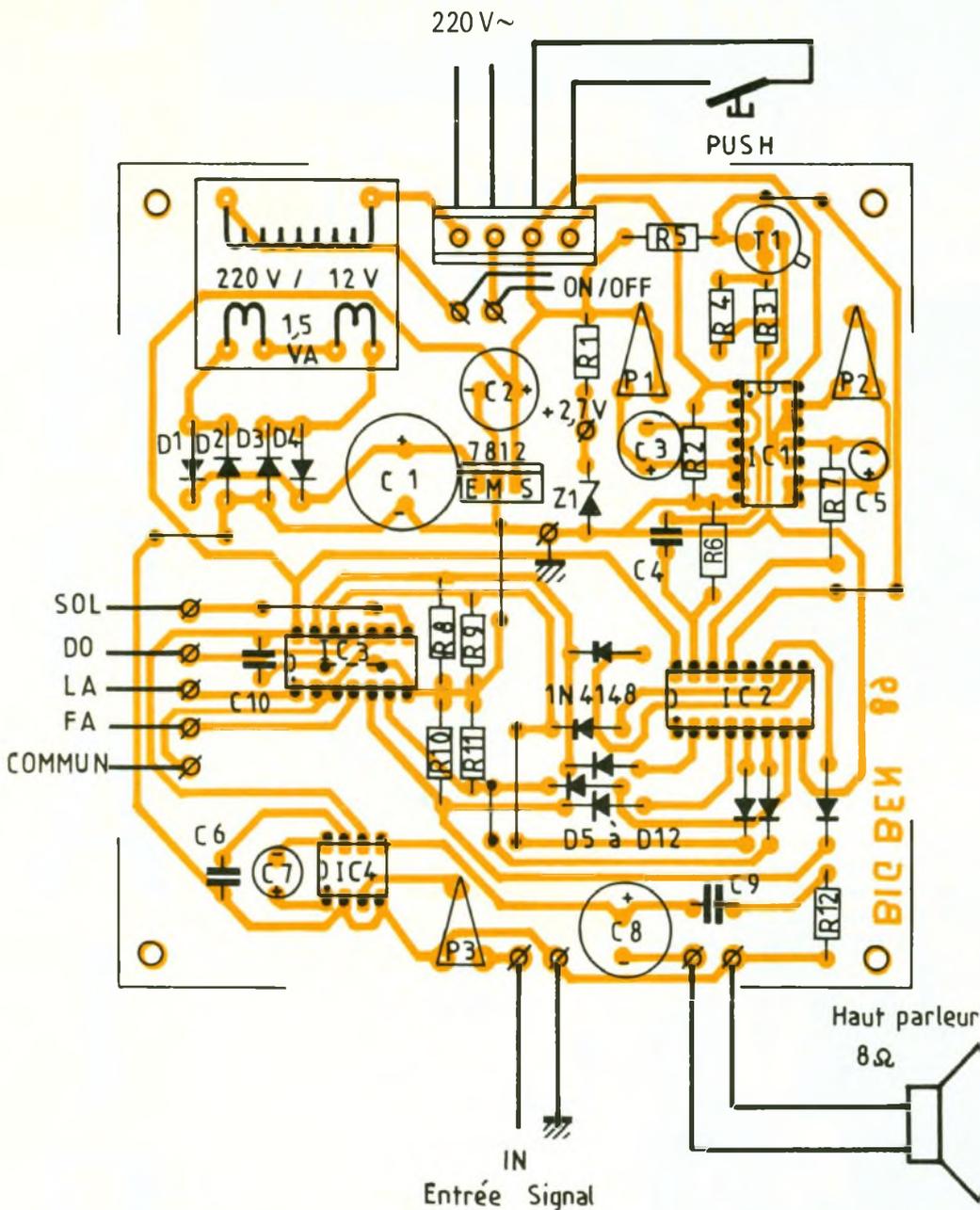
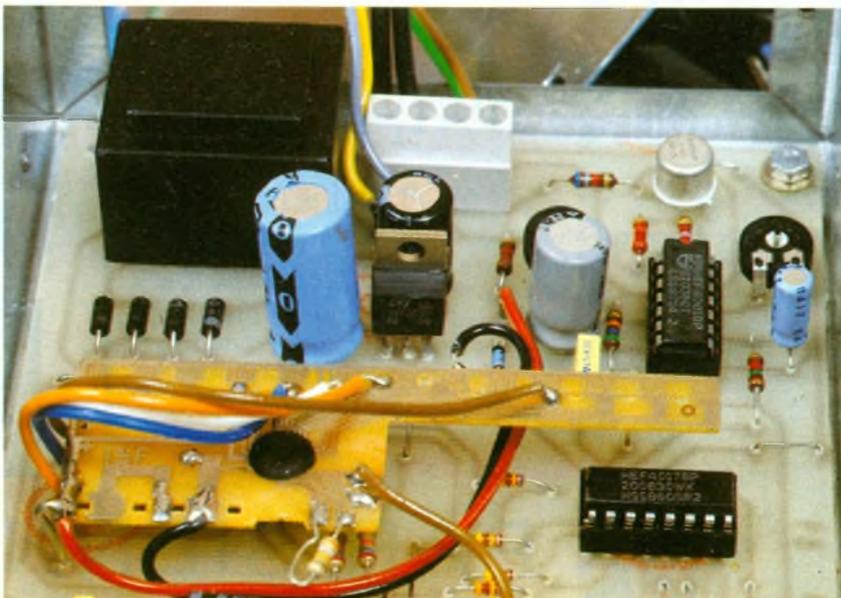


Photo 4. – Gros plan sur le module en question, et ces liaisons.



LISTE DES COMPOSANTS

Semi-conducteurs

IC₁ : portes A, B, C, D, quadruple NOR C-MOS 4001

IC₂ : compteur décimal C-MOS 4017

IC₃ : E, F, G, H, quadruple inter analogique C-MOS 4016 ou 4066

IC₄ : ampli intégré DIL 8 LM 386

D₁, D₂, D₃, D₄ : diodes redressement 1N4004

régulateur intégré 12 V positif 7812

Z₁ : diode Zener 2,7 V

T₁ : transistor NPN 2N1711

D₅ à D₁₂ : diodes commutation 1N4148

Résistances 1/4 W

R₁ : 1,2 kΩ (marron, rouge, rouge)

R₂ : 56 kΩ (vert, bleu, orange)

R₃ : 2,7 kΩ (rouge, violet, rouge)

R₄ : 22 kΩ (rouge, rouge, orange)

R₅ : 6,8 kΩ (bleu, gris, rouge)

R₆ : 68 kΩ (bleu, gris, orange)

R₇ : 1,5 kΩ (marron, vert, rouge)

R₈, R₉, R₁₀, R₁₁ : 27 kΩ (rouge, violet, orange)

R₁₂ : 10 Ω (marron, noir, noir)

P₁ : ajustable horizontal 470 kΩ

P₂ : ajustable horizontal 1 MΩ

P₃ : ajustable horizontal 30 kΩ

Condensateurs

C₁ : chimique vertical 470 μF/25 V

C₂, C₈ : chimique vertical 220 μF/25 V

C₃ : chimique vertical 100 μF/25 V

C₄, C₉ : condensateur plastique 47 nF

C₅ : chimique vertical 1 μF/25 V

C₆ : plastique 1,5 nF

C₇ : chimique vertical ou tantale 10 μF/16 V

C₁₀ : plastique 22 nF

Divers

Coffret métal ESM modèle EB 11/08 FA

Transfo à picots Monacor 1,5 VA 220/12 V

Bloc de 4 bornes vissé-soudé pas de 5 mm

1 support à souder 16 broches

2 supports à souder 14 broches

1 support à souder 8 broches

Haut-parleur 8 Ω

Inter miniature

Poussoir miniature à fermeture

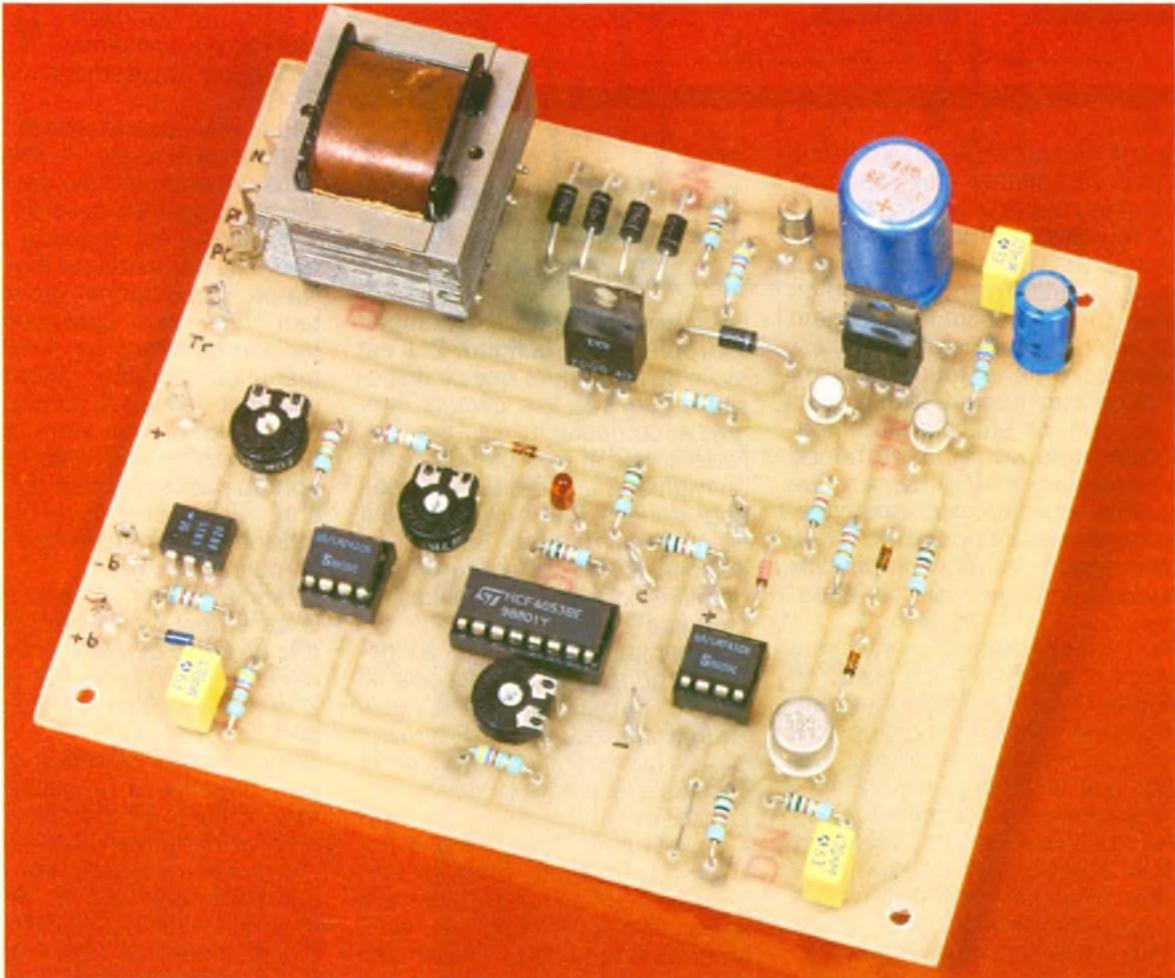
Passe-fil, picots à souder, fils souples

Piano électronique (voir photos)

REGULATEUR POUR CHARGEUR DE BATTERIE



L'apparition des alternateurs a considérablement amélioré la fiabilité des installations électriques des véhicules. Néanmoins, faute d'avoir coupé leurs feux, il arrive encore que certains automobilistes étourdis éprouvent des difficultés pour démarrer. L'utilisation d'un chargeur permet de remédier à cette situation fâcheuse mais nécessite une surveillance constante, tâche qui pourrait fort bien incomber à dame Electronique...



C'est, bien sûr, le rôle du montage que nous vous présentons. En d'autres termes, l'utilisation se résumera à une simple action sur un bouton pour que la charge complète de la batterie soit lancée. Dès lors, celle-ci durera jusqu'à l'apparition des indices de fin de charge. A l'issue de cette opération, la tension de la batterie repassera

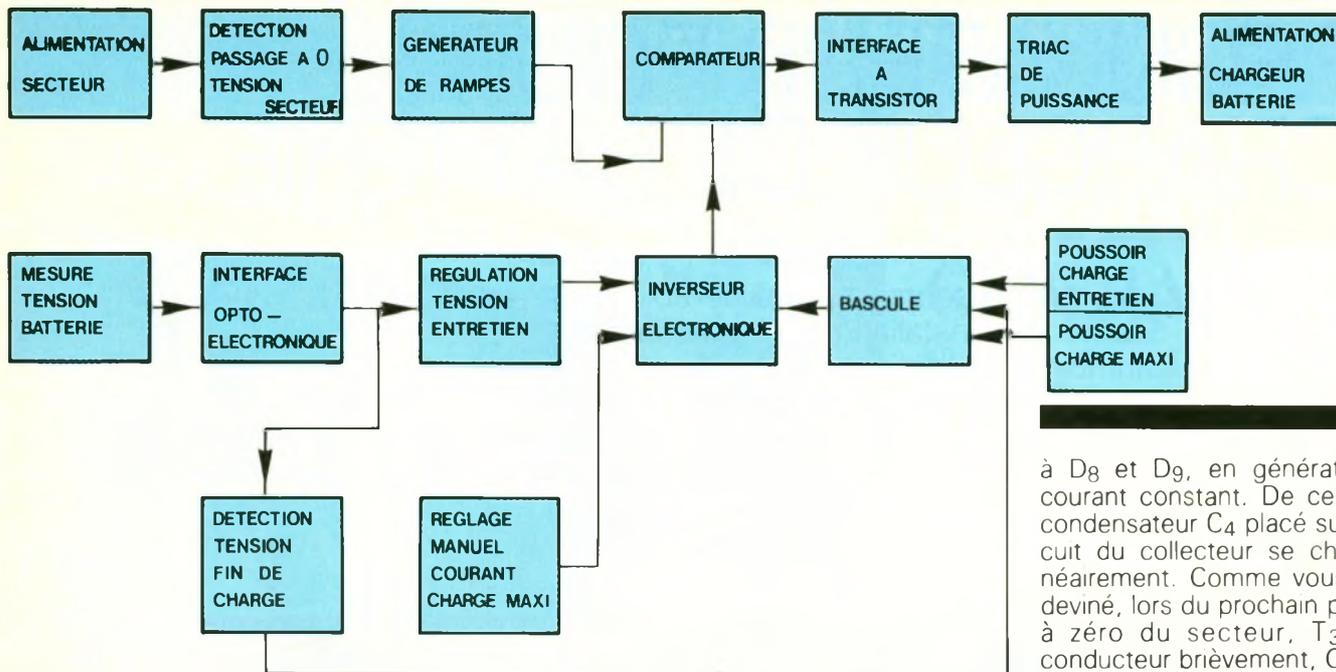
automatiquement à un niveau intermédiaire afin de garantir la capacité maximale de l'accumulateur.

Nous utiliserons, pour cette réalisation, des composants peu coûteux et simples à mettre en œuvre. Nous terminerons en précisant qu'un simple voltmètre suffira pour la mise au point.

I - PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

Le schéma synoptique est représenté à la figure 1 afin de faciliter la compréhension. Une fois n'est pas coutume, nous l'étudierons en commençant par... la fin. Tout d'abord, il semble bon de préciser que ce dispositif n'assure pas

1 Le synoptique du montage : un simple voltmètre suffira pour la mise au point de ce montage complet.



lui-même la charge de la batterie mais commande automatiquement un chargeur classique.

La régulation de la charge s'effectue sur l'alimentation secteur du chargeur, par le biais d'un triac. Ce composant fonctionnant sous le régime impulsionnel, il est nécessaire de lui fournir une impulsion à un moment bien précis. Pour cela, on effectue la comparaison entre un signal de rampe synchronisé à 100 Hz, et une tension continue de référence. Cette dernière dépend du mode dans lequel se trouve la bascule (charge maxi ou entretien).

Par l'intermédiaire d'un inverseur (électronique, s'il vous plaît), on choisit l'une ou l'autre des tensions de référence. Notons, et nous le verrons plus loin en détail, que la tension « entretien » est asservie à la batterie.

Pour des raisons de sécurité que nous analyserons, la liaison entre la batterie et le cœur du montage n'est pas réalisée directement mais via un coupleur optoélectronique.

Bien entendu, un détecteur contrôle en permanence la tension batterie et assure la commutation sur « entretien » dès que la tension atteint un certain niveau.

En outre, il est également possible d'intervenir manuellement sur la bascule afin de changer volontairement de mode de fonctionnement par actions sur des boutons-poussoirs.

II - FONCTIONNEMENT ELECTRONIQUE

Le schéma de principe complet est représenté à la figure 2. Il est facile de remarquer que ce dispositif utilise à la fois circuits intégrés et composants discrets.

Notons que la plus grande partie du montage aurait pu, il y a quelques années, être réalisée autour d'un circuit intégré unique. La disponibilité et la fiabilité de ces derniers nous ont convaincus du contraire.

L'alimentation est confiée à l'inévitable pont de diodes associé au transfo. La régulation par IC₁ et le filtrage classique n'appelleraient pas de commentaires particuliers si ce n'est la présence de D₅.

Cette dernière nous permet « d'isoler » le filtrage donné par C₁. Nous trouvons donc aux bornes de R₂ un signal parfaitement redressé mais sans filtrage, avec des passages à zéro. Notons que la fréquence est de 100 Hz (redressement double alternance).

Mis à part les passages du secteur à zéro, T₁ est donc en permanence conducteur. Nous retrouvons sur son collecteur des pics positifs car T₁ est monté en collecteur commun. Dans ces conditions, T₃ est conducteur brièvement lors des passages à zéro du secteur.

Le transistor T₂ est monté, grâce

à D₈ et D₉, en générateur de courant constant. De ce fait, le condensateur C₄ placé sur le circuit du collecteur se charge linéairement. Comme vous l'avez deviné, lors du prochain passage à zéro du secteur, T₃ étant conducteur brièvement, C₄ va se décharger rapidement dans T₃ via R₁₀.

Peu après il pourra recommencer sa charge linéaire, si bien que nous obtiendrons, aux bornes de C₄, un signal en dent de scie à 100 Hz qui est appliqué à l'entrée + du comparateur IC₃.

Nous supposons, pour l'instant, que nous appliquons une tension continue sur l'entrée du même comparateur. Si cette tension est faible, le changement d'état du comparateur s'effectuera avec peu de retard par rapport au passage à zéro. En revanche, il est clair que, si cette tension augmente, le retard s'accroîtra (fig. 5).

La sortie du comparateur attaque la base de T₄ via R₁₅ et D₁₁. Le rôle de cette dernière est d'éliminer la tension de déchet (environ 2 V) due à IC₃ lorsqu'il est à l'état bas.

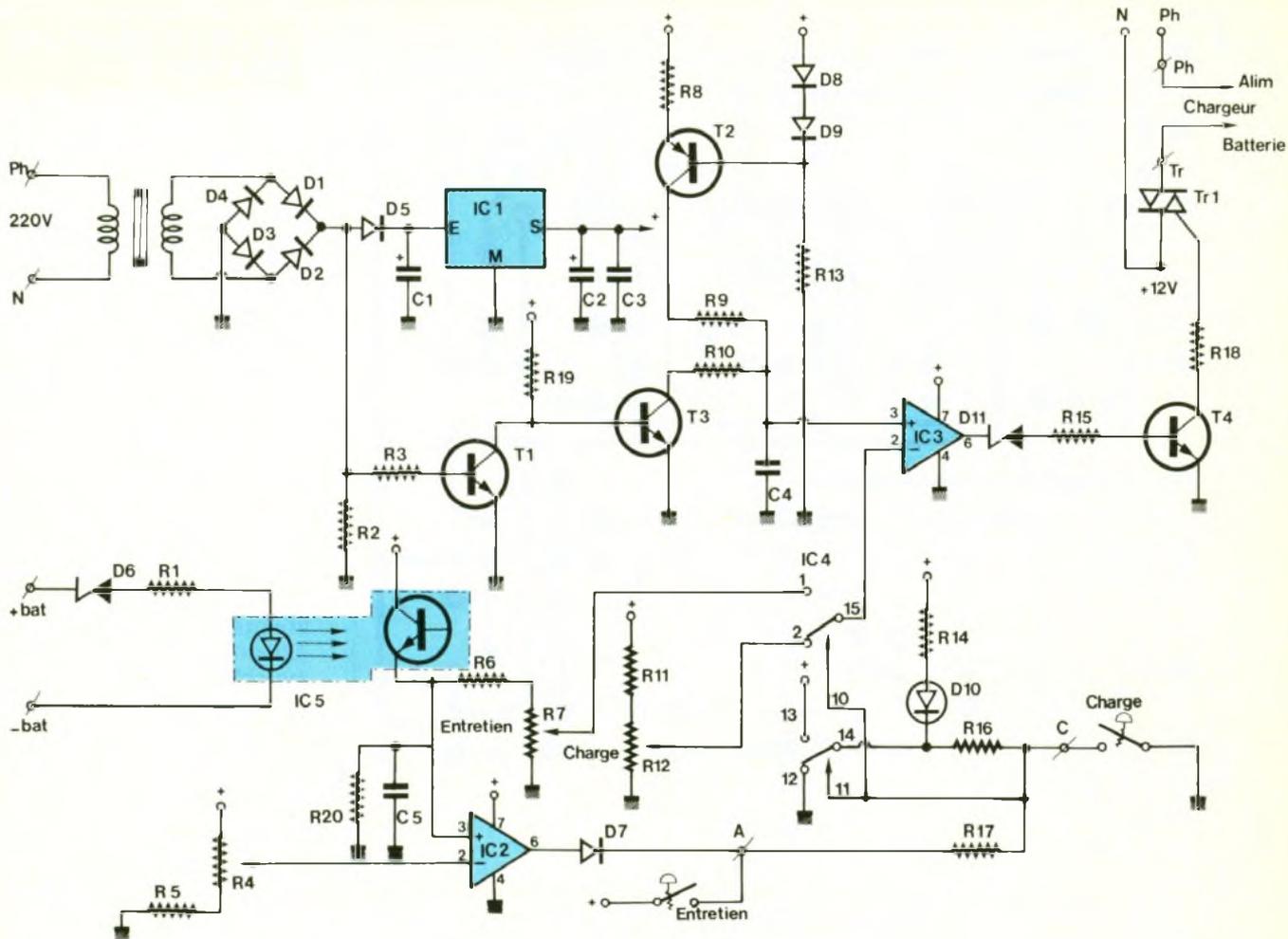
T₄ conducteur délivre une impulsion négative à la gâchette du triac. Celui-ci en s'amorçant permet l'alimentation du chargeur.

L'utilisateur désirant une charge complète agit sur le poussoir charge. La LED D₁₀ s'allume via R₁₄ et le contact 12/14 du commutateur électronique, attestant la charge en cours.

La limitation du courant de charge de la batterie est possible par réglage, par l'utilisateur, de l'ajustable R₁₂ qui délivre une certaine tension continue au comparateur via les contacts 2/15.

La mesure de la tension batterie est réalisée par l'intermédiaire du photocoupleur IC₅ via R₁ et D₆.

2 Le schéma de principe requérant un photocoupleur + une diode Zener pour la mesure de la tension.



Cette diode Zener permet de moduler l'allumage de la LED du photocoupleur selon la tension de la batterie entre environ 12 et 16 V.

Pour une tension batterie importante (15 V), l'allumage de la LED est pratiquement au maximum. Le phototransistor placé dans IC5 est fortement conducteur et nous retrouvons une tension appréciable aux bornes de R20.

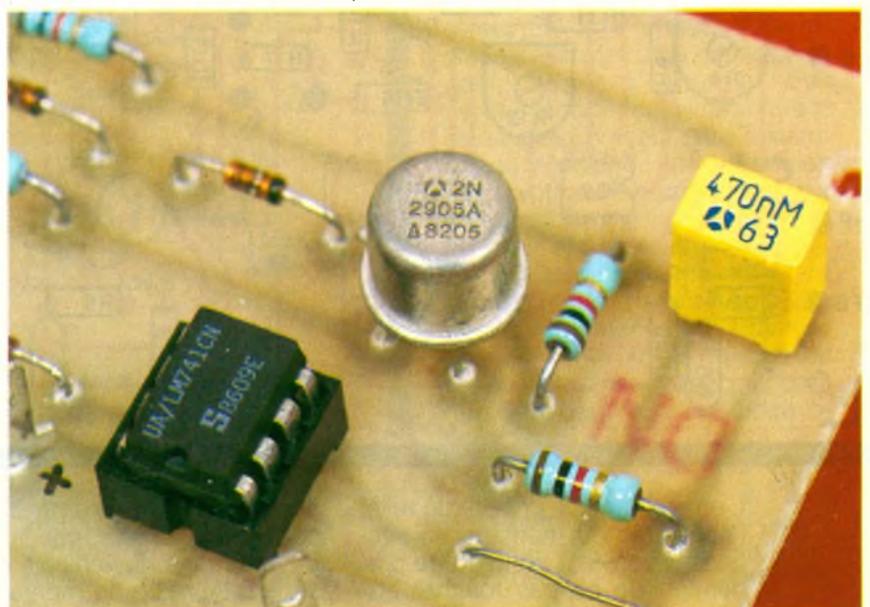
Cette tension proportionnelle à la tension batterie est appliquée à l'entrée + du comparateur IC2. Si elle dépasse en amplitude celle présente sur le curseur de R4, cela signifie que la batterie a atteint sa tension de fin de charge.

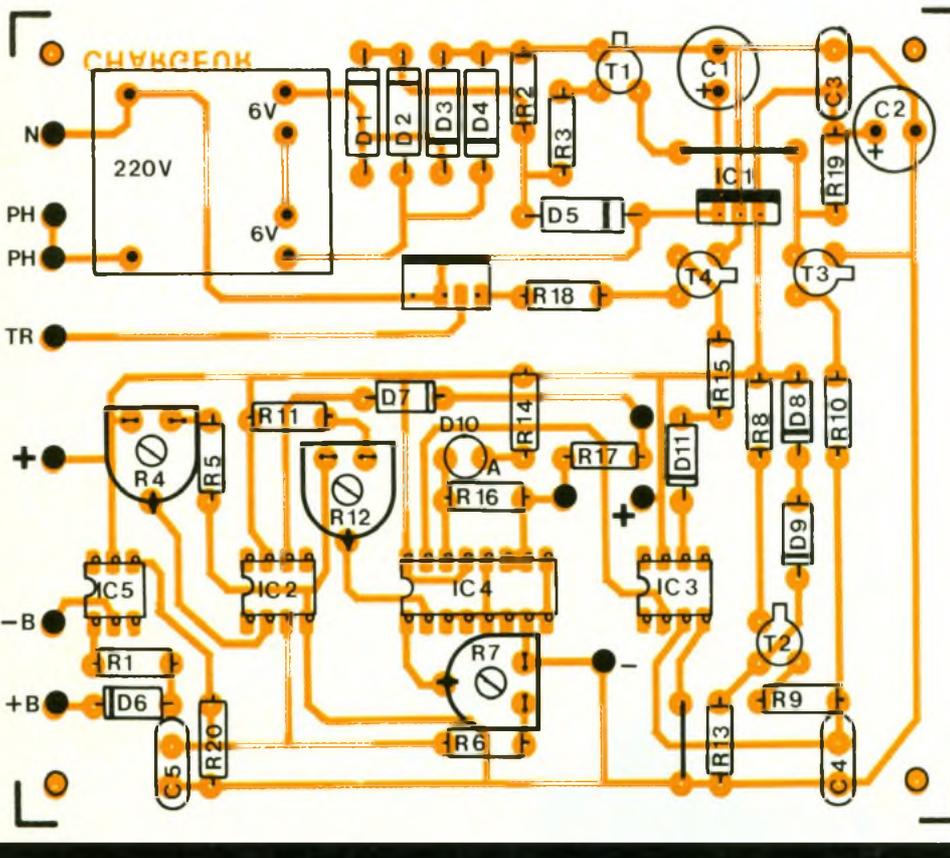
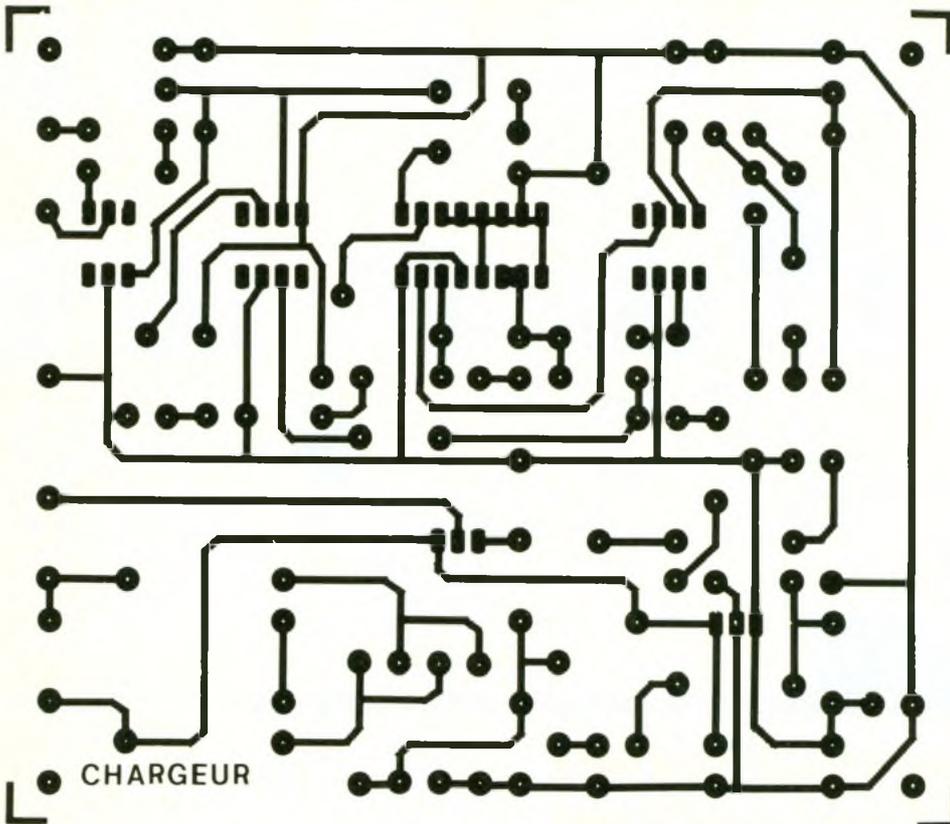
Dès lors, la sortie 6 de IC2 délivre un niveau haut qui, par D7 et R17, sollicitera les bornes de commande 10 et 11 du commutateur. Ce dernier va passer en position travail (contacts 1/15 et 13/14 établis). Remarquons toutefois que le contact 13/14 assure le maintien au travail de ce commutateur (contact d'autocollage).

La tension continue appliquée au comparateur IC3 proviendra désormais de R7 qui est le reflet de la tension batterie. Le réglage de R7 est tel que la batterie va redescendre et se maintenir autour de 13,5 V (tension de floating).

Toute baisse de tension de la batterie va diminuer la tension appliquée en deux de IC3 qui délivrera plus tôt ses impulsions, la charge de la batterie sera donc aussitôt augmentée pour compensation.

Photo 2. – La réalisation n'utilise que des éléments désormais connus.





L'emploi du triac impose de relier l'ensemble du montage au secteur : il convient donc d'être prudent et de ne pas toucher aux composants, le montage étant

alimenté. Cette remarque ne concerne, bien sûr, pas le circuit de la batterie du véhicule qui est séparé du reste du montage par le photocouleur.

III - REALISATION PRATIQUE

a) Circuit imprimé

L'ensemble du montage est contenu sur une carte unique représentée à la figure 3. Notons que la solution la plus intéressante consisterait à inclure ce module dans le chargeur de batterie existant afin d'automatiser celui-ci.

Le tracé, bien que ne présentant pas de difficultés insurmontables, sera réalisé, de préférence, par le biais de la méthode photographique. Rappelons que ce procédé, outre le gain de temps appréciable qu'il procure, élimine tout risque d'erreur, le typon de la figure 3 ayant servi pour le montage original.

Effectuer la gravure au moyen du perchlore de fer tiède (pour activer cette opération) Après attaque complète, rincer soigneusement puis sécher au chiffon ou au sèche-cheveux.

Procéder alors aux différents perçages (0,8 mm pour les C1, 1 mm pour les petits composants, 1,2 mm pour les éléments plus encombrants et enfin 3 mm pour le trous de fixation).

Précisons, pour les lecteurs qui le souhaitent, la possibilité de ressortir la LED de contrôle de charge, ainsi que le remplacement de l'ajustable R12 par un potentiomètre de même valeur placé sur la face avant du chargeur.

Repérer l'affectation de toutes les cosses-poinards de raccordement au moyen de marqueur permanent fin. Cette procédure présente le gros avantage de faciliter le câblage et évite tout tâtonnement en cas de maintenance ultérieure.

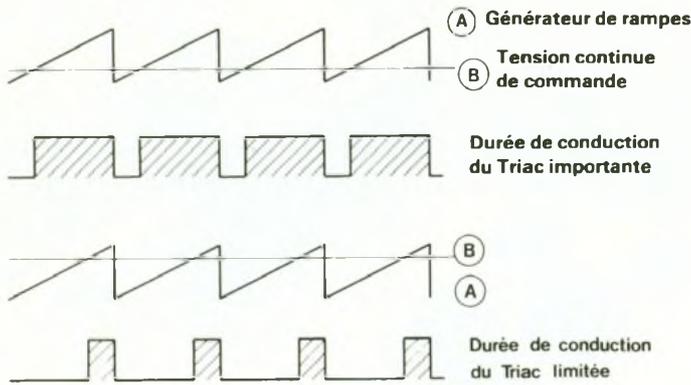
b) Implantation des composants

L'insertion des éléments s'effectuera conformément à la figure 4. Pour cette opération, pas de difficulté notable, si ce n'est l'obligation de contrôler en permanence le travail réalisé afin d'éviter toute surprise lors des essais.

S'il est préférable de commencer par les composants bas profil (résistances, diodes, straps), nous vous conseillons cependant de souder en premier lieu les cos-

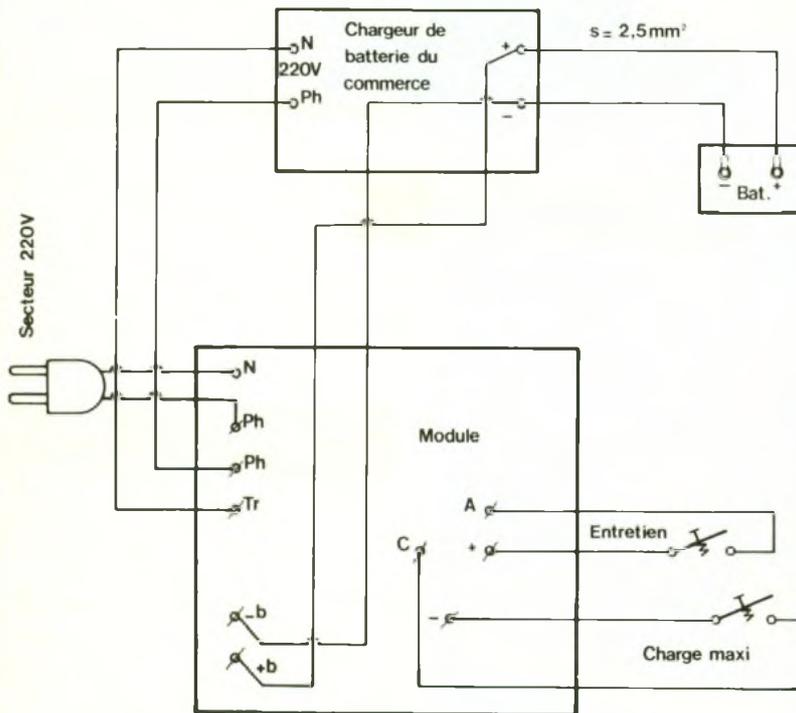
5

Courbes de commande et de conduction du triac.



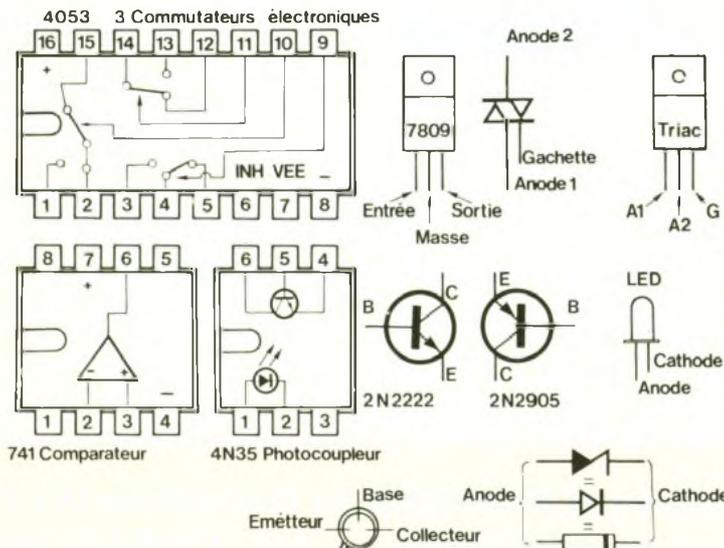
6

Câblage et liaisons du montage avec un chargeur de batterie.



7

Brochages des divers composants utilisés dans la réalisation



ses-poignards. L'emploi de supports de CI n'est pas impératif, mais vivement conseillé. La facilité procurée pour le soudage éventuel d'un mille-pattes (cela

arrive parfois) est incomparable avec le faible surcoût de ces supports.

Implanter alors les ajustables, transistors, condensateurs. Met-

tre en place le transformateur correctement positionné puis souder ses bornes de raccordement. On pourra, en dernier lieu, mettre en place les différents circuits intégrés en veillant avec soin à l'orientation.

Le lecteur méticuleux n'hésitera pas à effectuer un dernier contrôle afin de déceler une éventuelle anomalie. L'expérience prouve que cela sert parfois...

c) Montage final

Le raccordement du module au chargeur de batterie se réalise selon la figure 6. Comme nous l'avons signalé précédemment, le cas échéant, prévoir le câblage de la LED (correctement orientée) ainsi que du potentiomètre R₁₂.

Il est indispensable que la liaison entre le chargeur et la batterie soit réalisée en fil de section suffisante afin de ne pas provoquer de chute de tension significative qui perturberait la mesure réalisée par notre module. Pour cela, le câble ne devra pas dépasser 2 m avec un conducteur de 2,5 mm² souple.

On pourra, après un dernier contrôle, passer aux essais. Tourner R₄ au maximum dans le sens horaire. Mettre R₇ et R₁₂ en position médiane. Placer un voltmètre calibre 20 V aux bornes de la batterie. Raccorder les pinces sur celle-ci en veillant avec soin aux polarités, sinon...

d) Mise au point

Raccorder le cordon secteur qui alimentera ainsi le module de réglage de charge ainsi que le chargeur. Dès lors, comme nous l'avons précisé, considérer que le secteur est présent sur l'ensemble du montage, donc attention aux doigts qui se promènent sur les composants.

Appuyer sur le poussoir charge. La LED rouge s'allume, attestant ainsi du mode charge. Régler R₁₂ de façon à obtenir un courant de charge d'environ un dixième ou un vingtième de la capacité nominale de la batterie, c'est-à-dire de l'ordre de 3 à 4 A.

Si le chargeur ne comporte pas d'ampèremètre gradué, à l'aide d'un simple contrôleur, se placer en série avec le + batterie pour effectuer ce réglage des 3 ou 4 A.

La tension au voltmètre va monter plus ou moins rapidement selon l'état de charge initial de la batterie. La tension de fin de charge d'un élément d'accumulateur au plomb est d'environ 2,5 V. Sachant que les batteries qui équipent les véhicules modernes possèdent six éléments, il est clair que la charge doit être arrêtée lorsque la batterie atteint 15 V.

Il suffira donc, dès que le voltmètre indique cette valeur de 15 V, de tourner lentement R_4 dans le sens antihoraire jusqu'à obtenir l'extinction de la LED rouge.

Notre chargeur est passé automatiquement en mode charge entretien. Le dernier réglage consistera à agir sur R_7 de façon à maintenir la batterie à environ 13,5 V. Noter que la descente de la tension de la batterie à cette valeur demande un certain temps, surtout après une charge complète. Le cas échéant, retoucher R_7 pour parfaire ce réglage.

La batterie est prête à être utilisée, mais peut rester en charge d'entretien en permanence sans problème, ce qui est nettement préférable à un accumulateur laissé au repos plusieurs mois.

Une remarque importante pour raccorder ou retirer les pinces de la batterie. La charge d'une batterie produit une grosse quantité d'hydrogène qui, comme chacun le sait..., est fortement explosif. Afin d'éviter l'explosion de la batterie par les étincelles provoquées par les pinces, il est impératif d'intervenir sur les pinces que si le cordon secteur est débranché.

Ce montage simple à réaliser rendra d'énormes services à tous ceux qui pestent lorsque leur auto refuse de démarrer le matin en hiver. Dès lors, ce sera une excuse de moins pour arriver en retard à votre travail...

Daniel ROVERCH

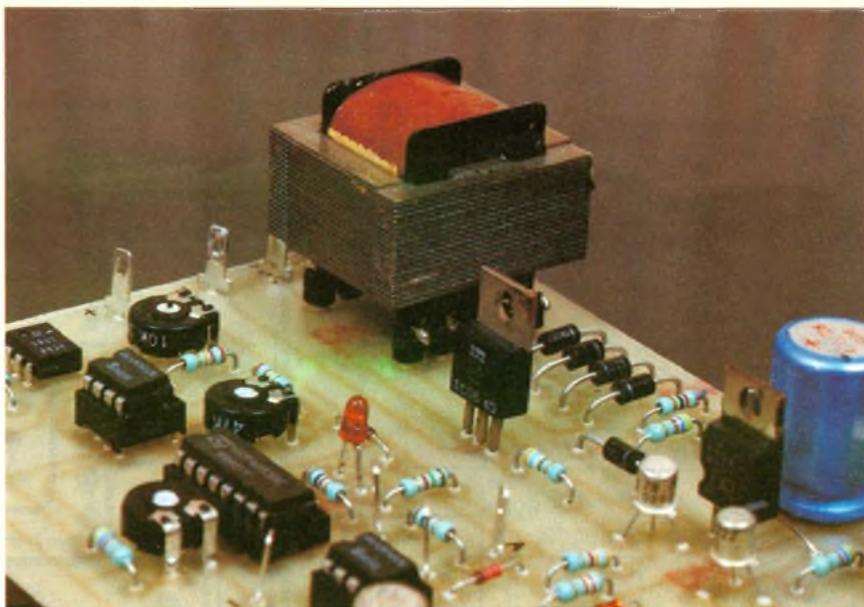


Photo 3. – Utilisation d'un transformateur pour circuit imprimé

LISTE DES COMPOSANTS

R_1 : 8,2 k Ω (gris, rouge, rouge)
 R_2 : 1 k Ω (brun, noir, rouge)
 R_3 : 4,7 k Ω (jaune, violet, rouge)
 R_4 : ajustable 10 k Ω horizontal
 R_5 : 22 k Ω (rouge, rouge, orange)
 R_6 : 4,7 k Ω (jaune, violet, rouge)
 R_7 : ajustable 47 k Ω horizontal
 R_8 : 8,2 k Ω (gris, rouge, rouge)
 R_9 : 1 k Ω (brun, noir, rouge)
 R_{10} : 1 k Ω (brun, noir, rouge)
 R_{11} : 22 k Ω (rouge, rouge, orange)
 R_{12} : 47 k Ω ajustable horizontal
 R_{13} : 1 k Ω (brun, noir, rouge)
 R_{14} : 1,5 k Ω (brun, vert, rouge)
 R_{15} : 22 k Ω (rouge, rouge, orange)
 R_{16} : 1 k Ω (brun, noir, rouge)
 R_{17} : 1 k Ω (brun, noir, rouge)
 R_{18} : 390 k Ω (orange, blanc, brun)
 R_{19} : 4,7 k Ω (jaune, violet, rouge)
 R_{20} : 4,7 k Ω (jaune, violet, rouge)

C_1 : 470 μ F 25 V chimique vertical
 C_2 : 100 μ F 25 V chimique vertical
 C_3 : 220 nF plastique

C_4 : 470 nF plastique
 C_5 : 470 nF plastique

T_1 : 2N2222
 T_2 : 2N2905
 T_3 : 2N2222
 T_4 : 2N2222

IC_1 : régulateur 7809
 IC_2, IC_3 : 741
 IC_4 : 4053
 IC_5 : photocoupleur GE 4N35 Ou équivalent

Tr_1 : triac 6 A 400 V

D_1 : 1N4005
 D_2 : 1N4005
 D_3 : 1N4005
 D_4 : 1N4005
 D_5 : 1N4005
 D_6 : Zener, 5,1 V, 1/2 W
 D_7 : 1N4148
 D_8 : 1N4148
 D_9 : 1N4148
 D_{10} : LED rouge 3 mm
 D_{11} : Zener, 2,7 V, 1/2 W

1 transfo 220 V/2 x 6 V, 1,7 VA
 2 supports DIL 8
 1 support DIL 16
 1 circuit imprimé
 2 boutons-poussoirs/contact au travail, fils, vis, picots, etc.

Les Editions Techniques et Scientifiques Françaises (ETSF)
 recherchent des auteurs dans le domaine de l'électronique de loisirs
 Ecrire ou téléphoner à Bernard FIGHIERA
 2 à 12, rue de Bellevue, 75019 Paris. Tél. : (1) 42.00.33.05.

L'UNIMER 46 D'ISKRA



Sans vouloir entrer dans une polémique sur l'analogique et le digital, devenue à présent obsolète, nous vous présentons l'Unimer 46, un multimètre analogique faisant partie intégrante de la gamme de produits Iskra.

GENERALITES

D'aspect agréable, l'appareil se distingue par un grand choix de calibres (24). Pouvant mesurer des tensions et des courants en alternatif comme en continu ainsi que des résistances, le multimètre comporte également une échelle graduée en dB, en faisant un appareil de base intéressant.

CARACTERISTIQUES GENERALES

L'affichage

Le contrôleur dispose d'un cadre mobile de sensibilité $50 \mu\text{A}$. Comportant 90 mm d'échelles de base, chacune d'elles dispose d'une couleur de repérage :

- noir pour les signaux continus,
- rouge pour les signaux alternatifs et la mesure de décibels,
- bleu pour la mesure des résistances.

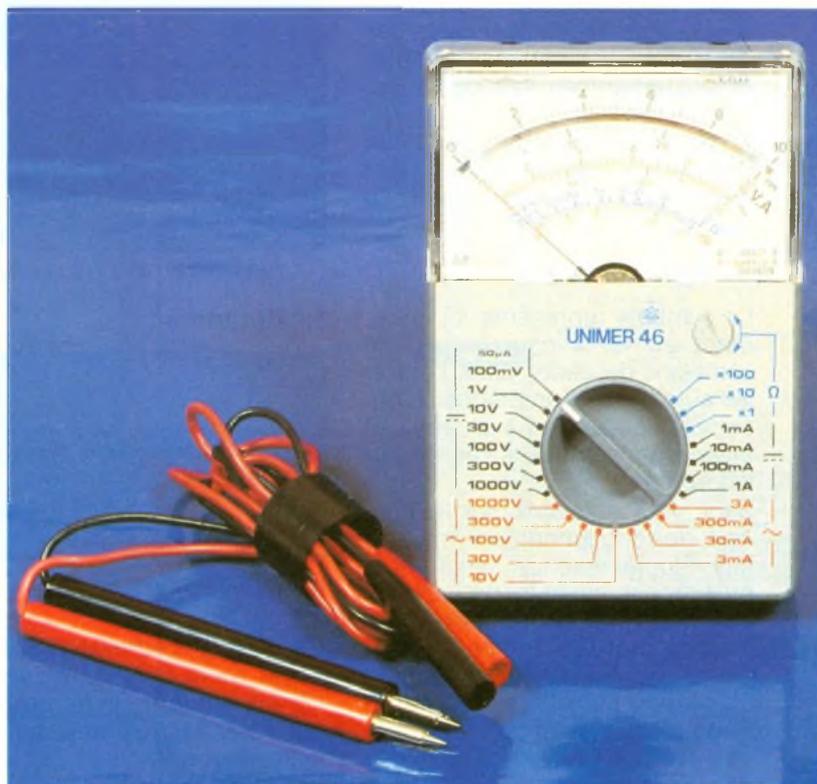
Correspondant aux couleurs d'inscription des calibres sur la face avant, on facilite ainsi l'utilisation.

Un classique miroir antiparallaxe diminue l'erreur de lecture réalisée lorsque l'opérateur ne se positionne pas exactement face à l'appareil.

Une vis de réglage du zéro mécanique se présente sur le panneau arrière. Un réajustage périodique sera nécessaire afin de conserver les caractéristiques annoncées par le constructeur.

SELECTION DES CALIBRES ET DES FONCTIONS

Un unique rotacteur de calibres et de fonctions réquiert la mesure à réaliser, conjointement avec



deux bornes de raccordement des cordons.

Les erreurs se trouvent ainsi limitées et la longévité de vie du contrôleur, sensiblement augmentée.

Les cordons

Dépouillés, ils ne s'en trouvent pas moins intéressants puisque équipés de douilles isolées, empêchant tout contact entre le circuit électrique et le corps humain. Cette sécurité à présent usitée par un grand nombre de constructeurs diminue d'une manière appréciable les risques lors des manipulations de l'opérateur.

CARACTERISTIQUES ELECTRIQUES

Sur l'affichage s'inscrivent un certain nombre de renseigne-

ments dont certains se trouvent « codés » :

L'isolement

Ou tension d'épreuve diélectrique. On lit ici un 3 inscrit dans une étoile indiquant une tension d'épreuve de 3 000 V. Elle correspond à la tension maximale pouvant être appliquée au circuit électrique interne par rapport à l'extérieur du boîtier.

La position d'utilisation

Le symbole, un rectangle formé aux trois quarts, indique que l'appareil doit être maintenu en position horizontale lors de l'utilisation.

La classe de précision

La valeur numérique portée ici, 2,5, informe d'une précision de

2,5 %. Ce chiffre représente, pour être rigoureux, la valeur de l'incertitude sur la mesure effectuée, en pourcentage du calibre. Si bien que, pour un calibre de 1 000 V, l'incertitude absolue atteint :

$$\frac{2,5}{100} \times 1\,000\text{ V} = 25\text{ V}$$

Cette valeur de 25 V reste constante sur toute l'échelle, donnant ainsi l'intervalle de confiance à accorder à la mesure.

On voit ainsi que, lorsque l'aiguille se place dans le troisième tiers du cadran, l'influence de ces 25 V d'erreur est insignifiante, contrairement au cas où la lecture reste faible.

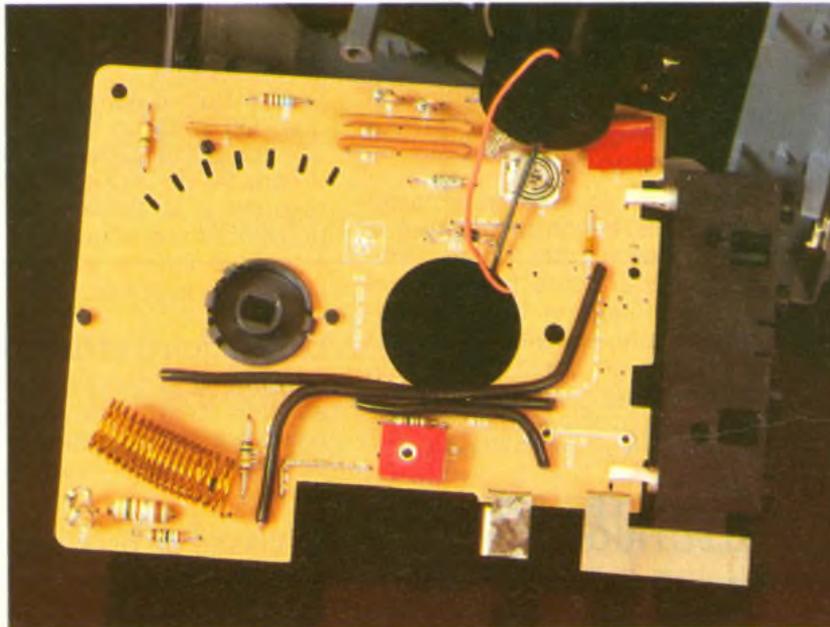
C'est pourquoi l'on conseille d'effectuer systématiquement des relevés dans cette partie du cadran.

Le type de cadre

Le symbole représente ici un aimant en fer à cheval avec un semblant de cadre dans l'entrefer au-dessus d'une diode. L'ensemble correspond à un appareil magnéto-électrique à redresseur incorporé.

Sans vouloir revenir sur le principe de fonctionnement maintes fois étudié, sachez simplement qu'il repose sur la loi de Laplace, expliquant la production d'un couple moteur déplaçant l'aiguille, en présence d'un courant I et d'un champ magnétique B (produit par l'aimant en fer à cheval).

Photo 2. – Le circuit imprimé supportant les divers shunts.



Tension et courant continu

Tension	Résistance interne	Courant	Chute de tension caractéristique
100 mV	2 kΩ	50 μA 1 mA	100 mV 500 mV
1 V	20 kΩ	10 mA	500 mV
10 V	200 kΩ	100 mA	500 mV
30 V	600 kΩ	1 A	190 mV
100 V	2 MΩ		
300 V	6 MΩ		
1 000 V	20 MΩ		

Tension et courant alternatifs

Tension	Echelle dB ⁽¹⁾	Résistance interne	Courant	Chute de tension caractéristique
10 V	- 10 dB + 22 dB	66,7 kΩ	3 mA	1,5 V
30 V	+ 10 dB	200 kΩ	30 mA	1,6 V
100 V	+ 20 dB	667 kΩ	300 mA	1,6 V
300 V	+ 30 dB	2 MΩ	3 A	1,8 V
1 000 V	+ 40 dB	6,67 MΩ		

(1) 0 dB = 0,775 V/600 Ω (1 mW/600 Ω) Capacitance d'entrée : environ 35 pF.

Résistances

Résistances	Gamme et milieu de l'échelle	Courant mesure max ⁽²⁾	Source d'alimentation pile
Ω × 1	1 Ω ... 35 Ω ... 5 kΩ	45 mA	
Ω × 10	10 Ω ... 350 Ω ... 50 kΩ	4,5 mA	
Ω × 100	100 Ω ... 3,5 kΩ ... 500 kΩ	0,45 mA	1,5 V - CEI R6

(2) A la tension nominale

Ce type de cadre permet la mesure de valeurs moyennes contrairement à un ferromagnétique réalisant des mesures de valeurs efficaces.

La résistance spécifique

Elle atteint 20 000 Ω/V en continu et avoisine 6 600 Ω/V en alternatif. Cette valeur reste importante car elle indique la perturbation qu'apporte l'appareil lors d'une mesure :

Plus la résistance sera grande, meilleur sera l'appareil.

Les protections

Minimales, elles protègent le circuit ampèremètre grâce à un fusible de 3,15 A à la silice et le cadre mobile grâce à des diodes.

CONCLUSION

L'Unimer 46 d'Iskra constitue un appareil de base pour les amoureux de l'analogique ou pour ceux qui réalisent des mesures dynamiques.

Simple et maniable, sa constitution permet de diminuer les erreurs de manipulation. Grâce à son prix abordable, ce sympathique appareil se destine à un large public.

ALIMENTATION A LA CARTE

Nous poursuivons l'étude d'une alimentation construite autour d'un 723, commencée le mois précédent. Nous entrons cette fois dans le vif du sujet avec le schéma de principe complet, accompagné d'un organigramme d'aide à la mise au point.

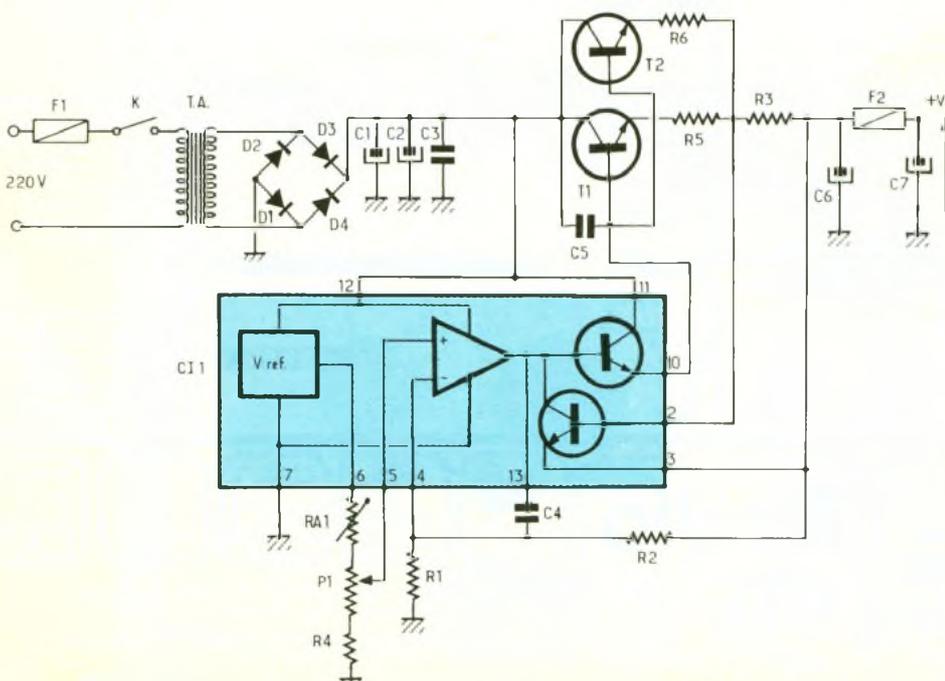


ANALYSE DU SCHEMA

Le schéma de principe est donné à la figure 1. Nous allons l'analyser en suivant la même démarche que celle adoptée lors de l'étude du synoptique.

En partant du secteur, nous trouvons tout d'abord le transformateur dont nous avons déjà vu le calcul. Il est suivi par le pont D_1 à D_4 qui redresse les deux alternances et les chimiques de filtrage C_1 et C_2 qui permettent de lisser VNR.

VNR attaque ensuite le 723 sur ses pattes 11 et 12. La broche 11 correspond à l'alimentation de la référence de tension interne et de l'ampli d'erreur. La broche 12 alimente le collecteur



du transistor monté en collecteur commun sur la sortie de l'ampli.

La sortie de la référence V_{ref} se fait sur la patte 6 et attaque l'ampli d'erreur par l'intermédiaire de P_1 qui permettra de faire varier V_s . L'autre entrée de l'emploi reçoit une partie de V_s via le diviseur R_1, R_2 qui forme le réseau de contre-réaction. La sortie de l'ampli attaque un transistor monté en collecteur commun, constituant un premier ampli de courant. L'émetteur de ce transistor sort sur la patte 10 pour attaquer T_1 et T_2 . Ces deux transistors montés eux aussi en collecteur commun forment l'amplificateur de courant de puissance. Ces deux transistors ont, dans leur émetteur, une résistance qui permet de mieux répartir le courant et améliore la stabilité thermique.

La résistance R_3 voit se développer à ses bornes une tension proportionnelle au courant de sortie.

1

Schéma de l'alimentation construite autour d'un 723.

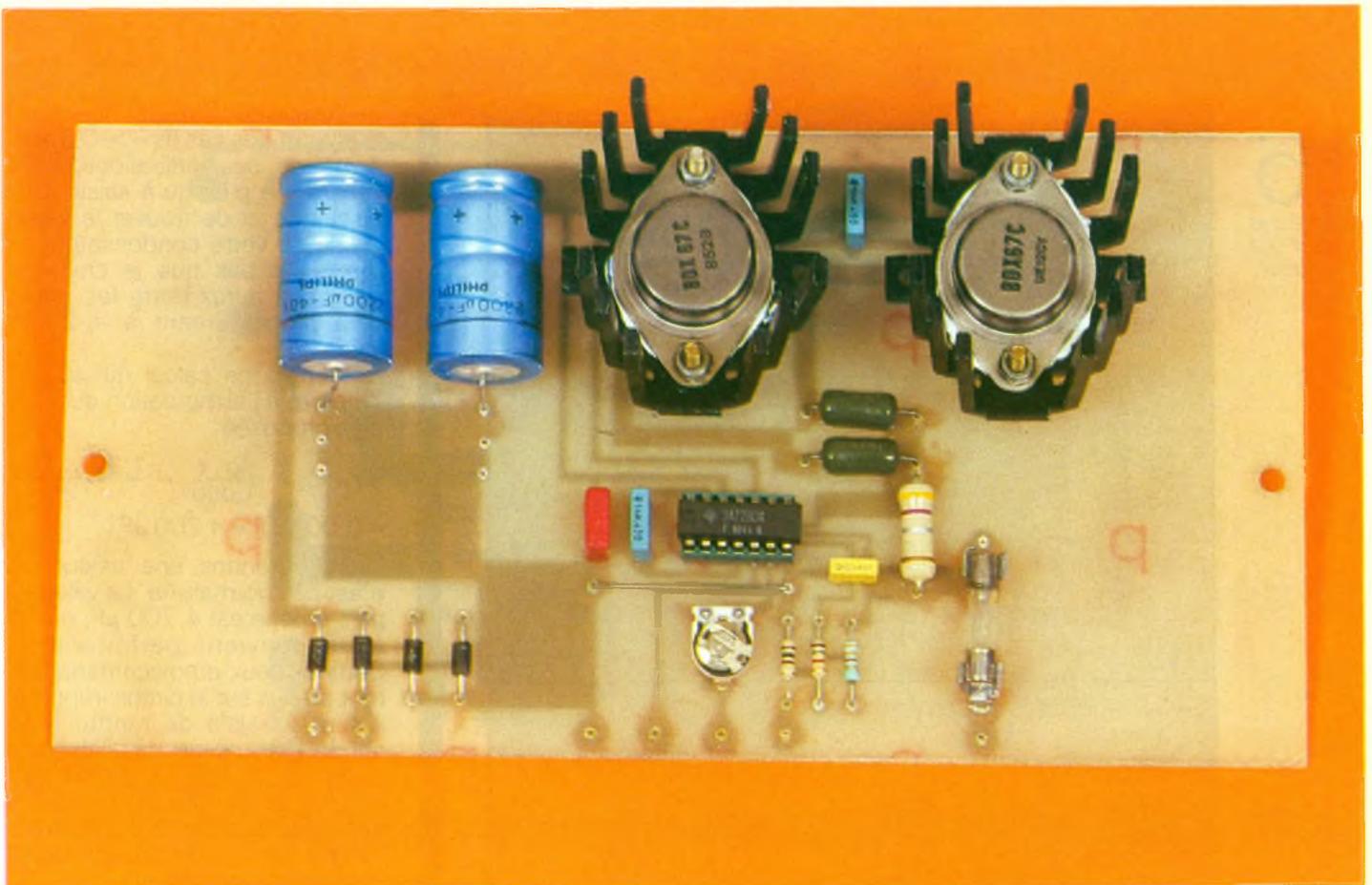


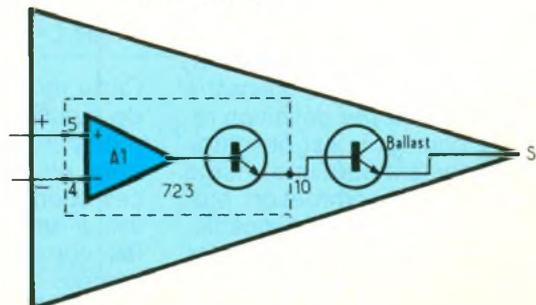
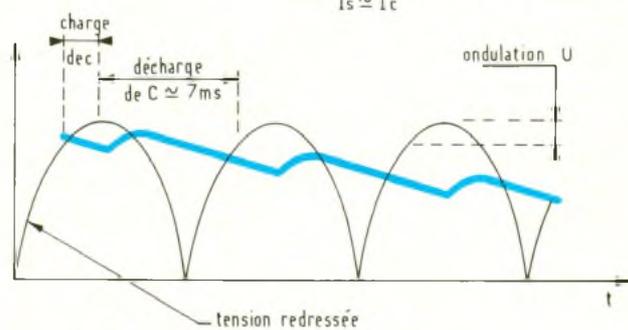
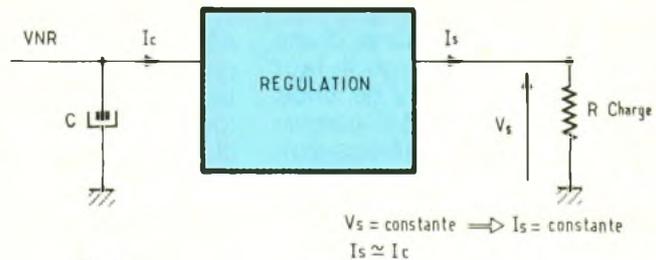
Photo 2 - La carte supportant l'ensemble des composants, y compris les transistors de puissance montés sur radiateurs.

Cette tension est appliquée aux pattes 2 et 3 qui correspondent à la base et au collecteur d'un transistor. Lorsque le courant est suffisant pour que cette tension atteigne 0,6 V, le transistor devient conducteur et dérive le courant de sortie de l'ampli d'erreur qui ne passera plus dans les transistors pour être amplifié. Le courant dans la charge est ainsi stabilisé à une valeur maximale qui dépend seulement de R_3 .

CHOIX DES ELEMENTS DU REDRESSEMENT/FILTRAGE

Avant de s'attaquer à la régulation proprement dite, il est nécessaire d'obtenir la tension VNR (voir fig. 5, article précédent). Nous avons déjà déterminé les caractéristiques du transforma-

I_s	Types de diodes
de 0 à 1,5A	1N4001, 1N4007
de 1,5A à 5A	BY 255, 1N5406



2

Le choix des diodes.

3

Régulation d'une tension.

4

Tension relevée aux bornes d'un condensateur de filtrage.

5

Synoptique du schéma interne d'un 723.

1 – Détermination des caractéristiques courant/tension
2 – Choix transformateur $U_{\text{eff}} = \frac{U_s \text{ max} + 6,5 \text{ V}}{1,4}$ $I_{\text{eff}} = I_s \text{ max} \times 1,4$ $P = U_{\text{eff}} \times I_{\text{eff}}$
3 – Choix des diodes : figure 2
4 – Filtrage $C_1 + C_2 = \frac{I_s \text{ max} \times 7\,000}{2 \text{ V}}$ (valeur en μF)
5 – Régulation : détermination de R_1 pour la valeur de V_{max} prévue $R_1 = \frac{19\,800}{V_s - 6 \text{ V}}$ (valeur en Ω)
6 – Nombre de transistors de puissance $\text{VNR moy} = (U_{\text{eff}} \times 1,4) - 3 \text{ V}$ $P_{\text{max}} = \text{VNR moy} \times I_{\text{max}} \quad (35 \text{ W maximum})$ Si $P_{\text{max}} < 17,5 \text{ W} \rightarrow 1$ transistor Si $P_{\text{max}} > 17,5 \text{ W} \rightarrow 2$ transistors
7 – Résistance de limitation $R_3 = \frac{0,6 \text{ V}}{I_{\text{max}}}$

teur et nous disposons d'une tension alternative qu'il faut maintenant redresser. Le choix des diodes ne sera pas compliqué. Nous vous suggérons simplement quelques types que vous devriez pouvoir approvisionner sans problème. Il vous suffit de vous reporter au tableau de la **figure 6**.

Le choix du chimique de filtrage vous demandera un peu plus de travail. Nous aurions pu vous donner quelques valeurs passe, partout du genre 1 000 ou 2 000 $\mu\text{F/A}$, comme cela se fait souvent. Vous pouvez effectivement utiliser ce système (comme beaucoup de professionnels), mais vous pouvez aussi utiliser la méthode très rigoureuse que nous allons développer.

En vous reportant à la **figure 3**, vous pouvez constater que notre tension V_s étant par définition régulée, le courant I_s est obligatoirement constant pour une charge donnée. La consommation propre au 723 étant négligeable, nous pouvons considérer que les courants I_s et I_C sont identiques. I_C est donc lui aussi constant. En vous reportant à la **figure 4**, il est possible de voir que ce courant

est fourni exclusivement par C_1 pendant la majeure partie du temps. Lorsque ce courant est fourni, le condensateur se décharge et VNR diminue jusqu'au moment où la tension redressée devient la plus importante, fournissant I_C plus le courant nécessaire à une nouvelle charge de C pendant un temps très bref. Cette variation de VNR est l'ondulation résiduelle U_{ond} . Tout cela peut vous paraître un peu complexe mais la décharge se faisant à courant constant, ces phénomènes sont liés entre eux par deux lois très simples qui rappelleront sans doute quelque chose à ceux qui ont étudié la loi de Coulomb en physique :

$$Q = I_C t = C \cdot U_{\text{ond}} \Rightarrow C = \frac{I_C t}{U_{\text{ond}}}$$

Cette relation va nous permettre de calculer simplement et avec précision le condensateur de filtrage en fonction des performances souhaitées. Pour U_{ond} , une valeur de l'ordre de 2 V est tout à fait compatible avec les performances du 723. Il est possible de calculer précisément le temps t pour toute valeur de U_{ond} , mais la pratique montre qu'une valeur

de l'ordre de 7 ms est adaptée à la plupart des cas ($I_s = > 0,5 \text{ A}$). Armé de ces indications, il ne vous reste plus qu'à saisir votre calculatrice et de trouver la valeur idéale de votre condensateur en n'oubliant pas que le chimique que vous aurez entre les mains sera probablement à $- 20 \%$, $+ 50 \%$.

L'exemple de calcul qui suit se rapporte à l'alimentation qui vous sera proposée :

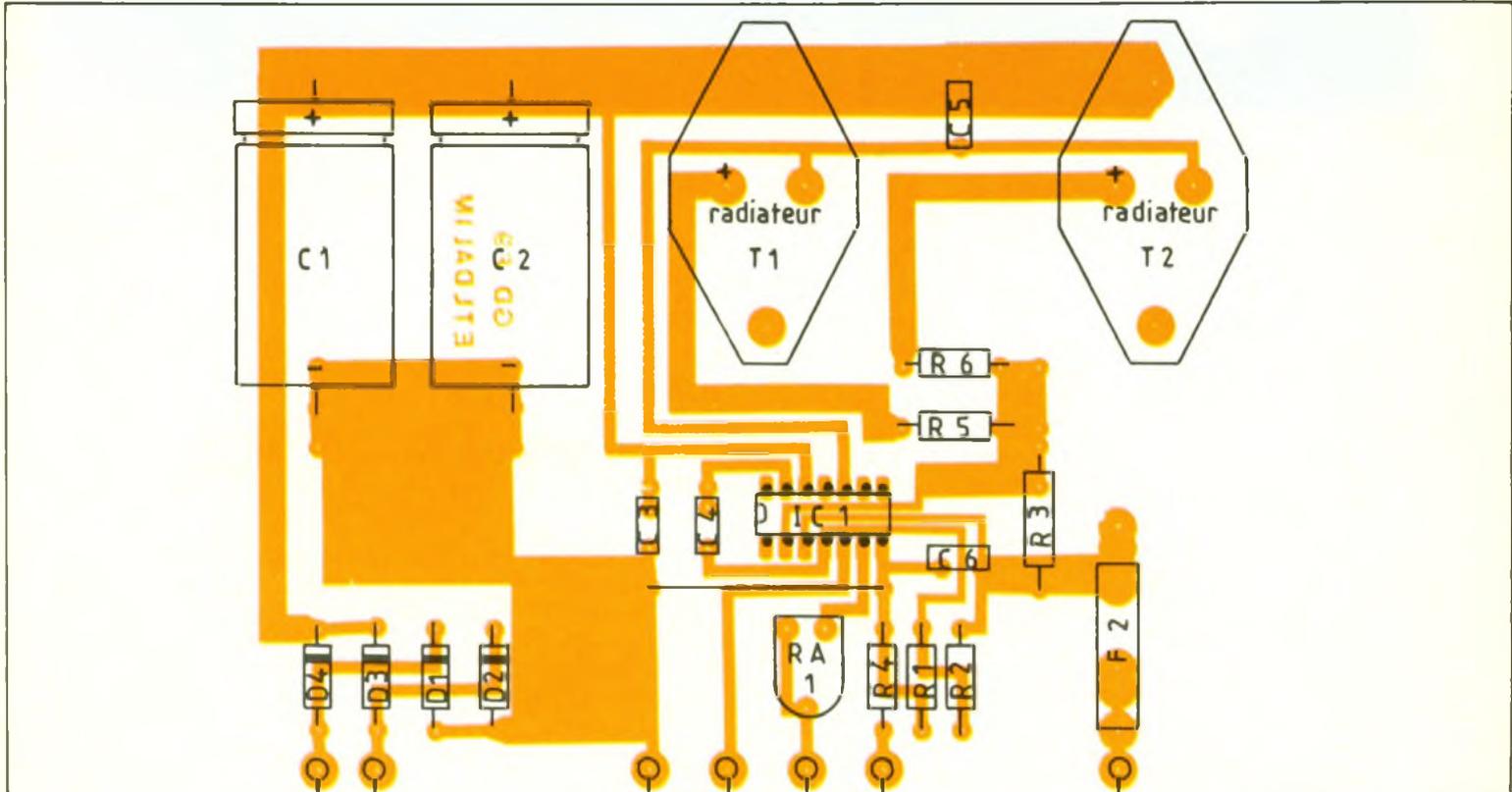
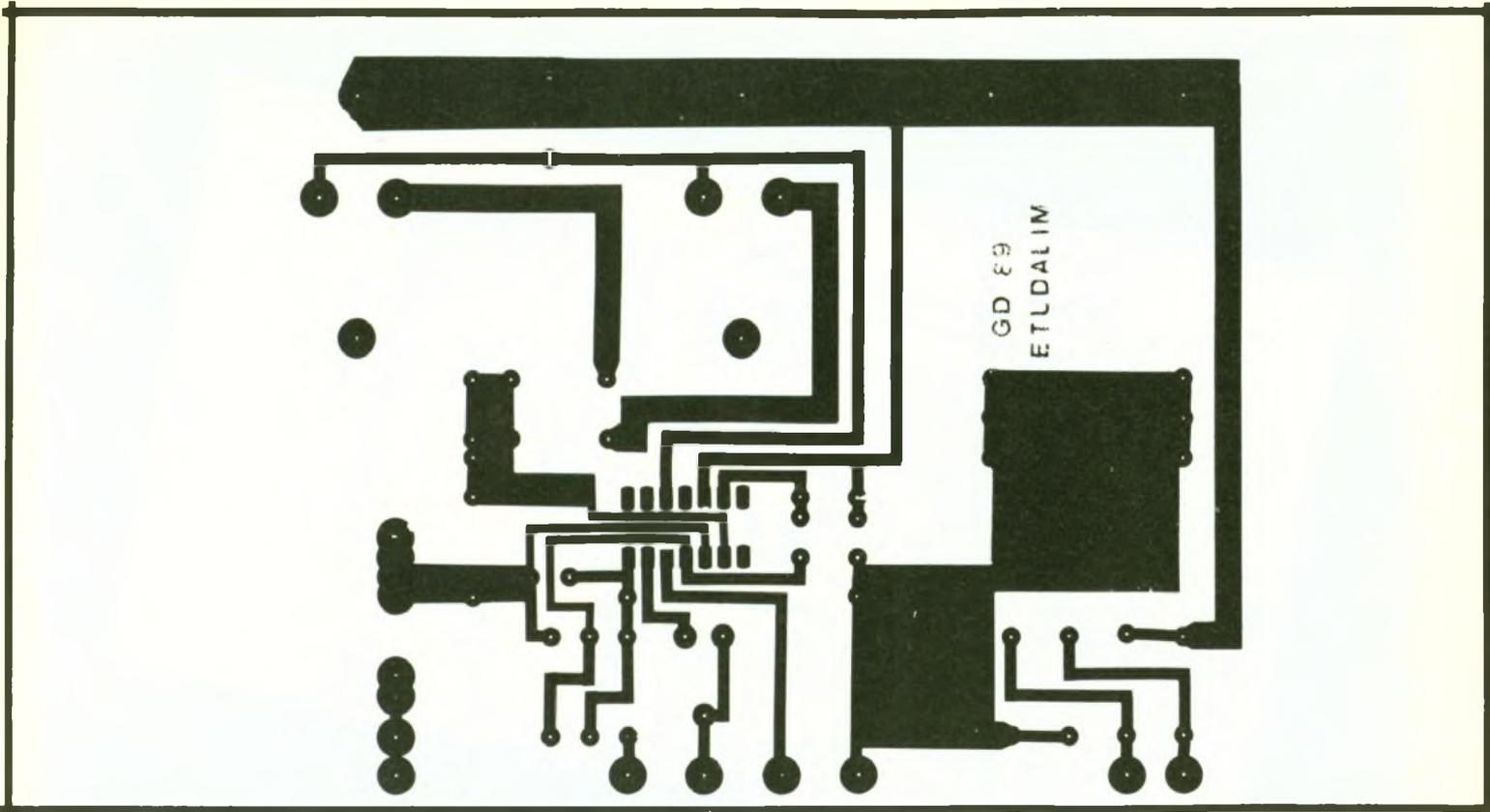
$$C_1 + C_2 = \frac{I_C t}{U_{\text{ond}}} = \frac{1,2 \text{ A} \cdot 0,007 \text{ s}}{2 \text{ V}}$$

$$= 0,0042 \text{ F} = 4\,200 \mu\text{F}$$

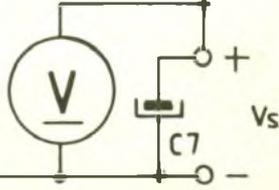
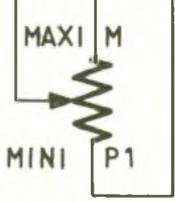
Nous obtenons une valeur qui n'est pas normalisée. La valeur la plus proche est 4 700 μF , ce qui nous convient parfaitement. Comme deux emplacements seront prévus sur le circuit imprimé, il sera possible de mettre deux condensateurs en parallèle, soit deux fois 2 200 μF dans notre cas. La tension de service devra être supérieure à VNR. Dans notre exemple, cette tension devra être supérieure à 25 V.

CHOIX DES ELEMENTS DE LA REGULATION

Nous arrivons maintenant à la partie essentielle du montage : le régulateur. Nous avons vu le mois dernier que la tension de sortie d'un amplificateur opérationnel dépendait de son réseau de contre-réaction. Une partie de l'alimentation n'est rien d'autre qu'un ampli opérationnel de puissance dont vous trouvez le schéma **figure 5**. A_1 est l'amplificateur contenu dans le 723, suivi par des transistors montés en collecteur commun avec un gain en tension proche de 1. Les variations de tension en sortie de A_1 se retrouvent ainsi sur S avec la possibilité de fournir un courant important. Il est donc possible de voir l'ensemble comme un ampli opérationnel de puissance conservant les mêmes entrées mais dont la nouvelle sortie est S . La contre-réaction se fait maintenant à partir de la nouvelle sortie et nous pouvons appliquer la relation déterminant le gain, vue dans l'article précédent. Le choix retenu a été de donner un gain fixe à l'ensemble et de faire varier la tension V_{ref} à l'aide de P_1 , ce qui permet le réglage de V_s . Un ajustable RA_1 est prévu, car tous



SECONDAIRE
TRANSFORMATEUR



6-8
Le CI,
l'implantation et le
câblage de
l'alimentation.

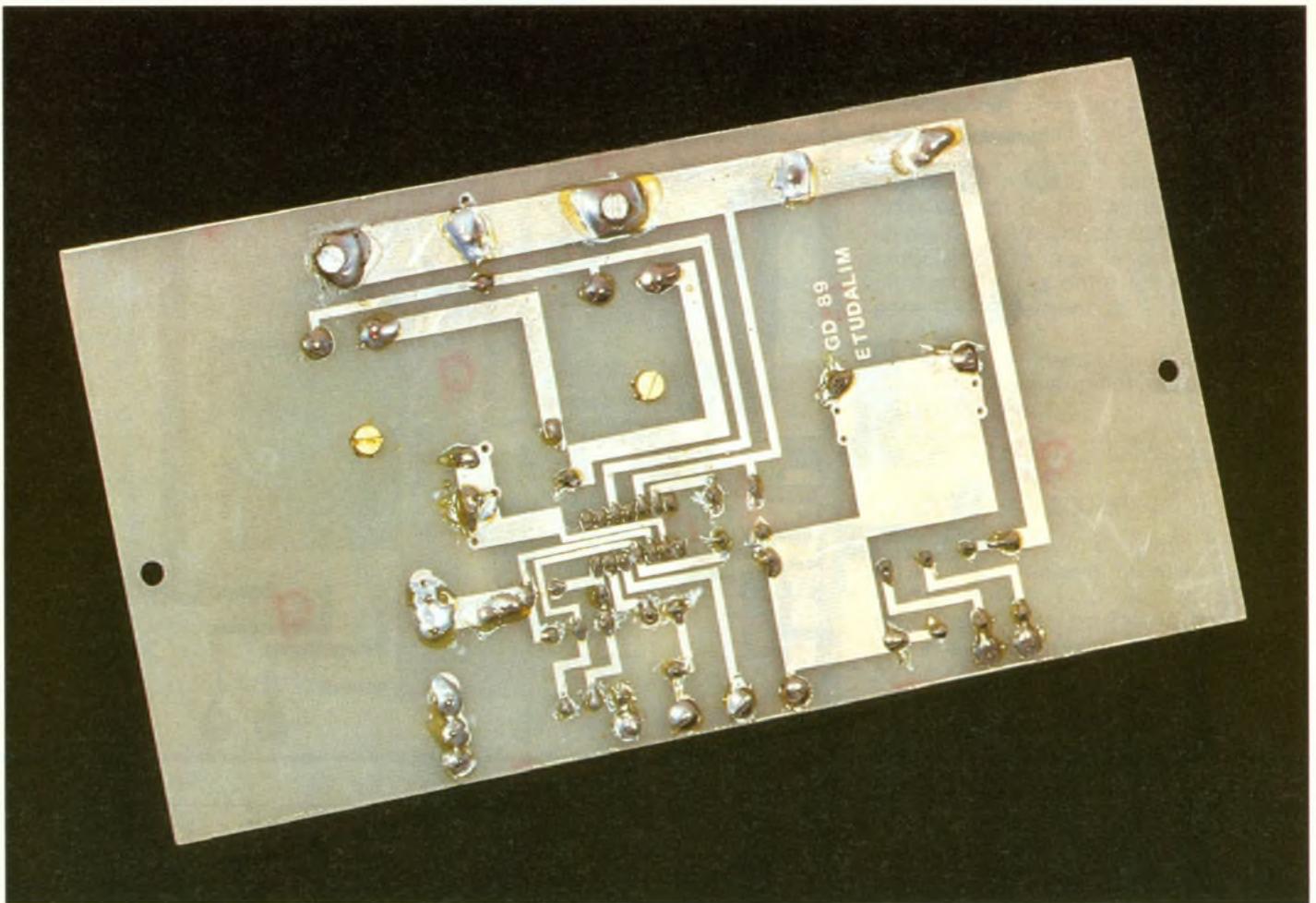


Photo 3. – Le circuit imprimé, côté cuivre.

les composants ayant une tolérance (le 723 aussi), un ajustage de la tension maximale est le bienvenu lors de la mise au point. Afin de vous faciliter la tâche, la branche RA_1 , P_1 , R_4 restera la même pour toutes les versions, ainsi que R_2 . La tension de référence au point haut de P_1 (réglage à V_s max) est 6 V réglables avec précision par RA_1 . Vous connaissez la référence maximale, il ne reste plus qu'à fixer le rapport entre R_1 et R_2 en fonction de la tension de sortie maximale que vous souhaitez obtenir. Comme pour les choix précédents, nous allons vous proposer un exemple se rapportant à l'alimentation 3 à 18 V/1,2 A. L'expression donnant le gain est :

$$\frac{V_s}{V_{ref}} = 1 + \frac{R_2}{R_1}$$

Dans le cas nous intéressant, nous voulons V_s max = 18 V, ce qui nous donne $V_s/V_{ref} = 18/6 = 3 \Rightarrow R_2/R_1 = 3 - 1 = 2$

Connaissant ce rapport et la valeur de R_2 étant connue (3 300 Ω), il est facile de trouver $R_1 = R_2/2 = 1\,650\ \Omega$.

La valeur normalisée la plus proche est 1 500 Ω . Cet écart par

rapport à la valeur théorique sera rattrapé grâce à la possibilité de réglage de V_{max} par RA_1 .

Il reste un composant dont nous n'avons pas parlé, le condensateur C_4 . Son rôle est de limiter la bande passante de l'ensemble afin d'éviter les phénomènes d'accrochage de l'amplificateur. Il n'y a pas de calcul à faire à son sujet, le plus sage étant de s'en tenir à une valeur de l'ordre de 1 000 pF qui garantit une bonne stabilité. Le condensateur C_5 assure la même fonction au niveau des transistors de puissance.

Pour simplifier la commande nous avons choisi des transistors de type Darlington pour les ballasts T_1 et T_2 . Si vous ne voulez pas prendre de risque, montez les deux transistors quelle que soit votre alimentation. En revanche, si vous souhaitez optimiser votre réalisation, vous n'avez peut-être besoin que d'un ballast. Pour connaître la configuration vous convenant, il suffit de calculer la puissance maximale dissipée. Pour cela nous considérons le courant I_s max avec la sortie en court-circuit, c'est-à-dire $P_{max} = V_{NR_{moy}} \times I_s$ max.

Le genre de radiateur choisi permet de dissiper environ 17 W par

transistor. Si votre calcul de P_{max} donne une puissance supérieure, il faudra deux transistors ; dans l'autre cas, vous pourrez vous contenter d'un seul. Nous rappelons ce qui a déjà été écrit précédemment : la carte a été étudiée pour être équipée de deux transistors et ne peut donc dissiper plus de 35 W dans de bonnes conditions de fiabilité, sachez donc limiter vos ambitions en conséquence !

Dans l'exemple nous intéressant :

$$V_{NR_{moy}} = (18\text{ V} \times 1,4) - 3\text{ V} = 22\text{ V}$$

$$P_{max} = 22\text{ V} \times 1,2 = 26\text{ W}$$

Il est donc impératif d'utiliser deux transistors.

Le dernier calcul à effectuer concerne la limitation de courant. Nous avons vu que le principe consiste à « surveiller » la tension aux bornes de R_3 de façon à déclencher la limitation lorsqu'elle atteint environ 0,6 V. Le calcul se résume à déterminer la valeur de R_3 afin d'avoir environ 0,6 V pour le courant maximal, c'est-à-dire :

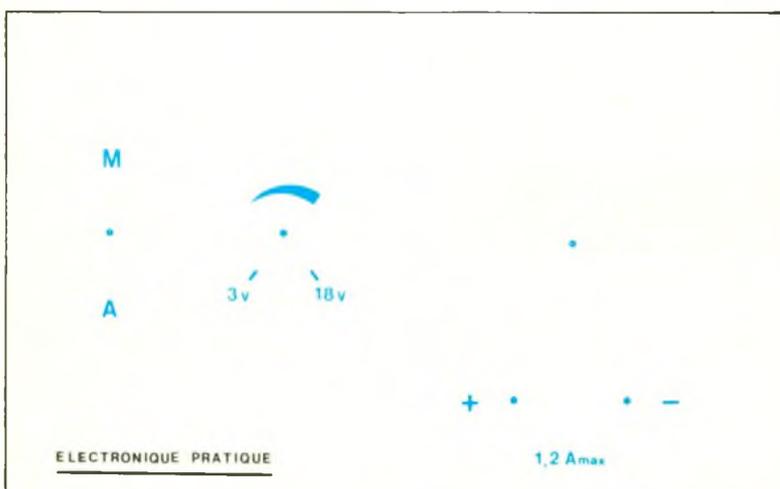
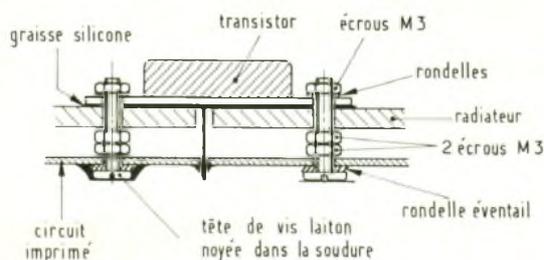
$$R_3 = \frac{0,6}{I_{max}}$$

9

On rehaussera les radiateurs afin d'assurer une circulation correcte de l'air.

10

Exemple de face avant.



Pour notre exemple de réalisation la valeur de R_3 sera :
 $R_3 = 0,6 / 1,2 = 0,5 \Omega$
 La valeur normalisée la plus proche est $0,47 \Omega$ et conviendra parfaitement. Sa puissance sera
 $P = U \cdot I = 0,6 \times 1,2 = 0,7 \text{ W}$
 Il faudra prendre une puissance de 1 W ou plus pour une bonne fiabilité.

IMPLANTATION

Le circuit imprimé proposé pour cet exemple pourra être utilisé pour toutes les versions de cette alimentation. L'implantation des composants correspond à la version la plus complète, le passage à une autre version se faisant simplement en ne câblant pas certains composants ou en posant un strap. Ces différentes possibilités vous sont indiquées avec précision plus loin sous forme d'organigramme (organigramme 1). Vous pouvez toutefois remarquer que, dans tous les cas, le nombre d'éléments reste très réduit.

REALISATION PRATIQUE

Le circuit imprimé (fig. 7) n'est pas très dense et il est possible de le reproduire directement sur

le cuivre avec des transferts directs. Si vous possédez un insulateur à U.V., le procédé photo est malgré tout recommandable. Il existe pour cela une méthode peu connue bien que très pratique pour obtenir un film de votre circuit : de nombreux commerçants proposent maintenant un service de photocopie. Une bonne partie d'entre eux est en mesure de faire des photocopies sur des supports transparents utilisés pour les rétroprojecteurs. Il suffit donc de faire réaliser une photocopie du circuit sur un de ces transparents, et le tour est joué ! Le prix de revient de votre film est dérisoire, la seule précaution à prendre étant de préciser que vous désirez un document très contrasté. Ce procédé n'est utilisable que pour des circuits de petite dimension, car la plupart des photocopieuses apportent, hélas, des distorsions et l'échelle n'est pas toujours respectée sur toute la surface. Pour notre circuit, nous n'avons pas besoin d'une grande précision et la méthode est tout à fait recommandable. Il ne reste plus après cela qu'à insoler et graver.

Le seul point un peu critique du circuit imprimé est le passage de trois pistes sous le 723. En conséquence, vérifiez attentive-

ment avant câblage qu'il ne subsiste pas de court-circuit entre pistes ou avec les pastilles du circuit.

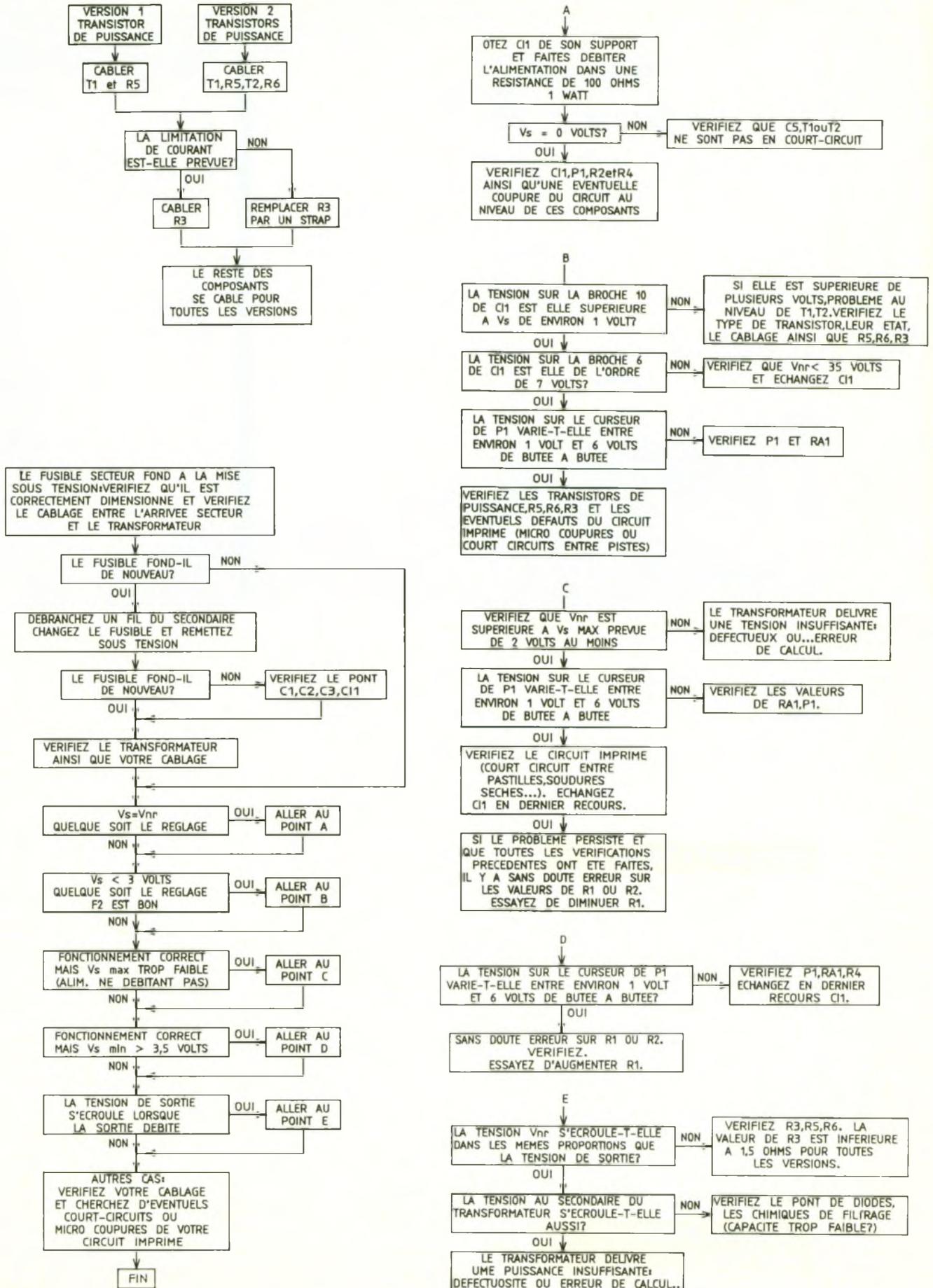
Le boîtier utilisé est un ESM très pratique grâce à ses possibilités de fixation du circuit par deux cornières latérales (attention, une version plus ancienne de ce boîtier n'offrait pas cette facilité).

Les trous seront percés à 1 mm sauf ceux des transistors de puissance qui seront à 3,2 mm pour le passage des vis de fixation (collecteur) et à 2 mm pour la base et l'émetteur. Les composants seront comme d'habitude câblés dans l'ordre strap, résistances 1/4 W, 1 W, support de CI, condensateurs, et en terminant par les plus importants (transistors ballast + radiateurs) suivant l'implantation de la figure 8.

Vous pouvez constater que pour de nombreux composants des pastilles supplémentaires ont été prévues, cela afin que vous puissiez câbler sans problème quelle que soit l'origine de votre approvisionnement.

Les radiateurs utilisés se trouvent facilement chez de nombreux revendeurs dans différentes marques. Pour le montage, utilisez de préférence de la visserie laiton qu'il est possible de souder côté circuit imprimé afin d'assurer un excellent contact. Le radiateur ne doit pas être plaqué contre le circuit pour assurer une bonne circulation d'air et donc un refroidissement dans de meilleures conditions. Pour cela, il est commode d'obtenir un décalage à l'aide de deux écrous sur chaque vis (fig. 9). Les transistors sont montés directement sur les radiateurs avec un peu de graisse silicone pour améliorer le contact thermique. Il est important de ne souder émetteur et base qu'après avoir bien serré les écrous afin d'éviter les contraintes mécaniques. Veillez à bien centrer ces deux pattes dans les passages des radiateurs afin d'éviter tout court-circuit funeste ! Prévoyez éventuellement un peu de gaine isolante si vous n'êtes pas sûr de vous.

Le transformateur sera fixé en face arrière en veillant à laisser l'espace dégagé au-dessus des radiateurs. Pour le câblage des éléments externes au circuit imprimé, reportez-vous à la figure 10.



La maquette proposée est équipée d'un voltmètre en face avant. Selon l'usage auquel vous destinez l'alimentation, vous pouvez vous contenter de simples indications autour du bouton du potentiomètre.

ESSAIS MISE AU POINT

Votre maquette est maintenant terminée. Si vous nous avez suivi pas à pas, elle doit fonctionner sans problème dès la mise sous tension et vous ne devez avoir à régler que la valeur de la tension maximale à l'aide de RA₁ (avec P₁ en position maximale).

Comme il faut malgré tout prévoir le pire, nous vous proposons une aide sous forme d'ordino-gramme. Cette aide est valable, que vous ayez réalisé l'alimentation décrite ou que vous ayez effectué vos propres calculs d'après nos indications. Dans ce dernier cas, des erreurs sont toujours possibles et nous en avons tenu compte.

En cas de problème, reportez-vous d'abord à l'organigramme de la figure 12. En le parcourant, vous devez trouver une case cor-

respondant à votre cas. Si vous tombez sur un renvoi vers une lettre, cette lettre est simplement le point d'entrée d'un autre organigramme.

L'auteur a essayé de passer en revue tous les incidents susceptibles de vous arriver, classiques et moins classiques, de façon à mettre de votre côté toutes les chances de réussite. Si vous avez besoin depuis longtemps d'une alimentation genre mouton à cinq pattes, vous n'avez désormais plus la moindre excuse si vous ne vous jetez pas à l'eau !

G. DURAND

NOMENCLATURE DES COMPOSANTS

Résistances

R₁ : 1,5 kΩ 1/4 W (marron, vert, rouge)

R₂ : 3,3 kΩ 1/4 W (orange, orange, rouge)

R₃ : 0,47 Ω 1 W (jaune, violet, argent)

R₄ : 100 Ω 1/4 W (marron, noir, marron)

R₅, R₆ : 0,82 ou 1 Ω, bobinées 4 W

RA₁ : 4 700 Ω
P₁ : 4 700 Ω linéaire

Semi-conducteurs

CI₁ : UA 723
T₁, T₂ : BDX 67
D₁, D₄ : 1N4001

Condensateurs

C₁, C₂ : 2 200 μF/40 V
C₃, C₆ : 0,1 μF
C₄, C₅ : 1 nF
C₇ : 47 μF/40 V

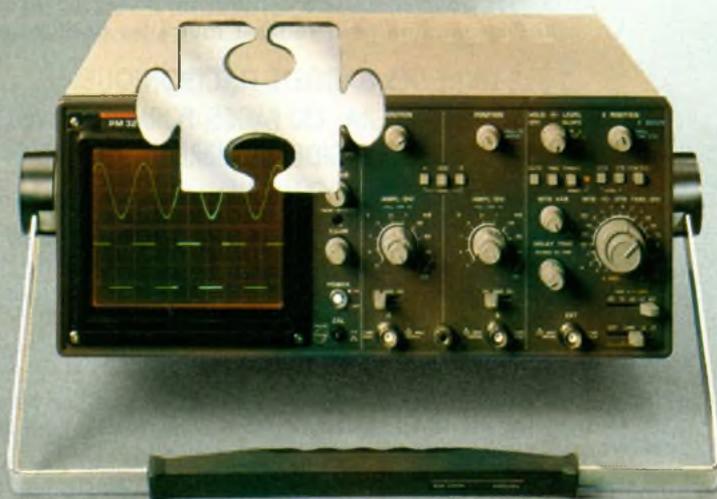
Divers

1 support 14 broches
1 strap
1 porte-fusible circuit imprimé
1 porte-fusible châssis
1 fusible verre 1,5 A (F1)
1 fusible verre 0,5 A (F2)
2 radiateurs « saladier » 60 W pour boîtier TO3
1 transformateur 18 V/35 VA
1 coffret ESM type EC 20/12 FA
1 intersecteur
2 douilles 4 mm
1 bouton
1 voltmètre
1 cordon secteur 2p + T (terre à relier au boîtier)
1 mètre de fil de câblage souple
visserie acier et laiton

FLUKE ET PHILIPS - L'ALLIANCE EN TEST ET MESURE



PHILIPS



La garantie d'une marque

Vous avez besoin d'un oscilloscope d'un bon rapport performance/prix. Le PM 3208, 20 MHz simple base de temps ou le PM 3209, 40 MHz double base de temps répondent à vos exigences et vous offrent en plus les garanties Philips.

Prix au 01.09.89

PM 3208	4 625,40 F TTC
PM 3209	8 183,40 F TTC

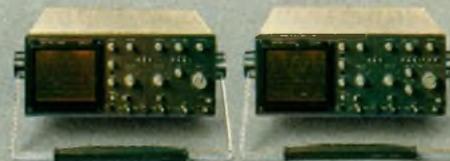
Sondes incluses.

Garantie 3 ans.

Liste de nos distributeurs sur demande.



S.A. PHILIPS INDUSTRIELLE ET COMMERCIALE - Division Science et Industrie,
105, rue de Paris, B.P. 62, - 93002 BOBIGNY CEDEX - (1) 49.42.80.80 - 210 290 Induphi



TM 13/89

UN RYTHMEUR POUR JOGGING



Les adeptes du jogging savent bien que pour atteindre l'objectif qu'ils se sont fixés, à savoir le parcours d'une distance donnée pendant un temps imparti, il est absolument indispensable de maintenir une cadence régulière.

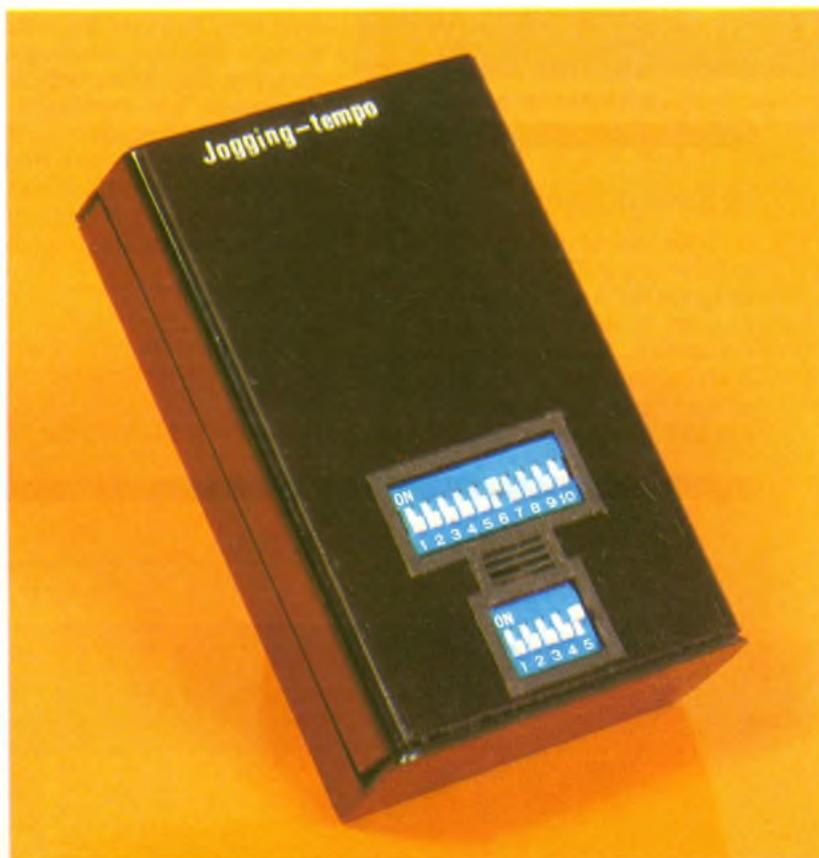
Le petit montage que nous proposons dans cet article peut apporter une aide précieuse dans ce domaine. De plus, grâce à son très faible pas de programmation, des progrès, même très modestes, peuvent être réalisés graduellement et restent parfaitement mesurables.

I - LE PRINCIPE (fig. 1)

L'appareil, de très faible encombrement afin de pouvoir être maintenu à la main pendant le jogging matinal, émet périodiquement un bref signal sonore. La période de ce signal, autrement dit le temps séparant deux « bips » consécutifs, est réglable par des petits « micro-switch » de programmation. Entre une valeur de 1 et de 2 secondes considérées comme butées extrêmes, il est possible d'obtenir 50 durées intermédiaires, ce qui correspond à un pas de programmation de 20 millisecondes.

Un signal sonore correspond en fait à l'instant précis, mais seulement une fois sur deux, où le curseur pose un pied soit gauche, soit droit.

Le coureur moyen effectue le plus souvent ses parcours à une vitesse de l'ordre de 12 km/h, ce qui correspond à un kilomètre toutes les cinq minutes. En considérant un double pas (distance parcourue par le même picot entre deux contacts avec le sol) moyen de 2,50 m, notre coureur effectue ainsi 1 000/2,50 double pas en 5 min, soit 400 double pas en 300 s, ou encore 1,33 double pas à la seconde. Il en résulte une période, pour le double pas en question, de $1/1,33 = 0,75$ s. Etant donné que l'on ne veut « sonoriser » qu'un double pas sur deux, pour d'évidentes raisons de perceptibilité, il ressort que la période moyenne se tient à environ 1,5 s.



II - LE FONCTIONNEMENT (fig. 2)

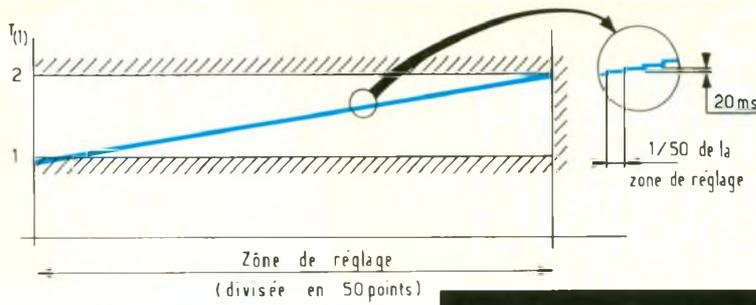
a) Alimentation

L'énergie nécessaire au fonctionnement du boîtier est fournie par une pile de 9 V. L'ensemble est mis sous tension par l'intermédiaire de l'interrupteur I. Un fil-

trage de régulation est assuré par la capacité C_1 . La capacité C_2 découple la pile du circuit d'utilisation. En fonctionnement, on enregistre une consommation moyenne de 350 mA. Il va sans dire que l'autonomie de la pile atteint ainsi le demi-millier d'heures, ce qui est tout à fait suffisant, même pour les coureurs qui effectueraient un marathon toutes les semaines...

1

Temps unitaires et matrice de programmation.



		Micro switch \$R_k \Omega\$				
		5	4	3	2	1
Micro switch 2	\$R_A\$	100	120	140	160	180
	\$R_B\$	100	118	140	158	169
10	2	2	2	2	2	2
9	4	2	2	2	2	2
8	6	4,87	1,13	2	2	2
7	8	6,98	1,02	2	2	2
6	10	10	2	2	2	2
5	12	10	2	2	2	2
4	14	14	2	2	2	2
3	16	14	2	2	2	2
2	18	16,9	1,1	2	2	2
1	20	20	2	2	2	2

base de temps (milliseconde)

broches \$T_0\$, \$O_0\$ et \$O_1\$ comme indiqué sur le schéma. Si l'on désigne par \$R\$ la résistance insérée entre \$O_0\$ et le point commun à \$R_{25}\$ et \$C_6\$, la période des oscillations de base s'exprime alors par la relation : $T \approx 2,2 \times R \times C_6$. On peut noter que la valeur de \$R_{25}\$ n'entre pas dans le calcul. Sa présence confère au montage une meilleure stabilité de fonctionnement. On choisit généralement sa valeur de cinq à dix fois celle de \$R\$.

Au niveau de la broche \$O_0\$, on relève ainsi des créneaux de la période \$T\$ (voir les oscillogrammes de la fig. 3a). Etant donné que le compteur est composé d'une succession d'étages binaires divisant à chaque fois la fréquence par 2, on peut déterminer la période au niveau d'une sortie \$Q_n\$ quelconque par l'intermédiaire de la relation :

$$T_{Qn} = A^2 \times T_n$$

Par exemple au niveau de la sortie \$Q_{10}\$, cette période est alors égale à :

$$T_{10} = 2^{10} \times T = 1\,024 \times T$$

Si cette valeur moyenne est de 1,5 s, la période \$T\$ est alors de :

$$\frac{1\,500\text{ ms}}{1\,024} = 1,464\text{ ms,}$$

ce qui correspond à une fréquence de l'ordre de 683 Hz.

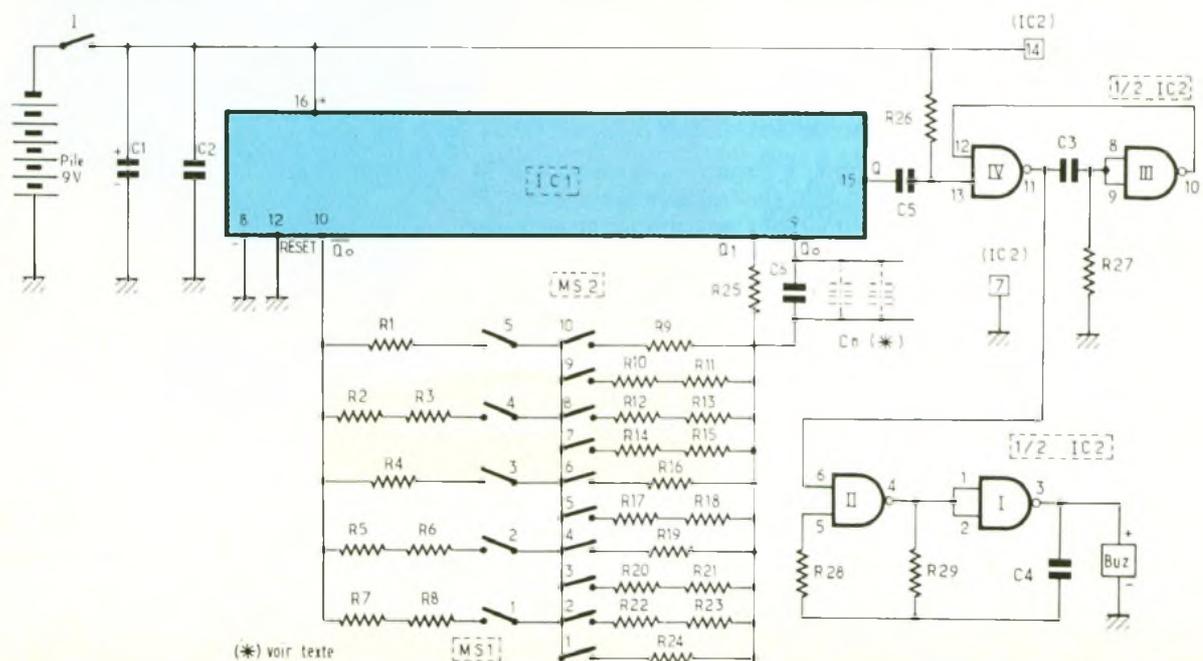
Grâce à un premier micro-switch comportant cinq interrupteurs, suivi d'un second de dix interrupteurs, il est possible d'obtenir une matrice de programmation de $5 \times 10 = 50$ points. En choisissant les valeurs connues indiqué en figure 1, on remarque que la plus grande valeur de \$R\$ est obtenue en fermant les interrupteurs [1] de MS1 et [1] de MS2 ($180 + 20 = 200\text{ k}\Omega$). La valeur la plus faible correspond à la fermeture des interrupteurs [5] de MS1 et [10] de MS2 ($100 + 2 = 102\text{ k}\Omega$). Il est ainsi possible d'obtenir n'importe quelle valeur intermédiaire de \$R\$, par pas de $2\text{ k}\Omega$. En particulier, la position intermédiaire [3]-MS1 et [6]-MS2 permet d'obtenir $150\text{ k}\Omega$. La période étant bien entendu proportionnelle aux valeurs de 100 et $200\text{ k}\Omega$, on peut ainsi déterminer \$C_6\$ pour \$R = 150\text{ k}\Omega\$, avec une période de 1,464 ms. Le calcul donne $4,44\text{ nF}$. Nous verrons au chapitre de la mise au point comment ce résultat de calcul est à exploiter pratiquement.

b) Base de temps réglable

La base de temps est fournie par un compteur CD 4060 de la famille MOS. Il comporte quatorze étages binaires consécutifs de comptage. De plus, il est équipé d'un oscillateur interne. Les composants périphériques : résistances et capacité sont à relier à ses

c) Impulsions périodiques

Les portes NAND III et IV constituent une bascule monostable. A l'état de repos, sa sortie présente

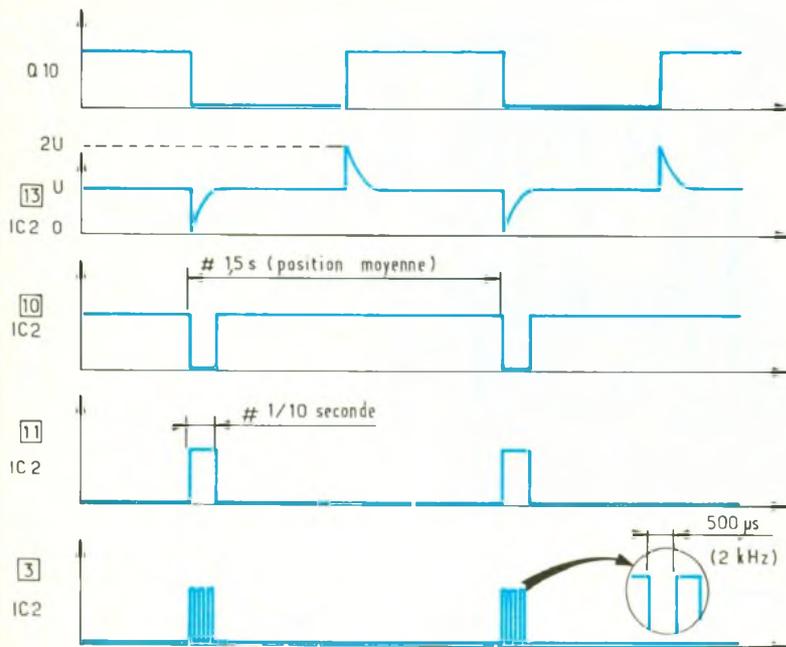


2

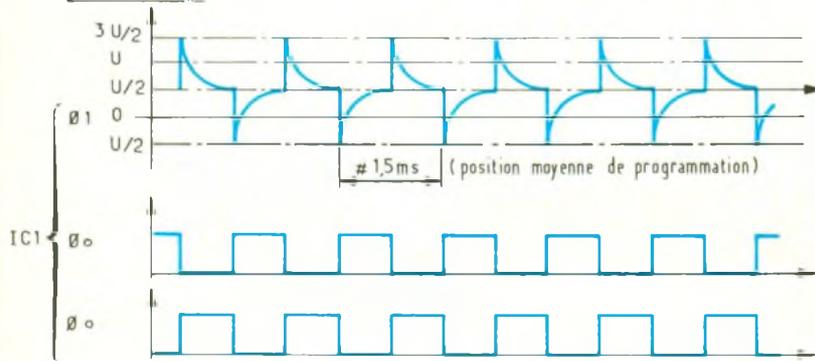
Schéma de principe de l'ensemble.

3

Oscillogrammes de fonctionnement du montage.



a) Base de temps



un état haut permanent (sortie de la porte III). Une telle bascule réagit aux fronts négatifs des signaux présentés sur l'entrée de

commande 13. Or la résistance R_{26} et la capacité C_5 constituent un circuit dérivateur. A chaque fois qu'un front négatif se mani-

festé sur la sortie Q_{10} de IC_1 , il se produit la charge de C_5 à travers R_{26} . Cette charge est très rapide. Au début, C_5 , totalement déchargée, se comporte comme un court-circuit, si bien qu'au niveau de l'entrée 13 on observe une brève impulsion négative. Il en résulte une impulsion négative sur la sortie de la porte III, de durée calibrée par les valeurs de R_{27} et de C_3 . Compte tenu des valeurs des composants en question, cette durée est de l'ordre du dixième de seconde.

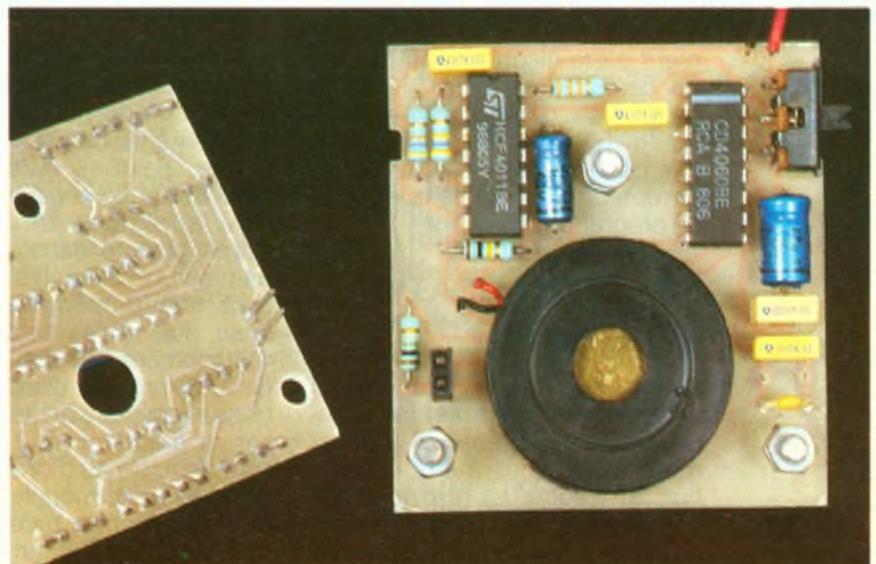
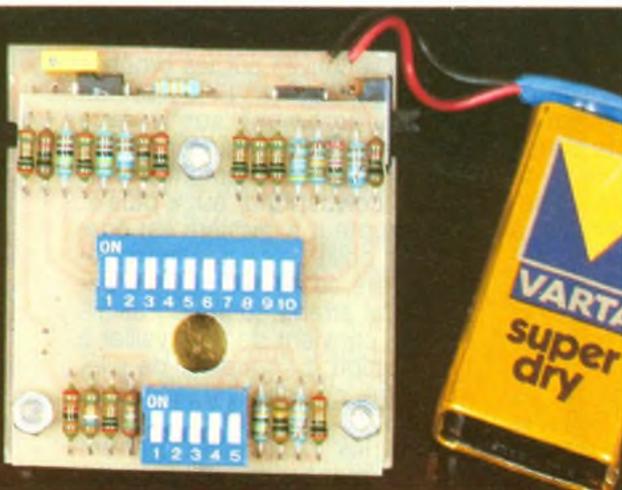
Etant donné que l'impulsion de commande présente une durée inférieure à celle qui caractérise l'impulsion-réponse, la porte IV présente sur sa sortie une impulsion positive de même durée. C'est elle que nous utiliserons pour la suite

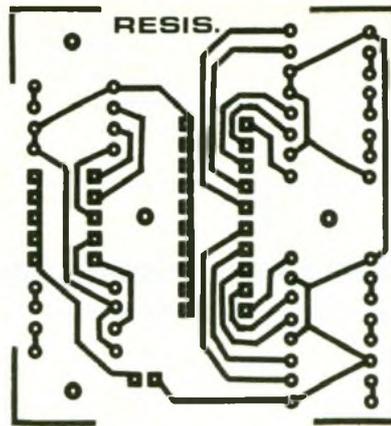
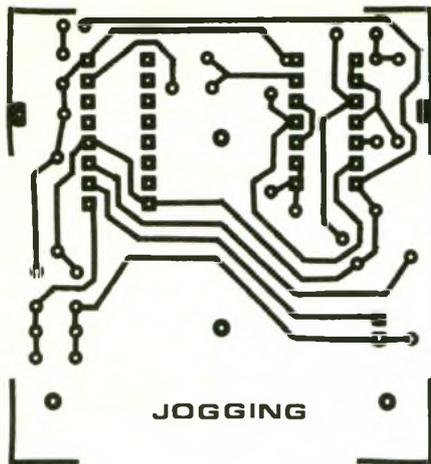
d) Génération du son

Les portes NAND I et II sont montées en multivibrateur astable commandé. Tant que l'entrée de commande 6 est soumise à un état bas, la sortie de la porte II présente un état haut et celle de la porte I un état bas de repos. En revanche, dès que l'entrée de commande est soumise à un état haut, le multivibrateur entre en oscillation par charges et décharges successives de C_4 dans R_{29} . Au niveau de la sortie, on relève des créneaux dont la période, dans le cas présent et compte tenu des valeurs du R_{29} et de C_4 , est d'environ $500 \mu s$, qui correspond à une fréquence de 2 kHz. Il s'agit d'une fréquence musicale qui attaque en définitive l'élé-

Photo 3. – Gros plan du buzzer piézo-électrique.

Photo 2. – Un aperçu des mini-dil de codage.

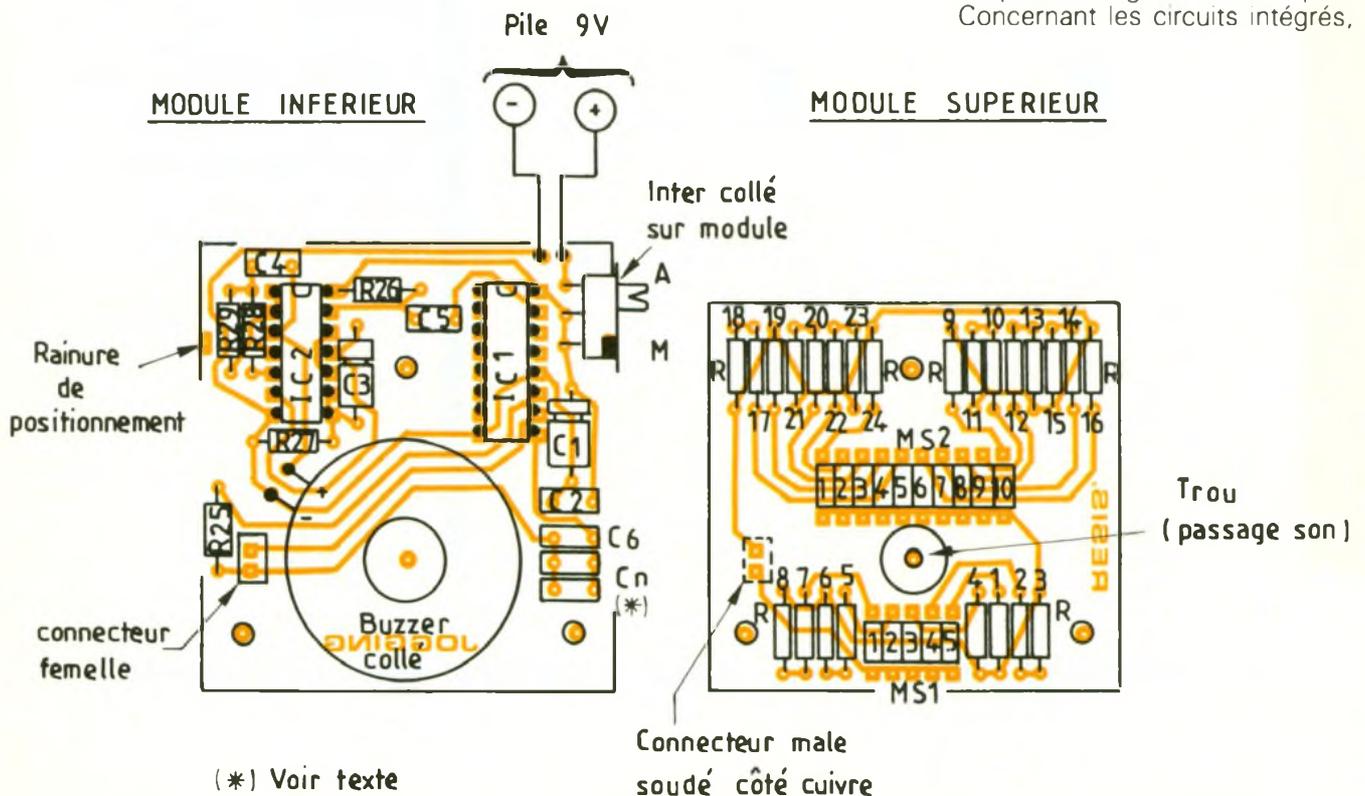




tre également repéré, prévu pour une meilleure audition du son émis par le buzzer piézo-électronique, dont la fixation se réalise au niveau du module inférieur.

b) Implantation des composants (fig. 5)

Le principe de mise en place est toujours le même : on débute par l'implantation des résistances et des capacités, et on termine par la soudure des circuits intégrés. Une règle d'or : vérifier plutôt deux fois qu'une le bon respect de l'orientation des composants polarisés. Une erreur à ce niveau ne pardonne généralement pas. Concernant les circuits intégrés,



ment piézo-électrique du buzzer. Ce dernier émet ainsi une suite de « bips » d'une durée de l'ordre du dixième de seconde, à une périodicité définie par les interrupteurs fermés de la matrice de programmation.

III - LA REALISATION

a) Circuits imprimés (fig. 4)

Afin de rendre le montage aussi compact que possible, les composants ont été répartis sur deux modules destinés à être montés l'un sur l'autre. La réalisation de ces deux circuits imprimés est relativement simple. Après avoir

bien dégraissé la face cuivrée du verre époxy soit à l'acétone, soit à l'aide d'une poudre à récurer, les éléments de transfert Mecanorma, pastilles et bandelettes de 0,8 mm de largeur, peuvent y être appliqués directement. Après gravure dans un bain de perchlorure de fer, les circuits seront soigneusement rincés à l'eau, puis toutes les pastilles seront percées à l'aide d'un foret de 0,8 mm de diamètre. Trois trous, repérés par des pastilles, seront à agrandir à 3,5 mm ; ils sont destinés au montage des vis de liaison intermodules. Enfin, le module supérieur recevra un trou de l'ordre de 7 à 8 mm de diamè-

il est indispensable de toujours prévoir un temps de refroidissement suffisant entre deux soudures consécutives sur les broches d'un même boîtier. Le buzzer est collé directement sur la face époxy du module inférieur. Attention à son branchement : le fil rouge correspond au « plus ». L'interrupteur à glissière est également collé ; il est électriquement relié au circuit imprimé par de petits straps soudés. Par ailleurs, il convient de bien veiller à l'orientation du coupleur de pile, le rouge correspond aussi au « plus ».

Toutes les résistances entrant dans la matière de programma-

tion seront implantées sur le module supérieur. On notera qu'il est nécessaire d'avoir recours à des résistances de tolérance 1 %, étant donné le pas très faible adopté pour la programmation. En effet, des résistances classiques à 5 % sont inadaptées dans ce cas. Attention à leur code couleur qui est rappelé dans la liste des composants.

c) Montage et mise au point

Les deux modules sont solidarisés entre eux à l'aide de vis de 3 mm de diamètre et d'écrous formant entretoises. La liaison électrique intermodule est assurée par un jeu de connecteurs mâle et femelle. A défaut, il est toujours possible de les remplacer par de simples straps. Avant de monter définitivement l'ensemble ainsi assemblé dans son boîtier, il convient de vérifier la base de temps. En effet, au paragraphe consacré à la base de temps, le calcul théorique avait montré que la valeur de C_6 était de 4,44 nF.

Mais n'oublions pas que les capacités usuelles du type « milfeuil » présentent des tolérances de l'ordre de 20 %. Il est donc nécessaire d'apporter la correction souhaitée. La méthode à utiliser est très simple. En montant par exemple à l'endroit prévu pour C_6 une capacité de 4,7 nF, et en plaçant les « micro-switch » de programmation sur une position intermédiaire, par exemple [5] pour MS1 et [6] pour MS2, la période des « bips » émis par le buzzer devra être de l'ordre de 1,5 s. Pour plus de facilité de mesure, on chronométrera dix intervalles consécutifs. Si la période mesurée est supérieure à 1,5 s, il convient de diminuer la valeur de C_6 . On la remplacera par exemple par une valeur de 3,3 nF et on affinera en implantant dans les deux emplacements prévus à cet effet (C_n) des valeurs plus faibles telles que 1,5 nF, 1 nF, 0,68 nF, 0,47 nF...

L'opération inverse est à effectuer si, au contraire, la période mesurée est inférieure à 1,5 s. En définitive, on ajustera au mieux cette période en se rappelant qu'elle est directement proportionnelle à la valeur numérique de la capacité C_6 .

Notons qu'il n'est pas du tout obligatoire d'aboutir de façon

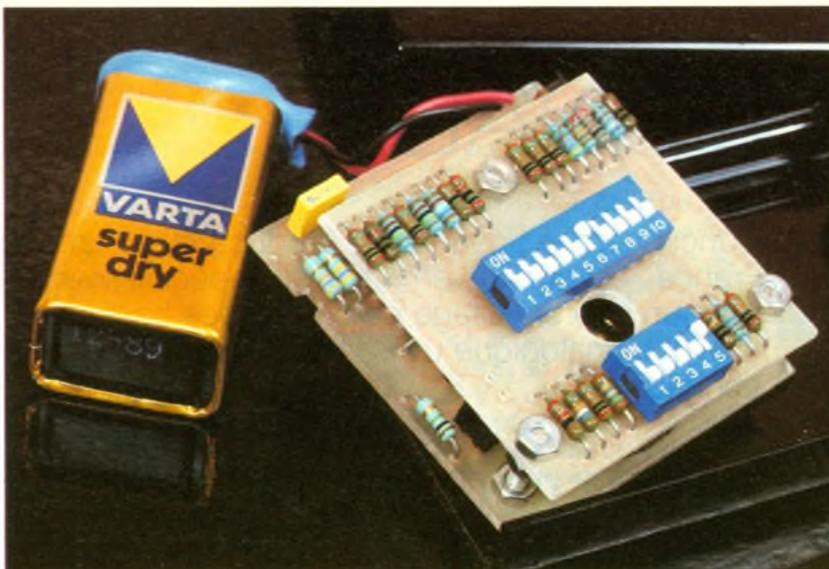


Photo 4 – Assemblage mécanique des deux cartes par vis-écrous.

précise à la valeur 1,5 s. Ce qui importe, c'est que l'utilisateur « tare » son appareil, par la suite, en l'adaptant à son rythme, qu'il connaîtra expérimentalement. Grâce à la programmation qu'il retiendra, il lui sera alors facile de gérer des performances. Le module et la pile s'intègrent dans un boîtier Heiland transparent ou non. ■

LISTE DES COMPOSANTS

a) Module inférieur

R_{25} : 1 M Ω (marron, noir, vert)
 R_{26} : 33 k Ω (orange, orange, orange)
 R_{27} : 100 k Ω (marron, noir, jaune)
 R_{28} : 470 k Ω (jaune, violet, jaune)
 R_{29} : 47 k Ω (jaune, violet, orange)
 C_1 : 47 μ F/10 V électrolytique
 C_2 : 0,1 μ F milfeuil
 C_3 : 1 μ F/10 V électrolytique
 C_4 et C_5 : 2 \times 4,7 nF milfeuil
 C_6, C_n : voir texte
 IC_1 : CD 4060 (compteur binaire à 14 étages et à oscillateur incorporé)
 IC_2 : CD 4011 (4 portes NAND à 2 entrées)
 Buzzer piézo-électrique (sans oscillateur)
 Interrupteur à glissière monopolaire-miniature
 Connecteur femelle 2 broches

b) Module supérieur

Résistances à 1 % de tolérance :
 R_1 : 100 k Ω (marron, noir, noir, orange)
 R_2 : 118 k Ω (marron, marron, gris, orange)

R_3 : 2 k Ω (rouge, noir, noir, marron)
 R_4 : 140 k Ω (marron, jaune, noir, orange)
 R_5 : 158 k Ω (marron, vert, gris, orange)
 R_6 : 2 k Ω (rouge, noir, noir, marron)
 R_7 : 169 k Ω (marron, bleu, blanc, orange)
 R_8 : 11 k Ω (marron, marron, noir, rouge)
 R_9 à R_{11} : 3 \times 2 k Ω (rouge, noir, noir, marron)
 R_{12} : 4,87 k Ω (jaune, gris, violet, marron)
 R_{13} : 1,13 k Ω (marron, marron, orange, marron)
 R_{14} : 6,98 k Ω (bleu, blanc, gris, marron)
 R_{15} : 1,02 k Ω (marron, noir, rouge, marron)
 R_{16} et R_{17} : 2 \times 10 k Ω (marron, noir, noir, rouge)
 R_{18} : 2 k Ω (rouge, noir, noir, marron)
 R_{19} et R_{20} : 2 \times 14 k Ω (marron, jaune, noir, rouge)
 R_{21} : 2 k Ω (rouge, noir, noir, marron)
 R_{22} : 16,9 k Ω (marron, bleu, blanc, rouge)
 R_{23} : 1,1 k Ω (marron, marron, noir, marron)
 R_{24} : 20 k Ω (rouge, noir, noir, rouge)
 MS_1 : 5 interrupteurs dual in line (micro-switch)
 MS_2 : 10 interrupteurs dual in line (micro-switch)
 Connecteur mâle à 2 broches

c) Divers

Pile 9 V (50 \times 25 \times 15)
 Coupleur pour pile 9 V
 Coffret Heiland non transparent, coupé à longueur appropriée aux modules

L'ANALAB



Conçu par les ingénieurs d'Educatel et fabriqué en France, ce pupitre en kit a été spécialement étudié pour un apprentissage personnel des bases de l'électronique analogique utilisant les amplificateurs opérationnels.

INTRODUCTION

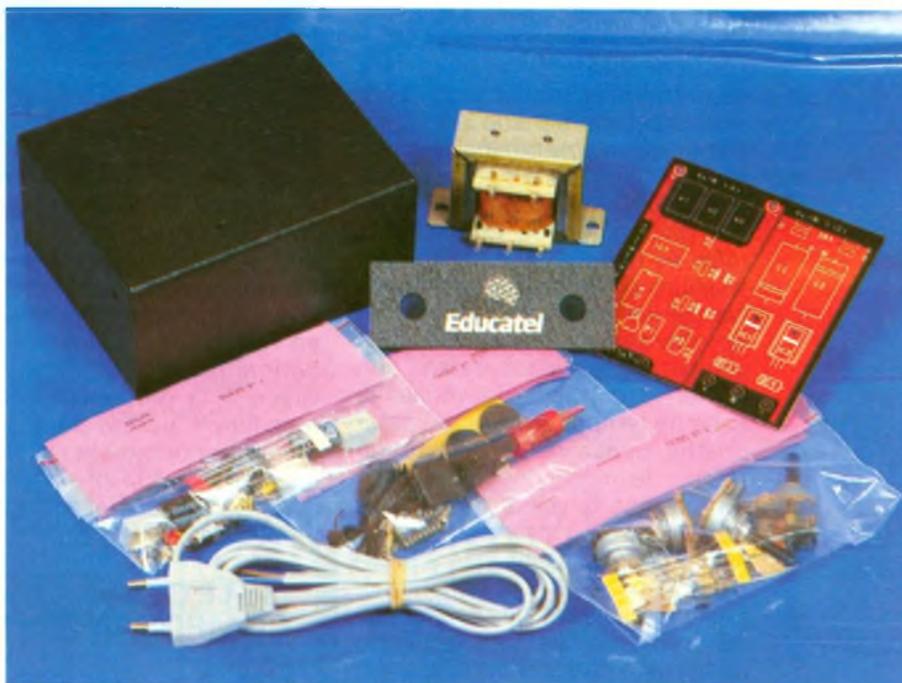
L'industrie électronique connaît un formidable essor et apparaît comme la première branche de l'industrie pour l'emploi. Ainsi, ce secteur ne cesse d'employer un très grand nombre d'hommes compétents, minutieux et surtout capables de suivre l'évolution des technologies nouvelles.

Or, pour développer les compétences et la minutie requises dans tous les métiers touchant à l'électronique, rien ne remplace la mise en pratique active.

Educatel, premier établissement privé de formation à domicile, retenu par l'Etat pour son projet de formations multimédias à l'électronique, attache une importance particulière à l'apprentissage de l'électronique sur un matériel pédagogique adapté.

Parmi les nombreux matériels pédagogiques qu'Educatel propose à ses élèves, il en est un particulièrement intéressant : l'Analab. Il s'agit d'un pupitre d'expérimentations en électronique analogique et plus particulièrement axé sur les amplificateurs opérationnels.

Tout le monde connaît le célèbre « 741 » dont les schémas d'applications envahissent encore les revues spécialisées, mais savez-vous, qu'en son époque, l'apparition du premier amplificateur opérationnel, le « 709 » (ancêtre du « 741 »), a déclenché une véritable révolution dans le monde de l'électronique, comparable à celle déclenchée, quelques décennies avant, par l'apparition du premier transistor. En effet, les chercheurs avaient réussi à mettre au point un composant, à peine plus gros qu'un transistor, intégrant plusieurs fonctions complexes. A titre d'information, le célèbre « 741 » intègre à lui seul pas moins de vingt transistors, une dizaine de résistances et un condensateur.



Ce composant, ainsi fabriqué, donne à l'utilisateur d'innombrables possibilités de fonctionnement, à condition, bien entendu, de connaître son fonctionnement. C'est le but de l'Analab.

PRESENTATION

De plus en plus, les amplificateurs opérationnels sont utilisés dans les réalisations industrielles. Ils remplacent ainsi les montages à transistors coûteux, peu performants et trop encombrants. L'électronicien d'aujourd'hui doit donc être capable de comprendre, concevoir et dépanner tout système à base d'amplificateurs opérationnels.

C'est pour cette raison qu'Educatel, premier établissement privé de formation à domicile, a conçu ce matériel pédagogique adapté à l'électronique actuelle. Accompagné d'un dossier technique très complet, vous apprendrez, comprendrez et expérimenterez, par la pratique et la mesure, tout ce qu'il est bon de savoir sur ce composant aux multiples facettes

DESCRIPTION

1) Le pupitre

Livré en kit, ce pupitre est composé d'un circuit imprimé sérigraphié et prêt à câbler sur lequel vous soudez les deux parties fonctionnelles : l'alimentation symétrique et le voltmètre digital.

Un coffret spécialement étudié supporte le circuit imprimé et renferme l'alimentation secteur. Vous disposez ainsi d'un pupitre d'expérimentation de grande fiabilité et de grande robustesse pour effectuer dans les meilleures conditions les expériences décrites.

2) Le dossier technique

Conçu pour vous garantir une utilisation efficace du matériel, il vous propose l'étude de nombreux montages fondamentaux avec expérimentation pratique immédiate. Ainsi la pratique vous fera comprendre aisément l'aspect théorique des expériences décrites.

Les notions étudiées sont vastes

et vont des montages fondamentaux (amplificateur inverseur, non-inverseur, suiveur de tension) aux montages plus évolués tels que générateur de courant, comparateur, générateur de fonctions, convertisseur analogique-numérique, etc.

3) Particularité

L'Analab a été conçu de telle façon qu'une fois l'étude du dossier technique achevée, vous puissiez aisément expérimenter d'autres montages (montages personnels ou issus de revues spécialisées). Vous disposez ainsi d'un appareil de laboratoire spécialement destiné à l'expérimentation des nombreux montages à base d'amplificateurs opérationnels.

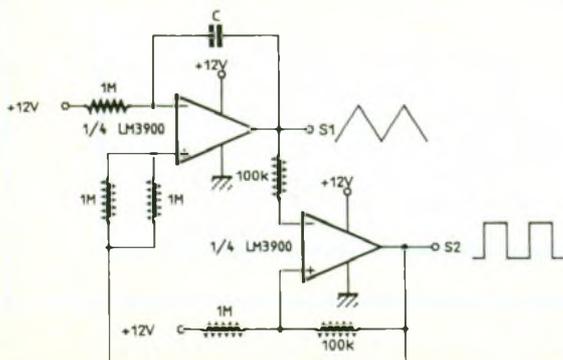
UTILISATIONS

Une fois le pupitre câblé et mis en coffret (4 à 5 heures de câblage environ), et après l'étude théorique de la première leçon, vous abordez directement l'expérimentation pratique en réalisant une série de mesures à l'aide d'un voltmètre digital très précis. Tous les composants nécessaires aux manipulations vous sont fournis (résistances, condensateurs, potentiomètres et plusieurs types d'amplificateurs opérationnels).

EXTRAITS DES TRAVAUX PRATIQUES REALISABLES

Bien que les expériences réalisables ne soient pas limitées, nous avons sélectionné, pour leur intérêt technique, une trentaine de manipulations dont voici un extrait :

- amplificateur inverseur et non-inverseur
- suiveur de tension



1 Schéma d'un générateur délivrant des triangles et des carrés

- intégrateur
- générateur de courant
- système redresseur sans seuil
- comparateur
- trigger de Schmitt
- multivibrateurs monostable, bistable et astable
- générateur d'impulsions et de fonctions
- convertisseur analogique digital, etc.

Original et unique sur le marché, l'Analab permet donc une réelle approche pédagogique des montages à base d'amplificateurs opérationnels.

CARACTERISTIQUES TECHNIQUES

Fonction 1	Fonction 2
Alimentation symétrique	Voltmètre digital
<ul style="list-style-type: none"> - Tension de sortie : ± 12 V - Courant de sortie : 500 mA - Tolérance sur la tension : ± 5 % - Régulation charge : - Protection totale contre les courts-circuits et les élévations de température 	<ul style="list-style-type: none"> - Précision : ± 1 % - Gamme : de 0 à 100 V - Résolution : $1/10^e$ de volt - Visualisation sur 3 afficheurs, 7 segments - Protection de l'entrée de mesure

Autres caractéristiques

- Alimentation secteur 12 VA intégrée ;
- fusible de protection ;
- voyant de mise en marche ;
- coffret pupitre très résistant

EXEMPLE DE MANIPULATION REALISABLE

Générateur de fonction à LM 3900

Cet exemple montre qu'après avoir étudié les principaux montages fondamentaux (dans cet exemple, l'intégrateur et le trigger de Schmitt) puis en les associant judicieusement, on obtient un montage concret dont le principe de fonctionnement est facilement compréhensible.

C'est, en fait, la base de toutes les réalisations complexes en électronique, car tout montage - si complexe soit-il - n'est, en réalité, qu'une association judicieuse de montages simples.

Extrait de manuel pour le montage

Le câblage est donné figure 1. Le montage se compose d'un in-

tégrateur suivi d'un trigger de Schmitt dont la sortie est rebouclée sur l'entrée de l'intégrateur. Supposons $s_2 = 0$. Le condensateur C se charge à courant constant jusqu'au seuil haut du trigger de Schmitt ($= 10$ V). A ce moment, s_2 passe à environ 12 V et le condensateur C se décharge à courant constant jusqu'au seuil bas, soit environ 2 V.

La période du générateur est, avec les valeurs des composants données ci-dessus, d'environ $T = 1,3 \times C$ (T en secondes et C en microfarads).

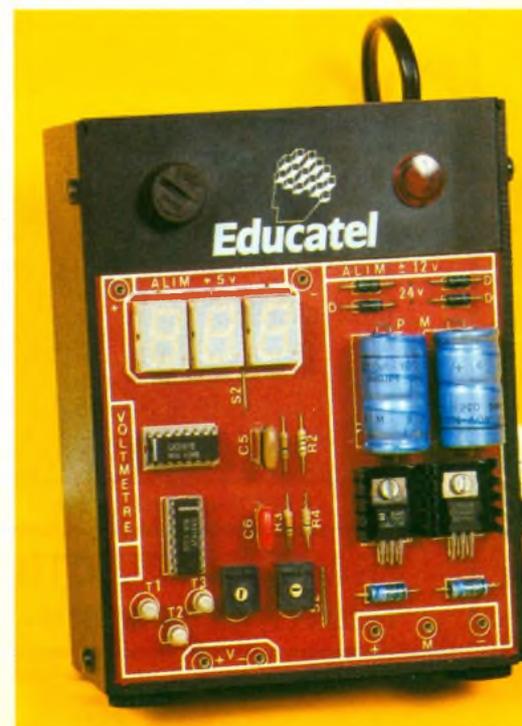
Choisissez une valeur convenable de C pour obtenir des phénomènes lentement variables, donc

observables avec le voltmètre ou un témoin logique.

Liste des composants

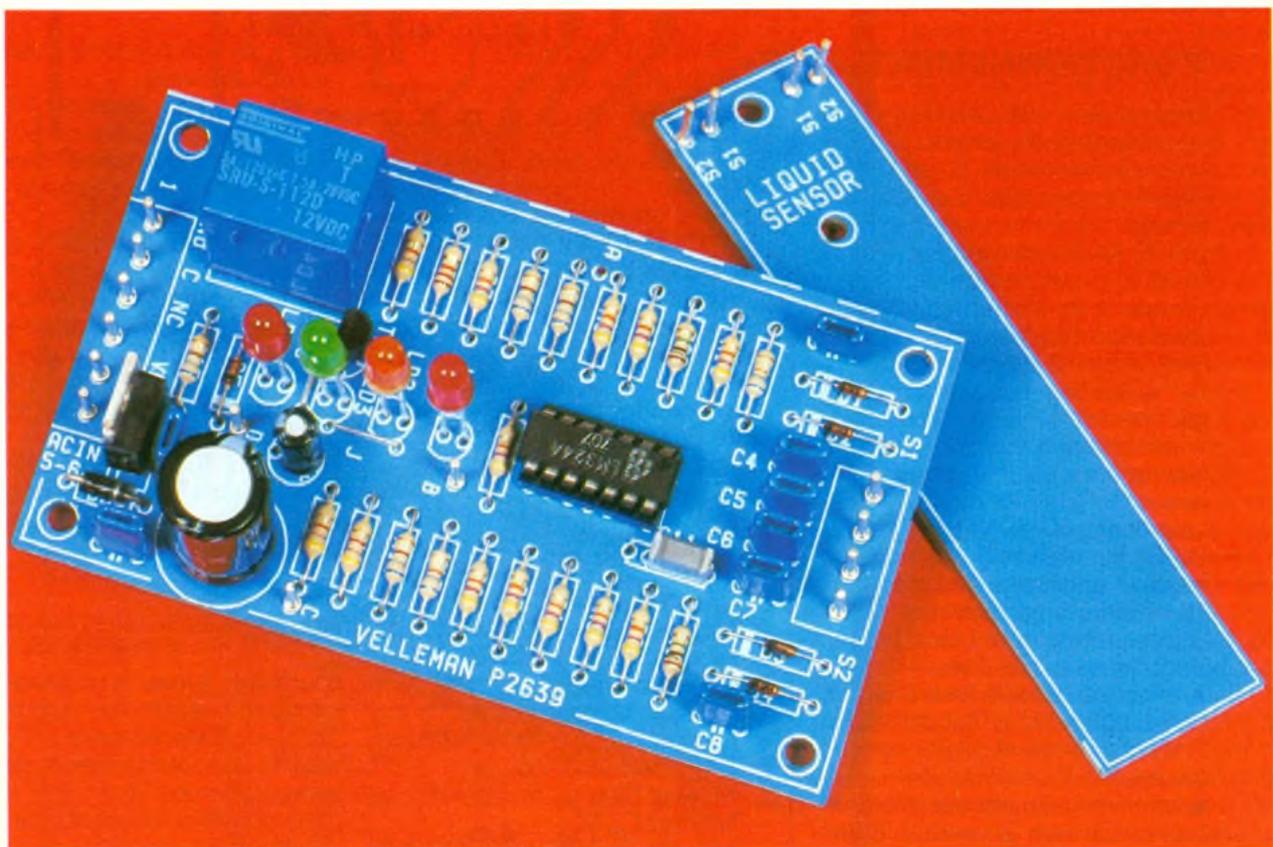
- 1 quadruple amplificateur opération type LM 3900
- 2 résistances de 100 k Ω
- 4 résistances de 1 M Ω
- 1 jeu de condensateurs pour divers essais.

Photo 2. - Le kit monté, en état de marche



CONTROLEUR DU NIVEAU DE LIQUIDE DE VELLEMAN

 Vous avez oublié de fermer le robinet, de l'eau fuit de la machine à laver, le niveau d'eau de votre aquarium baisse, la citerne ou le réservoir d'eau se trouvent tout à coup à sec ou, au contraire, débordent. Voilà des problèmes qui surgissent et qui sont souvent pour vous une source de désagréments et de charges financières.



Cet appareil peut être utilisé comme :

- Indicateur : trois diodes électroluminescentes indiquent le niveau de liquide : bas, moyen, haut.
- Contrôleur : le relais connecte ou déconnecte automatiquement une pompe et/ou une valve pour garder le niveau de liquide entre les niveaux bas et haut.
- Alarme : lorsque le détecteur décèle du sec ou de l'humide (suivant votre choix), la sortie de l'alarme est connectée, ce qui

engendre la mise en marche d'une sonnerie.

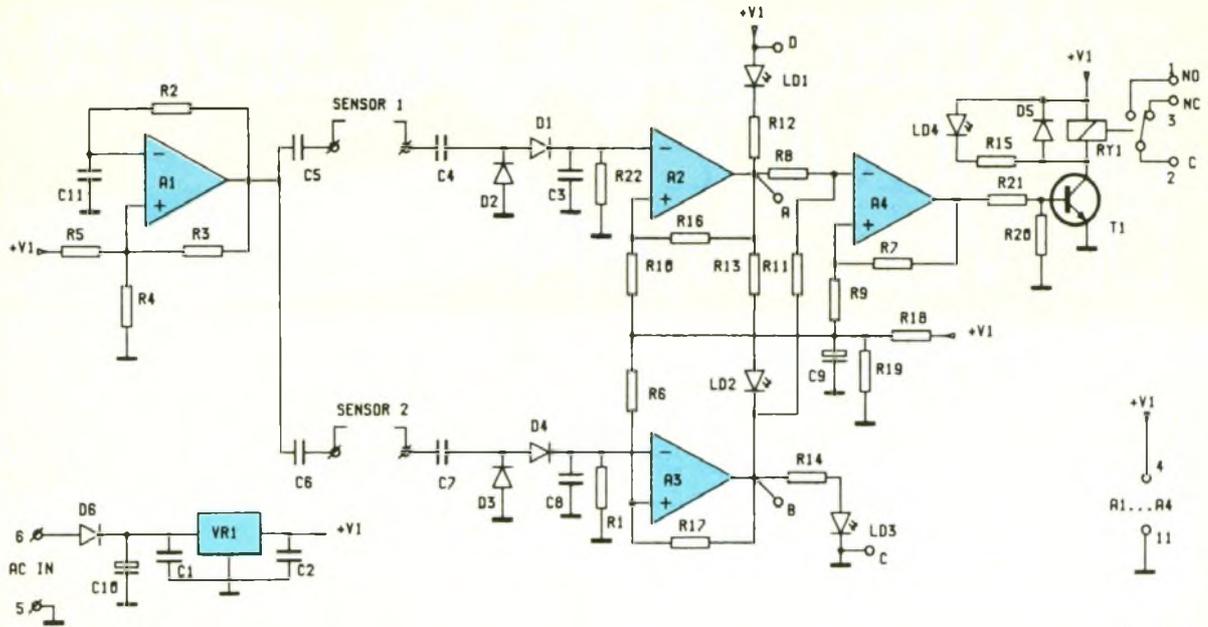
Au lieu de détecteurs de liquide, vous pouvez également utiliser des résistances dépendant de la température ou de la lumière, des joncteurs et disjoncteurs, etc. Alors l'appareil peut servir de thermoalarme, d'alarme antivol et d'autres encore. Le contrôle par ordinateur est également possible par quelques connexions entre l'entrée de la carte d'interface K2611 et l'appareil.

DONNEES TECHNIQUES

- Alimentation : 12 à 14 V AC/ 300 mA min. ou 16 à 18 V DC/ 100 mA min.
- Courant absorbé : 80 mA max.
- Sortie de relais : 240 V/3 A max.
- Dimensions : contrôleur : 104 x 60 x 29 mm ; détecteur : 104 x 25 x 1,5 mm.

1

Schéma de principe : l'interface de sortie est universelle grâce à RY₁, un relais.



FONCTIONNEMENT

Le régulateur VR₁ stabilise la tension injectée en amont, à 12 V. Les condensateurs C₁ et C₂ découplent alors que C₁₀ réalise le filtrage.

L'AOP A₁ forme avec R₂, R₃, R₄, R₅ et C₁₁ une horloge de 1 kHz. Sensor 1 constitue le détecteur de niveau haut de liquide tandis que Sensor 2 réalise le détecteur de niveau bas. Les signaux carrés les traversant évitent, par rapport à un courant continu, l'électrolyse et la dissolution des électrodes.

Les réseaux D₁-D₂-C₃-R₂₂ et D₃-D₄-C₈-R₁ réalisent un redressement et un filtrage des créneaux. Les autres amplificateurs opérationnels constituent des triggers de Schmitt si bien que :

- un niveau liquide haut (conduction du Sensor 1) fait apparaître 0 V en sortie de A₂ (LD₁ connectée entre +V₁ et 0 V s'allume) ;
- un niveau liquide bas (conduction du Sensor 2) produit le basculement de A₃, fournissant en sortie 0 V. LD₃ s'allume alors ;
- un niveau liquide moyen correspondra simultanément à +V₁ en sortie de A₂ et à 0 V en sortie de A₃, illuminant LD₂ ;
- la sortie sur relais pourra commander une électrovanne par l'intermédiaire du transistor T₁. La LED LD₄ signale l'activation de l'interface de sortie.

MONTAGE

- Montez R₁ et R₂.
- Montez R₂ à R₁₁.
- Montez R₁₆ et R₁₇.

- Montez R₁₂ à R₁₅.
- Montez R₁₈ à R₂₀.
- Montez R₂₁.
- Montez D₁ à D₅, diodes à faible signal du type 1N914 ou 1N4148.

Faites attention à la polarité ! Le type 1N4148 est parfois pourvu d'un code couleur (large bande jaune, brun, jaune, gris) Dans ce cas, la large bande jaune doit correspondre à la ligne sur la plaquette. Si la diode est pourvue d'un simple numéro, la bande noire doit correspondre à la ligne sur la plaquette.

- Montez la diode D₆, diode de puissance de la série 1N4000. Faites attention à la polarité !
- Montez les deux pontages indiqués « J » sur la plaquette
- Montez VR₁, régulateur de tension du type UAZ812. Attention : le dos métallique doit être tourné vers la marque « AC IN ».
- Montez T₁, transistor du type BC547, 548 ou 549.
- Montez C₁₁.
- Montez C₁ à C₈.
- Montez C₉. Attention à la polarité !
- Montez C₁₀. Attention à la polarité !
- Montez LD₁, LD₂, LD₃ et LD₄, diodes électroluminescentes de 5 mm de diamètre. Vous pouvez éventuellement monter ces LED sur le côté soudure. Attention à la polarité ! Trois types de couleurs sont livrés : choisissez vous-même votre code couleur. LD₁ s'allume lorsque le « niveau haut » est atteint. LD₂ s'allume lorsque le « niveau moyen » est atteint. LD₃ s'allume lorsque le « niveau bas » est atteint.

LD₄ s'allume lors de la mise sous tension du relais.

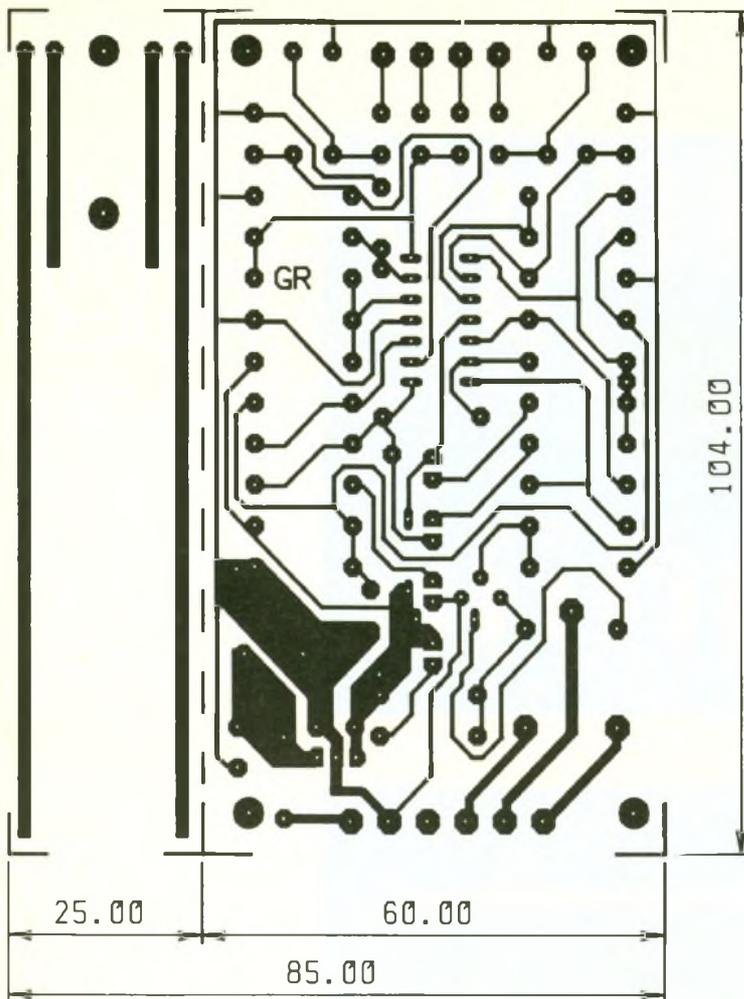
- Montez RY₁, relais de 12 V.
- Montez les quatre cosses pour S₁ et S₂. Vous pouvez éventuellement utiliser des bornes à visser.
- Montez les six cosses pour la sortie relais (NO, C et NC) et pour l'alimentation (AC IN). Vous pouvez éventuellement utiliser des bornes à visser.
- Montez quatre cosses à côté des indications « A », « B », « C » et « D ».
- Placez IC₁ du type 324 sur son support. Faites attention à la position de l'ergot : elle doit être tournée vers C₅ et C₆.

TEST

Contrôlez à fond le montage de la plaquette avant de raccorder la tension d'alimentation. Dans le cas d'une alimentation de tension continue (16 à 18 V DC), le plus doit être raccordé à la cosse qui est la plus proche de l'indication « AC IN » de la plaquette, le moins est raccordé à la première cosse voisine. Lors d'une alimentation AC (transformateur de 12 à 14 VAC), l'ordre de raccordement n'a pas d'importance. Dans le cas d'un bon fonctionnement, seule la LED LD₃ (« niveau bas ») s'allumera. Faites un court-circuit entre les broches de connexion du détecteur de niveau bas S₂, et seule la LED LD₂ (« niveau moyen ») s'allumera. Ne coupez pas encore le court-circuit précédent et reliez également les connexions du détecteur du niveau haut S₁ : maintenant, seu-

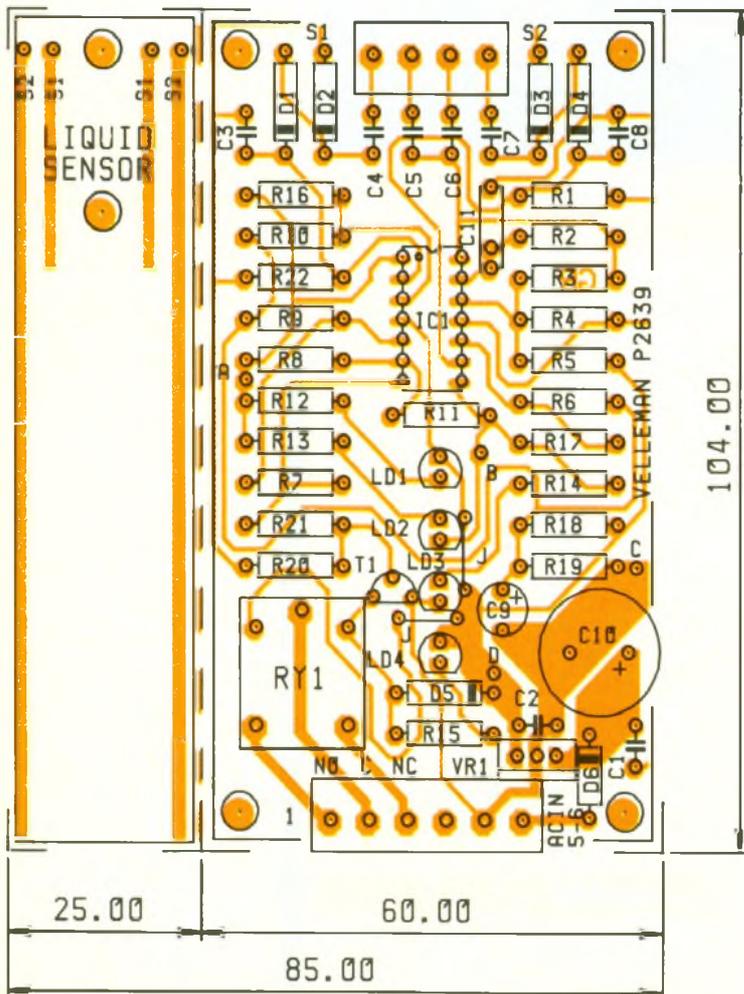
2

Les deux circuits imprimés à l'échelle 1



3

Implantation de composants



les les LED LD₁ et LD₄ s'allumeront. Enlevez le court-circuit entre les broches de S₁ ; seules les LED LD₂ et LD₄ s'allumeront. Enlevez ensuite le fil reliant les broches de connexion du détecteur S₂ ; seule la LED LD₃ s'allumera.

USAGE

Un ou deux détecteurs doivent être raccordés pour un usage en tant que régulateur-indicateur de niveau ou pour alarme. Un détecteur comprend deux conducteurs électriques séparés ; par exemple : deux fils métalliques, deux circuits métallisés sur la plaquette, une fiche phono et d'autres. La petite plaquette livrée avec votre kit comprend deux détecteurs : S₁ « niveau haut » et S₂ « niveau bas ». Si la différence de niveau entre S₁ et S₂ est trop haute pour votre application, vous pouvez couper une partie de la plaquette. En revanche, si vous désirez une distance plus grande entre les niveaux, rallongez S₂ avec deux pièces de fil nu. Un détecteur non humidifié se comportera comme un isolateur électrique (des dizaines de mégohms et plus). Aussitôt que le détecteur est suffisamment humidifié ou immergé dans un liquide à bonne conductibilité (tel que de l'eau de pluie ou de l'eau de conduite), le détecteur aura une faible valeur ohmique (quelques kilohms au maximum). La valeur ohmique dépend de la conductibilité électrique du liquide, de l'écartement des deux électrodes et de la grandeur des surfaces humidifiées des électrodes. Certains liquides, tels que l'huile, la paraffine, etc., ont une résistance électrique spécifique si élevée que ce contrôleur de liquide ne peut pas les détecter. Parfois ce problème peut être résolu en faisant des électrodes à surface plus grande.

Essentiel ! Les détecteurs ne peuvent jamais être installés dans un milieu avec danger d'explosion. En effet, des petites étincelles peuvent jaillir (par exemple au cours de la disparition du liquide entre les électrodes). De telles étincelles sont susceptibles de provoquer l'explosion de vapeurs et de certains résidus gazeux, entraînant ainsi des conséquences catastrophiques. Les électrodes métalliques peuvent être rongées dans un milieu

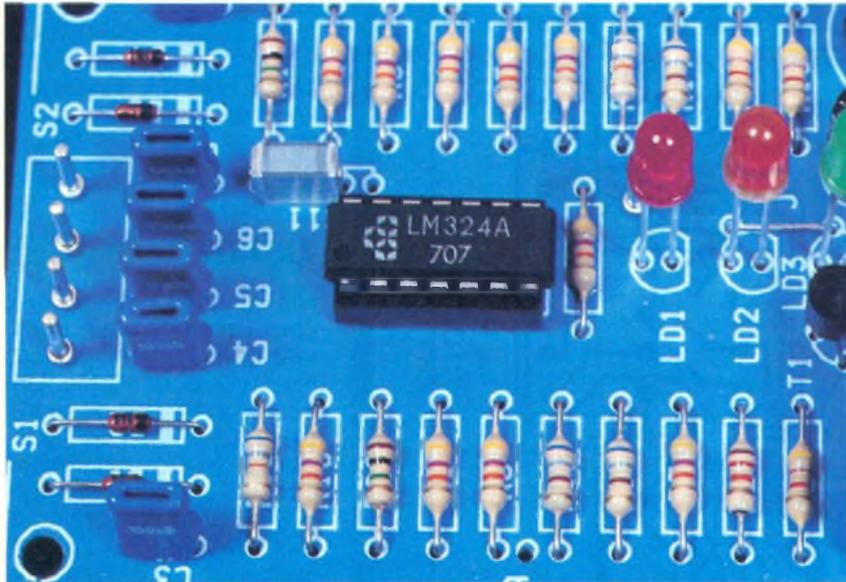


Photo 2. – Vue de l'unique circuit intégré, comportant quatre amplificateurs opérationnels.

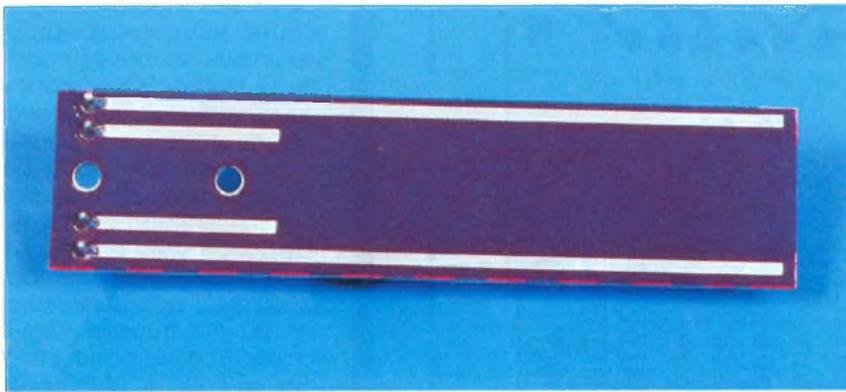


Photo 3. – Le circuit imprimé utilisé comme capteur de niveau liquide.

chimique ; l'un métal le sera plus vite que l'autre. Il peut être nécessaire d'utiliser du métal inerte (par exemple inox).

INDICATEUR/ CONTROLEUR

- Raccordez les deux détecteurs S_1 et S_2 à la plaquette.
- Placez le détecteur S_1 plus haut que le détecteur S_2 , de sorte que le détecteur S_1 ne puisse détecter le liquide qu'après l'immersion du l'humidification du détecteur S_2 .
- Fonctionnement : lorsque les deux détecteurs ne sont pas encore humidifiés, seule LD_3 (« niveau bas ») est allumée. Lorsque, ensuite, le détecteur S_2 est humidifié, alors que le détecteur S_1 reste sec, la LED LD_2 (« niveau moyen ») est la seule à être allumée. Quand le niveau de liquide continue à monter de sorte que le détecteur S_1 est également humidifié, LD_1 (« niveau haut ») et LD_4 (le relais est mis sous ten-

sion) s'allumeront. Quand, par la suite, le niveau de liquide baisse et que seul le détecteur S_2 détecte encore le liquide, LD_2 et LD_4 seront allumées. Lorsque le niveau de liquide continue à baisser et que le détecteur S_2 ne détecte plus de liquide, seule LD_3 sera allumée et le relais est débranché.

Note : le relais est mis sous tension dès que le liquide a atteint le niveau « haut » et est débranché lorsque le liquide a réintégré le niveau « bas ». Quand le relais n'est pas sous tension, le contact NC (*normally closed* = normalement ouvert) est fermé et une valve, ou pompe de vidange, est branchée.

Attention : la sortie de relais peut connecter 3 A au maximum.

ALARME

Raccordez les broches de connexion du détecteur S_1 à celles du détecteur S_2 comme suit :

1° Raccordez la broche de connexion près de C_5 à celle près de C_6 .

2° Raccordez la broche de connexion près de C_4 à celle près de C_7 .

Raccordez un détecteur aux deux broches de connexion près de C_4 et C_5 . Si le détecteur n'est pas humidifié ou immergé dans un liquide conducteur, la LED LD_3 est allumée et le relais n'est pas sous tension. En revanche, si le détecteur est humidifié ou immergé dans un liquide conducteur, les LED LD_1 (« niveau haut ») et LD_4 (relais sous tension) seront allumées. Si vous souhaitez l'alarme lorsque le détecteur décèle du liquide, vous connectez un dispositif d'alarme (avertisseur sonore, sirène Kojak K2604) en série avec le contact NO. Le signal d'alarme continue à fonctionner tant que le détecteur décèle du liquide. Si vous souhaitez au contraire entendre le signal d'alarme lorsque le détecteur décèle du « sec », vous connectez le dispositif d'alarme en série avec le contact NC. Si vous souhaitez utiliser plusieurs détecteurs, il vous suffit de les connecter en parallèle.

LISTE DES COMPOSANTS

R_1, R_{22} : 1 M Ω (marron, noir, vert)
 R_2 à R_{11} : 47 k Ω (jaune, violet, orange)
 R_{12} à R_{15} : 680 Ω (bleu, gris, marron)
 R_{16}, R_{17} : 68 k Ω (bleu, gris, orange)
 R_{18} à R_{20} : 4,7 k Ω (jaune, violet, rouge)
 R_{21} : 12 k Ω (marron, rouge, orange)

C_1 à C_8 : 100 nF
 C_9 : 10 μ F, 15 V mini
 C_{10} : 1 000 μ F, 15 V mini
 C_{11} : 22 nF

D_1 à D_5 : 1N914 ou 1N4148
 D_6 : 1N4007
 LD_1 à LD_4 : diodes électroluminescentes \varnothing 5 mm
 VR_1 : VA 7812, régulateur de tension 12 V
 IC_1 : LM324, quadruple AOP
 T_1 : BC547, BC548...
 RY_1 : relais avec bobines 12 V
 1 support de circuit intégré
 14 broches cosses poignard
 Soudure, etc.

UN INDICATEUR DE VITESSE POUR « DEUX ROUES »



Grâce à la mise en œuvre d'afficheurs à cristaux liquides, il est possible de solutionner efficacement le délicat problème de la consommation non négligeable des afficheurs lumineux traditionnels et de donner enfin l'autonomie souhaitable à ce type de montage, alimenté par pile. Mais notre indicateur se caractérise encore par d'autres atouts, tout en restant relativement simple au niveau de sa réalisation.

I - LE PRINCIPE

a) Le cahier des charges

Comme annoncé ci-dessus, la première qualité doit être une consommation aussi faible que possible afin d'aboutir à une durée maximale de la durée de la pile d'alimentation. Avec une consommation de l'ordre de 2 mA, l'autonomie obtenue avec une pile alcaline de 9 V dépasse largement la centaine d'heures, ce qui est tout à fait acceptable. Mais l'utilisation d'afficheurs à cristaux liquides n'est pas seulement bénéfique pour la consommation ; en effet, alors que les afficheurs lumineux sont quasiment illisibles en plein jour, l'affichage à cristaux liquides est parfaitement adapté à une lecture sous éclairage naturel.

Une seconde caractéristique de l'appareil est d'éviter toute consommation inutile et injustifiée ; ce serait notamment le cas suite à un oubli de couper l'interrupteur après utilisation du « deux roues ». Pour éviter cet inconvénient, le montage est mis en service par un simple appui sur un bouton-poussoir, mais son extinction est automatique dès que le « deux roues » est immobilisé pendant plus de 30 secondes.

Une troisième contrainte que l'auteur s'est imposée est la grande simplicité d'adaptation sur le « deux roues ». En effet, il ne sera pas nécessaire de monter les traditionnels aimants permanents dans les roues pour actionner un ILS. L'information relative à la notion de vitesse sera prélevée simplement par la mise



en œuvre d'un capteur magnétique sensible au défilement des rayons de la roue avant ou arrière, sans aucun contact matériel.

De plus, et grâce à une méthode simple de tarage, l'indicateur est adaptable à n'importe quel diamètre de roue, avec une très grande précision.

Enfin, le boîtier utilisé comporte un couvercle transparent pratiquement étanche. Il en résulte la possibilité d'une utilisation sans risque, même par temps de pluie.

b) Le principe de fonctionnement (fig. 1 et 2)

Le passage d'un rayon devant le capteur magnétique se traduit par l'émission d'un signal qui sera amplifié et mis en forme. La succession des signaux ainsi générés a deux conséquences : l'avance d'un compteur et l'auto-maintenance de l'alimentation du montage. Cet auto-maintien

cesse au bout d'une demi-minute après l'arrêt du défilement des rayons devant le capteur.

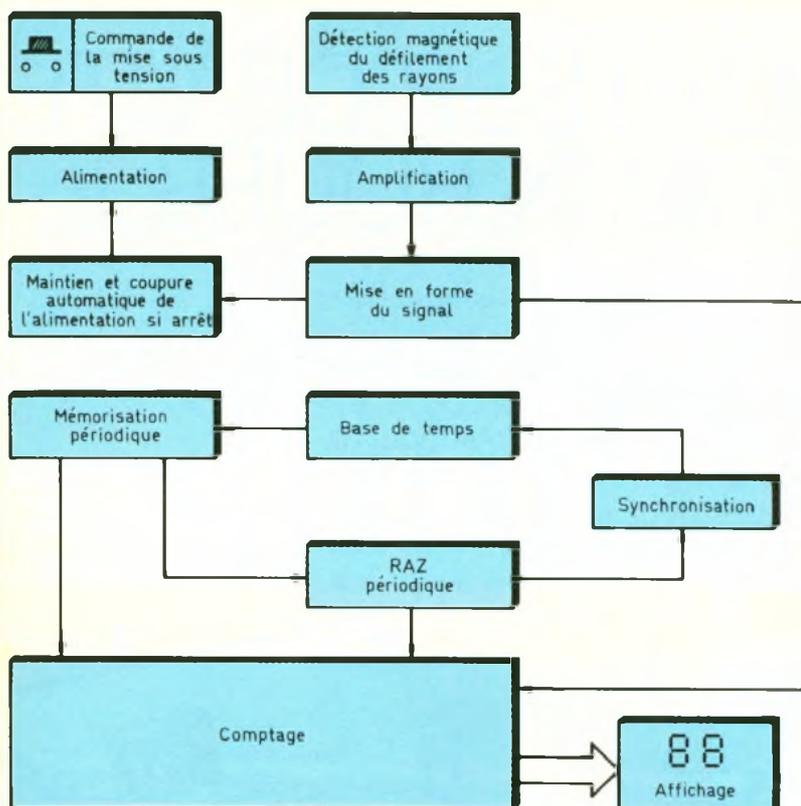
Une base de temps, dont le réglage permet d'assurer le tarage adapté, génère périodiquement un signal qui constitue le début d'une rapide succession d'opérations :

- mémorisation du contenu du compteur ;
- attente de synchronisation du passage du prochain rayon devant le capteur ;
- remise à zéro simultanée du compteur et de la base de temps.

La périodicité de remise à jour du résultat de la lecture du compteur est de l'ordre de la demi-seconde. Bien entendu, au niveau de l'affichage, toutes ces opérations se réalisent de manière imperçue pour l'observateur, qui visualise une valeur affichée généralement constante ou encore changeante en cas d'accélération ou de décélération.

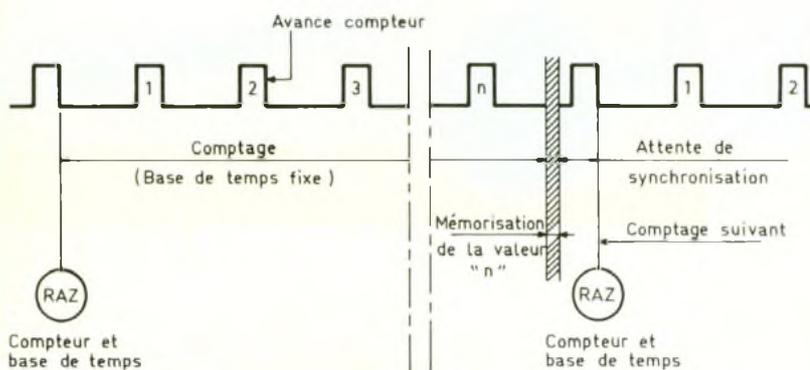
1

Synoptique de fonctionnement



2

Cycle de mesure



c) Paramètres numériques

En partant de la jante d'une roue à rayons, on constate que ces derniers se partagent en deux parties égales, en se dirigeant vers le moyeu, sur lequel ils aboutissent de part et d'autre de son axe. Le capteur magnétique, généralement calé sur l'une des deux branches de la fourche, ne prend en compte que la nappe conique que constitue le défilement de la moitié des rayons que comporte la roue. Ainsi, une roue classique comprenant 36 rayons ne présente que 18 rayons au comptage, par tour de roue. Prenons le cas d'une roue dont le diamètre au roulement du pneu gonflé est de « d » (mètre) et comportant « n » rayons. Si la

roue se déplace à une vitesse de « V » (km/h), le nombre de tours de roue « N » pendant 1 seconde est de :

$$N = \frac{1\,000 \times V}{3\,600 \times \pi \times d} = \frac{V}{3,6 \pi d} \text{ t/s}$$

La fréquence « F » du défilement des rayons devant le capteur s'exprime alors par la relation :

$$F = \frac{V \times n/2}{3,6 \pi d} \Rightarrow F_{\text{HZ}} = \frac{Vn}{7,2 \pi d}$$

La période « T », c'est-à-dire la durée qui sépare deux passages consécutifs de rayons, s'exprime par la relation :

$$T_{(\text{s})} = \frac{1}{F} \Rightarrow T = \frac{7,2 \pi d}{Vn}$$

Enfin, la constante de temps ΔT , c'est-à-dire la périodicité de la lecture du compteur, se définit simplement par le principe consistant à noter que, pour afficher la vitesse « V », il faut laisser s'écouler V fois la période T entre chaque lecture, d'où :

$$\Delta T = V \times T \Rightarrow \Delta T = \frac{7,2 \pi d}{n}$$

Nous utiliserons ces relations au chapitre suivant pour justifier les choix des différentes constantes de temps adoptées lors de certaines étapes du processeur cyclique de la chronologie des événements.

II - LE FONCTIONNEMENT ELECTRONIQUE

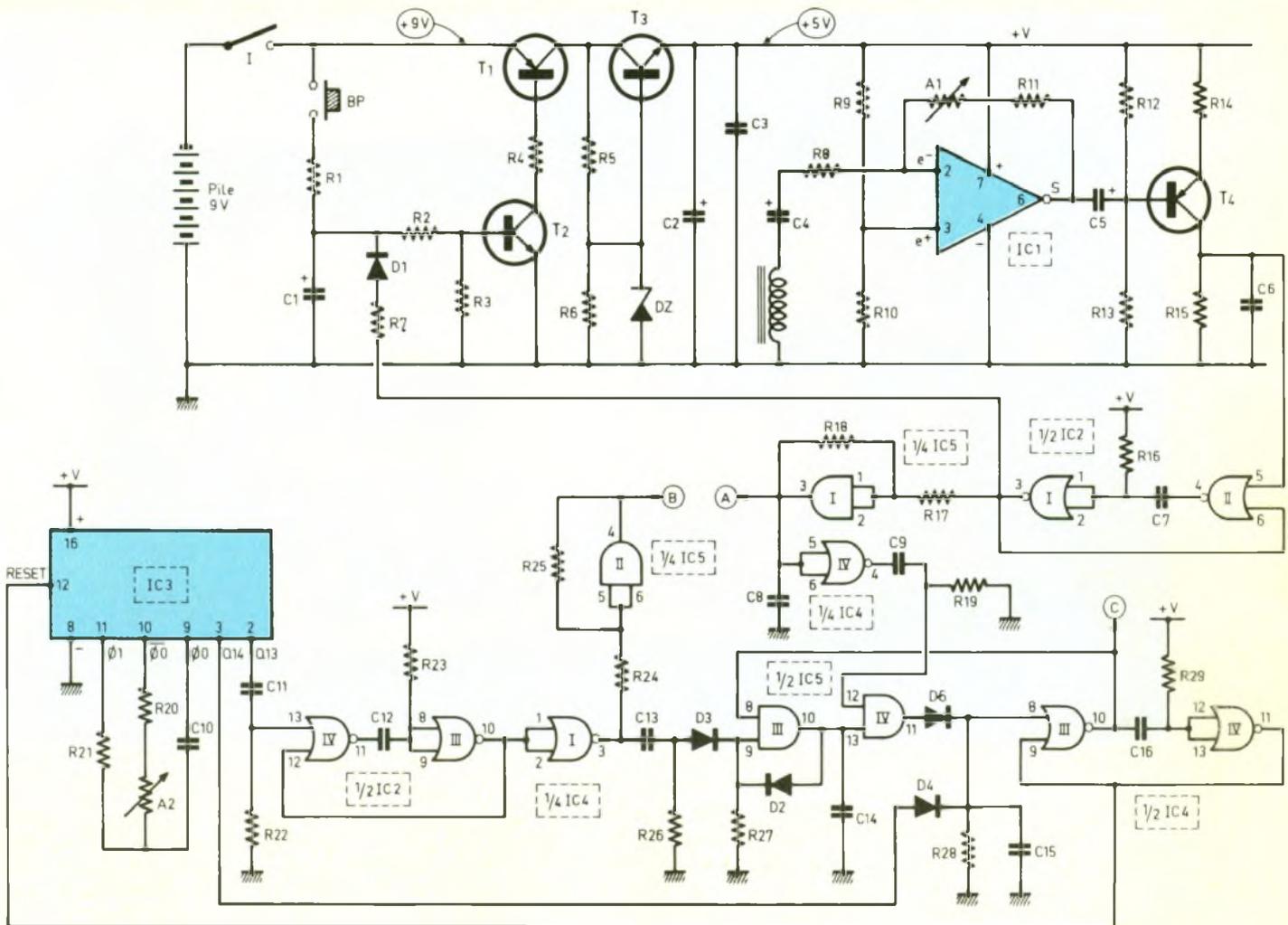
a) Alimentation et arrêt automatique (fig. 3)

L'énergie nécessaire au fonctionnement de l'indicateur sera fournie par une pile de 9 V. L'interrupteur I permet d'isoler entièrement cette dernière du circuit d'utilisation. Pour mettre celui-ci sous tension, une fois l'interrupteur fermé, il suffit d'appuyer sur le bouton-poussoir BP. A ce moment, il se produit la charge rapide de la capacité C₁ à travers la résistance de faible valeur R₁. Par l'intermédiaire de R₂, il s'établit alors un courant base-émetteur dans le transistor NPN T₂, qui se sature aussitôt. Il en résulte un courant émetteur-base dans le transistor PNP T₁ qui se sature à son tour. L'émetteur du transistor NPN T₃ délivre un potentiel de l'ordre de 5 V, grâce à la régulation apportée par la diode Zener DZ de 5,6 V raccordée à la base de T₃. Cette valeur de 5 V est en effet nécessaire pour un fonctionnement, dans des conditions normales, du principal circuit intégré du montage, ainsi que nous le verrons ultérieurement. Les capacités C₂ et C₃ assurent les découplages nécessaires, vis-à-vis des diverses oscillations.

A partir de cet instant, deux possibilités existent :

1° Le « deux roues » est en mouvement

Dans les paragraphes suivants, nous apprendrons que le montage génère de petites impul-



sions positives d'une durée de 2 ms au même rythme que le défilement des rayons devant le capteur. Ces impulsions, par l'intermédiaire de R7 et de D1, compensent la perte de charge de la capacité C1. De ce fait, il se produit l'auto-maintien de l'alimentation de l'indicateur.

2° Le « deux roues » est immobilisé

L'apport périodique d'énergie évoqué précédemment n'existe plus, et la capacité C1 se décharge par R2 dans T2, mais également par R3. Au bout de l'ordre de trente secondes d'immobilisation du « deux roues », le transistor T2 se bloque ; il en est de même pour T1, d'où la coupure automatique de l'alimentation. Pour la remettre en service, il faudra obligatoirement appuyer sur le bouton-poussoir. Grâce à ce dispositif, le problème de l'oubli de la coupure de l'indicateur est résolu.

b) Détection des signaux et amplification (fig. 3)

Le cœur du capteur magnétique est un aimant permanent droit de section cylindrique, sur lequel on a bobiné des spires jointives de fil émaillé. Nous reviendrons sur la réalisation de ce capteur magnétique très simple, au chapitre consacré à la réalisation pratique. A chaque fois qu'un rayon de la roue passe devant le capteur, fixé par exemple sur la fourche du « deux roues », l'aimant droit étant orienté parallèlement au rayon, il se produit une modification du champ magnétique émis par l'aimant. Il en résulte un courant induit dans le bobinage ; la variation de force électromotrice induite disponible répond à la relation :

$$\Delta e = k \frac{n}{\Delta t}$$

dans laquelle k est un coefficient de proportionnalité, n le nombre de spires et Δt la durée de la va-

riation du flux magnétique. Compte tenu des dispositions constructives adoptées, on relève une variation de quelques millivolts pour une vitesse de rotation de la roue correspondant à un avancement de l'ordre de 2 à 3 km/h.

Il est bien sûr nécessaire d'amplifier ces variations ; c'est la mission de IC1, qui est un circuit intégré très coutumier de nos colonnes puisqu'il s'agit d'un « 741 ». L'entrée directe est maintenue à un potentiel correspondant à la demi-tension d'alimentation grâce au pont que constituent les résistances d'égale valeur R9 et R10. C'est d'ailleurs cette valeur de repos que l'on relève au niveau de la sortie de IC1, en l'absence de signaux. Les variations de potentiel délivrées par le bobinage du capteur sont acheminées sur l'entrée inverseuse par l'intermédiaire de C4 et de R8. La résistance R11 et l'ajustable A1 apportent la contre-réaction nécessaire pour

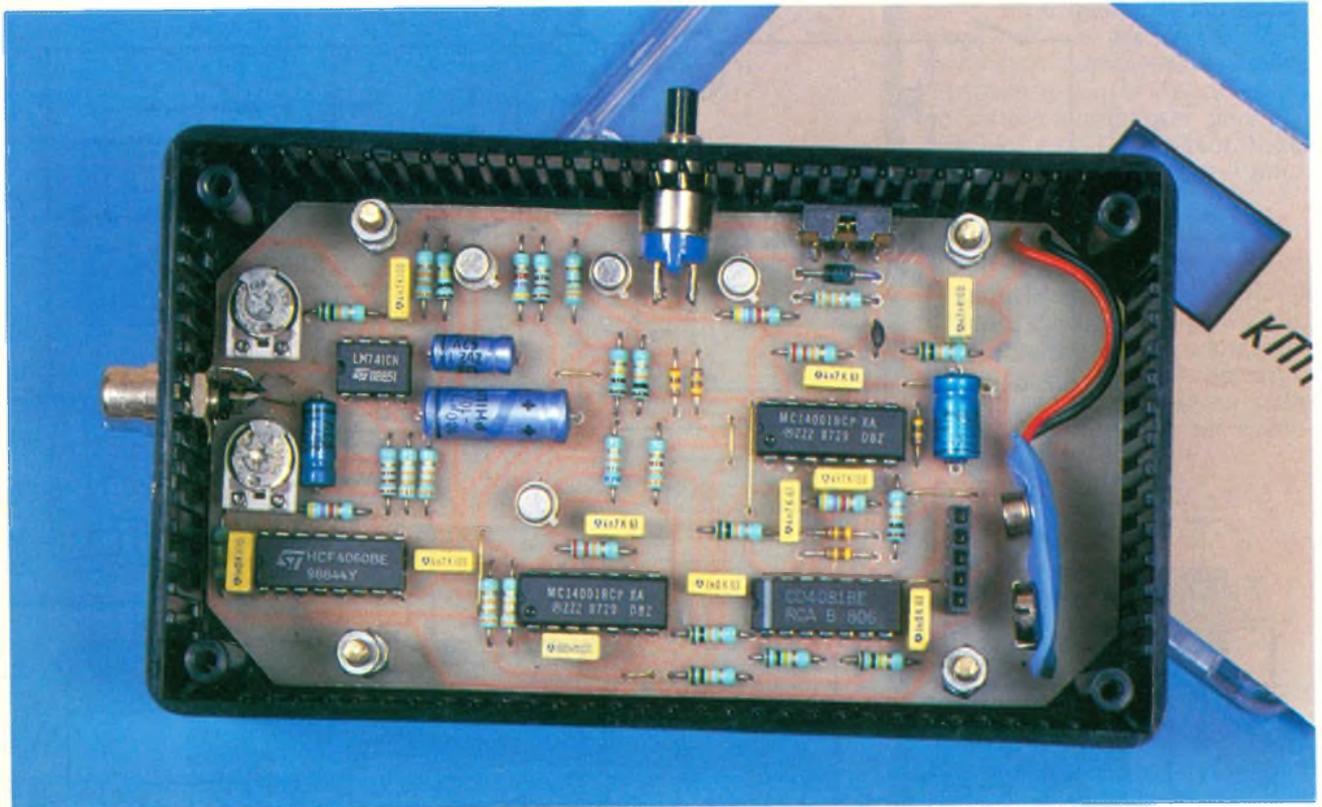


Photo 2. – La maquette insérée dans un coffret Teko série « coffret transparent » 2 TP

régler le gain de l'amplificateur. Rappelons que ce dernier se détermine par la relation :

$$\text{gain} = \frac{A_1 + R_{11}}{R_8}$$

Le signal ainsi simplifié est acheminé, via C_5 , sur la base d'un transistor PNP T_4 dont la polarisation, déterminée par les valeurs relatives de R_{12} et R_{13} , est telle qu'en l'absence de signaux on relève un potentiel nul au niveau du collecteur.

Par contre, dès que les rayons du « deux roues » défilent devant le capteur magnétique, on observe des impulsions positives, ainsi que l'illustrent les oscillogrammes de la figure 5.

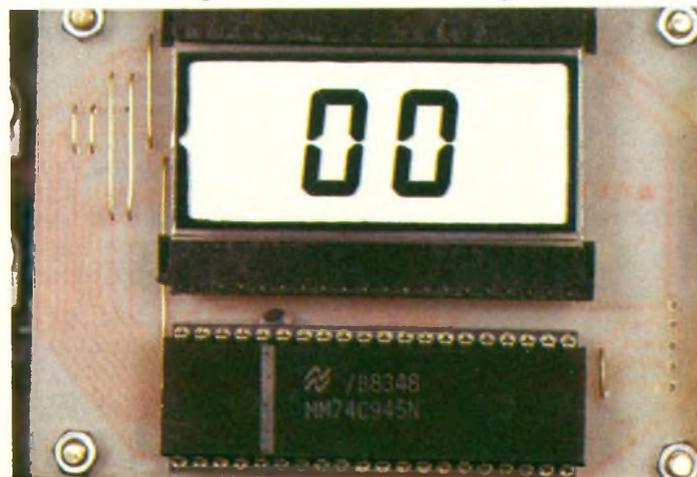
c) Mise en forme des signaux (fig. 3)

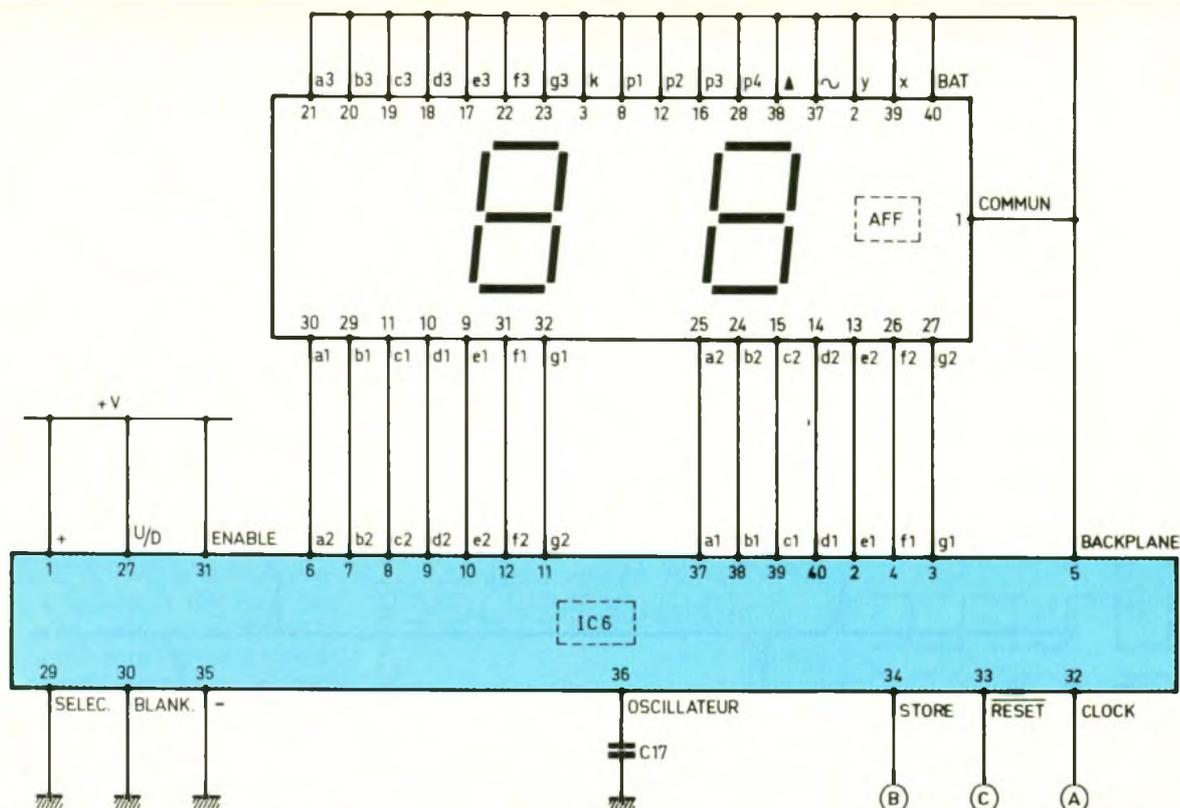
Les portes NOR I et II de IC_2 constituent une bascule monostable. A l'état de repos, la sortie de la porte II et les entrées réunies de la porte I sont à l'état haut. Les armateurs de C_7 sont donc à un même potentiel, et la capacité C_7 est déchargée. La sortie de la porte I, qui est la sortie de la bascule, est à l'état bas de repos. Dès que l'entrée de commande 5 de la porte II se

trouve soumise à un état haut, la sortie de la porte en question passe à l'état bas. Il en est de même en ce qui concerne les entrées de la porte I étant donné que, dans un premier temps, la capacité C_7 se comporte comme un court-circuit. La sortie de la bascule passe aussitôt à l'état haut, en soumettant par la même occasion l'entrée 6 à un état haut, si bien que rien ne change, même si l'impulsion de commande sur l'entrée 5 disparaît. La capacité C_7 continue de se charger à travers R_{16} , ce qui se tra-

duit par une montée graduelle du potentiel sur les entrées de la porte I. Dès que ce potentiel atteint une valeur correspondant à la demi-tension d'alimentation, la porte I bascule : sa sortie passe à l'état bas. Aussitôt, la sortie de la porte II passe à son état haut de repos, ce qui permet à la capacité C_7 de se décharger et de se trouver ainsi prête pour une nouvelle sollicitation éventuelle. En définitive, on observe sur la sortie la bascule des impulsions positives dont la durée est toujours la même : elle est uniquement défi-

Photo 3. – L'affichage à cristaux liquides accompagné de son compteur-décodeur.





nie par les valeurs de R_{16} et de C_7 . Dans le cas présent, cette durée est de l'ordre de 2 ms. Il ne faut pas, en effet, que celle-ci soit trop importante afin de ménager un temps de repos suffisant entre deux impulsions consécutives. Rappelons que les relations explicitées au chapitre consacré au principe ont mis en évidence que la période de défilement des rayons devant le capteur était déterminée par la relation :

$$T = \frac{7,2 \pi d}{Vn}$$

A 99 km/h, qui est la capacité maximale d'affichage de notre compteur, avec une roue de 70 cm de diamètre et comportant 36 rayons, cette période est donc de :

$$T = \frac{7,2 \pi \times 0,7}{36 \times 99} \approx 4 \text{ ms}$$

La marge de sécurité est donc suffisante.

Ces impulsions, par l'intermédiaire de R_7 et de D_1 , assurent le maintien de la charge de la capacité C_1 affectée à l'auto-maintien de l'alimentation (voir paragraphe a).

Par ailleurs, ces mêmes impulsions sont prises en compte par le trigger de Schmitt constitué par la porte AND I de IC_5 .

Un tel montage, grâce à la réaction positive apportée par la résistance R_{18} au moment des basculements, introduit une accélération de ces phénomènes, d'où une « verticalisation » des signaux, afin de les rendre parfaitement aptes à attaquer l'entrée « horloge » d'un compteur.

d) Base de temps (fig. 3)

Le boîtier IC_3 , un CD 4060, est un compteur binaire à 14 étages, avec oscillateur incorporé. Le brochage et le fonctionnement d'un tel compteur sont rappelés en figure 6.

La base de temps interne, générée par l'oscillateur, est entièrement déterminée par les valeurs des composants R_{20} , A_2 et C_{10} . La période des oscillations ainsi produites se détermine par la relation :

$$t \approx 2,2 \cdot (R_{20} + A_2) C_{10}$$

Sur la sortie Q_1 , on relève des créneaux dont la période a été multipliée par 2 ; sur Q_2 , cette période a été multipliée par 4 (c'est-à-dire par 2^2) et, d'une manière plus générale, sur la sortie Q_n on observe une période t_n , telle que :

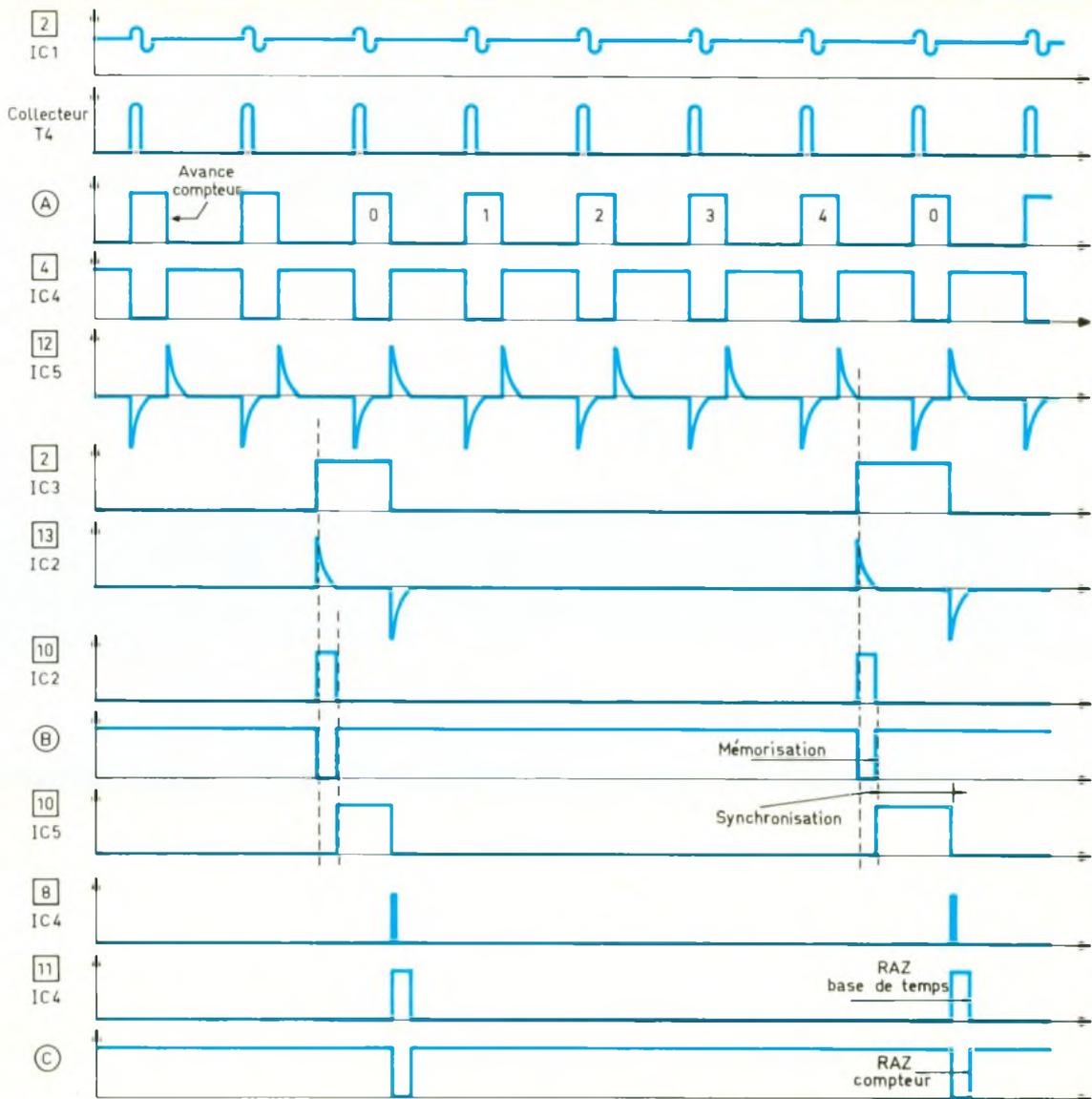
$$t_n = 2^n \cdot t$$

Notons que les sorties Q_1 à Q_2 ne sont pas accessibles. Un tel compteur avance ainsi par divisions successives par 2 de la fréquence d'une sortie à la sortie suivante au rythme des fronts négatifs, à condition toutefois que l'entrée RESET reste soumise à un état bas. Toute impulsion positive sur cette entrée, même brève, a pour effet immédiat la remise à zéro de toutes les sorties.

Au niveau de la sortie Q_{13} , la période des créneaux délivrés est donc égale à $2^{13} \times t$, c'est-à-dire à $8\,192 \times t$.

Mais l'utilisation que nous faisons de ce compteur est telle que seul le front ascendant du signal émis par Q_{13} nous intéresse dans le cas général : en particulier, c'est ce dernier qui est à la base d'un certain nombre d'opérations cycliques, dont justement la remise à zéro périodique de IC_3 . Il en résulte que ce front positif se produit au bout d'une durée de $8\,192 \times t/2 = 4\,096 \times t$ après un départ du compteur de la position zéro.

Or, le chapitre consacré à l'établissement des paramètres numériques a mis en évidence que la constante de temps nécessaire entre deux opérations cycli-



ques de mesure était donnée par la relation :

$$\Delta T = \frac{7,2 \pi d}{n}$$

il en résulte que

$$t = \frac{7,2 \pi d}{4096 n}$$

Toujours dans le cas de l'exemple de la roue de 70 cm de diamètre et comportant 36 rayons, on définit alors t :

$$t = \frac{7,2 \pi \times 0,7}{4096 \times 36} \Rightarrow t \approx 107 \mu s$$

soit une fréquence de l'ordre de 9,5 kHz.

Bien entendu, et grâce au curseur de l'ajustable A_2 , cette valeur est réglable, ce qui permet justement d'obtenir un tarage adapté au « deux roues » concerné, ainsi que nous le verrons en fin de chapitre.

e) Mémorisation périodique (fig. 3)

Sur la sortie Q_{13} de IC_3 , on relève ainsi un front ascendant dont la période correspond au déclenchement des opérations cycliques de remise à jour de l'affichage. Toujours dans le cadre de l'exemple numérique retenu, cette périodicité est de l'ordre de $4096 \times 107 \mu s$, soit environ 0,44 s.

Ce front ascendant est pris en compte par un circuit dérivateur constitué par la capacité C_{11} et la résistance R_{22} . Sur le point commun à C_{11} et R_{22} , on enregistre une brève impulsion positive qui correspond en fait à la charge de C_{11} à travers R_{22} . Cette impulsion positive est alors prise en compte par une bascule monostable constituée par les portes

NOR III et IV de IC_2 qui délivre sur sa sortie une impulsion positive de durée fixe, déterminée par les valeurs de R_{23} et de C_{12} . Celle-ci est de l'ordre de $75 \mu s$. Elle est inversée en impulsion négative, par l'intermédiaire du trigger de Schmitt AND II et IC_5 , vers l'entrée de mémorisation du compteur dont nous verrons le fonctionnement ultérieurement.

f) Remise à zéro périodique et synchronisation (fig. 3)

La fonction « mémorisation » cesse en fait au moment où on enregistre un front positif sur la sortie de la porte NOR I de IC_3 . Ce front positif est encore pris en compte par un circuit dérivateur

constitué par C₁₃/R₂₆. Par l'intermédiaire de D₃, une brève impulsion positive est donc présentée sur l'entrée 9 de la porte AND III de IC₅. L'entrée 8 étant généralement à l'état haut, cette impulsion positive se transmet sur la sortie de la porte ; mais grâce à la présence de la diode D₂, il se produit le verrouillage de la porte qui continue de présenter un état haut sur sa sortie, même lorsque la brève impulsion de commande a cessé. Cet état haut est aussitôt transmis sur l'entrée 13 de la porte AND IV de IC₅.

C'est à ce niveau que se réalise alors la synchronisation de la mesure du temps avec celle de l'espace. En effet, l'entrée 12 de la porte AND IV de IC₅ est généralement soumise à un état bas grâce à la résistance R₁₉. On n'enregistre une impulsion positive sur cette entrée qu'au moment précis où la porte NOR IV de IC₄ délivre un front ascendant pris en compte par le circuit dérivateur C₉/R₁₉.

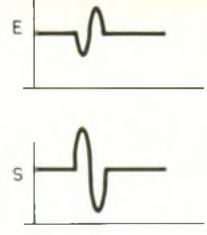
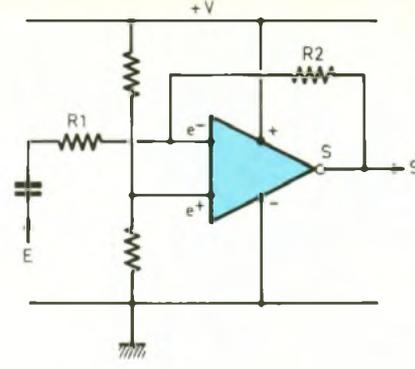
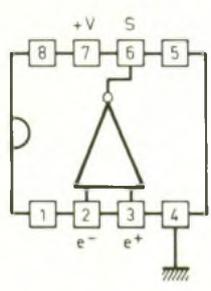
Ce phénomène se produit lorsque la sortie de comptage A de la porte AND I de IC₅ délivre un front négatif, qui correspond précisément à l'avance du compteur, ainsi que nous le verrons au paragraphe suivant.

C'est donc ce moment précis qu'attend la porte AND IV de IC₅, pour transmettre sur sa sortie une impulsion positive par l'intermédiaire de D₅, sur l'entrée de la bascule monostable NOR III et IV de IC₄. Celle-ci délivre alors sur sa sortie une impulsion positive d'une durée de 75 μs qui assure la remise à zéro de la base de temps IC₃. Cette même durée se trouve disponible sur la sortie de la porte NOR III de IC₄, mais sous forme d'impulsion négative, adaptée à la remise à zéro du compteur relié à l'affichage. Cette impulsion négative mémorise par la même occasion la porte AND III de IC₅ qui attend alors sa prochaine sollicitation.

Pour résumer ce paragraphe, on peut donc noter que les opérations cycliques de mesure de la vitesse sont les suivantes :

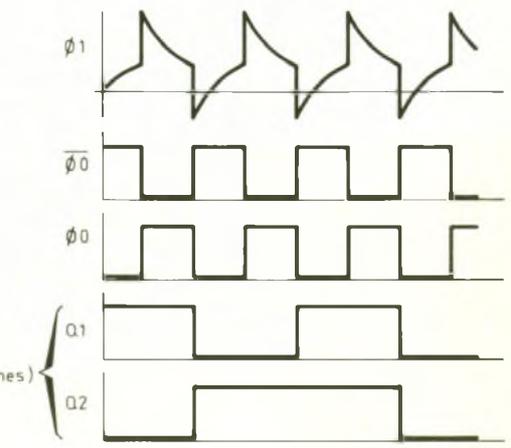
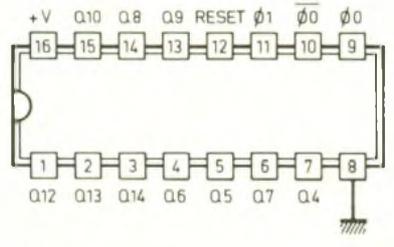
- front positif émis par la sortie Q₁₃ de IC₃ ;
- mémorisation du contenu du compteur relié à l'affichage ;
- remise à zéro de la base de temps et du compteur après une attente de synchronisation dont la durée est variable. Elle dépend en fait de la période de défile-

μA 741

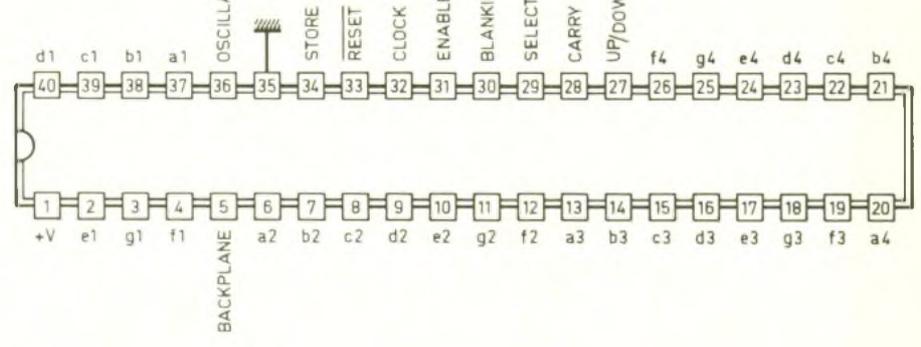


$$\text{Gain} \# \frac{R2}{R1}$$

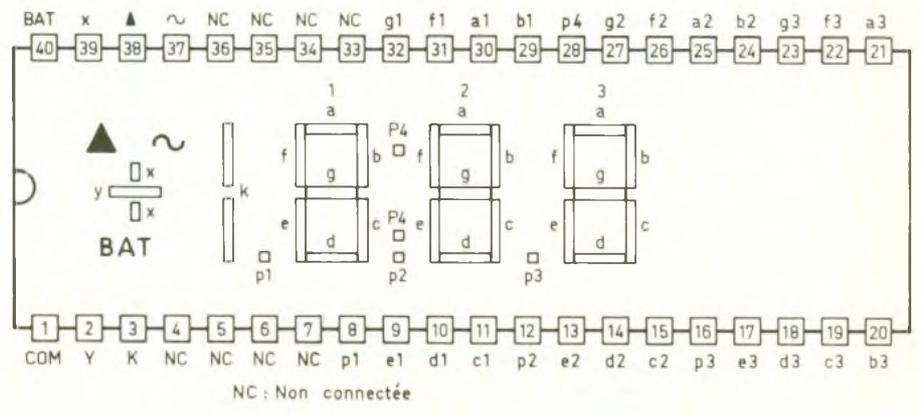
CD 4060



74 C 945



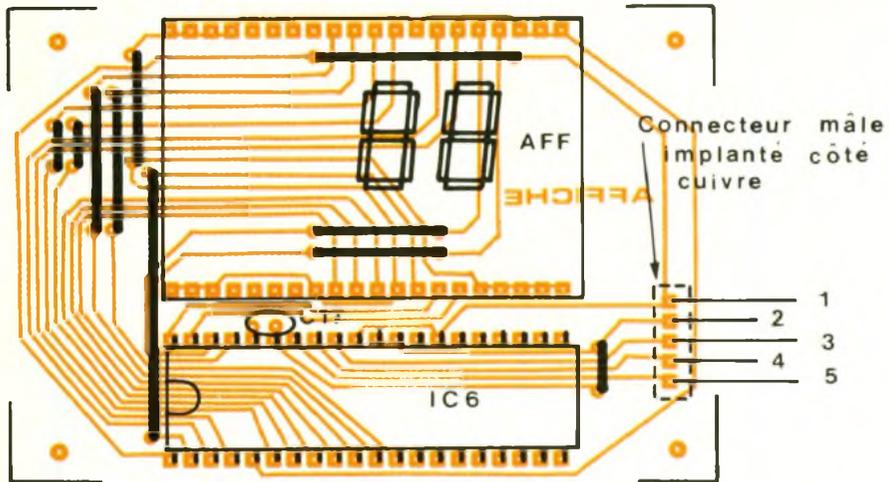
LC 513031 Afficheur à cristaux liquides (3 digits 1/2)



7

C.I. et implantation du module d'affichage.

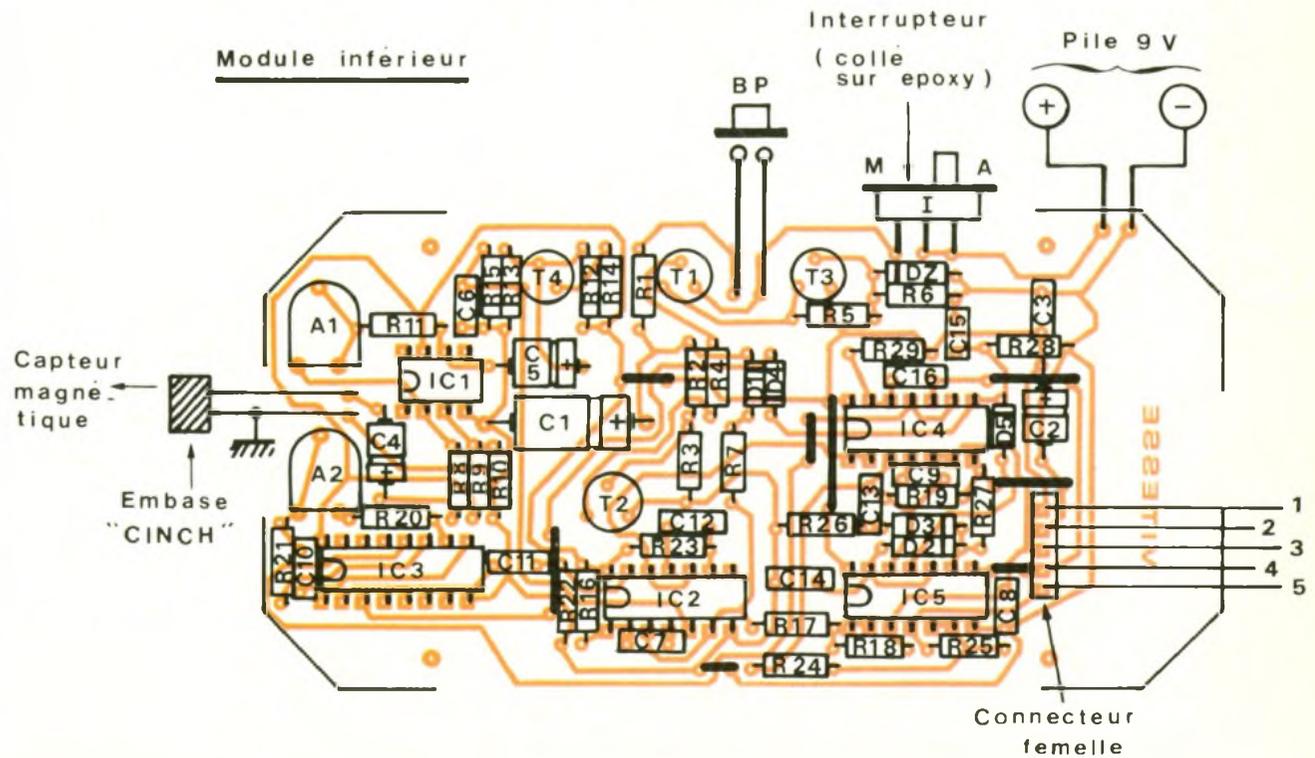
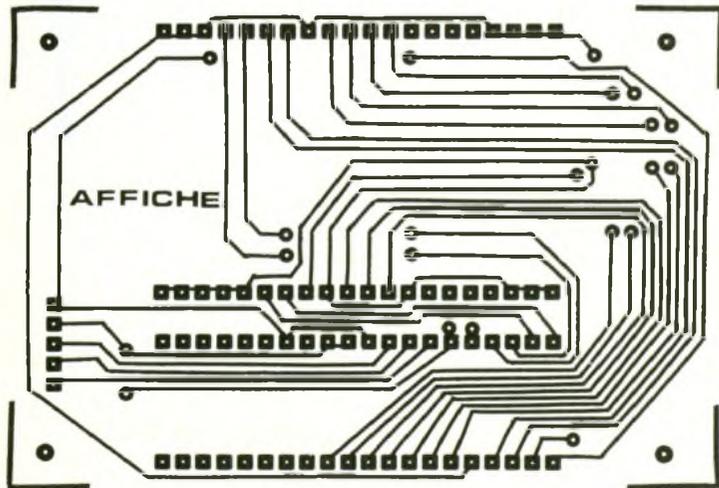
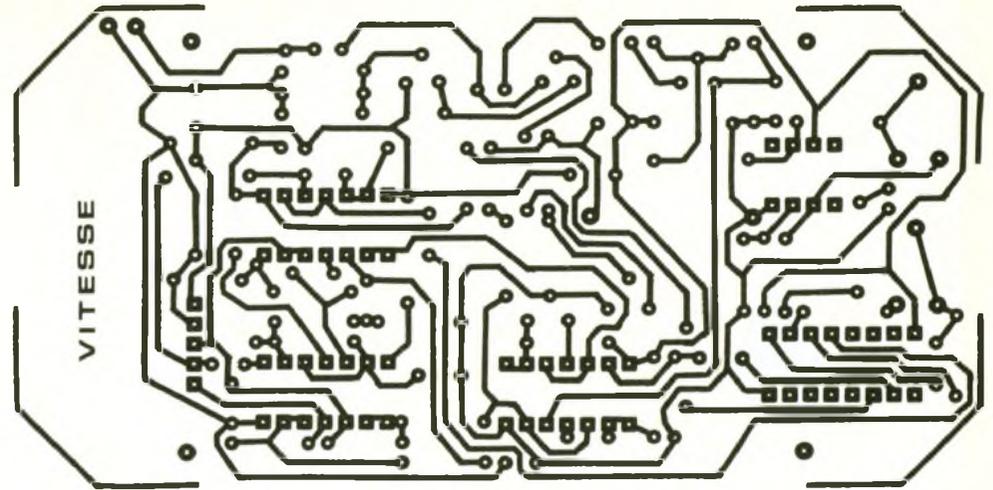
Module supérieur



8

C.I. et implantation du module de traitement de l'information.

Module inférieur



ment des rayons devant le capteur magnétique.

Le cycle se poursuit ainsi indéfiniment.

Enfin, il reste à régler un dernier point. A cause du dispositif de synchronisation, qui, avant de réaliser les remises à zéro de la base de temps et du compteur, attend la venue d'un front négatif émis par le monostable affecté au comptage des rayons (NOR I et II de IC₂), il se pourrait que, dans le cas de l'arrêt du « deux roues », ce signal n'ayant plus lieu, notre indicateur affiche la dernière valeur mesurée de façon permanente. Par exemple 2 ou 3 km/h. Le même problème existe au moment de la mise sous tension de l'appareil, où le compteur afficherait une valeur quelconque sans que la remise à zéro n'intervienne tant que le « deux roues » reste immobile. Grâce à la liaison Q₁₄ → D₄ → entrée du monostable de RAZ, ce problème est résolu. En effet, si la remise à zéro ne se produit pas, la base de temps IC₃ poursuit sa course et, au moment où un état haut apparaît sur Q₁₄, l'ensemble du dispositif est remis à zéro. Cette opération de recours se produit au bout d'une durée correspondant à deux fois la constante de temps normale de déclenchement des opérations cycliques de mesure.

g) Comptage et affichage (fig. 4)

Le compteur IC₆ est 74C945 ; il s'agit d'un circuit intégré extrêmement élaboré. En effet, il est capable de compter, de décompter, de mémoriser, et cela sur quatre étages décimaux. Sa capacité de comptage s'étend donc sur une plage allant de 0000 à 9999. De plus, il comporte des décodeurs 7 segments incorporés. Il est surtout prévu pour être utilisé avec un afficheur à cristaux liquides, c'est la raison pour laquelle il comporte son propre oscillateur incorporé, générant les créneaux alternatifs destinés au bon fonctionnement de ces derniers.

Passons maintenant rapidement en revue le fonctionnement de notre compteur.

1° Les entrées

CLOCK :

Le compteur compte (ou décompte) au rythme des fronts né-

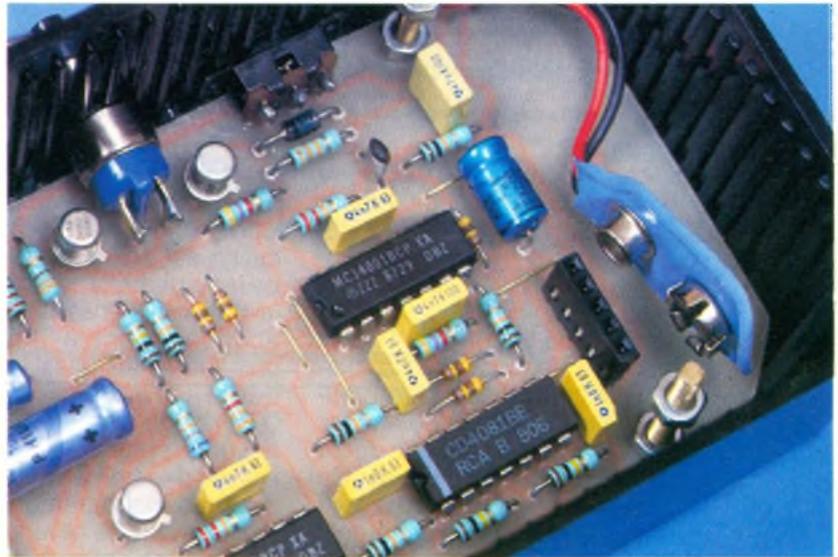


Photo 4 – Aperçu des circuits intégrés CMOS, de faible consommation

gatifs des signaux présentés sur cette entrée.

UP/DOWN :

Si cette entrée est soumise à un état haut, le compteur compte ; si elle est reliée à un état bas, le compteur décompte.

ENABLE :

Cette entrée est généralement à relier à un état haut. Si elle est soumise à un état bas, le compteur cesse de compter : il est neutralisé.

RESET :

C'est l'entrée de remise à zéro du compteur. Elle est normalement soumise à un état haut. Toute impulsion négative, même brève, a pour effet immédiat la remise à zéro du compteur.

STORE :

Il s'agit de la commande de la fonction « mémorisation ». Si cette entrée est soumise à un état bas, les afficheurs reliés aux sorties correspondant à leurs segments respectifs indiquent en permanence la position réelle, interne, des compteurs. Si cette entrée est reliée à un état haut, l'affichage se fige sur la valeur occupée par le compteur au moment précis du front montant présenté sur cette entrée, ce qui n'empêche nullement le comptage interne de poursuivre sa course. Il s'agit donc bien d'une mémorisation.

SELECT :

Si cette entrée est reliée à un état bas, les sorties sont en relation avec le contenu des registres de mémorisation situés en aval des compteurs. Dans le cas où cette entrée est soumise à un état haut, les sorties sont directement

en liaison avec les compteurs eux-mêmes.

BLANKING :

Reliée à l'état bas, cette entrée autorise l'affichage normal des cristaux liquides montés en aval. Si cette entrée est soumise à un état haut, c'est l'extinction volontaire, sans affecter bien sûr le fonctionnement interne du compteur.

OSCILLATEUR :

On peut monter entre cette entrée et le « moins » une capacité, pour diminuer la fréquence délivrée par l'oscillateur interne. En effet, dans le cas général, cette entrée étant laissée en l'air, cette fréquence est de l'ordre de 125 Hz. C'est généralement trop important pour le fonctionnement des afficheurs à cristaux liquides, qui demandent souvent une fréquence de l'ordre de 30 à 50 Hz.

2° Les sorties

Le compteur comporte d'abord $4 \times 7 = 28$ sorties destinées à être reliées aux 4 digits de l'afficheur. Notons que, dans le cas présent, nous utilisons seulement 14 de ces dernières étant donné que, pour des raisons évidentes d'utilisation de notre indicateur pour un « deux roues » la valeur maximale que l'on pourra afficher est 99.

La sortie « BACKPLANE » qui est à relier au commun des segments de l'afficheur, délivre des créneaux dont le niveau logique est toujours l'opposé de celui présent sur les sorties 7 segments. Ainsi, aux bornes d'un

segment sollicité, on observe des crêneaux alternatifs dont la différence, en valeur absolue, de sommet à creux, est égale au double de la tension nominale d'alimentation. Signalons encore que cette dernière est égale à 5 V, pour un bon fonctionnement du compteur.

Pour terminer ce paragraphe, notons que l'afficheur 7 segments à cristaux liquides utilisé comporte en fait 3 digits et demi (le 4^e digit étant limité à l'affichage du chiffre 1) Il comporte en outre d'autres symboles tels des points, les signes + et - ; la figure 6 le décrit avec davantage de détails. On peut noter que seuls 2 digits sont utilisés, et que tous les segments inutilisés sont obligatoirement à relier en « COMMUN ».

III – REALISATION PRATIQUE

a) Circuits imprimés (fig. 7)

Ils sont au nombre de deux : un module inférieur et un module supérieur. Une première méthode de reproduction consiste à appliquer directement les différents éléments de transfert Mecanorma, pastilles et bandelettes, sur la face cuivre, préalablement bien dégraissée, du verre époxy. Une seconde méthode revient à transiter par une phase intermédiaire, à savoir la confection d'un « mylar » transparent. Ce dernier sera ensuite interposé entre l'époxy présensibilité et une source de rayonnement ultraviolet.

Remarquons au passage que la source ultraviolette peut être remplacée par une simple ampoule de 100 W avec une exposition d'une durée de l'ordre de 30 min, à une distance d'environ 25 cm. L'époxy sera ensuite plongé dans un bain révélateur. Après un rinçage à l'eau froide, le cuivre est ensuite gravé dans un bain de perchlorure de fer. Après la gravure, l'ensemble est rincé abondamment à l'eau tiède ; puis toutes les pastilles sont percées à l'aide d'un foret de 0,8 mm de diamètre. Enfin, il est toujours préférable d'étamer les pistes, directement au fer à souder. Indépendamment de l'accroissement de la tenue mécanique et chimique du circuit imprimé, cette méthode présente l'avantage d'un contrôle détaillé des pistes en décelant les éventuelles micro-coupures ou encore les contacts accidentels entre pistes voisines.

b) Implantation des composants (fig. 8)

La règle est toujours la même. On démarre par l'intermédiaire des composants dont l'épaisseur et la plus faible et on termine par ceux dont l'encombrement en hauteur est plus important. En somme, on soude d'abord les straps, les diodes, les résistances et ajustables, les capacités et les transistors. Une exception à cette règle : on plantera les circuits intégrés tout à la fin des opérations en ménageant un

temps de refroidissement suffisant entre deux soudures consécutives sur les broches d'un même boîtier. Les curseurs des ajustables sont à placer en position médiane.

Bien entendu, toutes ces implantations nécessitent un respect absolu et sans faille de l'orientation des différents composants polarisés. Toute erreur à ce niveau est non seulement préjudiciable pour le fonctionnement du montage, mais peut, en plus, être fatale à certains composants.

L'interrupteur à glissière peut être collé directement sur l'époxy et relié aux pastilles correspondantes à l'aide de straps.

La mise en œuvre de connecteurs mâle et femelle simplifie considérablement le montage final tout en apportant davantage de fiabilité que les traditionnels fils isolés.

c) Montage du boîtier (fig. 9a)

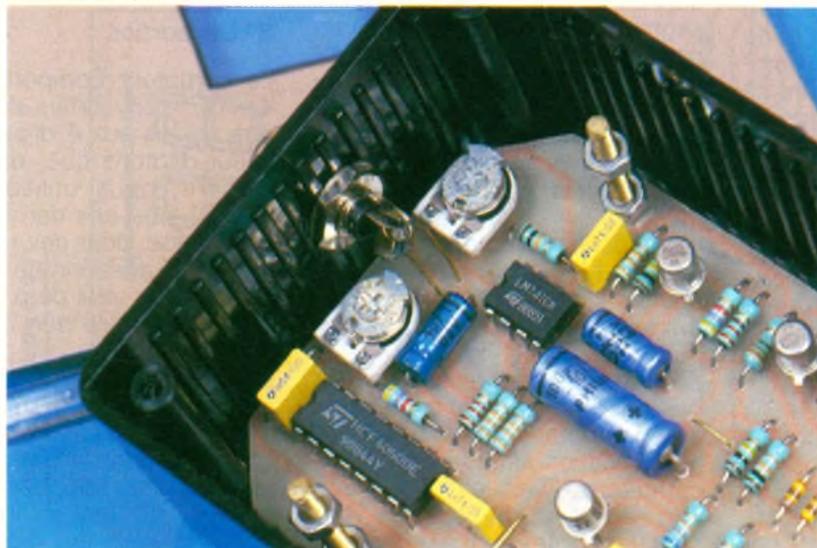
Le module inférieur étant monté et fixé à l'aide de vis à tête fraisée de 3 mm de diamètre, on passera au montage de l'étage supérieur en se servant des écrous pour former les entretoisements nécessaires. Bien entendu, auparavant, il aura fallu pratiquer les ouvertures nécessaires au passage du bouton de commande de l'interrupteur à glissière, de l'embase CINCH et du bouton-poussoir de mise en marche. Ces deux éléments doivent être montés avant la fixation du module supérieur.

L'écartement entre les deux modules est défini par les hauteurs cumulées des connecteurs mâle et femelle.

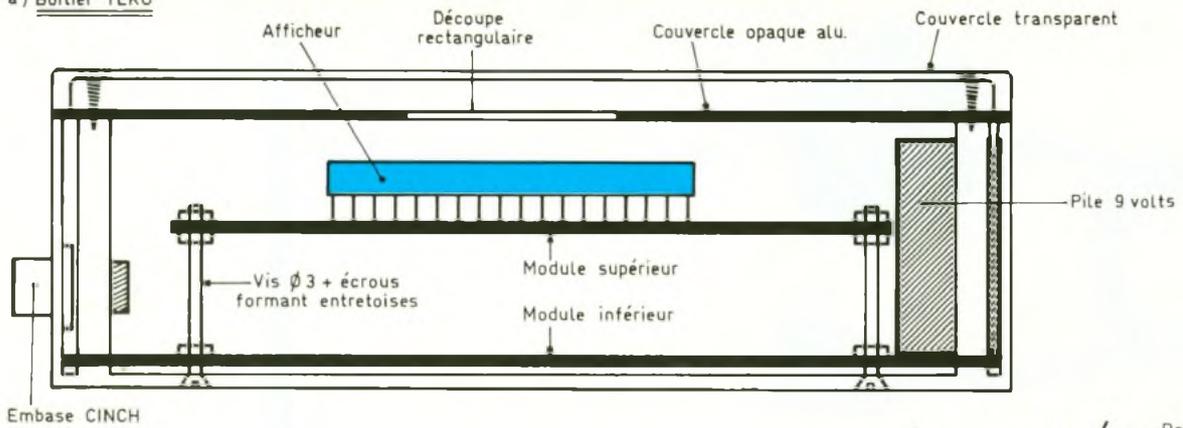
Une découpe rectangulaire est à pratiquer dans le couvercle opaque en aluminium afin de permettre la lecture des deux digits intéressés de l'afficheur.

Il ne reste plus qu'à brancher la pile. Déjà à ce niveau, en fermant l'interrupteur et en appuyant sur le bouton-poussoir, on peut voir apparaître la valeur « 00 » au niveau de l'afficheur. L'affichage disparaîtra de nouveau au bout d'une trentaine de secondes environ, conformément aux explications données au chapitre précédent.

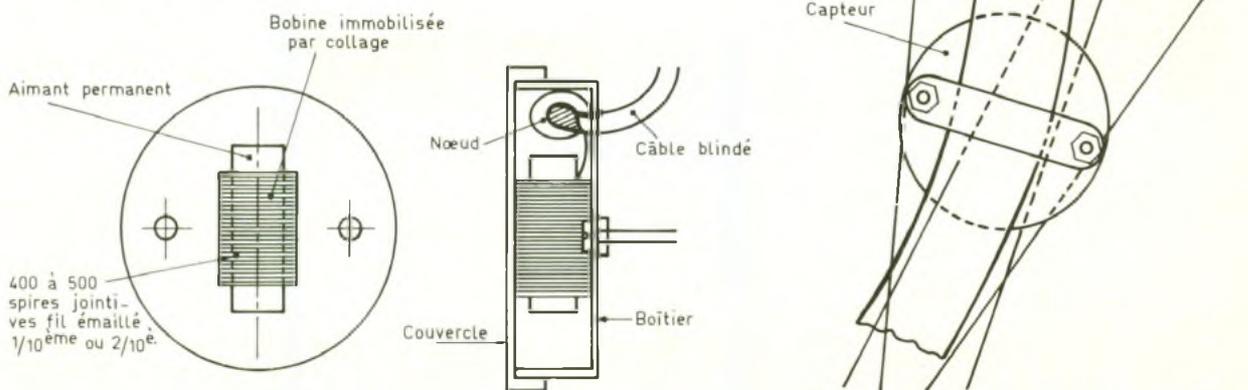
Photo 5. – Les deux ajustables assurant les réglages de la sensibilité et de la base de temps.



a) Boîtier TEK0



b) Capteur magnétique



d) Réalisation du capteur magnétique (fig. 9b)

La partie principale est un aimant permanent droit qui est vendu pour la commande des ILS. Afin de ne pas diminuer le rendement magnétique du capteur, il est préférable d'enlever son enrobage plastique qui créerait un entre-fer supplémentaire entre bobinage et noyau. Le bobinage est réalisé directement sur le noyau à l'aide de fil émaillé de 1 ou de 2 dixièmes de millimètre. L'auteur a ainsi réalisé une bobine de 400 à 500 spires jointives en trois couches. L'ensemble ainsi constitué a été collé dans le fond d'un boîtier cylindrique en matière palstique. Après le montage de deux vis de fixation et le passage du fil blindé immobilisé du côté intérieur par un nœud, on fixe le couvercle par un collage étanche.

La même étanchéité doit d'ailleurs être obtenue au niveau du passage du fil blindé. Enfin, il est nécessaire de se rappeler de

l'orientation du noyau ; une méthode consiste par exemple à orienter ce dernier perpendiculairement à la droite qui joint les centres des deux vis. En effet, lorsque le capteur sera monté sur la fourche du « deux roues », il est indispensable, pour obtenir un bon rendement, que les rayons défilent parallèlement au noyau magnétique, devant le capteur. La distance entre la face du boîtier circulaire contre laquelle est collé le bobinage et les

rayons ne doit pas dépasser trois à quatre millimètres pour une bonne détection, même à faible vitesse.

e) Tarage (fig. 10)

En règle générale, le curseur de l'ajustable A_1 , placé en position médiane, assure une amplification suffisante. Au besoin, elle peut être légèrement augmentée en tournant le curseur dans le sens des aiguilles d'une montre.

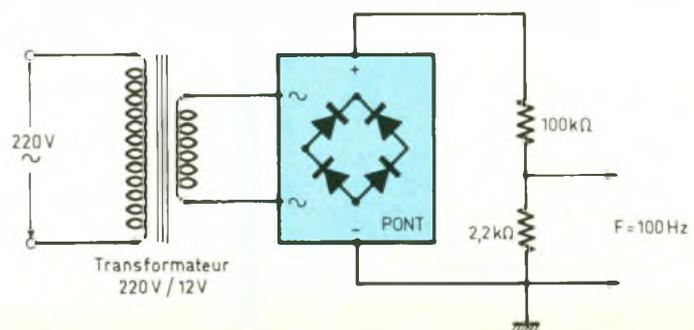




Photo 6 – Le capteur magnétique composé d'une bobine de 400 à 500 spires jointives.

Il reste à effectuer le tarage de l'indicateur grâce au petit montage annexe indiqué en figure 10. En effet, aux bornes de la résistance de 2,2 k Ω , on relève des impulsions de 100 Hz... gracieusement fournies par l'EDF. Il s'agit maintenant de relever exactement le développement de la roue sur laquelle est installé le capteur. Une fois le pneu gonflé à sa valeur normale, on peut par exemple mesurer la longueur parcourue par dix tours de roue pour une meilleure précision. On peut même effectuer cette mesure avec l'intéressé assis sur la selle pour tenir compte de l'écrasement du pneu, en se faisant aider dans ce cas par un ami. Si « d » est le développement de la roue exprimé en mètres et si « n » est le nombre de rayons de cette roue, pour une fréquence de 100 Hz de défilement des rayons devant le capteur, la roue tournerait à une vitesse de :

$$\frac{100 \times 2}{n} = \frac{200}{n} \text{ t/s}$$

ce qui correspond à une vitesse linéaire de :

$$\frac{200 \times d}{n} \text{ m/s}$$

soit :

$$\frac{200 \times d \times 3\,600}{n} \text{ m/h}$$

$$\text{ou encore : } \frac{720 \text{ d}}{n} \text{ km/h}$$

Par exemple, pour un développement de 2,19 m avec une roue de 36 rayons, la vitesse correspondant à une fréquence de tarage de 100 Hz est ainsi égale à :

$$\frac{720 \times 2,19}{36} = 43,8 \text{ km/h}$$

L'indicateur, dont l'embase CINCH aura été reliée à la vitesse de 2,2 k Ω du montage auxiliaire de tarage, devra alors indiquer 44 km/h. Pour obtenir cette valeur, il suffit d'agir sur le curseur de l'ajustable A₂ : la valeur augmente si on le tourne dans le sens des aiguilles d'une montre. Votre indicateur est maintenant parfaitement taré et adapté à votre « deux roues » ; il indiquera alors la valeur de vos performances avec toute la précision requise.

Robert KNOERR

LISTE DES COMPOSANTS

a) Module inférieur

8 straps (5 horizontaux, 3 verticaux)

R₁ : 330 Ω (orange, orange, marron)

R₂ : 100 k Ω (marron, noir, jaune)

R₃ : 68 k Ω (bleu, gris, orange)

R₄ : 10 k Ω (marron, noir, orange)

R₅ : 4,7 k Ω (jaune, violet, rouge)

R₆ : 33 k Ω (orange, orange, orange)

R₇ : 3,3 k Ω (orange, orange, rouge)

R₈ : 2,2 k Ω (rouge, rouge, rouge)

R₉ et R₁₀ : 2 \times 33 k Ω (orange, orange, orange)

R₁₁ : 10 k Ω (marron, noir, orange)

R₁₂ : 4,7 k Ω (jaune, violet, rouge)

R₁₃ : 100 k Ω (marron, noir, jaune)

R₁₄ : 220 Ω (rouge, rouge, marron)

R₁₅ et R₁₆ : 2 \times 33 k Ω (orange, orange, orange)

R₁₇ : 10 k Ω (marron, noir, orange)

R₁₈ : 100 k Ω (marron, noir, jaune)

R₁₉ et R₂₀ : 2 \times 4,7 k Ω (jaune, violet, rouge)

R₂₁ : 470 k Ω (jaune, violet, jaune)

R₂₂ : 33 k Ω (orange, orange, orange)

R₂₃ : 22 k Ω (rouge, rouge, orange)

R₂₄ : 10 k Ω (marron, noir, orange)

R₂₅ : 100 k Ω (marron, noir, jaune)

R₂₆ à R₂₈ : 3 \times 10 k Ω (marron, noir, orange)

R₂₉ : 22 k Ω (rouge, rouge, orange)

A₁ : ajustable 1 M Ω , implantation horizontale, pas de 5,08

A₂ : ajustable 47 k Ω , implantation horizontale, pas de 5,08

D₁ à D₅ : 5 diodes-signal 1N4148, 1N914

D₂ : diode Zener de 5,6 V/1,3 W

C₁ : 100 μ F/10 V électrolytique

C₂ : 47 μ F/10 V électrolytique

C₃ : 47 nF milfeuill

C₄ : 4,7 μ F/10 V électrolytique

C₅ : 2,2 μ F/10 V électrolytique

C₆ : 4,7 nF/10 V milfeuill

C₇ : 0,1 μ F milfeuill

C₈ : 1 nF milfeuill

C₉ : 4,7 nF milfeuill

C₁₀ : 1,5 nF milfeuill

C₁₁ à C₁₃ : 3 \times 4,7 nF milfeuill

C₁₄ : 1 nF milfeuill

C₁₅ : 47 pF céramique

C₁₆ : 4,7 nF milfeuill

T₁ : transistor PNP 2N2907

T₂ et T₃ : 2 transistors NPN BC108, 109, 2N2222

T₄ : transistor PNP 2N2907

IC₁ : μ A 741 (amplificateur opérationnel)

IC₂ : CD 4001 (4 portes NOR à 2 entrées)

IC₃ : CD 4060 (compteur binaire à 14 étages et à oscillateur incorporé)

IC₄ : CD 4001 (4 portes NOR à 2 entrées)

IC₅ : CD 4081 (4 portes AND à 2 entrées)

Connecteur femelle de 5 broches
Interrupteur à glissière (monopolaire, miniature)

b) Module supérieur

10 straps (3 horizontaux, 7 verticaux)

C₁₇ : 22 pF, céramique

IC₆ : 74 C 945 (quadruple compteur-décodeur 7 segments à cristaux liquides)

AFF : afficheur à cristaux liquides (3,5 digits) LC 513 031

Support pour circuit imprimé 40 broches (IC₆)

2 barrettes tulipe de 20 broches (pour afficheur)

Connecteur mâle de 5 broches

c) Divers

Aimant permanent + fil émaillé (1 à 2 dixièmes) voir texte

Câble blindé (1 fil + blindage)

Fiche mâle CINCH

Embase femelle CINCH

Bouton-poussoir à contact travail

Coupleur de pile

Pile de 9 V (50 \times 25 \times 15)

Boîtier Teko série « Coffre transparent » 2 TP (125 \times 70 \times 39)

LA TECHNOLOGIE AU COLLEGE (IV)



A présent que les résistances et condensateurs électrochimiques vous sont devenus familiers, nous vous présentons dans ce quatrième volet un nouveau module.

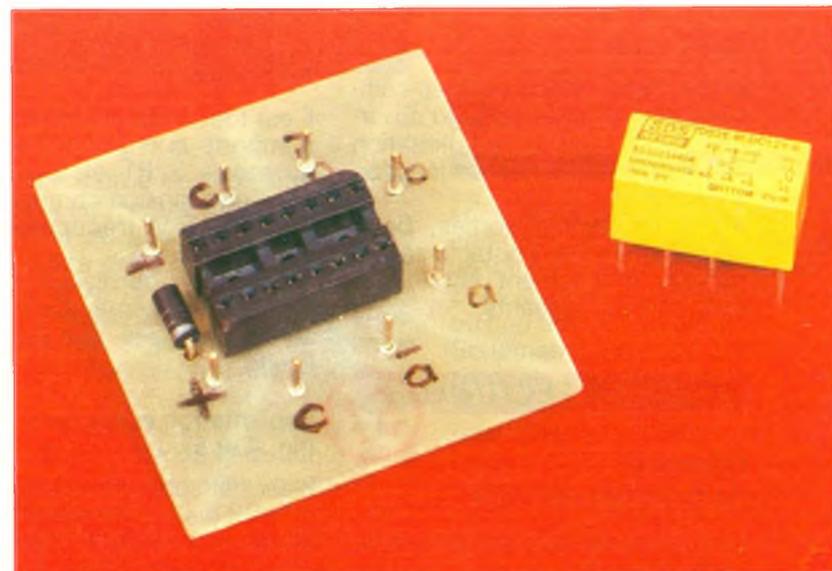
MONTAGE N° 2 PLAQUE RELAIS

Le montage proposé ce mois-ci correspond, comme pour la plaque minuterie, à l'un des kits étudiés dans la mallette de technologie Technotronic fabriquée par la société Pierron. La particularité du système Technotronic repose sur l'utilisation du bloc de jonction, breveté par l'auteur, permettant un assemblage sans fils des éléments constitutifs d'un montage (composants divers, kits, autres montages).

La plaque relais n'est pas, à proprement parler, un montage électronique puisqu'elle fait essentiellement appel à un élément d'électromécanique. Nous nous rendons compte cependant, bien vite, de sa très grande utilité et de son extrême facilité d'emploi.

Définition des besoins

Nous aurons souvent besoin, lors de nos réalisations électroniques, de commander des courants continus ou alternatifs relativement importants ou bien diverses tensions plus ou moins élevées. L'emploi de transistors ou autres semi-conducteurs peut généralement résoudre notre problème.



Cependant, l'utilisation d'un relais possède le grand avantage de simplifier les calculs ou les essais de mise au point, ce qui, pour nous, débutants, est loin d'être négligeable.

Cahier des charges

Désignation du produit :

Plaque relais.

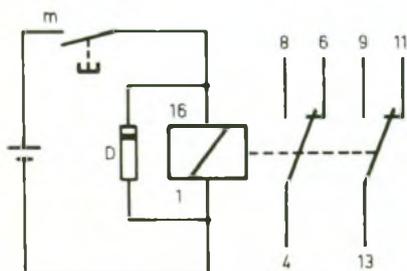
Caractéristiques

Eu égard au composant de commande, les caractéristiques du

montage reposent essentiellement sur les caractéristiques du relais.

Quel relais utiliser ?

● La figure 1 nous apprend qu'il s'agit d'une modèle 2RT. (2 contacts « repos » et 2 contacts « travail » : voir explications.) Concernant la tension d'alimentation, vous pourrez prendre au choix un bobinage fonctionnant sur 6 V ou sur 12 V. A titre indicatif, le relais présenté est un modèle 12 V, mais qui



1 Le module proposé supporte un relais accompagné d'une diode de roue libre.

2 Liste des composants nécessaires pour la réalisation du module.

Repérage	Désignation	Valeur	Observations
D	Diode	1N4001	
	Support circuit intégré	16 pattes	Permet l'utilisation du relais dans un autre montage.
	relais	6 V ou 12 V	Subminiature montable sur support CI 16 p
	8 picots cylindriques		Bobinage parfois polarisé

fonctionne parfaitement avec une pile 9 V, type 6F22.

- La plaque relais est directement utilisable dans un montage électronique. En effet, la force électromotrice d'auto-induction, créée par le bobinage du relais (préjudiciable pour les semi-conducteurs), est court-circuitée par la diode D.

- Les liaisons vers l'extérieur (bobinage, contacts) sont assurées par des picots ou des cosses poignard sur lesquels s'enfilent des cosses adaptées, soudées sur les fils de liaison.

Contraintes

- Les picots seront soudés suffisamment éloignés du bord du circuit afin de permettre l'utilisation éventuelle des blocs de jonction « Pierron ».

- Les différentes sorties, bobinage, nature des contacts seront repérés directement sur le circuit, côté composants.

DOSSIER TECHNIQUE

Principe de fonctionnement

Le fonctionnement très simple de ce montage est présenté à l'aide du grafcet de la figure 3.

Fabrication

Tous les conseils de réalisation indiqués précédemment restent, bien entendu, valables pour la fabrication de la plaque relais.

Réalisation du circuit imprimé

Quelle que soit la méthode choisie, il est vivement conseillé d'utiliser, pour le circuit du support du relais, des pastilles « transfert » du type Mécanorma afin d'obtenir le positionnement parfait (au pas de 2,54 mm) des 16 trous à effectuer.

Remarque

Il est tout à fait possible d'utiliser n'importe quel autre relais ayant au moins 2 RT et fonctionnant sous une tension comprise entre 5 V et 15 V (récupération ou fond de tiroir...)

A vous alors de réaliser le dessin du circuit imprimé. Cela ne présente, avouez-le, que peu de difficulté.

Implantation et soudure (fig. 4 et 5)

Placez et soudez le support de CI et les 8 picots. **Ne soudez pas la diode** pour l'instant. Attendez en effet d'avoir réalisé l'expérience 3.

Essais de fonctionnement (fig. 6)

Nos essais de conformité seront bien simples. Il suffit de vérifier le fonctionnement du relais décrit par le grafcet.

Branchons l'ampoule L : 6 V/100 mA sur la sortie « travail » des premiers contacts et la DEL (bien polarisée !) sur la sortie « repos » des seconds contacts.

Nota : les éléments extérieurs (bouton-poussoir, DEL, ampoule) ont été réalisés avec la plaque fonction minuterie.

PRINCIPALES CARACTERISTIQUES DES RELAIS ELECTRO-MAGNETIQUES

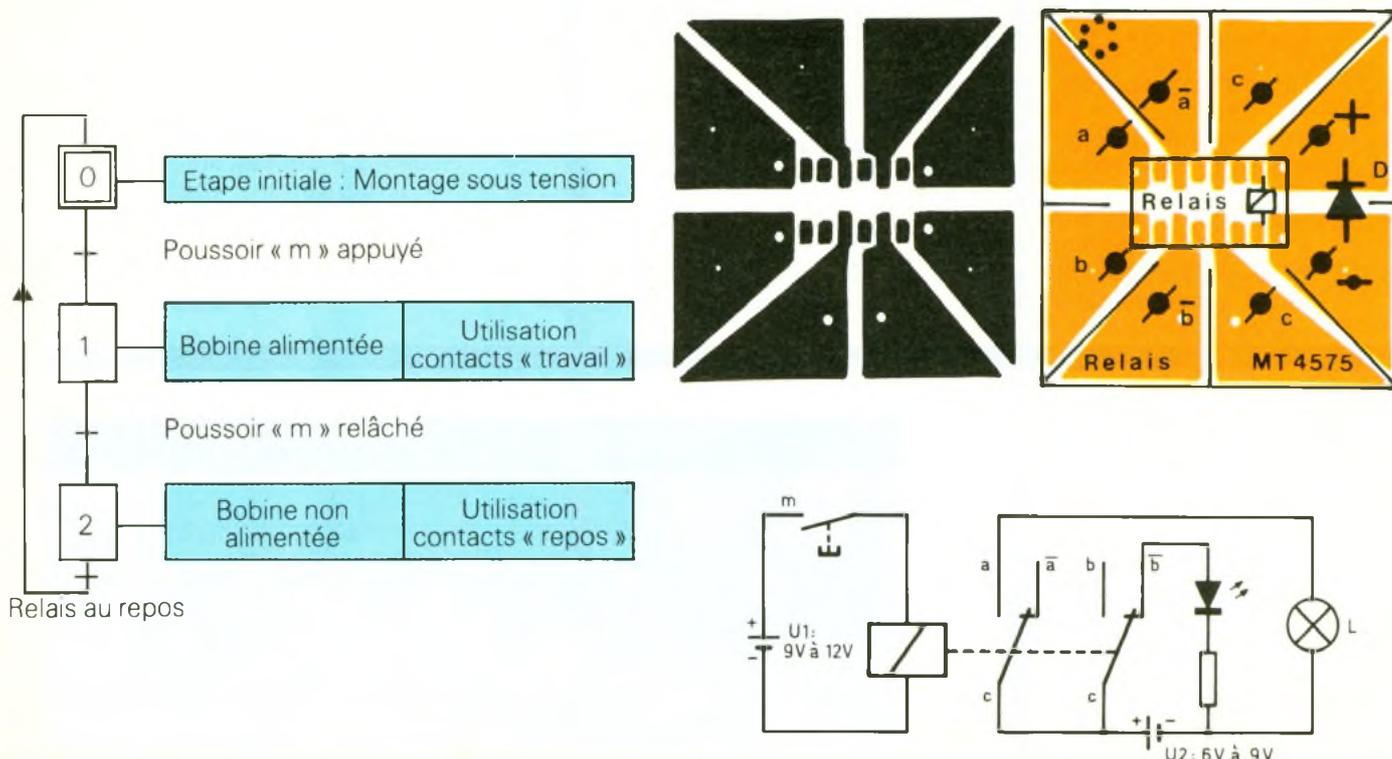
Contacts repos et contacts travail

Expérience 1

Matériel nécessaire :

- Déjà construit : bouton-poussoir à fermeture, ampoule (100 mA ou 300 mA)

- A construire : bouton-poussoir à ouverture (réalisation semblable à celle du bouton-poussoir à fermeture)



3 Le contenu des cases représente les différentes actions et les tirets, ce qui les provoque.

4-5 Le circuit imprimé et l'implantation. **ATTENTION, ceux-ci seront fonction du brochage du relais.**

6 le relais au repos, la DEL s'allumera. Lors de l'appui sur « m », l'ampoule « L » s'allumera.

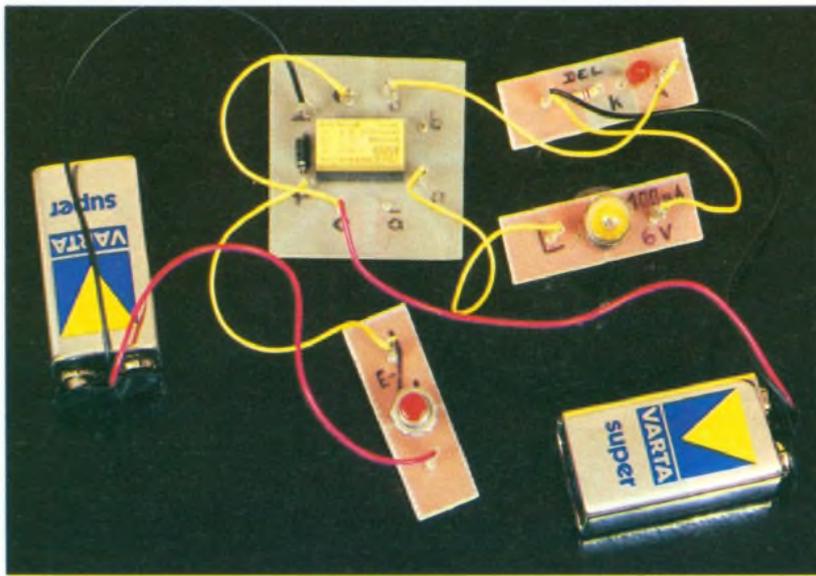


Photo 2 - Réalisation pratique du montage de la figure 6

Un peu de logique

Réalisons les deux montages A et B (fig. 7a et 7b) et observons les tables de vérité complétées en utilisant les règles suivantes (fig. 8) :

La partie gauche du tableau (l'entrée) indique l'état physique de la manière suivante :

- par un 1 si l'on appuie sur le bouton-poussoir ;
- par un 0 si l'on n'appuie pas sur le bouton-poussoir.

La partie droite du tableau (la sortie) indique l'état électrique de la manière suivante :

- par un 1 si l'ampoule est allumée ;
- par un 0 si l'ampoule est éteinte.

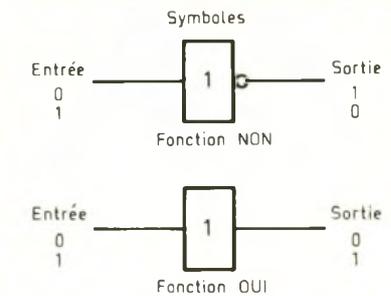
Bien que semblables extérieurement, les deux boutons-poussoirs n'en sont pas moins fondamentalement différents. Cette différence révélée par les deux tables de vérité dépend de la nature

même de ces poussoirs, de leur conception technologique.

Pour un poussoir à fermeture, il suffira donc d'appuyer pour que le courant puisse circuler, contrairement au poussoir à ouverture pour lequel le courant sera interrompu si on l'actionne. Il faut donc dans un schéma pouvoir différencier le poussoir à fermeture noté « a » (ou toute autre lettre) du poussoir à ouverture noté « à » (ou toute autre lettre surmontée d'une barre) et qui se prononce « a barre » (voir schémas des montages A et B).

Et le relais, alors ?

Eh bien ! à son niveau, nous retrouvons exactement les mêmes contacts, mais associés. Le contact à fermeture s'appellera contact travail et le contact à ouverture, contact repos. L'écriture a et a, b et b... suit les mêmes règles que pour les boutons-pous-



Entrée	Sorties			
	ampoule		DEL	
	a	a	b	b
0	0	1	0	1
1	1	0	1	0

soirs. Nous pouvons comme précédemment dresser la table de vérité, l'entrée étant à « 1 » ou à « 0 » suivant la mise sous tension ou non de la bobine (fig. 9).

Schémas : tous les schémas à contacts sont toujours représentés dans leur position au repos (état physique 0 pour les poussoirs, bobine à 0 pour les relais).

Remarque : il serait dommage de réaliser les montages A et B sans introduire les fonctions logiques associées (fig. 10). Ainsi, avec la table de vérité du montage B, nous voyons que l'état de la sortie est toujours l'inverse de celui de l'entrée. Ce montage qui, systématiquement, donne 1 en sortie lorsque l'entrée est à 0, et inversement, nous fait découvrir la fonction logique « NON ». Il ne vous sera pas difficile d'étudier de la même manière le montage A et d'en déduire la fonction logique associée.

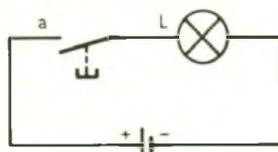
FICHE TECHNIQUE DU RELAIS ELECTRO-MAGNETIQUE

Qu'est-ce qu'un relais ?

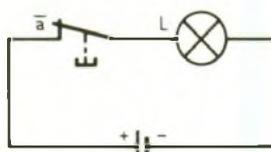
Un relais électromagnétique se décompose en deux parties :

- Une partie « commande » assurée par le bobinage.
- Une partie « utilisation » groupant un certain nombre de contacts.

La liaison entre les deux parties étant uniquement magnétique, les utilisations possibles des contacts sont très variées, et cela, sans aucune incidence sur la partie commande (fig. 11).



Montage A



Montage B

Table de vérité du montage A	
Poussoir à fermeture	Ampoule
0	0
1	1
Etat physique	Etat électrique
ENTREE	SORTIE

Table de vérité du montage B	
Poussoir à ouverture	Ampoule
0	1
1	0
Etat physique	Etat électrique
ENTREE	SORTIE

7 7a - montage A : poussoir à fermeture
7b - montage B : poussoir à ouverture.

8 Tables de vérité des montages A et B

Limites d'utilisation

Si les possibilités d'utilisation sont nombreuses, il faut quand même savoir qu'un relais à un **pouvoir de coupure** qu'il ne faut pas dépasser.

Le pouvoir de coupure se caractérise par la tension et l'intensité maximales d'un circuit que les contacts peuvent ouvrir ou fermer.

Les contacts de notre relais peuvent être utilisés sous une tension maximale de ... V avec une intensité maximale de ... A.

Circuit de commande

La partie « utilisation » du relais est donc pratiquement universelle pour nos applications en basse tension, mais quelles sont les caractéristiques de la partie « commande » ?

La bobine du relais nécessite-t-elle un fort courant ? (La résistance est-elle donc faible ?)

Nous pouvons répondre en mesurant le courant à l'aide d'un ampèremètre lorsque le relais est actionné ou nous pouvons également mesurer la résistance du bobinage à l'aide d'un ohmmètre.

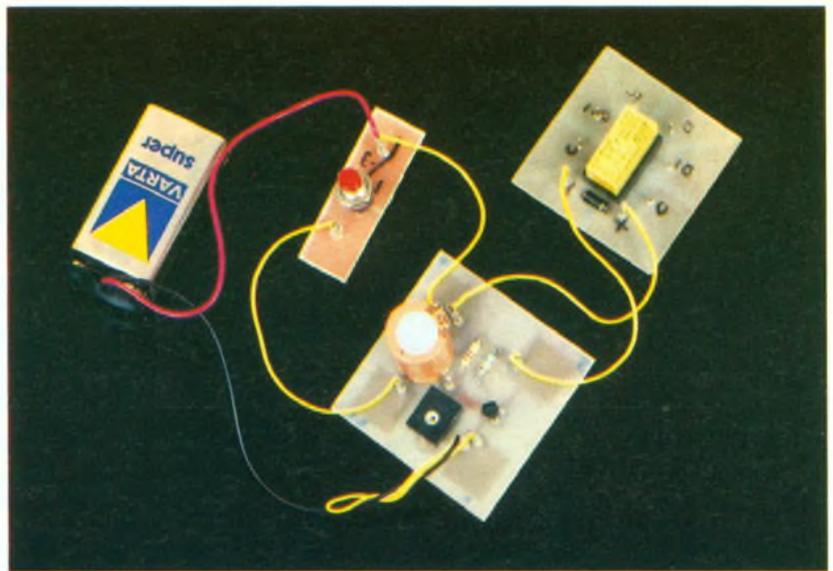


Photo 3. – Le module Relais, associé à la plaque Fonction minuterie.

D'une façon plus expérimentale, nous allons procéder par comparaison avec deux éléments qui nous sont désormais familiers (la diode DEL et l'ampoule de 100 mA-6 V) et en se reportant, pour ceux qui auraient oublié, aux explications relatives aux résistances montées en série (voir les précédents numéros d'E.P.).

Expérience 2

Nous allons brancher, successivement, le relais, correctement polarisé, en série avec la diode DEL d'une part et l'ampoule de 100 mA-6 V d'autre part (fig. 12 et 13).

Dans le premier montage, la diode DEL s'allume (le relais ne « bouge » pas). Dans le deuxième montage le relais est actionné sans que l'ampoule ne s'allume. Le courant de commande du relais est donc compris entre 10 mA (DEL) et 100 mA (ampoule).

La force électromotrice d'auto-induction

Expérience 3

● La diode D n'étant toujours pas soudée et le relais étant actionné, placez les doigts mouillés sur les extrémités de la bobine (bornes 1 et 16) et coupez l'alimentation : vous ressentez un choc **désagréable** !

● Placez la diode DEL avec la résistance en parallèle sur la bobine :

– La diode est branchée dans le sens passant (anode au +). Que se passe-t-il ?

La diode DEL s'allume lorsque le relais est actionné, servant ainsi de témoin de fonctionnement.

– La diode est branchée, cette fois, dans le sens bloquant (cathode au +). Que se passe-t-il ?

La diode DEL s'allume un court instant à l'ouverture du circuit, prouvant, comme en « a », qu'une brusque tension a été créée. En revanche, étant donné le branchement de la DEL, nous remarquons que cette tension est inversée par rapport à l'alimentation.

Cette tension inverse qui peut atteindre plusieurs milliers de volts est créée par le bobinage lors de l'interruption de l'alimentation. Un tel phénomène est indispensable dans le fonctionnement des moteurs à essence : les vis platines coupent régulièrement le + 12 V aux bornes de la bobine, créant ainsi de très fortes tensions inverses qui, appliquées sur les bougies, provoquent les étincelles nécessaires à l'explosion du mélange air + carburant. En électronique, en revanche, cette force électromotrice d'auto-induction doit être supprimée afin d'éviter la destruction des semi-conducteurs.

Expérience 4

Refaites les montages mettant en évidence la tension inverse, mais en ajoutant la diode D en parallèle sur la bobine (utilisez des pinces crocodile). Celle-ci sera branchée avec la cathode au « + » (voir schéma fig. 1).

Francis BERNARD

Dans le cas d'un relais polarisé, la diode de roue libre « d » n'a plus lieu d'être car celle-ci se trouve déjà intégrée à l'intérieur du boîtier.

(Enseignant au lycée Pierre Mendès-France à Tunis), Electronique Pratique, 2 à 12, rue de Bellevue, 75019 Paris.

11

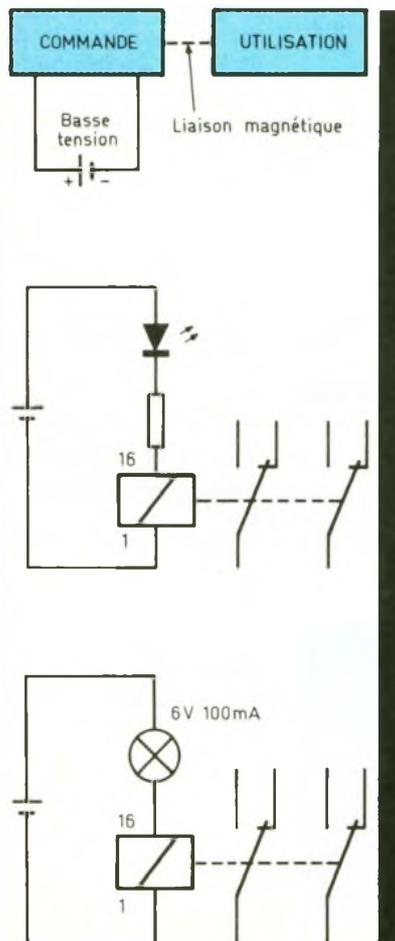
Symbolisation des éléments composant un relais.

12

La diode LED s'allume mais le relais ne colle pas.

13

Le relais colle tandis que l'ampoule ne brille pas.



CLAP CONTROL



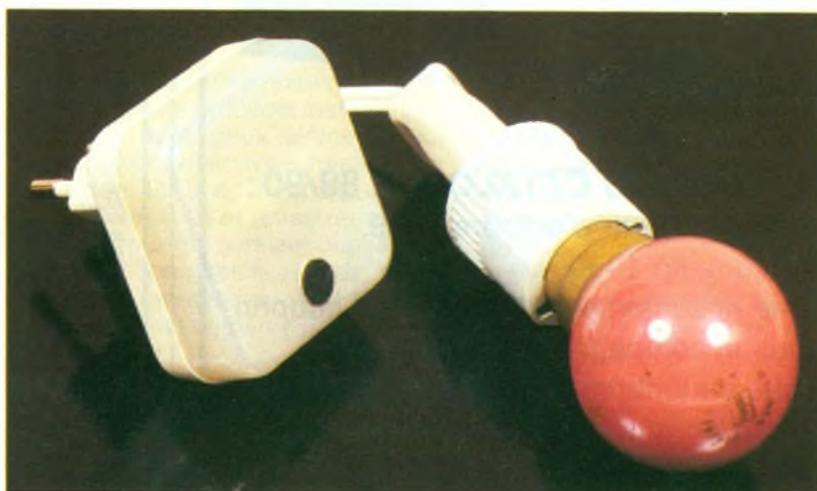
Ce petit gadget miniature, à l'allure sympathique a une oreille qui n'attend que vos claquements de doigts pour allumer ou éteindre la lumière.

SYNOPTIQUE (fig. 1)

Il dévoile le principe utilisé. Les bruits secs seront d'abord amplifiés, puis une bascule permettra ou non la commande impulsionnelle d'un triac qui commandera la charge. L'alimentation de cet ensemble proviendra bien sûr du secteur, mais sera réalisée ici très simplement pour éviter l'encombrement d'un transformateur.

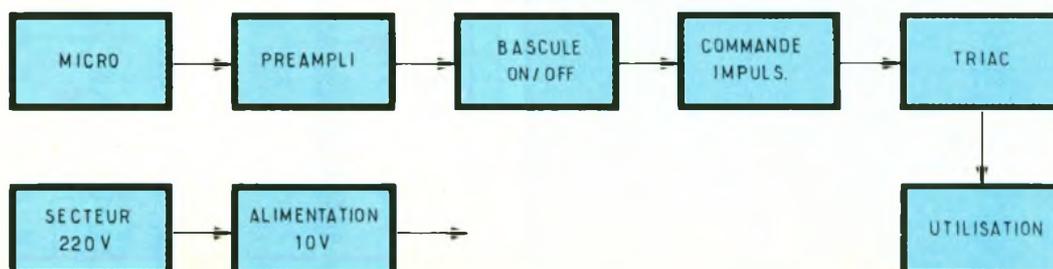
SCHEMA DE PRINCIPE (fig. 2)

Il découle d'un désir de miniaturisation tout en conservant des composants ultra-courants et très peu chers. Les bruits, captés par un petit micro électret, sont envoyés à travers C_1 sur la base du transistor qui est maintenue par la résistance R_1 de très forte valeur à la limite de conduction, assurant ainsi un niveau négatif sur les entrées des portes A et B. Lors d'un signal dont l'amplitude dépendra de l'ajustable connecté en parallèle sur R_3 dans la ligne négative du micro, T_1 se bloque permettant à R_2 d'appliquer un niveau positif aux portes A/B qui actionnent ensuite la bascule constituée des portes C et D. Celle-ci change donc d'état et la sortie 11 commandera à travers D_1 les transistors suivants. Pour comprendre le fonctionnement



de cet ensemble, il est intéressant de consulter la figure 5 où sont indiqués les niveaux présents consécutifs au basculement. La paire C_2/C_3 permet un positionnement correct de la bascule et ils introduisent aussi grâce aux résistances R_4/R_5 un léger retard contre les déclenchements rapides, pouvant créer des oscillations de la charge. Le triac est commandé en impulsions par les deux transistors T_2/T_3 à travers le condensateur C_4 qui se charge et se décharge au rythme des commutations créées par les transistors polarisés par la résistance R_6 .

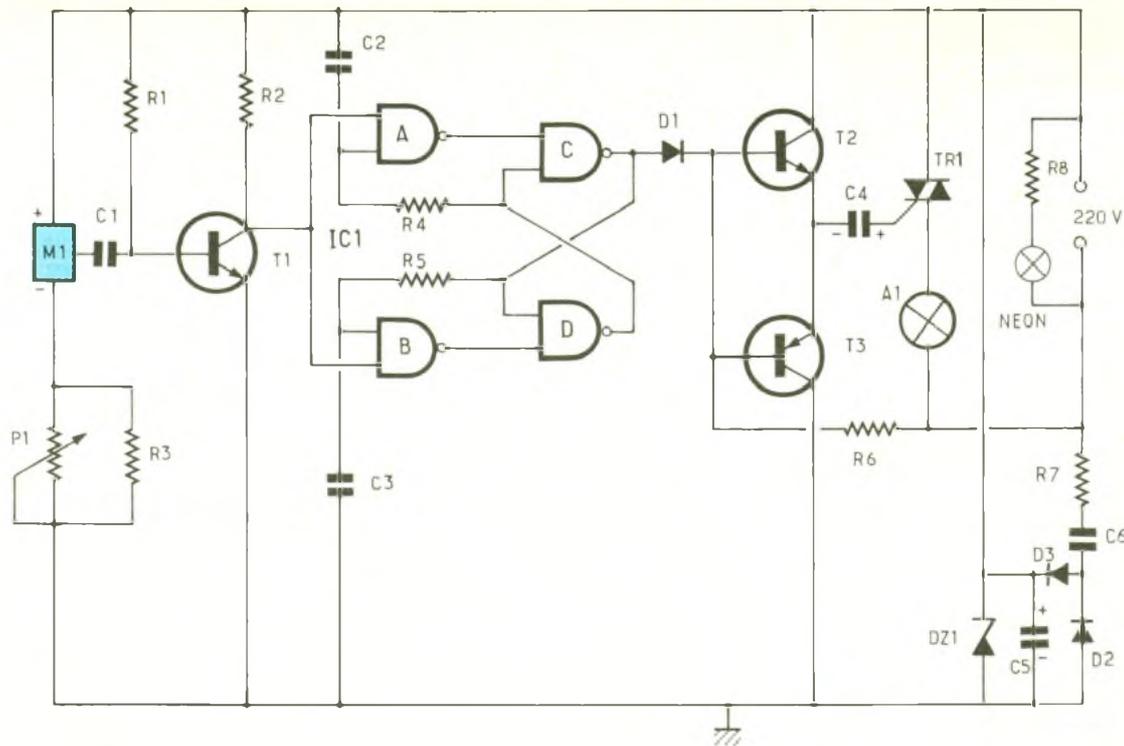
Cette façon de procéder offre l'avantage d'une consommation très réduite. La charge reliée au triac sera donc alimentée en permanence à la seule condition que la diode D_1 soit bloquée. Dans le cas contraire, la commande du triac est inhibée. Comme annoncé, l'alimentation secteur se passe de transformateur. La basse tension nécessaire s'obtient grâce à C_6 qui joue le rôle de réducteur sans aucune dissipation de chaleur, la résistance R_7 limite les pointes d'intensité, notamment à la mise sous tension. Le redressement est effectué par les diodes D_2/D_3 et la diode Ze-



1

Synoptique du fonctionnement

2 Schéma de principe : un bistable commande, via l'interface de sortie, une charge.



ner stabilise cette tension à 10 V pendant que C₅ parfait l'ensemble. La petite ampoule néon connectée en parallèle sur la prise secteur indiquera que le montage est bien alimenté. Celle-ci est, en effet, indépendante de la commande du triac, elle reste donc allumée en permanence.

CIRCUIT IMPRIME (fig. 3)

Malgré sa taille minuscule, il regroupe la totalité des composants. Il a été conçu de façon à être incorporé dans un boîtier spécial que l'on trouvera facile-

ment dans les rayons « électricité » des magasins de bricolage, puisqu'il s'agit en fait d'une veilleuse directement enfichable dans une prise de courant. Ces boîtiers ne contiennent en tout et pour tout qu'une résistance et un néon miniature que nous profiterons d'ailleurs pour installer sur notre circuit. Le seul problème maintenant est de décoller les deux coquilles pour y placer notre montage. Un peu de patience et l'aide d'un tournevis devraient vous permettre de mener à bien cette opération. Vous pourrez alors dessouder les deux composants intérieurs. Il faudra couper en biais la lamelle de plastique située entre les fiches secteur pour

permettre le passage du câble prévu pour la charge.

L'ergot situé près de la grille d'aération sera enlevé pour installer confortablement la platine dont les coins auront été préalablement arrondis, les trois autres serviront de support au circuit, celui-ci sera avantageusement étamé pour renforcer la couche de cuivre. Vous pouvez, avant l'implantation, marquer et percer le trou de l'ajustable que vous manœuvrerez de l'extérieur. La **figure 6** vous donne une vue d'ensemble qui vous aidera à vous orienter facilement. Il est préférable d'attendre, pour percer le couvercle, que le micro soit en place sur le circuit, l'aligne-

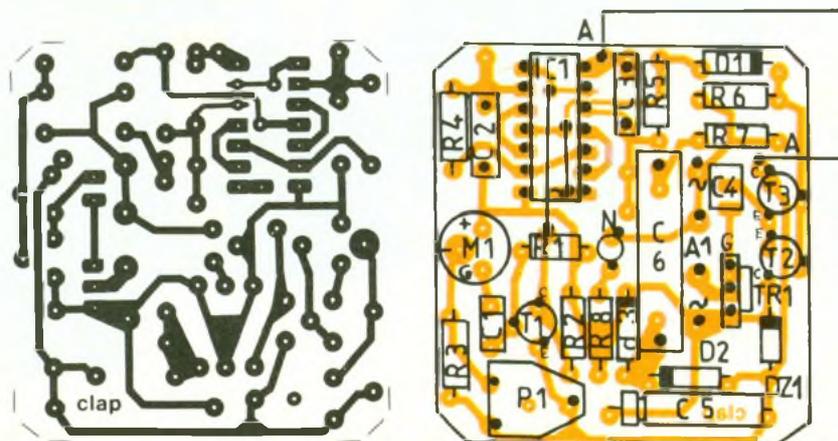
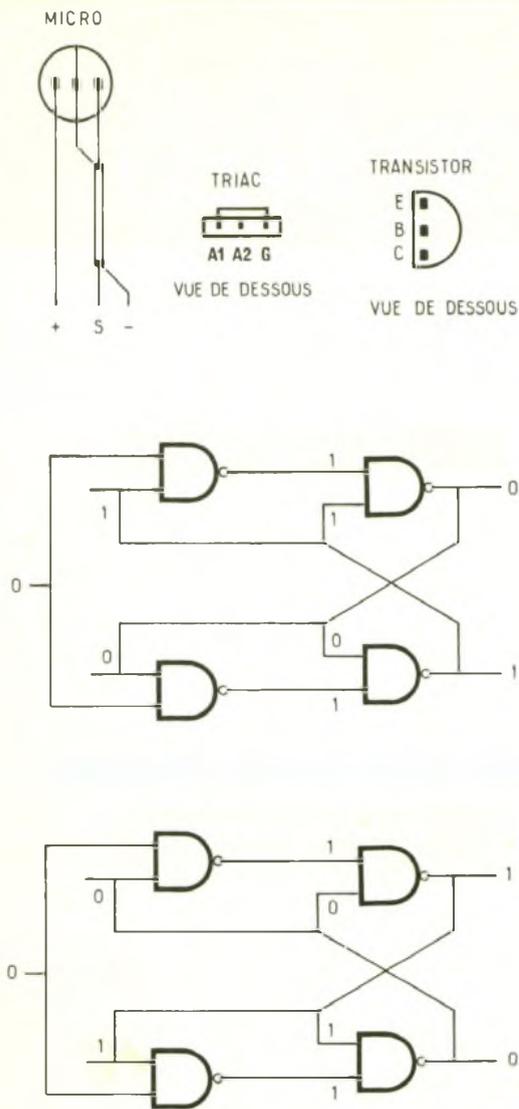


Photo 2. - Vue du micro Electret à trois fils.

3 Le circuit imprimé à l'échelle 1.

4 Implantation du clap : deux straps et une liaison unifilaire seront à réaliser.



L'ajustable P_1 sera de préférence un modèle isolé, en revanche, sa valeur n'est pas critique car la résistance R_3 permet d'adapter au mieux un niveau correct en fonction du gain de T_1 . R_3 sera d'ailleurs supprimée si la valeur de l'ajustable tourne autour de $100\text{ k}\Omega$. La liaison avec le micro peut se faire en conservant les fils d'origine après avoir collé celui-ci sur le couvercle ou avec des queues de résistances comme expliqué ci-avant. Il faut observer que la partie métallique du micro est reliée à la masse du montage. Et, bien que l'on puisse le toucher sans sauter au plafond (effet de touch-control), il reste possible, pour obtenir une bonne isolation par rapport au secteur, de le souder directement à l'intérieur du boîtier sans percer la face avant puisque la hauteur séparant le circuit le permet. La grille d'aération située juste à côté autorisera alors le passage du son sans problème. N'oubliez pas de souder les deux straps placés sous IC₁ et la liaison en fil de câblage des deux points A. Il faudra pour finir connecter un câble genre scindex pour la liaison avec l'extérieur, terminé par une prise électrique femelle, celui-ci passant par le trou effectué dans la prise du boîtier et soudé côté cuivre. Il est important ici de réaliser un blocage du cordon contre l'arrachement. Les deux plots de la fiche seront rallongés par deux petits câbles scindex ; ne les

soudez pas directement au bout mais plutôt sur les côtés pour éviter un éventuel contact avec la platine. Essayez aussi d'obtenir des connexions assez courtes afin de n'être pas gêné pour refermer le boîtier qu'il faudra recoller avec une bonne colle rapide. N'oubliez pas de couper à ras toutes les queues de composants côté cuivre. Enfin, un petit coup de vernis protégera efficacement l'ensemble. Le décor de la face avant est réalisé à l'aide de « gommettes » que l'on trouve facilement en librairie, le micro faisant office de bouche. Le haut du boîtier n'est pas éclairé par l'ampoule néon à cause de C_6 , mais cette zone d'ombre agrémente encore l'aspect final.

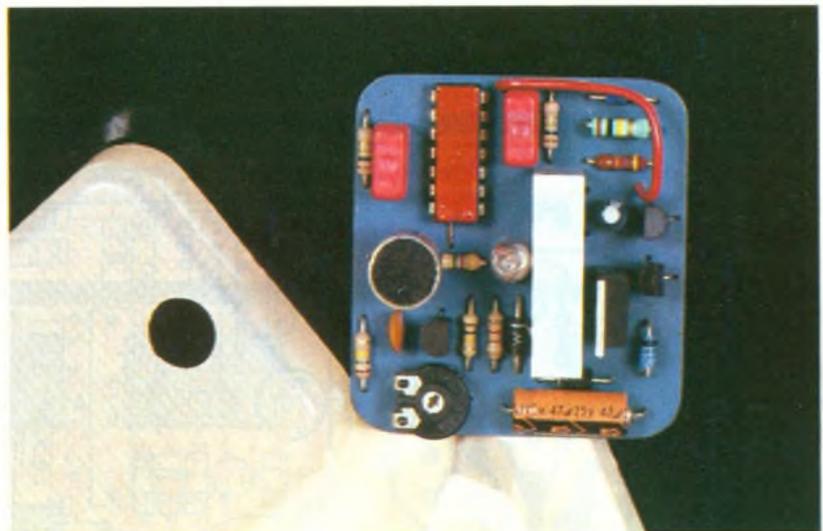
Ce montage, de par son prix et sa miniaturisation, incitera certainement beaucoup d'entre vous à entreprendre sa réalisation. C'est pourquoi il est bon de rappeler que celui-ci est directement raccordé au secteur sans transformateur d'isolement et que C_6 garde une charge mortelle, même après coupure du courant. Des mesures sur ce genre de circuit sont dangereuses et les premiers essais se feront après avoir débarrassé la table de travail de tout objet métallique. Enfin, gardez à l'esprit que cette maquette n'est qu'un gadget, qu'elle n'est pas protégée par fusibles et que le triac ne possède pas de radiateur.

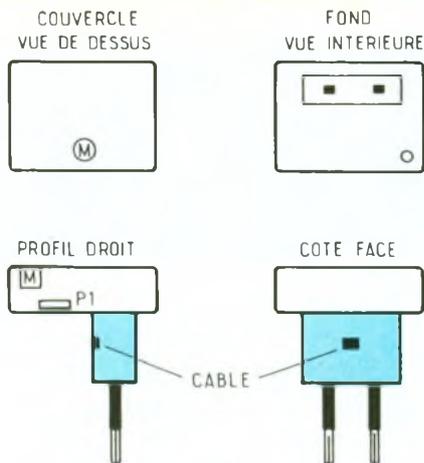
ment sera plus facile à juger. Noter que, sur la maquette, le trou est légèrement décentré, évitant ainsi au micro de se trouver juste au bord du boîtier. Les queues de résistances assurant la liaison étant soudées sur un bord du micro et non au centre. Les diamètres seront fonction des composants utilisés.

IMPLANTATION (fig. 4)

L'implantation comporte divers pas d'encombrement pour certains condensateurs, la place prévue pour C_6 ne posera aucun problème d'approvisionnement, sa hauteur ne devra cependant pas dépasser 17 mm. Attention, sa tension de service ne doit en aucun cas être inférieure à 400 V. Les pattes du triac seront légèrement limées sur les bords car il faudra l'enfoncer à fond.

Photo 3. – Un trou sera percé dans la face avant afin de positionner le micro





En conséquence, il est impératif de régler l'appareil avec un tournevis isolé ou en le débranchant de sa prise, de ne pas dépasser une charge de 40 ou 60 W, de ne pas le laisser brancher en permanence et surtout de ne pas l'installer dans une chambre d'enfant, lequel serait inmanquablement tenté d'aller voir de plus près... Après ces quelques

rappels, le montage doit fonctionner dès la mise sous tension. Il est « normal » que le boîtier chauffe légèrement, même triac bloqué. Cela provient de l'ampoule néon, comme vous pourrez le constater après l'acquisition d'une de ces veilleuses. Pour le réglage, il faudra trouver un compromis entre la sensibilité qui augmente au fur et à mesure que P₁ et les bruits ambiants diminuent. Précisons tout de même que malgré la simplicité de l'étage préampli ainsi que la limitation volontaire de déclenchement, vous pourrez encore commander cet interrupteur simplement en soufflant dessus ! Bon amusement

Pierre TORRIS

LISTE DES COMPOSANTS

- R₁ : 4,7 MΩ (jaune, violet, vert)
- R₂ : 10 kΩ (marron, noir, orange)
- R₃ : 150 kΩ (marron, vert, jaune)
- R₄ : 1 MΩ (marron, noir, vert)
- R₅ : 1 MΩ (marron, noir, vert)
- R₆ : 100 kΩ 1/2 W (marron, noir, jaune)
- R₇ : 470 Ω (jaune, violet, marron)
- R₈ : 82 kΩ (gris, rouge, orange)
- P₁ : 470 kΩ horizontal
- C₁ : 1 nF
- C₂ : 470 nF C₃ : 470 nF
- C₄ : 4,7 μF/25 V
- C₅ : 47 μF/25 V
- C₆ : 330 nF/400 V
- D₁ : 1N4148
- D₂ : 1N4002
- D₃ : 1N4002
- DZ₁ : Zener 10 V
- T₁ : BC 108
- T₂ : BC 238
- T₃ : BC 307
- IC₁ : CD 4011
- M1 : micro électret 3 fils
- TR1 : triac 6 A/400 V
- A1 : ampoule 220 V/60 W max.
- Néon secteur 220 V
- Boîtier veilleuse type Legrand

"SPECIAL RENTREE"

UN OSCILLOSCOPE
TEKTRONIX 2225
+CAPOT+SACOCHE
+ENCYCLOPEDIE DES TECHNIQUES
DE MESURE ~~9200^FHT~~

7990^FHT



TEK DIRECT
JUSQU'À LA POINTE DU SERVICE
NUMERO VERT 05.00.22.00

NOTRE OFFRE:

Un oscilloscope analogique 2225.
50 MHz, 2 voies. Sensibilité 500 μV.
Balayage alterné. Expansion 1, 10, 50.
Livré avec 2 sondes, un capot, une sacoche,
l'encyclopédie des techniques de mesure
(145 pages), d'une valeur de 977 F.H.T.

GARANTIE 3 ANS.

★ Offre et prix garantis jusqu'au 1.10.89
franco de port et d'emballage.
Prix H.T. (TVA 18,6%)
Catalogue complet TekDirect sur demande.

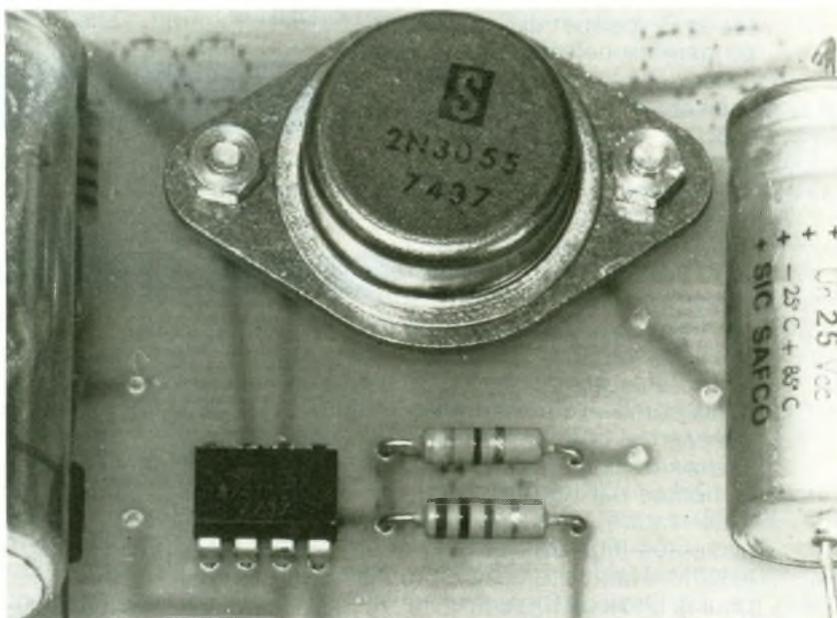
INITIATION N° 9

Après avoir présenté les variantes des montages du précédent volet, en utilisant des transistors PNP, il sera décrit une méthode de repérage des broches et du type d'un transistor. On poursuivra en proposant des types de transistors usuels et en définissant le transistor « Darlington ». Suivront des exercices d'application, ainsi qu'une miniréalisation.

RAPPEL (fig. 1)

Un transistor PNP se différencie de son homologue NPN par la polarité de ses paramètres et le sens de la flèche sur le symbole, comme le rappelle la figure 1a. Seul le bêta du transistor reste positif, car il est égal au rapport du courant de collecteur sur celui de base, donc l'amplification en courant du transistor.

La figure 1b rappelle les types rencontrés couramment dans la revue, en boîtier plastique (BC308, BC557...) ou en boîtier métal (2N2907, 2N2905...). Il faudra se reporter à la figure 10 pour déterminer le choix et présenter d'autres modèles couramment utilisés.

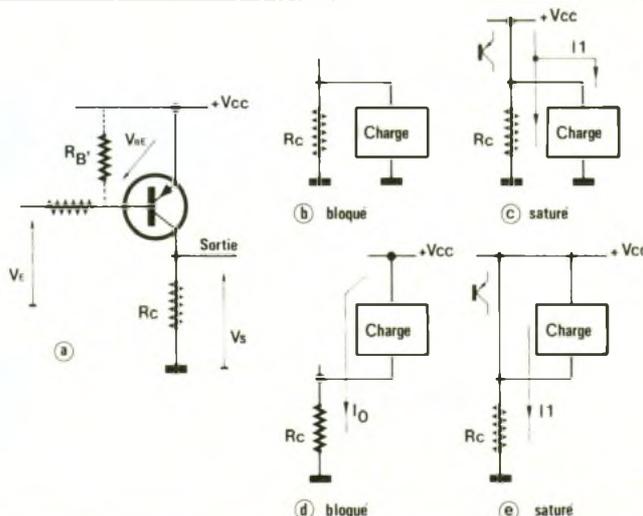
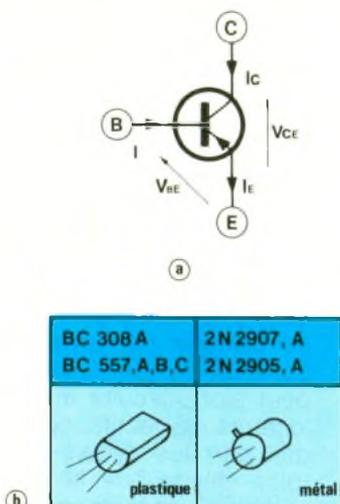


POLARISATION DU PNP (fig. 2)

Physiquement, le courant circule dans un transistor PNP dans le sens indiqué par la flèche du

symbole, donc d'émetteur vers base ou d'émetteur vers collecteur. L'émetteur est donc polarisé au +VCC et RC est connectée entre collecteur et masse. En pla-

çant RB sur la base, le transistor PNP ne conduira que si un courant peut circuler « vers le bas », donc uniquement si VE est inférieure à (VCC + VBE). Le VBE étant



1

Rappels sur le PNP.

2

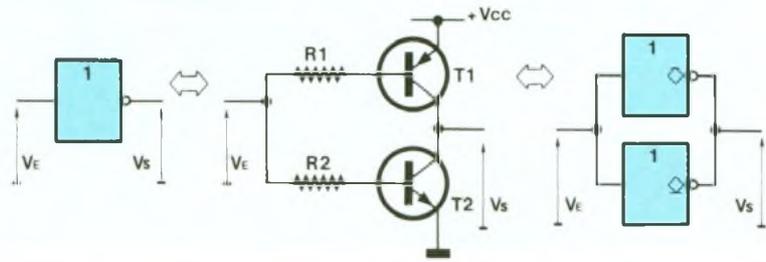
Polarisation et charge en sortie.

négatif ($-0,6\text{ V}$ environ), si $V_E = V_{CC}$, le transistor est bloqué. Si $V_E = 0\text{ V}$, le transistor est conducteur ou saturé, et ce, par le choix de la valeur de R_B . La résistance R_B est facultative, comme dans le cas du NPN. On peut directement commander ce transistor avec une porte CMOS alimentée entre 0 V et $+V_{CC}$.

La **figure 2a** présente le schéma de polarisation d'un transistor PNP, fonctionnant aussi bien en commutation que dans son régime linéaire.

Si une charge est connectée entre la sortie et la masse, donc en parallèle sur R_C , on adopte alors la meilleure solution. Si T est bloqué, la charge n'est pas alimentée et R_C permet éventuellement de garantir cet état de repos et éviter des parasites (**fig. 2b**). Si T est saturé, le courant de collecteur se répartit entre R_C et la charge, soit I_1 (**fig. 2c**). Si R_C est inutile dans le cas où si la charge n'est pas alimentée, on la supprimera car elle consomme un courant inutilement. Le montage fonctionne en commutation comme un opérateur logique NON (inverseur).

Si une charge est connectée entre la sortie et l'alimentation, on observe le phénomène inverse. Transistor bloqué, la charge est alimentée par R_C (**fig. 2d**). Transistor saturé, la charge n'est pas alimentée (**fig. 2d**). Comme pour le NPN, il faut faire un compromis pour le choix de R_C , entre une valeur faible pour limiter la chute de tension à ses bornes lors de l'alimentation de la charge et une valeur élevée pour limiter le courant



I_1 . L'avantage est le fait de court-circuiter la charge par la saturation du transistor. On réservera ce montage pour une charge de résistance élevée. Le montage fonctionne en commutation comme un opérateur logique OUI.

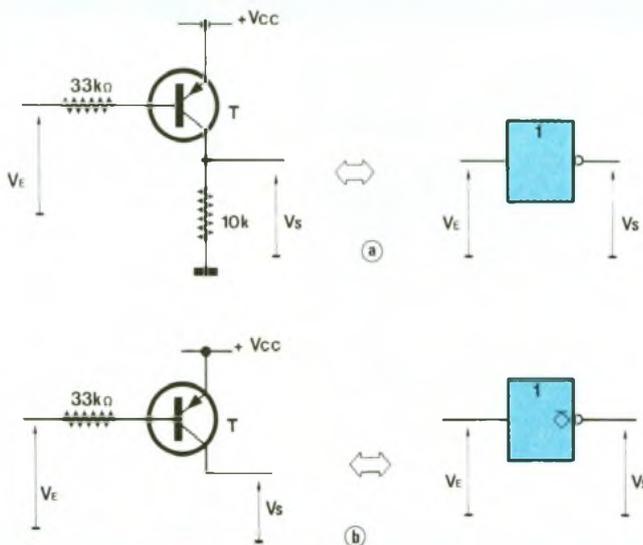
UTILISATION LOGIQUE (fig. 3)

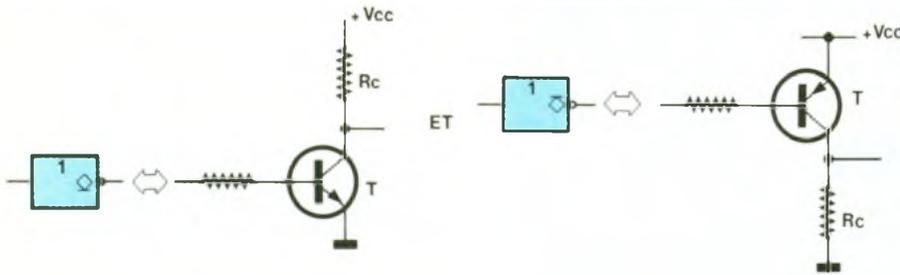
D'après l'analyse précédente, le montage fonctionne comme un inverseur logique, en exploitant la sortie aux bornes de R_C . Si $V_E = V_{CC}$, le transistor est bloqué et $V_S = 0\text{ V}$. Si V_E est inférieure d'au moins $0,6\text{ V}$ à V_{CC} , soit par exemple $V_E = 0\text{ V}$, le transistor est saturé et $V_S = V_{CC}$. Les valeurs des composants conviennent pour V_{CC} compris entre 5 V et 20 V . D'où l'équivalence représentée en **figure 3a** et la variante collecteur ouvert en **figure 3c**. Remarquez les différences minimales entre ces schémas et ceux pour un transistor NPN : on a inversé le schéma entre les lignes d'alimentation (V_{CC} et 0 V), sans modifier le fléchage de V_E et de V_S .

EQUIVALENCE LOGIQUE (fig. 4)

Dans ces deux derniers volets, on a observé le fonctionnement d'un transistor en commutation, qu'il soit NPN ou PNP, et il s'assimile à une porte logique NON (inverseur). Mais un transistor unique ne fournit qu'un état défini (« 0 » pour le NPN et « 1 » pour le PNP) dans son montage recommandé. Si on veut définir les deux états, soit 0 V et $+V_{CC}$, il suffit d'associer deux transistors comme indiqué sur la **figure 4**. Ce montage est prévu pour fonctionner uniquement en commutation, donc on applique en V_E , soit 0 V (état « 0 »), soit $+V_{CC}$ (état « 1 »). Si $V_E = 0\text{ V}$, T_2 est bloqué et le fonctionnement est identique à celui de la **figure 3**, dont il est saturé et $V_S = +V_{CC}$, en négligeant le V_{CE} de saturation. R_1 limite le courant de base selon le courant de collecteur désiré. Il faut utiliser le coefficient de sur-saturation pour définir sa valeur et garantir le fonctionnement en commutation. Si $V_E = V_{CC}$, T_1 est bloqué, T_2 est saturé (se reporter si nécessaire à **Initiation n° 8**), la sortie vaut $V_S = 0\text{ V}$ et R_2 sera définie comme R_1 . Le fonctionnement est donc bien celui d'une porte logique NON.

L'avantage de ce montage est de pouvoir délivrer un courant plus élevé qu'une porte logique TTL ou MOS. Sans précaution particulière, on dispose aisément de 100 mA en sortie. Il est pourtant nécessaire, dans tous les cas, d'avoir un signal de commande V_E à fronts raides, donc un signal rectangulaire. En effet, pendant la transition de V_E , les deux transistors passent de la saturation au blocage par un moment de conduction. Un courant élevé peut alors circuler entre les collecteurs respectifs, ce qui se traduit par des appels de courant (plus élevés que le courant de sortie) au moment de la commu-





tation. Suivant l'application, il faudra compléter le schéma pour limiter ce courant qui pourrait détruire les transistors. La figure présente l'équivalence logique, le schéma proposé et complète l'analyse par l'association de deux portes collecteur-ouvert, donc le fonctionnement

est identique. Il faut noter que les portes logiques à sortie collecteur-ouvert (ou à trois états logiques, comme on le verra par la suite) sont les seuls types de portes dont on peut relier les sorties ensemble en ayant des états de commande pas nécessairement identiques. Pour expérimenter ce montage, il suffit de choisir $T_1 = 2N2907$, $T_2 = 2N2222$, $R_1 = R_2 = 10\text{ k}\Omega$ et V_{CC} au choix : 5 V ou 12 V. La charge en sortie peut être connectée indifféremment à V_{CC} ou au 0 V.

COMPLEMENT (fig. 5)

Par souci de simplicité, on avait assimilé un transistor avec R_C à une porte logique NON. C'est vrai, mais dans la normalisation des symboles qui existe, on identifie une telle sortie comme une sortie collecteur-ouvert, donc avec le losange et le trait pour l'état défini, mais en rajoutant un trait horizontal dans le losange. Ce trait indique qu'une résistance définit l'autre état, et qu'il faudra donc tenir compte de ces caractéristiques suivant la charge de sortie. La figure présente donc les symboles corrects pour les deux cas, « 0 » défini avec un NPN et « 1 » défini avec un PNP, l'autre état étant fixé par R_C . Ce sont ces symboles qui seront utilisés désormais.

MONTAGES AMPLIFICATEURS A PNP (fig. 6)

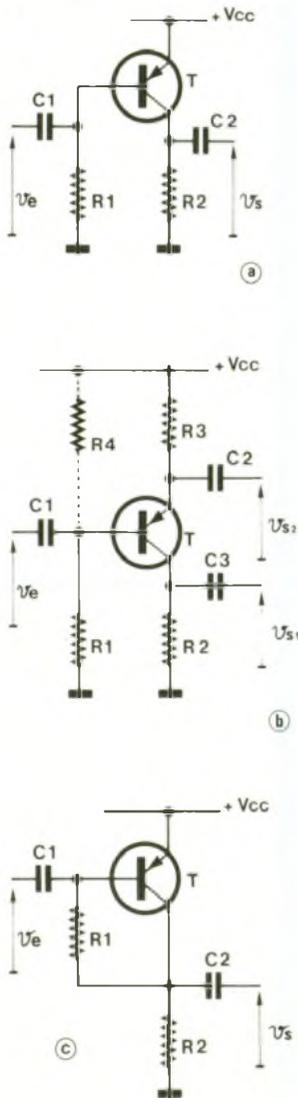
Ces divers montages ont été analysés, dans leur version NPN, dans le précédent volet de cette initiation (fig. 5, 6 et 7). Les homologues utilisant des transistors PNP sont présentés en figure 6a, 6b et 6c. Il suffit, comme auparavant, de renverser le schéma entre les bornes d'alimentation. Utilisez la procédure décrite dans le volet 8 pour mettre en œuvre et vérifier les caractéristiques de

ces montages. Pour le transistor, il suffit de choisir un modèle PNP comme le BC308, le 2N2907 ou le BC557C. Ces trois types permettront de mettre en valeur les variations de caractéristiques, aussi il est conseillé d'expérimenter ces montages pour chacun de ces transistors. La méthode la plus rapide, et pour laquelle la comparaison sera la plus nette, est de réaliser le premier montage avec un BC308, de faire les essais et mesures, puis de remplacer le transistor par un 2N2907 et de refaire les mesures en corrigeant si nécessaire la polarisation, puis de procéder de même avec un BC557C.

Utilisez $C_1 = C_2 = C_3 = 0,1\ \mu\text{F}$, $R_2 = R_3 = 1\ \text{k}\Omega$ et $R_1 =$ boîte à décades dont vous ajusterez la valeur pour polariser correctement le transistor. Sans se reporter aux précédents volets, cette manipulation est un bon exercice d'application et de vérification des connaissances acquises. Calculez R_1 théoriquement, et vérifiez que la valeur pratique est proche. Pour vous aider, le choix usuel de polarisation est de fixer le V_{CE} à $-V_{CC}/2$ dans les montages (a) et (b), et V_{CE} à $-V_{CC}/3$ dans le montage (c), afin d'obtenir l'amplitude de sortie maximale avant saturation. Le calcul de R_1 est intimement lié au β du transistor (100 pour un BC308 ou 2N2907 et 400 pour un BC557C, selon les caractéristiques constructeur) qui est rarement la valeur approximative donnée par le fabricant, ainsi qu'au paramètre r du transistor (quelques kilohms). La première manipulation permet de déterminer le β réel et r , valeurs qui seront utilisables avec ce transistor pour les autres manipulations (en négligeant la faible variation due à la polarisation du transistor). Si vous avez des difficultés, il est bon de revoir les manipulations précédentes. Si vous mesurez des courants (I_C , $I_B...$) ou des tensions, n'oubliez pas que vous travaillez avec un PNP, donc que les signes sont inversés et qu'il faut brancher correctement les appareils de mesure (et c'est pourquoi le V_{CE} sera négatif !). Les schémas équivalents dynamiques sont identiques à ceux des montages à transistors NPN. Essayez donc de les trouver, à titre d'exercice, et comparez-les avec ceux des versions à transistors NPN. L'analyse du fonction-

6

Polarisations à PNP et alimentation positive.



$R_2 = R_4 = R_6 = 1\ \text{k}\Omega$
 $C_1 = C_2 = C_3 = C_4 = C_5 = 0,1\ \mu\text{F}$
 $T_1 = \text{BC147}, 2N2222$
 $T_2 = T_3 = \text{BC 308}, 2N2907$

nement statique et dynamique reste c, identique à celle développée dans le précédent volet, et il est utile de s'y reporter.

APPLICATION (fig. 7)

On a vu les versions de montage à NPN, puis PNP indépendamment, mais il est possible de mélanger les types de transistors dans une application donnée. Mais quel en est l'avantage ? Dans le montage proposé en figure 7, on associe trois blocs qui pourraient être indifféremment à NPN ou PNP, la liaison entre les blocs étant effectuée à travers une capacité, liaison nommée « liaison capacitive ». Le premier avantage est de choisir une polarisation continue de signe diffé-

rent, ce qui est utile si l'on n'utilise pas de condensateur en sortie ou pour augmenter l'amplitude de sortie (comme le fait T₃). Si on choisit une liaison directe entre modules, il y aura une chute de tension due au V_{BE} de chaque transistor employé. En associant des PNP et des NPN, on parvient à compenser ces chutes de tension. Nous reviendrons sur cette particularité prochainement car l'analyse est plus complexe et on préfère souvent associer des modules simples et parfaitement maîtrisés.

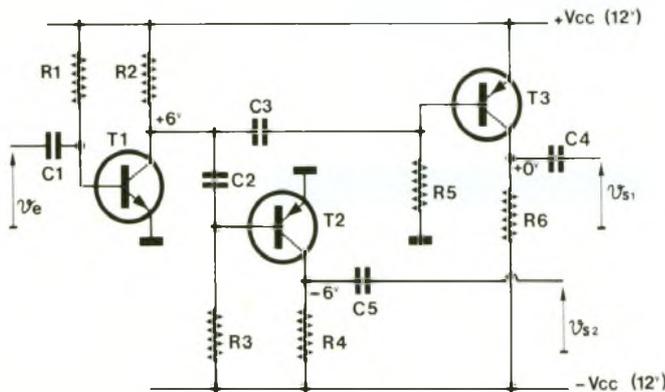
Le schéma est proposé en figure 7a, et on remarque aussitôt l'absence du condensateur de sortie de T₁. En effet, en associant deux montages ensemble, on supprime un condensateur de

liaison devenu inutile. Ainsi, C₂ et C₃ suffisent. Le premier module est (R₁, R₂, T₁), le deuxième (T₂, R₃, R₄) et le troisième (T₃, R₅, R₆). Les condensateurs C₁, C₂, C₃, C₄, C₅ isolent les entrées, sorties et liaisons intermodules de leur composante continue. Ce montage est un exemple didactique pour présenter une association simple de modules connus sur des alimentations différentes, en mêlant des transistors NPN et PNP.

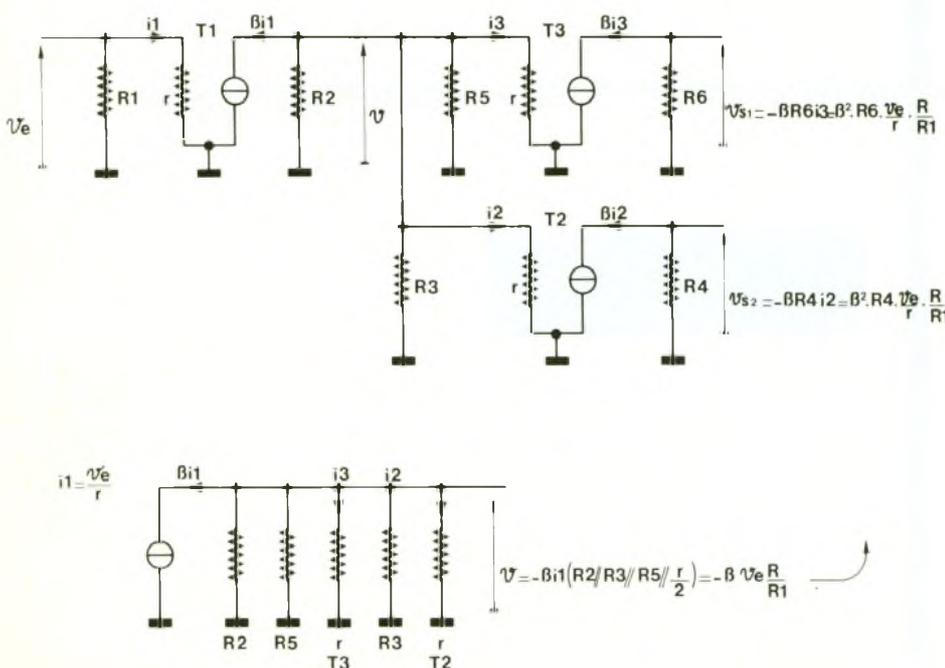
On a conservé trois modules identiques, hormis le type de transistor et l'alimentation. Les caractéristiques de ces modules ont déjà été définies, seulement l'association va modifier l'amplification car on applique une charge dynamique en sortie des modules.

En continu, on polarise T₁ avec un V_{CE} de +6 V, T₂ avec un V_{CE} de -6 V et T₃ avec un V_{CE} de 12 V, en utilisant pour V_{CC} = 12 V. On remarque aussitôt la polarisation de T₃ qui fixe son potentiel continu de collecteur (sortie) à 0 V. Pour câbler ce montage, il vous faudra donc procéder par étape en ajustant correctement R₁, R₃ et R₅. Le réglage d'un élément n'influence pas les autres réglages, car la polarisation statique n'est pas affectée par la liaison capacitive, aussi l'ordre de réglage est quelconque. En injectant un signal alternatif (1 kHz) à l'entrée et en visualisant la tension de collecteur de T₁ sur un oscilloscope, on remarque que l'amplitude augmente en déconnectant C₂ et C₃, mais que la polarisation statique ne change pas ; ce qui prouve que la charge de sortie que constituent T₂ et T₃ modifie les paramètres dynamiques du module autour de T₁. La figure 7 b présente le schéma équivalent dynamique, avec le détail de l'association (R₂, R₃, r, R₅, r) pour le calcul de l'amplification. Comme R₃ et R₅ auront des valeurs élevées, elles sont négligeables devant R₂ et r. On nomme R la résistance due à l'association R₂ et deux r en parallèle (r est la résistance d'entrée dynamique du transistor). Il est aisé de vérifier par la pratique l'amplification dynamique, en remarquant que l'amplitude de V_{S1} atteindra 24 V crête à crête environ, alors que le maximum en V_{S2} sera de 12 V crête à crête avant saturation. On observe la saturation de V_{S2}

7a
Mise en œuvre de
PNP et de NPN.



7b
Schéma
équivalent
dynamique.

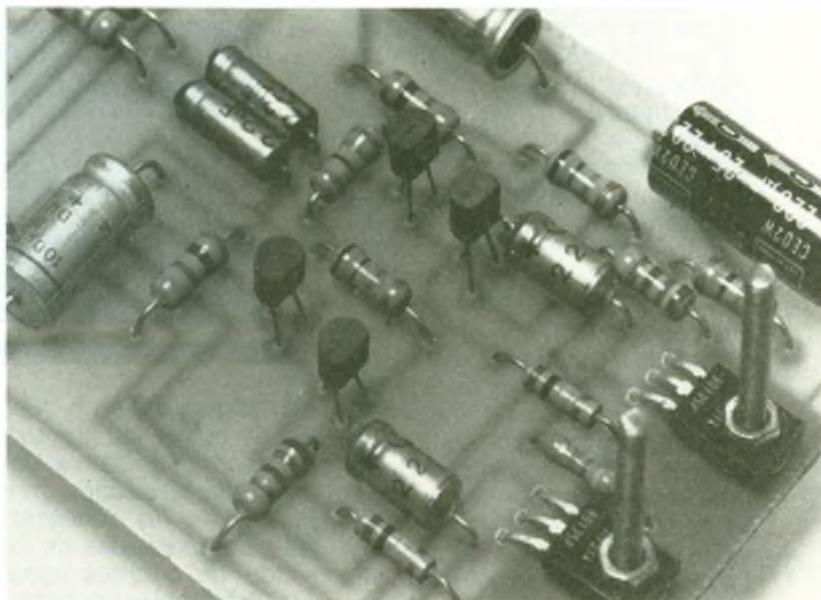


avant V_{S1} si les caractéristiques de T_2 et T_3 sont proches. Pour la manipulation, on choisira T_2 et T_3 de même type.

IDENTIFICATION DES BROCHES

(fig. 8 et 9)

Cette méthode permettra d'identifier les broches d'un transistor et de vérifier s'il n'est pas détruit. Commençons à nous approprier la méthode en testant une diode (fig. 8a). On dispose un ohmmètre à ses bornes. Si la diode conduit, un courant circule entre ses bornes, on mesure donc une résistance équivalente à ses bornes. En revanche, si elle est bloquée, il ne circule pas de courant sauf éventuellement celui de fuite. La résistance équivalente à ses bornes est donc élevée. Avec la polarité de l'ohmmètre choisie comme l'indique la figure, on observera ces deux cas, ce qui vérifie le bon état de la diode. La borne [+]
de l'ohmmètre permettra de différencier anode et cathode, soit donc : lorsque l'ohmmètre mesure une faible résistance, le [+] est connecté à l'anode. Attention ! certains ohmmètres inversent la polarité des entrées. Référez-vous à la notice de l'ohmmètre (ou multimètre). Certains multimètres disposent d'un calibre test de diodes en ohmmètre qui peut également s'utiliser ici. De par sa structure, un transistor NPN est identique à deux diodes



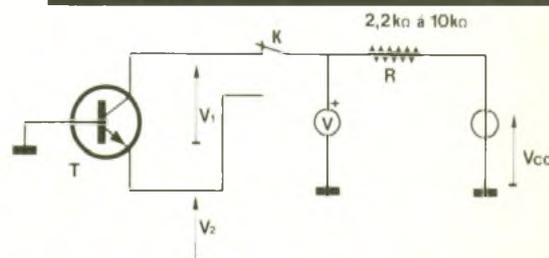
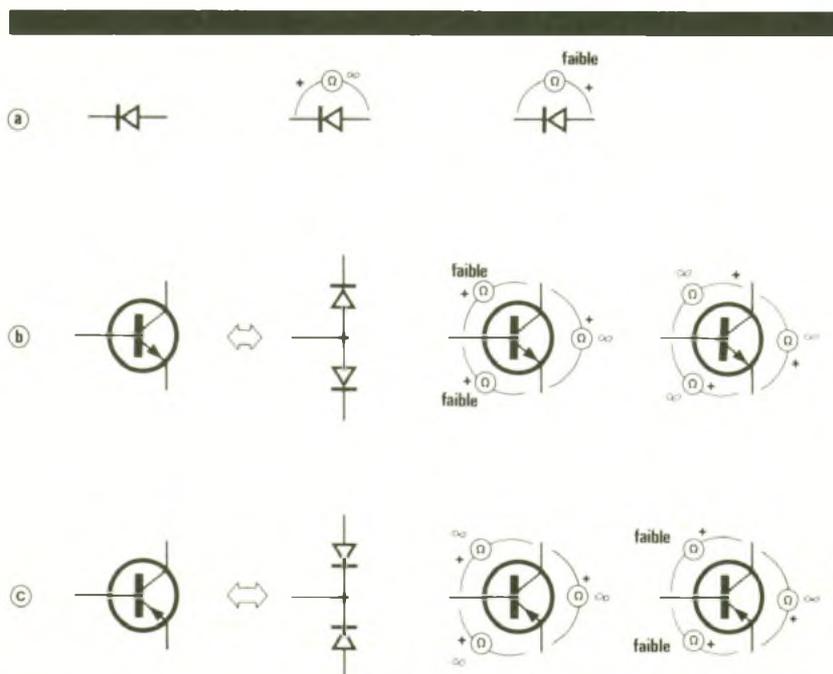
Transistors en boîtier TO 92 et TO 18

connectées ensemble, par l'empilement de ces jonctions NP et PN dans le cas du transistor NPN, la base étant le point commun entre les deux anodes, comme indiqué sur la figure 8b. On utilise l'ohmmètre comme pour tester une diode. Vu le schéma équivalent à diodes du transistor, un courant ne peut circuler entre base et émetteur, et entre base et collecteur, que si ce courant est positif, donc si on applique la borne [+] de l'ohmmètre sur la base. On observe alors une faible résistance. Dans tous les autres cas, les diodes (jonctions) sont bloquées et

l'ohmmètre doit indiquer une valeur très élevée. La base présente les six cas à observer comme il y a trois broches. La base sera la seule broche pour laquelle la résistance est faible, le [+] de l'ohmmètre y étant connecté, que la borne [-] soit reliée à l'émetteur ou au collecteur.

La méthode est conservée dans le cas du PNP, mais par l'inversion des paramètres du transistor, la base sera repérée par le [-] de l'ohmmètre lors de la déviation, comme indiqué en figure 8c.

Pour maîtriser cette méthode, entraînez-vous sur des transistors neufs dont le brochage est connu. Une fausse manipulation ne peut endommager le transistor. Si les six cas ne sont pas vérifiés, le transistor est détruit (courants de fuite trop élevés, claquage ou court-circuit de la jonction). On peut donc également vérifier l'état d'un transistor douteux dont on connaît le brochage. Sinon, dans le cas d'un transistor inconnu (référence effacée, récupération,...), on peut



maintenant déterminer sa polarité (NPN ou PNP) et identifier la broche qui est la base.

Pour différencier l'émetteur et le collecteur, il faut procéder à la manipulation décrite en **figure 9**. On sait qu'un transistor est limité en polarisation inverse à une valeur assez faible, appelée tension de claquage en inverse. La jonction BE présente une tension de claquage inverse (V_{EB}) légèrement plus faible que la tension de claquage inverse (V_{CB}) de la jonction BC. On câble le transistor comme indiqué sur la figure. Dans la position de repos de K (état de la figure), on fait évoluer V_{cc} de 0 V à 25 V. La résistance limite le courant dans la jonction. La tension lue sur le voltmètre va croître et se stabiliser. Notez cette valeur. Basculez K, procédez de même et comparez la tension lue avec celle notée précédemment. La valeur la plus faible correspond à V_{EB} , donc c'est la broche émetteur qui est polarisée, et on vient de trouver un moyen de l'identifier. Si le transistor est un PNP, il faudra inverser la polarité de l'alimentation et du voltmètre (inutile si c'est un multimètre, mais attention aux signes). Cette manipulation va permettre de différencier les broches émetteur et collecteur, quand on a identifié préalablement la base. Ainsi, il est possible d'identifier le brochage d'un transistor, de vérifier son état, de repérer l'anode sur une diode ou de vérifier son état.

CHOIX USUELS (fig. 10)

Il n'est pas question de présenter une méthode pour déterminer le choix d'un transistor parmi les milliers de références existant, certaines ne se différenciant que par la référence choisie par le fabricant. De même le choix d'un transistor nécessite plus de critères que ceux envisagés ici. Le tableau proposé vous guide simplement vers un choix de transistors très courants, économiques, et qu'on retrouve souvent dans le cadre de la revue. De même, hormis certains cas critiques précisés dans l'analyse du montage, on évitera de chercher le BZXY329434C indiqué dans la nomenclature en utilisant ce tableau.

les critères de sélection primordiaux sont la tension V_{CE} max, le courant I_C max, le bêta et la puissance. On a découpé le tableau

NPN	BC 547, 8, 9	BC 107, 8	2N 1711	BD 135, 7	BDX 10
	BC 337	2N 2222	2N 1893	BD 677, 9	2N 3055
type de boîtiers	 TO 92	 TO 18	 TO 5	 TO 126	 TO 3
	PNP	BC 557, 8, 9	2N 2907	2N 2905	BD 136, 8
	BC 307, 8			BD 678	
				BD 680, 2	

de la **figure 10** en 5 cadres, selon le boîtier du transistor, qui correspond en fait à une puissance de dissipation croissante. Si vous voulez connaître toutes les caractéristiques de ces transistors ou d'autres transistors il est préférable de faire l'achat d'un guide de caractéristiques. Dans la grande majorité des montages de la revue, les tensions d'alimentation dépassent rarement 30 V, aussi il n'y a pas de limitation au niveau du V_{CE} et tous les transistors conviennent. Le V_{CE} max des transistors est :

- 30 V pour BC108, BC308 ;
- 45 V pour BD135, BD136 ;
- 50 V pour BC337, BC547, BC548, BC549, BC307, BC557, BC558, BC559 ;
- 60 V pour 2N2222, 2N2907, BD137, BD138, BD677, BD678 ;
- et plus de 80 V pour les autres transistors.

Le courant I_C max varie de 0,1 A à 15 A selon le type :

- 0,1 A pour BC107, BC108, BC307, BC308, BC547, BC548, BC549, BC557, BC558, BC559 ;
- 0,5 A pour 2N2905, 2N2907, 2N1711, 2N1893 ;
- 0,8 A pour BC337, BD338
- 1 A pour BD135, BC136, BD137, BD138
- 4 A pour BD677 à BD682
- 15 A pour BDX10, 2N3055, BDX18

On désigne souvent des paires (couples) de transistors, NPN et PNP, qui ont des caractéristiques approchées, hormis la polarité.

On désigne également le PNP comme transistor complémentaire du NPN. Les couples recommandés sont :

BC547/BC557, BC548/BC558, BC549/BC559 avec les variantes A, B ou C selon le bêta désiré, BC108/BC308, BC107/BC307, 2N2222/2N2907, 2N1711/2N2905, BD135/BD136, BD137/BD138,

BD677/BD678, BD679/BD680, BD681/BD682, 2N3055/BDX18, BDX10/BDX18.

Ces transistors ont un bêta faible (moins de 150), sauf les BD677 à BD682 qui sont d'un type un peu particulier puisque ce sont des transistors « Darlington » et les versions, avec suffixe C (BC547C...). Les transistors de puissance, tels les BD135 à 138, le BDX10, BDX18 ou 2N3055, ont un bêta très faible (entre 10 et 30). Pour le calcul et la garantie d'un fonctionnement en commutation, il convient de choisir son bêta avec une certaine marge, et les caractéristiques des fabricants vous y aideront... Dans bien des cas, les transistors proposés sont suffisants pour entreprendre n'importe quelle réalisation n'utilisant pas de composants critiques.

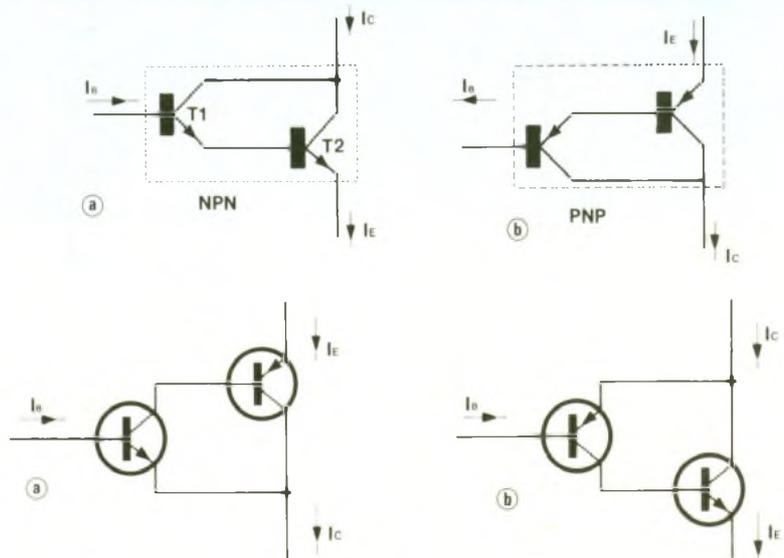
TRANSISTOR DARLINGTON (fig. 11)

Les transistors BD677 à BD682 permettent d'introduire ce « nouveau type » de transistor. Un darlington est une association particulière de deux transistors, qui se présente comme un transistor unique de bêta plus élevé. Prenons le darlington NPN de la **figure 11a**. Le courant de collecteur de T_1 est égal à $\beta \cdot I_B$. Le courant d'émetteur de T_1 attaque la base de T_2 , et est égal au courant de collecteur de T_1 , en négligeant le courant I_B (le bêta est suffisant pour le négliger). Le courant de collecteur de T_2 est égal à $\beta \cdot (\beta \cdot I_B)$, soit donc un bêta du darlington équivalent au produit des bêta des transistors. Fonctionnellement, un darlington est identique à un transistor unique, hormis le V_{BE} proche de 1,2 V, le bêta plus élevé et un V_{CE} de saturation proche de 1 V. On peut réaliser un montage darlington en associant deux transis-

tors, conformément à la figure 11a pour un NPN et 11b pour un PNP. Les flèches indiquent le sens physique du courant. Sur ce principe, il reste possible d'associer trois transistors, mais on préfère dans ce cas utiliser une autre technologie. Un transistor darlington se différencie du montage darlington, car il intègre le montage de deux puces de transistor dans même boîtier, tel que les darlington BD677 à BD682. L'avantage est de simplifier le montage et de disposer d'un V_{CE} de saturation plus faible.

PSEUDO-DARLINGTON (fig. 12)

Un pseudo-darlington correspond à l'association de transistors de polarités différentes. En figure 12a, on réalise un pseudo-darlington NPN en associant un NPN et un PNP comme indiqué. En figure 12b, on observe l'association d'un PNP et d'un NPN pour former un pseudo-darlington PNP. Certains transistors darlington utilisent cette structure. Quand on réalise un montage darlington, on choisira entre le montage classique à transistors de même type et le montage à transistors complémentaires, selon la disponibilité du transistor de sortie (T_2). En effet, on utilise généralement un montage darlington en présence de courants élevés, donc de transistors de puissance dont le bêta est limité, et il n'est pas toujours aisé de trouver le complémentaire adéquat. Ainsi, le 2N3055 : quel est son complémentaire direct ? Il n'en a pas, mais un BDX18 peut convenir. Sinon on réalisera une paire darlington NPN avec un couple (2N1711 et 2N3055 par exemple) et PNP avec 2N2905 et 2N3055 pour une bonne complémentarité, ce qui permettra aussi d'avoir un bêta plus important et donc un courant de base plus faible. Effectuez quelques manipulations sur un montage darlington pour bien en assimiler les phénomènes. Les manipulations déjà décrites sont toutes applicables, à condition de recalculer correctement les polarisations. Essayez les associations (BC547 2N1711, BC547C et BD135), découvrez leurs complémentaires respectifs, expérimentez aussi les pseudo-darlington,



et même découvrez d'autres combinaisons. Remarque : le but étant principalement d'augmenter le gain et de disposer d'un transistor équivalent dissipant plus de puissance, on associera un transistor T_1 de faible puissance à T_2 , transistor de puissance plus élevée !

EXERCICES

(fig. 13, 14, 15, 16)

Il est temps de procéder à quelques exercices d'application pour confirmer la compréhension des derniers volets. Les questions posées appellent surtout à une analyse théorique, mais il sera intéressant de vérifier le résultat pratique en utilisant les valeurs calculées, de quantifier les écarts (dus aux caractéristiques réelles des composants) et de retoucher les valeurs en pratique pour relever les paramètres théoriques.

Exercice 1 (fig. 13)

Le schéma proposé est une polarisation simple d'un transistor NPN. Le montage est prévu pour amplifier des signaux variables, mais on a omis les condensateurs pour simplification. Il faudra définir la valeur de R_1 pour obtenir $I_B = 100 \mu A$, en tenant compte des caractéristiques du transistor indiquées sur la figure. Puis il faudra calculer le courant de collecteur I_C , qui permettra de calculer le V_{CE} du transistor. Si R_1 vaut $18 k\Omega$, les courants I_B , I_C et le V_{CE} vont changer. Que se passera-t-il et quelles seront leurs nouvelles valeurs ?

Exercice 2 (fig. 14)

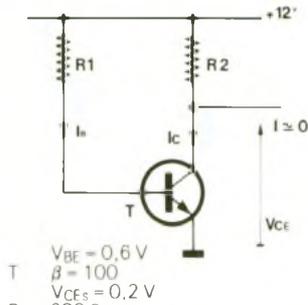
Le but de l'exercice est de pouvoir définir les composants pour assurer la polarisation statique d'un amplificateur à transistors. Ici aussi, il suffira de compléter le montage avec trois condensateurs pour disposer d'un amplificateur à sorties symétriques. Sachant que le potentiel entre émetteur et masse vaut $3 V$, on demande de calculer les valeurs des courants du transistor, en sachant qu'il fonctionne en mode linéaire. Il est donc possible de définir la valeur de R_3 pour avoir $9 V$ en V_C , ainsi que la valeur du V_{CE} qui vérifiera le fonctionnement en linéaire. Pour définir R_4 , il suffira de calculer V_B , en tenant compte du courant de base connu.

Exercice 3 (fig. 15)

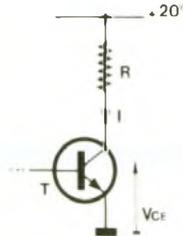
On s'intéresse uniquement au calcul de puissance, aussi seules nous intéressent les valeurs des signaux appliqués au transistor. Connaissant les caractéristiques du transistor et les limitations électriques du montage, il convient de tracer le « masque » de limitation sur un graphe $I_C = f(V_{CE})$, exempt de courbes. Sachant que $R = 250 \Omega$, on tracera la droite de charge correspondante. En traçant la droite de charge limite sur le même graphe (elle doit rester dans le masque défini précédemment), il sera possible d'en déduire graphiquement la valeur minimale pour R , résultat que l'on vérifiera par la résolution de l'équation de la maille.

13 à 16

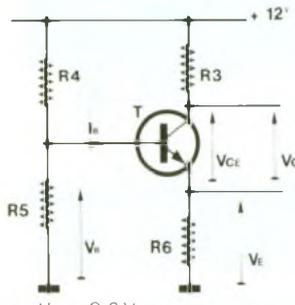
Exercice 1 - Exercice 2 - Exercice 3 - Exercice 4



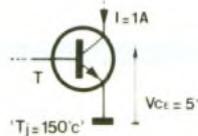
- $V_{BE} = 0,6 \text{ V}$
 $\beta = 100$
 $V_{CEs} = 0,2 \text{ V}$
 $R_2 = 680 \Omega$
1. Calculer R_1 pour $I_B = 100 \mu\text{A}$
 2. Calculer I_C (T en mode linéaire)
 3. Calculer V_{CE}
 4. $R_1 = 18 \text{ k}\Omega$. Que valent I_B , I_C et V_{CE} ?



- $I_C \text{ max} = 0,1 \text{ A}$
 $P_D \text{ max} = 0,5 \text{ W}$
 $V_{CEs} = 0 \text{ V}$
1. Tracer le graphe $I_C \sim f(V_{CE})$ avec les limitations dues au transistor et au montage
 2. Tracer, sur le même graphe, la droite de charge pour $R = 250 \Omega$
 3. Calculer la valeur minimale de R et tracer la droite de charge correspondante



- $V_{BE} = 0,6 \text{ V}$
 $\beta = 100$
 $R_5 = 100 \text{ k}\Omega$
 $R_6 = 1 \text{ k}\Omega$
 $V_E = 3 \text{ V}$
1. Calculer I_E , I_C , I_B (T en mode linéaire)
 2. Calculer R_3 pour $V_C = +9 \text{ V}$
 3. Calculer V_{CE}
 4. Calculer V_B
 5. Calculer R_4 pour respecter V_B et I_B



- Choisir le radiateur approprié, ainsi que la puissance que devra dissiper T_c , à 25°C , puis 60°C
- | | | |
|--------|------------|-----------------------|
| RA_1 | pour TO18 | 60°C/W |
| RA_2 | pour TO5 | 55°C/W |
| RA_3 | pour TO3 | $4,5^\circ\text{C/W}$ |
| RA_4 | pour TO220 | 18°C/W |

votre choix. Le calcul sera simplifié à l'extrême, aussi on négligera R_{THJB} et R_{THBR} .

MINI-REALISATION (fig. 17)

La boîte à décades résistive se révèle en manipulation aussi utile qu'un potentiomètre pour obtenir une résistance variable. Si on désire utiliser une capacité variable, ce n'est pas si simple car des condensateurs variables sont limités à une capacité maximale de 500 pF environ. La solution d'une décade capacitive devient une nécessité pour les manipulations proposées ou la mise au point d'un montage.

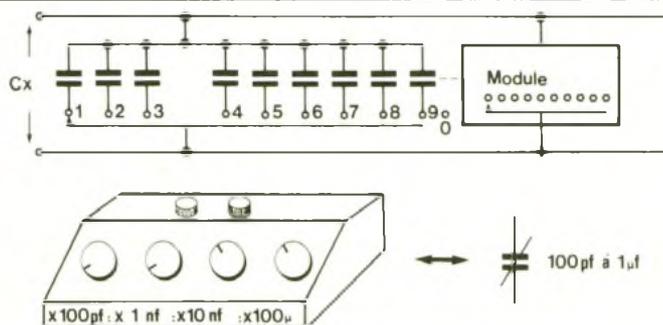
A l'encontre de la décade résistive où les modules étaient reliés en série, il faut connecter les modules en parallèle car c'est dans

cette association que les capacités s'ajoutent. A défaut d'utiliser un commutateur court-circuitant de 1 à 10 bornes, on utilise un commutateur classique qui permettra de choisir un condensateur parmi 9, et de pouvoir faire varier la capacité de 0 à 9 fois par bonds d'une unité. Pour éviter la recherche de condensateurs de capacité élevée et limiter la capacité parasite du câblage, on choisit d'utiliser 4 modules qui permettront une variation de 100 pF à environ $1 \mu\text{F}$ par bonds de 100 pF . Le premier module nécessitera 9 condensateurs de valeurs 100 pF , 200 pF ... 900 pF . Les modules suivants utiliseront des valeurs correspondant aux positions (1 à 9 nF , 10 à 90 nF et 0,1 à $0,9 \mu\text{F}$). Mais où trouver des condensateurs de 200 pF de ou 6 nF ? Certaines valeurs sont peu courantes, donc difficiles à trouver, d'autres n'existent pas. Il est inutile de choisir des modèles à 1 %, alors il existe une solution pas trop mauvaise. Pour 100 pF , pas de problème. Pour 200 pF , on associe en parallèle deux condensateurs de 100 pF ou un de 180 pF et un de 22 pF . Pour 300 pF , on utilise un 270 pF parallèle à 33 pF , et ainsi de suite. A vous de trouver les couples homogènes pour obtenir les valeurs les plus approchées, selon la disponibilité. Il est possible de monter plus de deux condensateurs en parallèle, mais ce n'est pas la peine de le faire pour rechercher la précision. L'ensemble sera monté dans un quelconque boîtier, de préférence en métal pour éviter les parasites. En effectuant un câblage soigné, vous pourrez limiter au maximum la capacité parasite due au câblage et qui existera en position 0000 et se rajoutera à toutes les valeurs. Cette valeur reste inférieure à 50 pF dans la plupart des cas. Le mois prochain, nous exploiterons nos connaissances pour mettre en œuvre des stabilisateurs de tension, des générateurs de courant constant et un amplificateur différentiel à transistor. Les montages proposés ont le plus souvent les rôles d'appréhension d'un phénomène, d'application des formules ou d'acquisition d'une méthodologie. Il est évident qu'on utilise de moins en moins les transistors... mais ils sont encore irremplaçables dans certains cas.

P. WALLERICH

Exercice 4 (fig. 16)

Le transistor est extrait du montage pour isoler les paramètres qui nous intéressent pour le calcul du radiateur. D'après sa polarisation, il est aisé de calculer la puissance électrique qu'il dissipe. En se plaçant dans deux cas de figure, soit à 25°C , soit à 60°C , on calculera la résistance thermique du radiateur qui sera nécessaire. Cela permettra de choisir un ou plusieurs radiateurs parmi les types proposés. Comme les radiateurs sont définis pour un type de transistor, et comme le tableau de la figure 10 vous fournit une sélection de transistors utilisables, effectuez



17

Boîte à décade de condensateurs.

CONNAITRE ET COMPRENDRE LES CIRCUITS INTEGRES

FICHE TECHNIQUE N° 40 XR 2206

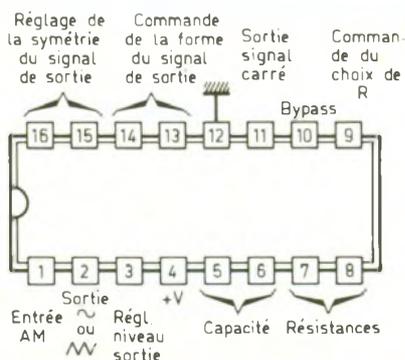
Nous restons dans la gamme des circuits intégrés analogiques. Le XR 2206 est un circuit extrêmement élaboré qui délivre des signaux périodiques de formes diverses : carrés, sinusoïdaux, triangulaires, dents de scie... avec toute la qualité requise au niveau de la fidélité et de la précision.

I - CARACTERISTIQUES GENERALES

- Signaux périodiques générés : carrés, sinusoïdaux, triangulaires, dents de scie ;
- amplitude et fréquence modulable par commande extérieure (AM, FM) ;
- plage des fréquences émises : 0,01 Hz à 1 MHz ;
- compatible TTL ;
- consommation moyenne : 6 mA ;
- alimentation : 10 à 26 V.

II - BROCHAGE (fig. 1)

Le circuit comporte 16 broches « dual in line » (2 rangées de 8). La broche n° 4 est à relier au « plus » de l'alimentation tandis que la broche n° 12 est prévue pour le « moins ». Les broches 7 et 8 reçoivent la (ou les) résistance(s) entrant dans la détermination de la période d'oscillation. La capacité, second paramètre de définition de la période, est à relier aux broches 5 et 6. La sortie du signal s'effectue sur



1 Brochage du circuit intégré

la broche n° 2. Le niveau moyen de la sortie est réglable grâce à la broche 3. La broche 1 peut être utilisée comme entrée en cas de recours à la modulation d'amplitude (AM). L'entrée de sélection des résistances reliées aux broches 7 et 8 se réalise par l'intermédiaire de la broche n° 9. La broche n° 10 est une sortie bypass. Le signal carré de référence est disponible sur la broche n° 11.

Les broches 13 et 14 permettent d'agir sur la forme du signal de sortie, au sens de l'élimination des distorsions. Enfin, la symétrie de ce même signal de sortie se règle par l'intermédiaire des broches 15 et 16.

III - FONCTIONNEMENT (fig. 2 et 3)

Le circuit comprend un dispositif détecteur de courant en liaison avec les résistances externes de définition du paramètre « période ». Ce dispositif commande un oscillateur qui génère le signal interne de référence. En amont de cet oscillateur est placé un circuit de mise en forme définitive du signal de sortie.

La figure 3 correspond au cas le plus général d'utilisation du XR 2206.

3.1. Fréquence de base

Cette valeur dépend essentiellement de la capacité C et de la résistance R montée sur l'une ou l'autre des broches 7 et 8. Elle est définie par la relation :

$$F = \frac{1}{RC} \text{ Hz}$$

Les valeurs de R et de C doivent toutefois respecter les conditions :

$$4 \text{ k}\Omega < R < 200 \text{ k}\Omega (*)$$

$$1 \text{ nF} < C < 100 \text{ }\mu\text{F}$$

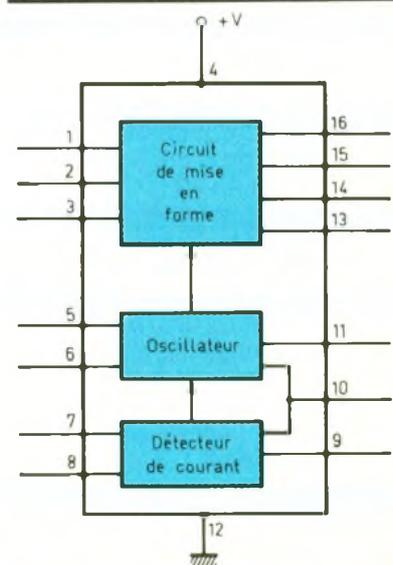
(*) Cette valeur peut être portée à 1 M Ω si la stabilité et la non-dépendance de la température n'ont pas la qualité primordiale requise.

3.2. Modulation de cette fréquence (fig. 4)

En fait, la fréquence dépend surtout de la valeur I_T extraite des broches 7 et 8. Elle peut donc également s'exprimer par une seconde relation :

$$F = \frac{320 I_T \text{ (mA)}}{C \text{ (}\mu\text{F)}} \text{ Hz}$$

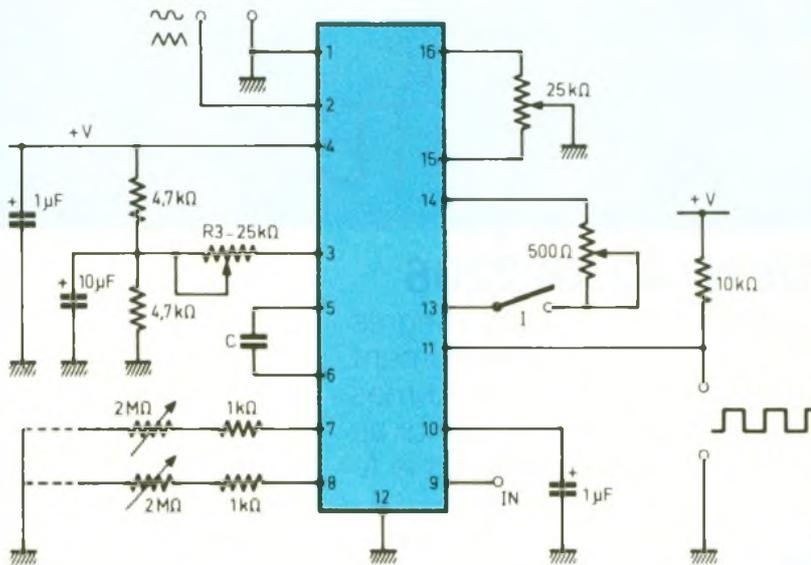
Les entrées 7 et 8 se caractérisent par une impédance faible ; leur potentiel par rapport à la broche n° 12 est automatiquement réglé, de manière interne, sur 3 V.



2 Diagramme fonctionnel

3

Schéma général de montage d'un générateur de signaux à base de XR 2206



La fréquence de sortie peut ainsi varier linéairement lorsque I_T varie lui-même dans une plage s'étendant de $1 \mu\text{A}$ à 3mA . Un moyen de réaliser la modulation de la fréquence du signal de sortie consiste à appliquer entre le « moins » et les broches 7 et 8, par l'intermédiaire de la résistance R_C , un potentiel pilote variable V_C . La fréquence obtenue se définit alors par la relation :

$$F_{Hz} = \frac{1}{RC} + \frac{R}{R_C} \left(1 - \frac{V_C}{3}\right)$$

Le rapport de variation K de cette fréquence sur la variation de V_C est donné par la relation :

$$K = \frac{\Delta f}{\Delta V} = -\frac{0,32}{R_C \cdot C} \text{ Hz/V}$$

3.3. Amplitude du signal de sortie

L'amplitude maximale du signal de sortie est proportionnel à la résistance R_3 . Dans le cas de la génération d'un signal triangulaire, cette amplitude varie linéairement de 0 à 6 V lorsque R_3 varie de 0 à 45 kΩ.

Pour une génération de signal sinusoïdal, la variation de l'amplitude maximale du signal de 0 à 6 V est obtenue pour une variation de R_3 de 0 à 100 kΩ.

Il est également possible de réaliser de la modulation d'amplitude en présentant un signal à moduler sur l'entrée correspondant à la broche n° 1. Cette entrée a une impédance interne de l'ordre de 100 kΩ. En plaçant par exemple cette entrée sur une valeur moyenne de repos correspon-

dant à la demi-tension d'alimentation, on obtient, pour une variation de l'entrée de $\pm 4 \text{V}$, une variation de l'amplitude du signal de sortie, allant de 0 à 1 V.

3.4. Sélection des résistances connectées sur les broches 7 et 8

Lorsque la broche n° 9 est laissée « en l'air » ou encore si elle est connectée à un potentiel supérieur à 2 V, c'est la résistance reliée à la broche n° 7 qui est opérationnelle.

Si la broche n° 9 est reliée à la masse ou à un potentiel inférieur à 1 V, c'est la résistance reliée à la broche n° 8 qui devient active.

On peut ainsi obtenir deux fréquences distinctes que l'on peut commander à tout moment :

$$F_1 = \frac{1}{R_1 \cdot C} \text{ ou}$$

$$F_2 = \frac{1}{R_2 \cdot C}$$

3.5. Réglage de la composante continue du signal de sortie

La valeur de cette composante continue (disponible sur la broche n° 2) est approximativement la même que celle qui est appliquée sur l'entrée de la broche n° 3. Dans l'exemple de la figure 3, cette valeur est de l'ordre de la demi-tension d'alimentation.

IV - UTILISATIONS

4.1. Générateur de signal sinusoïdal

L'interrupteur I doit être fermé. A l'aide du potentiomètre de 500Ω il est possible d'obtenir un signal présentant le moins de distorsion possible et se confondant avec la définition graphique de la fonction mathématique « sinus ». Le potentiomètre de $25 \text{k}\Omega$ permet d'obtenir une parfaite symétrie du signal.

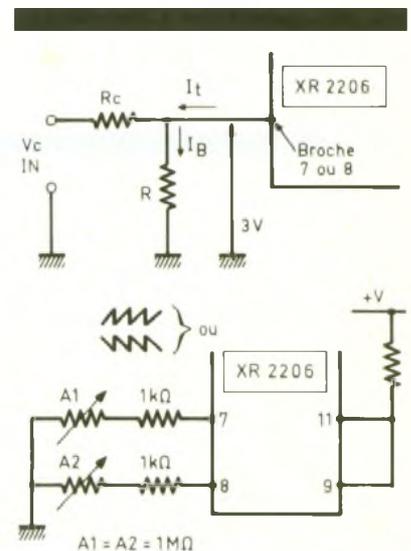
Dans le cas de l'utilisation d'une alimentation symétrique V^- , V^+ , on reliera tous les « moins » du schéma à V^- . Ainsi le signal de sortie sera centré sur la composante continue zéro, surtout si l'on a pris soin de relier directement R_3 à la valeur du potentiel zéro.

4.2. Générateur de signal triangulaire

Il suffit d'avoir l'interrupteur I . L'amplitude du signal triangulaire obtenue est approximativement le double de celle du signal sinusoïdal.

4.2. Générateur de dents de scie (fig. 5)

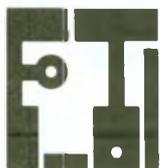
En reliant l'entrée correspondant à la broche n° 9 à la sortie du signal carré (broche 11), on rend alternativement opérationnelles les résistances respectivement reliées aux broches 7 et 8. En choisissant les valeurs de R_1 et de R_2 dans une plage allant de $1 \text{k}\Omega$ à $2 \text{M}\Omega$, il est possible d'obtenir des dents de scie à rapport cyclique de 1 à 99 %.



4 Commande de la fréquence par une tension pilote.

5 Générateur de dents de scie.

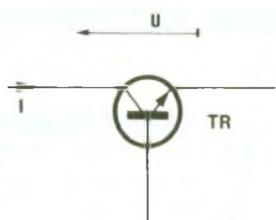
LES RADIATEURS



Il existe un vieux principe qui affirme : « Dans la nature, rien ne se crée, rien ne se perd, tout se transforme. » Ceci s'applique particulièrement à l'électronique, comme nous allons le voir.

POSONS LE PROBLEME

Lorsque les composants de puissance d'un amplificateur ou d'une alimentation fonctionnent, on peut mesurer, à leurs bornes, une différence de potentiels U , alors qu'un courant I les traverse (fig. 1). Ces pertes n'apportent



1

Un courant I traverse le transistor tandis qu'une tension U s'établit à ses bornes.

que diminution du rendement et chaleur. Principalement situées au niveau des jonctions, elles doivent être impérativement évacuées si leur valeur devient trop importante. Le moyen le plus courant et le moins onéreux consiste à utiliser des radiateurs. Le principe repose sur l'établissement d'un équilibre entre la chaleur générée par les éléments refroidis et celle évacuée.

LE RADIATEUR

Comme nous venons de le voir, son rôle consiste à refroidir l'élément fixé sur lui, et pourquoi pas, l'air ambiant !

L'aluminium, matériau le plus utilisé, évacue bien la chaleur, est peu coûteux ainsi que léger. On le rencontre souvent de couleur noir mat (absorption) avec des ailettes. Cependant, une simple plaque d'aluminium peut parfois suffire.

Ses dimensions devront être calculées exactement car, s'il est surdimensionné, son coût devient trop élevé et sa taille trop volumineuse ; s'il est sous-dimensionné, on risque la destruction du semi-conducteur « refroidi ».

LA CHAÎNE THERMIQUE

En physique, nous connaissons la célèbre loi d'Ohm qui affirme que toute résistance traversée par un courant de 1 A et qui produit une chute de tension de 1 V possède une valeur ohmique de 1 Ω , soit $U = R \cdot I$

avec :

- U , la différence de potentiels aux bornes de l'élément résistif, égale à Δu ;

- R , la valeur de la résistance s'opposant au passage du courant ;

- I , l'intensité du courant.

On donne à la figure 2 un exemple d'application

Nous pouvons alors utiliser cette analogie pour représenter la chaîne thermique existant dans un système comprenant un transistor-ballast monté sur radiateur (fig. 3)

La chaleur générée par l'échauffement interne de la jonction s'achemine tout d'abord au boîtier du transistor, via la résistance thermique R_{jb} . Elle se transmet ensuite au radiateur via la résistance thermique R_{br} puis à l'air ambiant à travers R_{Ra} .

On établit alors la relation :

$$\Delta t = (R_{jb} + R_{br} + R_{Ra}) \cdot P$$

avec :

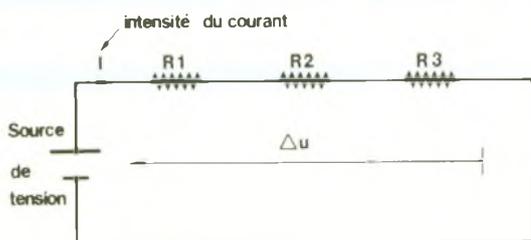
- Δt = différence totale de température, entre la jonction et l'air ambiant ;

- $R_{jb} + R_{br} + R_{Ra}$ = somme des résistances thermiques ;

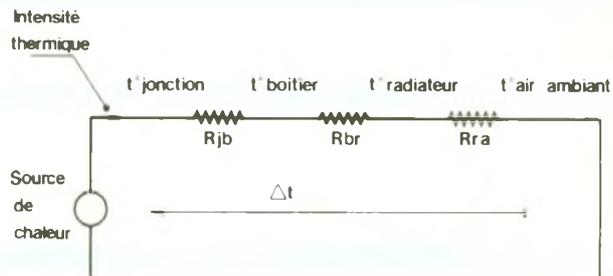
- P = « l'intensité thermique » en watts, puissance à dissiper.

Rappelons à présent que le but premier était de dimensionner le radiateur à utiliser. Ajoutons à cela que nous connaissons :

- t_{jonction} = température max. donnée par le constructeur ;



$$\Delta u = (R_1 + R_2 + R_3) \cdot I$$



2

Circuit comportant une chaîne de résistances.

3

Chaîne thermique d'un transistor monté sur radiateur.

4 Caractéristiques thermiques de transistors.

- $t_{\text{air ambiant}}$ = valeur voisine de 40 °C (ou autre puisqu'on se la fixe) ;
- P , la puissance à dissiper par le semi-conducteur ;
- $R_{j\text{b}}$ donnée par le constructeur du semi-conducteur ;
- R_{bR} donné également.

D'où :

$$R_{\text{RA}} = \frac{\Delta t}{P} = (R_{j\text{b}} + R_{\text{bR}})$$

Il est à noter que plus R_{RA} sera grande, plus les dimensions du radiateur seront faibles. Cependant, il nous est possible d'ajouter dans la chaîne d'autres éléments comme des rondelles de mica qui isoleront électriquement le boîtier du transistor du radiateur, ou de la graisse qui augmentera le contact thermique. On aura ainsi, pour un boîtier type TO 3, un assemblage R_{bR} :

- 0,3 °C/W direct ;
- 0,2 °C/W avec graisse silicone, direct ;
- 1,5 °C/W avec mica de 100 μm , sans graisse ;
- 0,6 °C/W avec mica de 100 μm , avec graisse.

Transistor	2N3055	TIP 31	2N2219	2N2222
$t_{\text{jonction max.}}$	200 °C	150 °C	175 °C	175 °C
$R_{j\text{b}}$	1,5 °C/W	3,12 °C/W	50 °C/W	83,3 °C/W
Boîtier	TO 3	TO 220	TO 5	TO 18
$R_{\text{jonction - ambiant max.}}$		62,5 °C/W	187,5 °C/W	300 °C/W

On observera que la graisse diminue la valeur de R_{bR} . Il est donc conseillé de l'utiliser le plus souvent possible.

que des constructeurs ou des revendeurs pour avoir des informations plus complètes sur les caractéristiques de ces éléments bien indispensables !

CONCLUSION

Nous venons de voir les mécanismes des échanges thermiques. Ce petit article, complété par le tableau de la figure 4, vous permettra de déterminer le radiateur adéquat pour vos alimentations, par exemple. Nous vous conseillons de vous reporter au catalo-

ANTENNE 89 7^e SALON INTERNATIONAL RADIO-TV, CABLE, SATELLITE

Antenne 89, 7^e Salon international des professionnels du Broadcast, radio-TV, câble et satellite se tiendra du 27 au 29 septembre prochain au parc des expositions de Paris. Porte de Versailles. Hall 5-2.

Infopromotions, nouvel organisateur du salon Antenne 89, apporte son expérience et son professionnalisme en matière d'organisation de salons. Objectif pour cette 7^e édition du salon Antenne : atteindre les 5 000 visiteurs, des professionnels parfaitement ciblés.

Ce salon s'adresse plus particulièrement aux responsables radios et télévisions locales, aux producteurs de programmes, aux installateurs, techniciens, revendeurs, promoteurs TV, média

planneurs, aux directeurs de la communication des entreprises responsables réseaux câblés, acheteurs institutionnels, etc.

Les 80 exposants présents pour cette 7^e édition disposeront d'une surface de 4 000 m². Ce sont des fabricants, importateurs, prestataires de services, producteurs, opérateurs satellite, réception, vidéocommunication...

Cette année, Antenne accordera une importance toute particulière aux applications de communication d'entreprise dérivée du satellite et du câble : télésurveillance, liaisons d'affaires, vidéoconférences, animation de réseaux hôteliers, hospitaliers ou de la grande distribution.

Antenne 89 entend confirmer sa vocation internationale et accueillera des exposants de nationalités espagnole, anglaise et italienne.

Le salon FM

Au cœur d'Antenne 89, se tiendra le salon FM.

Véritable vitrine du marché de la FM, il regroupera une trentaine d'exposants :

- des fabricants et importateurs de matériels de diffusion, de réception, de production ainsi que de matériels de mesure et de maintenance.

Parmi ces exposants, on retrouvera le n° 1 de la distribution Omenex, grand spécialiste des antennes intérieures électroniques amplifiées, au stand A4.

LA PAGE COURRIER



Petites Annonces

LA MAISON DE LA BATTERIE TOUTES PILES - TOUTES BATTERIES

Disponibles aux meilleurs prix

SAFE 11, rue Crozatier
75012 PARIS - Tél. : 43.40.17.50
Ouvert du Lundi au Vendredi

Appareils de mesures électroniques d'occasion. Achat et Vente.

HFC AUDIOVISUEL
Tour de l'Europe
68100 Mulhouse - Tél. : 89.45.52.11

Vos films cal. prof. pour tirage de circuits ; évite les déboires en gravure.

ELECTRO-FILMS 15, bd de STRASBOURG. 49000 ANGERS
Tél. : 41.88.95.86

BOB INTER/FRANCE

transforme votre ordinateur PC en télécopieur avec la faxcard pour 5 500 FFR HT.
Tél. : 75.84.25.60

Idéal pour créer comm. ou rayon composants electron. Vds cause ret. stock comp. Gd public. Av. compt. rayon., casiers, doc. fourn. le tout évalué 10 U à déb.
Tél. : 20.72.95.46

BREVETEZ VOUS-MÊME VOS INVENTIONS

Grâce à notre Guide complet, vos idées nouvelles peuvent vous rapporter gros, mais pour cela il faut les breveter. Demandez la notice 78 « Comment faire breveter ses inventions » contre 2 timbres à :

ROPA BP 41 - 62101 CALAIS

S' TPE Electronic Center

recherche technicien-vendeur.
Grande connaissance en matériels radio amateur + VHF + UHF, sens des responsabilités, dynamisme.

Adresser CV, lettre manuscrite.

Photo et prêt à :

TPE 36, bd Magenta
75010 Paris

IMPRELEC B.P. 5

74550 PERRIGNIER - Tél. : 50.72.46.26
Réalise vos C.I. (étames, perçes) sur V.E. : 30 F/dm² en S.F. 40 F/dm² en D.F. Métallisation par œillets en supplément. Qualité professionnelle. Chèque à la commande + 16 F de frais de port.

VENDS kits divers garantis et logiciels alicé.

Tél. : 90.46.44.47

LE MATERIEL ELECTRONIQUE D'OCCASION

Appareils de mesure, notices, schémas, catalogue contre 4 timbres à 2,20 F.

DIELEC, VIERLIOZ-BAS

74150 VALLIERES
ouvert le samedi - Tél. : 50.62.15.95

Le service du Courrier des Lecteurs d'Electronique Pratique est ouvert à tous et est entièrement gratuit. Les questions d'« intérêt commun » feront l'objet d'une réponse par l'intermédiaire de la revue. Il sera répondu aux autres questions par des réponses directes et personnelles dans les limites du temps qui nous est imparti.

COLLABORATION DES LECTEURS - Tous les lecteurs ont la possibilité de collaborer à « Electronique Pratique ». Il suffit pour cela de nous faire parvenir la description technique et surtout pratique d'un montage personnel ou bien de nous communiquer les résultats de l'amélioration que vous avez apportée à un montage déjà publié par nos soins (fournir schéma de principe et réalisation pratique dessinés au crayon à main levée). Les articles publiés seront rétribués au tarif en vigueur de la revue.

PETITES ANNONCES - 38 F la ligne de 33 lettres, signes ou espaces, taxes comprises - Supplément de 38 F pour domiciliation à la Revue - 48 F pour encadrement de l'annonce.

Toutes les annonces doivent parvenir avant le 5 de chaque mois à la Société AUXILIAIRE DE PUBLICITE (Sce EL Pratique), 70, rue Compans, 75019 Paris C.C.P. Paris 3793-60. Prière de joindre le montant en chèque C.P. ou mandat poste.

ENREGISTREUR TELEPHONIQUE

Numéro 127, page 77

Les composants dénommés R₁₅, R₁₇ et RV₄ sur l'implantation repérés en double sont respectivement R₂₅, R₂₇ et RV₁.

LA TECHNOLOGIE AU COLLEGE : I (Rappel)

Numéro 126, page 60

Le C.I comporte une erreur aux figures 3 et 4. En effet, la connexion entre le BP et le moins de C, a été ommise.

PREAMPLIFICATEUR FM-TV

Numéro 128, page 36

Il fallait lire dans le tableau de la figure 2, 4,5 spires pour L₂ à 470 - 580 MHz et à 438,5 MHz.

UN MODULATEUR LUMIERE A FILTRES ACTIFS

Numéro 128, page 72

La résistance située à proximité de C₁₄, repérée R₁₂, est en fait R₁₉.

Photocomposition :
ALGAPRINT - 75020 PARIS
Distribution :
S.A.E.M. TRANSPORT PRESSE
Le Directeur de la publication :
M. SCHOCK

DEPOT LEGAL
SEPTEMBRE 1989
N° D'EDITEUR 1144
Copyright © 1989
Société des PUBLICATIONS
RADIOELECTRIQUES et SCIENTIFIQUES



La reproduction et l'utilisation même partielles de tout article (communications techniques ou documentation) extrait de la revue « Electronique Pratique » sont rigoureusement interdites ainsi que tout procédé de reproduction mécanique, graphique, chimique, optique, photographique, cinématographique ou électronique, photostat tirage, photographie, microfilm, etc.

Toute demande à autorisation pour reproduction, quel que soit le procédé, doit être adressée à la Société des Publications Radio Electriques et Scientifiques.

Direction de la Publication : M. SCHOCK. - Imprimeur : LA HAYE-MUREAUX
Commission paritaire 60165.

Répertoire des Annonceurs

ABONNEMENT	32
ACER	II ^e et III ^e Couv. + 3
ARQUIÉ COMPOSANTS	119
BRAY FRANCE	20
CENTRAD (ELC)	108
CENTRE ETUDES	5
CIBOT	20-21
C.I.F.	19
COMP AS	103
COMPONIC (SDSA)	26
COMPO PYRÉNÉES (STCE)	9
COMPTOIR DU LANGUEDOC	23
CSM	24
DECOCK ELECTRONIQUE	9
DIFÉCO	15
DILEC	17
E 85	24
ÉDITIONS GODEFROY	127
ÉDITIONS WEKA	15
EDUCATEL (UNIECO)	6-7
ELC (CENTRAD)	108
EGUZON ELECTRONIQUE	5
ELECTROME	14
ELECTRONIQUE DIFFUSION	123-125
ELV	122
ETSF	74
ÉTUDES ET CONSEIL	126
EURELEC	27
EUROTECHNIQUE	25
FRANCLAIR ELECTRONIQUE	82
IPIG	8
ISKRA	27
KARL LEISTER	25
KN ELECTRONIQUE	128
LEXTRONIC	10
LIBRAIRIE PARISIENNE	
DE LA RADIO	56
MABEL	124
OJD	130
PENTASONIC	11-12-13
PERLOR RADIO	4
PHILIPS	73
POSTE	44
PRESSPACE	124
RADIO LORRAINE	18
RADIO MJ	65
RAM	16
REIMS COMPOSANTS (RC 51)	15
REUILLY	
COMPOSANTS	II ^e et III ^e Couv., 3
ROCHE	22
SDSA (COMPONIC)	26
SELECTRONIC	24-33
SN GÉNÉRATION VPC	103
STAMBOULI	25
STCE (COMP PYRÉNÉES)	9
SVE ELECTRONIC	126
TEKTRONIX	107
TELE S' MARC (TSM)	28-29-30-31
TERAL	IV ^e Couv.
UNIECO (EDUCATEL)	6-7
YAKECEM	5

NOUVEAU
UNAOHM



G 4020. 2 x 20 MHz. Ligne à retard.
Testeur de composant.
Recherche automatique
de la trace. Avec 2 sondes ... **3730F**

Composants

TERAL

HEURES D'OUVERTURE : le lundi de 13 h 30 à 19 h.
du mardi au samedi de 9 h 30 à 19 h SANS INTERRUPTION

26

RUE TRAVERSIÈRE
PARIS 12^e
TÉL. : 43.07.87.74 +
MÉTRO : GARE DE LYON

Beckman



9020
Double trace 2 x 20 MHz. Ligne à retard.
Testeur de composants
Chercheur de trace
Livré avec 2 sondes combinées **3890 F**

COMPOSANTS - MESURES - LAMPES - SUPPORTS CI TULIPES - CONTACTS DORES
A DES PRIX TERAL

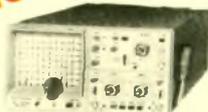
FLUKE

PROMOTION

DM 73 **839 F**
DM 77 avec housse anti-choc **1499 F**
PRIX T.T.C.

OSCILLOSCOPES

HAMEG



NOUVEAU
HM 203/6
Double trace 2 x 20 MHz 2mV à 20 V. add. soust. déclench.
AC-DC-HF-BF. Testeur de composants.
Livres avec 2 sondes combinées **3900 F**
HM 100/5
3 x 100 MHz avec 2 sondes **8730 F**

NOUVEAU
HM 205-2
Double trace 2 x 20 MHz. Testeur de composants.
Mémoire numérique 2 x 1 K. Chercheur de trace.
Livres avec 2 sondes combinées **6580 F**
HM 604. 2 x 60 MHz avec expansion Y X 5 Post
accélérié 14 KV avec 2 sondes combinées **6760 F**

HM 8001. Appareil de base avec alimentation
permettant l'emploi de 2 modules **1550 F**
HM 8021-2. Fréquence-mètre
10 Hz à 1 MHz Digital **2478 F**
HM 8032. Générateur sinusoïdal
20 Hz à 20 MHz. Affichage de la fréquence **1850 F**
HM 8035. Générateur d'impulsions
2 Hz à 30 MHz **PROMOTION 2355 F**

UNAOHM



G 4030
Double base de temps. Double trace.
2 x 20 MHz. Bases de temps
réglables. Testeur composant
chercheur de trace
avec 2 sondes **4680F**

UNAOHM MESUREUR DE CHAMP PANORAMIQUE

MCP 9001. Fréquence
47 MHz à 960 MHz **19500F TTC**

AFFICHAGE DIGITAL de la fréquence sur 4 chiffres -
Bande FM - Résolution 10 kHz - Son stéréo BISTANDARD
L et BG

CHAUVIN ARNOUX

« SPECIAL
ENSEIGNEMENT »

Campus est conçu pour supporter le
survolage et les étincelles dues aux
fausses manœuvres. Simple et
robuste, il résiste
aux chocs **510F TTC**



Accessoires mesure. Pince de test.
Adaptateur. Cordons. Pointe de touche.
Demandez notre tarif

Fers
Antex CS 17 LD **125 F** | JBC 15 W LD **135 F**
Antex XS 25 LD **125 F** | JBC 30 LD **135 F**
Panne LD à partir de **27 F** | JBC 40 LD **135 F**

**TERAL LE SPECIALISTE
DES COMPOSANTS ET DE LA
MESURE. UNE VISITE S'IMPOSE
A VOUS DE JUGER**

MULTIMETRES

Beckman

DM 10 - Modèle de poche **340 F**
DM 15 B - AD/DC - 10 A - Bip **440 F**
DM 20 L - Gain trans. Bip **497 F**
DM 23 - Précision 0,5 % HFE **587 F**
DM 25 L - Test trans. et Capa **680 F**
DM 71 **399 F**
DM 73 - Gamme Auto-Mini **490 F**
DM 77 - Gamme Auto-Hold **610 F**
DM 850 **1650 F**
T 100 B - 2000 points - Bip **850 F**
T 110 B - 2000 points - Hold **995 F**
DM 718 - Multi de poche. Avec étui **249 F**

EDM 1122 - Multimètre digital. Très grand display. 11 fonctions.
Test de continuité sonore. Fréquence-mètre. Test
capacité. Test diode **599 F**

METRIX MULTIMETRES



• MX 112 A **620 F**
• MX 512 **940 F**
• MX 562. 2000 points 3
1/2 digits.
Précision 0,2 %. 6 fonctions.
25 calibres **1290 F**
• MX 563 **2590 F**
• MX 575. 20 000 points
21 calibres. 2 gammes.
Compteur de
fréquence **3190 F**
• MX 573. Multimètre digital analogique **2950 F**

• MX 453. 20 000 Ω/V CC. VC : 3 à 750 V I.C. : 30 mA à 15 A
IA : 30 mA à 15 A. Ω : 0 à 15 kΩ **840 F**

• MX 202 C. T. DC 50 mV à 1000 V.T. AC 15 à 1000 V. Int
DC 25 μA à 5 A. AC 50 mA à 5 A. Resist. 10 Ω à 12 MΩ.
Decibel 0 à 55 dB. 40 000 Ω/V **1090 F**
• MX 462 G. 20 000 Ω/V CC/AC. 1,5 VC : 1,5 à 1000 V
VA : 3 à 1000 V. IC : 100 μA à 5 A. IA : 1 mA à 5 A. 5 Ω à
10 MΩA **880 F**

FREQUENCEMETRES

Beckman

UC 10. 5 Hz à 100 MHz. Compteur Intervalles
Périodes. 8 afficheurs **3070 F**

CENTRAD

346 - 1 Hz 600 MHz **1880 F**
MC 713 - Mesureur de champ **3499 F**

GENERATEURS DE FONCTIONS

FG2. 7 gammes. Sinus carrés triangles
Entrée VCF-OFFSET Beckman **1978 F**
AG 1000. Générateur BF. 10 Hz à 1 MHz. 5 calibres
Faible dist. imp. 600 Monacor **1330 F**
SG 1000. Générateur HF. 100 kHz à 150 MHz. 6 calibres
Précis. 1,5 %. Sortie 100 mV Monacor **1270 F**
368. Générateur de fonction 1 Hz à 200 kHz
Signaux carrés sinus triangle Centrad **1420 F**

ALIMENTATIONS

ELC

AL 841 **195F**
AL 784 **355F**
AL 785 **450F**
AL 745 AX **655F**
AL 812 **730F**
AL 813 **710F**
AL 781 N **184F**
ALIM - ELC

**PROMOTION
DU MOIS
ALIMENTATION
13,8 V - 5 A
PRIX TERAL
450 F**

**CATALOGUES ET DOCUMENTATION
SUR TOUTES LA MESURE - KITS - ILP
COMPOSANTS - FICHES - CABLES
A DES PRIX FOUS**

MONACOR

DMT 1000 A. Multimètre
digital automatique. Grand
affichage 19 mm Avec
mémoire. Clavier avec tou-
ches sensibles. 20 A.
PROMO **498 F**
DMT 7000. Multimètre digital.
Grand affichage. 19 mm.
Test capacité. Fréquence-
mètre 20 Hz à 200 KHz. Test
diode. Test transistor. 20 A.
PROMO **597 F**

DMT 900 **420 F**
PT 140 **90 F**
PT 150 **119 F**
MT 250 **199 F**
MT 870 **299 F**
DMT 2200 **360 F**
DMT 2400 **575 F**
AG 1000 **1330 F**
SG 1000 **1270 F**
CM 300 **649 F**

ANTENNES

EXTERIEURES U.H.F. - V.H.F.
AMPLI ANTENNE
EXTERIEUR, INTERIEUR

ANTENNE INTERIEURE
AMPLIFIÉE

Forme satellit. 30 dB **380 F**

Modules, adaptation video

UNI - 1 A. Module d'adaptation SECAM sur un magnéto-
scope VHS/PAL. Le module **350 F**
Pour autre adaptation, nous consulter.

TRANSISTORS

PRIX PROMO

AY 102 **15,00 F** BU 134 **16,00 F**
BF 457 **2,90 F** BU 138 **16,00 F**
BF 870 **3,80 F** BU 140 **16,00 F**
BF 871 **3,90 F** BU 141 **16,00 F**
BU 104 **15,00 F** BU 500 D **15,00 F**
BU 109 **15,00 F** BU 800 **15,00 F**

SUPPORTS TULIPE

8 B - 14 B - 16 B - 18 B - 20 B - 24 B - 28 B - 40 B.
La broche **0,20 F**

RELAIS TYPE EUROPEEN

6 V - 2 RT **43 F** 12 V - 2 RT **33 F**
Support relais 2 RT **7,80 F**

LIGNE RETARD

470 - NS **NC** Quartz 6-5536 **NC**

PERCEUSES MAXICRAFT

Perceuse 42 W avec 9 outils **99F**
Perceuse 42 W avec 15 outils **176F**
Perceuse 50 W **190F**
Alimentation pour perceuse **135F**
Support perceuse **85F**
Forets, meules,
polissoirs disponibles

MICRO-PROCESSEUR

MC 1488 **9,50** MM 53200 **47,00**
MC 1489 **9,50**
MC 6809 E **63,00**
MC 68 A 02 **45,00** 68705 P3 **99,00**
MC 68 A 21 **25,00** 6802 **38,00**
MM 4416 **48,00** 6821 **14,00**
MM 2732 **37,00** MM 2732 **37,00**
MM 2716 **38,00** MM 2114 **19,00**
MM 2764 **35,00** MM 4116 **24,00**
SPO 256 ALL **135,00** TDA 2822 **14,00**

DEPARTEMENT UNIQUE EN TRANSFORMATEUR

5 VA, 1 second **36,00** 5 VA, 2 second **39,00**
12 VA, 1 second **46,00** 12 VA, 2 second **49,00**
25 VA, 1 second **66,50** 25 VA, 2 second **69,00**
40 VA, 1 second **89,00** 40 VA, 2 second **93,00**
60 VA, 1 second **98,00** 60 VA, 2 second **103,00**

LABOTEC

Pour faire vos circuits imprimés,
TERAL s'est équipé de
la célèbre machine LABOTEC.
Elle est à votre service pour
les réaliser vous-mêmes au
moindre coût. Tout le matériel
nécessaire est, comme d'ha-
bitude, disponible chez
TERAL.

Résistance 1/2 W, valeur courante
Prix uniquement par quantité
Panachés : **7,50 F** les 100 - Panachés : **32,50 F** les 500
Panachés : **55 F** les 1000

COMPOSANTS

TRIMMER MULTITOURS

AJUSTABLES (25 T)
100 Ω - 200 Ω - 500 Ω - 1 kΩ - 2 kΩ - 5 kΩ - 10 kΩ - 50 kΩ
100 kΩ - 200 kΩ - 500 kΩ **9,70 F**

CONDENSATEURS MKH

De 1 nF à 0,1 μF **1,20 F** pièce
De 0,15 μF à 0,22 μF **1,90 F** pièce
De 0,27 μF à 0,39 μF **2,15 F** pièce
De 0,47 μF à 0,68 μF **3,20 F** pièce

CANON A SOUDER

9 Br mâle **3,95 F** 25 Br mâle **6,10 F**
9 Br fem **4,20 F** 25 Br fem **7,10 F**
Capot 9 B **3,50 F** Capot 25 B **4,50 F**
15 Br mâle **5,30 F** 37 Br mâle **22 F**
15 Br fem **6,00 F** 37 Br fem **24 F**
Capot 15 B **4,00 F** Capot **16 F**

COFFRETS

ESM **TEKO**
EB 2108 FA **84 F** P1 **15 F** - P2 **22 F**
EC 2713 **130 F** P3 **35 F** - P4 **52 F**
ET 3211 **196 F** AUS 12 **76 F**
ER 48104 **248 F** AUS 22 **87 F**
ER 48109 **337 F** CABO22 **62 F**

**TOUS LES MODELES DISPONIBLES
DOC ET TARIF SUR DEMANDE**



**CIRCUITS PREAMPLIFICATEURS -
AMPLIS HYBRIDES ET MOS DE
PUISSANCE - ALIMENTATION TORIQUES
- TRANSFORMATEURS TORIQUES**

FICHES

**DINS - JACKS - CANNON - FICHES
BANANES - FICHES ALIM. - ETC.**

OK KIT

PL 66 alim digitale
PL 82 freq. 50 MHz
OK 86 freq. 1 MHz
PL 61 capac digit
PL 56 Volt digit
OK 123 Gene BF
PL 44 Base de temps

SAFICO

L'OUTILLAGE POUR
L'ETUDIANT ET LE PRO
CIF
TOUTE LA GAMME
DU N° 1 FRANCAIS
JELT
POUR PROTEGER VOS
MONTAGES ELECTRONIQUES
ET LES ENTRETIENIR

MECANORMA

**NOUS SOMMES DISTRIBUTEURS
DES
KITS TSM**



**TOUS LES COMPOSANTS
DES «KITS COLLEGES» SONT
DISPONIBLES SEPARMENT.
LISTE ET PRIX SUR DEMANDE**

**NOUS EXPÉDIONS EN FRANCE ET A L'ÉTRANGER A PARTIR DE 100 F D'ACHAT
CES PRIX SONT DONNÉS A TITRE INDICATIF ET SONT VARIABLES SELON L'APPROVISIONNEMENT.**