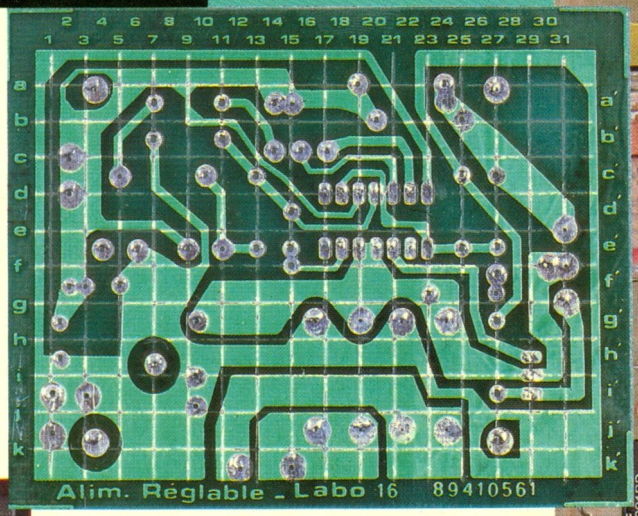
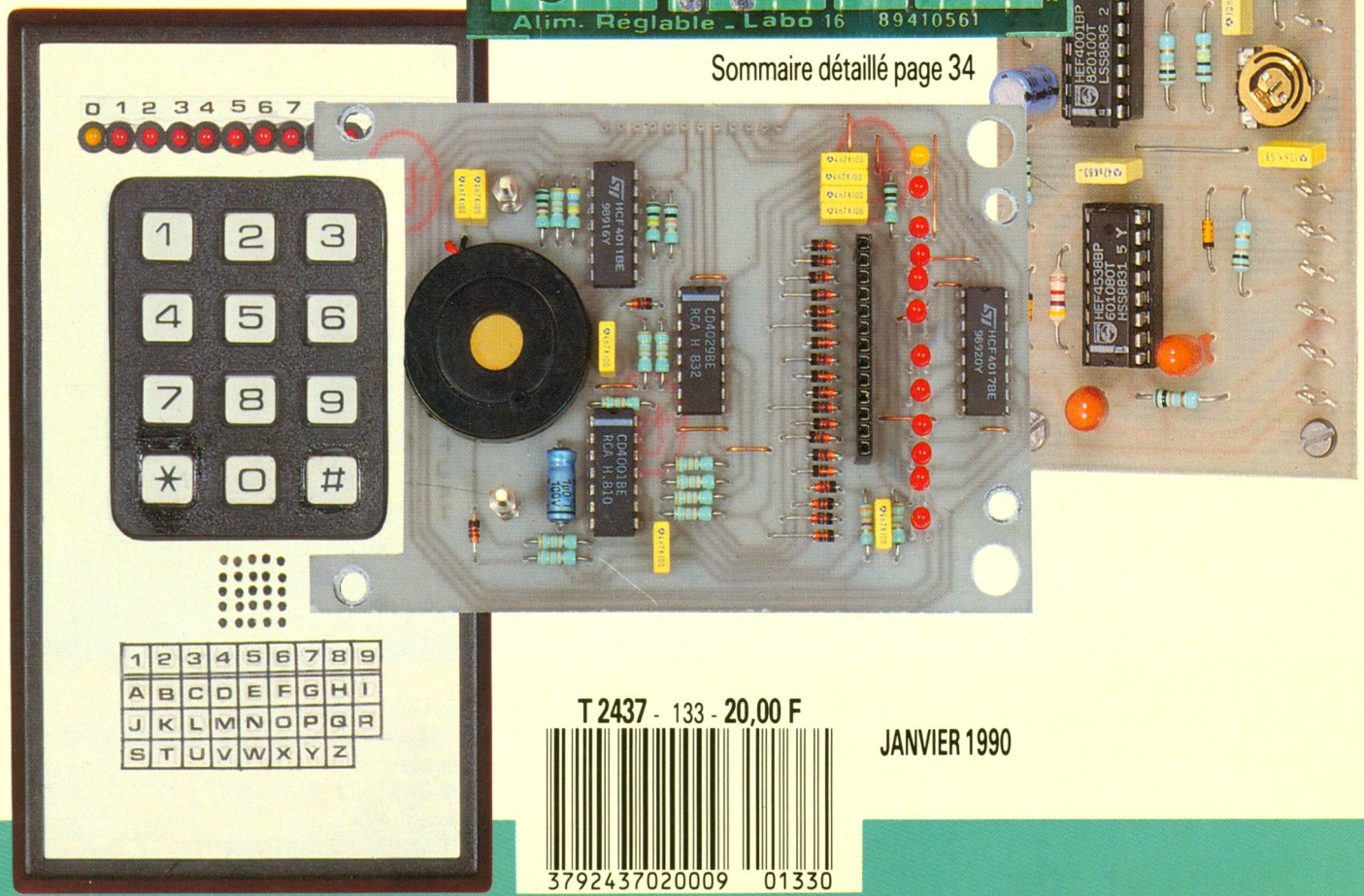
I.S.S.N. 0243 4911

Electronique pratique

CALCUL NUMEROLOGIQUE
ALIMENTATION PERCEUSE
FM A PRESELECTIONS
BETAMETRE ORIGINAL
PRISE COMMANDEE
TECHNOLOGIE AU COLLEGE
MULTIMETRE MANUDAX, etc.





Sommaire détaillé page 34

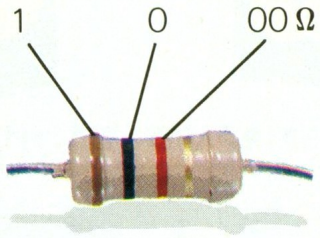
BELGIQUE : 140 FB - LUXEMBOURG : 140 FL - SUISSE : 5,80 FS - ESPAGNE : 400 Ptas - CANADA : $ 3,90

T 2437 - 133 - 20,00 F

3792437020009 01330

JANVIER 1990

Electronique pratique



1 2 3 *Tolérance : or ± 5 %, argent ± 10 %*

1re bague 1re chiffre	*2e bague 2e chiffre*	*3e bague multiplicateur*
	0	× 1
1	1	× 10
2	2	× 100
3	3	× 1 000
4	4	× 10 000
5	5	× 100 000
6	6	× 1 000 000
7	7	
8	8	
9	9	

FICHE TECHN.
CONFORT
AUTO
JEUX
MODELISME
MESURES
HIFI
GADGETS
INITIATION

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 - Fax : 42.41.89.40
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
Philippe Bajcik, Jean Cerf, Guy Amonou, Robert Knoerr, Francis Bernard, Patrice Wallerich, Alain Garrigou et Christophe Pichon.
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 EHLINGER
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'Edition, 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.

OJD DIFFUSION · PUBLICITE 1988

SYNDICAT DE LA PRESSE SPEP DES ENTREPRISES ET DES PROFESSIONNELS

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

SOMMAIRE N° 133 – JANVIER 1990

REALISEZ VOUS-MEMES

Un récepteur FM à présélection	35
Un adaptateur-transistormètre	41
Une prise commandée	45
Une alimentation pour mini-perceuse	55
Un testeur de transistors	69
Une calculatrice numérologique	75

EN KIT

Alimentation stabilisée E.T.C. LABO 16 E	51

PRATIQUE ET INITIATION

MX 190 T et MX 200 de MANUDAX	72
La technologie au collège (VIII)	89
Logiciel C.I.F.	95
LOGIC 2	97
Les composants japonais : le LA 3160	107

DIVERS

Nos Lecteurs	117

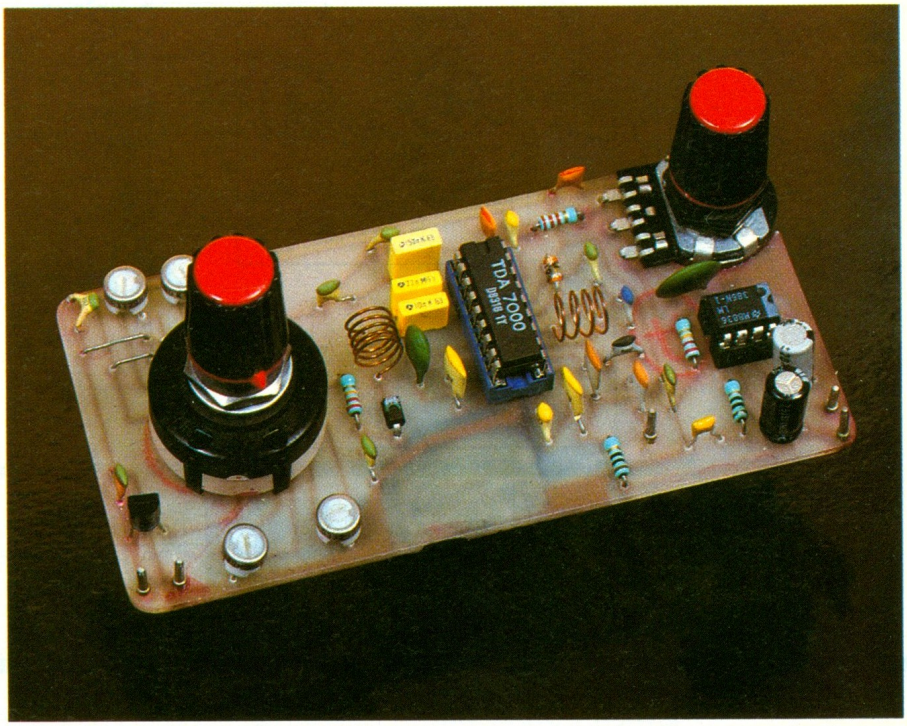
Ce numéro comporte un encart Educatel broché au centre de la revue, folioté 59, 60, 61, 62 pour l'ensemble du tirage.

UN RECEPTEUR FM DE POCHE A PRESELECTION

Ce récepteur utilise un TDA 7000, un circuit intégré très courant. Ne comptant pas le nombre de réalisations publiées autour, nous voulions vous faire profiter de ses excellentes performances dans un montage où simplicité de réalisation et facilité de câblage vous conduiront sans nul doute au succès.

CARACTERISTIQUES TECHNIQUES

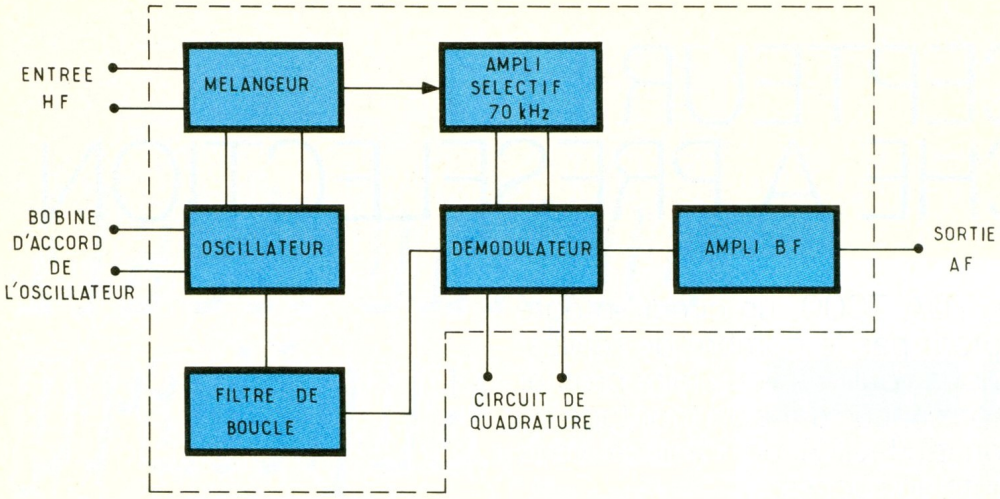
- Tension d'alimentation : 7 à 12 V.
- Sensibilité utile : 2 µV pour une puissance de 50 mW sur HP de 8 Ω.
- Plage d'accord : 88 à 108 MHz.
- Nombre de canaux préréglables : 5.
- Consommation en courant : environ 20 mA.
- Faible prix de revient.



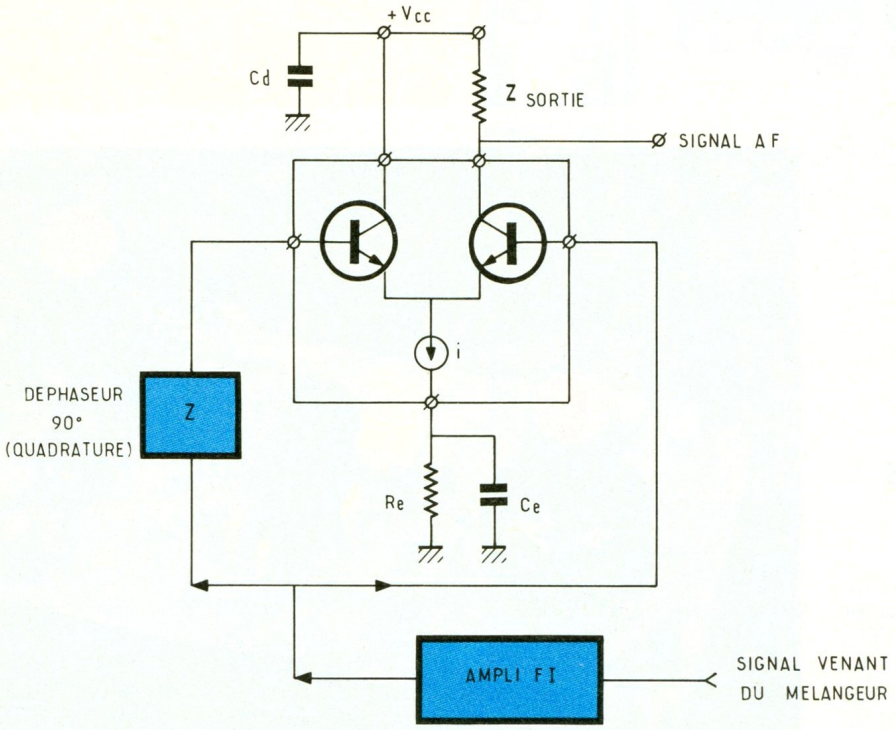
CARACTERISTIQUES PRINCIPALES DU TDA 7000

On ne pouvait pas vous proposer cette réalisation sans vous parler du cœur du montage : le TDA 7000 est fabriqué par la R.T.C. Philips pour des applications larges bandes, émissions dont la qualité reste très bonne ; la bande FM s'imposait alors. Le TDA 7000 est un récepteur à simple changement de fréquence. La fréquence de la FI, c'est-à-dire après le mélangeur, vaut 70 kHz. Cette valeur est très inhabituelle mais ce choix a été guidé par l'abondance de transformateurs HF. Le schéma synoptique interne du TDA 7000 est donné en **figure 1**, celui-ci permet de mieux comprendre son fonctionnement. L'architecture interne du TDA 7000 étant fort complexe, nous nous sommes limités au strict minimum. De prime abord, nous constatons qu'il s'agit d'un schéma tout à fait classique. La particularité de ce circuit fait appel à des étages d'amplification FI à 70 kHz bâtis autour d'ampli-opérationnels dans le but d'utiliser un filtrage par réseaux RC. L'avantage de cette configuration permet de n'utiliser en tout et pour tout que deux inductances facilement réalisables. La sélectivité est déterminée par les capacités situées à l'extérieur du montage et par des réseaux internes de résistances de telle manière que la FI se trouve filtrée par des filtres passe-bas et passe-bande. Après le passage dans les étages à fréquence intermédiaire le signal est envoyé dans un démodulateur à quadrature. Pourquoi quadrature ? Simplement parce que deux signaux d'égale amplitude sont comparés mais l'un est déphasé de 90° par rapport à l'autre. Le résultat de la comparaison est une fréquence basse qui correspond au signal modulant l'émetteur. La **figure 2** correspond à un schéma très simplifié de détecteur à quadrature. Ceux-ci sont d'ailleurs utilisés dans les fameux SO41P ou autres démodulateurs FM. La **figure 1** nous montre un filtre de boucle. Celui-ci n'est autre qu'un

1 *Architecture interne du TDA 7000, avec les blocs-fonctions.*



2 *Principe d'un détecteur FM à quadrature.*



intégrateur de la tension BF. La tension qui en sort asservit en fréquence l'oscillateur local du TDA 7000. Avec une fréquence intermédiaire de 70 kHz et une excursion de ± 75 kHz, il était obligatoire de faire suivre l'oscillateur local au rythme de la modulation.

LE SCHEMA DE PRINCIPE

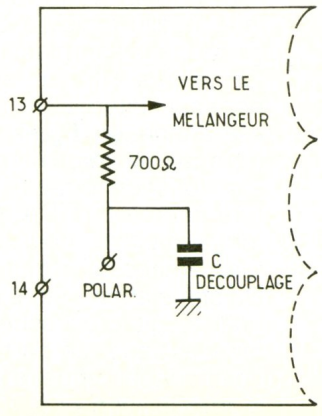
La **figure 3** nous fait découvrir l'extrême simplicité du schéma, due en grande partie à la très forte intégration de composants à l'intérieur du TDA 7000.

Voyons à quoi servent les capacités autour du circuit. Le circuit accordé composé par l'association de L_2, C_{14}, C_{15} et C_{16} est prévu pour accepter des fréquences dans la gamme de 88 à 110 MHz. Par l'intermédiaire de C_{16}, l'antenne attaque à basse impédance (75 Ω) le circuit L_2C_t. Le point chaud de ce circuit, à savoir l'endroit où circule le courant HF le plus élevé, attaque l'entrée du mélangeur par la broche nº 13 qui constitue une charge de 700 Ω. Au circuit accordé, cette charge amortit le circuit L_2C_t d'entrée pour obtenir la bande passante désirée **figure 4.**

Une des portes du mélangeur se retrouve excitée par l'amplitude de la fréquence générée par l'oscillateur local, celui-ci se compose du circuit accordé L_1, D_1, C_4 et C_8.

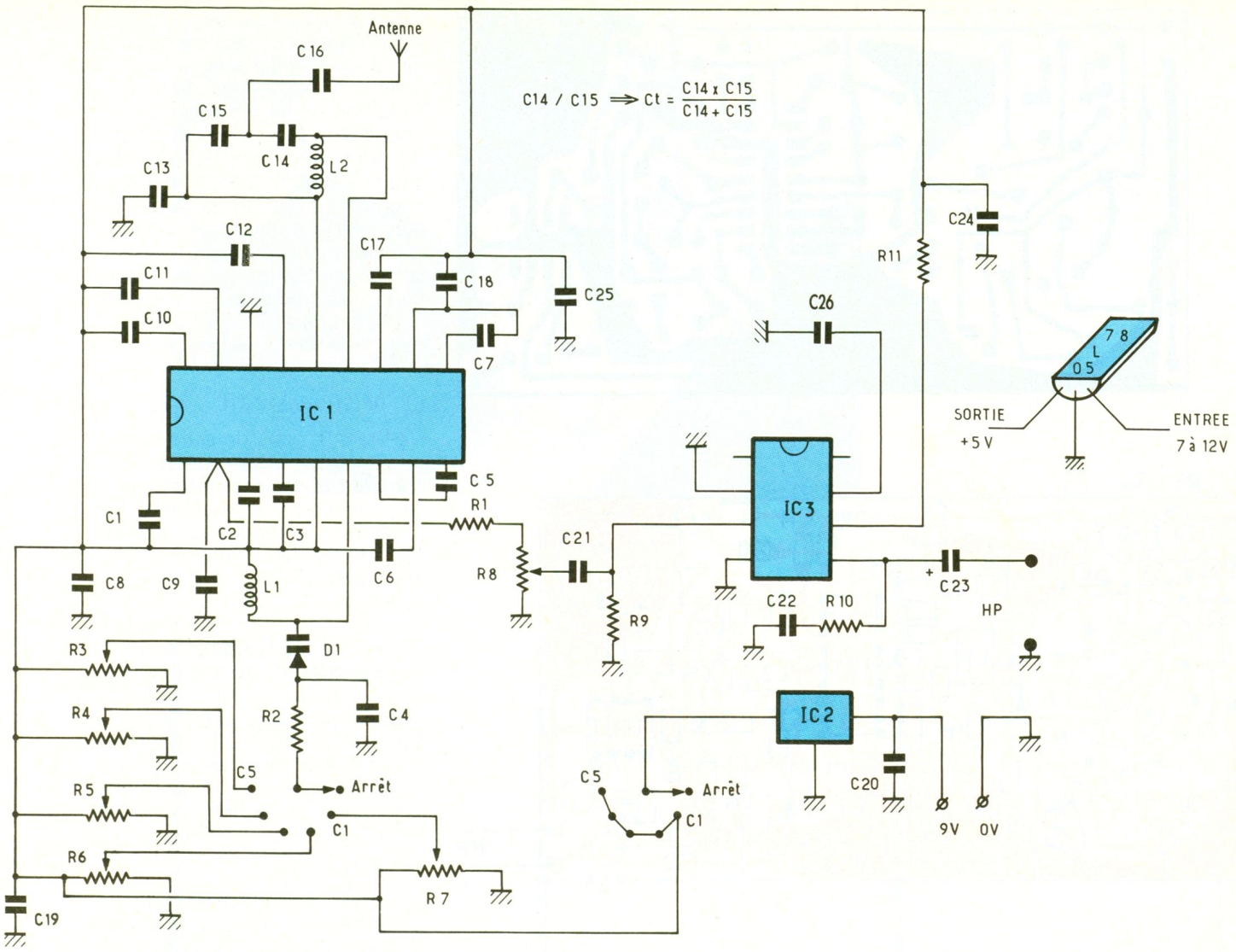
La broche nº 6 reçoit la surtension créée par L_1, D_1 ; le VCO interne du TDA 7000 engendre l'oscillation pour exciter le mélangeur, nous y reviendrons. La diode D_1 polarisée en inverse s'appelle diode « varicap », dont la courbe caractéristique est donnée en **figure 5,** cette particularité se trouve mise en jeu par l'action de R_3 à R_7 et de R_2. En réglant les ajustables, c'est-à-dire en faisant varier une tension, on agit sur la polarisation de la diode, sa capacité s'en retrouve modifiée ainsi que l'accord en fréquence du circuit L_1, D_1. Le VCO interne du TDA 7000 est asservi sur la valeur de l'amplitude du signal BF.

Du mélange de la fréquence VCO avec celle à recevoir s'obtient la valeur de la FI à 70 kHz. Celle-ci est filtrée par une première cellule constituée d'un amplificateur opérationnel (AOP) et des capacités C_5, C_6. Celles-ci fixent la fréquence de coupure du filtre. Un second AOP utilise les capacités C_7, C_{18} et forment un filtre passe-bande. Il est bien évident que de l'action sur C_5, C_6, C_7 et C_{18} on pourra placer la valeur de la FI et la bande passante où l'on souhaite. Cela fera l'objet d'un prochain article. Le condensateur C_{11} sert au démodulateur de fréquence, ce condensateur C_{11} associé aux impédances internes effectue un décalage de 90º sur la phase du signal incident. Cette opération est nécessaire à la comparaison des deux amplitudes, cette comparaison engen-

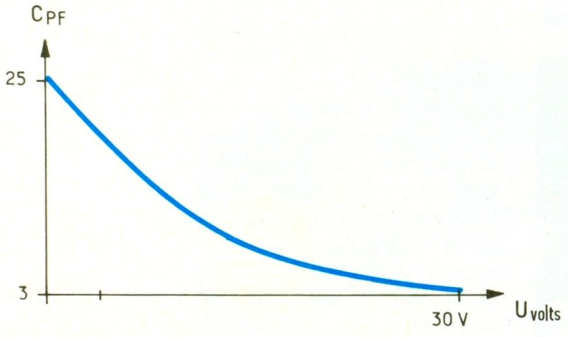


4 *Amortissement du circuit d'entrée du TDA 7000.*

3 *Le schéma complet du récepteur : les présélections s'effectuent à partir du rotateur et des cinq ajustables.*



dre une tension BF dont l'amplitude est fonction du déphasage. Cette tension BF est récupérée sur la broche nº 2 à un niveau de 70 mV crête à crête (c/c). Le condensateur C_9 effectue la désaccentuation du signal BF, celle-ci est de 50 ou 75 µs suivant les normes. La charge de sortie constituée de R_1 et R_8 représente l'impédance de source du LM 386. Ce circuit intégré a été vu le mois dernier et la configuration ne change que très peu, la seule différence se situe dans la présence de R_{11} : celle-ci limite le courant de IC_3. Après ce fastidieux exposé théorique non nécessaire à la réalisation, passons aux choses pratiques.



5 *Variation de capacité d'une Varicap, en fonction de la tension inverse.*

REALISATION PRATIQUE

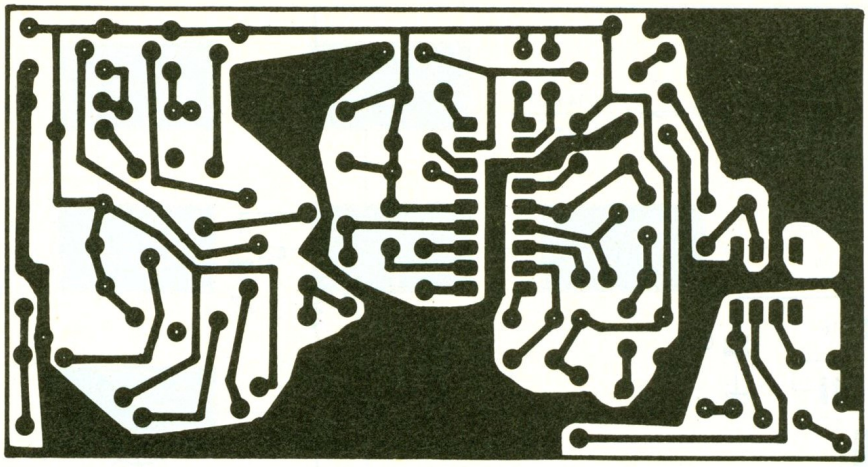
a) Le circuit imprimé

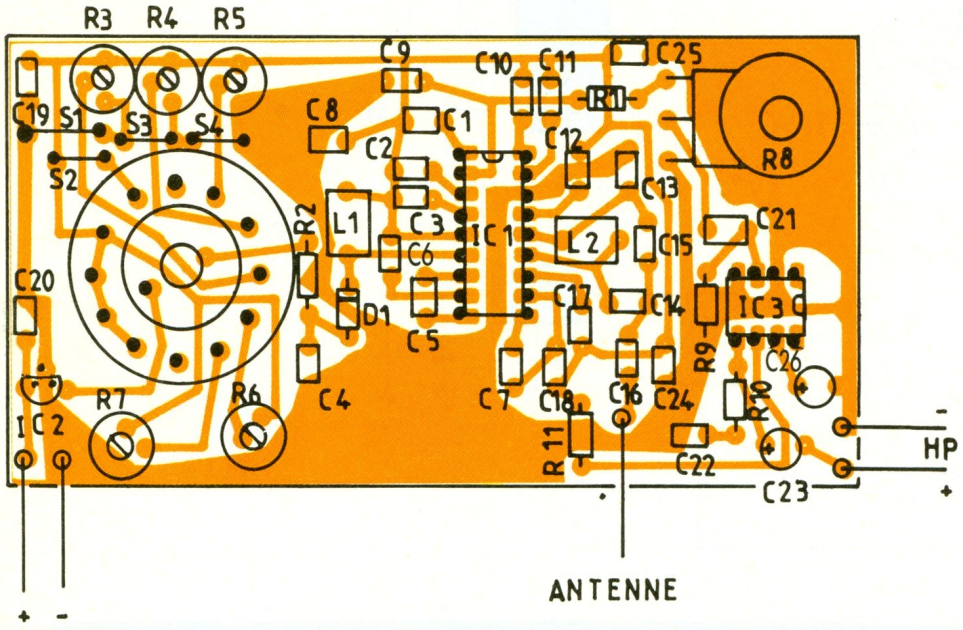
L'implantation des composants prend place sur un circuit imprimé en verre époxy classique. Le tracé des pistes s'effectue en utilisant des transferts Mécanorma ou bien par photographie avec des plaques présensibilisées. La meilleure des solutions est de faire appel à des spécialistes, annonceurs dans la revue.

b) Implantation des composants

Par prudence, il s'avère préférable de souder tous les composants passifs tels que résistances, condensateurs et bobines ainsi que potentiomètres et commutateurs en premier. Les seules bobines sont L_1 et L_2. Vous les réaliserez très facilement en enroulant avec du fil de 0,5 mm de diamètre respectivement 5 spires pour L_1 et 6 spires pour L_2 avec un diamètre intérieur de 6 mm sur, par exemple, un axe de potentiomètre. Les bobines se positionnent au ras de la platine, aux emplacements prévus à cet effet.

Circuit imprimé et implantation du module : seuls le haut-parleur, l'antenne et le coupleur de pile seront à câbler.



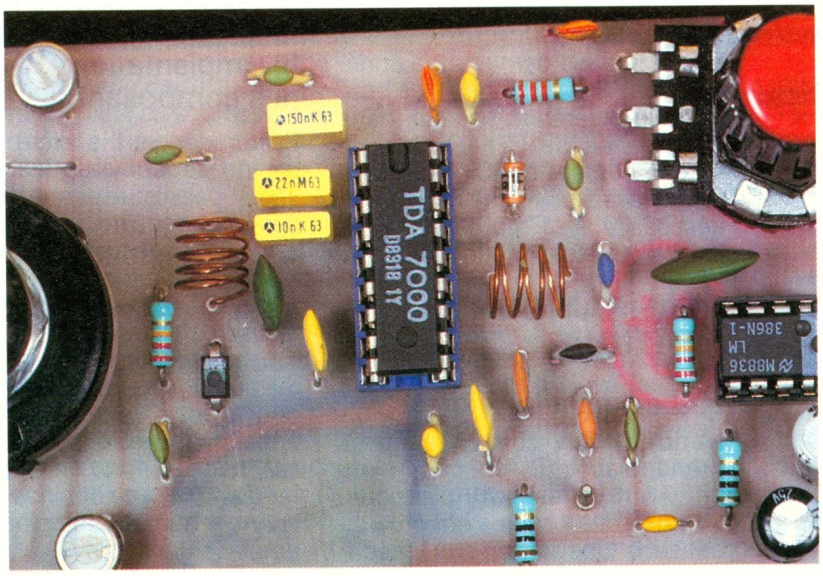


Nous avons utilisé des supports pour IC_1 et IC_3, cela permettant de ne pas endommager les circuits intégrés lors des soudures. Attention de ne pas n'oublier les straps S_1 à S_4. Le potentiomètre R_8 pour le volume sonore sera soudé directement sur le circuit imprimé. La masse et l'alimentation ainsi que que l'antenne et le HP sont munis de picots permettant leurs connexions sans soudures. Le module est de la sorte indépendant et peut être intégré dans des montages existants.

c) Mise au point

Ne branchez pas de suite la pile, vérifiez tout d'abord les faux contacts ou courts-circuits, cela fait, alimentez le montage. De suite, vous entendez les stations FM dans la gamme 88 à 108 MHz. Selon vos goûts il vous suffit de régler les ajustables sur les cinq stations de votre choix. Une vérification s'impose, en approchant un doigt auprès de L_1 : le récepteur décroche, la même opération auprès de L_2 ne doit rien changer à la réception des stations, dans ces conditions votre récepteur FM de poche fonctionne correctement. Côté antenne, celle-ci sera réalisée en fabriquant soit un quart d'onde de longueur 75 cm ou bien en enroulant, sur un diamètre de 4 à 5 mm, 50 cm de fil de diamètre 0,8 mm puis étiré. Le réglage de l'antenne se fait pour la meilleure qualité de réception en milieu de bande, c'est-à-dire lorsque l'une des cinq résistances ajustables, de R_3 à R_7, est réglée au milieu de sa course.

Photo 2. – Le montage utilise uniquement deux bobines à air, très facilement réalisables.



UTILISATION

La particularité la plus intéressante du montage proposé que lorsque vous mettez sous tension il est prêt à fonctionner dans les conditions prévues. Mais ne lui demandez pas la sélectivité et la sensibilité d'un récepteur FM haut de gamme. Pour vous garantir le succès de cette réalisation, nous n'avons pas voulu miniaturiser la conception, ni bien sûr adjoindre un préampli HF, celui-ci faute d'augmenter la sensibilité aurait pu se saturer et, de la sorte, introduire un fonctionnement partiel de l'ensemble du fait de la forte puissance des émetteurs de radiodiffusion FM. Pour notre part nous utilisons ce ré-

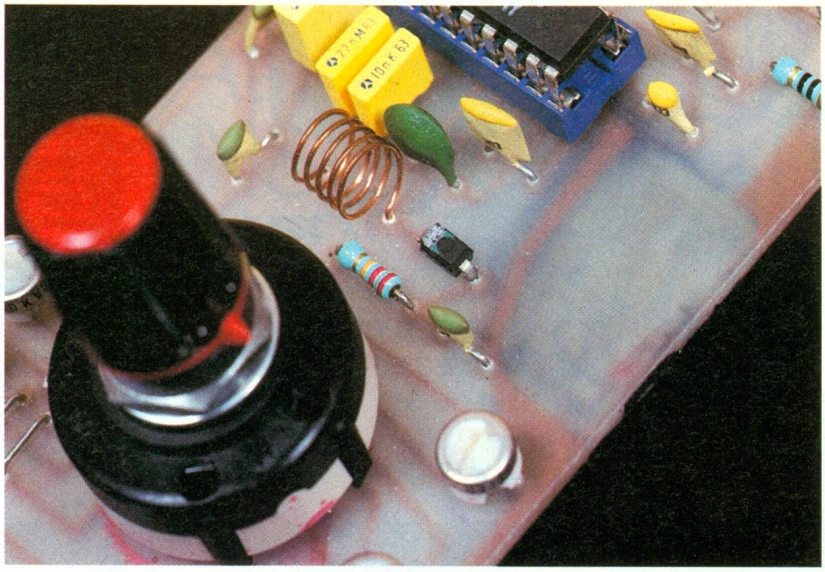


Photo 3. – La diode Varicap située à la droite du bobinage.

cepteur dans un ensemble autoradio stéréo avec amplificateur 5 W et « walkman ».

Afin d'améliorer la sélection des stations FM, nous vous conseillons d'utiliser en lieu et place des ajustables R_3 à R_7, des multitours verticaux de même valeur, soit de 47 kΩ.

CONCLUSION

Cette série d'articles, qui nous l'espérons vous apporte autant de satisfactions que de plaisirs, sera suivie par d'autres réalisations, toutes aussi simples et intéressantes, comme un micro FM, un micro sans fil Hi-Fi, une liaison camescope TV sans fil et bien d'autres encore...

Ph. B.

LISTE DES COMPOSANTS

Résistances 1/4 W

R_1 : 2,2 kΩ (rouge, rouge, rouge)
R_2 : 22 kΩ (rouge, rouge, orange)
R_3 à R_7 : 47 kΩ horizontaux
R_8 : 22 kΩ potentiomètre B
R_9 : 22 kΩ (rouge, rouge, orange)
R_{10} : 10 Ω (marron, noir, noir)
R_{11} : 10 Ω (marron, noir, noir)

Capacités céramiques

C_1 : 150 nF MKH
C_2 : 22 nF
C_3 : 10 nF
C_4 : 10 nF
C_5 : 3,3 nF
C_6 : 180 pF
C_7 : 330 pF
C_8 : 10 nF
C_9 : 2,2 nF
C_{10} : 220 pF
C_{11} : 330 pF
C_{12} : 100 nF MKH
C_{13} : 2,2 nF
C_{14} : 68 pF
C_{15} : 39 pF
C_{16} : 120 pF
C_{17} : 150 pF
C_{18} : 3,3 nF
C_{19} : 2,2 nF
C_{20} : 10 nF
C_{21} : 100 nF
C_{22} : 47 nF
C_{24} : 10 nF
C_{25} : 220 pF

Condensateurs chimiques 12 V verticaux

C_{23} : 47 µF/12 V
C_{26} : 10 µF/12 V

Inductances

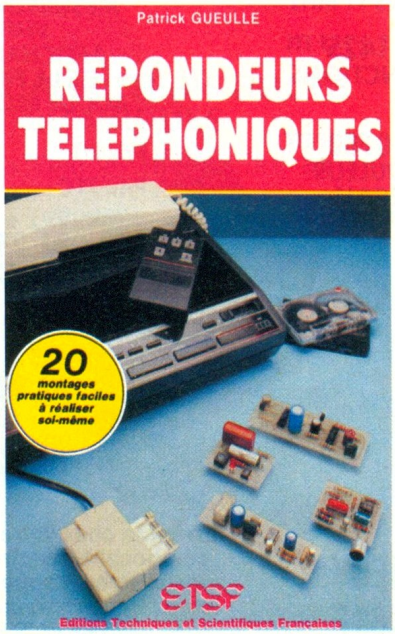
L_1 : 120 nF, soit 5 spires ø 6 mm en fil ø 0,5 mm, écartées de 2 mm
L_2 : 130 nH, soit 4 spires ø 6 mm en fil ø 0,5 mm, écartées de 1,3 mm, bobinées sur l'axe d'un potentiomètre. (Voir texte et photos.)

Circuits intégrés

IC_1 : TDA 7000
IC_2 : 78L05
IC_3 : LM 386
d_1 : BB 105/diode varicap

Composants divers

1 boîtier Heilland HE 222
1 commutateur 2 x 6 positions
5 picots pour circuit imprimé
1 support CI 18 broches
1 support CI 8 broches
1 connecteur pour piles 9 V
1 HP ø 28 mm en 8 Ω 100 mW
Fil de cuivre ø 0,5 mm



REPONDEURS TELEPHONIQUES

P. GUEULLE

Au-delà des répondeurs simples ou enregistreurs, toutes sortes d'autres appareils à réponse automatique peuvent être créés pour tirer le maximum de ce prodigieux outil de communication qu'est le téléphone : surveillance à distance de locaux ou d'équipements, télécommandes par clavier téléphonique ou par minitel, réacheminement d'appels par une seconde ligne, etc.

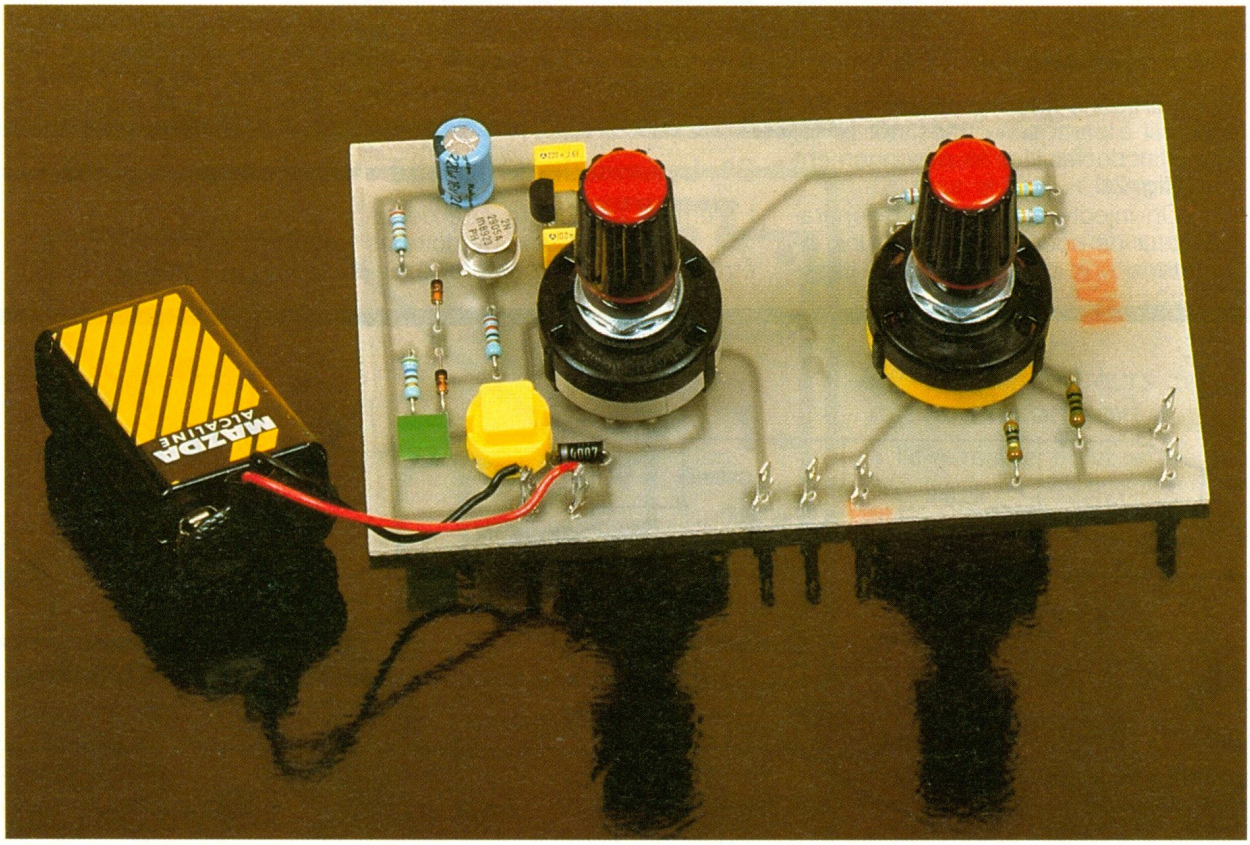
De plus, construire soi-même ses répondeurs permet de les doter de possibilités insoupçonnées, à moins qu'on ne préfère ajouter celles-ci à des appareils du commerce, dûment agréés.

Dans cet ouvrage, Patrick Gueulle vous livre toute son expérience en la matière, sous la forme d'une vingtaine de modules faciles à construire, que vous pourrez ensuite associer de toutes les façons possibles, suivant votre imagination, pour réaliser toutes les applications dont vous rêvez.

Prix : 125 F
Distribution : **Editions Radio**, 189, rue Saint-Jacques, 75005 Paris.

UN ADAPTATEUR TRANSISTORMETRE

Ce module permet à l'aide d'un simple voltmètre de mesurer le gain bêta d'un transistor au silicium. Facile à manipuler, il possède des caractéristiques et des sécurités intéressantes malgré un faible prix de revient.

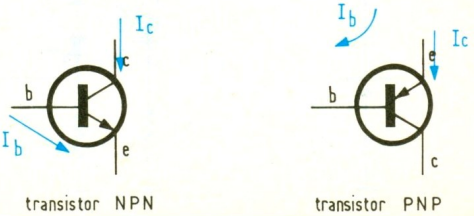


CARACTERISTIQUES TECHNIQUES

- Test de transistors au **silicium** : NPN, PNP.
- Courant injecté dans la base : 10 μA, 100 μA.
- Tension de test réduite à 5 V.
- Sécurité en cas de court-circuit entre collecteur et émetteur, grâce à une limitation en courant de 30 mA.
- Sortie sur un calibre de voltmètre de 200 mV ou de 2 V.
- Alimentation par une pile de 9 V.

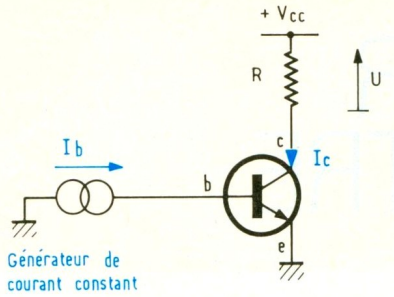
QUELQUES RAPPELS

On considère le transistor comme un amplificateur de courant. Celui-ci comporte trois électrodes repérées émetteur (e), base (b), collecteur (c) (**fig. 1**).
En envoyant un faible courant dans la base, on récupère dans le collecteur un courant plus important. Le quotient Ic/Ib se nomme le gain. Il se repère par la lettre grecque β (bêta).
Sans vouloir entrer dans des considérations plus importantes et sortant ainsi du cadre de cet article, sachez que ce coefficient varie en fonction de nombreux facteurs tels : la température, la fréquence de fonctionnement, le courant de base...



1 *Repérage de paramètres sur des transistors NPN et PNP.*

2 *Hypothèse de travail à partir d'un transistor NPN.*



La connaissance de ce paramètre, caractéristique personnelle de chacun des éléments (puisque la valeur peut être différente malgré une même référence) permettra de déterminer ce vers quoi on peut les destiner.

PRINCIPE DU TEST

Forgeons une hypothèse de travail à partir d'un transistor NPN, afin de faciliter le raisonnement (fig. 2).
On injecte à partir d'un générateur de courant constant une intensité Ib dans la jonction base-émetteur. Un courant Ic va circuler dans le collecteur, et aura pour valeur $I_b \cdot \beta$. Si l'on place une résistance R dans celui-ci, une chute de tension va se produire dont l'expression, selon la loin d'Ohm, sera $V = R \cdot I_c = R \cdot I_b \cdot \beta$.
Ayant Ib et R constants, la tension U devient directement proportionnelle à β, le gain. Il ne suffit plus alors qu'à la mesurer avec un voltmètre.

FONCTIONNEMENT
(fig. 3)

1° L'alimentation

Eu égard à la consommation de l'ensemble, on utilisera une pile 9 V du type 6F22 ou une petite alimentation extérieure fournissant la même tension.

2° Le limiteur d'intensité

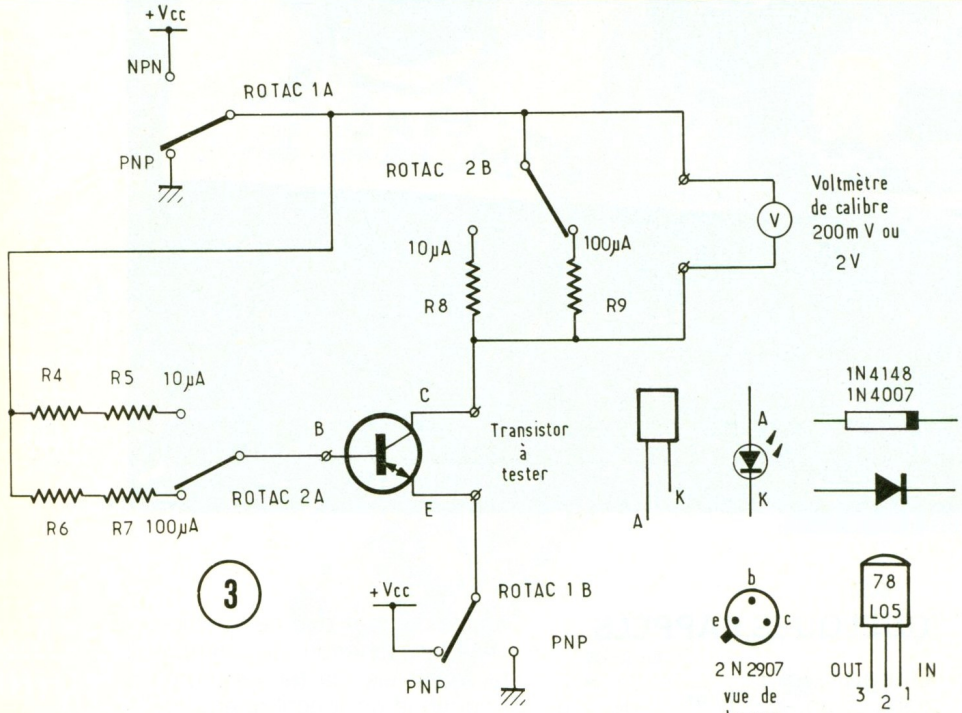
L'élément testé peut être défaillant. Cette possibilité ne doit pas être écartée car nombre d'éléments logeant dans les casiers d'un « bidouilleur » proviennent de la récupération.

Imaginons un court-circuit entre collecteur et émetteur. Que se passe-t-il ? La résistance R_9 de 10 Ω, si elle est en service, limite le courant. Vu sa valeur, l'intensité atteindrait 900 mA et la puissance dissipée 8,1 W ! Ceci n'est que *théorique* car l'élément résistif se transformera instantanément en un morceau de charbon noir et la pile deviendra hors service. La solution réside alors dans l'utilisation d'un limiteur constitué d'un générateur de courant constant (fig. 4).

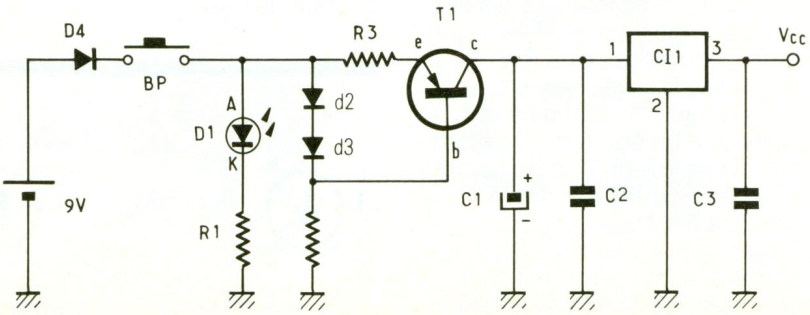
R_a polarise les diodes D_1 et D_2 au silicium. On obtient à leurs bornes une tension constante d'environ 1,2 V appliquée à la jonction b – e *via* R_b.

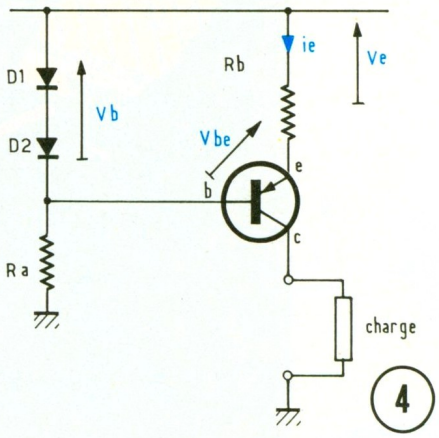
La maille de tension vaut :

- $V_b = V_{be} + V_e$,
- d'où $V_e = V_b - V_{be}$,
- sachant que $V_e = R_b \times I_e$,

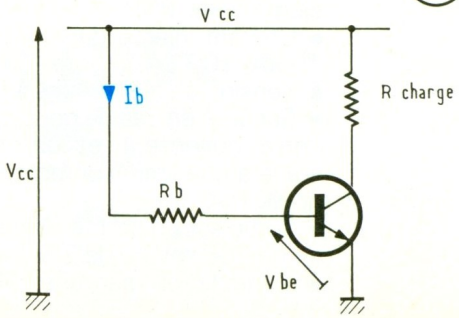


3





4



5

3 *Schéma complet de l'adaptateur-transistormètre : le rotacteur 1 réalise l'aiguillage NPN-PNP, tandis que le rotacteur 2 effectue le réglage de I_b.*

4 *Limiteur d'intensité basé sur un générateur de courant constant.*

5 *Principe d'un générateur de courant constant formé d'une résistance de base.*

- on obtient $R_b \times I_e = V_b - V_{be}$,
- d'où :

$$I_e = \frac{V_b - V_{be}}{R_b}$$

- Ayant IC $\simeq I_e$, V_b et R_b constantes, on en déduit que le courant collecteur reste constant.

3° La régulation de tension (fig. 3)

Le circuit intégré CI_1 référencé 78L05 stabilise la tension à 5 V. Cette version constitue le modèle « mini » du 7805 classique. On peut ainsi débiter jusqu'à 100 mA, ce qui est largement suffisant pour notre application. Ce composant se livre dans un boîtier TO 226, type transistor.

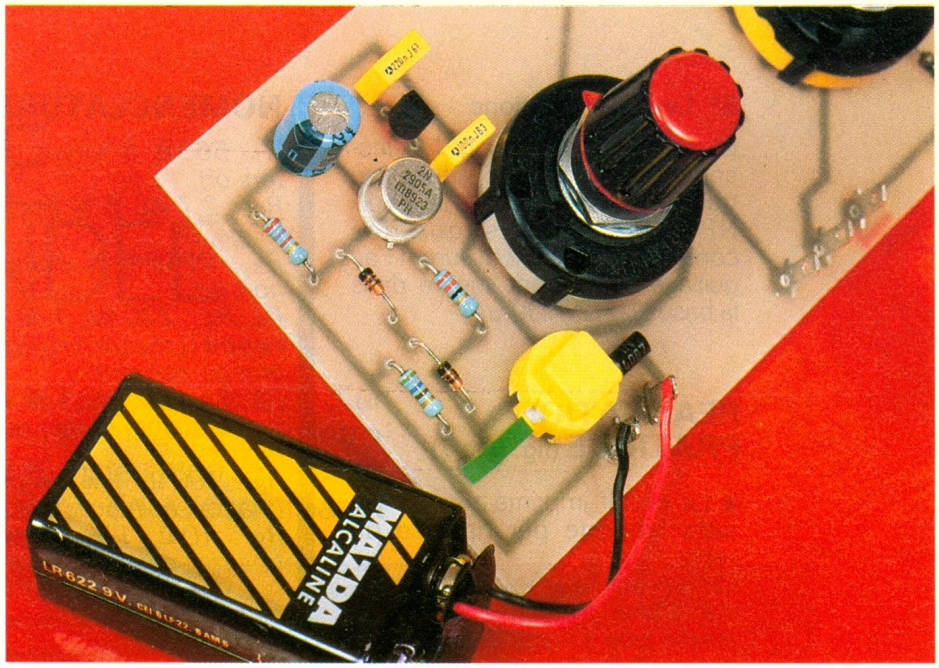
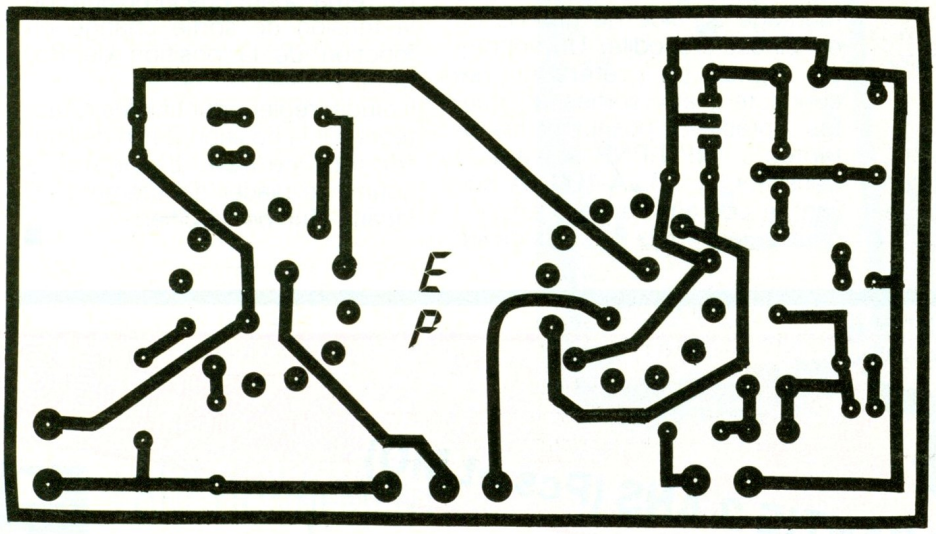
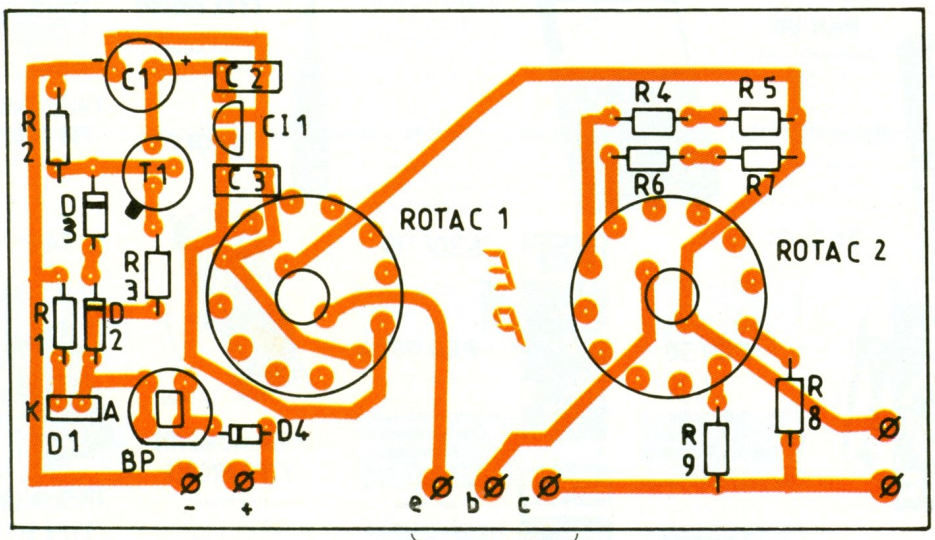


Photo 2. – Vue du poussoir Isostat jaune et du rotacteur, directement soudés sur le circuit imprimé.





6-7 *Circuit imprimé et implantation du module adaptateur : celui-ci pourra se monter directement derrière la façade d'un boîtier.*

On l'accompagne de C_2 et C_3 pour réaliser le découplage et de C_1 pour améliorer la réponse en courant.
La diode électroluminescente D_1 signale la mise sous tension provisoire effectuée à l'aide du BP.

4° Les générateurs de courant « constant »

- Ils se réalisent tout simplement à l'aide de R_4 - R_5 pour I = 10 µA et R_6 - R_7 pour I = 100 µA.
Ecrivons la maille de tension de la **figure 5.**

On a $V_{cc} = R_b \cdot I_b + V_{be}$.
d'où :

$$I_b = \frac{V_{cc} - V_{be}}{R_b}$$

- Ayant V_{cc} et R_b constantes, seule V_{be}, le seuil de tension de la jonction base-émetteur du transistor testé, variera.
Voyons dans quelles proportions en réalisant le calcul.
- Pour le premier courant constant, on a :

$$I_b = \frac{5\,V - 0{,}6\,V}{440\,k\Omega} = 10\,\mu A$$

si V_{be} = 0,5 V, I_b = 10,2 µA ;
si V_{be} = 0,7 V, I_b = 9,8 µA.

Le résultat reste acceptable puisque l'on atteint une variation de + ou – 2 % par dixième de volt.

5° Les commutations

Le commutateur Rotac 1 sélectionne les polarités appliquées au transistor testé, donc le choix NPN-PNP, tandis que les contacts de Rotac 2 assurent l'aiguillage du courant injecté dans la base (10 µA-100 µA).

REALISATION PRATIQUE (fig. 6 et 7)

- Le circuit imprimé très simple sera fabriqué par gravure directe :
On reproduira le tracé sur le cuivre d'une plaquette en époxy simple face à l'aide de bandes et de transferts. Le support sera ensuite trempé dans un bain de perchlorure de fer tiède. Après attaque, on rincera abondamment à l'eau claire.

- Les perçages s'effectueront à :
– 0,8 ou 1 mm pour les composants,
– 1,2 mm pour les cosses.

- L'implantation des éléments, quant à elle, ne posera aucun problème si l'on suit bien la **figure 7**.

NOMENCLATURE

R_1 : 560 Ω, 5 % (vert, bleu, marron, or)
R_2 : 2,7 kΩ, 5 % (rouge, violet, rouge, or)
R_3 : 22 Ω, 5 % (rouge, rouge, noir, or)
*R_4, R_5 : 220 kΩ, **1 % de préférence** (rouge, rouge, noir, orange, marron)*
*R_6, R_7 : 22 kΩ, **1 % de préférence** (rouge, rouge, noir, rouge, marron)*
*R_8 : 100 Ω, **1 % de préférence** (marron, noir, noir, noir, marron)*
*R_9 : 10 Ω, **1 % de préférence** (marron, noir, noir, or, marron)*

C_1 : 220 µF, 16 V, radial
C_2 : 220 nF milfeuil
C_3 : 100 nF milfeuil

D_1 : diode électroluminescente verte rectangulaire
D_2, D_3 : 1N4148 diodes petits signaux
D_4 : 1N4001, 1N4004, 1N4007, diode de redressement
T_1 : 2N2905, transistor PNP
CI_1 : 78L05, mini régulateur + 5 V
1 poussoir Isostat pour circuit imprimé
1 coupleur de pile 9 V (fil rouge = +)
2 rotacteurs, 2 circuits, 6 positions à picots
2 boutons pour rotacteur
Epoxy, cosses

CONCLUSION

Le test se déroulera comme suit :
Le transistor à tester se reliera au montage à l'aide de grip-fils ou de pinces-crocodile. Un voltmètre digital, de préférence, se connectera aux sorties adéquates. Après avoir positionné les rotacteurs (NPN-PNP suivant le transistor et 10 µA-100 µA suivant le courant de base désiré), on appuiera sur le B.P. afin de lire directement la valeur du gain sur le calibre 200 mV ou 2 V (1 mV/unité de gain).
On remarquera que la polarité de la tension de sortie change en fonction de la position de Rotac 1.
Il faudra régler pour finir les rotacteurs sur la position 2 afin de limiter leur course. L'ensemble pourra se placer directement en façade d'un petit boîtier. ■

CHEZ CIBOT
OFFREZ-VOUS UNE GARANTIE 2 ANS (Pcs et MO) PANTEC

Pince CT 4300
Extrême simplicité d'utilisation. Facilité de lecture sur l'indicateur LCD avec indication automatique des symboles et des fonctions. Data Hold. Diamètre d'ouverture des mâchoires : 23 mm. 300 A + Volt AC et continuité.
999F TTC

ZIP 3
Multimètre digital type stylo. Voltmètre AC/DC. Ohmètre et tests de continuité à mémoire
Spéciale maintenance
395F TTC

PAN 80
Commutation auto
3 1/2 digits.
L.C.D. 10 mm.
2000 points.
200 mV à 500 V AC/DC.
Test sonore de continuité et des diodes.
Ampèremètre 20 mA/10 A-AC/DC.
395F TTC

PAN 10 XT
Sensibilité 20 kΩ/V DC. 5 kΩ/V AC
Micro ampèremètre
CL 1,5 %
Volt : AC/DC
Amp. : 10 AC/DC
Ω : 1 à 5 MΩ
en 4 CAL
Test diode, Continuité, Décibelmètre 10 à 50 dB
Large bande passante
Spéciale électricien
630F TTC

THERMOMÈTRE TYPE BRAVO
Thermomètre de contact
Précision 0,1 °C
Gammes :
– 40 °C - + 99,9 °C
249F TTC

THERMOMÈTRE TYPE EBSERO
Tous milieux
Précision 0,1 °C
Résolution
– 40 ° - + 120 °C
349F TTC

PAN 2010 **Spécial école**
Multimètre de poche
3 ½ digits LED 10 mm
2 000 points Polarité automatique
Test : batterie, diode, continuité.
265F TTC

PAN 50
Multimètre format calculette
3 200 points
Polarité auto
Test : diode, continuité
Volt : AC/DC
Résistance 0 Ω à 32 MΩ
Extinction automatique
442F TTC

PAN 2020
9 fonctions
2 000 points
3 ½ digits LCD 12,5 mm
Commutation unique
Polarité auto
Précision 0,5 % DC
Test : transistors, capa, diode, continuité
Ω AC/DC - Courant AC/DC 20 A
499F TTC

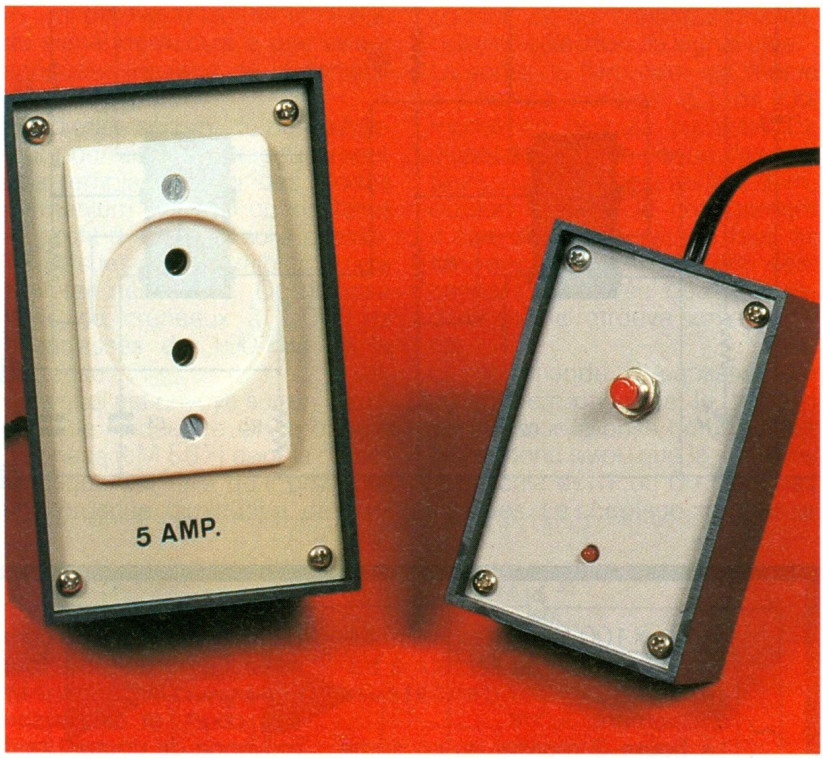
THERMOMÈTRE TYPE ERCOLE
Tous milieux
Précision ± 1 °C
Capteur interne :
– 10 °C - + 60 °C
Sonde externe :
– 20 °C - 70 °C
avec horloge et seuil
249F TTC

THERMOMÈTRE TYPE ECLISSI
Précision ± 1 °C
Capteur interne :
– 10 °C - + 60 °C
Sonde externe
– 20 °C - 70 °C
199F TTC

PANTEC distribué par CIBOT : 1 et 3, rue de Reuilly - 75012 PARIS - Tél. : 43.79.69.81
DE NOUVELLES MESURES 25, rue Bayard - 31000 TOULOUSE - Tél. : 61.62.02.21

UNE PRISE COMMANDEE

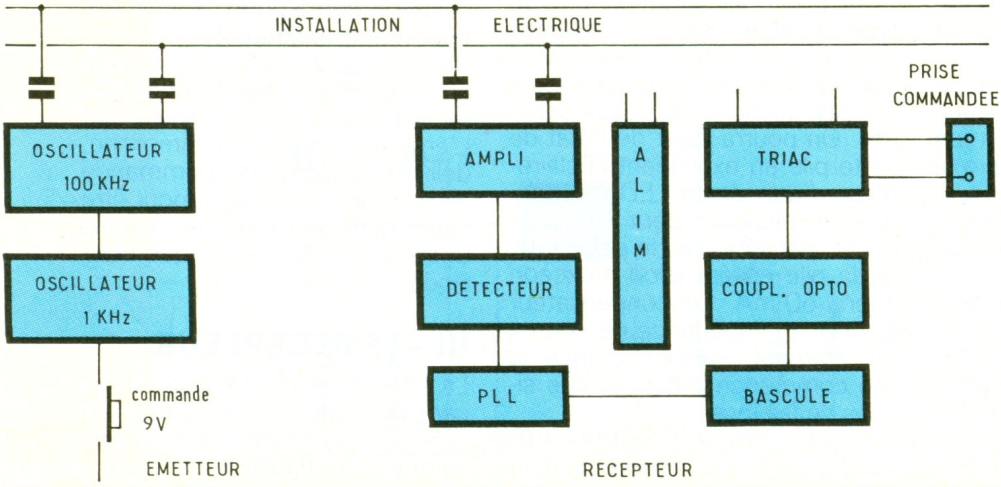
Commander à distance un éclairage, l'ouverture d'un portail ou démarrer un appareil électrique, sans introduire de modifications à une installation existante, c'est ce qu'autorise ce système de télécommande par les fils du secteur.



Certes, une commande HF aurait pu aussi être utilisée, mais elle se serait heurtée à une complexité de réalisation et de réglage du récepteur et un prix de revient plus élevé. Par ailleurs, les infrarouges et les ultra-sons nécessitent une liaison à vue.
Le procédé de transmission d'ordres par le secteur est relativement classique mais la construction et la mise au point des dispositifs correspondants ne garantissent pas toujours un fonctionnement dénué d'aléas...
Le but que nous poursuivons est de s'affranchir de ces difficultés et d'aboutir à un résultat fiable sans mettre en jeu des techniques et des moyens sophistiqués avec des composants assez répandus.

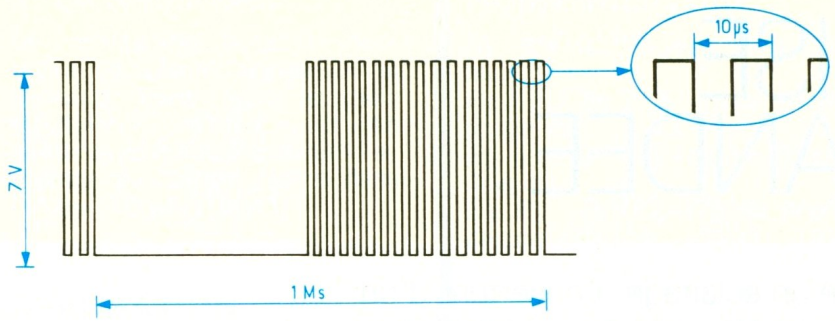
I – PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

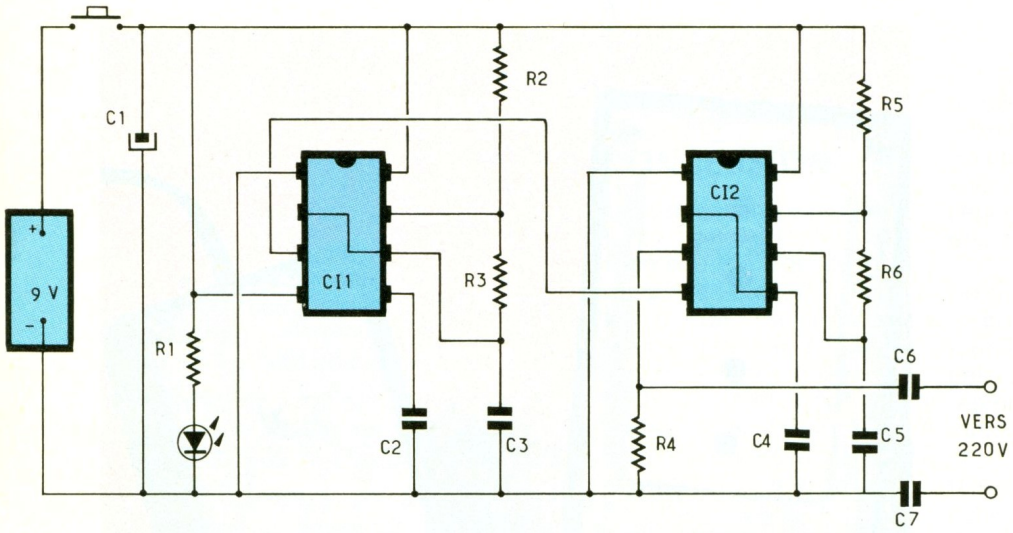
Il y a lieu de considérer que l'installation électrique d'un particulier (maison ou appartement) comporte un certain câblage dont l'impédance est, à 50 Hz, voisine de la résistance en continu.
A une fréquence plus élevée, 100 kHz par exemple, ce câblage représente une réactance selfique de quelques dizaines à plus d'une centaine d'ohms.
Fort de ces considérations, sans perturber le moins du monde le fonctionnement des appareils branchés sur le secteur, il sera possible de superposer à l'alimentation existante, en aval du compteur-disjoncteur, un faible signal à fréquence élevée capable de transmettre un ordre particulier. L'EDF utilise d'ailleurs ce principe pour la commutation de tarifs horaires chez les usagers.
Le schéma synoptique de la **figure 1** permet de comprendre comment fonctionne cette transmission d'ordre. Le dispositif de base comporte un émetteur et un récepteur connectés au 220 V.
L'émetteur inclut deux oscillateurs : l'un de 1 kHz délivre un signal rectangulaire chargé de moduler par tout ou rien un deuxième oscillateur fonction-



1 *Schéma synoptique du dispositif de commande à distance.*

2-3 *Forme des signaux relevés en sortie. Schéma de l'émetteur : deux 555 en cascade délivrent régulièrement des trains d'impulsions.*





nant sur 100 kHz. Le signal résultant est couplé au secteur à travers deux condensateurs d'isolement.

La **figure 2** montre qu'en sortie de l'oscillateur à 100 kHz on obtient un signal rectangulaire de période voisine de 10 μs qui dure 500 ms pour se renouveler après un arrêt de 500 ms.

Chaque fois que l'on désire envoyer un ordre, il suffit donc d'appuyer sur le poussoir de commande pour engendrer et transmettre le signal décrit.

Le récepteur, connecté, comme l'émetteur, en un endroit quelconque de l'installation, est en veille permanente. Dès qu'un signal de commande apparaît, il est amplifié, démodulé et identifié parmi d'autres signaux non désirés.

La prise commandée est activée par un triac dont le circuit de commande est relié à un optocoupleur pour éviter la présence du secteur sur le récepteur. De plus, une bascule bistable maintient l'état de la prise après disparition de l'ordre de commande. Ainsi l'émetteur ne fournira de l'énergie que pendant un temps très court, et sa consommation moyenne de courant restera très faible, d'où l'emploi d'une simple pile de 9 V comme alimentation.

II – L'EMETTEUR

La **figure 3** présente le schéma électrique de l'émetteur.

Si la pile d'alimentation est du type alcaline, et si l'émetteur n'est pas sollicité de façon abusive, on est assuré de plusieurs années de bons et loyaux services. On pourra juger de l'état de cette pile en examinant l'éclairement d'une diode LED : cependant ce dispositif peut être supprimé, dans ce cas, le débit total de la pile en émission n'excède guère 60 mA. Le condensateur C_1 réduit l'impédance de source en alternatif, surtout lorsque la pile commence à donner des signes de faiblesse.

Le circuit intégré CI_1 (LM 555) est monté en générateur astable selon un schéma très répandu. On a déterminé les valeurs de R_2, R_3 et C_3 pour que la fréquence de récurrence des créneaux se situe au voisinage de 1 kHz. Dans ce type de montage, la fréquence est donnée par la formule :

$$F_1 = \frac{1,44}{(R_2 + 2R_3)\,C_3}$$

ce qui, tous calculs faits, donne 1 051 Hz. Cette fréquence de code n'a pas besoin d'être très précise, comme on le verra plus loin, on lui demande simplement d'être stable, ce qui est notamment l'une des qualités de ce montage. En revanche, il est nécessaire que le rapport cyclique soit voisin de 1. On approche de ce résultat en donnant à R_2 une valeur assez petite devant R_3.

Le signal disponible sur la broche 3 de CI_1 est envoyé sur la broche 4 de CI_2. Ce circuit est monté selon le même principe que CI_1, à cela près que son fonctionnement est commandé par la sortie de CI_1. Il génère donc une « porteuse » hachée par le 1 kHz du premier générateur, puisque la broche 4 de CI_2 est alternativement positive puis nulle et que, seule, la valeur positive assure l'oscillation de CI_2. La fréquence de cette porteuse est déterminée par le choix de R_5, R_6 et C_5, ce qui donne une valeur un peu supérieure à 100 kHz (peu critique).

Les condensateurs C_2 et C_4 sont des découplages qui assurent au montage un fonctionnement correct.

La sortie 3 de CI_2 est chargée par R_4, de faible valeur, compatible avec la puissance de l'étage de sortie du 555 et l'impédance moyenne de la ligne électrique à 100 kHz. C'est aux bornes de cette résistance que l'on trouve le signal utile de commande dont l'aspect correspond à l'oscillogramme de la **figure 2.**

Ce signal est couplé au secteur au moyen des deux condensateurs C_5 et C_7 à fort isolement.

L'émetteur, malgré sa simplicité, délivre un signal de commande de puissance suffisante pour être capté dans les moindres recoins d'une installation électrique classique.

III – LE RECEPTEUR

La structure du récepteur est sensiblement plus complexe que celle de l'émetteur : elle est présentée sur la **figure 4.**

Comme on est en veille permanente, la tension continue d'alimentation est obtenue à partie du secteur par le transformateur T qui abaisse la tension alternative en son secondaire à 9,5 V eff. Un redresseur en pont et un condensateur de filtrage assurent la fourniture d'une tension continue voisine de 13,5 V

Pour assurer un filtrage optimal, stabiliser la tension et procurer... un gain de place, on a opté pour un régulateur intégré CI_1 de faible puissance qui fixe la tension continue utilisable à + 9 V et élimine très efficacement les ondulations résiduelles avec un condensateur de filtrage de 220 µF/16 V. Le second condensateur de 1 µF prévient toute velléité d'oscillation intempestive.

Le signal utile est prélevé sur les bornes du secteur par un couplage capacitif (isolement 400 V) au moyen de C_4 et C_3.

La cellule C_4-R_1 constitue un filtre passe-haut qui élimine presque totalement le 50 Hz pour ne conserver que les signaux à fréquence élevée. Ce filtrage est encore amélioré par le condensateur de couplage C_5 de faible valeur (100 pF) relié à l'entrée de l'amplificateur.

L'amplification du signal est assurée par un circuit intégré MOS 4069 (sextuple inverseur) dont les trois premières cellules sont montées en amplificateurs linéaires en cascade avec un gain unitaire de 13 dB environ. Les trois autres cellules, montées en parallèle (pratique courante en CMOS), servent à abaisser l'impédance de sortie de l'amplificateur pour attaquer, dans de bonnes conditions, le démodulateur-doubleur constitué de C_6, C_7, D_5 et D_6. La résistance de charge de ce redresseur est constituée par le potentiomètre P_1 qui permet d'ajuster le niveau du signal démodulé à une valeur adéquate (réglage de la sensibilité du récepteur).

Les diodes silicium du démodulateur pourraient avantageusement être remplacées par des diodes germanium (AA118 ou similaire) au profit d'une meilleure sensibilité vers les signaux faibles si cela s'avérait nécessaire. On dispose donc de créneaux à 1 000 Hz débarrassés du 100 kHz de la porteuse.

Ce signal est envoyé sur un décodeur de fréquence CI_3 à boucle de phase (LM 567) dont la caractéristique est telle qu'il présente une brusque diminution de tension à sa sortie chaque fois qu'il reçoit un signal de fréquence F très peu différente de sa fréquence propre Fo. Celle-ci est définie par la valeur d'une résistance et par celle d'un condensateur, de sorte que :

$$Fo = \frac{1}{C_{11}\,(P_2 + R_8)}$$

Les valeurs choisies sur le schéma permettent, en faisant varier P_2, de régler Fo précisément sur 1 000 Hz.

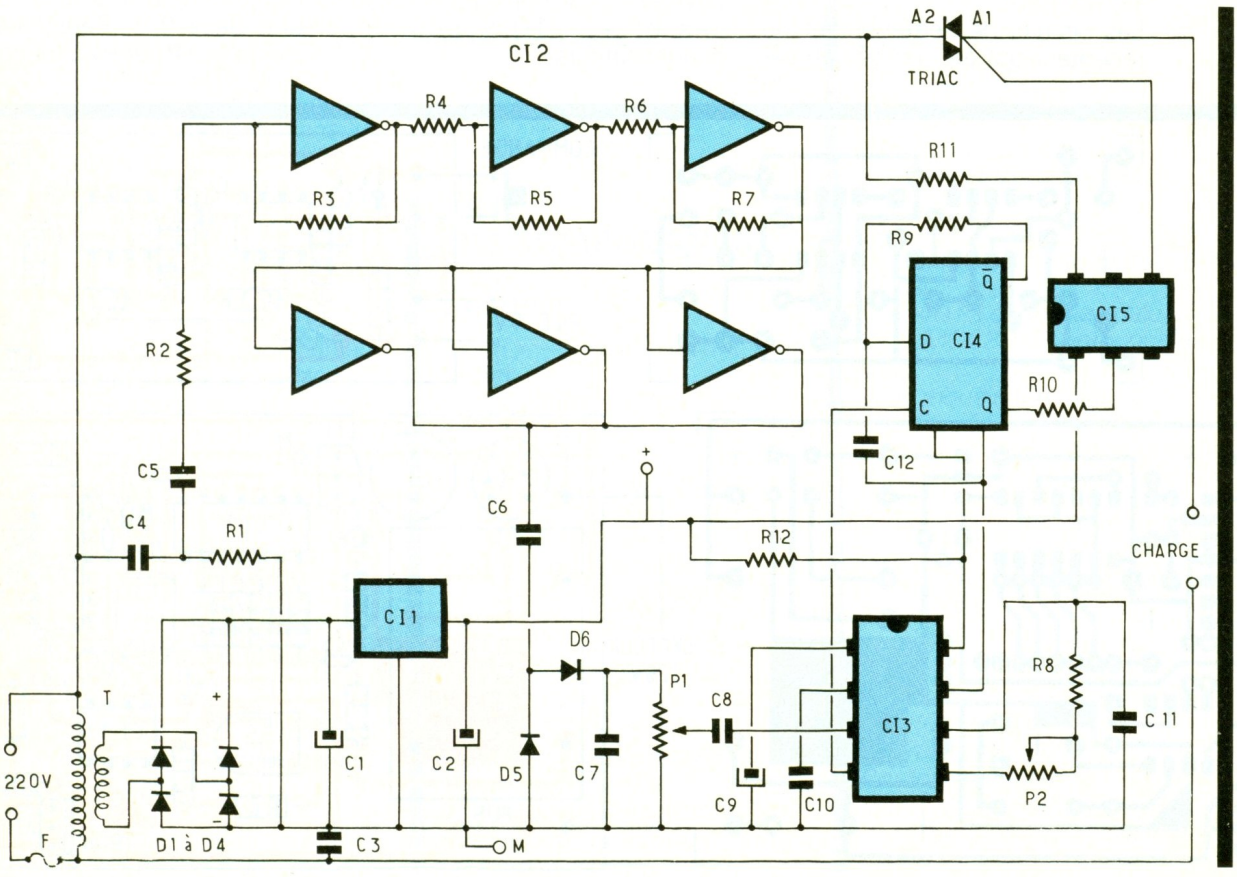
Dans ces conditions, tout signal de fréquence différente n'a aucune influence sur la sortie du décodeur, ce qui constitue une excellente sélection du signal utile.

La sortie du décodeur est réunie à l'entrée horloge (C) de CI_4 monté en bascule bistable. Ce dispositif est bien connu des lecteurs : un front descendant d'impulsion entraîne le changement d'état de la bascule ; il faut de nouveau envoyer un front descendant à l'entrée pour que ladite bascule retrouve son état initial.

La commande d'établissement ou d'interruption de la tension secteur sur la prise commandée se fait donc selon que la sortie de la bascule est 1 ou 0 en termes logiques. Le couplage ne peut se

4

Schéma du récepteur : le couplage au réseau s'effectue au travers de C_3 et C_4.



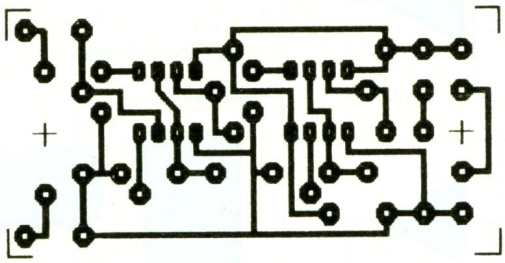
faire qu'à travers un système d'isolation optoélectronique. Pour cela nous avons choisi un photocoupleur à triac MOC 3010 ou 3020 robuste et peu exigeant en puissance de commande.
La sortie de la bascule est réunie à travers R_{11} au circuit primaire du coupleur constitué d'une LED dont l'éclairement déclenche un phototriac au secondaire.
La valeur du courant efficace commandé par le coupleur est insuffisante pour alimenter une charge significative. Un second triac de 6 A, monté en cascade, servira donc d'interrupteur électronique à la prise commandée. Il suffit de relier le coupleur à l'électrode de commande du triac de puissance à travers R_{10}. Lorsque le coupleur n'est pas activé, aucun courant ne circule dans le triac de sortie. En présence d'un signal, l'électrode de commande du triac est réunie à A_2, ce qui a pour effet de rendre le circuit conducteur et d'alimenter la charge.
Un fusible de 5 A est prévu pour éviter les dommages que pourrait entraîner, sur le circuit du récepteur, un court-circuit accidentel en sortie.

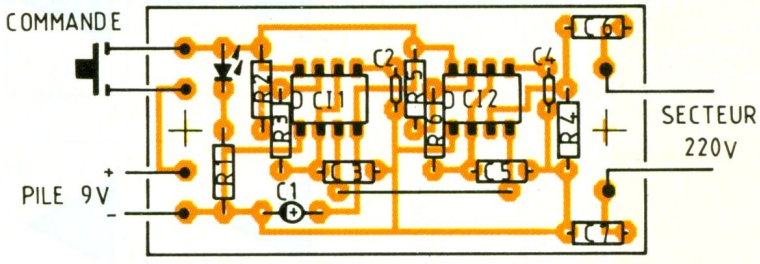
IV – REALISATION PRATIQUE

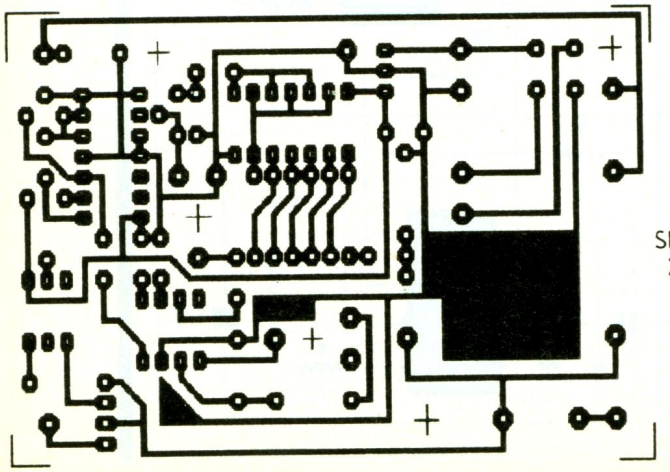
Les circuits de l'émetteur et du récepteur ont été réalisés en câblage imprimé monoface. On trouvera sur les **figures 5 et 6** le dessin des circuits correspondants vus côté cuivre et côté composants (pour les adeptes de la méthode photographique).
Les dimensions sont telles que l'émetteur puisse être contenu, avec sa pile de 9 V, dans un coffret Teko type P_1 et le récepteur dans un coffret Teko P_2. La prise commandée (modèle à encastrer ou à embase) sera installée sur le couvercle du coffret.
Les circuits imprimés seront maintenus au fond des coffrets, de préférence avec de la visserie plastique pour éviter tout contact avec le secteur.
La simplicité d'installation est telle que tout autre commentaire serait superflu.

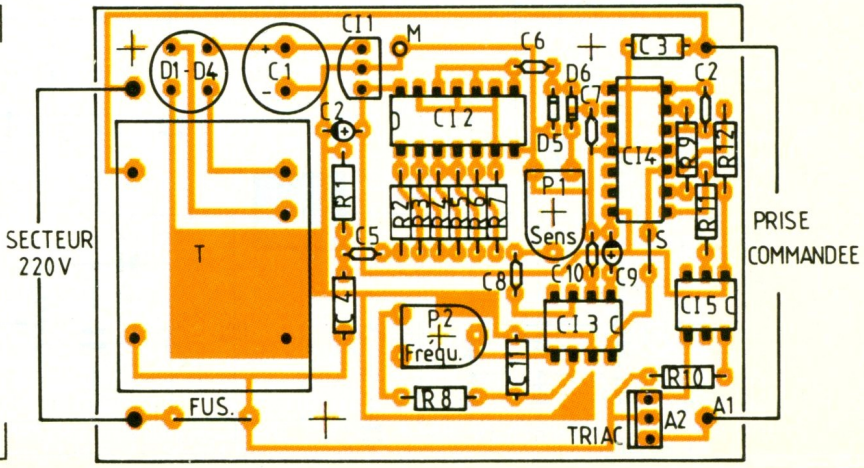
V – MISE AU POINT UTILISATION

Nous nous sommes efforcés de décrire un montage dont la mise au point ne soit pas un problème.
On remarquera que l'émetteur ne comporte aucun réglage. Il est simplement recommandé d'utiliser des composants en bon état et des valeurs précises pour les éléments qui influencent la fréquence de chaque oscillateur et la fréquence propre du décodeur (soit +/– 5 % pour les résistances et +/– 10 % pour les condensateurs).
Dans ces conditions, la seule mesure facultative, une fois le montage terminé, consiste à vérifier la présence d'oscillation sur chaque 555 au moyen d'un banal multimètre commuté en voltmètre alternatif (échelle 10 ou 15 V eff.). On observera une tension de quelques volts à travers un condensateur de 0,1 µF, entre chaque pin 3 et le commun.
On peut aussi simplement brancher le même voltmètre, sans intermédiaire, entre les deux fiches du cordon secteur (naturellement non branché !). On mesure alors une tension voisine de 2 V eff.
Côté récepteur, un peu plus d'attention est nécessaire. Le montage, plus dense, doit être soigneusement vérifié : pas de soudures sèches ni de c/c entre pistes, bonne valeur des résistances et polarité correcte des chimiques, bonne orientation des circuits intégrés, diodes, triac, etc.
Le fusible sera constitué d'un fil de cuivre (argenté ou non) de 20/100e, directement soudé sur le circuit.
Ces précautions étant prises, on mettra le circuit sous tension. Si rien ne fume (!) – dans le cas contraire couper immédiatement l'alimentation – vérifier la tension continue entre le point commun M et la borne 4 de CI_3 : elle doit être de + 9 V. Régler les deux ajustables P_1 et P_2 à mi-course et



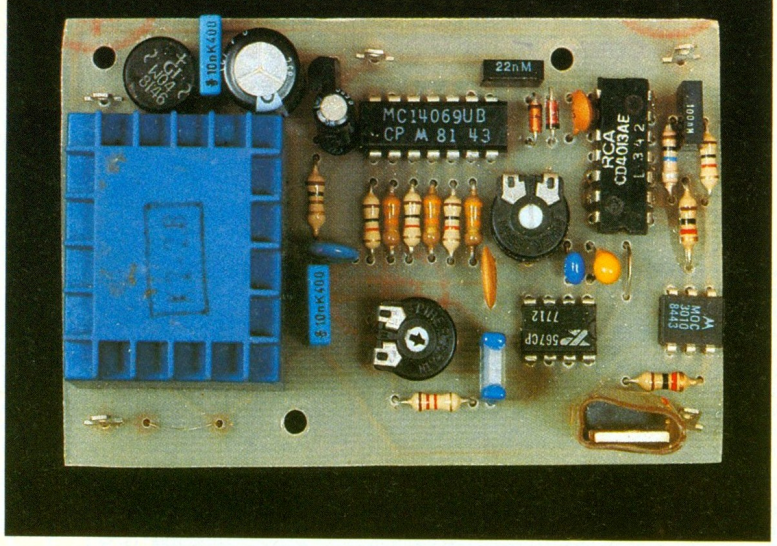




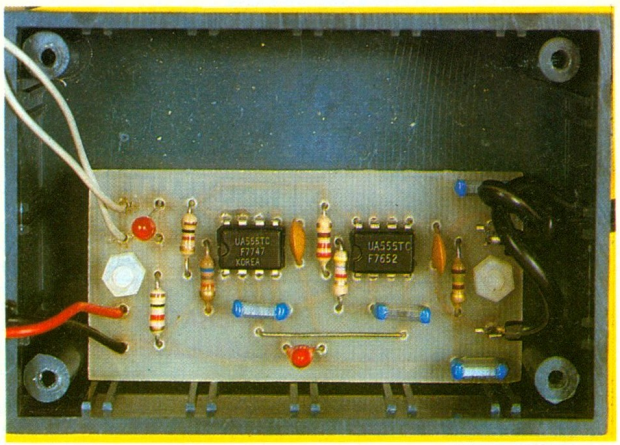


5-6 *Les circuits imprimés à l'échelle 1 : Attention au tracé si le transformateur utilisé ne correspond pas à celui présenté.*

7-8 *Implantation des deux platines regroupant l'ensemble des composants dont le transformateur moulé.*



Le module du récepteur : on aperçoit les deux ajustables de réglage P_1 et P_2.



La platine de l'émetteur incorporée dans un boîtier Teko.

brancher une lampe de 40 W sur la prise commandée.
Selon l'état de la bascule, la lampe peut être éteinte ou allumée.
Brancher le cordon secteur de l'émetteur sur la même prise que celle qui alimente le récepteur et appuyer puis relacher le poussoir de commande. Si rien ne se produit sur la charge, ajuster P_2 (réglage de fréquence) jusqu'à ce que l'on constate l'allumage ou l'extinction de la lampe chaque fois que l'on presse le bouton de commande. Cette opération n'est pas trop critique, mais on a intérêt à ce que P_2 soit ajusté au milieu de la zone de réglage correct.
Si on ne peut obtenir de comande de charge, ou si le réglage de fréquence s'avère précaire, on augmentera la sensibilité en tournant P_1 dans le sens inverse des aiguilles d'une montre et l'on recommencera le processus de réglage précédent.
Après avoir obtenu un bon résultat, on diminuera très progressivement la sensibilité du récepteur de façon à se situer juste au-dessus du seuil de commande fiable.
Il va de soi qu'il sera peut-être nécessaire de reprendre le réglage de sensibilité du récepteur si celui-ci est installé en un point éloigné de l'émetteur.
Ce système n'engendrera aucun problème de fonctionnement si les réglages ont bien été exécutés comme nous l'avons indiqué.
La consommation du récepteur est très faible (2 à 3 W), ce qui permet de le laisser alimenté en permanence.
Quant à l'émetteur, il peut être branché sur n'importe quelle prise de l'installation ou rester à demeure.
Il est possible d'utiliser plusieurs émetteurs branchés en des endroits différents pour commander une même charge ; de même, plusieurs récepteurs peuvent être commandés par un même émetteur.
Pour les esprits subtils, il sera aisé de commander successivement deux prises séparées au moyen de deux émetteurs. Il suffira de changer la valeur des résistances R_3 sur l'émetteur et R_8 sur le récepteur afin d'obtenir deux fréquences de commande différentes. Il conviendra d'appliquer les formules indiquées plus haut pour déterminer les nouvelles valeurs des résistances, en évitant que les fréquences concernées soient dans un rapport harmonique ce qui risquerait d'engendrer des interférences entre les deux canaux.

J. CERF

LISTE DES COMPOSANTS

Emetteur

R_1, R_2 : 1 kΩ (marron, noir, rouge)
R_3 : 68 kΩ (bleu, gris, orange)
R_4 : 150 Ω (marron, vert, marron)
R_5 : 220 Ω (rouge, rouge, marron)
R_6 : 4,7 kΩ (jaune, violet, rouge)
C_1 : 0,1 µF céramique ou mylar
C_2, C_4 : 10 nF céramique
C_3, C_6, C_7 : 10 nF 10 % MKT (400 V)
C_5 : 1 nF 10 % MKT
CI_1, CI_2 : 555
LED : ø 3 mm
Poussoir miniature (contact fermé)
Connecteur pile 9 V
Picots de circuit imprimé (2)
Circuit imprimé époxy simple face (65 x 30 mm)
Coffret Teko type P_1
Visserie nylon
Cordon secteur

Récepteur

R_1 : 100 Ω (marron, noir, marron)
R_2, R_4 : R_6, R_{12} : 10 kΩ (marron, noir, orange)
R_3, R_5, R_7 : 33 kΩ (orange, orange, orange)
R_8 : 15 kΩ (marron, vert, orange)
R_9 : 10 MΩ (marron, noir, bleu)
R_{10}, R_{11} : 1 kΩ (marron, noir, rouge)
C_1 : 220 µF 25 V/radial
C_2 : 1 µF 25 V/radial
C_3, C_4 : 10 nF 400 V MKT 10 %
C_5 : 100 pF céramique
C_6, C_8 : 22 nF céramique
C_7 : 4,7 nF céramique
C_9 : 1 µF tantale 10 V
C_{10} : 47 nF céramique
C_{11} : 47 nF MKT 10 %
C_{12} : 0,1 µF tantale 10 V
CI_1 : 78L09A régulateur de tension 9 V
CI_2 : 4069 sextuple inverseur
CI_3 : 567 sélecteur de fréquence à PLL
CI_4 : 4013 double bascule D
CI_5 : MOC3010 optocoupleur à triac
Triac modèle 6 A max
D_1 à D_4 : GWO4 pont moulé
D_5, D_6 : 1N4148 diodes silicium
P_1 : 220 kΩ ajustable lin. horizontal
P_2 : 10 kΩ ajustable lin. horizontal
T : transfo moulé 220 V/9,5 V, 1,5 VA Eberle BW3397 (ou équiv.)
F : fusible 5 A (voir texte)
Circuit imprimé époxy simple face (85 x 55 mm)
Coffret Teko type P_2
Cordon secteur
Picots de circuits imprimé (4)
Prise de courant bipolaire à encastrer

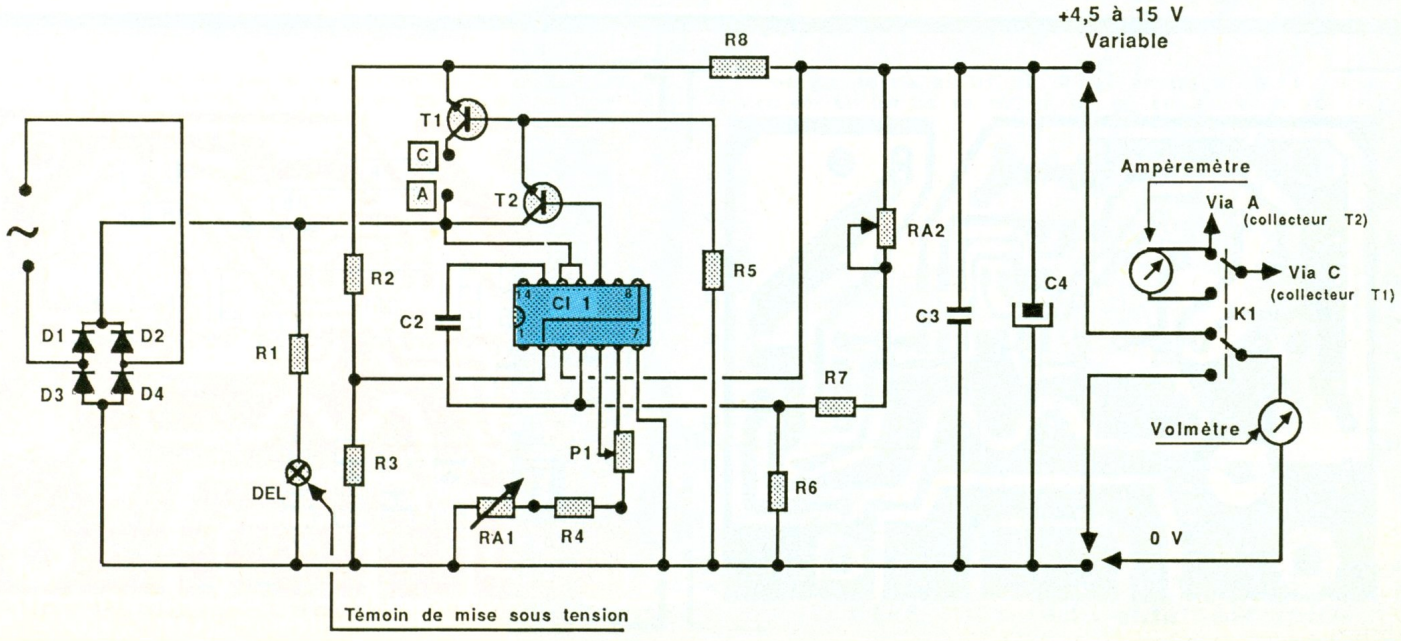
ALIMENTATION STABILISEE VARIABLE 4,5 A 15 V/3A LABO 16 E

Labo 16 E délivre une tension réglable de 4,5 V à 15 V pour un courant de 3 A maximum. Un galvanomètre ferromagnétique double échelle permet une lecture directe, aisée de la tension et du courant par simple commutation. Le montage, par ailleurs classique, est d'autre part protégé contre les courts-circuits en sortie, les surtensions et surcharges.

SCHEMA DE PRINCIPE (fig. 1)

Le pont de diodes comprenant d_1 à d_4 redresse la tension alternative délivrée par le secondaire du transformateur. Celle-ci se trouve filtrée par C_1, une capacité de 4 700 μF. La diode DEL indique la mise sous tension de l'ensemble. R_1, résistance de limitation de courant, la polarise.

Le circuit principal, CI_1, est un classique 723. Celui-ci comprend une référence de tension compensée en température, un amplificateur d'erreur, un limitateur d'intensité ajustable et un transistor de sortie pouvant délivrer jusqu'à 150 mA. Il ne reste plus qu'à lui ajouter un étage Darlington composé de T_1 et T_2 pour



1 *Schéma de principe : le kit utilise un 723 pour piloter l'alimentation. L'étage de sortie repose sur un transistor de puissance NPN référencé 2N3055.*

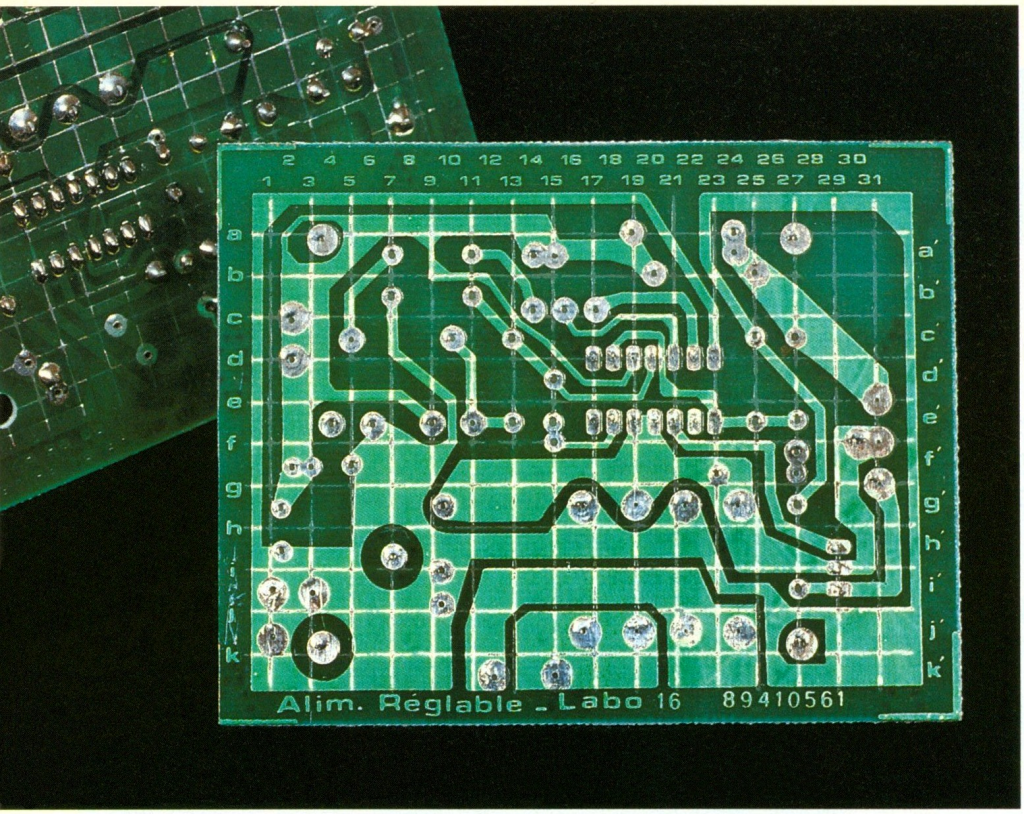


Photo 2. – Vue de l'alimentation stabilisée variable, côté époxy cuivrée vernis.

délivrer un courant de sortie plus élevé.
Les réglages sont au nombre de trois :

- P_1 qui agit sur la tension de sortie.
- RA_1 ajustant la tension minimale à 4,5 V.
- RA_2 ajustant la tension maximale à 15 V.

La résistance R_8 sert à limiter le courant de sortie à 3 A en cas de courts-circuits en sortie. La quasi-totalité du courant (à 50 mA près) traverse T_1, ce dernier doit être très bien refroidi en fonction de la puissance maximale possible (60 W).

REALISATION PRATIQUE

a) Le circuit imprimé (fig. 2)

Dans un but éducatif, *Electronique Collège* offre un choix de deux possibilités pour la réalisation du montage.

1° Choix : réalisation totale par vous-mêmes

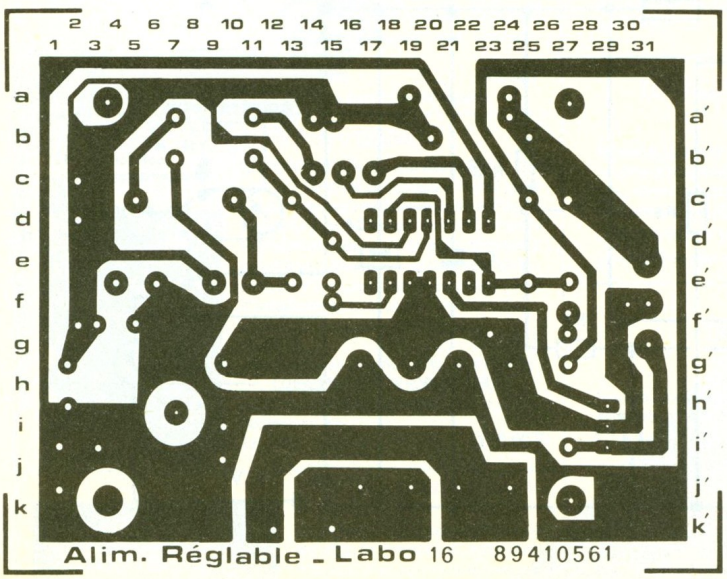
Utilisez le dessin du circuit imprimé que vous photocopiez.
Fabriquez votre film selon les méthodes Transpage ou Diaphane, et terminez votre circuit imprimé sur plaque présensibilisée.

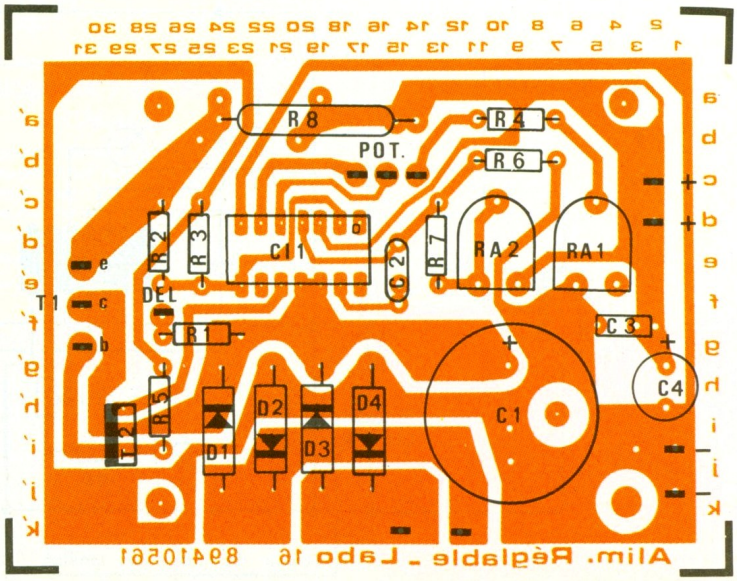
2° Choix : réalisation pas à pas

Grâce au circuit imprimé préfabriqué *Electronique Collège* et à la méthode guide d'implantation selon une grille de repérage simple, style « bataille navale ».
– Le circuit imprimé est fourni non percé en verre époxy 16/10e et protégé côté cuivre par un vernis épargne qui évite le court-circuit accidentel entre pistes. Vous devez percer côté cuivre à l'aide d'une miniperceuse au centre de chaque pastille avec un foret adapté de ø 0,9 à 1,2 selon les composants.
– Le repérage des composants se fait sur une grille quadrillée au pas de 2,54 mm. Les ordonnées repérées en A, B, C, D... A', B', C', D', les abscisses en 1, 2, 3, 4, 5, 6...
L'intersection abscisse-ordonnée vous permet de positionner le composant et vous initie, sans l'aide d'une sérigraphie, à contrôler le bon suivi de votre schéma électrique.

b) L'implantation (fig. 3)

Le montage nécessite une grande attention. Les composants doivent tous être disposés du côté non cuivré et le plus près possible du circuit imprimé. Seule la résistance de puissance de valeur 0,22 Ω devra être soudée au minimum à 5 mm du circuit imprimé.





2-3 *Circuit imprimé et implantation de LABO 16E : un vernis épargne recouvre côté cuivre, l'époxy évitant ainsi lors de l'opération de soudage les courts-circuits accidentels.*

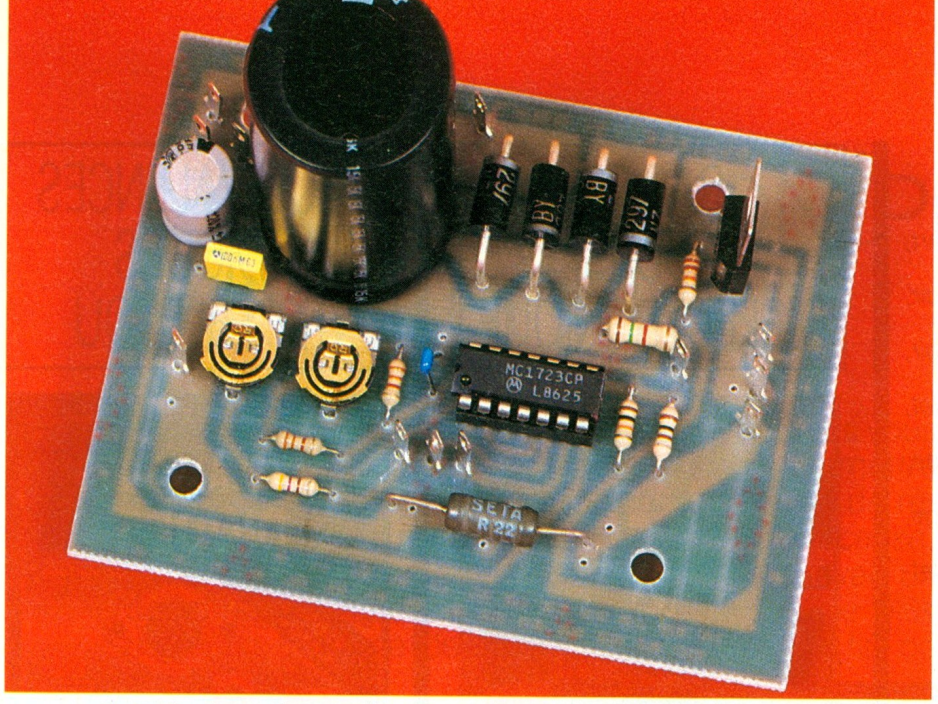
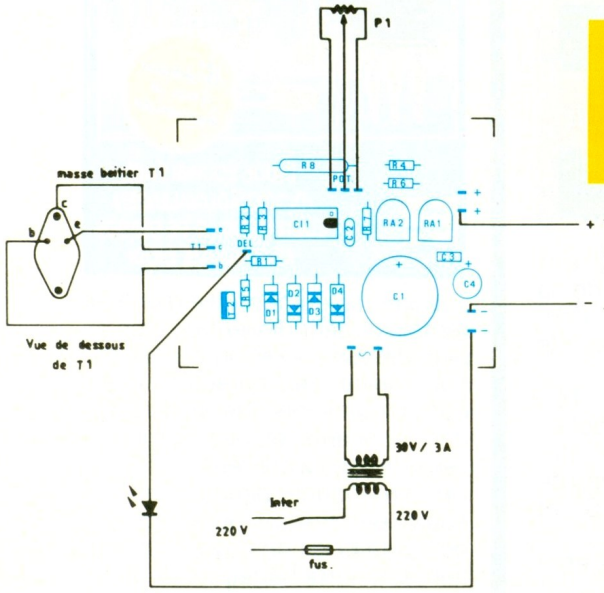


Photo 3. – La platine nue, incorporant le condensateur chimique vertical de filtrage.



4 *Schéma de câblage de l'ensemble n'incorporant pas les appareils de mesure.*

On insère au préalable les résistances, les diodes, les condensateurs (excepté C_1), le support de CI_1, RA_1 et RA_2, les picots, T_2 puis C_1.

c) Option coffret

Il est à noter que l'on trouve chez les principaux revendeurs de la marque un robuste coffret métallique percé et sérigraphié comprenant tous les accessoires de montage : transformateur, galvanomètre, visserie... de quoi réaliser un véritable produit industriel.

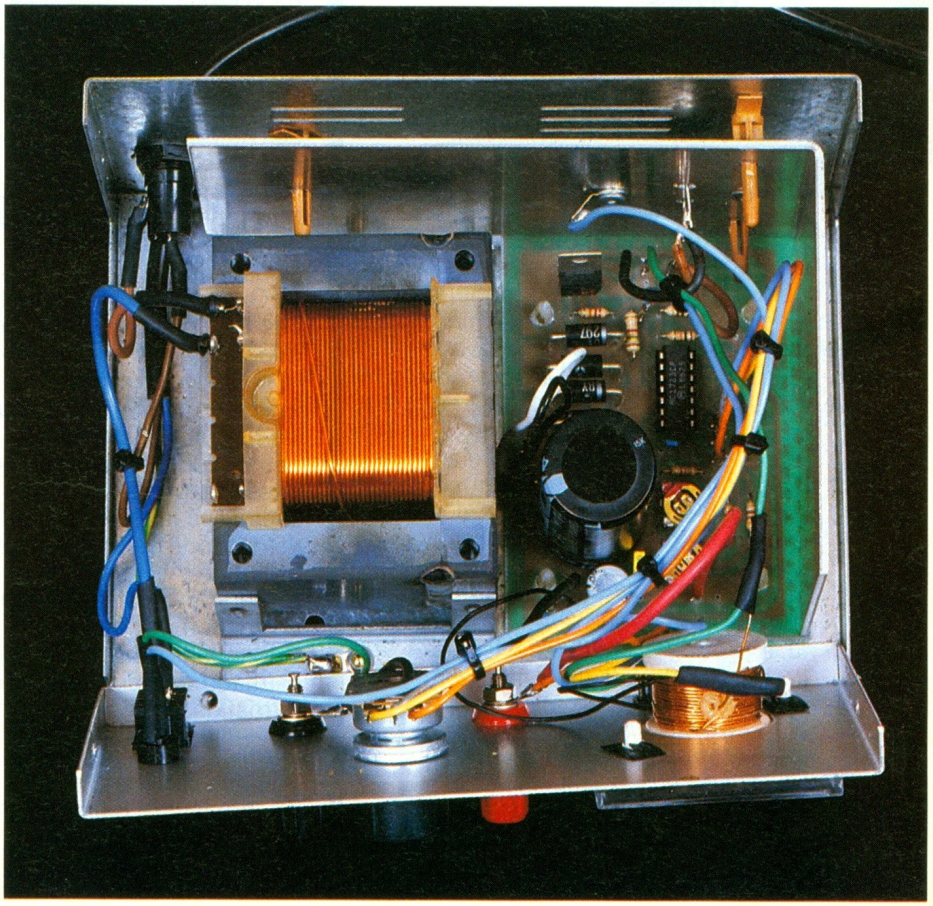
d) Câblage

Le schéma de la **figure 4** fournit un câblage minimal sans les galvanomètres, assez coûteux. Il sera relativement facile de l'insérer avec K_1 en réfléchissant quelque peu : ceci constituera un excellent exercice pratique.

MISE EN ROUTE

Le câblage du circuit, l'interconnexion, le montage du transformateur sont terminés. Avant de brancher le secteur, réglez les résistances ajustables et le potentiomètre à mi-course, vérifiez une dernière fois l'implantation et l'orientation des composants. Vous pouvez vous aider du schéma d'implantation. Vérifiez ensuite les soudures et prenez garde aux courts-circuits entre pistes. Vous allez maintenant régler les tensions de sortie. Branchez le secteur (si nécessaire placez l'inverseur sur volts), le potentiomètre en position mini et réglez RA_1 afin d'obtenir 4,5 V ; ensuite positionnez le potentiomètre en position maximale et réglez RA_2 afin d'obtenir 15 V. ■

Photo 4. – Labo 16E insérée dans son boîtier : la zone orangée sur la photo correspond aux enroulements de fils de cuivre isolés sur le transformateur.



NOMENCLATURE

Résistances

R_1 : 1,5 kΩ, 1/2 W (marron, vert, rouge)
R_2 : 100 Ω, 1/4 W (marron, noir, marron)
R_3 : 10 kΩ, 1/4 W (marron, noir, orange)
R_4 : 470 Ω, 1/4 W (jaune, violet, marron)
R_5 : 22 kΩ, 1/4 W (rouge, rouge, orange)
R_6, R_7 : 3,3 kΩ, 1/4 W (orange, orange, rouge)
R_8 : 0,22Ω, 2 W, en toutes lettres

Résistances ajustables et potentiomètre

RA_1, RA_2 : 2,2 kΩ
P_1 : 4,7 kΩ

Diodes

D_1, D_2, D_3, D_4 : BY 297 ou équivalent

Condensateurs

C_1 : 4 700 µF/50 V radial
C_2 : 470 pF
C_3 : 100 nF/25 V
C_4 : 100 µF 25 V radial

Transistors

T_1 : 2N3055
T_2 : BD 829-16

Circuit intégré

CI_1 : 723

Divers

1 support de circuit intégré de 14 pattes
11 picots
1 galvanomètre V/A modèle E51 double échelle
1 boîtier percé sérigraphié
1 radiateur alu
1 transformateur 30 V/3 A
3 cosses à œillet ø 3
2 vis TC 4 x 10
2 écrous ø 4
1 DEL rouge ø 5
1 support de DEL
1 porte-fusible
1 fusible 200 mA
1 cordon secteur 2P + T
1 interrupteur
1 borne noire BTN
1 borne rouge BTN
3 distanciateurs H = 9,5 mm
4 distanciateurs H = 5 mm
1 bouton noir ø 23
1 inverseur double K_1
1 rondelle plate ø 10 mm
1 passe-fil
1 cosse à œillet ø 4
2 vis TC 3 x 10
2 écrous ø 3
4 pieds autocollants
2 vis TC 2 x 10

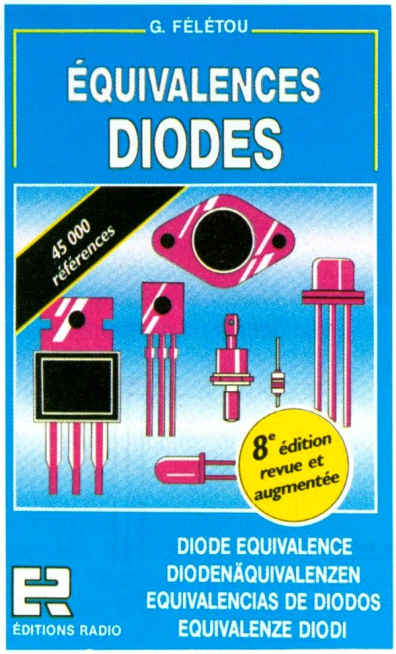
BAC F2 COURS D'ELECTRONIQUE

Cet ouvrage de cours est conforme au programme de la Terminale F2. Il regroupe l'ensemble des connaissances de base en électronique.
Il est destiné aux élèves de Terminale des sections scientifiques et techniques ainsi qu'aux étudiants des différentes sections de technicien supérieur (B.T.S. et D.U.T.).
Les auteurs ont divisé le livre en 9 chapitres :
– Circuits linéaires en régime sinusoïdal : présentation des lois générales des circuits en régime sinusoïdal.
– Quadripôles : application de ces lois lors de l'étude des quadripôles.
– Présentation des diverses fonctions de l'électronique. Celles-ci sont illustrées par l'étude des circuits les plus caractéristiques (chapitres 3 à 9) :

- amplification de tension ;
- fonctions mathématiques ;
- filtrage ;
- amplification de puissance ;
- réaction ;
- fonctions en commutation ;
- traitement numérique de l'information.

Eyrolles
Editions librairie
61, boulevard Saint-Germain
75240 Paris Cedex 05.

EQUIVALENCES DIODES G. FELETOU

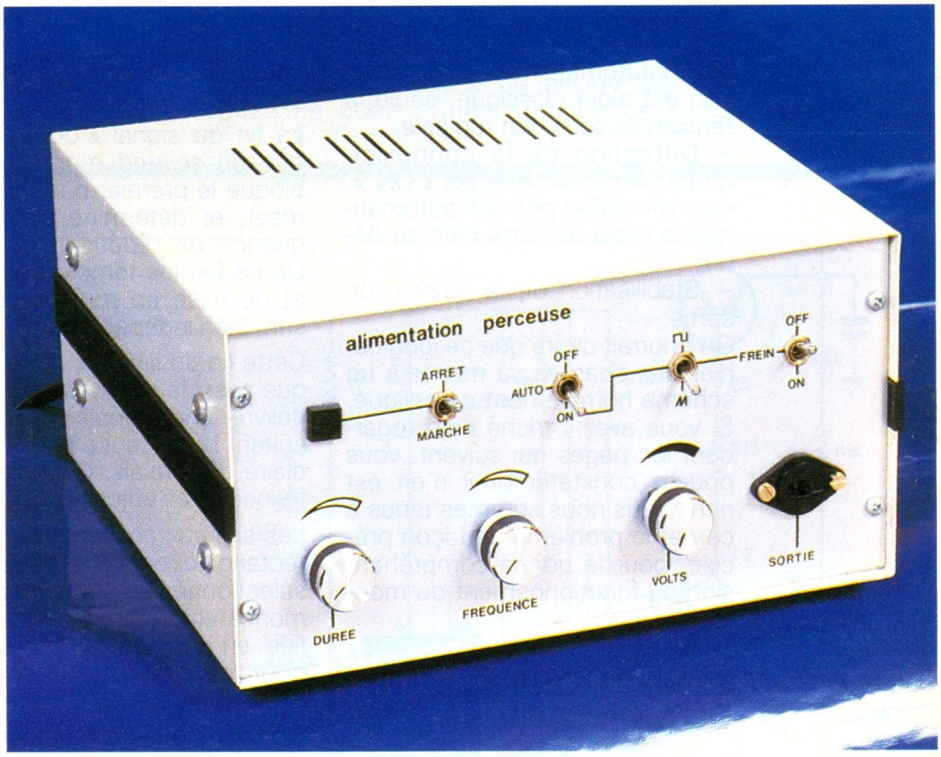


Trouver rapidement une diode de remplacement devient de plus en plus difficile en raison de l'évolution rapide des caractéristiques des composants, de la diversité des fabricants et des nombreuses références utilisées.
Ce livre donne directement les équivalents exacts ou approchés de 45 000 diodes avec l'indication des brochages et boîtiers ainsi que le moyen de connaître, à partir de la référence, le (ou les) fabricant(s).
Cet ouvrage constitue un outil destiné à tous ceux qui emploie les semi-conducteurs. Ainsi, un classement alphanumérique a été adopté, reprenant les équivalents, les types de boîtiers, les polarités, les composants existant en CHIP et en CMS.
Fruit d'une expérience quotidienne déjà longue, les remplacements proposés par l'auteur résultent de la comparaison des caractéristiques de base des semi-conducteurs.
Les différents textes rédigés sont traduits en anglais, allemand, espagnol et italien, donnant ainsi une connotation européenne à l'ouvrage.

Distribution : Editions Radio
189, rue Saint-Jacques
75005 Paris.

ALIMENTATION POUR MINIPERCEUSE

Ce n'est pas une alimentation ordinaire que nous vous proposons de réaliser ce mois-ci : elle vous permettra non seulement – et c'est le moindre aspect – de régler la vitesse de rotation du moteur de la perceuse, mais aussi de l'alimenter de façon cyclique avec un démarrage progressif ou non. Nous avons de plus prévu un système de freinage du moteur en fin de phase.



Il va de soi que la durée de l'alimentation de la perceuse est réglable ainsi que sa fréquence de répétition. De même, il est possible de mettre hors service le système de freinage et/ou le démarrage progressif. Il est aussi possible de débrayer le mode automatique (alimentaion permanente de la perceuse), mais, dans les deux cas, vous pourrez régler le nombre de tours/minute du moteur. L'intérêt du mode « automatique » est évident pour une perceuse montée sur support, mais il est aussi « hyperpratique » pour une perceuse tenue à la main...

Signalons encore une chose : les composants sont des « grands classiques », et c'est un montage peu coûteux, surtout si l'on regarde les prix des alimentations proposées dans le commerce, qui vont jusqu'à quatre fois – ou plus – le prix d'une perceuse ! Elles ne présentent pas autant de confort d'utilisation que celui de notre montage...

CAHIER DES CHARGES

Sachant que le temps de perçage d'un trou dans un circuit imprimé varie entre moins d'une seconde et plusieurs secondes, sachant aussi que le temps de passage d'un trou à un autre varie à peu près entre les mêmes valeurs, connaissant les caractéristiques générales des mini-perceuses, et au vu du confort d'utilisation que nous désirons, nous obtenons le cahier des charges suivant :

– Alimentation cyclique de la perceuse, d'une durée comprise entre 0,5 et 6 secondes (environ), réglable.

– Période de répétition réglable entre 0,5 et 6 secondes. Nous entendons par « période de répétition » « durée d'extinction de l'alimentation du moteur ». Par la suite nous utiliserons le terme – incorrect mais plus parlant – « Fréquence de répétition ».

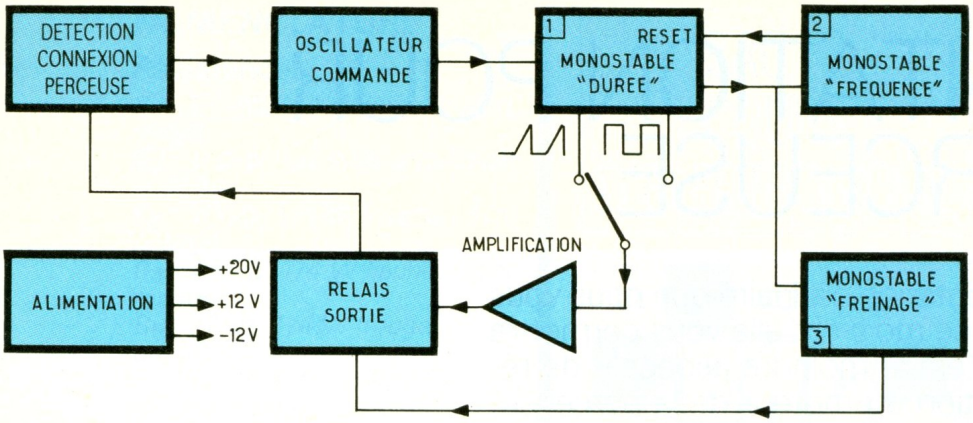
– Réglages de la durée et de la fréquence totalement **indépendants.** C'est-à-dire que la modification de la largeur du signal « durée d'alimentation » ne doit pas modifier le temps de « silence », et inversement.

– Système de freinage en fin de signal débrayable.

– Possibilité de régler la tension de sortie entre environ 1 V et 14 V. Dans le cas du démarrage progressif, la dent de scie commencera à 1 V pour atteindre une tension maximale réglable, indépendamment de la durée du signal. Cela veut dire aussi que à tension maximale de sortie égale, le temps de montée sera plus rapide pour un signal « court » que pour un un signal « long » : il n'est pas question de conserver dans tous les cas le même temps de montée, et d'écrêter le sommet de la dent de scie. Il s'agit réellement d'une montée progressive en tension, jusqu'à un maximum avant coupure.

– Intensité de sortie pouvant atteindre 2 A (continuellement). C'est en fait ce que consomme une miniperceuse alimentée en 14 V et qui peine énormément. Cela ne dure jamais longtemps.

1 *Synoptique du montage.*



– Protection contre les courts-circuits en sortie.
– Possibilité de mettre hors service l'automatisme. L'alimentation est alors classique, seule la tension de sortie est réglable.
– Détection de la connexion d'une perceuse, inter sur « ON », ceci afin qu'en position automatique le cycle démarre bien au début.
– Stabilisation de la tension de sortie.

On pourrait croire que ce long cahier des charges va mener à un schéma horriblement compliqué. Si vous avez « triché » en regardant les pages qui suivent, vous pouvez constater qu'il n'en est rien. Nous nous sommes tenus à cerner le problème de façon précise, pour la bonne compréhension du fonctionnement du montage.

SYNOPTIQUE DU MONTAGE

Il vous est présenté **figure 1**, et appelle peu de commentaires car il découle du cahier des charges.

L'oscillateur attaque un monostable qui détermine la durée du signal. Cet oscillateur ne fonctionne que lorsqu'une perceuse est connectée.

La fin du signal « durée », attaque un second monostable qui bloque le premier par son entrée reset, et détermine ainsi la fréquence de répétition du signal. De ce fait les temps d'extinction et de mise en route du moteur sont bien indépendants.

Cette fin du signal « durée » attaque aussi le monostable nº 3 qui délivre une impulsion court-circuitant la perceuse par l'intermédiaire d'un relais. Cela réalise un freinage très efficace.

Les signaux en dents de scie ou rectangulaires sont directement sélectionnés en sortie du premier monostable, avant d'être amplifiés en tension et en intensité pour pouvoir attaquer la perceuse.

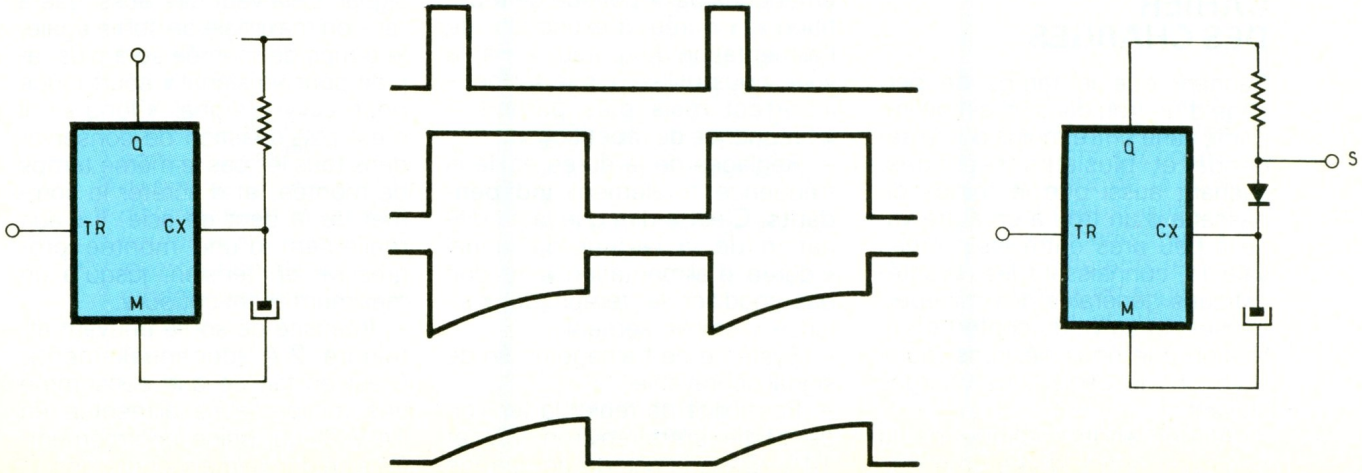
Signalons que l'alimentation délivre trois tensions, dont une négative. Nous en expliquerons la raison plus loin.

CHOIX ET CRITERES DE CHOIX

Il va de soi que nous n'allons pas utiliser des composants « discrets » pour réaliser les monostables et l'oscillateur. Nous ferons donc appel à des circuits intégrés en technologie C.MOS (moindre consommation qu'en TTL et surtout large plage d'alimentation possible).

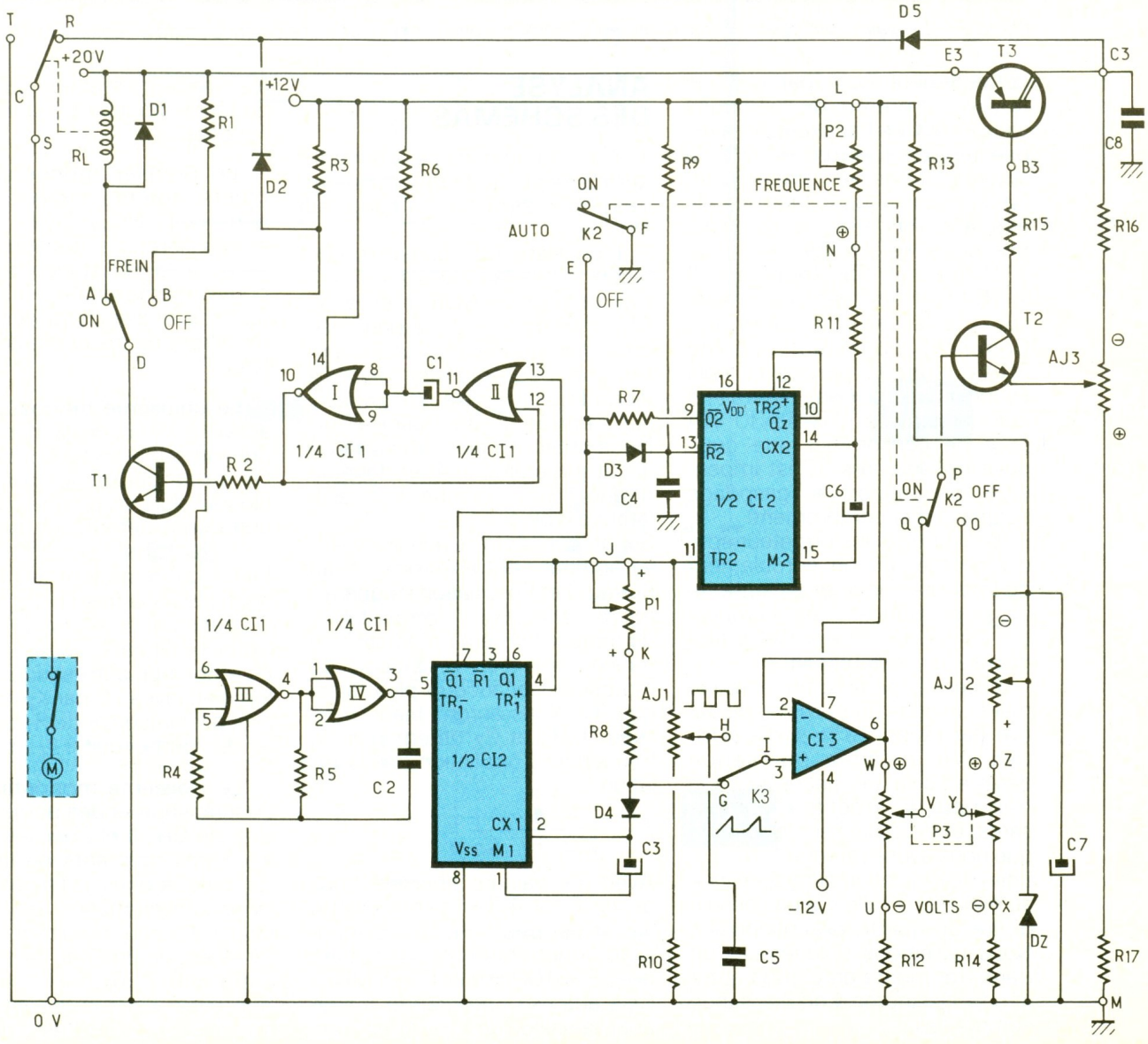
Les monostables 1 et 2 se « mordent la queue » et attaquent un troisième monostable. Cela signifie que nous devrons certainement pouvoir disposer de signaux de sorties complémentaires. Le 4538 semble particulièrement indiqué, vu sa facilité de mise en œuvre : il contient deux monostables distincts qui peuvent être attaqués par des fronts montants ou descendants. Ils disposent de sorties complémentaires et de « reset » séparés, et ils peuvent être utilisés aussi bien en mode « retriggerable » que « nonretriggerable ». De plus, les entrées disposent de triggers de Schmitt. Tout ça en un seul boîtier 16 broches DIL, c'est parfait pour de très nombreuses applications.

Il faut maintenant réaliser un troisième monostable et un oscillateur commandé. Les deux peuvent facilement se faire avec quatre NOR ou NAND à deux entrées, qui tiennent dans un seul boîtier 14 broches DIL. Un moteur de perceuse présente une résistance (pas une impédance) très faible, de l'ordre de la dizaine d'ohms. La mise en route de l'oscillateur pourra donc se faire facilement par détection d'un niveau 0 en sortie. Comme une NAND est « bloquée » à l'état 1 par un niveau 0 sur une entrée,



2 *Chronogrammes des signaux issus d'un 4538 « normalement » utilisé (a), de façon « détournée » (c).*

nous choisissons donc quatre NOR à deux entrées, c'est-à-dire un 4001. (Une porte NOR est « bloquée » à l'état 0 en sortie par un niveau 1 en entrée).
Comme nous n'avons pas besoin, en mode démarrage progressif, d'une montée parfaitement linéaire de la tension, on va prélever directement l'image de la tension aux bornes du condensateur du premier monostable. Cette tension est d'ailleurs relativement linéaire puisque la durée de charge du condensateur n'est que d'une constante de temps (63 % de la tension d'alimentation), donnée constructeur. Mais regardons la **figure 2.** En a) nous avons un schéma simplifié de montage du 4538 et en b) un chronogramme des signaux obtenus. Cx est une entrée **et** une sortie, et cette sortie passe à l'état 1 à la fin de la période du monostable. Cette tension est inexploitable directement, nous voudrions la courbe S. Le début de la solution consiste à connecter la résistance à la sortie Q, et non au plus de l'alimentation. Nous aurons ainsi un niveau 0 sur la borne de la résistance reliée à Q, à la fin de la période, et cela ne gênera pas le fonctionnement comme Q est au niveau 1 pendant la charge du condensateur. Il faut aussi « bloquer » le passage de l'état haut de la sortie Cx. Une simple diode suffit et cela nous mène au montage de la **figure 2c.** A cause de cette diode, la tension en S sera supérieure d'environ 0,6 V à la tension sur le plus du condensateur. Ceci n'est pas du tout un problème, au contraire, puisqu'un moteur de perceuse ne commence à tourner qu'à partir d'une tension d'environ 1,5 V.
Pour amplifier cette tension en S **(fig. 2b et 2c)** il va nous falloir un montage présentant une très forte résistance d'entrée pour ne pas perturber la charge du condensateur. Deux solutions : transistor FET ou AOP à FET. L'option transistor FET est à rejeter, vu le décalage trop important de la tension de sortie qu'elle va entraîner, même avec un FET en source commune. (Il faut considérer qu'il s'agit là de l'amplification d'une tension continue.) Il ne reste que l'AOP, et nous optons pour un TL081 (il possède des entrées MOS-FET) monté en suiveur de tension.
Il se greffe alors un autre problème : un AOP monté en suiveur de tension avec une alimentation unique ne se comporte



3 *Schéma de principe du variateur. La régulation simplifiée au maximum utilise uniquement un transistor monté en comparateur et un Darlington de puissance.*

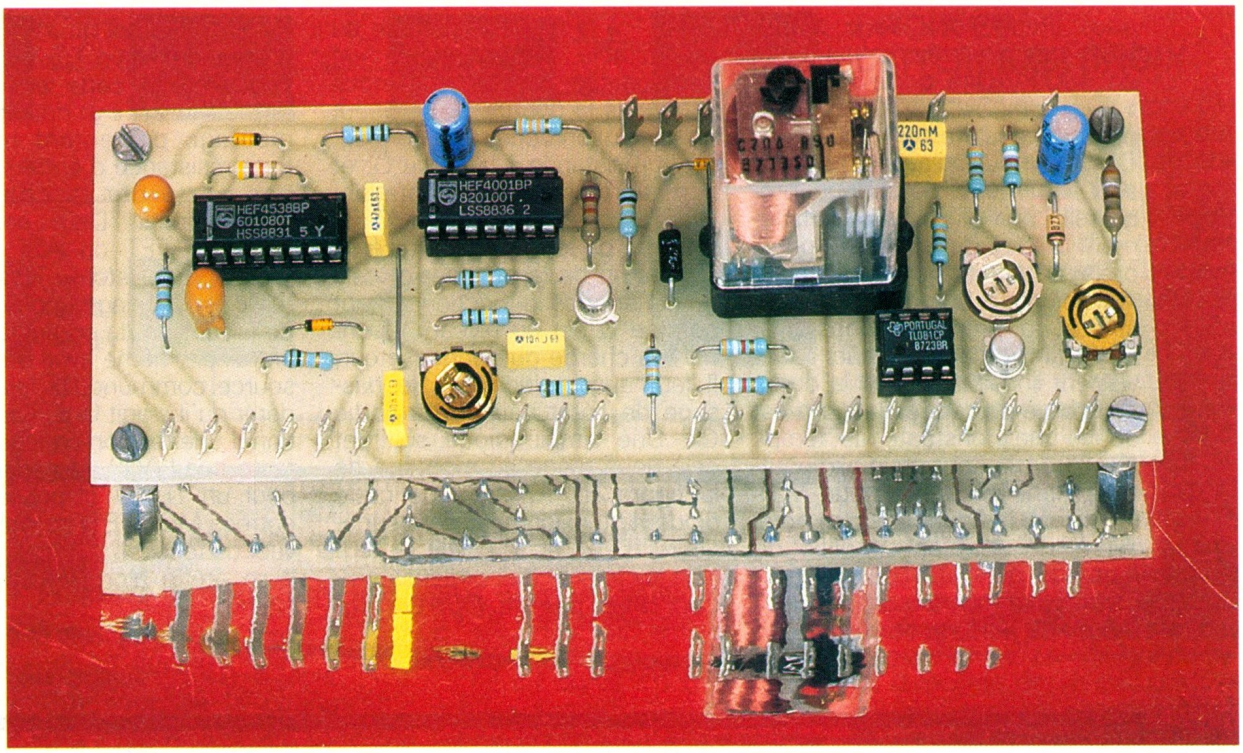


Photo 2. – La platine principale : l'ensemble des connexions avec l'extérieur s'effectuera à l'aide de cosses fast-on.

correctement qu'à partir d'une tension d'entrée de quelques volts (2 à 3 V). Par exemple, avec une tension d'entrée de 0 V, la sortie peut très bien être en saturation haute. Il nous faut une alimentation négative. Nous avons trois solutions possibles :

– Utiliser un transformateur 2 × 15 V, et réserver un enroulement à la tension négative. Comme il nous faut plus de 30 VA pour la perceuse, cela voudrait dire que l'on utiliserait un enroulement de plus de 30 V.A pour ne consommer que quelques milliampères. C'est impensable par rapport au gaspillage de prix et d'encombrement.

– Utiliser un transformateur spécial, possédant un enroulement de forte puissance et un autre de basse puissance. C'est introuvable dans le commerce et il faudrait se le faire fabriquer.

– Créer, à partir d'un enroulement unique, une tension négative par rapport à la sortie positive. Vu la faible puissance désirée, cela ne nécessite que très peu de « petits » composants, et c'est bien sûr la solution que nous avons retenue.

Enfin, la régulation sera simplifiée au maximum : elle n'a pas besoin d'être de qualité exceptionnelle. Nous utiliserons uniquement un transistor monté en comparateur et un « Darlington » de puissance comme ballast.

ANALYSE DES SCHEMAS

Le schéma de principe, donné **figure 3**, découle du synoptique et des considérations évoquées plus haut.

– **L'oscillateur** est construit – de façon tout à fait classique – autour des portes NOR III et IV de CI_1. Si le moteur de la perceuse n'est pas connecté, aucun courant ne peut circuler dans la diode D_2, et R_3 fixe un niveau 1 sur l'entrée 6 de l'oscillateur. Nous obtenons alors un niveau 0 sur la sortie broche 4, et donc un niveau 1 sur la broche 3 : l'oscillateur est bloqué.

Si l'on connecte la perceuse, D_2 va amener l'entrée broche 6 au niveau 0 et l'oscillation va démarrer. En effet, R_3 et la résistance du moteur forment un diviseur de tension, mais la résistance du moteur est beaucoup plus faible que R_3. Nous aurons bien un niveau 0. R_5 et C_2 déterminent la fréquence d'oscillation par la relation :

$$F = \frac{1}{2{,}2 \,.\, R_5 \,.\, C_2}$$

Avec les valeurs choisies nous avons $F \simeq 4{,}5$ kHz, mais cette valeur est peu critique : le montage fonctionnerait aussi bien avec F = 100 Hz ou F = 1 MHz ! Cela autorise une grande marge pour la valeur de C_2. R_4 est une résistance de réaction qui assure un fonctionnement plus faible de l'oscillateur.

– **Le premier monostable** est monté comme indiqué précédemment. Nous avons simplement inséré un potentiomètre associé à la résistance talon R_8 pour régler la durée. Ce monostable se déclenchera dès le premier front de descente de l'oscillateur.

– **Le deuxième monostable** est activé à la fin de la période du premier par la sortie Q_1. La sortie Q_2 de ce deuxième monostable bloque alors le premier pendant une durée déterminée par P_2 et R_{11}. Notons la présence de R_9-C_4 qui remettent à 0 les monostables à la mise sous tension. D_3 transmet ce signal de reset et est bloquée par la suite.

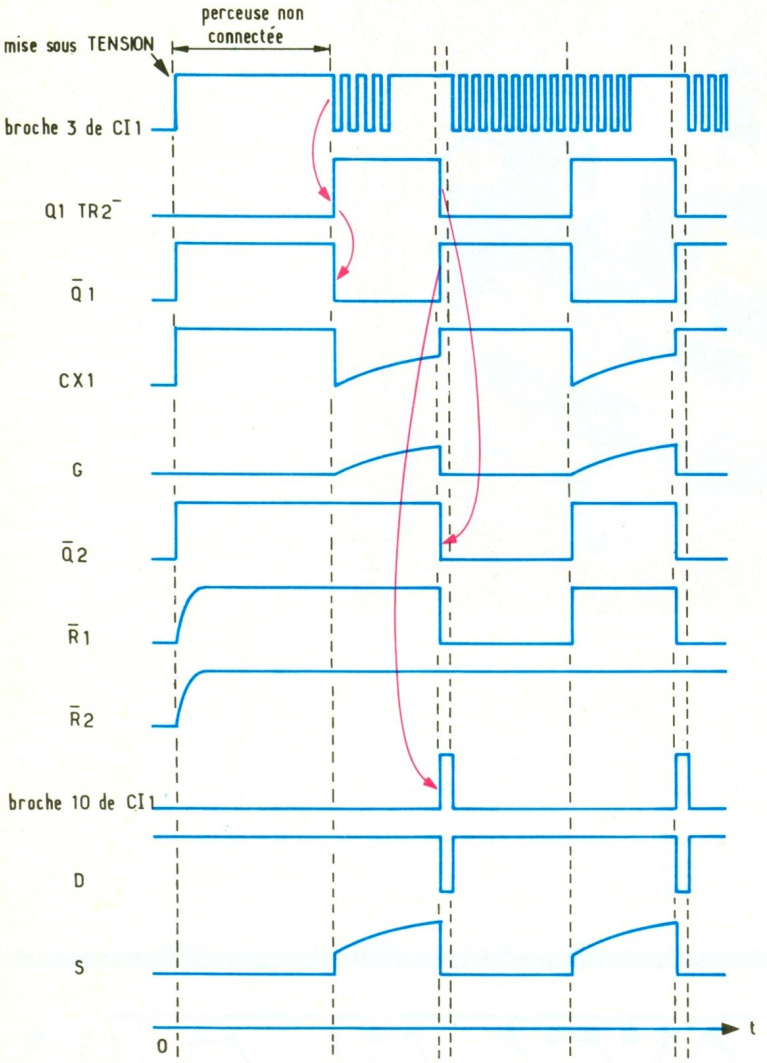
En mode non automatique R_1 est forcé au niveau 0 par K_2. Cela explique la présence de R_7 pour éviter de court-circuiter la sortie Q_2.

– **Le troisième monostable** est constant autour des portes NOR I et II de CI_1. Il est déclenché par les fronts montants de la sortie Q_1, c'est-à-dire à la fin de chaque cycle d'alimentation de la perceuse. La période de ce monostable est déterminée par la relation $T \simeq 0{,}7 \,.\, R_6 \,.\, C_1$.

Soit avec les composants choisis : $T \simeq 0{,}23$ s. C'est un temps

4

Chronogrammes relevés en divers points du montage.



gnal rectangulaire. Aj_1 permettra d'égaliser la hauteur de ces deux signaux.

Nous rencontrons ensuite P_2, un potentiomètre double, qui permettra de régler la tension de sortie. Si K_2 est en position « OFF », la tension sera prélevée aux bornes d'une diode Zener D_Z polarisée par R_{13} et filtrée par C_7. Aj_2 permet de régler la tension de sortie maximale en position « manuel ». Les résistances R_{12} et R_{14} sont des résistances « talon », il n'est pas nécessaire que la tension de sortie puisse descendre jusqu'à 0 V.

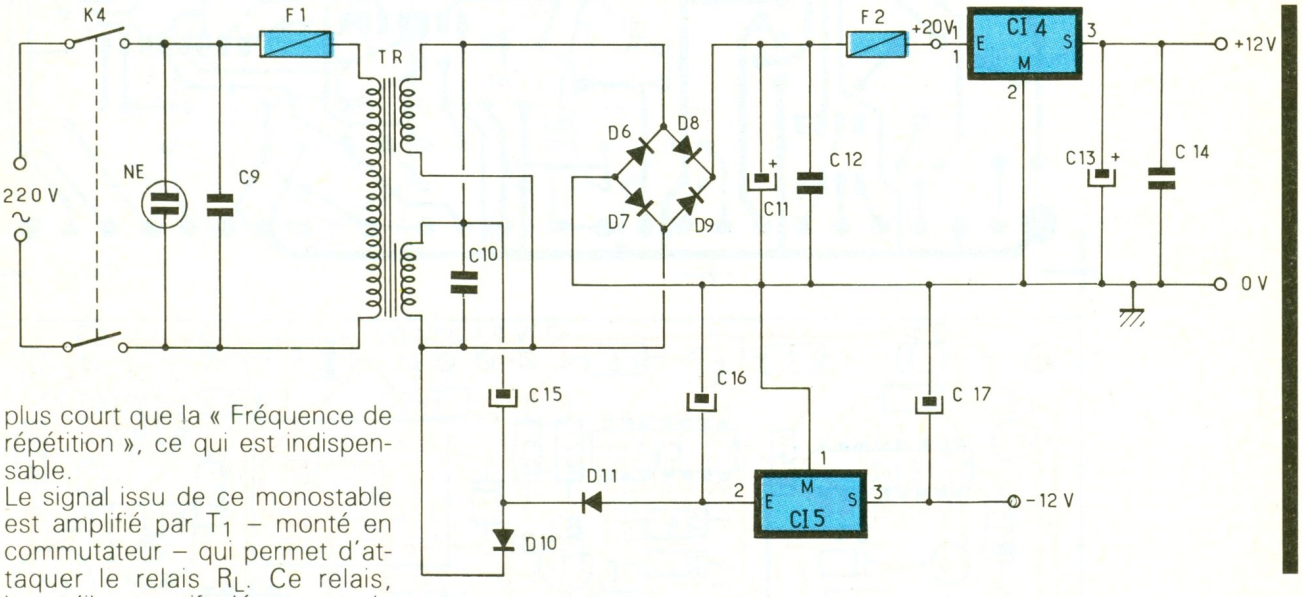
T_2 compare une fraction de la tension de sortie avec le signal de référence choisi. Il commande le transistor ballast T_3 qui conserve entre collecteur et émetteur « l'excédent » de tension. Ce ballast est bien entendu monté dans la ligne + 20 V. La fraction de tension de sortie prélevée est déterminée par le diviseur R_{16}-Aj_3-R_{17}. Aj_3 sera en fait le premier réglage pour fixer l'amplitude maximale des dents de scie. D_5 évite que la tension de 12 V, présente sur la cathode de D_2, ne soit appliquée à ce diviseur.

– **La limitation du courant de sortie** se fait tout simplement par l'intermédiaire de la résistance R_{15}. En effet, comme cette résistance limite le courant de base de T_3, son courant de collecteur se trouve aussi limité à une valeur β fois plus grande (ici $\beta \simeq 1\,000$).

Nous terminons par C_8 qui

5

Schéma de principe du variateur électronique : la stabilisation des tensions est réalisée à l'aide de régulateurs 3 broches intégrés.



plus court que la « Fréquence de répétition », ce qui est indispensable.

Le signal issu de ce monostable est amplifié par T_1 – monté en commutateur – qui permet d'attaquer le relais R_L. Ce relais, lorsqu'il est actif, déconnecte le moteur et le court-circuite. R_1 ne sert qu'à éviter que le collecteur de T_1 ne soit « en l'air » quand le système de freinage n'est pas utilisé.

– **L'amplification du signal** est tout d'abord assurée par CI_3, un AOP TL081 monté en suiveur de tension. K_3 sert à prélever soit le signal en dents de scie, soit le si-

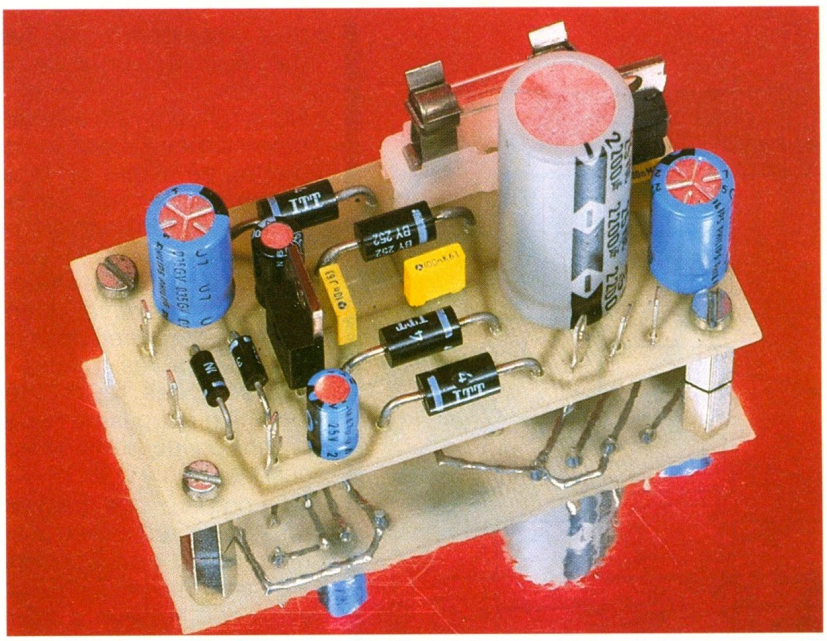


Photo 3. – L'alimentation comportant en gris le condensateur radial de filtrage, C_{11}.

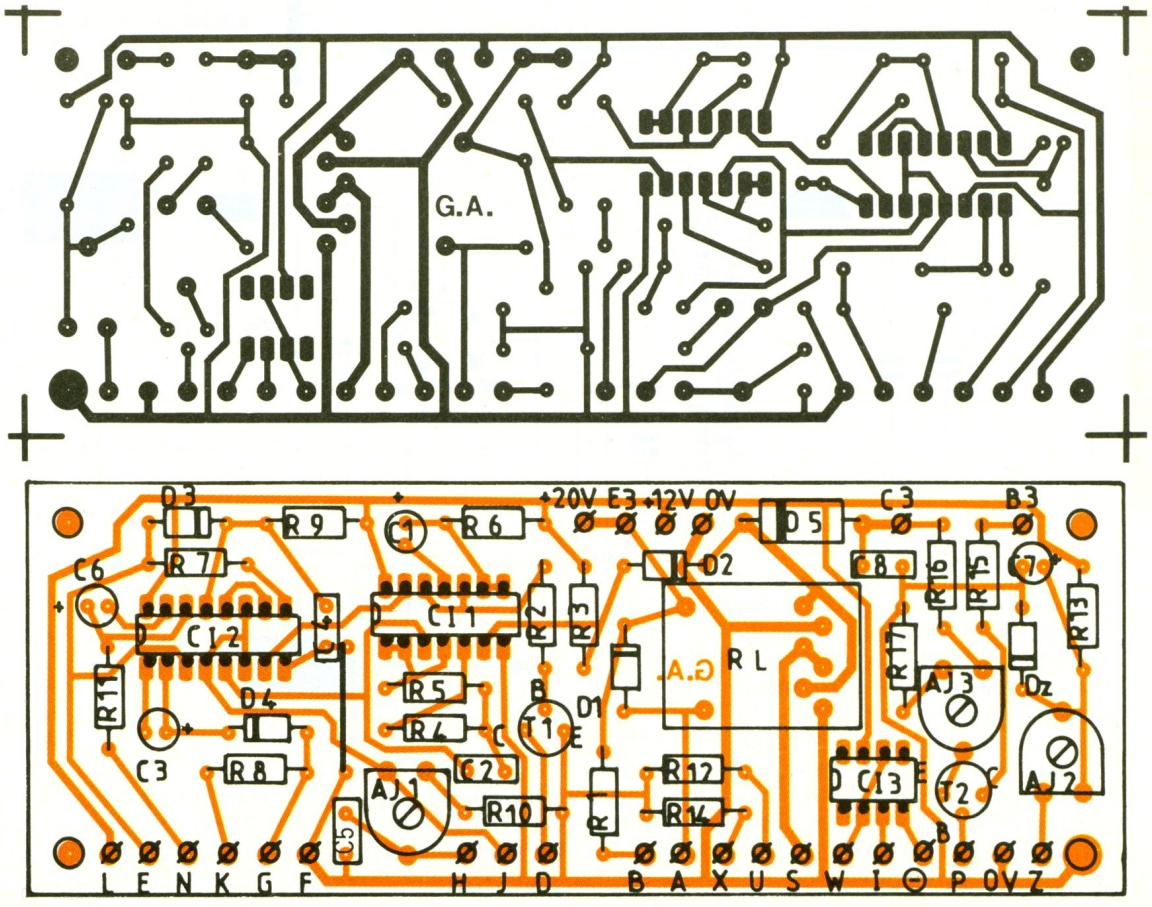
constitue une cellule de filtrage et d'antiparasitage.

Pour bien comprendre les différents états logiques du montage, vous pouvez vous pencher sur le diagramme des temps représenté en **figure 4.** Ne vous étonnez pas du fait que l'oscillation des portes NOR III et IV s'arrête périodiquement : quand la tension de sortie dépasse environ 5 V, l'entrée 6 de CI_1 ne se voit plus appliquer un niveau 0. De même, l'oscillation ne peut se produire quand le système de freinage est actif, puisque le moteur de la perceuse est déconnecté. Cela explique le retard du démarrage de l'oscillateur.

– **Le circuit d'alimentation** du montage est représenté **figure 5.** L'obtention des tensions + 20 V et + 12 V se fait de façon on ne peut plus classique : transformation du 220 V alternatifs par T_R (dont les deux enroulements de sortie sont en parallèle), redressement en pont par D_6 à D_9, filtrage par C_{11} épaulé par C_{12}, et nous obtenons ainsi le + 20 V non régulé et limité en courant par F_2. Viennent ensuite CI_4, un régulateur positif 12 V, et C_{13}-C_{14} qui assurent un dernier filtrage.

Nous obtenons une tension négative uniquement à l'aide de C_{15}, C_{16}, D_{10}, D_{11}. Lors des alternances positives, C_{15} se charge puisque la diode D_{10} est passante. En revanche, D_{11} est bloquée.

Lors des alternances négatives, c'est D_{10} qui est bloquée. L'armature positive de C_{15} se trouve alors à 0 V et son armature négative passe donc à environ – 20 V. Cette tension négative est transmise à C_{16} par D_{11}. Suit un régu-



6-7 *Circuit imprimé et implantation du module principal : un strap sera à insérer côté composants.*

lateur intégré négatif, et la tension de sortie est filtrée par C_{17}.
F_1 protège le primaire du transformateur. NE est un témoin « néon » de mise en marche, et C_9 un condensateur antiparasites. Enfin, K_4 est un interrupteur double, pour être certain de couper la phase du secteur.

REALISATION

Les circuits imprimés

Nous avons re'alisé deux circuits imprimés distincts : l'un d'entre eux supporte les composants du schéma principal et l'autre ceux de l'alimentation. Les tracés vous sont proposés à l'échelle 1 **(fig. 6 et 8).** La méthode photographique est la plus rapide et la plus fiable, si vous êtes bien équipés. Si ce n'est pas le cas, « scotchez » un calque sur la revue, et recopier les dessins à l'aide de transferts.
Les opérations d'insolation, révélation et gravure peuvent se faire simultanément pour les deux circuits, c'est un gain de temps appréciable.

Après un étamage à froid éventuel, tous les trous sont percés à 0,8 mm de diamètre, dans un premier temps. Ils sont ensuite agrandis à :

– 1 mm pour les résistances ajustables, le support du relais, les circuits intégrés régulateurs, les diodes 1N4001 et le condensateur C_{11} ;
– 1,2 mm pour les cosses « poignard » et le support de fusible ;
– 1,5 mm pour les diodes D_5 et D_9 ;
– 3 mm pour les fixations.
Après ce travail, il faut étamer au fer les pistes les plus larges des deux circuits, n'oublions pas que des courants allant jusqu'à 2 A peuvent parcourir ces pistes.

Implantation des composants

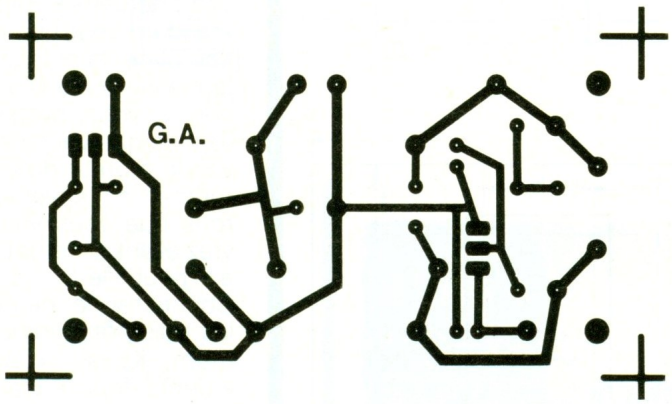
Référez-vous aux **figures 7 et 9** pour cette opération. Soudez les composants par ordre de hauteur, du plus bas au plus haut, et non en commençant par les composants passifs !
Les résistances et autres composants passifs sont peu exigeants : la seule chose qu'ils ne tolèrent pas c'est d'échanger leur place avec celle d'un « collègue ». De cette dernière constatation découle une règle d'or : avoir sur son plan de travail **tous** les composants nécessaires au montage, et **uniquement** ceux-là. En effet, si vous mettez une mauvaise valeur à un emplacement, vous êtes obligés de vous retrouver avec une valeur manquante ultérieurement.

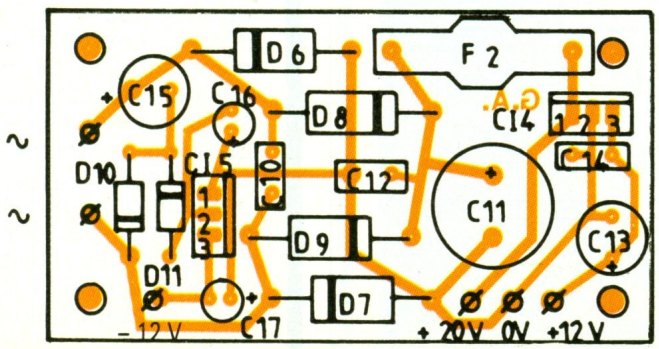
Préparation du coffret

Notre maquette fait appel à un coffret « Iskra » de référence LC 950, dont les plans de perçage figurent en **10 a, b et c.** Ces plans indiquent aussi les emplacements des différents composants et circuits imprimés. Mais rien ne vous empêche d'utiliser un coffret d'une autre marque et de dimensions à peu près identiques. Dans ce cas vous ne pourrez que vous inspirer de ce plan de perçage.
Rappelons que pour les perçages de diamètre relativement important (supérieur à 4 ou 5), les mèches à bois font des merveilles dans l'aluminium de faible épaisseur.
Après ce travail, déposez sur la face avant les transferts de votre choix et protégez-les d'une ou plusieurs couches de vernis aérosol.

Câblage

Avant de le commencer, fixez tous les éléments sur les différentes faces du coffret, excepté le radiateur de T_3. Ce transistor de puissance sera monté sur son dissipateur de façon isolée : feuille de mica, graisse au silicone, canons isolants, et n'oubliez pas une cosse pour la connexion du collecteur. Vous pouvez aussi, comme sur notre maquette, isoler le boîtier du transistor par un capot : cela peut éviter un court-circuit fâcheux avec un autre appareil.
Le plan de câblage est proposé **figure 11.** Il découle bien entendu du schéma théorique, auquel vous aurez à vous référer en cas de lourds soupçons. Notez bien que pour ce qui est des composants de la face avant, ceux-ci sont représentés comme lorsque vous allez effectuer le câblage : face avant à plat devant vous et reste du coffret derrière.

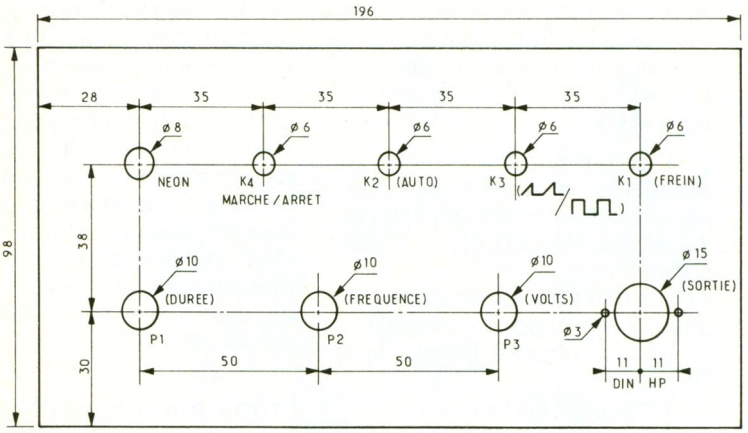




8-9 *Circuit imprimé et implantation de la platine alimentation.*

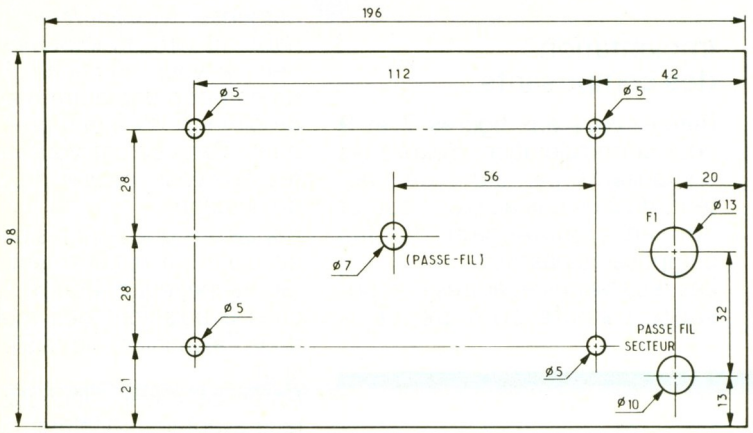
10a

Perçages de la face avant (vue extérieure).



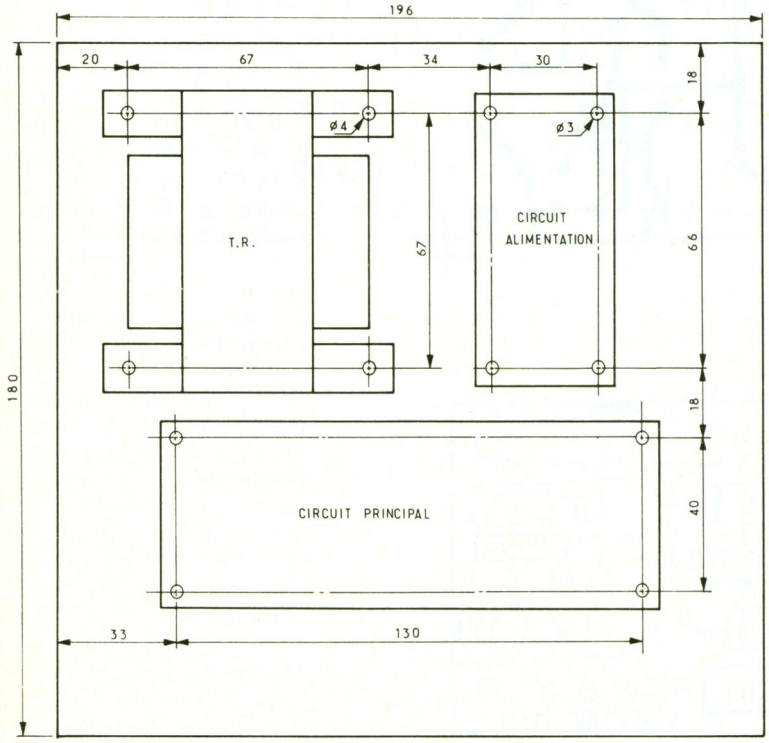
10b

Perçages de la face arrière (vue extérieure).



10c

Perçages du fond du coffret (vue de dessus).



Nous vous conseillons l'utilisation de cosses fast-on, cela ne sera pas du temps perdu lors d'un démontage pour une maintenance éventuelle future. De plus, si ces cosses sont noyées dans de la gaine thermorétractable, cela diminue les risques de court-circuit lors des tests et essais.

La connexion du 0 V au boîtier (blindage) se fait par l'intermédiaires d'une entretoise métallique dans le coin en bas et à droite du circuit imprimé principal. Il faut donc aussi gratter la peinture du coffret en cet endroit.

Utilisez des câbles de différentes couleurs et de section suffisante là où les intensités véhiculées sont importantes (sortie S, sortie 0 V, 0 V alimentation, + 20 V, C_3, E_3 et secondaires du transformateur). Nous vous donnons **figure 12** le brochage du transistor de puissance et des régulateurs.

Essais, réglages

Après avoir bien vérifié implantation et câblage, tournez Aj_1 et Aj_3 à fond dans le sens trigonométrique (sens inverse des aiguilles d'une montre) et le contraire pour Aj_2. Soudez une fiche DIN HP mâle au bout du cordon de votre perceuse. Rappelons que le standard veut que ce soit la broche plate, la plus grosse, qui soit la masse ou le 0 V. De toute façon, si vous inversez la polarité, tout ce que vous risquez c'est de voir le moteur de votre perceuse tourner à l'envers. Nous espérons que vous vous en apercevrez avant de jeter tous vos forets à la poubelle !

Connectez la perceuse, mettez les trois potentiomètres au maximum, K_2 sur « auto », K_3 sur « dents de scie » et K_1 (frein) sur « ON ».

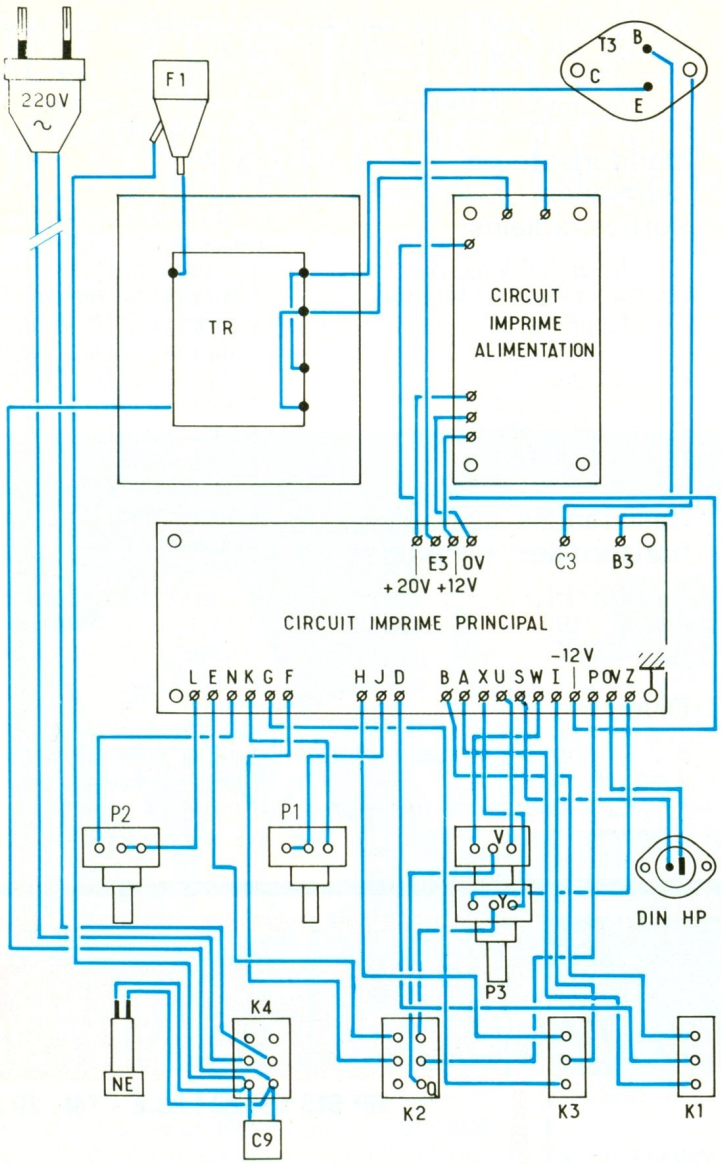
A la mise sous tension, rien ne doit partir en fumée, ni le montage ni le transformateur E.D.F. de votre quartier ! Si ce n'est pas le cas, cherchez **votre** erreur d'implantation ou de câblage : c'est un montage qui ne doit poser aucun problème.

Branchez un voltmètre en sortie et manœuvrez Aj_3 jusqu'à obtenir une tension maximale (en fin de progression) de 14 V.

Passez K_3 en position signaux rectangulaires et ajustez Aj_1 pour obtenir des créneaux de 14 V en sortie.

11

Plan de câblage : *les potentiomètres et les commutateurs sont vus côté soudures.*



En coupant le mode « auto » par K_2, régler maintenant Aj_2 pour obtenir une tension continue de 14 V elle aussi.
Il ne vous reste plus qu'à fixer T_3 et son dissipateur et à fermer le coffret.
Si les plages de « durée » et de « fréquence » choisies ne vous conviennent pas – bien qu'elles correspondent à des valeurs que nous jugeons extrêmes – vous pouvez sans danger modifier les valeurs des potentiomètres P_1 et P_2 et/ou les valeurs de leurs résistances associées R_8 et R_{11}.

G. AMONOU

LISTE DES COMPOSANTS

Résistances 5 %, 1/4 W ou 1/2 W

R_1 : 18 kΩ (marron, gris, orange)
R_2 : 82 kΩ (gris, rouge, orange)
R_3, R_5, R_8, R_{11} : 10 kΩ (marron, noir, orange)
R_4, R_9, R_{10} : 100 kΩ (marron, noir, jaune)
R_6 : 33 kΩ (orange, orange, orange)
R_7 : 47 kΩ (jaune, violet, orange)
R_{12}, R_{14}, R_{15} : 3,9 k Ω (orange, blanc, rouge)
R_{13} : 390 Ω (orange, blanc, marron)
R_{16}, R_{17} : 330 Ω (orange, orange, marron)

12

Brochages du transistor de puissance et des régulateurs de tension.

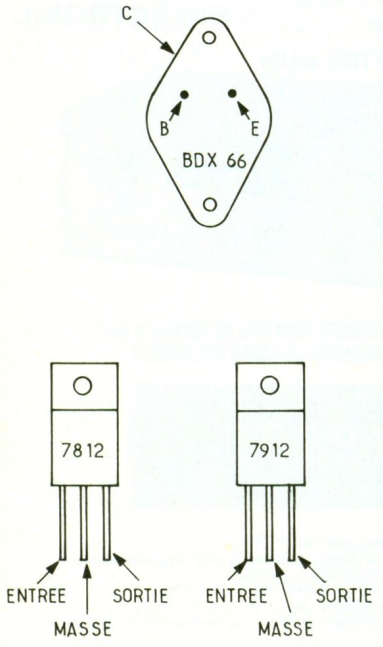
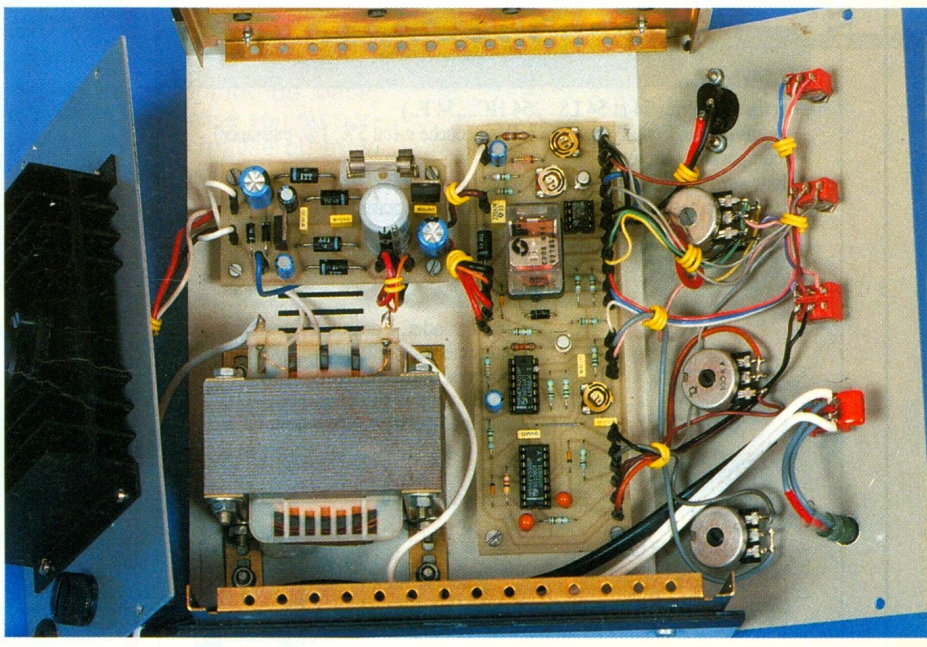


Photo 4. – L'ensemble se monte dans un coffret ISKRA référencé LC 950.



Transistors

T_1, T_2 : BC 107C, 108C, 109C, 549C... ($\beta > 400$)
T_3 : BDX 66 (A, B, C) pas d'équivalent

Circuits intégrés

CI_1 : 4001
CI_2 : 4538
CI_3 : TL081
CI_4 : 7812
CI_5 : 7912

Potentiomètres

P_1, P_2 : 100 kΩ, linéaires
P_3 : 2 × 10 kΩ, linéaire

Condensateurs à film plastique

C_2, C_5, C_{10} : 10 nF
C_4 : 47 nF
C_8 : 220 nF
C_9 : 10 nF/400 V (ou plus)
C_{12}, C_{14} : 100 nF

Diodes

D_1, D_{10}, D_{11} : 1N4001 (ou 4002, 4003...)
D_2, D_3, D_4 : 1N914 ou 1N4148
D_5, D_6, D_7, D_8, D_9 : 3A/25 V (ex. : BY 252)
D_Z : Zener 8,2 V/400 mW

Condensateurs chimiques, sorties radiales

C_1 : 10 µF/16 V (ou plus)
C_3, C_6 : 47 µF/16 V tantale
C_7 : 10 µF/10 V
C_{11} : 2 200 µF/24 V
C_{13} : 220 µF/16 V
C_{15} : 220 µF/24 V
C_{16} : 100 µF/24 V
C_{17} : 47 µF/16 V

Résistances ajustables, horizontales, miniatures

Aj_1 : 100 kΩ
Aj_2 : 2,2 kΩ
Aj_3 : 100 Ω

Divers

K_1, K_3 : inverseurs miniatures 1 circuit
K_2, K_4 : inverseurs miniatures 2 circuits
R_L : relais « européen », 24 V, 2 RT
F_1 : 300 mA, temporisé
F_2 : 3,15 A, rapide
TR : transformateur 2 × 15 V, 48 VA

1 dissipateur WA101, 75 mm, percé pour 1 TO3
1 support fusible châssis
1 support fusible circuit imprimé
1 support CI DIL 8 broches
1 support CI DIL 14 broches
1 support CI DIL 16 broches
1 coffret « Iskra », réf. LC 950
1 câble secteur
1 fiche secteur
1 fiche DIN HP femelle, châssis
1 passe-fil ⌀ 10
1 passe-fil ⌀ 6
1 témoin néon 220 V
1 support relais européen 2 RT
3 boutons de potentiomètre
Cosses collecteur, fast-on, poignard

Visserie ⌀ 3 et 4, entretoises
1 capot pour transistor TO3
Graisse silicone, canons isolants
1 feuille de mica TO3
Nécessaire pour circuit imprimé

TENIP ELECTRONIQUE

TENIP

Pour : INDUSTRIE
SAV
ADMINISTRATIONS
PARTICULIERS

32 ter, allée Valère-Lefèvre
93340 LE RAINCY
Tél. : (1) 43.01.95.40
Fax : 43.8122.04

COMPOSANTS CIVILS ET MILITAIRES

— actifs (ex. séries 74 et 54 LS..., 54 HC...,54 F..)
— passifs (Cond, Céra, Plast, CTS13, Résis. couche métal 5%, 1%, puissance)
— composants obsolètes
Achats sur Nomenclature et prestations de contrôle
— passage en test - tri - déverminage de tout composant

MESURE ET OUTILLAGE

— fers à souder, à dessouder - outillage
— multimètres, oscilloscopes, alimentations
— coffrets, transformateurs, visserie inox
— générateurs - fréquence mètres
— matériels CMS, produits pour CI

PRODUITS ANTI-STATIQUES

— tapis de sol et de table
— bacs, pochettes et mousse
— bracelets conducteurs
— ioniseurs

BRANCHEZ VOUS !!!

Vente par correspondance - Consulter notre catalogue grand public sur serveur Minitel au : 16(1) 43 02 83 67

Selectronic

BP 513 59022 LILLE - Tél : 20.52.98.52

Nouveautés 90

UNILAB

ALIM DE LABO
+ 5 ALIMS FIXES
+ GÉNÉ BF
+ VOLTMÈTRE NUM.

EXCLUSIVITÉ SELECTRONIC

MINI LABO INTEGRE ECONOMIQUE

Ce petit appareil rendra les plus grands services de par sa polyvalence à tous les amateurs, dépanneurs, étudiants, etc. Il intègre : - une alimentation régulée variable de 0 à 30 V/1,5 A. - 5 sources de tension fixe : + 5 V/3 A, +12 V/1,5 A, +15V/1,5 A, -12V/1,5 A, -15V/1,5 A. - 1 générateur de signaux carrés à 11 fréquences fixes - Sortie : Niveau TTL ajustable programmable. Le tout présenté dans un coffret ESM EC 24/08 avec face avant percée et sérigraphiée. Le kit complet :
121.9003 . . . . 950,00 F
seulement

FREQUENCEMETRE MINIATURE DE TABLEAU 20 MHZ A CHANGEMENT DE GAMME AUTOMATIQUE

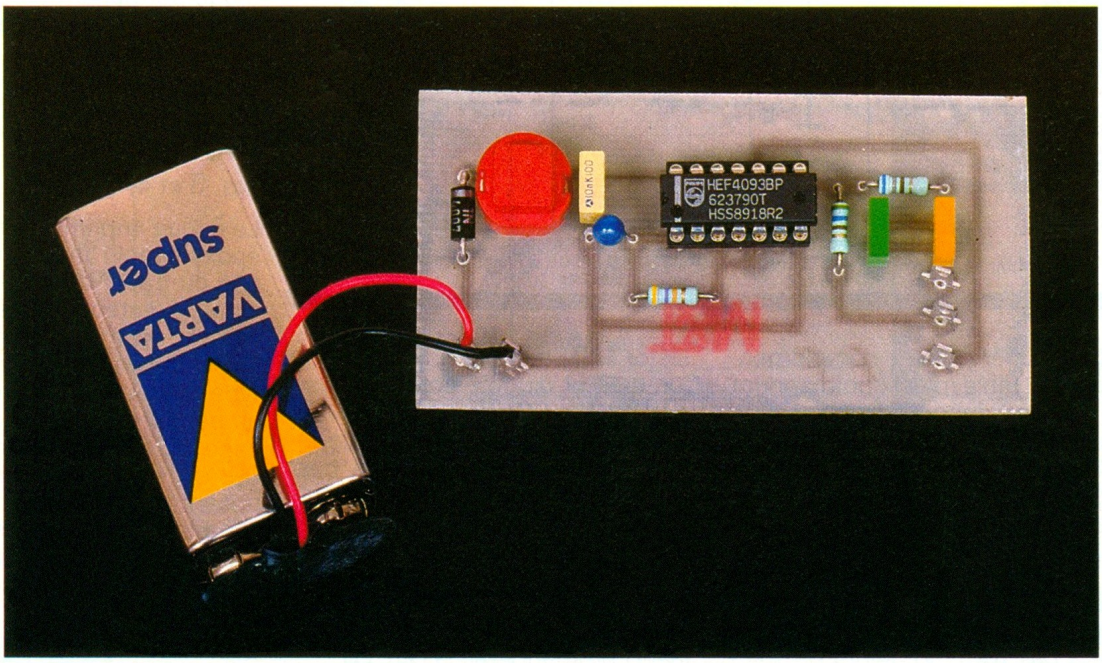
Une exclusivité SELECTRONIC (Décrit dans EP n°121)
Mini-fréquencemètre en kit, de hautes performances prévu pour s'intégrer facilement dans un appareil existant ou dans un boîtier de petites dimensions.
- Entrée : signaux logiques - 5 gammes 2 kHZ, 20 kHZ, 2 MHz, 20 MHz
- changement de gammes automatique - base de temps pilotée par quartz
- 3 1/2 digits hauteur 13mm - indication : kHZ et MHz - encombrement : 97 x 38 x 40 - alimentation à prévoir : 5 V/170 mA
Le kit complet avec enjoliveur pour face avant, circuits imprimés à trous métallisés, etc... (sans tôlerie). . . . . 121.8230. . . . . 450,00 F

BAROMETRE ANALOGIQUE

Ce kit est un module électronique de précision qui donne la pression atmosphérique sur un galvanomètre. Fourni avec échelle illustrée. Alimentation : Pile 9 V
Le kit complet :
121.9260 . . . . 399,00 F

UN TESTEUR DE TRANSISTORS NPN-PNP

Ce montage de faible coût permet de vérifier rapidement le fonctionnement de transistors à jonctions et par extension de diodes PN.



N'utilisant ni galvanomètre ni affichage digital, il indique instantanément le type et l'état du semi-conducteur testé.

CARACTERISTIQUES TECHNIQUES

- Alimentation par pile de 9 V.
- Protections contre les inversions de la tension d'alimentation.
- Commande du test par poussoir.
- Tests de transistors NPN, PNP ou de diodes PN.
- Repérage automatique du type de transistors par DEL.

PRINCIPE DU TEST

Le semi-conducteur « questionné » va travailler en régime saturé-bloqué (**fig. 1**).

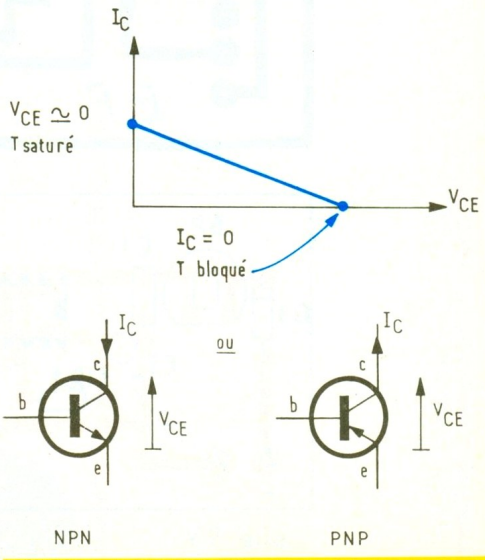
- On saturera un transistor en lui injectant un courant de base suffisamment important pour que l'espace collecteur-émetteur (C-E) présente à ses bornes une faible tension, de l'ordre de quelques dixièmes de volts. Celui-ci devient alors équivalent à un interrupteur fermé.

- On bloquera un transistor en annulant son courant de base. Cela peut être réalisé soit en portant sa base à la masse ou en la laissant « en l'air » (mieux vaut éviter), soit en appliquant une légère tension négative. Dans cette situation, le courant collecteur devient nul et l'on retrouve alors toute la tension aux bornes de l'espace collecteur-émetteur. Celui-ci devient ainsi équivalent à un interrupteur ouvert.

FONCTIONNEMENT

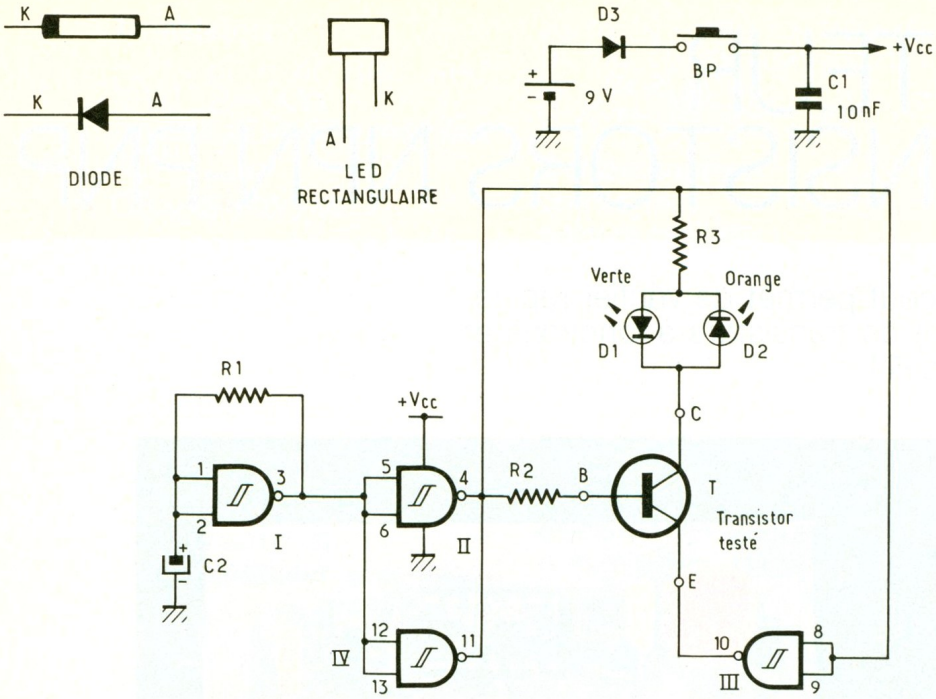
(fig. 2)

- Ce module n'utilise qu'un seul et unique circuit intégré CMOS d'un prix inférieur à cinq francs. Ce CI, un 4093, comporte quatre portes NAND Trigger. La porte I forme avec R_1 et C_2 un oscillateur fournissant des signaux carrés dont le rapport cyclique avoisine 0,5. Les portes II



1 *Caractéristique Ic = f (Vce) d'un transistor/repérage de paramètres sur des transistors NPN et PNP.*

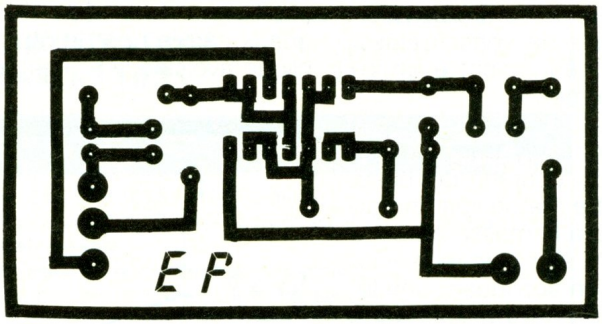
2 *Le schéma électronique du montage basé autour d'un CMOS 4093 reste extrêmement simple / brochages des composants utilisés.*

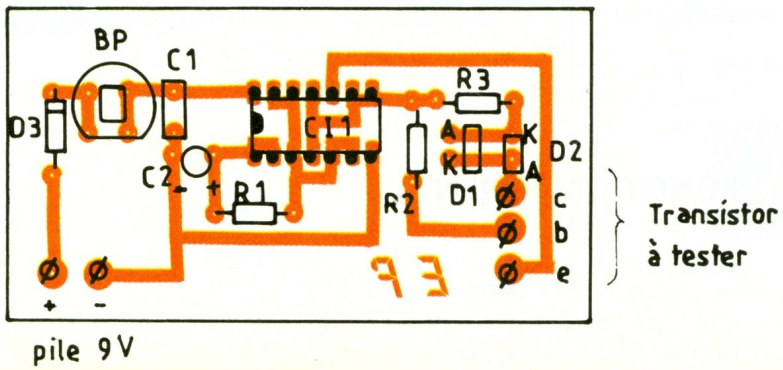


et IV bufférisent et complémentent l'astable puis commandent R_2, la résistance de polarisation du transistor testé. Ce signal est à nouveau complémenté par l'opérateur III, monté en inverseur.

• Ainsi, si le niveau logique en sortie de II devient haut (⇔ + 9 V), le niveau à la sortie de III sera bas (⇔ 0 V). Alors un transistor NPN testé conduirait et allumerait la diode électroluminescente D_1. Cependant, il se bloquerait lorsque la sortie de la porte II fournirait un niveau bas (jonction base-émetteur polarisée en inverse).

• Un transistor PNP conduirait ou se bloquerait dans les situations inverses. A noter que celui-ci commanderait la DEL D_2.





3-4 *Circuit imprimé et implantation du module : les liaisons entre le montage et le transistor testé pourront s'effectuer à l'aide de mini-pinces crocodile.*

• La diode D_3, pour terminer, protège le montage contre les inversions de tension de la pile.

• Il devient possible de tester une diode P.N. au germanium ou au silicium en l'insérant entre collecteur et émetteur. Selon le sens retenu, ce sera l'une ou l'autre des diodes qui clignotera. Tout comme pour un transistor testé, une absence de clignotement indique une destruction avec une ouverture entre les points C et E tandis qu'un allumage permanent correspondra à un court-circuit entre les deux mêmes points.

REALISATION PRATIQUE

(fig. 3 et 4)

Le circuit imprimé se réalisera en époxy simple face. Vu la simplicité du tracé, on pourra le reproduire directement sur le cuivre précédemment dégraissé, à l'aide de bandes et de pastilles type Mécanorma. Après passage au perchlorure de fer tiède et rinçage à l'eau claire, on percera à 0,8 ou 1,2 mm suivant les composants.
L'implantation de l'ensemble des éléments ne posera aucun problème si l'on prend soin de respecter leur sens d'insertion dû aux polarités.
Ce petit montage fort peu coûteux, rapide à assembler, rendra de grands services en testant rapidement vos transistors.■

NOMENCLATURE

R_1 : 47 kΩ (jaune, violet, orange)
R_2 : 560 Ω (vert, bleu, marron)
R_3 : 680 Ω (bleu, gris, marron)

C_1 : 10 nF milfeuil
C_2 : 6,8 µF, 16 V mini, tantale

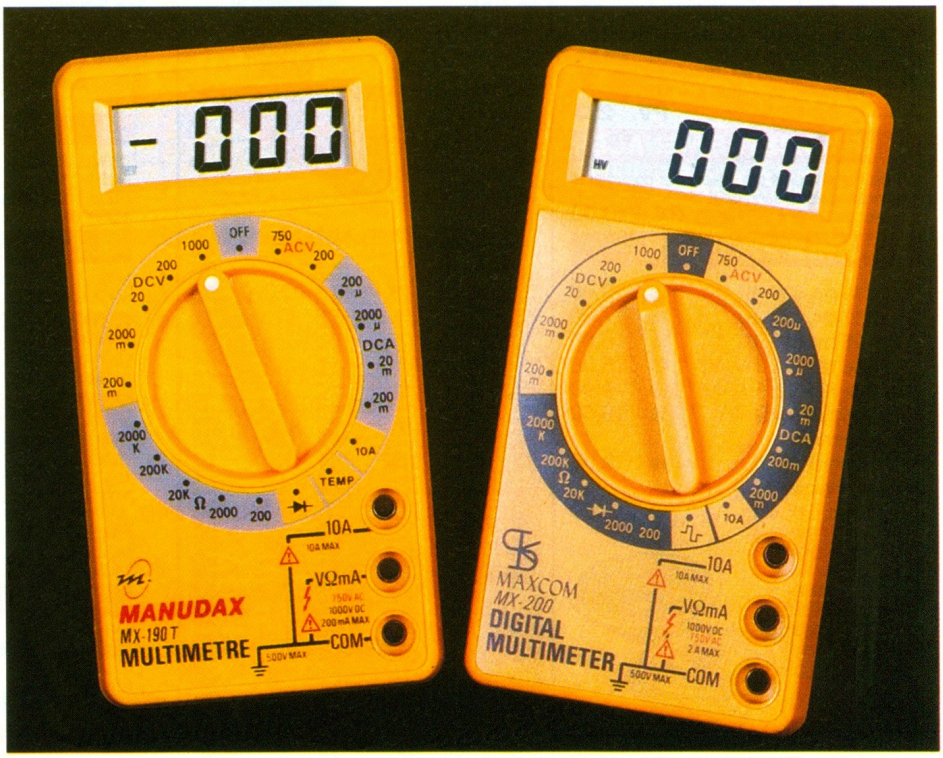
CI_1 : 4093, CMOS 4 portes NAND, trigger
D_1 : diode électroluminescente verte
D_2 : diode électroluminescente orange
D_3 : 1N4001, 1N4004 ou 1N4007, diode de redressement

Un support de C.I. 14 broches
BP : poussoir Isostat pour circuit imprimé
Un coupleur de pile 9 V (fil rouge = +)
Epoxy, cosses...

LES MX 190T ET MX 200 DE MANUDAX

D'un maniement relativement simple, ces multimètres constituent des appareils de poche disposant des fonctions de base habituelles. Ils permettront de réaliser des tests et des manipulations élémentaires, mais suffisantes à tout amateur électronicien qui débute.

En effet, certaines fonctions, présentes sur bon nombre d'appareils de moyenne gamme du marché, restent inutiles pour le débutant. Ainsi, rares sont les occasions de réaliser des mesures de valeurs moyennes, efficaces, de relever les amplitudes crête à crête, les maximums et autres pour celui qui s'initie à l'électronique. Un appareil relativement plus simple de conception lui suffirait alors amplement et lui éviterait, de plus, de commettre des erreurs de manipulation.



PRESENTATION DES APPAREILS

Les MX 190T et MX 200, multimètres digitaux, réunissent l'ensemble des fonctions de base habituelles : voltmètre ~ et =, ampéremètre = (pas de calibre en ~), ohmmètre et test diode. Le MX 190T est équipé d'un thermomètre à sonde type K (NiCr–NiAl), tandis que le MX 200 diffère par un générateur de signaux carrés.

L'AFFICHAGE DES MESURES

Du type 3 1/2 digits (2 000 points) il s'effectue à l'aide de chiffres de 12,7 mm de hauteur. L'utilisation de cristaux liquides (Liquid Cristal Display) offre une réduction importante de la consommation car l'apparition de segments dans ce type d'affichage se produit en appliquant uniquement un champ électrique.

SELECTION DES CALIBRES ET DES FONCTIONS

Un simple rotacteur situé au centre des appareils effectue la sélection ainsi que la mise hors service (arrêt). L'utilisateur connectera ses cordons entre les bornes « V-Ω-mA » et « COM » pour l'ensemble des mesures réalisées, excepté pour les mesures d'intensités ne dépassant pas 10 A où l'on utilisera la borne repérée « 10 A » (ainsi que « COM »).
Nous préférons de loin ce type d'architecture à des systèmes comportant de multiples touches et bornes, souvent sources de complication, voire d'erreurs fatales !

INDICATEUR DE TENSION ELEVEE

Lorsque l'utilisateur travaille sur un calibre de tension élevée (750 V ou 1000 V), le sigle H.V (high voltage) apparaît sur l'affichage, rappelant le danger potentiellement existant lors des manipulations. N'oublions pas qu'une tension supérieure à 24 V alternatifs peut être dangereuse pour le corp humain !

L'INJECTEUR DE SIGNAUX (MX 200 UNIQUEMENT) :

L'appareil fournit un signal de test, de fréquence 50 Hz, atteignant 5 V crête à crête en amplitude lorsqu'une charge de 30 KΩ est connectée. Ce dernier, injecté à l'entrée d'un montage, permettra de tester les divers étages et d'en réaliser le dépannage éventuel.

CARACTERISTIQUES GENERALES

Affichage : 3 1/2 digits, à cristaux liquides, hauteur des chiffres de 12,7 mm, avec indication automatique de polarité.

Indication de dépassement de calibre : « 1 » clignotant.

Tension maximale applicable en mode commun : 500 V en crête.

Température d'utilisation :
0 à 50 degrés Celsius ;
– avec moins de 80 % d'humidité relative juqu'à 35 degrés Celsius ;
– avec moins de 70 % d'humidité relative de 35 à 50 degrés Celsius.

Température de stockage :
de – 15 à + 50 degrés Celsius.

Pile : 9 V alcaline ou Zinc-charbon.

Précision : garantie un an de 18 à 28 degrés Celsius.

Durée de vie de la pile :
– zinc-charbon → 100 heures ;
– alcaline → 200 heures.

Dimensions et poids :
– L 126 × l 170 × h 24 mm ;
– poids : 170 g.

CARACTERISTIQUES ELECTRIQUES

● **Tension continue**

Calibre	Résolution
200 mV	100 µV
2 V	1 mV
20 V	10 mV
200 V	100 mV
1 000 V	1 V

– Tension maximale applicable : 1 000 V ou en crête alternative.

– Taux de réjection en mode normal : > 46 dB à 50 Hz–60 Hz.

● **Température (MX 190T uniquement)** :

Calibre	Résolution
– 20 °C à + 1 370 °C	1 °C

● **Courant continu**

Calibre	Résolution	Chute de tension max.
200 µA	100 nA	0,25 V
2 mA	1 µA	
20 mA	10 µA	
* 200 mA	100 µA	
10 A	10 mA	0,50 V

* Le MX 200 dispose également d'un calibre 2 A fournissant une résolution de 1 mA.

● **Tension alternative**

Calibre	Résolution	Gamme de fréquence
200 V	100 mV	45 Hz-450 Hz
750 V	1 V	

– Protection : fusible 2 A/250 V sur l'entrée « mA ».

– Tension maximale applicable : 750 V efficaces.

– Réponse en fréquence : valeur moyenne, calibrée sur un signal sinusoïdal.

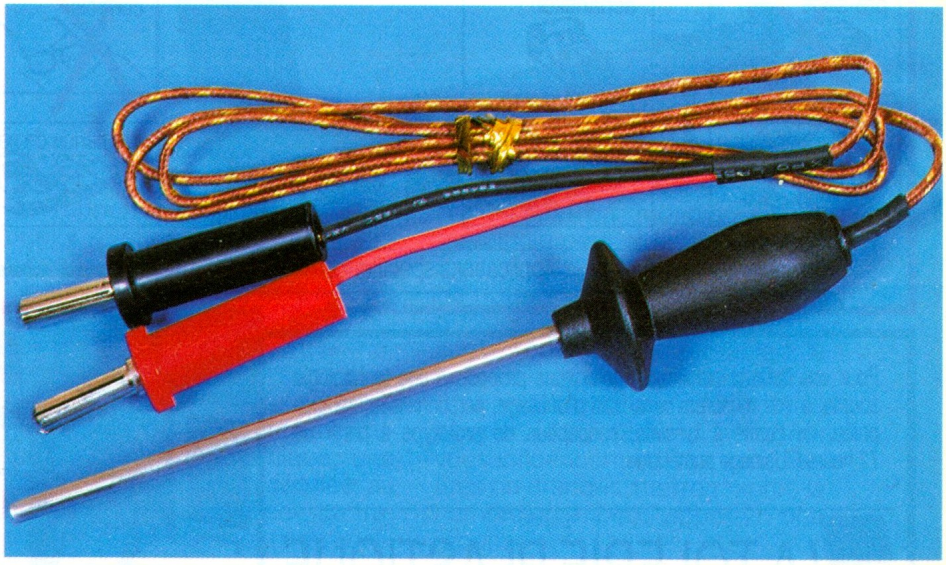
● **Test-diode**
Mesure de la résistance directe d'une jonction de semi-conducteur en kilo-ohms sous un courant de 1,5 mA max.

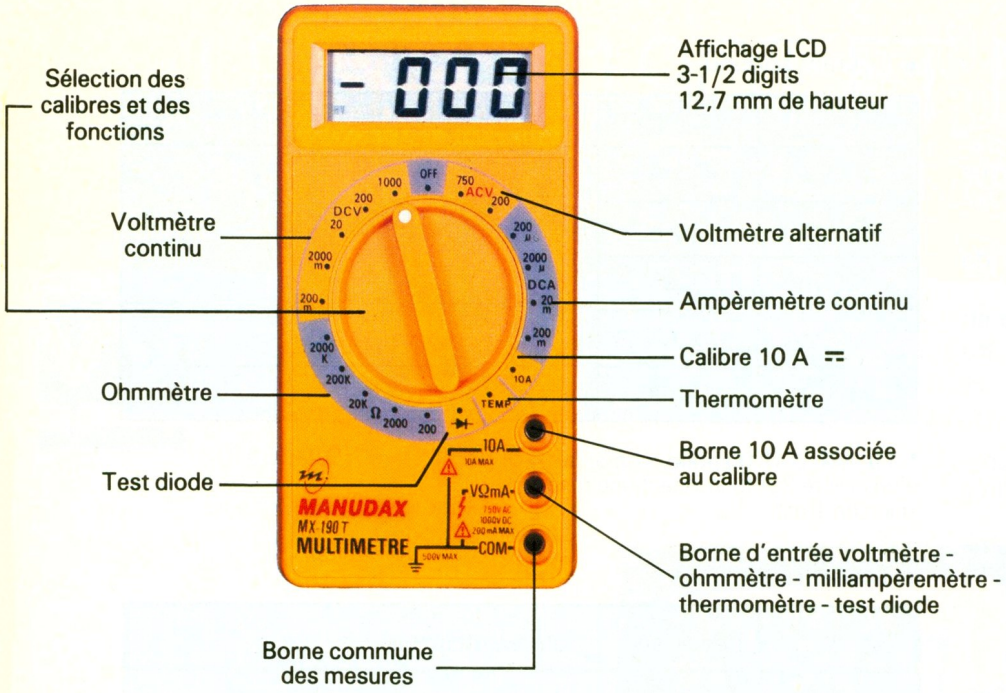
● **Résistance**

Calibre	Résolution
200 Ω	100 mΩ
2 kΩ	1 Ω
20 kΩ	10 Ω
200 kΩ	100 Ω
2 MΩ	1 kΩ

– Tension maximale en circuit ouvert : 2,8 V.

Photo 2. – La sonde de température type K : les bornes rouge et noire se connecteront respectivement aux entrées V-Ω-mA et COM.





PRECISION DES MESURES

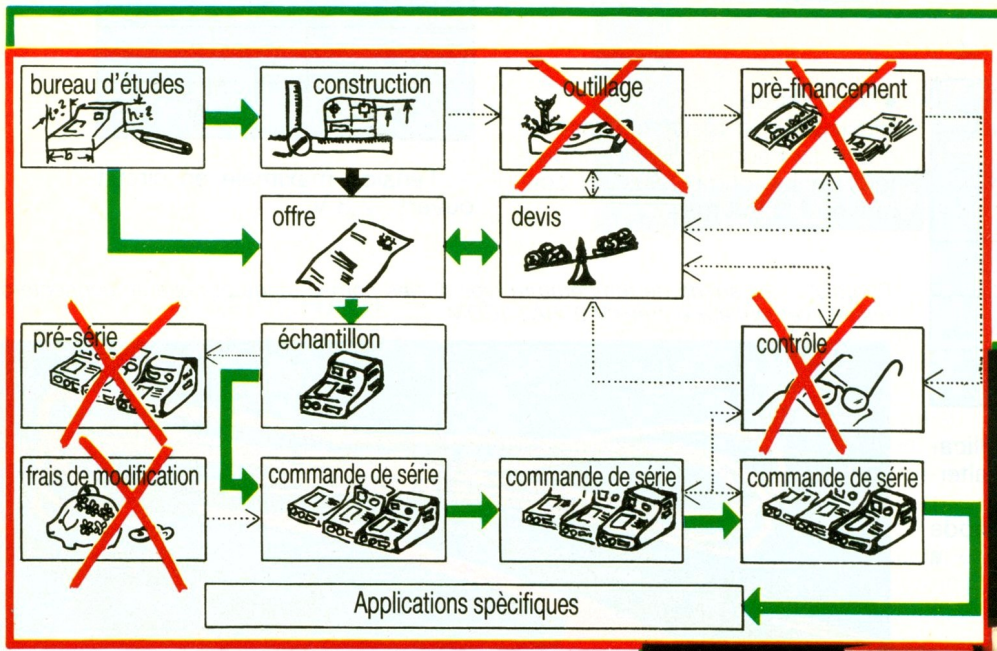
- **Voltmètre continu :**
± 0,25 % de la lecture ± 2 digits sur la position 200 mV ;
± 0,5 % de la lecture ± 2 digits sur les calibres allant de 2 V à 1 000 V.

- **Ampèremètre continu**
± 1 % de la lecture ± 2 digits sur les calibres allant de 200 µA à 20 mA,
± 1,2 % de la lecture ± 2 digits sur la position 200 mA,
± 2 % de la lecture ± 2 digits sur le calibre 10 A.

- **Voltmètre alternatif**
± 1,2 % de la lecture ± 10 digits sur les calibres 200 V et 750 V.
- **Ohmmètre**
± 0,8 % de la lecture ± 2 digits sur les calibres allant de 200 Ω à 200 kΩ,
± 1 % de la lecture ± 2 digits sur le calibre 2 MΩ.
- **Thermomètre**
± (3 degrés + 2 digits) jusqu'à une température de 150 °C,
± 3 % de la lecture au-delà de 150 °C.

CONCLUSION

Equipés de 5 fonctions et de 19 calibres, ces deux multimètres de poche devraient intéresser les amateurs électroniciens désireux de ne pas trop investir dans du matériel de mesure. Idéaux pour des mesures de base, on leur reprochera de ne pas disposer de la fonction Ampéremètre en courant alternatif, tout en leur accordant une précision relativement correcte sur l'ensemble des gammes.
Le MX 190T et le MX 200 sont distribués dans tout le réseau de revendeurs Manudax. ■



COFFRETS PLASTIQUES

Pour vos coffrets plastiques, nous vous proposons une technologie souple, à vos mesures, sans frais d'outillage, personnalisée, sérigraphiée, de l'unité à la série, conception de prototype à partir de 72 heures. Usinage numérique.

LA TOLERIE PLASTIQUE
Z.I. Route d'Etretat 76930 OCTEVILLE
Tél. 35 44 92 92 - Fax 35.44.95.99

UNE CALCULATRICE NUMEROLOGIQUE

Il n'est guère de domaine où l'électronique ne peut apporter sa contribution. Dans le présent article nous évoquons celui de la numérologie, qui se propose de nous révéler l'avenir par les chiffres tout en nous permettant de scruter en profondeur notre personnalité. La calculatrice que nous décrivons permet d'effectuer les calculs relativement particuliers imposés par cette « science ».

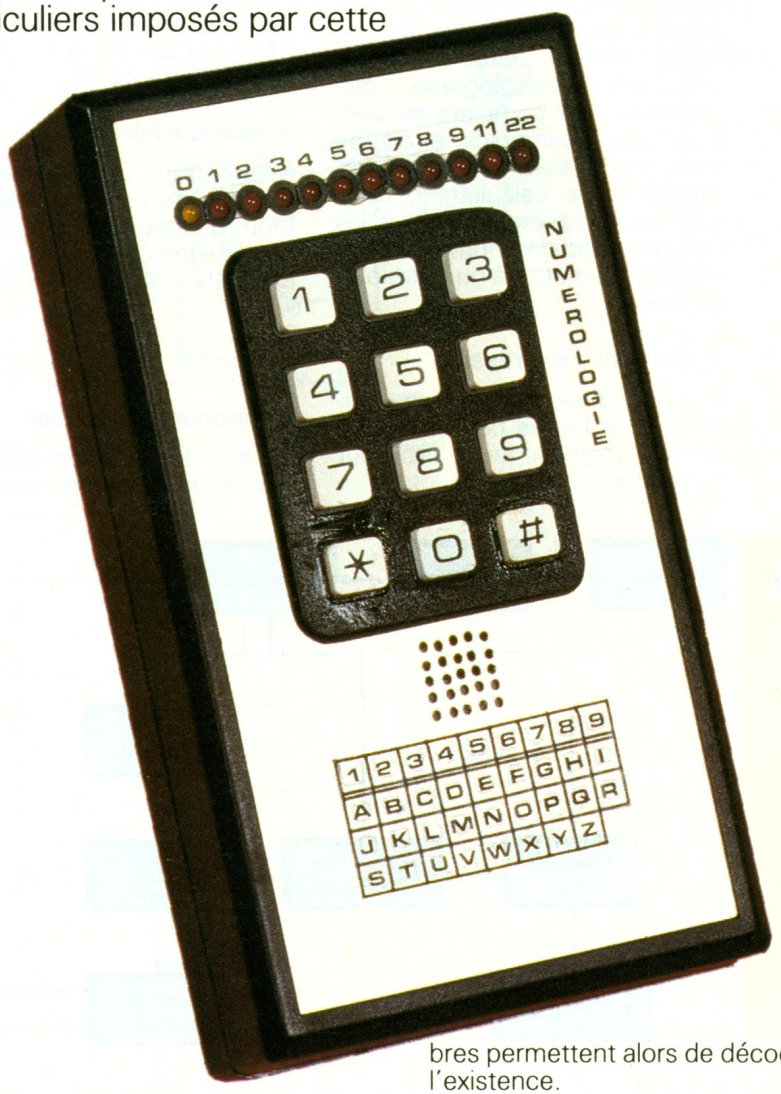
I – LES PRINCIPES

a) Les origines de la numérologie et sa définition

La numérologie remonte à la nuit des temps où elle constituait une espèce de parcours initiatique. Elle revient en force en cette fin du XX^{e} siècle, qui se trouve être, plus que jamais, préoccupé de son avenir. Ne dit-on pas que les derniers présidents américains ont régulièrement fait appel à cette science pour prendre certaines décisions ?...

La numérologie est donc la science des nombres vus sous l'angle symbolique. Ces nombres représentent une pulsion de vie, une vibration où aucune place n'est laissée au hasard et où tout répond à des lois cycliques et universelles. Ces « mathématiques sacrées » ont déjà eu Pythagore comme père. Ce dernier, philosophe grec davantage connu par son célèbre théorème de l'hypoténuse du triangle rectangle, a transmis le message essentiel : « Tout est arrangé d'après le nombre ». Il a trouvé le fameux nombre d'or après avoir été initié à la numérologie par des prêtres égyptiens. Il développe, pour chacun des nombres, son principe, sa loi et sa force active dans l'univers et dans l'homme. Ainsi le nombre 7 signifie l'union de l'homme et de la divinité ; un nombre ô combien symbolique dans la Bible où les Ecritures sont autant de documents chiffrés et « où le verbe est le nombre ».

Les Hébreux ont transmis cette algèbre de la foi par la Kabbale qui est un alphabet comportant 22 lettres-nombres.



Par rapport à l'astrologie qui est une « science » tout aussi ancienne, la numérologie donne à l'irrationnel la netteté et la rigueur des nombres. Elle fait aujourd'hui son entrée dans le monde moderne. Ses principes sont simples : notre nom, notre prénom, notre date de naissance constituent un bagage cosmique, une identité qui nous est donnée au départ pour nous réaliser. La traduction de ces éléments en nombres permettent alors de décoder l'existence.

A l'échelon du quotidien, la numérologie peut aider à comprendre les événements marquants de notre vie. Elle peut permettre d'éviter un problème en le devançant. Tout est interprétable : le nom de votre ville, nos numéros d'immatriculation et de téléphone ; et tous ces nombres vous influencent à votre insu. Petites ou grandes interrogations, la numérologie peut apporter une réponse.

1 *Tableau numérologique de correspondance entre les chiffres et les lettres.*

1	2	3	4	5	6	7	8	9
A	B	C	D	E	F	G	H	I
J	K	L	M	N	O	P	Q	R
S	T	U	V	W	X	Y	Z	

b) Le calcul numérologique

Le principe de base est très simple : à chaque lettre de l'alphabet correspond un nombre de 1 à 9. Le tableau de la **figure 1** établit la correspondance qui existe entre les lettres et les nombres.
Nous n'avons pas l'intention de rentrer dans le détail de l'interprétation numérologique ; des ouvrages très complets existent pour cela. Néanmoins, et afin de comprendre comment doit fonctionner notre calculatrice, nous passons rapidement en revue les huit principaux nombres à déterminer pour mettre à nu notre personnalité.

1. Nombre d'expression

C'est l'addition des chiffres composant les lettres du nom et du prénom (nom de jeune fille pour les femmes mariées)

Exemple : Philippe MARTIN
= (7 + 8 + 9 + 3 + 9 + 7 + 7 + 5)
+ (4 + 1 + 9 + 2 + 9 + 5)
= 55 + 30 = 85
⇒ 85 ⇒ 8 + 5 = 13
13 ⇒ 1 + 3 = 4
Nombre d'expression : 4

2. Nombre intime

Il s'agit de l'addition des nombres correspondant aux voyelles du nom. Dans l'exemple traité : 1 + 9 = 10
⇒ Nombre intime : 1

3. Nombre de réalisation

Il correspond aux consonnes du nom :
Dans le cas présent :
4 + 9 + 2 + 5 = 20
⇒ Nombre de réalisation : 2

4. Nombre actif

Il correspond aux lettres du prénom officiel
Philippe ⇒ 7 + 8 + 9 + 3 + 9 + 7 + 7 + 5 = 55
55 ⇒ 5 + 5 = 10 ⇒ 1
⇒ Nombre actif : 1

5. Nombre héréditaire

Même calcul que ci-dessus mais avec les lettres du nom de famille (nom de jeune fille pour les femmes mariées)
MARTIN ⇒ 4 + 1 + 9 + 2 + 9 + 5 = 30
30 ⇒ 3
⇒ Nombre héréditaire : 3

6. Parcours existentiel

Il s'agit de l'addition du jour, du mois et de l'année de naissance.

Exemple : 14 mai 1955 ⇒ 14 + 05 + 1955 = 1974
1974 ⇒ 1 + 9 + 7 + 4 = 21 ⇒ 3
Parcours existentiel : 3

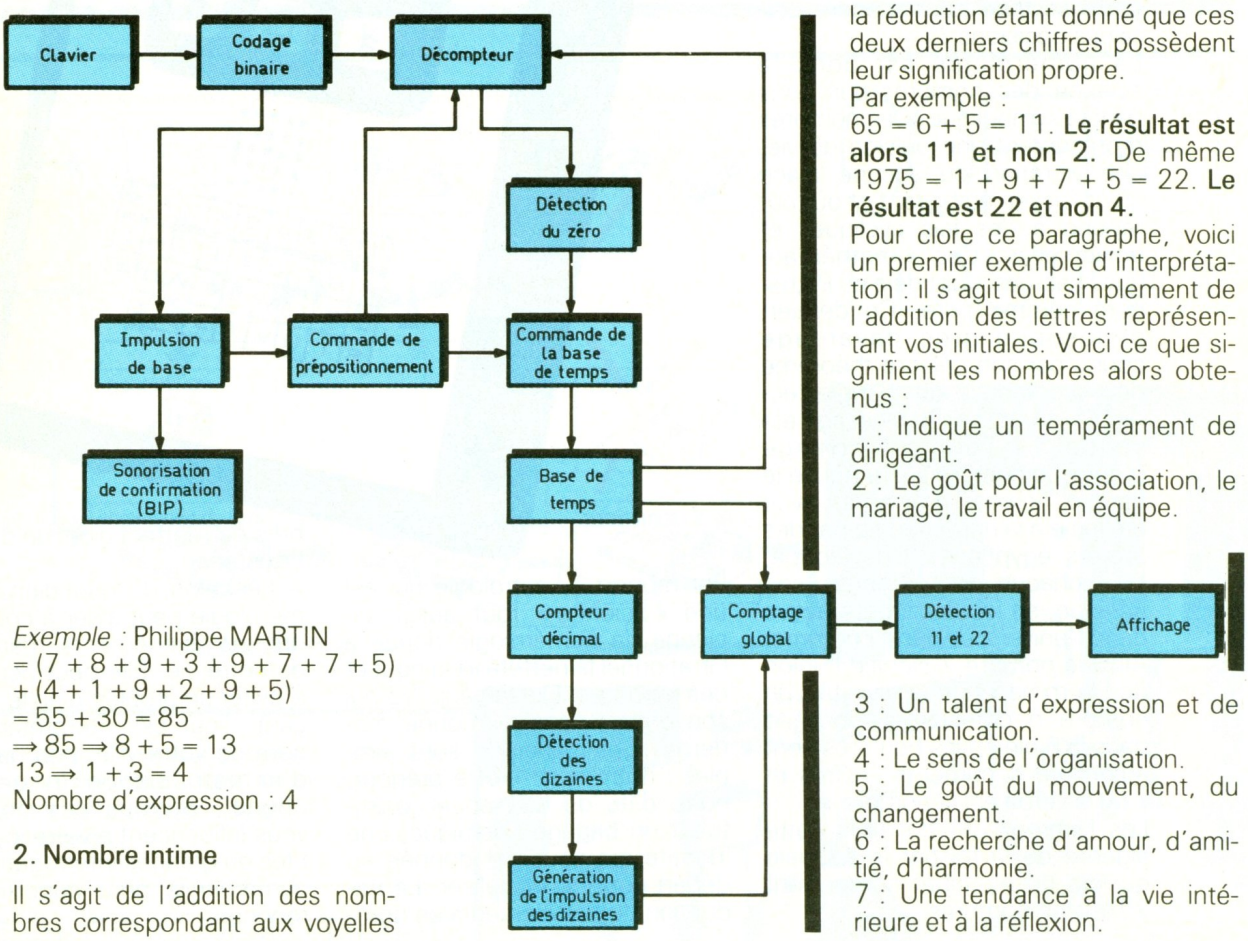
7. Jour de naissance

Dans l'exemple traité :
14 ⇒ 4 + 1 = 5
⇒ Jour de naissance : 5

8. Nombre personnel

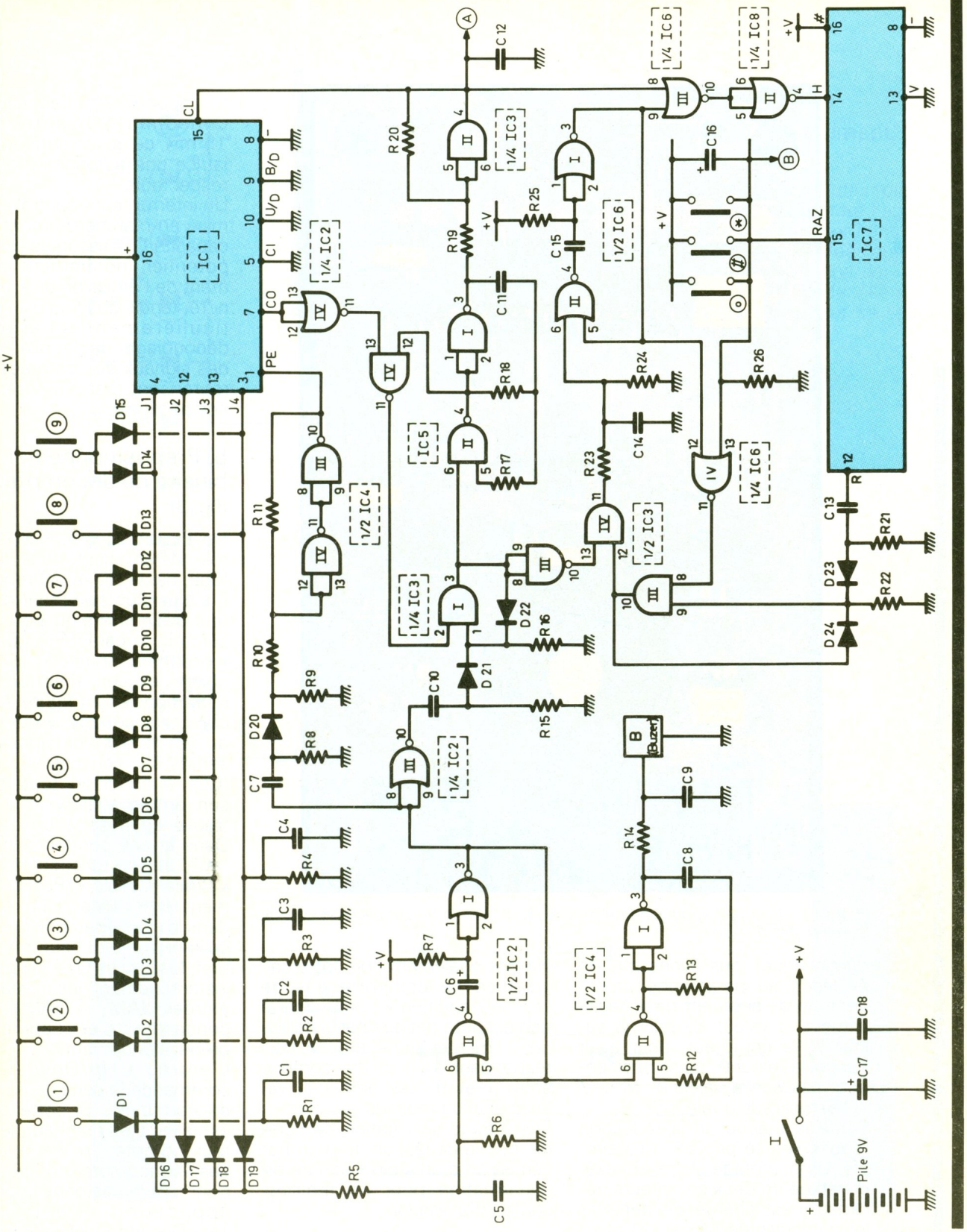
C'est l'addition du nombre actif, du nombre héréditaire et du parcours existentiel. Dans le cas présent :
1 + 3 + 3 = 7
⇒ Nombre personnel : 7
Des ouvrages plus élaborés traitent bien d'autres caractéristiques à transformer en nombres. Le principe de la réduction est toujours le même. A la fin de l'addition on fait la somme des unités, des dizaines et, le cas échéant, des centaines, du total obtenu. Si le résultat est un nombre supérieur à 9, on poursuit cette règle et ainsi de suite. Le résultat obtenu sera donc un nombre de 1 à 9.
Mais il y a une exception à cette règle. En effet, si le résultat de ces additions donne à un moment donné 11 ou 22, on arrête la réduction étant donné que ces deux derniers chiffres possèdent leur signification propre.
Par exemple :
65 = 6 + 5 = 11. **Le résultat est alors 11 et non 2.** De même 1975 = 1 + 9 + 7 + 5 = 22. **Le résultat est 22 et non 4.**
Pour clore ce paragraphe, voici un premier exemple d'interprétation : il s'agit tout simplement de l'addition des lettres représentant vos initiales. Voici ce que signifient les nombres alors obtenus :
1 : Indique un tempérament de dirigeant.
2 : Le goût pour l'association, le mariage, le travail en équipe.
3 : Un talent d'expression et de communication.
4 : Le sens de l'organisation.
5 : Le goût du mouvement, du changement.
6 : La recherche d'amour, d'amitié, d'harmonie.
7 : Une tendance à la vie intérieure et à la réflexion.

2 *Synoptique de fonctionnement de la calculatrice.*



3

Schéma électronique : on retrouve dans cette première partie les fonctions de prépositionnement, de décomptage et d'avance du compteur afficheur.



8 : Des qualités pour l'accomplissement matériel, notamment financier.
9 : Le sens de l'idéal.
11 : Une inspiration créative liée au plaisir de maîtriser.
22 : La possibilité de constructions ambitieuses.
Ainsi notre ami fictif Philippe MARTIN (PM ⇒ 7 + 4 = 11) est animé d'une inspiration créative qui lui assurera un succès certain...

c) Le principe de fonctionnement de la calculatrice

Le synoptique de la **figure 2** illustre le principe de fonctionnement de la calculatrice. Par le biais d'un clavier digital comportant 12 touches, ou « entre » les chiffres de 1 à 9. Ces derniers sont codés en binaire et assurent dans chaque cas le « prépositionnement » d'un compteur-décompteur, qui prend aussitôt son départ pour s'arrêter lorsqu'il atteint la valeur 0. Grâce à cette disposition, on recueille un nombre d'impulsions correspondant à la touche sollicitée. Ces impulsions sont à l'origine de l'avance d'un compteur décimal avec cependant une particularité. En effet, lors de chaque dépassement de la valeur 9, il se produit une incrémentation supplémentaire, pour tenir compte du principe de la ré-

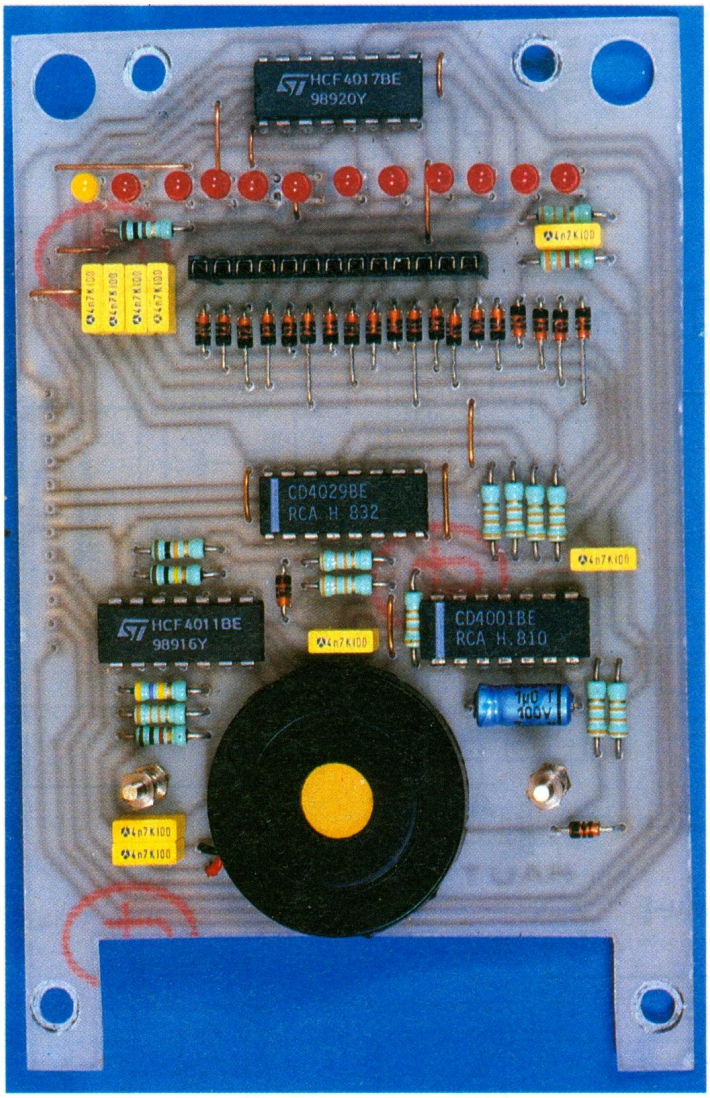


Photo 2. – Lors de l'appui sur une touche du clavier, le buzzer piézo-électrique fournit un bip de rappel.

duction que nous avons mis en évidence au paragraphe précédent. Ainsi, si on entre successivement la valeur 8, puis la valeur 7, le compteur, pour avoir franchi la valeur 9, ne se positionnera pas sur la valeur 5 (8 + 7 = 15) mais sur la valeur 6.

Toute la théorie de la réduction repose sur ce principe très simple. Un comptage global annexe, constitué de deux compteurs décimaux, est chargé de détecter les particularités liées au 11 et au 22 et de prendre des mesures qui s'imposent au niveau de l'affichage. Ce dernier est simplement réalisé sous la forme de LED : 12 en tout.

Les touches marquées 0, ✱ et # assurent la remise à zéro de la calculatrice, ce qui se traduit par la LED « zéro » de couleur différente. Ajoutons que la mise en route de la calculatrice a pour conséquence systématique la remise à zéro automatique.

Notons également que notre calculatrice ne comporte pas de touche « addition » ; cette opération est automatique par la sollicitation même d'une touche correspondant à un chiffre compris entre 1 et 9, ces dernières valeurs étant comprises.

Enfin, toute sollicitation de l'une de ces touches se traduit par l'émission d'un « bip » sonore de confirmation pour un meilleur confort d'utilisation.

II – LE FONCTIONNEMENT ELECTRONIQUE

a) Alimentation (fig. 3)

La calculatrice devant être parfaitement autonome, il va de soi que la source d'énergie mis en œuvre est une pile. Le débit est relativement modeste étant donné qu'à tout moment on ne peut avoir qu'une seule LED en fonctionnement. Il en résulte une consommation inférieure à 15 mA, ce qui confère à la calculatrice une autonomie tout à fait respectable.

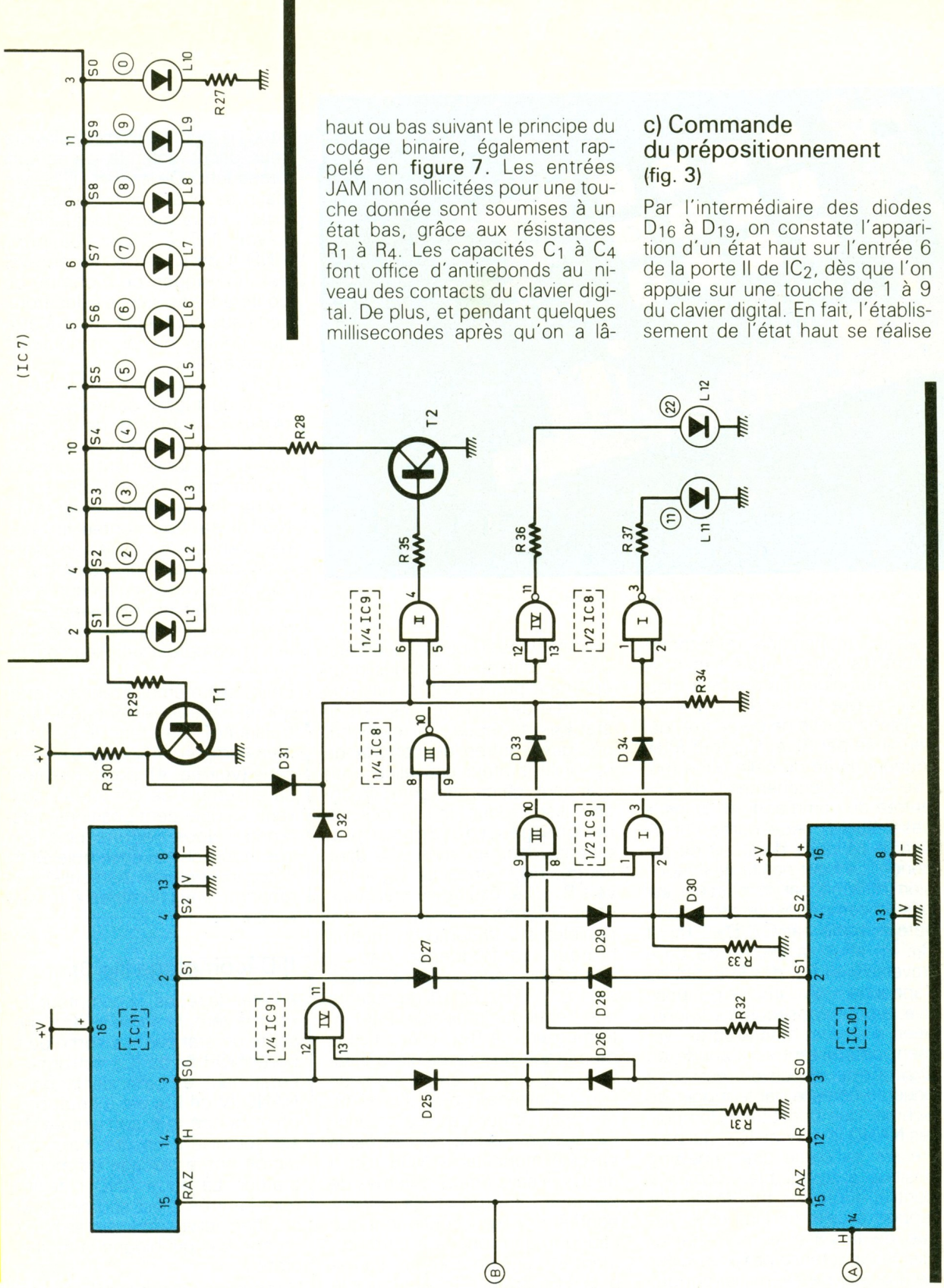
Un interrupteur I contrôle donc la mise en marche du montage. La capacité C_{17} assure le lissage du potentiel, notamment au moment de l'émission du « bip » sonore, tandis que C_{18} est plus particulièrement chargée du découplage de la pile vis-à-vis des signaux de comptage se caractérisant par une fréquence non négligeable.

b) Prépositionnement binaire du décompteur (fig. 3)

Un circuit intégré, occupant un rôle déterminant dans le montage, est le CD 4029 repéré IC_1. Il s'agit d'un compteur-décompteur BCD/binaire qui possède, de surcroît, la caractéristique d'être « prépositionnable ». Son brochage et son fonctionnement sont rappelés en **figure 7**. Un tel compteur compte ou décompte au rythme des fronts positifs présentés sur son entrée « Clock » (CL), à condition toutefois que son entrée « Carry In » (CI) se trouve soumise à un état bas. Dans le cas contraire, le comptage est neutralisé. L'entrée « Preset Enable » (PE) doit également être reliée à un état bas dans le cas général. Si on soumet celle-ci à un état haut, même très bref, les sorties Q_1 à Q_4 prennent instantanément les niveaux des entrées JAM_1 à JAM_4 correspondantes : c'est l'opération de prépositionnement.

L'entrée « Up/Down » (U/D) commande le sens de l'évolution du comptage. Si cette dernière est reliée à un état haut, le compteur compte ; reliée à un état bas, il décompte, ce qui est précisément le cas dans la présente application. L'entrée « Binary/Decade » définit le mode de comptage. Soumise à un état haut, cette entrée impose le comptage binaire (de 0 à 15). Dans le cas présent, où cette entrée est reliée à un état bas, il est fait appel au comptage BCD (binaire codé décimal, c'est-à-dire de 0 à 9).

Enfin, la sortie « CARRY OUT » (CO) présente en général un état haut. A condition que l'entrée CI se trouve soumise à un état bas, la sortie CO présente, en mode



haut ou bas suivant le principe du codage binaire, également rappelé en **figure 7**. Les entrées JAM non sollicitées pour une touche donnée sont soumises à un état bas, grâce aux résistances R_1 à R_4. Les capacités C_1 à C_4 font office d'antirebonds au niveau des contacts du clavier digital. De plus, et pendant quelques millisecondes après qu'on a lâché une touche, elles maintiennent les entrées JAM concernées à l'état haut, ce qui assure dans tous les cas une meilleure fiabilité du dispositif, lors de l'opération de « prépositionnement » qui se réalise pratiquement après un léger retard lors de l'enfoncement d'une touche, pour des raisons que nous verrons au paragraphe suivant.

c) Commande du prépositionnement (fig. 3)

Par l'intermédiaire des diodes D_{16} à D_{19}, on constate l'apparition d'un état haut sur l'entrée 6 de la porte II de IC_2, dès que l'on appuie sur une touche de 1 à 9 du clavier digital. En fait, l'établissement de l'état haut se réalise avec un très léger retard, étant donné la charge de C_5, à travers R_5. Ce retard est de l'ordre de la milliseconde. Il est intentionnel ; grâce à cette disposition, on a la certitude que les états hauts prévus sur les entrées JAM sont parfaitement établis au moment où l'opération de prépositionnement va intervenir. La durée de celle-ci est contrôlée et définie par la

décomptage, un état bas, la sortie CO présente, en mode décomptage, un état bas, dans la position particulière zéro, pour laquelle toutes les quatre sorties Q_1 à Q_4 sont simultanément à l'état bas.

Les touches repérées de 1 à 9 du clavier, par l'intermédiaire des diodes D_1 à D_9, soumettent les entrées JAM de IC_1 à des états

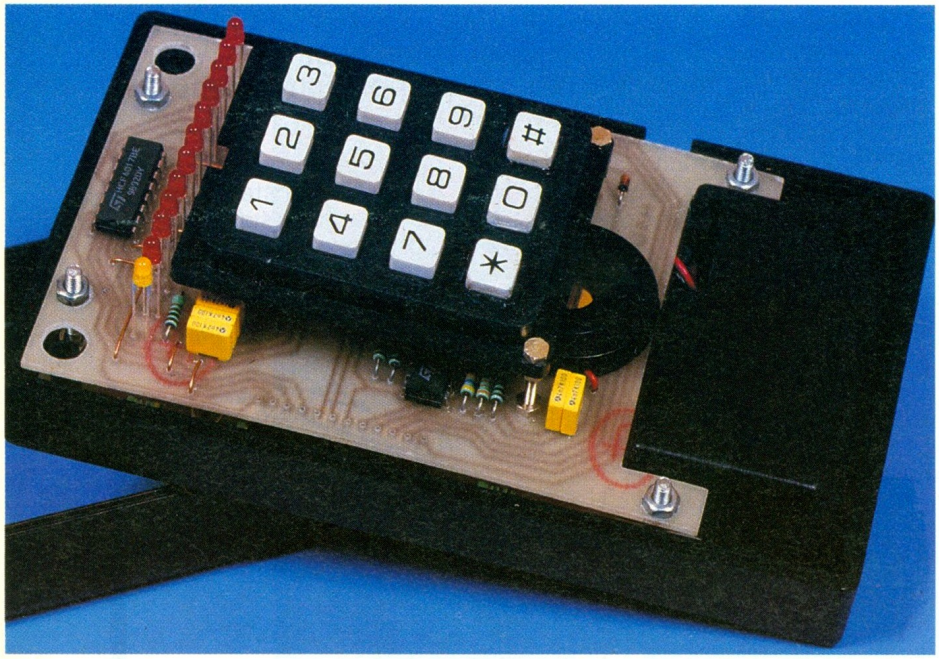


Photo 3. – Le clavier minikey utilisé pour l'entrée des données.

bascule monostable que constituent les portes NOR I et II de IC_2. Rappelons qu'une telle bascule délivre sur sa sortie une impulsion positive de durée fixe, déterminée par R_7 et C_6, tout à fait indépendante de celle qui a motivé son déclenchement, sur son entrée de commande 6. Dans le cas présent, cette durée est de l'ordre de deux dixièmes de seconde. Le front positif de l'impulsion délivrée par la bascule est pris en compte par le circuit dérivateur formé par C_7, D_{20}, R_8 et R_9. En effet, la charge de C_7 à travers R_8 et R_9, dès le début de l'apparition de l'impulsion positive, a pour conséquence l'apparition d'un état haut progressivement décroissant sur l'anode de D_{20}. Cette impulsion est alors prise en compte par le trigger de Schmitt que constituent les portes NAND III et IV de IC_4, qui délivre sur sa sortie une impulsion positive à fronts bien verticaux dont la durée est très faible par rapport à celle de l'impulsion issue de la bascule monostable. Elle se caractérise par une valeur de l'ordre de la milliseconde. C'est elle qui est acheminée sur l'entrée de prépositionnement de IC_1, et qui commande ainsi le prépositionnement de ce dernier.

d) Confirmation sonore de la sollicitation d'une touche (fig. 3)

Les portes NAND I et II de IC_4 forment un multivibrateur. Tant que l'entrée de commande 6 de la porte II reste soumise à un état bas, la sortie de celle-ci délivre un état haut permanent, tandis que la sortie de la porte I est à son état bas de repos. En revanche, dès que l'entrée de commande du multivibrateur est reliée à un état haut, ce dernier entre en action. Il se produit une succession de charges, de décharges, d'abord dans un sens puis dans l'autre, de la capacité C_8 à travers R_{13}. Le résultat se manifeste sous la forme de créneaux, disponibles sur la sortie du multivibrateur. La fréquence des signaux ainsi générés est de l'ordre de 1,5 à 2 kHz, ce qui représente une fréquence musicale. Par l'intermédiaire de R_{14}, elle active la membrane du buzzer piézo-électronique celui-ci émet alors un son relativement bref d'une durée égale à celle qui caractérise l'impulsion positive délivrée par la bascule monostable NOR I et II de IC_2, à savoir deux dixièmes de seconde, environ. Cela correspond à un « bip » confirmant que l'appui d'une touche a correctement été pris en compte. La capacité C_9 a pour effet d'adoucir le son émis et de le rendre ainsi plus agréable à l'oreille.

e) Base de temps du décomptage (fig. 3)

Les portes NAND I et II de IC_5 constituent également un multivibrateur commandé. Il dispose d'ailleurs des mêmes valeurs de composants périphériques (R_{18} et C_{11}) que ceux du multivibrateur décrit dans le paragraphe précédent. De ce fait, il délivre, dans sa phase active, des créneaux de la même fréquence, à savoir 1,5 à 2 kHz. La porte AND II de IC_3, montée en aval, est un trigger de Schmitt qui confère à ces signaux des fronts verticaux, tout à fait aptes à attaquer l'entrée de comptage du décompteur IC_1.

On peut également noter que la sortie du trigger se trouve aussi reliée à l'entrée 8 de la porte NOR III de IC_6, dont l'autre entrée est généralement soumise à un état bas. Il en résulte, sur la sortie de la porte inverseuse NOR II de IC_8, montée en aval, des créneaux tout à fait en phase avec ceux qui font décompter IC_1. Nous verrons ultérieurement que ces derniers font avancer un compteur décimal IC_7, qui est en fait le compteur-afficheur du résultat.

Enfin, ces mêmes créneaux attaquent l'entrée « Horloge » d'un troisième compteur IC_{11}, puis d'un compteur IC_{12} placé en cascade **(voir fig. 4)**, pour constituer un ensemble de comptage pouvant occuper cent positions différentes. Nous verrons plus loin que le rôle de cet ensemble est la détection des cas particuliers se rapportant aux nombres « 11 » et « 22 ».

f) Décomptage (fig. 3)

A l'état de repos, le compteur IC_1 étant à zéro, la sortie « CO » présente un état bas. La sortie de la porte NOR IV de IC_2 est donc à l'état haut et celle de la porte NAND IV de IC_5 est à l'état bas, étant donné que son entrée 12 est soumise à un état haut, caractérisant le blocage du multivibrateur. La porte AND I de IC_3 dont l'entrée 2 est soumise à un état bas délivre donc sur sa sortie un état bas qui bloque la multivibrateur.

L'impulsion positive délivrée par la bascule monostable NOR I et II de IC_2 est inversée en impulsion négative par la porte NOR III de IC_2. La fin du « bip » de confirmation se matérialise ainsi par un front positif sur la sortie de cette dernière porte NOR. Rappelons que la fin du « bip » a lieu bien après l'opération de prépositionnement, qui est d'une extrême brièveté. Le front positif du signal délivré par la porte NOR III de IC_2

5 *Tableau de rappel des exceptions occasionnées par le « 11 » et le « 22 ».*

Valeur réelle	Valeur décimale 2 chiffres	Valeur réduite	Valeur affichée
1	01	1	1
2	02	2	②
⋮	⋮	⋮	⋮
10	10	1	1
11	11	2	11
12	12	3	3
⋮	⋮	⋮	⋮
19	19	1	1
20	20	2	②
21	21	3	3
22	22	4	㉒
23	23	5	5
⋮	⋮	⋮	⋮
28	28	1	1
29	29	2	11
30	30	3	3
⋮	⋮	⋮	⋮
37	37	1	1
38	38	2	11
39	39	3	3
⋮	⋮	⋮	⋮
46	46	1	1
47	47	2	11
48	48	3	3
⋮	⋮	⋮	⋮
55	55	1	1
56	56	2	11
57	57	3	3
⋮	⋮	⋮	⋮
64	64	1	1
65	65	2	11
66	66	3	3
⋮	⋮	⋮	⋮
73	73	1	1
74	74	2	11
75	75	3	3
⋮	⋮	⋮	⋮
82	82	1	1
83	83	2	11
84	84	3	3
⋮	⋮	⋮	⋮
91	91	1	1
92	92	2	11
93	93	3	3
⋮	⋮	⋮	⋮

Valeur réelle	Valeur décimale 2 chiffres	Valeur réduite	Valeur affichée
100	00	1	1
101	01	2	②
102	02	3	3
⋮	⋮	⋮	⋮
109	09	1	1
110	10	2	②
111	11	3	3
⋮	⋮	⋮	⋮
118	18	1	1
119	19	2	11
120	20	3	3
⋮	⋮	⋮	⋮
127	27	1	1
128	28	2	11
129	29	3	3
⋮	⋮	⋮	⋮
137	37	2	11
146	46	2	11
155	55	2	11
164	64	2	11
173	73	2	11
182	82	2	11
191	91	2	11
200	00	2	②
209	09	2	11
218	18	2	11
227	27	2	11
236	36	2	11
245	45	2	11
254	54	2	11
263	63	2	11
317	17	2	11
380	80	2	11
388	88	1	1
389	89	2	②

est pris en compte par le dispositif dérivateur que forment la capacité C_{10} et les résistances R_{15}/R_{16}. L'impulsion positive extrêmement brève qui en résulte est acheminée, *via* D_{21}, sur l'entrée 1 de la porte AND I de IC_3, montée ici en porte de mémorisation. En effet, grâce à la diode de verrouillage D_{22}, il y a automaintien de l'état haut sur la sortie de la porte, même lorsque l'impulsion de commande a disparu. Cet état haut rend le multivibrateur NAND I et II de IC_5 actif. Il délivre des créneaux qui ont pour effet le décomptage de IC_1. Pendant ce décomptage, la porte de mémorisation continue de présenter un état haut activant le multivibrateur. En effet, au moment du prépositionnement, et dès que IC_1 n'occupe plus la position zéro, la sortie « CO » présente un état haut, et donc la sortie de la porte NOR IV de IC_2 passe à l'état bas, ce qui a pour conséquence le maintien d'un état haut sur l'entrée d'effacement 2 de la porte AND de mémorisation.

Le compteur poursuit donc sa course jusqu'au moment où, à l'occasion d'un ultime front positif issu du trigger AND II de IC_3, il revient à sa position zéro de repos. La sortie de la porte NOR IV de IC 2 passe alors à l'état haut ; mais comme l'entrée 12 se trouve provisoirement soumise à un état bas, la sortie de la porte NAND IV de IC_5 reste à l'état haut. En revanche, dès que le signal issu du multivibrateur amorce son front descendant, l'entrée 12 de NAND IV passe à l'état haut, et la sortie à l'état bas. La porte AND de mémorisation se trouve alors en position d'effacement : sa sortie passe à l'état bas de repos et le multivibrateur cesse de fonctionner.

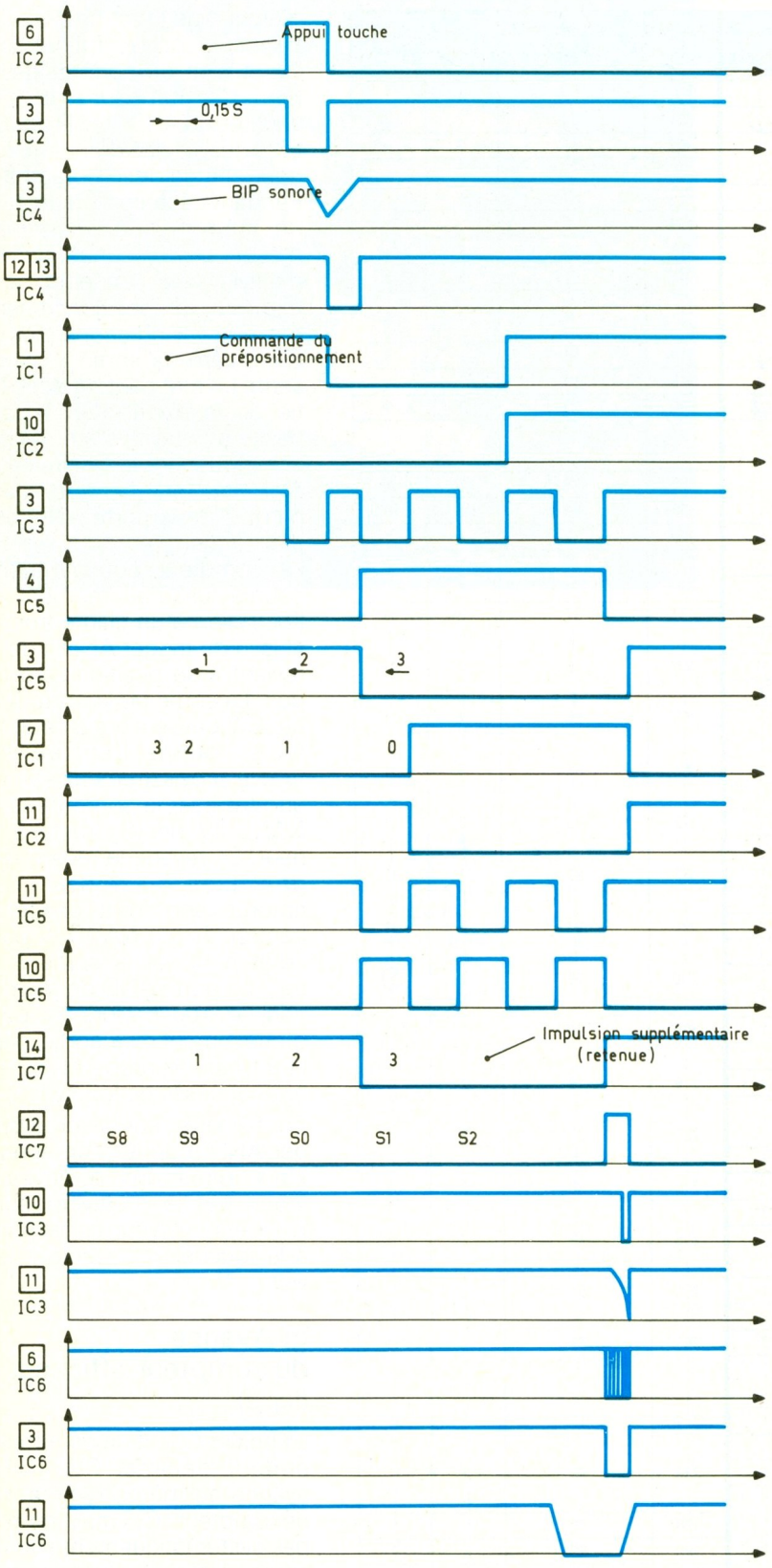
En définitive, sur la sortie du trigger AND II de IC_3, on enregistre « n » impulsions positives délivrées par le multivibrateur, où « n » est la valeur correspondant à la touche enfoncée sur le clavier.

g) Avance du compteur-afficheur (fig. 3)

Le boîtier C_7 est un compteur-décodeur décimal CD 4017. Il avance au même rythme que le décompteur IC_1, mais ne revient pas systématiquement sur sa position zéro. Ainsi, si par exemple on appuie sur la touche 7, on enregistre un état haut sur la sortie S_7. Si on enfonce ensuite la touche S, le compteur IC_7 occupe maintenant la position : 7 + 5 = 12, c'est-à-dire « 2 ». Dans ce cas, la position S aura été franchie. Ce résultat est inacceptable, d'après les explications

6

Oscillogrammes caractéristiques de fonctionnement.



données au chapitre consacré au principe... En effet, la nouvelle position devrait être dans ce cas 3 (7 + 5 = 12 ⇒ 1 + 2 = 3) pour répondre à la règle de réduction préalablement énoncée. En fait, il convient de détecter le passage de la valeur « 0 » sur IC_7 et de rajouter une impulsion sur l'entrée « Horloge ». Nous verrons au paragraphe suivant comment est réalisée cette opération.

Notons également qu'au moment de la mise sous tension du montage, il se produit la charge de C_{16} à travers R_{26}, ce qui se traduit par l'apparition d'une impulsion positive sur l'entrée de remise à zéro (RAZ) de IC_7. Cette initialisation est donc automatique. Elle peut aussi être provoquée en appuyant sur l'une des touches « 0 », « * » et « # ».

h) Incrémentation des dizaines (fig. 3)

A chaque passage de IC_7 sur la position « zéro », il se manifeste un front ascendant sur la sortie de report R (voir la table de fonctionnement d'un 4017 en **figure 7**). Ce front positif est pris en compte par le système dérivateur fourni par la capacité C_{13} et les résistances R_{21}/R_{22}. L'impulsion positive qui en résulte a pour effet de mémoriser la porte AND III de IC_3, qui continue de présenter sur sa sortie un état haut malgré la disposition de l'impulsion de commande, grâce au verrouillage apporté par la diode D_{24}. L'entrée 8 est en effet soumise à un état haut dans le cas général, étant donné que les deux entrées de la porte NOR IV de IC_6 sont soumises à un état bas.

La porte AND IV de IC_3 ne transmet cet état haut que dans la mesure où l'entrée 13 se trouve elle-même soumise à un état haut. Cette condition est seulement réalisée lorsque les entrées réunies de la porte inverseuse NAND III de IC_5 sont soumises à un état bas, ce qui est vrai dès que la porte AND I de IC_3 est démémorisée, c'est-à-dire dès que les opérations de décomptage de IC_1 sont bien achevées.

A ce moment, la capacité C_{14} se charge à travers R_{23}, ce qui introduit un léger retard dans l'apparition d'un état haut sur l'entrée de commande 6 de la bascule monostable constituée par les portes NOR I et II de IC_6. Cette dernière délivre alors une impulsion positive qui a deux conséquences :

– par l'intermédiaire des portes NOR III de IC_6 et II de IC_8, l'avance, d'un pas, du compteur-afficheur IC_7 ;

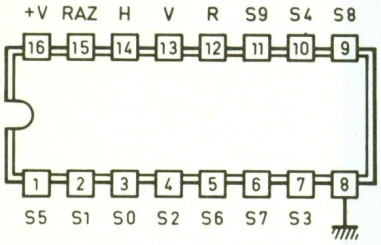
– par l'intermédiaire de la porte NOR IV de IC_6, l'effacement de la porte de mémorisation AND III de IC_3, grâce à l'impulsion négative disponible sur la sortie de la porte NOR IV de IC_6.

Le retard introduit par la charge de C_{14} à travers R_{23} est volontaire : en effet, il ménage la persistance de l'état bas, pendant

7

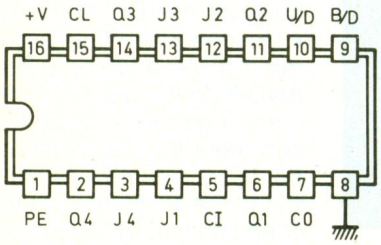
Brochages, tables de vérité et chronogrammes relatifs aux C.I. logiques utilisés/brochage du clavier.

CD 4017_ Compteur-décodeur décimal

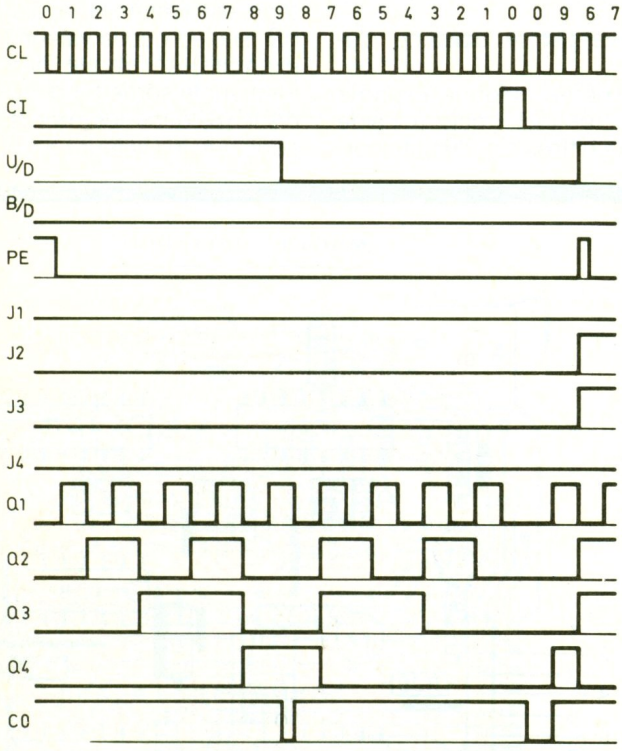


H	S0	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	R
⎍	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
⎍	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
⎍	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
⎍	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
⎍	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
⎍	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
⎍	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
⎍	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
⎍	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
⎍	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0

CD 4029_ Compteur-décompteur BCD/décimal



ENTRÉE	NIVEAU	ACTION
BINARY/DECADE	1	Comptage binaire
	0	Comptage BCD
UP/DOWN	1	Comptage
	0	Décomptage
PRESET ENABLE	1	Prépositionnement
	0	Prépositionnement HS
CARRY IN	1	Avance compteur ⎍
	0	Neutralisation avance compteur ⎍

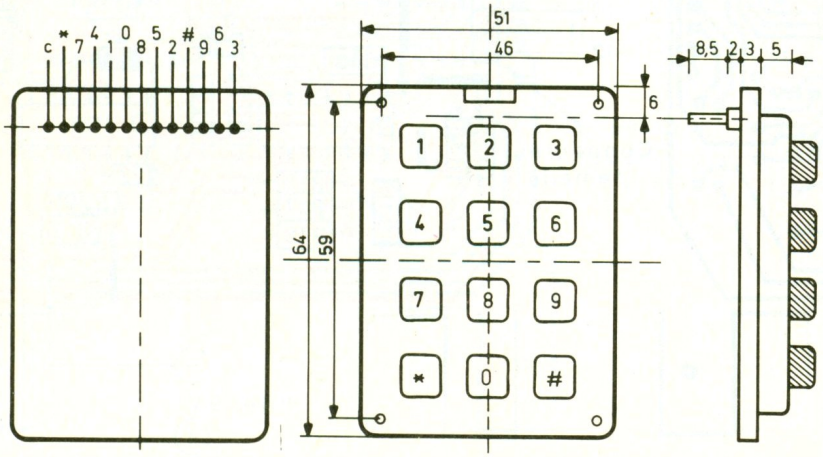


Rappel du codage BCD

	Q4	Q3	Q2	Q1
0	0	0	0	0
1	0	0	0	1
2	0	0	1	0
3	0	0	1	1
4	0	1	0	0
5	0	1	0	1
6	0	1	1	0
7	0	1	1	1
8	1	0	0	0
9	1	0	0	1

Brochage (Vue de dessus)

Clavier digital 12 touches



un instant, après la dernière impulsion de comptage délivrée par le multivibrateur NAND I et II de IC_5, afin de bien dégager l'impulsion positive supplémentaire générée par la bascule monostable. On peut enfin remarquer que l'impulsion d'initialisation, occasionnée par la charge de C_{16} au moment de la mise sous tension du montage, a également pour effet de provoquer l'effacement de la porte mémoire AND III de IC_3, qui, sans cette précaution, risquerait de se positionner activement, au hasard des perturbations qui apparaissent toujours au moment où on ferme l'interrupteur de mise en marche. Les oscillogrammes de la **figure 6** matérialisent la suite de ces différents phénomènes.

i) Affichage du résultat (fig. 4)

Les sorties S_1 à S_9 de IC_7 sont reliées à des LED repérées L_1 à L_9. Elles correspondent au résultat du calcul, réduction comprise, à l'exception des cas particuliers introduits par le 11 et le 22 dont nous parlerons au paragraphe suivant. L'allumage de l'une quelconque de ces LED reste soumis à la saturation de transistor NPN T_2, ce qui est le cas général. La résistance R_{28} limite le courant de ces LED à une dizaine de milliampères. Les sorties « bufferisées » du CD 4017 sont capables de fournir le débit nécessaire, avec cependant une chute de potentiel de plusieurs volts sur la sortie considérée, si bien qu'un état haut se traduit dans la réalité par l'apparition d'un potentiel de l'ordre de 3 à 4 V seulement. Mais cet état de chose ne dérange pas le fonctionnement du dispositif dans la mesure où aucune information logique ne se trouve directement prélevée sur ces sorties. Si cela s'avère nécessaire, comme nous le verrons plus loin, il y a lieu d'amplifier par le biais d'un transistor. Notons également que la LED L_{10}, de couleur différente, signale la position zéro d'initialisation de la calculatrice ; elle comporte sa propre résistance de limitation R_{27}.

j) Mise en évidence du « 11 » et du « 22 » (fig. 4)

Le tableau de la **figure 5** analyse les exceptions introduites par le 11 et le 22, jusqu'à la va-

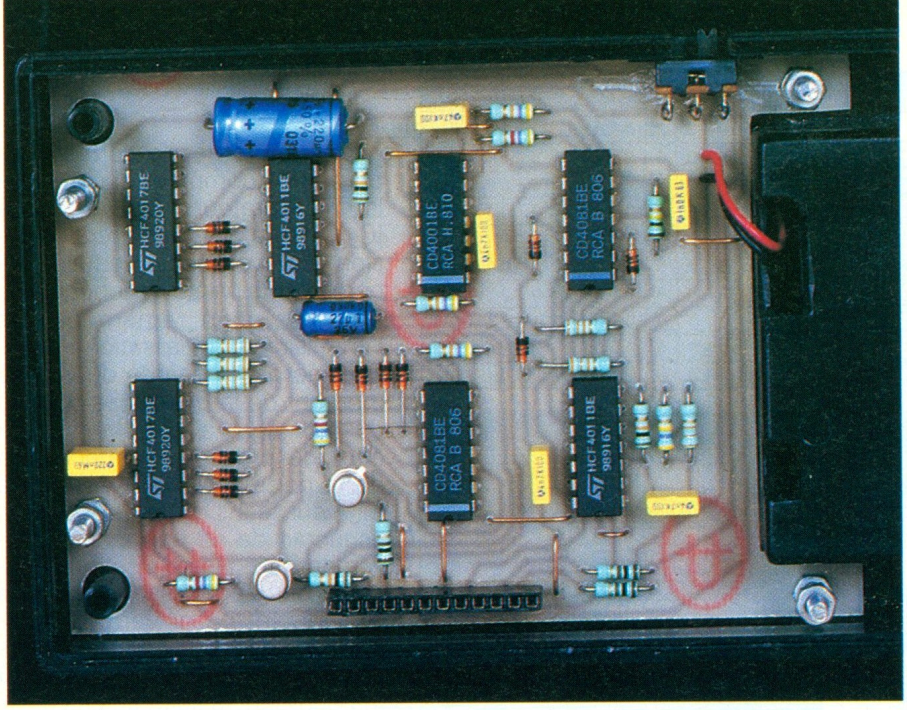
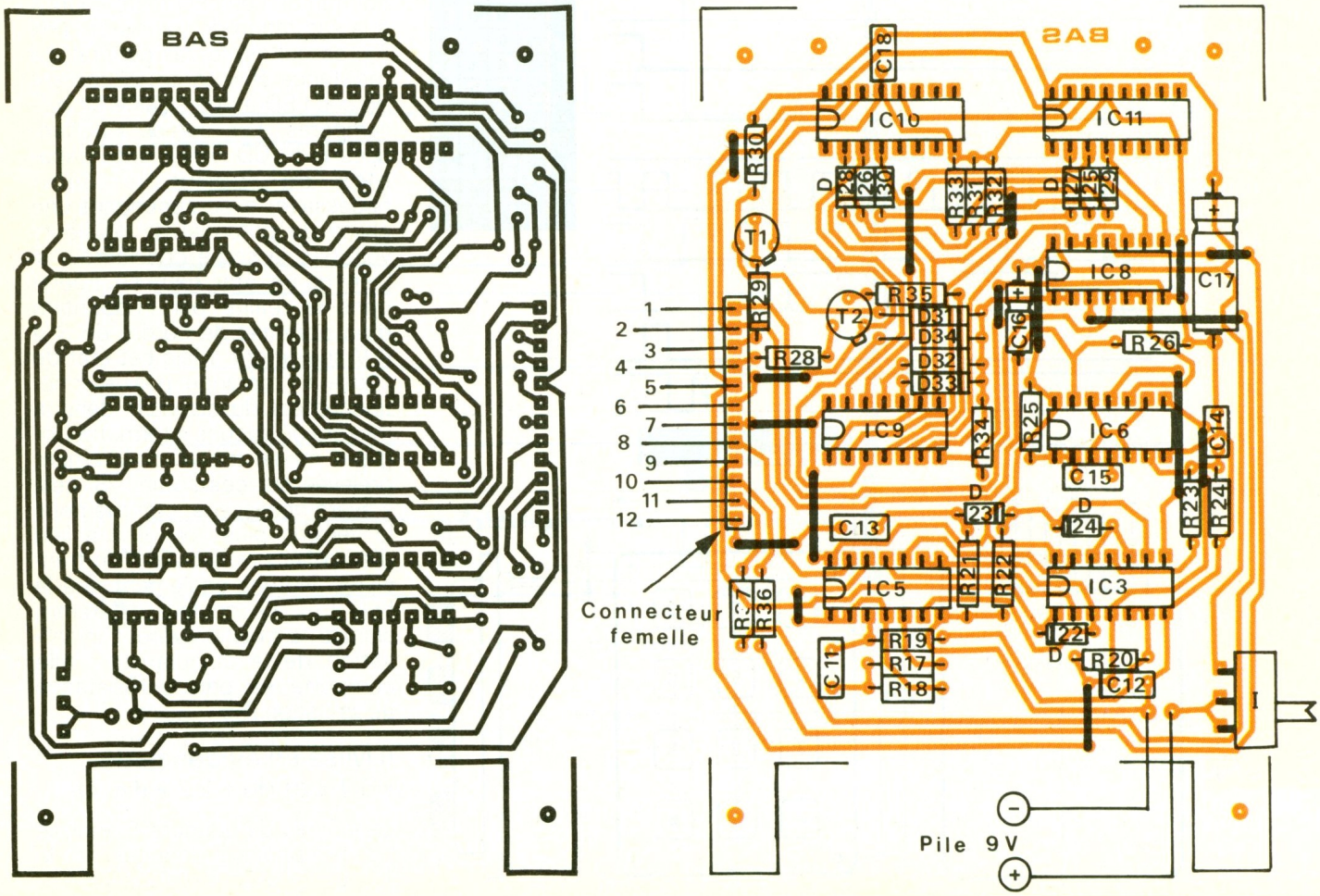


Photo 4. – Le boîtier Teko « Tenclos Battery » accueillera les deux platines de la calculatrice numérologique ainsi que les piles dans un compartiment adapté.

leur 389. Ce tableau comporte quatre colonnes :
– la première colonne est la valeur réelle, sans réduction, du total des chiffres « entrés » dans la calculatrice par le biais du clavier ;
– la deuxième colonne exprime le même résultat, mais à l'aide des deux chiffres significatifs correspondant respectivement aux dizaines et aux unités ;
– la troisième colonne indique la valeur obtenue après réduction ;
– la quatrième colonne reprend la valeur qui devra s'afficher en intégrant les cas particuliers des valeurs 11 et 22.

Les valeurs exprimées par la deuxième colonne du tableau sont disponibles sur les sorties de deux compteurs IC_{10} et IC_{11}, qui sont des CD 4017. L'entrée « Horloge » de IC_{10} est directement reliée à la sortie du trigger AND II de IC_3 qui alimente également l'entrée « Clock » du décompteur IC_1. La sortie de report de IC_{10} est reliée à l'entrée « Horloge » de IC_{11}. Dans ces conditions IC_{10} correspond aux unités et IC_{11} aux dizaines. Bien entendu, leur capacité de comptage est limitée à la plage 00 à 99, si bien que la valeur 123, par exemple, se traduit par un état haut sur la sortie S_2 de IC_{11} et S_3 de IC_{10}, dans les mêmes conditions que les valeurs 23 ou 223.

Module inférieur



8 *Circuit imprimé et implantation du module inférieur : 16 straps seront à insérer.*

Quant aux valeurs indiquées dans la troisième colonne, ce sont celles qui sont matérialisées sur les sorties S_1 à S_9 de IC_7 comme nous l'avons déjà vu précédemment. Ces valeurs sont réduites par les incrémentations volontaires des dizaines, conformément à la logique du calcul numérologique.

Ce sont les valeurs de la quatrième colonne qui nous intéressent. En effet, elles font état des valeurs particulières, 11 ou 22, à afficher dans certains cas. L'examen de ces résultats appelle les remarques suivantes :

– en règle générale, lorsque la valeur réduite est 2, il convient d'afficher la valeur 11, sauf dans les cas particuliers où les valeurs réelles sont 2, 20, 101, 110, 200 et 389, dans le cas de ce tableau qui se trouve limité à cette valeur ;

– le cas particulier du 22 n'apparaît qu'une fois : c'est la valeur réelle 22 elle-même, qui au lieu de s'afficher 4 doit donc s'afficher 22. La prochaine exception n'apparaîtra que pour la valeur réelle 499 : en effet 4 + 9 + 9 = 22.

En examinant maintenant les valeurs de la deuxième colonne, par rapport aux exceptions mises en évidence, on remarque que :

– 200 est mis en évidence par 00

– 110 et 101 sont mis en évidence par 10 et 01

– 2 et 20 sont mis en évidence par 20 et 02

Si ces cas sont « couverts », la calculatrice fonctionne normalement jusqu'à la valeur réelle 388, ce qui est très largement dimensionné. En effet, en comptant un nom et un prénom totalisant chacun dix lettres, la somme totale moyenne n'atteint que la valeur théorique de

$$20 \times \frac{1+9}{2} = 90$$

Dans cette limitation volontaire à 388, il ne reste alors plus qu'à isoler la valeur particulière 22.

k) Affichage du « 11 » et du « 22 » (fig. 4)

La porte AND IV de IC_9 détecte la valeur particulière « 00 » des compteurs IC_{10} et IC_{11}. Sa sortie ne présente un état haut que dans ce cas. Par le biais des diodes D_{25} à D_{30} :

– la porte AND III de IC_9 détecte les valeurs 02 et 20 ;

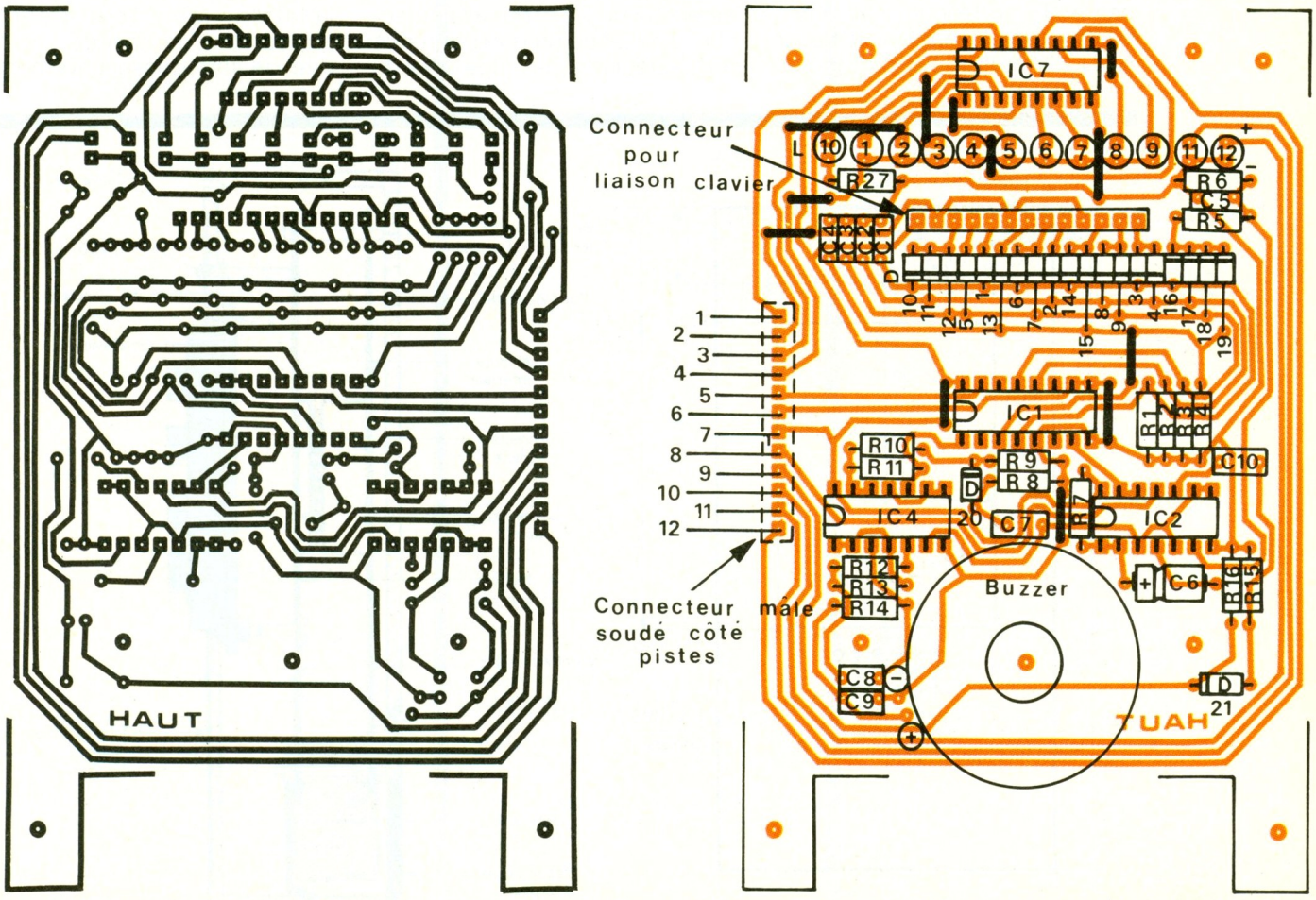
– la porte AND I de IC_9 détecte les valeurs 01 et 10.

En définitive, à chaque fois que l'une de ces valeurs est atteinte, on enregistre un état haut sur les cathodes communes des diodes D_{31} à D_{34}.

A condition d'être en présence de la valeur particulière réduite qui a pour conséquence la saturation de T_1 et donc un état bas sur son collecteur, la sortie de la porte AND II de IC_9 présente :

– un état bas pour les valeurs particulières précédemment évoquées, d'où le blocage de T_2, c'est-à-dire l'extinction de L_2 et,

Module supérieur



9 *Circuit imprimé et implantation de la platine supérieure : le connecteur mâle de liaison se soudera côté cuivre.*

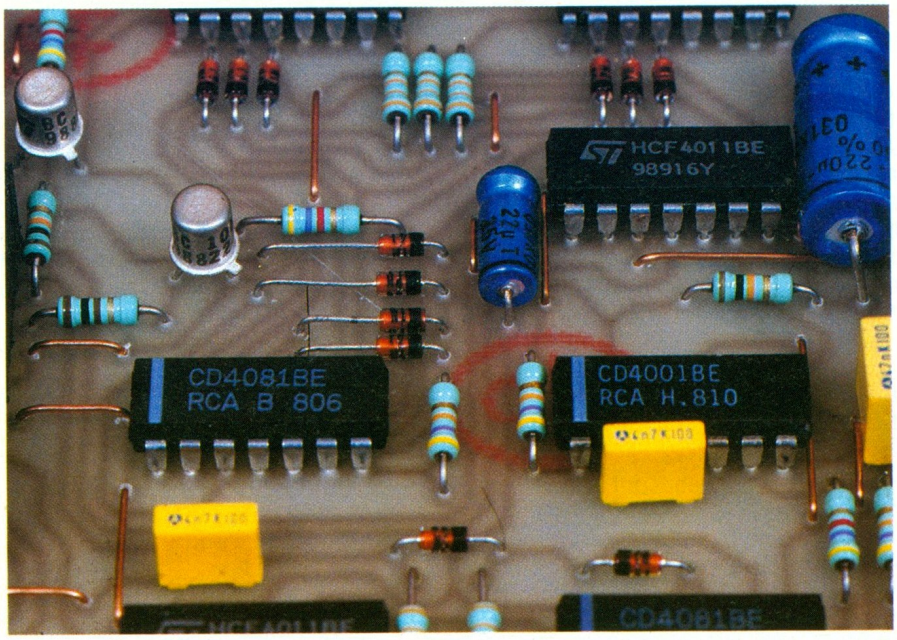


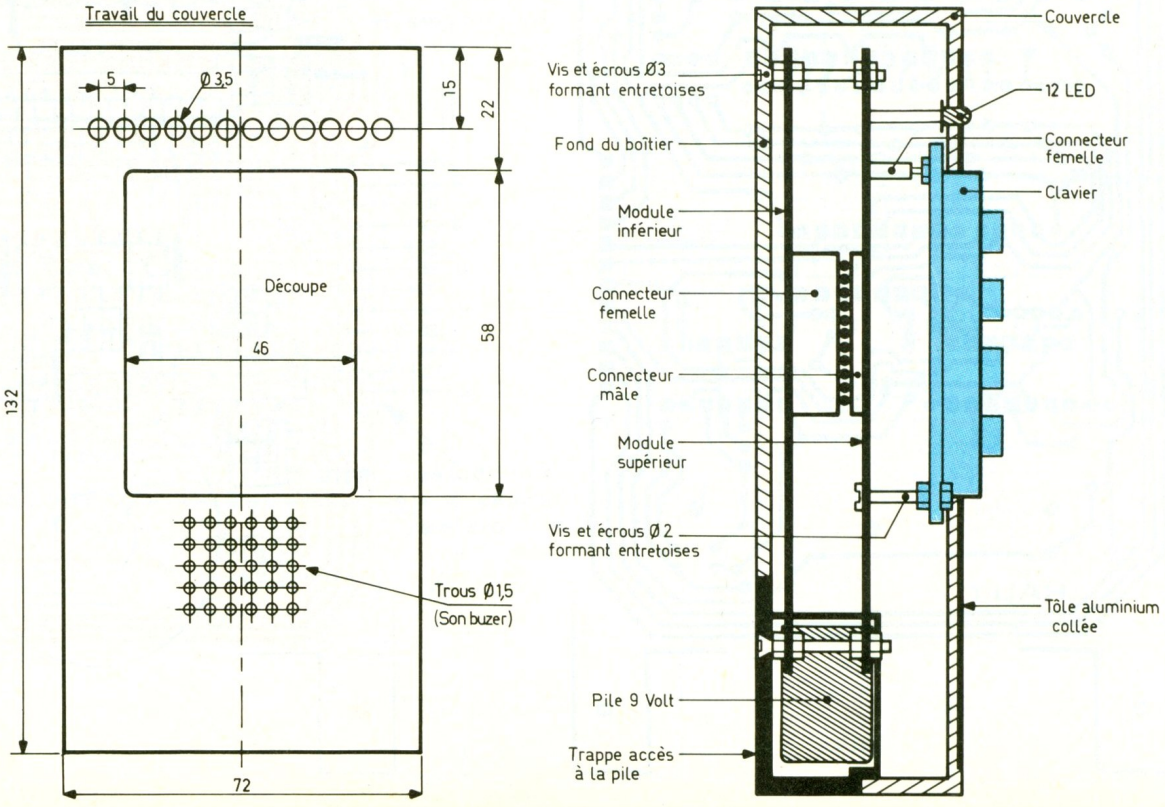
Photo 5. – Les circuits intégrés retenus appartiennent à la série CMOS 4000.

grâce à l'inversion réalisée par la porte NAND I de IC_8, l'allumage de la LED L_{11} correspondant à l'affichage du « 11 » ;
– un état haut dans les autres cas, d'où la saturation normale de T_2 et donc l'allumage de l'une des LED L_1 à L_9.
La porte NAND III de IC_8 détecte la position particulière 22. Dans ce cas, sa sortie passe à l'état bas et T_2 se bloque. Par l'intermédiaire de la porte inverseuse NAND IV de IC_8, la LED L_{12} correspondant à l'affichage du « 22 » s'allume.
Avant de clore ce paragraphe, il convient cependant de signaler, ce que les puristes ne manqueront pas de faire remarquer, que les valeurs particulières 122, 222, 322 ont pour conséquence logique l'affichage du « 22 ». Il aurait été possible d'éviter ce phénomène en assujettissant la détection du 22... pur à la détection simultanée du nombre réduit 4. L'auteur n'a pas jugé utile de le faire pour ne pas compliquer le système, si bien qu'en toute rigueur la capacité globale de notre calculatrice se trouve théoriquement limitée à la valeur 121, valeur qui reste largement supérieure aux exigences du calcul numérologique que l'on aura usuellement à effectuer.

III – LA REALISATION PRATIQUE

a) Circuits imprimés (fig. 8)

Les pistes se caractérisent par une configuration relativement serrée. En conséquence, il est nécessaire d'avoir recours aux différents éléments de transfert Mécanorma, pastilles et bandelettes, disponibles sur le marché. L'application de ces derniers peut être directe sur le cuivre préalablement dégraissé de l'époxy. Mais il est également possible de transiter par la réalisation intermédiaire d'un mylar transparent que l'on interposera par la suite entre l'époxy présensibilisér et une source ultraviolette de rayonnement. Après révélation, les circuits seront gravés dans un bain de perchlorure de fer. Consécutivement à



10 *Découpe et perçages à réaliser sur le couvercle supérieur du coffret/installation de la maquette à l'intérieur d'un coffret Teko.*

cette opération, un abondant rinçage est à réaliser. Par la suite, toutes les pastilles seront percées à l'aide d'un foret de 0,8 mm de diamètre. Enfin, on peut étamer les pistes pour obtenir un circuit imprimé de meilleure qualité et d'une plus grande résistance aux agressions chimiques.
Signalons également que bon nombre de fournisseurs possèdent le matériel adapté pour réaliser directement les circuits imprimés en partant de l'original publié dans les pages de notre revue.

b) Implantation des composants (fig. 9)

Après la mise en place des straps de liaison, on procédera d'abord à l'implantation des diodes, des résistances, des capacités et des transistors. Attention à l'orientation des composants polarisés. Les circuits intégrés seront implantés plus tard en veillant également à leur orientation et en ménageant un temps de refroidissement suffisant entre deux soudures consécutives sur les broches d'un même boîtier.
Le buzzer est collé sur le module supérieur. Attention également à la mise en place des connecteurs qui évitent la mise en œuvre de fils dont les raccordements avec le circuit imprimé constituent toujours une partie fragile et vulnérable.
L'interrupteur de mise en marche est également collé sur l'époxy.
D'une manière générale, on n'insistera sans doute jamais suffisamment sur la nécessité d'être minutieux et de vérifier, plutôt deux fois qu'une, ce travail d'implantation des composants. Il faut bannir toute précipitation ; les chances de succès et de bon fonctionnement sont à ce prix.

c) Montage dans le boîtier Teko

Peu de commentaires sont à faire sur ce montage ; la **figure 10** est suffisamment explicite. Notons que le clavier digital de la calculatrice est maintenue à une extrémité par ses propres connexions, et à l'autre extrémité pour des vis de 2 mm de diamètre et des écrous formant entretoises. Le boîtier TEKO utilisé possède, par construction, un compartiment réservé au logement de la pile d'alimentation de 9 V. Une échancrure est à pratiquer dans la face latérale du demi-boîtier inférieur, afin de laisser dépasser l'interrupteur à glissière. De même, le couvercle sera à travailler pour permettre le passage du clavier et des LED de signalisation. Quelques trous de 1 ou 1,5 mm de diamètre pourront être percés en regard du buzzer pour un meilleur rendement acoustique de ce dernier.
Et maintenant, à vos calculs ! Votre avenir et celui de vos amis n'auront bientôt plus de secret pour vous.

Robert KNOERR

LISTE DES COMPOSANTS

a) Module supérieur

12 straps (3 horizontaux, 9 verticaux)
R_1 à R_4 : 4 × 33 kΩ (orange, orange, orange)
R_5 : 3,3 kΩ (orange, orange, rouge)
R_6 à R_9 : 4 × 33 kΩ (orange, orange, orange)
R_{10} : 10 kΩ (marron, noir, orange)
R_{11} : 100 kΩ (marron, noir, jaune)
R_{12} : 470 kΩ (jaune, violet, jaune)
R_{13} : 33 kΩ (orange, orange, orange)
R_{14} : 1 kΩ (marron, noir, rouge)
R_{15}, R_{16} : 2 × 33 kΩ (orange, orange, orange)
R_{27} : 100 Ω (marron, noir, marron)
D_1 à D_{21} : 21 diodes signal (1N4148, 914)
L_1 à L_9 : 9 LED rouges ø 3 mm
L_{10} : LED jaune ø 3 mm
L_{11}, L_{12} : 2 LED rouges ø 3 mm
C_1 à C_5 : 5 × 4,7 nF (milfeuil)
C_6 : 1 µF/10 V électrolytique
C_7 à C_{10} : 4 × 4,7 nF (milfeuil)
IC_1 : CD 4029 (compteur-décompteur binaire décimal)
IC_2 : CD 4001 (4 portes NOR à 2 entrées)
IC_4 : CD 4011 (4 portes NAND à 2 entrées)
IC_7 : CD 4017 (compteur-décodeur décimal)
Buzzer piézo-électronique (sans oscillateur incorporé)
Connecteur mâle 12 broches
Connecteur femelle 13 broches
Clavier digital 12 touches, non matricé (13 sorties)

b) Module inférieur

16 straps (5 horizontaux, 11 verticaux)
R_{17} : 470 kΩ (jaune, violet, jaune)
R_{18} : 33 kΩ (orange, orange, orange)
R_{19} : 10 kΩ (marron, noir, orange)
R_{20} : 100 kΩ (marron, noir, jaune)
R_{21}, R_{22} : 2 × 33 kΩ (orange, orange, orange)
R_{23} : 4,7 kΩ (jaune, violet, rouge)
R_{24}, R_{25} : 2 × 47 kΩ (jaune, violet, orange)
R_{26} : 10 kΩ (marron, noir, orange)
R_{28} : 100 Ω (marron, noir, marron)
R_{29} : 10 kΩ (marron, noir, orange)
R_{30} : 4,7 kΩ (jaune, violet, rouge)
R_{31} à R_{33} : 3 × 33 kΩ (orange, orange, orange)
R_{34} : 47 kΩ (jaune, violet, orange)
R_{35} : 4,7 kΩ (jaune, violet, rouge)
R_{36}, R_{37} : 2 × 100 Ω (marron, noir, marron)
D_{22} à D_{34} : 13 diodes signal (1N 4148, 1N 914)
C_{11} : 4,7 nF (milfeuil)
C_{12} : 1 nF (milfeuil)
C_{13} : 4,7 nF (milfeuil)
C_{14} : 47 nF (milfeuil)
C_{15} : 4,7 nF (milfeuil)
C_{16} : 22 µF/10 V électrolytique
C_{17} : 220 µF/10 V électrolytique
C_{18} : 0,22 µF (milfeuil)
T_1, T_2 : 2 transistors NPN BC108, 109, 2N 2222
IC_3 : CD 4081 (4 portes AND à 2 entrées)
IC_5 : CD 4011 (4 portes NAND à 2 entrées)
IC_6 : CD 4001 (4 portes NOR à 2 entrées)
IC_8 : CD 4011 (4 portes NAND à 2 entrées)
IC_9 : CD 4081 (4 portes AND à 2 entrées)
IC_{10} et IC_{11} : 2 × CD 4017 (compteur-décodeur décimal)
I : interrupteur monopolaire à glissière
Connecteur femelle 12 broches
Coupleur de pile

c) Divers

Pile 9 V
Boîtier Teko « Tenclos Battery » modèle 880 (85 × 145 × 37)

LA TECHNOLOGIE AU COLLEGE (VIII)

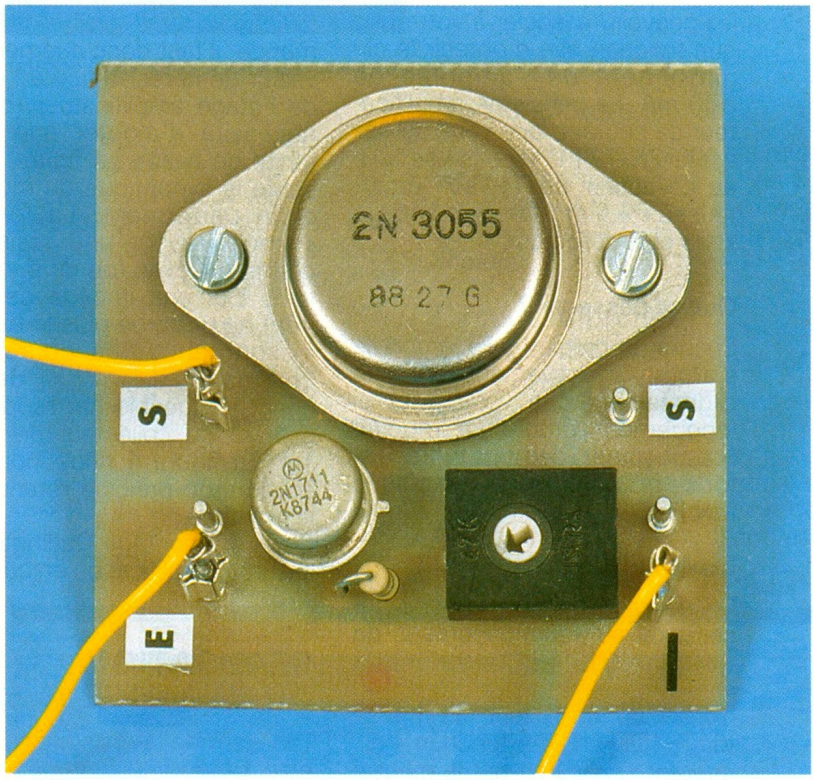
A la suite des diverses expérimentations du mois dernier concernant les transistors, nous allons aborder, dans ce nouveau volet, le montage Darlington, association de transistors permettant d'obtenir, à partir d'un faible courant de base, un fort courant collecteur.

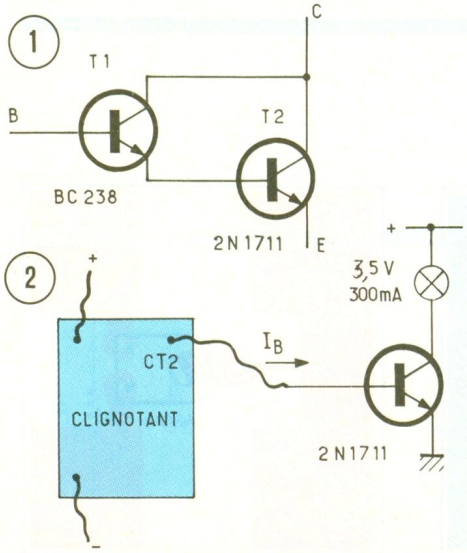
LE MONTAGE DARLINGTON

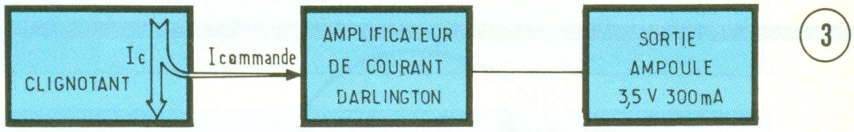
Les transistors ayant un très grand gain et un courant de collecteur I_C max important n'existent pas couramment. On peut cependant réaliser le montage aux caractéristiques très intéressantes de la **figure 1.** Formé par l'association de T_1 et de T_2, ce « super transistor » a maintenant comme base la base de T_1, comme émetteur l'émetteur de T_2, et comme collecteur les collecteurs de T_1 et de T_2 réunis. Le gain obtenu est égal au gain de T_1 *multiplié* par celui de T_2. Le courant collecteur maximal correspond au courant I_C max de T_2. Maintenant, plus de problème pour allumer un moteur ou une ampoule de 300 mA, à partir d'un très faible courant.

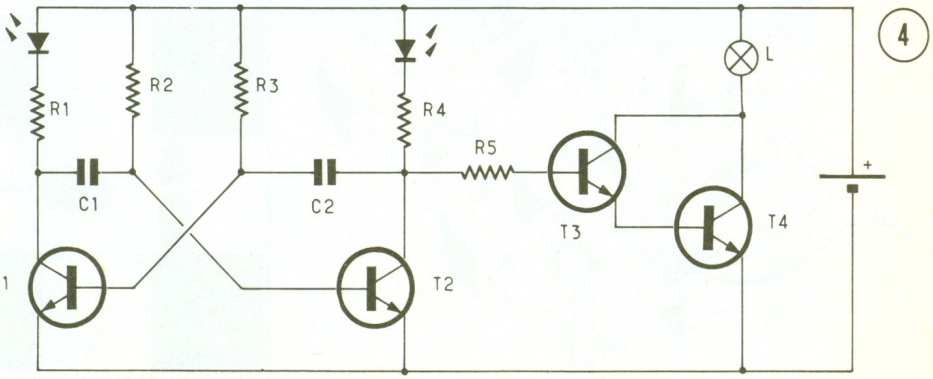
Vérification par le calcul

Le gain du montage Darlington, produit du gain de T_1 par celui de T_2, vaut : $ß = ß_1 \times ß_2 = 150 \times 100 = 15\,000$!









1 *Montage Darlington.*

2 *Transistor branché en sortie de la plaque fonction.*

3 *Synoptique du montage : le courant de commande est négligeable par rapport à I_C.*

Schéma complet intégrant le clignotant et le Darlington. 4

Avec ß = 15 000, le courant de base permettant d'obtenir 300 mA pour le courant de collecteur se calcule facilement :

$$ß = \frac{I_C}{I_B} \Rightarrow I_B = \frac{I_C}{ß}$$

$$= \frac{300\ mA}{15\ 000} = 20\ \mu A$$

Le transistor branché à la sortie de la plaque fonction « clignotant »

Maintenant que le transistor nous est un peu plus familier, vous allez pouvoir l'associer à votre plaque fonction afin d'obtenir le clignotement de l'ampoule de 300 mA. Le transistor, amplificateur de courant, que vous utilisez est le 2N 1711. La base se relie au collecteur de T_2, son émetteur au « – » et l'ampoule entre le « + » et le collecteur.

Que se passe-t-il ?

Encore un problème ! L'ampoule s'allume effectivement, mais le clignotement que vous aviez si longuement étudié se modifie brusquement, dès que le transistor se trouve branché à la plaque fonction.

Explication (fig. 2)

Le courant de commande, nécessaire au fonctionnement du transistor 2N 1711, sort de la plaque fonction « clignotant » au niveau du collecteur du transistor T_2 (CT_2). Cette fonction « clignotant », assurée par le multivibrateur astable, dépend des courants de charge et de décharge des deux condensateurs. Lorsque vous modifiez un de ces courants (avec les résistances de base, par exemple), les caractéristiques du montage varient, vous vous en souvenez. Ici, vous n'avez changé aucun composant, mais, en orientant une partie du courant, présent au collecteur de T_2, vers l'extérieur, cela a suffit pour perturber votre fonction de base. Il faudrait donc que ce courant de commande devienne suffisamment faible pour éviter toute modification du fonctionnement du montage clignotant. Cette constatation est extrêmement importante. Pour diminuer la valeur du courant de commande, il faut donc augmenter la valeur de la résistance à l'entrée de l'étage amplificateur (d'où la nécessité d'ajouter une résistance de base). La **figure 3** présente le synoptique du montage enfin performant. La fonction « ampli » ayant une résistance d'entrée élevée (on dit dans certains cas une impédance d'entrée) ne perturbe plus la fonction « clignotant ». Le courant de commande $I_{commande}$ devient donc négligeable par rapport au courant de collecteur de T_2 (I_C T_2). La **figure 4** nous indique le schéma de principe retenu pour le montage.
C'est un montage Darlington qui assure l'amplification en courant.

REALISATION DU MONTAGE (fig. 5)

La valeur de la résistance R_5 doit être déterminée. Vous pouvez procéder par tâtonnements en utilisant successivement les plaques résistances déjà construites et vous pouvez, bien sûr, en souder quelques nouvelles. D'une façon plus méthodique, la valeur idéale de cette résistance sera facilement déterminée avec un potentiomètre de 1 MΩ utilisé en résistance variable. Vous pourrez le brancher avec des fils munis de pinces crocodile. Vous avez également la possibilité de réaliser un petit circuit imprimé qui, d'ailleurs, s'avérera indispensable bientôt **(fig. 6)**.

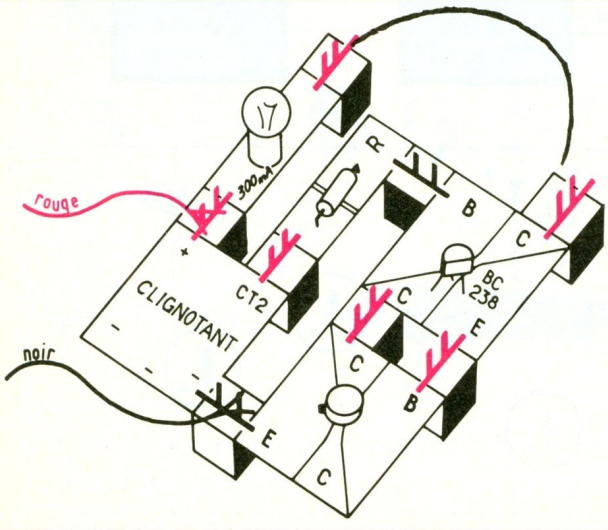
Réglage

En faisant varier la résistance R_5 d'une valeur de 0 Ω à 1 MΩ, vous allez successivement retrouver tous les problèmes rencontrés lors de vos manipulations :
- résistance d'entrée trop faible. Perturbation de la fonction clignotant par l'étage amplificateur ;
- résistance d'entrée trop élevée. Courant insuffisant en sortie. L'ampoule ne s'allume pas ;
- réglage parfait du potentiomètre. L'impédance d'entrée de l'ampli est suffisamment élevée. L'ampoule suit à la perfection le clignotement de la DEL D_1 (pour avoir un allumage semblable à celui de D_2, il suffit de prendre comme sortie de la plaque fonction clignotant le collecteur de T_1 (CT_1).

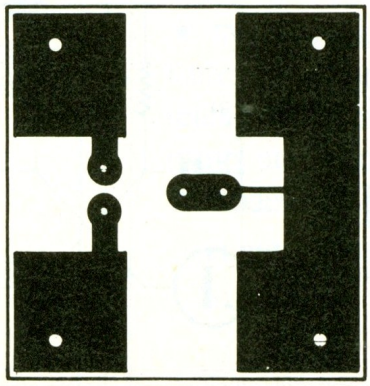
LA PLAQUE FONCTION « AMPLIFICATEUR DE COURANT »

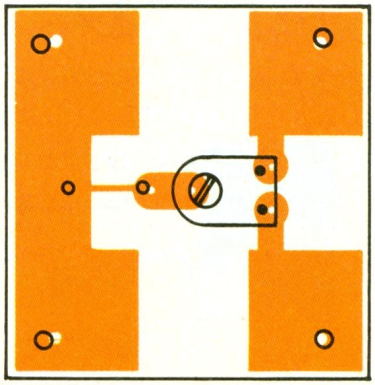
Définition des besoins

Les modules fabriqués jusqu'à présent, la plaque relais mise à part, vous ont permis d'assurer



5 *Assemblage des différentes plaques - Fonction.*





6 *Circuit imprimé et implantation de la résistance ajustable de 1 MΩ, montée sur époxy.*

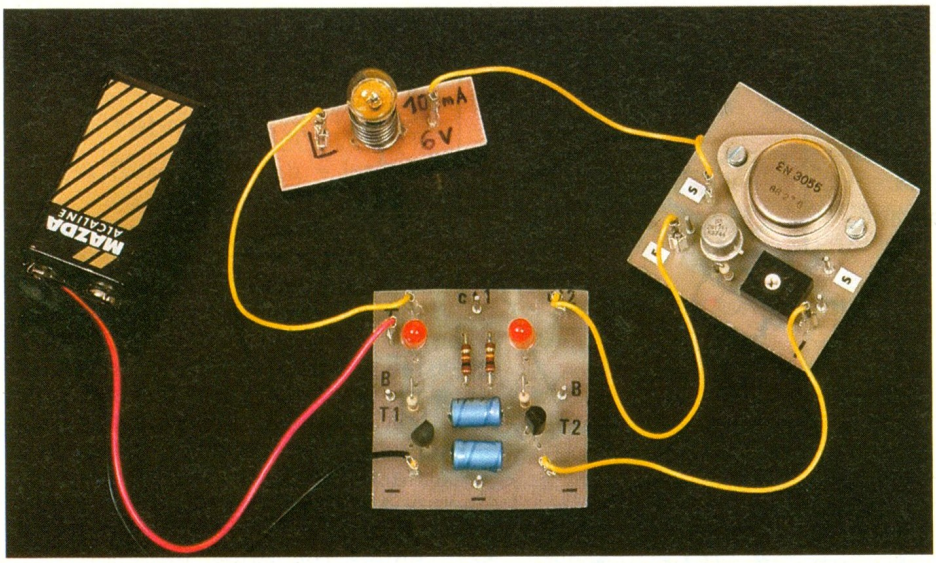


Photo 2. – Le clignotant associé à un montage Darlington pourra commander une charge plus importante.

des fonctions électroniques de base dont les caractéristiques de sortie se sont avérées limitées.
Suivant les montages réalisés, vous aurez besoin d'un courant important, pour allumer une ampoule de forte puissance par exemple. Il vous suffira alors d'utiliser votre fonction « amplificateur de courant ».

Cahier des charges

Désignation du produit

Plaque fonction amplificateur de courant.

Caractéristiques

- Afin de bien adapter le montage à vos besoins, vous pourrez choisir entre deux versions distinctes d'amplificateur. La différence reposera sur l'importance du courant de sortie disponible pour chacune d'elles.
- Quelle que soit la version choisie, l'amplification en courant est assurée par le montage Darlington présenté à la **figure 7**.

Contraintes

- Comme pour les autres plaques « fonction », le montage se réalise sur un petit circuit imprimé de 45 mm x 45 mm. Sur le dessin du circuit apparaissent trois liaisons vers l'extérieur, également indiquées sur le schéma de principe : l'entrée, la sortie et le « moins ».
- Les liaisons entre les diverses plaques « fonction » peuvent s'établir à l'aide des blocs de jonction « Pierron » mais également en utilisant des fils munis de cosses à leurs extrémités. Des picots ou des cosses « poignard » prennent en effet place sur le circuit imprimé.

DOSSIER TECHNIQUE

Schéma de principe (fig. 7)

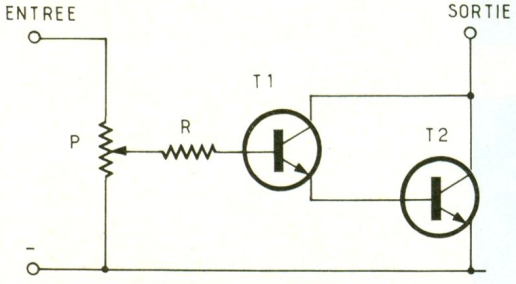
Les deux transistors T_1 et T_2 associés dans ce montage Darlington forment un « super » transistor dont la base correspond à la base de T_1, dont l'émetteur correspond à l'émetteur de T_2 et dont le collecteur regroupe les deux collecteurs de T_1 et de T_2.
Le potentiomètre placé à l'entrée du montage permet de réduire plus ou moins le courant de base du transistor T_1, par conséquent de limiter plus ou moins le courant de collecteur de T_2, donc la puissance disponible en sortie.

Nomenclature (fig. 8)

La nomenclature indique les références des transistors T_1 et T_2 pour obtenir la première version ou la seconde version de l'amplificateur.

Circuits imprimés et implantations des composants (fig. 9 à 11)

La **figure 10** donne l'implantation des composants de la première version. La deuxième version de l'amplificateur plus puissant est présentée à la **figure 11**.



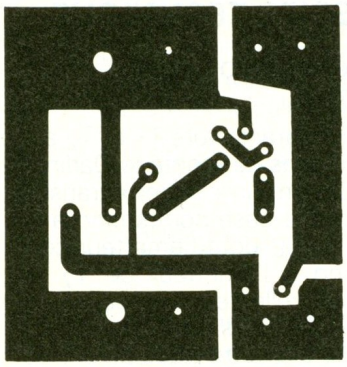
7 *Schéma de principe de l'amplificateur de courant.*

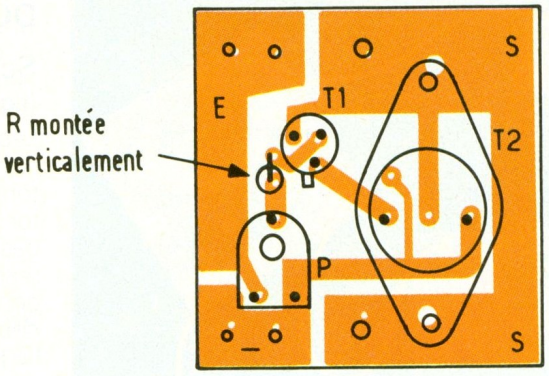
Repérage	Désignation	Valeur	Observations
P R	Potentiomètre Résistance	47 kΩ 1,5 kΩ	Jaune, violet, orange Marron, vert, rouge
T_1 T_2	Transistor Transistor	BC 238 2N1711	1re version : moyenne puissance
T_1 T_2	Transistor Transistor	2N1711 2N3035	2e version : forte puissance

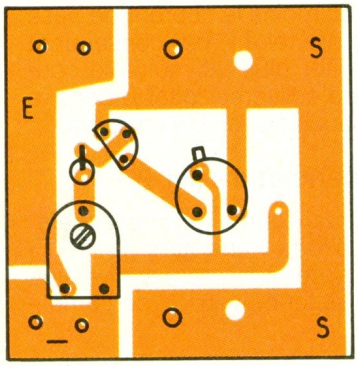
	Base	Emetteur	Collecteur	Mesure de la resistance à l'ohmmètre
1	+	–		faible (quelques kΩ)
2	+		–	faible (quelques kΩ)
3	–	+		infinie
4	–		+	infinie
5		+	–	infinie
6		–	+	infinie

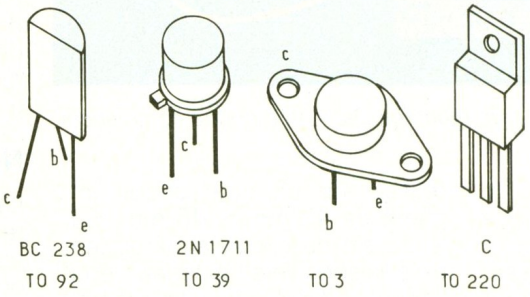
8 ***a :*** *nomenclature des composants nécessaires à la construction de l'amplificateur de courant.*
b : *résumé des manipulations nécessaires à la vérification d'un transistor.*

9 à 12 *Circuits imprimés et implantations des deux versions de l'amplificateur.*









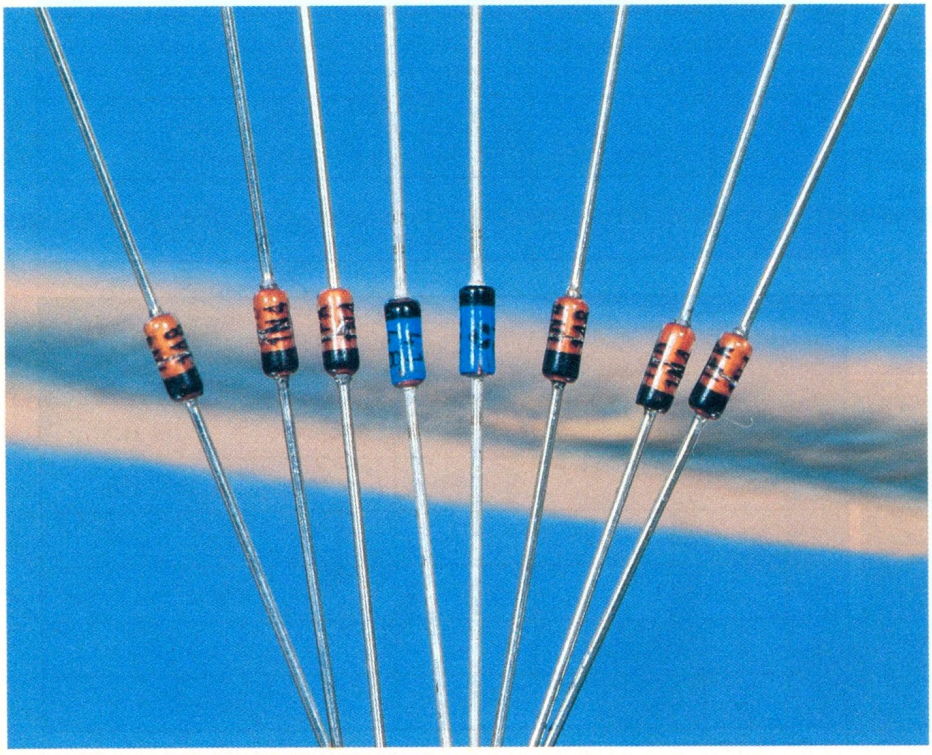
Etude du fonctionnement

1re version :

● Le gain en courant minimal de cette première version de l'amplificateur Darlington se calcule en multipliant le gain de T_1 (β_1 minimum BC 238 : 150) par celui de T_2 (β_2 minimum 2N 1711 : 100).
β total = $\beta_1 \times \beta_2$ = 150 × 100 = 15 000 !

● Le courant de collecteur maximal de cet amplificateur correspond au courant de collecteur maximal de T_2. Pour un 2N 1711, $I_C$max = 500 mA.

Photo 3. – Assortiment de diodes de redressement et de Zener.



2e version :

T_1 : 2N 1711
T_2 : 2N 3055
β total = $\beta_1 \times \beta_2$ = 100 × 20 = 2 000
I_C max = 15 A !

Attention : tout corps conducteur traversé par un courant électrique s'échauffe. Le transistor ne faillit pas à la règle. Ce phénomène s'appelle l'effet Joule. Autrement dit, un courant de 15 A traversant le transistor 2N 3055 provoque une élévation *énorme* de la température du semi-conducteur. La jonction du transistor fond aussitôt si la chaleur émise par effet Joule ne se trouve pas évacuée. Cette dissipation thermique s'avère possible en plaquant contre le boîtier du transistor une masse métallique. La chaleur transmise par le transistor s'évacue ensuite dans l'air ambiant grâce à de nombreuses ailettes de refroidissement. Généralement en aluminium, bon conducteur de la chaleur, ces dissipateurs thermiques s'appellent des radiateurs, dont le rôle consiste à *refroidir* le semi-conducteur.
Aucun radiateur n'est prévu pour le 2N 3055 de la plaque fonction amplificateur. L'échauffement du transistor devra donc rester limité. Par voie de conséquence, le courant de sortie, responsable de l'effet Joule, ne pourra absolument pas atteindre les 15 A. Ne dépassez pas un courant collecteur I_C max = 2 A.

Quelle version choisir ?

Si votre montage nécessite un gain très important sans toutefois commuter un fort courant, choisissez la première version. Par contre, si le montage exige un courant important, seule la deuxième version peut convenir. Exemple :

● Allumage de l'ampoule de 3,5 V-300 mA, calcul du courant de base :

1re version

$$\beta = \frac{I_C}{I_B} \Rightarrow I_B = \frac{I_C}{\beta}$$

$$= \frac{300\ mA}{15\,000} = 0{,}02\ mA = 20\ \mu A$$

2e version

$$I_B = \frac{I_C}{\beta} = \frac{300\ mA}{2\,000}$$

$$= 0{,}15\ mA = 150\ \mu A$$

REALISATION

Fabrication du circuit imprimé

La réalisation du circuit imprimé ne pose guère de problème de tracé. Vous pouvez le dessiner directement sur le cuivre avec un stylo feutre ou bien en appliquant avec précaution des éléments « transfert ». La méthode de fabrication, présentée dans le détail avec la réalisation de la plaque fonction « clignotant » reste inchangée. Vous pouvez, par ailleurs, obtenir le circuit imprimé par l'intermédiaire d'un typon (dessin du circuit à l'encre de Chine ou avec des signes « transfert » sur un support transparent). Ce typon vous permet d'insoler par contact, avec une lumière ultraviolette, une plaque de cuivre époxy présensibilisée. L'intérêt de cette méthode ne se justifie que pour une série relativement importante de montages (à partir d'une dizaine).

Perçage

Utilisez un foret de diamètre 1 mm pour le potentiomètre, la résistance et les pattes des transistors. Les picots ou cosses « poignard » nécessitent généralement un trou de diamètre 1,3 mm. Pour la deuxième version de l'amplificateur, le collecteur du transistor 2N3055 est relié au circuit par l'intermédiaire d'un boulon et d'un écrou. Le perçage dépendra donc du diamètre du boulon utilisé (le plus souvent 3 mm).

Implantation des composants

La résistance est implantée verticalement. La **figure 12** indique le repérage des pattes des transistors utilisés. La dissymétrie du boîtier TO3 du transistor 2N3055 évite, en général, de le souder à l'envers. Nous ne saurions trop vous conseiller, néanmoins, de vérifier systématiquement le brochage et le bon état de vos transistors avant de les implanter sur votre circuit. Utilisez, pour cela, la méthode décrite dans la suite de cet article.

Soudure

Souvenez-vous bien de la règle suivante : une bonne soudure nécessite un cuivre bien brillant. Celui-ci doit être désoxydé avec une gomme abrasive pour circuit imprimé ou une bonne gomme à encre.

Soudez les composants dans l'ordre suivant : le potentiomètre, la résistance, les deux transistors, et terminez par les picots.

Essais de fonctionnement

Vous avez, bien entendu, correctement nettoyé le circuit à l'acétone et vérifié vos soudures. Branchez l'ampoule de 6 V-100 mA entre la sortie de l'ampli et le « + », reliez le « – » de la pile au circuit. Allumez l'ampoule en utilisant la méthode longuement expérimentée le mois dernier, c'est-à-dire en créant un courant de base par l'intermédiaire de la résistance de votre corps. Tournez le potentiomètre afin de doser ce courant de base et diminuez-le, ensuite, plus fortement, l'ampoule s'éteindra. Voici comment fonctionne le réglage de la puissance. Le fonctionnement est similaire lorsque vous tournez le « bouton de volume » de votre radio ou de votre téléviseur.

Utilisation de la plaque « fonction » ampli

L'amplificateur de courant peut se brancher indifféremment sur la plaque fonction minuterie ou sur le module clignotant, à condition de relier les deux « – » et de brancher l'entrée de l'ampli à la sortie de la fonction précédente. *N'alimentez jamais le montage tant que la charge de l'amplificateur (ampoule, relais, moteur...) ne se trouve pas connectée à la sortie.*

EXPERIMENTATIONS

Avant de poursuivre l'étude des réseaux de caractéristiques d'un transistor, nous vous proposons de faire plus ample connaissance avec les semi-conducteurs en réalisant les manipulations proposées.

Un semi-conducteur : la diode

Les diodes se présentent généralement sous la forme d'un petit cylindre sur lequel se trouve, à l'une de ses extrémités, un anneau indiquant sa cathode (K). Il s'agit, contrairement à la résistance, d'un composant polarisé (voir **fig. 13**).

Réalisation d'un circuit imprimé

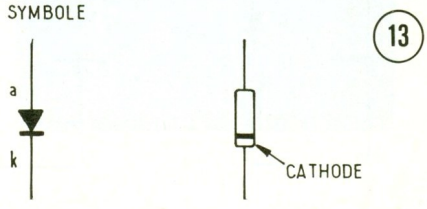
Procurez-vous une diode 1N4001. Nous redonnons à la **figure 14** les caractéristiques du petit circuit imprimé, semblable à ceux déjà réalisés pour les résistances, les condensateurs... Deux picots permettent le branchement de la diode à l'aide de fils munis de pinces « crocodile » ou bien de fils aux extrémités desquels se trouvent soudées des cosses femelles adaptées.

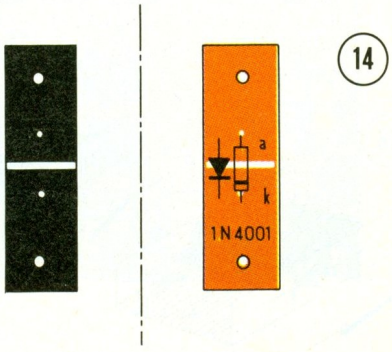
Expérimentations

- Branchez en série avec la diode 1N4001 l'ampoule de 6 V-100 mA comme l'indique la **figure 15a.** L'anode se trouve connectée au « + » de l'alimentation. Que se passe-t-il ? L'ampoule est allumée.
- Retournez la diode **(fig. 15b).** Que se passe-t-il ? L'ampoule ne s'allume plus.

Il s'agit là de la caractéristique essentielle d'une diode, qui ne laisse passer le courant que dans un sens (de l'anode vers la cathode). On peut donc comparer la diode à un interrupteur fermé lorsque le branchement est semblable à celui de la **figure 15a,** ouvert lorsque la cathode se trouve connectée au « + » **(fig. 15b).**

Nous pouvons également comparer la diode à une vanne anti-retour représentée à la **figure 16.** Celle-ci reste en effet bloquée lorsque le courant arrive par la cathode.





13/14 *L'anneau situé sur le boîtier indique la cathode / circuit imprimé et implantation de la plaque « diode ».*

• Refaites les deux manipulations précédentes en retournant l'ampoule. Le fonctionnement reste, bien entendu, inchangé car la résistance que constitue le filament de l'ampoule n'est évidemment pas polarisée.

La diode DEL

Depuis le premier volet de cette série où vous avez construit la plaque DEL lors de la réalisation de la « minuterie », vous avez dû tester, à plusieurs reprises déjà, son bon branchement. Comme pour la diode 1N4001, l'anode doit également se brancher au « + » de l'alimentation afin de rendre la DEL luminescente.

• Dans les quatre possibilités de branchement en série des deux diodes, proposées à la **figure 17**, une seule permet le passage d'un courant et donc l'illumination de la DEL. Après expérimentation, vous avez, bien sûr, trouvé qu'il s'agissait du montage « c » où l'anode de la diode 1N4001 et l'anode de la DEL sont dirigées toutes deux vers le « + ».

Remarque importante

Comme les transistors, les diodes ont des caractéristiques limites.
Diode 1N4001 : tension maximale appliquée à ses bornes : 100 V. Courant direct maximal : 1 A.
Diode DEL : courant direct maximal : 20 mA.

Remarque : une diode est un composant très fragile. Dans le sens passant, le courant direct ne doit jamais devenir trop important. Une résistance de limitation, branchée en série avec la diode, jouera ce rôle protecteur indispensable.

Pour notre diode DEL, la protection est permanente dans la mesure où la résistance de 470 Ω fait partie de la plaque. En ce qui concerne la diode 1N4001, ne la branchez surtout pas directement sur l'alimentation : elle n'est pas protégée, et vous la détruiriez aussitôt.

Le transistor

Tout transistor NPN peut se comparer à un groupement de deux diodes, comme le présente la **figure 18**. *Attention, ce schéma ne vous permettra pas de comprendre l'effet transistor.* Vous pourrez cependant noter que, pour rendre la diode Base-Emetteur passante et permettre ainsi le passage d'un courant de base, il faut que la base soit dirigée vers le « + » et l'émetteur vers le « – ». Cette représentation du transistor devient en revanche très intéressante pour les manipulations suivantes.

Vérification de l'état d'une diode avec un ohmmètre

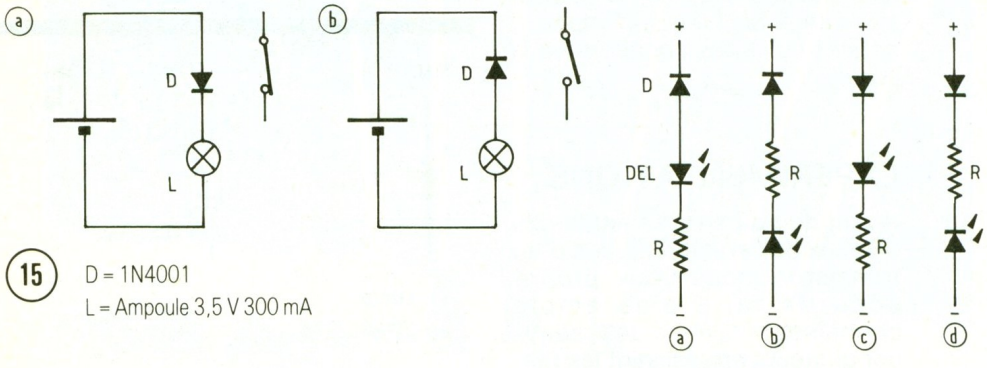
Placez votre contrôleur en position ohmmètre, sur le calibre « × 1 K », et mesurez la résistance de la diode dans les deux sens.
– Le « + » de l'ohmmètre sur la cathode et le moins sur l'anode vous donnent une *résistance infinie* car la diode se trouve polarisée dans le sens bloquant (interrupteur ouvert, **fig. 13b**).
– Retournez la diode, la *résistance a fortement diminué* (quelques kΩ) car la jonction se trouve maintenant mesurée dans le sens passant (interrupteur fermé, **fig. 15a**).

Attention : la borne « + » d'un contrôleur universel en position ohmmètre s'avère être très souvent la broche noire (c'est-à-dire le « – » d'un voltmètre) ! Vérifiez-le.

Vérification de l'état du transistor avec l'ohmmètre

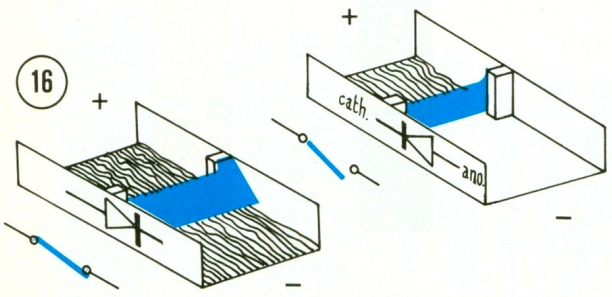
Six tests demeurent indispensables, comme pour la vérification du transistor à l'aide de l'ampoule de 6 V-100 mA. Lorsque l'ampoule s'allume, le test correspondant effectué avec l'ohmmètre doit indiquer une résistance de quelques kΩ. Si l'ampoule reste éteinte, la mesure de la résistance doit en revanche être infinie.
La **figure 8b** résume ces six manipulations. Une seule mesure de résistance différente ou un seul allumage différent de l'ampoule, et vous pouvez en conclure que votre transistor est détruit.

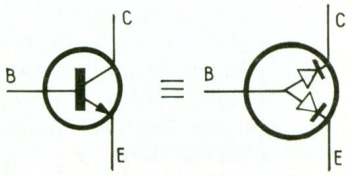
Francis Bernard
Enseignant au lycée
Pierre-Mendès-France à Tunis



15 D = 1N4001
L = Ampoule 3,5 V 300 mA

17





15 à 18

15 : *la diode joue le rôle d'un interrupteur dans le circuit*
16 : *comparaison entre la diode et un clapet « anti-retour »*
17 : *associations « série » d'une 1N4001 et d'une DEL (4 possibilités)*
18 : *assimilation d'un transistor à un groupement de 2 diodes.*

CIAO, UN LOGICIEL DE DESSIN SIMPLE ET ECONOMIQUE

Avec CIAO, CIF rend la DAO accessible à tous et particulièrement aux enseignants des collèges et lycées, qui disposent du matériel mais non des logiciels appropriés.

Simple et didactique sont les maîtres mots qui ont présidé à la conception de ce logiciel. Il ne requiert qu'un équipement de base ultra-simple, PC XT ou AT, sans souris, équipé d'une carte vidéo Hercules ou EGA (il ne fonctionne pas en CGA). Sitôt CIAO chargé, n'importe qui peut le faire tourner, il n'y a pas de prise en main.

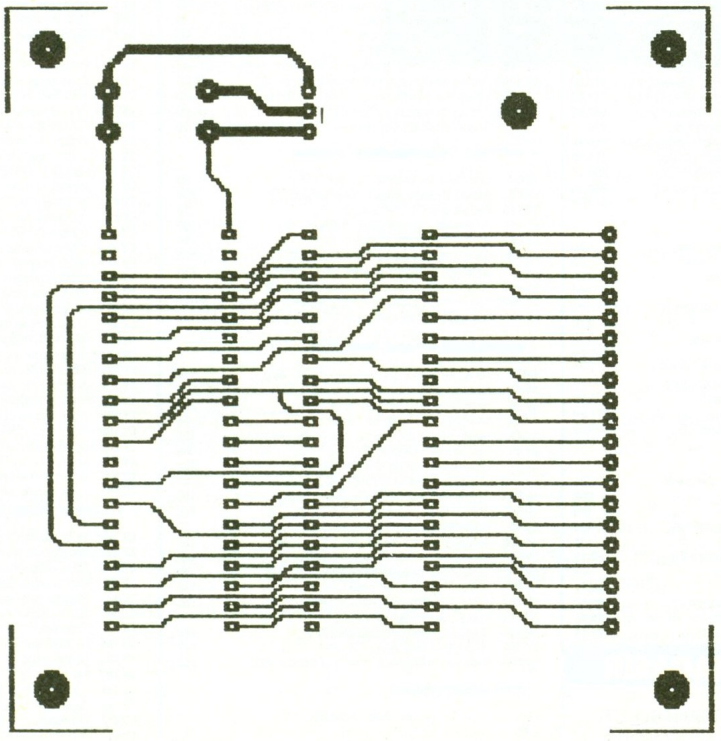
Un rappel des fonctions est présent en permanence sur la partie droite de l'écran.

Offrant six tailles de pastilles et deux largeurs de pistes, il fait pratiquement face à toutes les difficultés que l'on peut rencontrer au cours d'un routage en simple ou double face. Il n'y a évidemment pas de bibliothèque de composants ; chacun d'eux devra être dessiné sur l'écran, ce qui se réalise on ne peut plus simplement.

Tout le travail s'effectue à l'aide des touches de fonction, du pavé numérique et des flèches de positionnement, sur une grille au pas de 2,54 mm. Les déplacements en abcisse et ordonnée se font par pas ou par demi-pas, autorisant ainsi les passages difficiles.

Il sera bon, avant tout changement de couche, d'éditer sur imprimante la face qu'on vient de tracer, car le logiciel ne permet pas de visualiser les deux couches à la fois. Cette petite restriction mise à part, on peut tracer vite et bien n'importe quel circuit de difficulté moyenne. C'est infiniment plus que le prix (783 F TTC) ne le laisse supposer.

Destiné en premier lieu à l'enseignement, CIAO fera certainement de nombreux adeptes chez les amateurs d'électronique possesseurs d'un PC et d'un traceur.



1 *Un exemple de sortie (toujours à l'échelle 1) sur imprimante. CIAO peut aussi travailler avec des traceurs au standard HPG.*

Photo 1. – L'écran d'accueil.

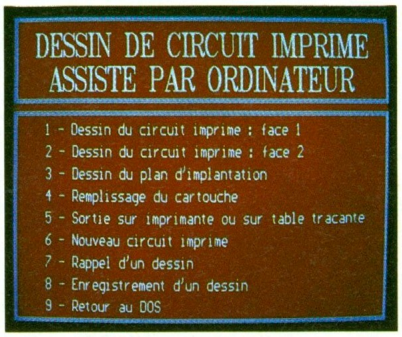


Photo 2. – Le menu principal. On sélectionne l'option choisie avec les touches du pavé numérique (1 à 9).

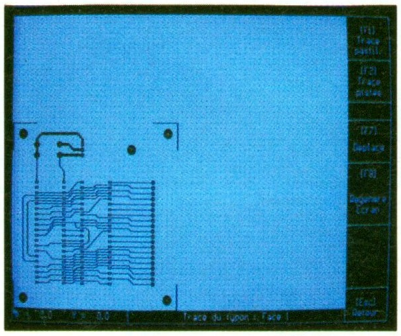


Photo 3. – L'écran de travail avec le choix des fonctions en bandeau à droite.

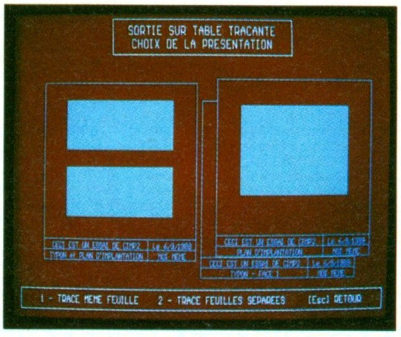
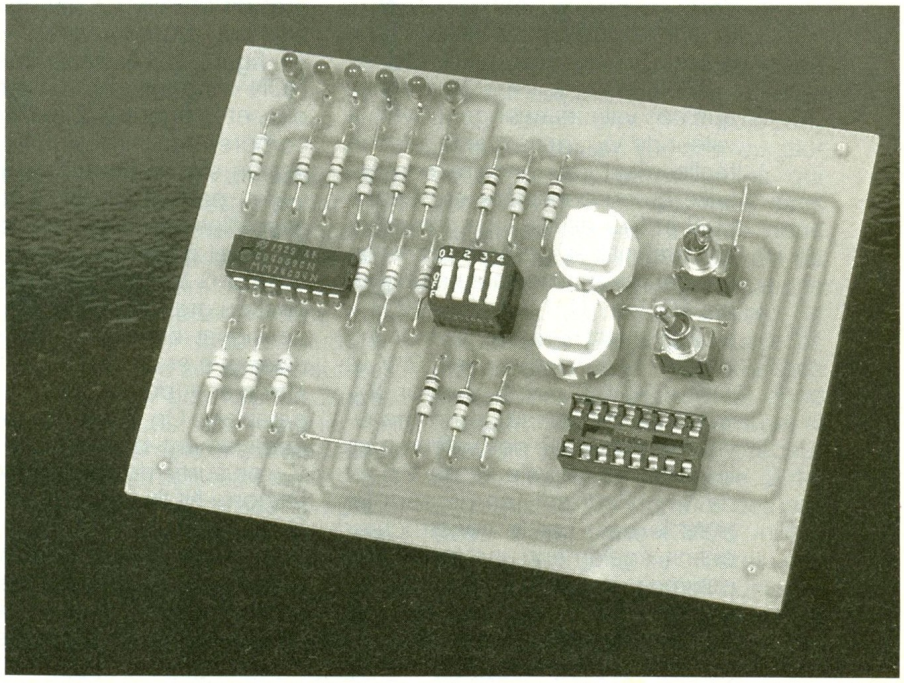


Photo 4. – Votre chef-d'œuvre terminé, il ne reste plus qu'à l'éditer sur traceur ou imprimante.

LOGIC-2

Après avoir défini un type de portes NON particulier, nous étudierons les portes OU et OU-NON, en introduisant de nouveaux théorèmes et en effectuant les manipulations utiles. Ce sera aussi l'occasion de présenter de nouveaux circuits intégrés, ainsi qu'un nouveau module. Comme ce volet s'est avéré plus long que prévu, et que le module 2 a vu ses possibilités étendues, il faudra attendre le prochain numéro pour les fiches caractéristiques des deux premier modules.



PORTE NON A SEUIL

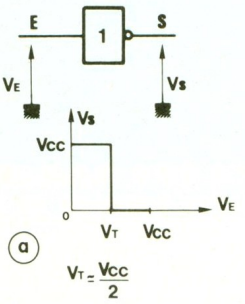
(fig. 2.1 et 2.2)

Si on trace la fonction de transfert idéalisée d'une porte NON CMOS, dont la fonction a été présentée dans le premier volet, on obtient le graphe $V_s = f(V_E)$ de la **figure 2.1a.** Normalement, vous ne connaissez que deux points : (V_E = 0 V, V_s = + V_{cc}) et V_E = + V_{cc}, V_s = 0 V) qui découlent de la fonction logique NON S = /E et des combinaisons des deux états correspondants de E et S. Physiquement, le basculement de la porte (changement d'état de la sortie) se produit à une tension particulière V_T. On la considère égale à $V_{cc}/2$ dans l'analyse théorique, pour simplifier les calculs et formules. En réalité, le basculement se produit entre 33 % et 66 % de V_{cc} (avec V_{cc} = tension d'alimentation de la porte), ce qui implique des différences pratiques, faibles toutefois car la valeur V_T est souvent proche de $V_{cc}/2$. Si la tension d'entrée V_E est inférieure à ce seuil V_T, l'état correspondant de E est interprété comme un ϕ logique, soit E = ϕ ; l'état de sortie est donc le complément (porte NON), soit S = 1 et V_s = + V_{cc}. On vérifie bien ce cas si V_E = 0 V, état ϕ idéal. Si $V_E > V_T$, l'état de E est interprété comme E = 1, donc S = /E = ϕ et V_s = 0 V. On vérifie également ce cas si V_E = + V_{cc}, état 1 idéal.

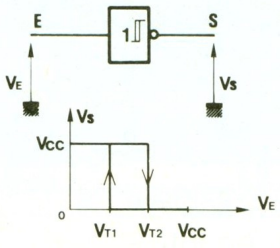
Mais il existe un type particulier de porte NON CMOS, appellées : portes NON à détection de seuils, ou inverseur « trigger ». Elles se différencient par le sigle « □ » dans le symbole, comme indiqué en **figure 2.1b.** Leur fonctionnement diffère aussi puisque la fonction de transfert fait apparaître deux seuils V_{T1} et V_{T2}, ainsi qu'un état double en sortie (V_s = 0 V ou + V_{cc}) entre ces deux seuils, cas qui n'existaient pas avec la porte NON classique.

L'évolution du signal V_e est nécessaire pour distinguer les deux cas, si la tension d'entrée V_E est comprise entre V_{T1} et V_{T2}. Démarrons donc l'analyse avec V_E = 0 V, état logique idéal E = ϕ, on obtient V_s = + V_{cc}, donc S = 1 = /E ; la tension V_E augmente, mais tant que la valeur V_{T2} n'est pas atteinte, V_s se maintient à + V_{cc} ; quand V_e atteint V_{T2} (en augmentant), la porte bascule, la sortie passe à 0 V (sens de la flèche sur le graphe), donc S = ϕ ; si V_E croît encore jusqu'à + V_{cc}, l'état de S ne change pas, et à V_E = + V_{cc}, état idéal E = 1, on a S = /E = ϕ ; la tension V_E diminue maintenant, depuis sa valeur V_{cc}, mais la sortie ne change pas d'état tant que le seuil V_{T1} n'est pas atteint ; quand V_E atteint V_{T1} (en diminuant), la tension de sortie passe à + V_{cc} (en suivant la flèche sur le graphe), la porte bascule, S = 1 ; si V_E décroît encore jusqu'à 0 V, l'état de S reste inchangé et on revient au point de départ de l'analyse. On a donc suivi le graphe caractéristique $V_s = f(V_E)$, dont les deux flèches résument le sens d'évolution pour éviter toute ambiguïté et se rappeler quel est le seuil qui sera actif selon l'évolution du signal et l'état de la sortie.

Le fonctionnement pourrait se résumer aussi ainsi : si $V_E > V_{T2}$, S = ϕ ; si $V_E < V_{T1}$, S = 1 ; si $V_{T1} < V_E < V_{T2}$, S conserve l'état



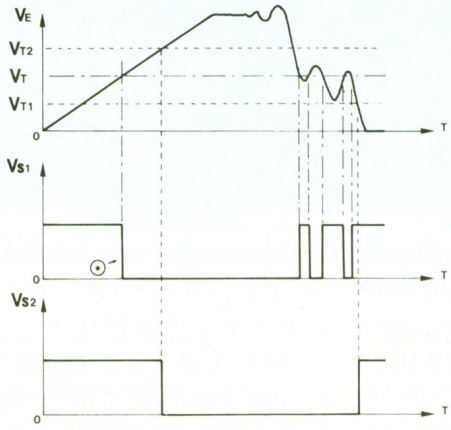
(a) $V_T = \frac{V_{CC}}{2}$

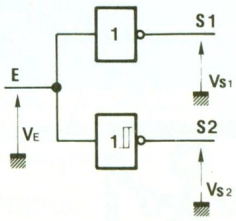


(b) $V_{T1} \simeq 1{,}9^V$ ‹CD 40106›, $1{,}5^V$ ‹74C14›

$V_{T2} \simeq 2{,}9^V$ ‹CD 40106B›, $3{,}6^V$ ‹74C14›

avec $V_{CC} = 5^V$





précédent. En théorie, on considère $V_{T1} = {}^1/_3V_{CC}$ et $V_{T2} = {}^2/_3V_{CC}$, et la figure définit les valeurs typiques des circuits 40106 et 74C14, pour V_{CC} = 5 V. Sachez que ces valeurs changent avec la valeur de V_{CC}, mais que la relation réelle n'est pas linéaire comme celle qu'on considère en théorie (1/3 et 2/3 de V_{CC}). Le constructeur définit ces paramètres selon une fourchette de valeurs (exemple 40106 : 0,9 V $\leqslant V_{T1} \leqslant$ 2,8 V et 2,2 V $\leqslant V_{T2} \leqslant$ 3,6 V pour V_{CC} = 5 V ; 2,5 V $\leqslant V_{T1} \leqslant$ 5,2 V et 4,6 V $\leqslant V_{T2} \leqslant$ 7,1 V pour V_{CC} = 10 V). On remarque un recouvrement possible des valeurs des fourchettes de valeurs de V_{T1} et de V_{T2}. Pourtant, ce ne sera jamais le cas, car le constructeur définit également une amplitude minimale entre ces deux seuils. Cette amplitude, V_{T2}-V_{T1}, se nomme hystérésis, est toujours garantie (exemple 40106 : l'hystérésis est comprise entre 0,3 V et 1,6 V à V_{CC} = 5 V et entre 1,2 V et 3,4 V pour V_{CC} = 10 V). On le considérera également égal, en théorie, à $V_{CC}/3$. Les documentations constructeurs définissent clairement ces paramètres, et il vous faudra vous y reporter pour tout complément d'information. Dans le cadre des applications de la revue, on s'affranchira de la variation de ces paramètres ; sinon, il faudra prévoir un ajustage pour garantir le respect du fonctionnement désiré (cahier des charges).

Mais quel est l'emploi d'une porte « trigger », car, hormis la présence de deux seuils, elle fonctionne exactement comme une porte NON classique, comme on a pu le remarquer, si on lui applique des états logiques idéaux, ϕ ou 1 ? Une application mixte, analogique-logique, permet de réaliser un générateur de signaux rectangulaires, comme en **figure 2.14.** Mais les portes NON-« trigger » ont un autre emploi, et la **figure 2.2** permet de le comprendre : un signal logique est un signal électrique qui peut varier parfois plutôt lentement, avec plus ou moins de parasites (bruit) et qui ne vaut pas toujours V_{CC} ou 0 V ; par exemple, le signal du graphe de V_E. On injecte ce signal dans une porte NON classique et dans une porte NON « trigger », pour effectuer la comparaison. On dispose donc respectivement des signaux V_{s1} et V_{s2} en sortie des portes NON.

La porte NON bascule à V_T, donc $S_1 = 1$ si $V_E < V_T$ et $S_1 = \phi$ si $V_E > V_T$, d'où le graphe de V_{s1}. On remarque des impulsions sur la partie droite dues aux parasites du signal V_E. La sortie est donc parasitée elle aussi, et les parasites ont l'amplitude des états logiques, ce qui est pire encore. Si le signal V_E évolue lentement, la sortie oscillera quand V_E sera proche du point de basculement V_T, d'où la zone noircie, indiquée par l'astérisque (*). C'est un cas à éviter absolument en logique séquentielle (bascules, compteurs...).

La porte NON « trigger » bascule uniquement dans les deux cas : $V_E > V_{T2}$ ou $V_E < V_{T1}$, qui impliquent respectivement $S = \phi$ ou $S = 1$. On obtient donc le graphe de V_{s2} en **figure 2.2**, sous le signal de V_{s1}. La comparaison est flagrante : il n'y a aucune impulsion parasite ou oscillation, à condition bien sûr que les parasites sur V_E ne soient pas supérieurs à l'hystérésis (partie droite du signal V_E). On rappellera l'emploi de ces portes quand on abordera la logique séquentielle, mais vous pouvez déjà les utiliser dès que votre signal est « parasité », en remplacement de portes NON standards.

La détection de seuils (V_{T1}, V_{T2}) n'est pas propre uniquement aux portes NON. Le symbole « □ » permettra de distinguer une entrée « trigger » d'une autre, quand il est placé à côté de l'entrée. Placé à côté du repère qui désigne la fonction (1 □), il indique que toutes les entrées de la fonction sont de ce type. Donc, sans le symbole du « trigger » (qui est d'ailleurs une image complémentaire de sa fonction de transfert), la porte bascule au seuil unique V_T. On conclura sur les portes à seuil dans le prochain volet avec les portes ET-NON.

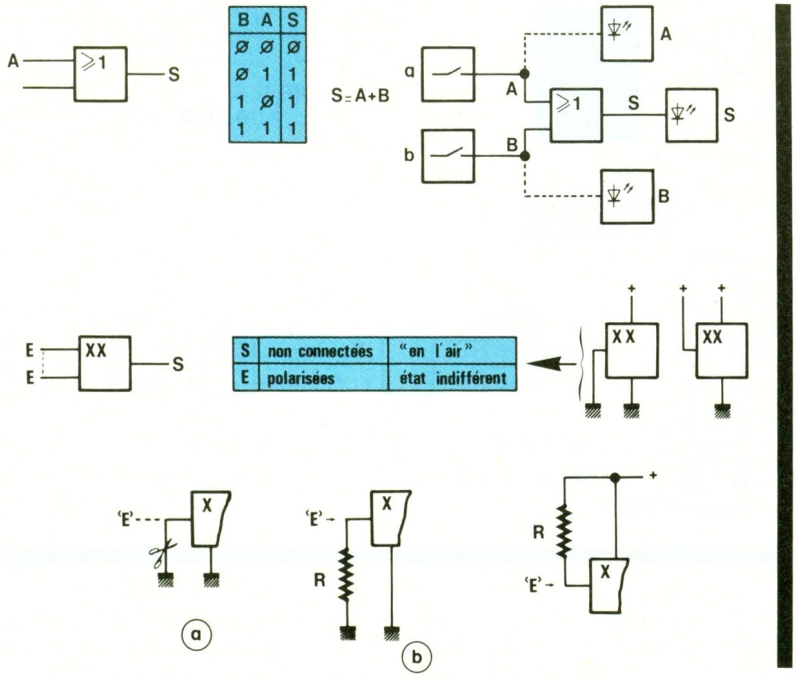
PORTE OU (fig. 2.3)

La figure présente le symbole, la table de vérité, l'équation logique et le schéma de manipulation pour une porte OU (« OR » en anglais) à deux entrées, A et B, la sortie étant S. Le principe du OU logique a été défini en **figure 1.4a,** mais on va le détailler. On a deux entrées, donc quatre combinaisons possibles : en effet, chaque entrée peut prendre deux valeurs ϕ ou 1 ; ainsi quand $A = \phi$, B peut être à ϕ ou 1, et de même quand A = 1, B peut prendre les valeurs $B = \phi$ ou B = 1, ce qui fait bien quatre cas. Dans le cas général, il est simple de déterminer le nombre de combinaisons des variables d'entrées car, en logique à deux états, il y aura 2^n combinaisons pour n variables d'entrées. La fonction OU décrite à deux entrées présente donc 2^2 = 4 combinaisons, ce qui vérifie

3
Porte OU.

4
Portes libres.

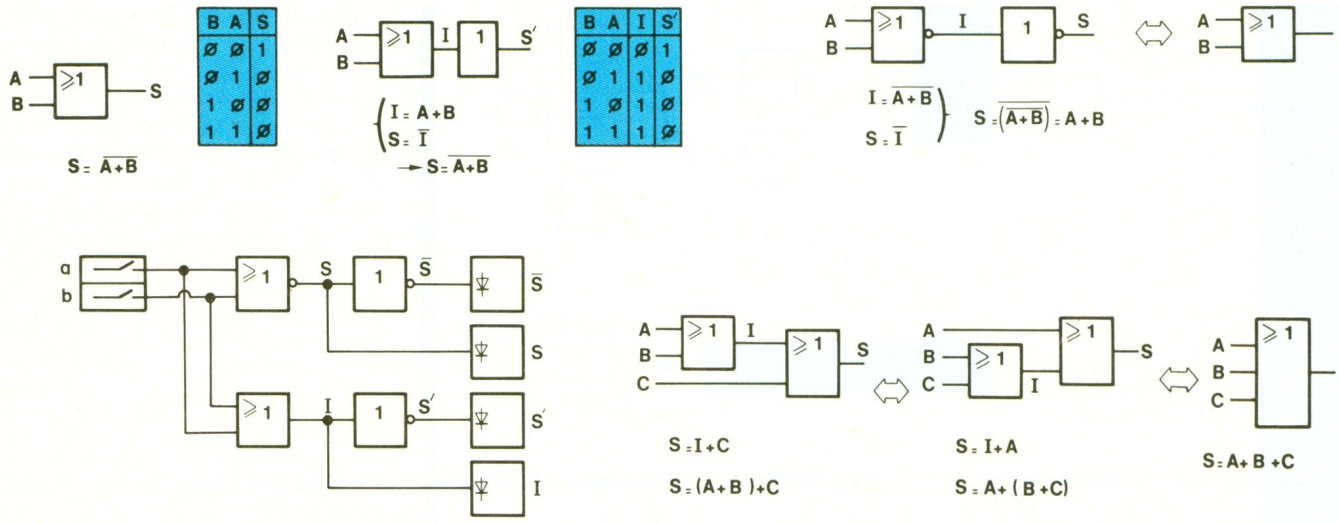
5
Entrées réservées.



notre résultat obtenu de manière intuitive.
Si A = ϕ, B = ϕ, alors S = ϕ. Si A = 1, B = ϕ, mais aussi A = ϕ, B = 1 et A = 1, B = 1, la sortie S = 1. En interprétant, S = ϕ si les entrées A et B sont toutes deux à ϕ ; et S = 1 si A = 1 OU si B = 1 OU si A et B sont à 1, ce qui se traduit par la table de vérité indiquée. Les variables A et B sont interverties dans la présentation de la table de vérité, pour rester compatible avec une écriture définie par le comptage binaire (on y reviendra). Il y a deux manières de se rappeler facilement cette table de vérité : la première, S = 1 dès qu'au moins une des entrées est à 1, ou la seconde, S = ϕ si toutes les entrées sont à ϕ. Résultats que l'on retrouve aisément en pensant comme à la **figure 1.4.** L'équation logique est S = A + B.
Si on intervertit les entrées A et B, l'état de sortie reste identique à la table de vérité précédemment définie. On vient donc d'énoncer une première loi qui est la commutativité, soit S = A + B = B + A. De même, les parenthèses sont inutiles, S = (A + B) = (A) + (B) + A + B ; c'est la loi d'associativité. Ces deux lois sont utiles dès qu'on raisonne algébriquement, ce qui est nécessaire pour toute conception logique.
Comme pour toutes les fonctions qui sont déjà (ou seront) décrites dans cette initiation à la logique, il est nécessaire de retenir les tables de vérité (ou de pouvoir les retrouver aisément), équations, lois et particularités des fonctions de base, car, l'analyse étant progressive, elle fera de plus en plus appel à des phénomènes déjà définis, et l'analyse se compliquera très vite si elle ne peut pas faire appel à des connaissances déjà acquises. En logique, un montage complexe est une association de structures simples, qui utilise des théorèmes simples, mais dont l'ampleur rend l'analyse difficile, à moins de connaître les caractéristiques et associations de montages de base. Vous constaterez que toute la série et la logique en elle-même résident en quelques connaissances et beaucoup de méthodes.
La figure propose également le schéma de montage de la manipulation à entreprendre pour vérifier le fonctionnement de la porte OU. Vous utilisez désormais le module LO1 (réalisation dans le précédent numéro), pour définir les entrées A et B (avec K_7 et K_8, par exemple) et pour visualiser la sortie S et éventuellement les entrées A et B (éventuellement, car la position des interrupteurs définit déjà leur état). Les DEL seront éclairées pour les états 1 des variables, d'entrée (A,B) ou de sortie (S), mesurées. La DEL de la sortie s'allumera pour les états 1 de la table de vérité, donc pour les trois combinaisons de A et B : ϕ1, 1ϕ et 11. Vous utiliserez une des quatre portes NON du circuit 4071 (brochage en **fig. 2.13**), sans oublier de l'alimenter à la même alimentation que LO1, en 5 V, 12 V ou 15 V indifféremment. Si la table de vérité est vérifiée, vous avez pu observer le fonctionnement d'une porte OU. Répétez l'opération sur les autres portes du circuit et vérifiez leur fonctionnement. Si la table de vérité n'est pas vérifiée, une des portes du circuit est défectueuse, à moins d'une erreur de câblage (mais vous aurez alors pris soin de vérifier votre câblage). Vous pouvez donc vérifier vos circuits tout en vous appropriant une méthode de mise en œuvre, de vérification et donc de test.

PORTES LIBRES (fig. 2.4)

Il convient de faire maintenant une remarque importante. Quand vous faites une manipulation, vous l'effectuez sur une ou plusieurs portes parmi celles qui composent le circuit, mais sans les utiliser toutes. Il reste donc des portes inutilisées. Il en est de même dans certaines réalisations pratiques, car il est fréquent de ne pas avoir besoin de toutes les portes d'un circuit. Comme ces portes sont de type CMOS, donc à haute impédance d'entrée, il convient d'observer les précautions résumées en **figure 2.4** : quel que soit le nombre des entrées d'une porte CMOS inutilisée, il faut polariser toutes ses entrées à un potentiel quelconque (différent de V_T !) et laisser la sortie de la porte non connectée puisque inutilisée. L'état des entrées étant indifférent car la sortie n'est pas utilisée, le plus simple est de relier les entrées à l'alimentation, 0 V ou V_{CC}. En pratique, il arrive parfois d'utiliser la sortie d'une porte inutilisée, dont l'état est donc fixé car les entrées sont définies, pour polariser les entrées d'autres portes, tout en simplifiant le câblage imprimé.
Ainsi pour la manipulation précédente, si vous utilisiez la première porte, A = broche 1, B = broche 2, S = broche 3, il faut connecter les broches 5, 6, 8, 9, 12, 13 indifféremment au 0 V ou V_{CC}. Il en sera de même dans toutes les manipulations, car on ne le rappellera plus.
Cette précaution évite aux portes inutilisées de basculer toutes seules, ce qui *a priori* est sans effet sur les autres portes. En fait, des parasites peuvent se réper-



cuter sur les autres portes *via* l'alimentation, car la particularité d'une porte CMOS est l'appel de courant au moment de la commutation (ce qui justifie souvent un condensateur de découplage de 10 nF à 0,1 µF céramique, au plus près des broches d'alimentation de chaque circuit, que vous pouvez câbler aussi en manipulation, bien que non représenté). En polarisant les entrées des portes inutilisées, on s'affranchit de ce problème, tout en diminuant pour la même raison la consommation du circuit. Pour vous convaincre de la nécessité de polariser une entrée, connectez la sortie d'une porte OU à l'oscilloscope et laissez les entrées en l'air. Si vous approchez la main du circuit, si vous touchez les entrées libres, ou même parfois si les parasites sont suffisants, vous verrez le signal de sortie basculer et la porte osciller, défaut qui disparaît avec la polarisation des entrées (voici aussi pourquoi une porte CMOS permet de réaliser facilement des touches sensitives !)

ENTREES RESERVEES (fig. 2.5)

On sait maintenant qu'il faut polariser les entrées non utilisées, mais il est intéressant d'y ajouter une autre remarque pratique. Quand on réalise un montage soi-même, il peut arriver de faire une erreur et de la corriger pendant la mise au point du prototype, en utilisant une porte libre ou en modifiant le câblage d'une entrée logique. Cela se traduit par la coupure d'une piste du circuit imprimé et du câblage correct de l'entrée **(fig. 2.5a)**.

Si on polarise l'entrée par une résistance R, comme en **figure 2.5b,** l'état de E est également défini (E = ϕ), mais il est maintenant très simple de le modifier. Il suffit d'appliquer V_{CC} en E pour changer son état. Le résistor R fixe l'état de E, tant qu'aucun signal n'est appliqué en E. Il est bien sûr possible de relier le résistor à V_{CC}, pour fixer l'état normal au 1 logique. Voici pourquoi certains schémas insèrent des résistances à l'entrée de portes : elles définissent un état de repos, modifiable le cas échéant.

Il peut aussi arriver qu'un schéma utilise un résistor en série, entre une sortie et l'entrée, de deux portes. L'avantage est de pouvoir modifier l'état de l'entrée de la porte, sans faire de court-circuit sur la porte dont on utilise une sortie. Une autre utilisation de la résistance, en série avec l'entrée, est la protection de cette entrée, comme c'est le cas pour les entrées de visualisation du module LO1.

PORTES OU-NON (fig. 2.6)

Le symbole, la table de vérité et l'équation sont définis sur la figure. La porte OU-NON, « NOR » en anglais, se différencie de la porte OU par le rond sur sa sortie, rond qui désigne la complémentation. Il est donc aisé de se douter des états de sortie de la porte OU-NON en faisant l'analogie avec la porte OU. Comme précédemment, l'analyse utilise une porte à deux entrées A et B et une sortie S. La table de vérité définit toutes les combinaisons de A et B, soit $2^2 = 4$ (car il y a deux entrées), avec l'état de S correspondant. Si A = ϕ B = ϕ, on a le cas unique où S = 1, ce qui est normal par la relation OU intrinsèque, complémentée. Pour A = 1 B = ϕ, A = ϕ B = 1 et A = 1 B = 1, la sortie reste à 0. On constate que S = 1 quand toutes les entrées sont à ϕ, et nécessairement que S = ϕ dès qu'une entrée est à 1. La manipulation peut s'effectuer comme en **figure 2.3,** bien que les manipulations des **figures 2.7.** et **2.11** permettent aussi de vérifier le fonctionnement de la porte OU-NON.

Si on se reporte à l'analyse de la **figure 2.3,** on remarque que les résultats en sortie d'une porte OU et OU-NON sont complémentaires, comme laissait l'envisager le symbole. C'est d'ailleurs la raison de l'appellation « OU-NON », remplacée parfois par « NON-OU » par analogie avec le terme américain « NOR », abréviation de « NOT-OR ».

L'équation algébrique S = /(A + B) indique clairement la complémentation par rapport à la porte OU.

Ces remarques permettent donc la réalisation de portes OU-NON avec l'association d'une porte OU et d'une porte NON, comme présenté sur la **figure 2.6.** La table de vérité est double : d'une part, A, B et I (entrées et sortie de la porte OU), d'autre part I et S' (entrée, sortie de la porte NON). On obtient I par la relation (A+B), en reprenant la table de vérité de la porte OU. On obtient S' en complémentant chacun

des quatre cas de I énoncés, ou plus simplement, quand I = ϕ, S' = 1 et, quand I = 1, S' = ϕ.
La manipulation de la **figure 2.7** permet de vérifier cette correspondance, ainsi que l'autre association implicite (porte OU-NON et porte NON). Il est nécessaire d'utiliser trois circuits pour cette mise en œuvre : un 4069 pour les portes NON, un 4071 pour la porte OU et un 4001 pour la porte OU-NON. N'oubliez pas de polariser les entrées de toutes les portes inutilisées. Le module LO1 permet de générer les états appliqués en A et B, et de visualiser les états des sorties. On observe les états identiques de S et de S', soit S = S' = /(A + B). On vient de prouver, pratiquement, qu'une porte OU-NON peut aussi se réaliser en associant une porte OU et une porte NON.

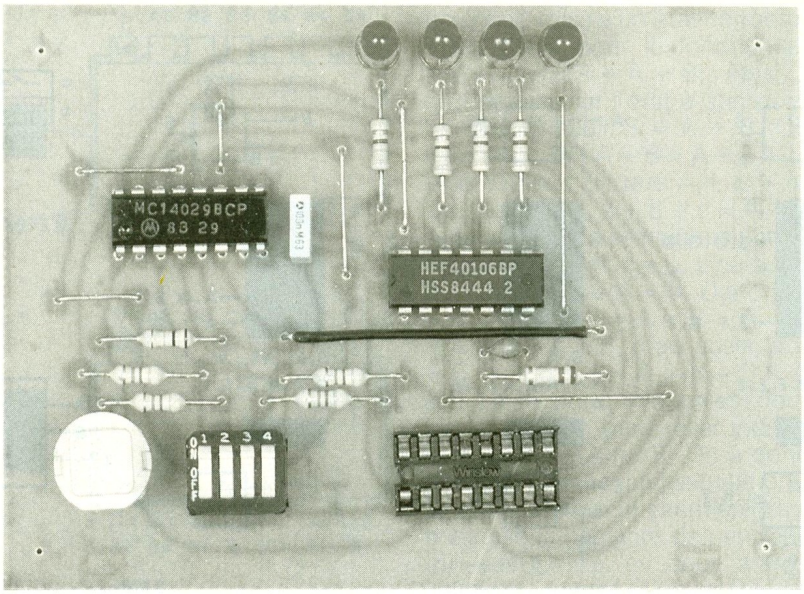


Photo 2. – Vue du module Logique 1 réalisé dans le premier volet de cette série.

REMARQUE (fig. 2.8)

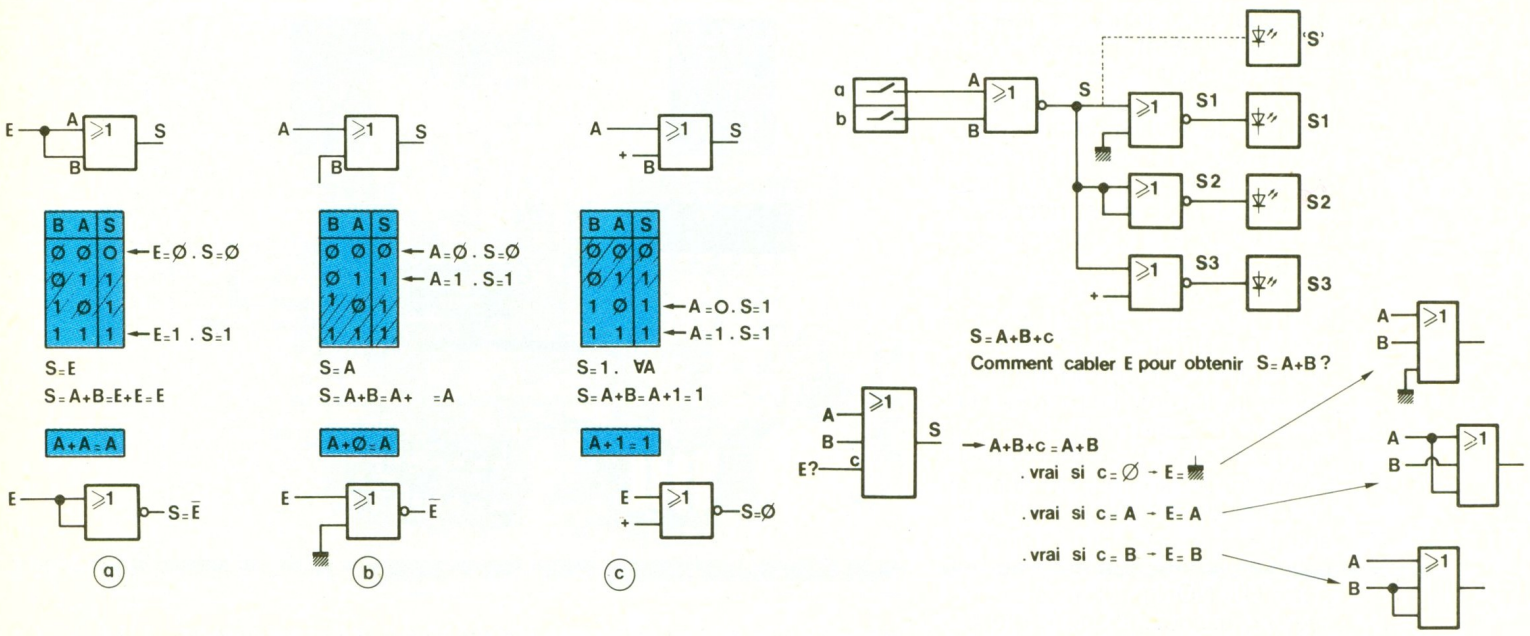
Mais il en est de même pour les sorties /S et I, qui sont d'ailleurs le complément des sorties précédentes ; on vérifie donc /S = //(A + B) = A + B = I, par la même manipulation. On peut aussi réaliser une porte OU en associant une porte OU-NON et une porte NON, ce que détaille la **figure 2.8.** Cette remarque est importante, car on remplacera fréquemment une porte par son équivalence pour optimiser le nombre de circuits logiques différents.
En conclusion, il faut retenir qu'une porte OU peut se remplacer par l'association d'une porte OU-NON et d'une porte NON, mais aussi qu'une porte OU-NON peut se réaliser en associant une porte OU et une porte NON.

ASSOCIATIONS (fig. 2.9)

On n'a utilisé, comme support de manipulation sur la fonction OU, que des portes à deux entrées, mais on aurait pu utiliser des portes avec plus d'entrées, qui existent d'ailleurs intégrées. L'analyse qui suit permet de définir la loi d'associativité logique pour la relation OU.
La première solution réalise d'abord, avec la porte gauche, I = A + B, et ensuite, avec la porte droite, S = I + C, soit S = (A + B) + C. La seconde solution effectue d'abord I = B + C, puis S = I + A, soit S = A + (B + C). La troisième solution utilise une porte OU à trois entrées, donc S = A + B + C aussitôt. En effectuant la table de vérité des deux premières solutions pour chacune des huit combinaisons de A, B, C, on remarque que S = ϕ seulement si toutes les entrées sont à ϕ, et que S = 1 si au moins une entrée est à l'état 1, ce qui est bien le cas de la relation OU. Les sorties des trois montages sont identiques pour chacune des combinaisons de A, B et C. L'associativité est ainsi définie : S = A + (B + C) = (A + B) + C = (A + C) + B = (A + B + C) = A + B + C ! On peut donc se dispenser des parenthèses, s'il n'y a pas d'ambiguïté lors de l'écriture de l'équation. Il faut noter que le texte utilise souvent les parenthèses, puisqu'il utilise le même langage que les outils informatiques et que les calculatrices logiques. En cas de doute, comparez avec l'écriture adoptée sur les figures.
Le meilleur moyen de vous convaincre de cette loi est d'effectuer la manipulation en connectant aux trois schémas proposés le module LO1 pour définir les entrées et visualiser les sorties. Un circuit 4071 convient pour vérifier les deux premières solutions en même temps, et un 4075 pour le troisième montage. Cinq DEL du module LO1 permettront de vérifier l'analogie des trois montages en même temps, en visualisant les signaux I et S des premiers montages ainsi que la sortie du troisième. Les portes OU intégrées sont limitées à 2, 3 ou 4 entrées, comme vous le constaterez en **figure 2.13**, d'où l'utilité du montage associatif pour réaliser des portes OU avec plus d'entrées.
Attention, cette association n'est pas valable pour les portes OU-NON. La vérification algébrique se fera plus tard, lors de l'introduction des théorèmes utiles. Mais vous pouvez essayer la manipulation pour vous en convaincre.

LOIS ASSOCIEES (fig. 2.10)

Il existe plusieurs lois qui permettent de simplifier une équation algébriquement, et, concrètement, d'utiliser une porte OU pour réaliser une autre fonction, en l'occurrence les relations OUI ou CONSTANTE (état 1 permanent).
En **figure 2.10a**, on relie les entrées ensemble, soit E l'entrée commune. Si E = ϕ, on a A = ϕ et B = ϕ et donc S = ϕ. Si E = B, alors A = 1, B = 1 et S = 1. On se limite ainsi aux deux lignes non hachurées de la table de vérité, ce qui se résume par E = ϕ → S = ϕ et E = 1 → S = 1, donc une relation OUI entre E et S, soit S = E. Algébriquement, on introduit la première loi : on définit E = A = B par le câblage, et S = A + B par la porte OU ; on observe S= E, donc S = A + B = E + E = E. La loi, dans le cas général, pour une variable A, est : A + A = A.



De même, A + A + A +... = A, en utilisant cette même loi. Si on utilise une porte OU-NON en place de la porte OU, pour E = ϕ, S = 1 et pour E = 1, S = ϕ, donc S = /E et on effectue la fonction NON. On peut donc réaliser une porte OUI avec une porte OU en reliant ensemble ses entrées, et une porte NON de la même manière, en utilisant une porte OU-NON, au lieu de la porte OU. On a utilisé, pour exemple, le cas de portes à deux entrées, mais la loi et le principe s'appliquent aussi pour des portes à n entrées, en les reliant toutes ensemble.

En **figure 2.10b**, on relie une entrée, par exemple B, à la masse, et on utilise l'autre comme entrée du montage, soit A. Si A = ϕ, S = ϕ car B = ϕ. si A = 1, S = 1 car B = ϕ (en fait B importe peu si A = 1). Ces deux cas se retrouvent dans la table de vérité, dont on a hachuré les cas exclus (B = 1), puisque c'est impossible par le câblage effectué. On constate à nouveau la réalisation d'une porte OUI avec une porte NON, et on définit la seconde loi A + ϕ = A car S = A + B = A + ϕ et S = A. De même, une porte OU-NON réalise une porte NON pour le même montage. Pour le vérifier, on hachure les lignes de la table de vérité de la OU-NON pour laquelle l'entrée vaut ϕ, et on observe E = ϕ S = 1 et E = 1 S = ϕ, soit S = /E. Si on utilise des portes à plus de deux entrées, il faut que toutes les entrées sauf une soient à la masse pour réaliser la fonction NON sur l'entrée restante, mais on pourrait également relier certaines entrées ensemble (première loi) et connecter les autres à la masse (seconde loi). La **figure 2.12** apportera un complément à ces deux montages quand on emploie des portes de plus de deux entrées.

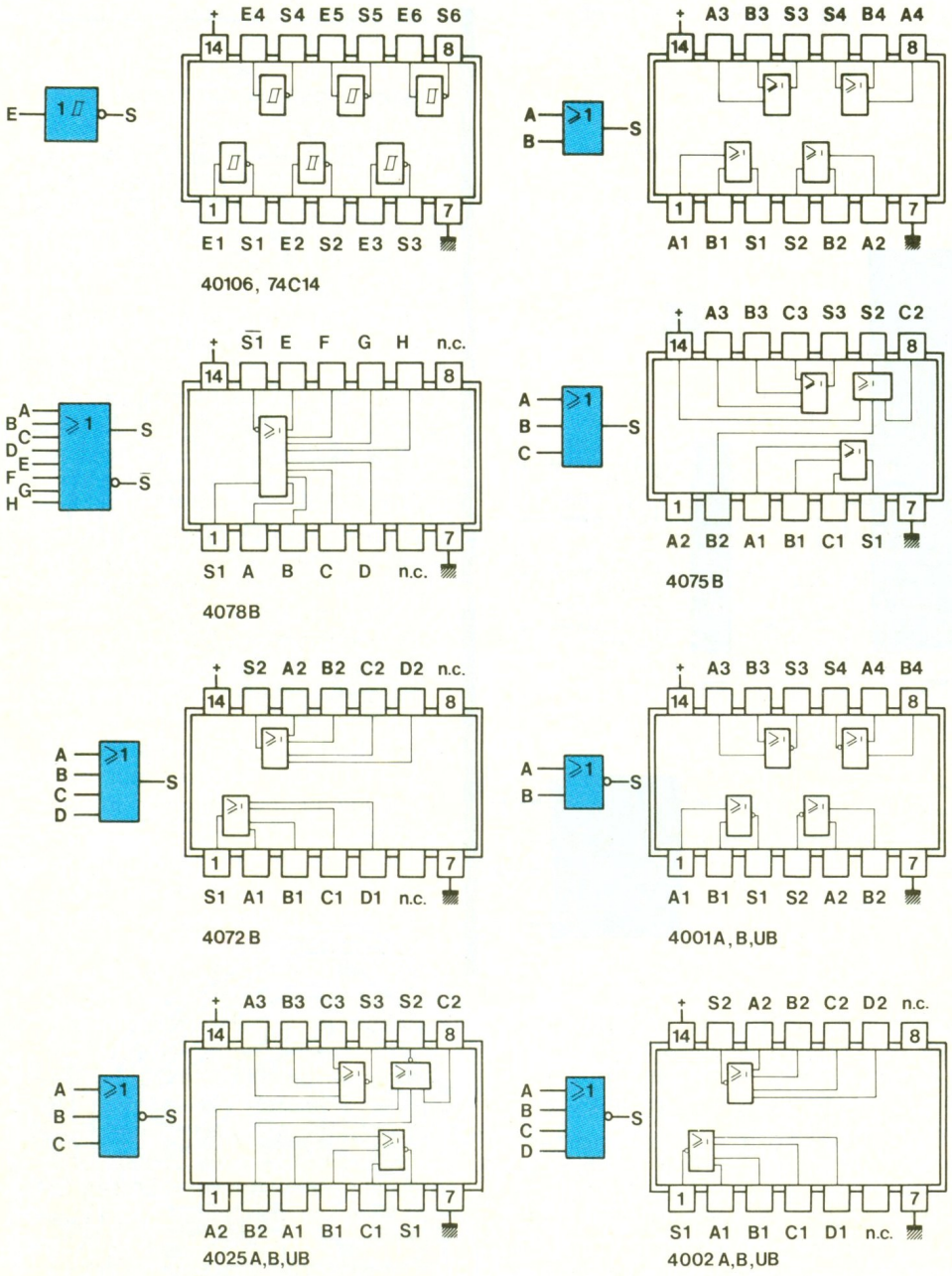
En **figure 2.10c**, on relie une entrée au $+V_{CC}$, donc au 1 logique, la table de vérité se résume à deux lignes (B = 1). On constate que, quel que soit l'état de l'entrée A, la sortie est à 1, fonction CONSTANTE logique, ce qui découle de la fonction OU car la sortie n'est à ϕ, que si toutes les entrées sont à ϕ. On en déduit donc la loi A + 1 = 1 car S = A + B = A + 1 = 1. Avec une porte OU-NON, S = ϕ car on a alors le complément. Si on a plus de deux entrées, il suffit d'en mettre une à 1 pour que la sortie reste à 1 dans le cas de la porte OU, ou ϕ pour une porte OU-NON.

VERIFICATION
(fig. 2.11)

En **figure 2.11**, on propose un schéma de montage pour effectuer la synthèse et vérifier ces différentes lois avec des portes OU-NON du schéma. Deux interrupteurs définissent A et B pour vérifier la table de vérité de la OU-NON, en visualisant la sortie S. Pour vérifier les trois lois, il suffira de manœuvrer A et B pour faire changer S et visualiser S_1, S_2 et S_3. Vous constaterez que S = 1 seulement si A = B = ϕ, et S = ϕ dans les autres cas. Pour vérifier les sorties S_1, S_2 et S_3, il suffira donc, par exemple, de fixer B = ϕ et d'agir sur A pour changer S, dont l'état est d'ailleurs également visualisé. Vous devez alors vérifier que S_1, ainsi que S_2, sont complémentaires à S et que S_3 est toujours à ϕ. Vous vérifierez donc aussi l'application des trois lois dans le cas pratique de portes OU-NON. Ainsi, S_1 = /(S + ϕ) = / S, S_2 = /(S + S) = /(S) = /S et S_3 = /(1 + S) = /(1) = ϕ.

Pour compléter l'analyse proposée et bien maîtriser les portes OU et OU-NON, ainsi que les lois associées, vous pouvez refaire la manipulation avec des portes OU, en remplaçant le 4001 par un 4071. Vous pouvez aussi refaire l'analyse théorique de ces lois, avec une porte OU-NON, pour vérifier les résultats exposés de manière implicite. Et vous pourrez enfin refaire ces manipulations avec des portes à plus de deux d'entrées.

Après ces remarques et la vérification pratique de ces lois logiques, il devrait vous être possible de refaire facilement la manipulation de la **figure 2.7**, en n'utilisant que deux circuits, un 4001 et un 4071. Il suffira de remplacer les portes NON par leurs homologues à portes OU-NON. Il faut vous rappeler, et la manipulation l'a démontré, qu'il n'est pas possible de réaliser une porte NON en utilisant ces lois ou en associant des portes OU, de la même manière qu'il était impos-



sible de réaliser une porte NON avec une association de portes OUI...

ENTREE LIBRE

(fig. 2.12)

C'est un complément de la suggestion précédente, mais c'est surtout un problème pratique très courant. Votre montage utilise, par exemple, deux portes OU à trois entrées et une porte OU à deux entrées. La solution bête est d'utiliser un 4071 et un 4075 avec des portes inutilisées. La solution est « bête », car en optimisant, on peut utiliser un seul circuit. Cette optimisation découle de l'analyse de la valeur, puisque cette réflexion se traduit par une diminution du coût du montage. Il faut donc réaliser une porte OU deux entrées avec la porte OU trois entrées libre.

Pour trouver la solution, il faut raisonner algébriquement, en nous aidant des lois et théorèmes introduits. On a une porte trois entrées (a, b, c), et on veut réaliser S = A + B. Une entrée sera donc A, la seconde B, et il reste une entrée libre, soit l'entrée c, indiquée sur la figure. Pas question d'appliquer la remarque de la **figure 2.4**, car la porte est utilisée. Il y a une entrée libre, et il faut la polariser, mais à un état correctement défini pour le fonctionnement voulu (S = A + B). Ainsi, il faut déterminer l'état à appliquer en c pour avoir S = A + B. On veut donc S = A + B = A + B + c. Une loi nous dit que A + ϕ = A. Donc si c = ϕ, A + B + c = A + B + ϕ = A + B. La première solution est donc de fixer c = ϕ. Une autre loi implique A + A = A. Donc si c = A, A + B + c = A + B + A = A + A + B = A + B, mais aussi, si c = B, A + B + c = A + B + B = A + B. La seconde solution est double, puisqu'on peut relier indifféremment c à A ou B. On a donc trois possibilités. La pratique préférera toutefois la première (qui minimise la capacité des entrées utilisées), mais les deux autres solutions seront plus pratiques pour la recherche d'implantation et largement suffisantes pour rester dans le cadre de la revue (on néglige cette capacité d'entrée qui n'intervient qu'aux fréquences élevées).

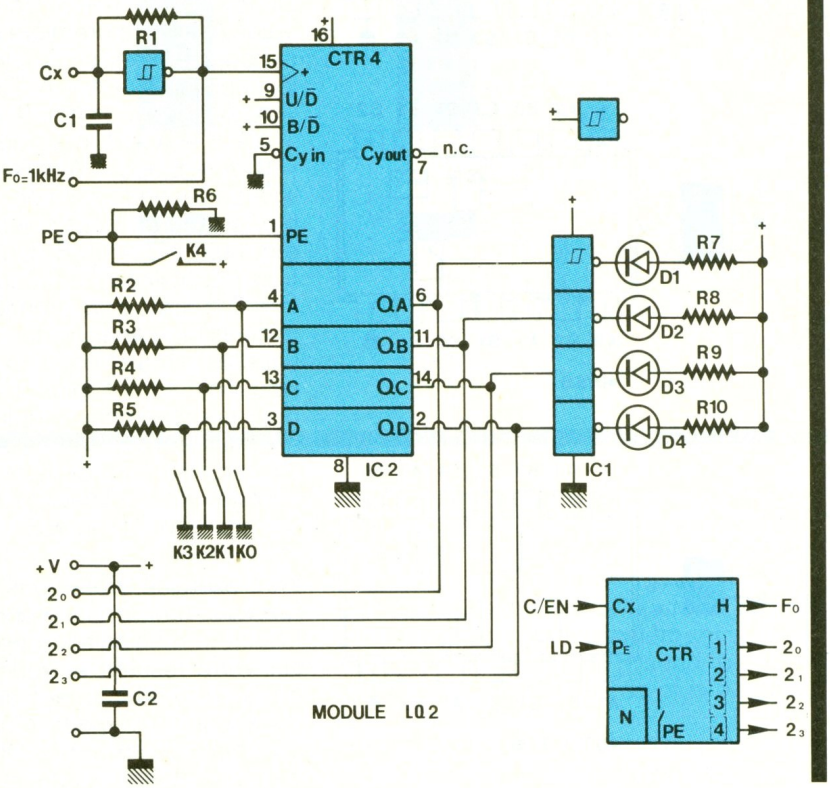
Petit exercice, dont vous trouverez vous-mêmes la réponse, en faisant la manipulation pour vérifier votre résultat et vous guider en cas d'erreur. Il faut proposer deux solutions pour réaliser le schéma de deux portes OU, l'une à deux entrées, l'autre à quatre entrées avec un seul circuit. Pour vous aider, la première solution, utilise la 4071, la seconde le 4072.

CIRCUITS

(fig. 2.13)

Le tableau de la figure présente tous les types de circuits CMOS disponibles réalisant les fonctions décrites, en se limitant à la série 4xxx car ils sont les plus employés et ont détrôné les 74Cxx (que remplacent très bien les HC/HCT d'ailleurs). On ne présentera les 74Cxx que si l'équivalence n'existe pas en 4xxx. Sinon, reportez-vous dans un catalogue ou « data-book » pour connaître les équivalences et brochages, pas nécessairement identiques (ex. : 74C02 # 4001), des circuits disponibles en 74Cxx. Si vous voulez plus de détails sur les circuits proposés, faites l'acquisition d'un data-book CMOS (de chez N.S. ou GERCA de préférence) si vous envisagez beaucoup d'aplications, ou sinon demandez les photocopies des pages qui vous intéressent à votre revendeur.

R_1 : 680 kΩ (bleu, gris, jaune)
R_2 à R_5 : 47 kΩ (jaune, violet, orange)
R_6 : 100 kΩ (marron, noir, jaune)
R_7 à R_{10} : 330 Ω 1/2 W (orange, orange, marron)
R_{11} : 1 MΩ (marron, noir, vert)
C_1 : 1 nF
C_2 : 0,1 µF
C_3 : 0,22 µF
IC_1 : 40.106
IC_2 : 40.29
K_1 à K_3 : DIPswitch 4 c.
K_4 : poussoir



Hormis les portes ET-NON, les seules portes à seuils (« trigger ») sont les portes NON. Il existe deux références, 40106B ou 74C14, et souvent les circuits sont marqués avec ces deux références car totalement compatibles. Ils intègrent six portes NON « trigger ».
Les portes OU sont limitées à deux, trois ou quatre entrées. Ainsi le 4071B intègre quatre portes OU à deux entrées, le 4075B trois portes OU à trois entrées et le 4072B deux portes OU à quatre entrées. Les manipulations permettront de définir le cas échéant de ces portes à plus de deux entrées, bien que le résultat soit implicite en suivant l'analyse proposée.
Les portes OU-NON sont limitées à deux, trois, quatre ou huit entrées. Ainsi le 4001, très connu, intègre quatre portes à deux entrées, le 4025B trois portes à trois entrées, le 4002 deux portes à quatre entrées et le 4078B une porte à huit entrées.
Les quantités de circuits à approvisionner pour votre stock seront :

40106B × 10	4001B × 10
4071B × 2	4075B × 1
4025B × 1	4072B × 1
4002B × 1	4078B × 1

On note que les portes OU n'existent qu'en version 4xxxB, ce qui est normal car leur emploi se justifie souvent par un rôle de remise en forme qui privilégie la version amplifiée (« buffer »). Comme pour le premier volet, il est utile d'effectuer les manipulations indiquées avec tous les circuits proposés dans le tableau ; ainsi la mise en œuvre de ces circuits ne posera plus de problèmes, et il vous sera plus aisé de réaliser les manipulations des volets suivants. Il y a certaines méthodes à adopter pour qu'elles deviennent des réactions « réflexes », et le meilleur moyen est de répéter l'application de ces méthodes.

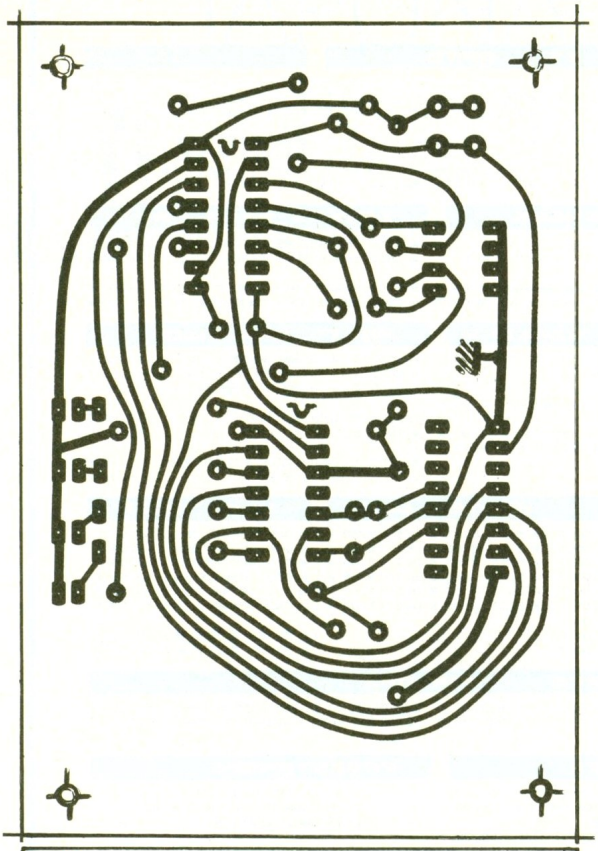
MODULE LO2
(fig. 2.14)

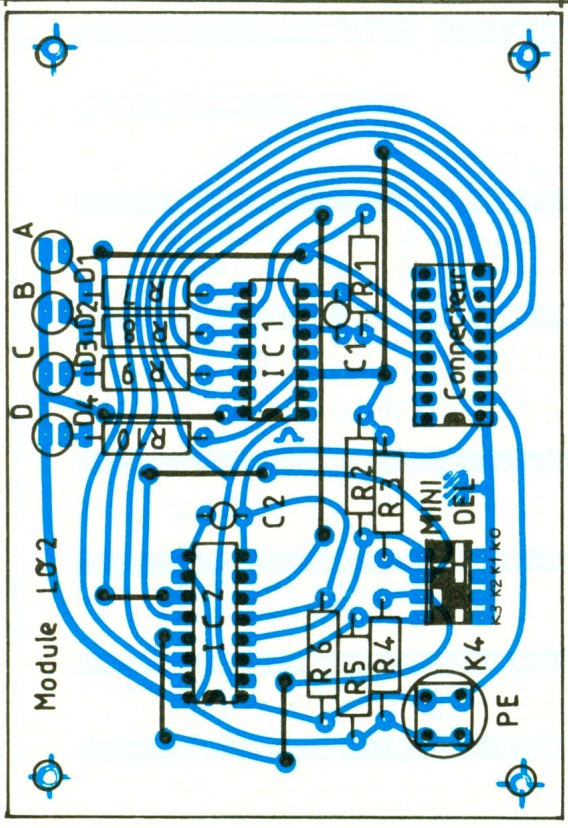
Ce second module est un générateur de combinaisons automatique ou manuel. Quand vous vérifiez une porte logique, ou une association de portes, vous devez manœuvrer les interrupteurs du module LO1 pour vérifier les combinaisons de la table de vérité. Ce nouveau module va permettre d'effectuer ces manœuvres à votre place, automatiquement, à une cadence que vous déciderez, ou manuellement, et ce pour quatre variables.

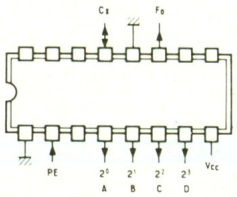
Les quatre sorties qui génèrent les combinaisons sont nommées 2^0, 2^1, 2^2, 2^3, et leur état respectif est visualisé sur quatre diodes DEL D_1, D_2, D_3, et D_4. Les résistances R_7, R_8, R_9 et R_{10} limitent le courant qui traverse chaque DEL à 10 mA à V_{cc} = 5 V (environ 30 mA si V_{cc} = 15 V). Les quatre portes NON de IC_1 permettent d'effectuer l'interface de commande des DEL, comme dans le module LO1. La DEL s'illumine si l'état de la sortie correspondante est au 1 logique. Il sera donc inutile de disposer le module LO1 sur les sorties 2^0, 2^1, 2^2, 2^3 pour visualiser leur état, puisque le module LO2 intègre cette fonction.

Une porte de LO1 est inutilisée, son entrée est câblée au + V_{cc}, car plus pratique pour l'implantation. La porte restante est utilisée pour réaliser un générateur de signaux carrés avec la structure classique à porte NON « trigger ». Les éléments R_1 et C_1 déterminent la fréquence d'oscillation. L'entrée Cx permet de connecter un condensateur externe, entre Cx et masse pour modifier la fréquence. Entrée Cx en l'air, la fréquence théorique est Fo = 0,7/(R_1 . C_1), soit Fo = 1 kHz. Si on connecte un condensateur C à l'entrée Cx, la fréquence diminue à F = 0,7/(R_1 . (C + C_1)). Si C ≫ C_1, on peut approximer la relation à 0,7/(R_1 . C). Exemple, on connecte un condensateur de 1 µF, la fréquence chute à 1 Hz, ce qui amène une remarque : si C est polarisé, le pole (+) est relié en Cx. Mais l'entrée Cx peut aussi avoir un autre rôle, car on peut la fixer à un potentiel, sans effectuer de conflit, et ainsi bloquer l'oscillateur et imposer un état en Fo.

Cet oscillateur va commander un séquenceur, qui est un compteur binaire intégré à quatre bits, IC_2, qui sera décrit ultérieurement dans cette série. On le considère, pour le moment, comme un composant intégré complexe dont on







a dessiné un symbole provisoire, complété des numéros des broches (ce qui n'est pas à faire normalement, mais permettra de repérer ces connexions sur la maquette). Le fonctionnement de IC_2, tel qu'il est câblé dans le montage, se résume ainsi : c'est un compteur modulo 16 (4 bits) qui répète son cycle tant que l'entrée PE vaut ϕ. Le cycle est celui-ci, dans l'ordre des sorties 2^3, 2^2, 2^1, 2^0, et dans leur ordre d'évolution : $\phi\phi\phi\phi$, $\phi\phi\phi 1$, $\phi\phi 1\phi$, $\phi\phi 11$, $\phi 1\phi\phi$, $\phi 1\phi 1$, $\phi 11\phi$, $\phi 111$, $1\phi\phi\phi$, $1\phi\phi 1$, $1\phi 1\phi$, $1\phi 11$, $11\phi\phi$, $11\phi 1$, 111ϕ, et enfin 1111, et ce avec PE = ϕ. On passe d'un état du cycle au suivant au rythme de l'oscillateur Fo. Comme c'est un cycle, après la combinaison 1111, on repasse à la combinaison $\phi\phi\phi\phi$ (comptage binaire naturel 4 bits). Si PE = 1, les états logiques définis par les interrupteurs K_3, K_2, K_1, K_0 (mini-DIP) sont recopiés sur les sorties 2^3, 2^2, 2^1, 2^0, indépendamment du signal Fo.

Le signal PE est normalement fixé au ϕ logique par R_6 qui polarise l'entrée à la masse. Si on appuie sur le poussoir K_4, PE passe à 1 et la combinaison des interrupteurs est recopiée en sortie, tant que PE est activé. Quand on relâche K_4, PE repasse à ϕ, ce qui autorise à nouveau la génération de combinaisons, au rythme de Fo, mais en démarrant avec la combinaison imposée par K_3, K_2, K_1, K_0. Mais le signal PE peut aussi être activé de manière externe, par l'entrée PE, comme on le verra dans le prochain volet.

Pour terminer, la figure présente le symbole que l'on adoptera pour les schémas de montage des manipulations. On reconnaît les entrées Cx et PE, appelées aussi provisoirement : C/EN (abréviation de Condensateur et « ENable » = validation) et LD (abréviation de « LoaD » = chargement). Les sorties 2^0, 2^1, 2^2, 2^3 sont repérées dans le symbole par la valeur décimale de leur rang binaire (sans intérêt pour le moment, hormis la distinction). Le signal Fo est aussi disponible en sortie, car il peut être utile pour certaines manipulations futures, surtout que, comme on l'a laissé entrevoir, il est possible d'agir sur Cx pour fixer son état. On a représenté un interrupteur PE et un cadre N (symbolisant les interrupteurs K_0, K_1, K_2, K_3) dans le symbole pour rappeler un positionnement possible des sorties à la valeur N en agissant sur le poussoir PE externe. Le cas échéant, on remplacera N par sa valeur codée pour la représentation dans le schéma de manipulation.

REALISATION (fig. 2.15)

La **figure 2.15** présente le tracé du circuit imprimé (b), ainsi que l'implantation des composants (a) et le brochage du connecteur standard 16 broches (c) dont on a réservé les broches 1 et 8 à l'alimentation (respectivement 0 V et + V_{cc}). Le format du circuit est standard, 70 × 100 mm, et sera réalisé selon les méthodes habituelles proposées dans la revue. Les sept straps sont câblés en premier, puis les supports pour IC_1 et IC_2, et le connecteur. Le câblage se poursuit dans l'ordre classique : interrupteurs, résistors, condensateurs, diodes électroluminescentes. Les circuits seront insérés dans les supports, en dernier. Le test préliminaire consiste à relever un signal carré en FO, de fréquence proche de 1 kHz et à vérifier une fréquence chaque fois divisée par deux sur les sorties 2^0, 2^1, 2^2, 2^3. Les diodes clignotant très vite, on a l'impression qu'elles sont faiblement éclairées. Appuyez sur le poussoir PE, les DELS doivent briller de leur intensité maximale, selon la combinaison sur les interrupteurs K_0, K_1, K_2 et K_3. Si ce n'était pas le cas, vérifiez votre câblage et changez vos circuits : pas d'oscillation en fo, vérifiez IC_1, R_1, C_1, l'entrée Cx ; pas de signal variable en 2^0, 2^1, 2^2, 2^3, vérifiez l'entrée PE, le poussoir K_4 et IC_1 ; pas de visualisation correcte (correspondance avec les sorties) sur les DEL, vérifiez les DEL, R_7, R_8, R_9, R_{10} et IC_1. Pour de plus amples tests, attendez le prochain volet. La tension d'alimentation est possible dans la plage 3 V à 18 V, mais comme il y a des DEL de visualisation, on évitera de descendre sous 5 V.

Le mois prochain, vous disposerez enfin des fiches caractéristiques des deux modules, L01 et L02, ainsi que de nombreux schémas d'application du module L02. Ceci nous permettra de définir les portes ET et ET-NON et d'effectuer une première synthèse, avec quelques exercices d'application.

P. WALLERICH

LES CIRCUITS INTEGRES JAPONAIS : LE LA3160

PREAMPLIFICATEUR STEREO POUR AUTORADIO

1. Physionomie générale (fig. 1 et 2)

Il s'agit d'un préamplificateur de tension à grand gain dont la mise en œuvre ne nécessite pas un nombre très réduit de composants extérieurs. Il se caractérise par un bruit de fond véritablement négligeable et sa présentation est très pratique puisqu'il comporte 8 broches alignées au pas normalisé de 2,54 mm.
Le « plus » de l'alimentation est à raccorder à la broche nº 4, tandis que le « moins » est à relier à la broche nº 5. Chaque canal comporte trois broches : une entrée, une sortie et une entrée destinée au réglage de la contre-réaction, donc du gain de l'amplification.

2. Paramètres de fonctionnement

a) Valeurs limites

Alimentation : 18 V
Puissance dissipée : 180 mW
Température de fonctionnement : – 20 à + 75 ºC.
Température de stockage : – 40 à + 125 ºC.

b) Valeurs recommandées et usuelles

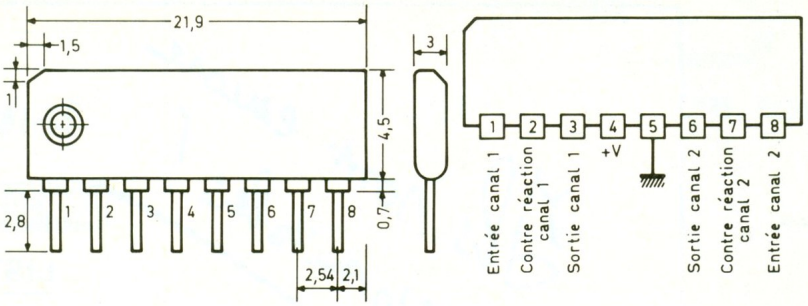
Alimentation : 9 V
Impédance de charge : 10 kΩ

c) Autres caractéristiques

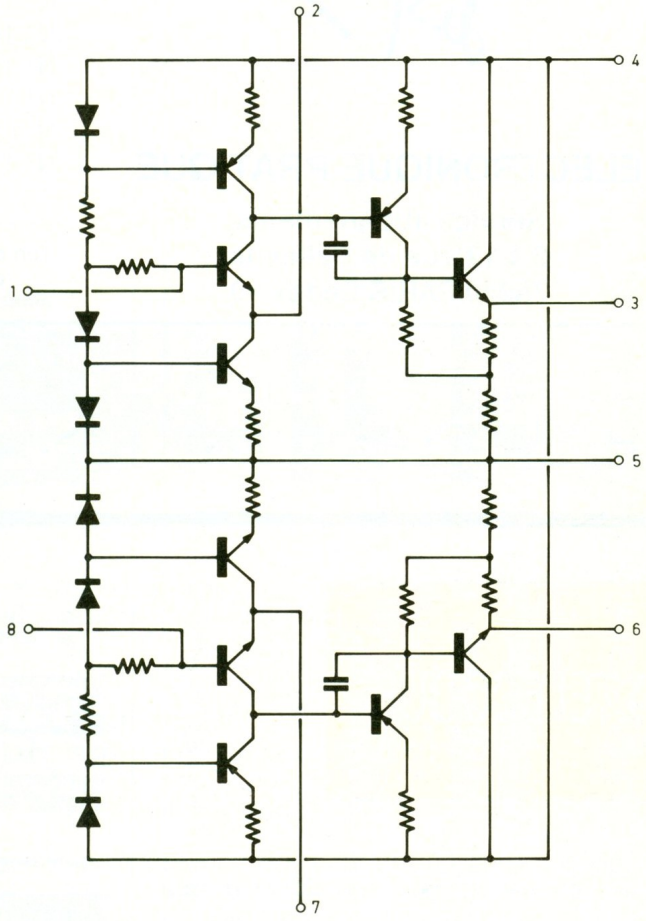
Consommation : 4 mA
Gain en tension : 35 dB en charge, 80 dB en circuit ouvert
Potentiel de sortie : 1,8 V
Distorsion harmonique : 0,1 %
Impédance d'entrée : 100 kΩ
Potentiel de bruit : 1,25 μV

3. Application (fig. 3)

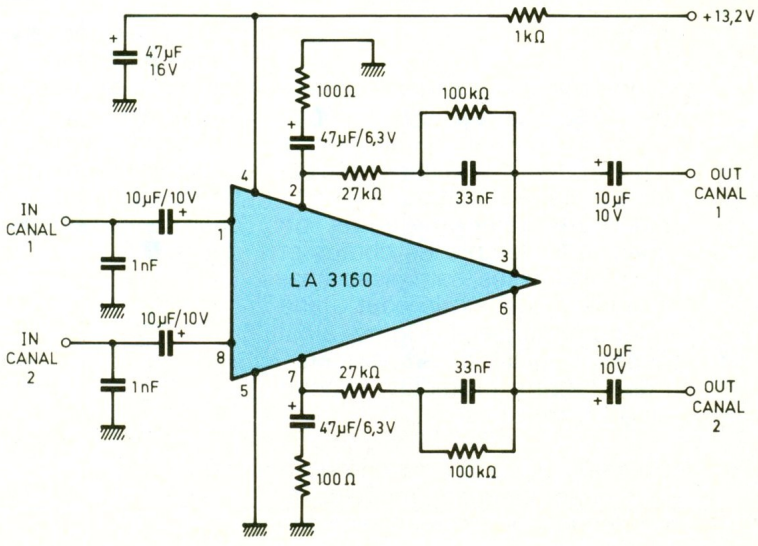
La **figure 3** illustre un exemple courant de mise en œuvre du circuit LA3160. Il est alimenté par le potentiel disponible sur la batterie d'une automobile, étant donné que l'on trouve ce type de montage dans les autoradios stéréophoniques.
Peu de commentaires sont à faire sur cet exemple tout à fait typique d'application et les valeurs des composants périphériques sont tout à fait utilisables et transposables à d'autres applications.



1 *Brochage du LA 3160.*



2 *Structure interne.*



3 *Application : un préampli stéréo.*

LE MOC 3020

FICHE TECHNIQUE MOC 3020

Ce circuit intégré, un optocoupleur, peut commander une charge alimentée sous 220 V alternatifs à partir d'une basse tension continue, et ce, avec une parfaite isolation entre le réseau secteur et le circuit de commande.

DESCRIPTION (fig. 1)

Le boîtier est du type Dual in line, à six broches. Il contient d'un côté une diode LED et de l'autre un phototriac. Ce triac s'amorce non pas par des impulsions de courant sur une gâchette, mais par la lumière qu'il reçoit de la LED intégrée.

CARACTERISTIQUES (fig. 2)

Côté commande, la LED demande un courant compris entre 15 et 35 mA pour bien amorcer le phototriac. Elle retient alors à ses bornes une tension de 1,5 à 1,8 V.
L'optotriac est capable de retenir 400 V à ses bornes quand il est bloqué. Une fois passant, ce triac supporte un courant permanent de 100 mA maximum, et des pointes répétitives de 1 A sans détérioration. La tension retenue aux bornes est alors de 1 à 2 V. Par ailleurs, lors du blocage, la tension ne doit pas remonter trop vite : 10 V/µs est une vitesse de montée acceptable. Au-delà, le triac peut redevenir passant, même sans commande lumineuse. Enfin, le dispositif est prévu pour l'alternatif, les broches 4 et 6 de l'optotriac sont permutables.

FONCTIONNEMENT (fig. 3)

Quand TR est bloqué, la tension secteur parvient à l'O.T. *via* la charge et R_{Lim}. Quand la LED s'allume, O.T. devient passant, le courant d'amorçage I_A circule jusqu'à ce que TR s'amorce à son tour. La tension à ses bornes devient alors quasi nulle, I_A diminue presque jusqu'à s'annuler. L'amorçage de TR est très rapide : quelques microsecondes, I_A aura donc la forme d'une pointe de courant.
On dimensionne R_{Lim} pour que I_A atteigne le courant de pointe maximal de l'O.T. quand le secteur est à sa crête, soit environ 300 V, d'où :

$$R_{Lim} \geqslant \frac{300}{1} = 300\ \Omega$$

Cette résistance va souffrir : des pointes de 300 V à ses bornes et 1 A à chaque amorçage. On préférera utiliser par exemple 2 × 180 Ω en série.

Pour la commande, la LED se comporte comme n'importe quelle autre, ce qui ne pose pas de difficulté particulière.

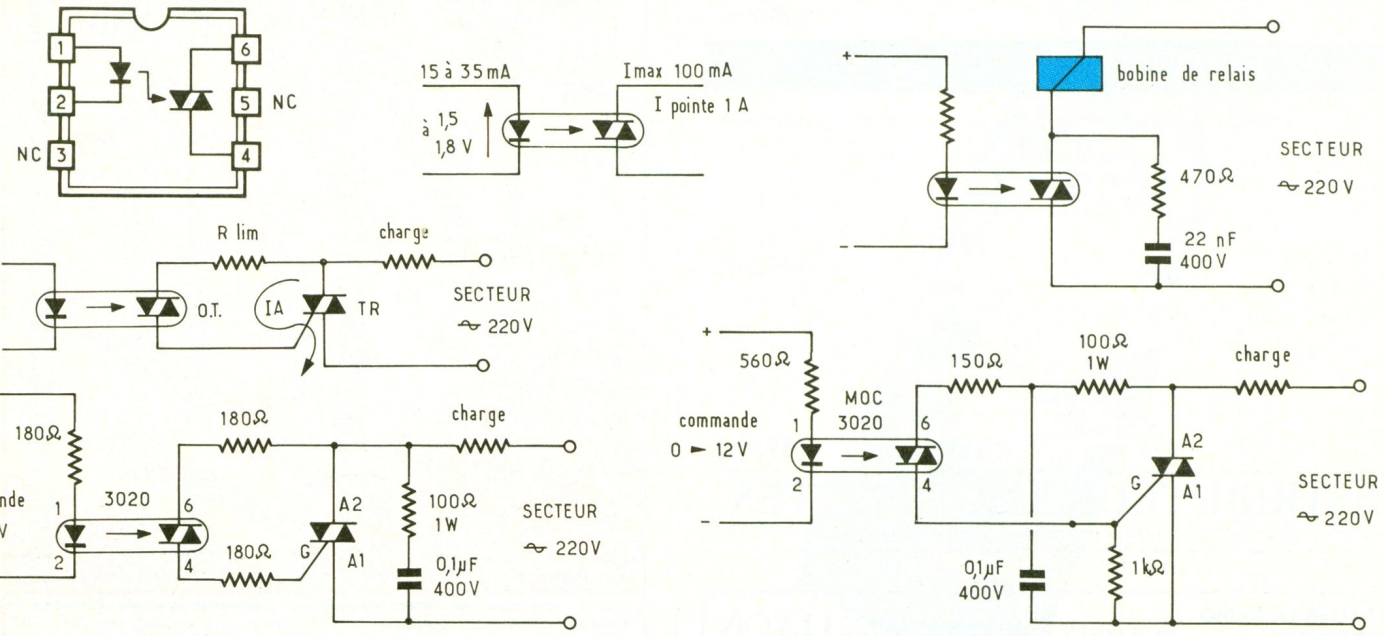
APPLICATIONS

Les **figures 4 et 5** représentent les schémas d'utilisation les plus typiques. Le réseau R-C limite la vitesse de montée de la tension et participe à l'antiparasitage du dispositif.
En usage courant, le montage **(fig. 4)** convient parfaitement, mais pour une utilisation en milieu fortement parasité, on préférera le schéma de la **figure 5.**
L'optotriac de la **figure 6** commande directement une bobine de relais ou de contacteur, prévue pour 220 V alternatifs. Par exemple, vous pouvez ainsi commander votre chauffe-eau à partir d'un ordinateur personnel...

CONCLUSION

Le MOC 3080 possède le grand avantage de ne pas nécessiter d'alimentation particulière pour amorcer un triac. Il pourra servir aussi bien en relais statique, en interface de sortie d'un micro-ordinateur ou pour réaliser des gradateurs. Question puissance, il commande sans problème des triacs prévus pour 40 A. N'hésitons pas dès lors à utiliser ce circuit pouvant nous faciliter la tâche dans nos réalisations, faisant notamment intervenir le secteur.

Olivier BOUTHILLON



1 *Brochage du MOC 3020*

2 *Paramètres de fonctionnement de l'opto-triac.*

3-4 *Insertion du MOC 3020 dans le circuit de gâchette du triac principal. Utilisation d'un réseau RC (100 Ω – 0,1 µF) limitant le* $\frac{\Delta U}{\Delta t}$ (vitesse de montée de U).

5-6 *Montage en milieu fortement parasité. Commande directe d'une bobine de relais 220 V.*

LA PAGE COURRIER

Petites Annonces

VDS MAT. FABRICATION CI INSOLEUSE, MACHINE A GRAVER, ETAMEUSE, TBE PRIX TRES INT. TÉL. : 89.82.23.06 HB.

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

CIRCUIT IMPRIME
Tél. : **54.29.80.19**
MATEK RÉALISE VOS C.I. (étamés, percés) sur V.E. : **30 F**/dm² en simple face. **40 F**/dm² en double face. Délais rapides. Port **15 F**.
Chèque à la commande. Egalement tous les composants. Adresse :
MATEK Parcey, 36250 ST MAUR

Appareils de Mesures Electroniques d'Occasion. Achat et Vente.
HFC AUDIOVISUEL Tour de l'Europe
68100 MULHOUSE - Tél. : **89.45.52.11**

LA MAISON DE LA BATTERIE
Toutes piles
Toutes batteries
Disponible aux meilleurs prix.
SAFE
11, rue Crozatier 75102 PARIS
Tél. : 43.40.17.50 *Ouvert du lundi au vendredi.*

Distributeur important
Recherche Jeunes Techniciens composants et instrumentations pour **Direction Technique de Magasin**
Différents Secteurs disponibles
Ile-de-France et Province
Adresser candidature au journal qui transmettra **N° 01.10**

RÉPAR' MESURE
Réparation appareils de mesure analogiques.
Marques : Métrix et CDA de 1970 à nos jours.
Professionnels et Grand Public.
Tél. : **69.90.00.58** - 93370 MONTFERMEIL
118, avenue des Coquelicots

VDS MONIT. COUL. RVB THOMSON 1200 F, BOITE U.V + BTE PERCHLO + ACC. 1600 F, PROG. EPROM 1300 F (MATERIEL NEUF).
TEL. : 39.54.35.58 BUR. - 30.53.01.37 DOM. LAMY

IMPRELEC
B.P 5 - 74550 PERRIGNIER
Tél. : 50.72.46.26
Réalise vos C.I. étamés, percés sur V.E. : **30 F**/Dm² en S.F., **40 F**/Dm² en D.F., métallisation par œillets en suppl. Qualité professionnelle. Chèque à la commande + 16 Frs de frais de port.

PILES MINIATURES. DU NOUVEAU. CHANGEZ LES VOUS-MÊMES DANS CALCULETTES, JX ELECTRONIQUES, GADGETS, MONTRES, APP. PHOTOS ET ACOUSTIQUES. TOUS TYPES EN STOCK, PX UNIQUE : **29,90 F.** TOUS LES DETAILS 24/24 H SUR NOTRE REPONDEUR AU : **56.31.99.36**

VENDS APPAREILS DE MESURE B.F et H.F (OSCILLOSCOPES ET MATERIELS DIVERS DE LABORATOIRE). TELEPHONEZ DE 19 h 30 à 21 h 30 AU **46.21.16.96**

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 - 40 F la ligne de 33 lettres, signes ou espaces, taxes comprises - Supplément de 40 F pour domiciliation à la Revue - 50 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.

Toute l'équipe d'Électronique Pratique vous présente ses meilleurs vœux pour l'année 1990

Photocomposition :
ALGAPRINT - 75020 PARIS
Distribution :
S.A.E.M. TRANSPORT PRESSE
Le Directeur de la publication :
M. SCHOCK

DEPOT LEGAL
JANVIER 1990
N° D'EDITEUR 1166

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 ..... IIe et IIIe Couv. + 3
AG ELECTRONIQUE 9
A.F.I 6
ARQUIÉ 106
C.I.F. 11
CENTRAD (E.L.C.) 40
CENTRE ÉTUDES 111-113
CIBOTRONIC 24-25-44
COMP'AS 109
COMPO PYRÉNÉES (STCE) 111
COMPTOIR DU LANGUEDOC 26
COVEEL 5
CYCLADES (LES) 33
DIFECO 6
DILEC 6-7
EDUCATEL (UNIECO) Encart broché centre
EFC (IPIG) 8
E.L.C. (Centrad) 40
ELECTRONIQUE PRATIQUE 108
FRANÇAISE INSTRUMENTATION 5
GODEFROY 115
ISKRA 88
KARL LEISTER 88
KN ELECTRONIC 116
LA TOLERIE PLASTIQUE 74
LEXTRONIC 14
LIBRAIRIE PARISIENNE DE LA RADIO 22-112
MARLIN SOFTWARE 111
MESURELEC 15
MESURELEC 15
PENTASONIC 18-19-20-21
PERLOR RADIO 4
PRAGMA SCANNER'S 113
PRO EDITIONS 24
R.A.M 23
RADIO MJ 71
REUILLY COMPOSANTS IIe et IIIe Couv. + 3
RC 51 10
ROCHE 96
SAINT-QUENTIN RADIO 12-13
SECOM 88
SELECTRONIC 50-68
SLOWING 114
SN GÉNÉRATION VPC 112
SOLDERIE ELECTRONIQUE (LA) 10
SONO 114
STCE (COMPO PYRÉNÉES) 111
STE NOUVELLE RADIO PRIM 16
SUPER BOY 27
SVE ELECTRONIC 118
TECNI TRONIC 10
TELE ST MARC (TSM) 28-29-30-31
TENIP 68
TERAL ..... IVe Couv.
TOUT POUR LA RADIO ELECTRONIQUE 109
TOUTE L'ELECTRONIQUE 112
TURBO TRONIC 26
UNIECO (EDUCATEL) Encart broché centre
WEKA (encart jeté) 17
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 12e
TÉL. : 43.07.87.74 +
MÉTRO : GARE DE LYON

Beckman

9020
Double trace 2 × 20 MHz. Ligne à retard. Testeur de composants. Chercheur de trace. Livré avec 2 sondes combinées **3990 F**

COMPOSANTS - MESURES - LAMPES - SUPPORTS CI TULIPES - CONTACTS DORES

A DES PRIX TERAL

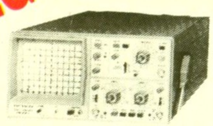
FLUKE
PROMOTION

DM 77 *avec housse anti-choc* . **1499 F**

PRIX T.T.C.

OSCILLOSCOPES

HAMEG

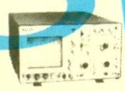


NOUVEAU
HM 203/6
Double trace 2 × 20 MHz 2mV à 20 V, add. soust. déclench. AC-DC-HF-BF. Testeur de composants. Livrés avec 2 sondes combinées .... **3900 F**
HM 100/5
3 × 100 MHz avec 2 sondes .... **8780 F**

NOUVEAU
HM 205-3
Double trace 2 × 20 MHz. Testeur de composants. Mémoire numérique 2 × 1 K. Chercheur de trace. Livrés avec 2 sondes combinées .... **6980 F**
HM 604. 2 x 60 MHz avec expansion Y X 5. Post. accéléré 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. Fréquencemètre 10 Hz à 1MHz 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**

CREDIT POSSIBLE SUR LA MESURE

UNAOHM



G 4030
Double base de temps. Double trace. 2 × 20 MHz. Bases de temps réglables. Testeur composant chercheur de trace avec 2 sondes. **4680F**

OSCILLOSCOPE METRIX OX 722

Base de temps variable
2 x 20 MHz
Avec 2 sondes **3900F**

FER WELLER

Station soudage. Fer 24 Volts 50 W.
Bloc alimentation.
Support fer.

L'ENSEMBLE EN PROMO **865F**

Accessoires mesure. Pince de test.
Adaptateur. Cordons. Pointe de touche.

Fers

Antex CS 17 LD ..... **134 F**	JBC 15 W LD ... **135 F**
Antex XS 25 LD ..... **134 F**	JBC 30 LD .... **135 F**
Panne LD à partir de . **29 F**	JBC 40 LD .... **135 F**

FERS WELLER
également disponible

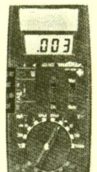
TERAL LE SPECIALISTE DES COMPOSANTS ET DE LA MESURE. UNE VISITE S'IMPOSE
A VOUS DE JUGEZ

MULTIMETRES
Beckman

DM 10 - Modèle de poche	**359 F**
DM 15 B - AD/DC - 10 A - Bip	**479 F**
DM 20 L - Gain trans. Bip	**539 F**
DM 23 - Précision 0,5 % HFE	**619 F**
DM 25 L - Test trans. et Capa	**665 F**
DM 71	**419 F**
DM 73 - Gamme Auto-Mini	**559 F**
DM 77 - Gamme Auto-Hold	**PROMO**
DM 850	**1690 F**
T 100 B - 2000 points - Bip	**939 F**
T 110 B - 2000 points - Hold	**1089 F**
DM 78 - Multi de poche. Avec étui	**249 F**
CM 20 - Capacimètre	**829 F**

EDM 122 - Multimètre digital. Très grand display. 11 fonctions. Test de continuité sonore. Fréquencemètre. Test capacité. Test diode .... **649 F**

METRIX
MULTIMETRES



- **MX 112 A** avec boîtier de transport .... **680 F**
- **MX 512** .... **940 F**
- **MX 562.** 2000 points 3 1/2 digits. Précision 0,2 %. 6 fonctions. 25 calibres .... **1410 F**
- **MX 51.** Affichage 5000 points. Précision 0,1 %. Mémorisation 5 mesures. Buffer interne .... **1760 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 .... **865 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. Résist. 10 Ω à 12 MΩ. Décibel 0 à 55 dB. 40 000 Ω/V .... **1120 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 μ à 5 A. IA : 1 mA à 5 A. 5 Ω à 10 MΩA .... **940 F**

FREQUENCEMETRES
Beckman

UC 10. 5 Hz à 100 MHz. Compteur. Intervalles. Périodes. 8 afficheurs .... **3195 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** .... **2090 F**
AG 1000. Générateur BF. 10 Hz à 1 MHz. 5 calibres Faible dist. imp. 600 Ω **Monacor** .... **1500 F**
SG 1000. Générateur HF. 100 kHz à 150 MHz. 6 calibres Précis. 1,5 %. Sortie 100 mV **Monacor** .... **1460 F**
368. Générateur de fonction. 1 Hz à 200 kHz. Signaux carrés sinus triangle **Centrad** .... **1420 F**
869. Générateur de fonctions de 0,01 Hz à 11 MHz **Centrad** .... **3490 F**

ALIMENTATIONS
ELC

AL 841	**190 F**
AL 784	**350 F**
AL 785	**450 F**
AL 745 AX	**650 F**
AL 812	**730 F**
AL 813	**730 F**
AL 781 N	**1840 F**

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

REMISES SPÉCIALES AUX ÉTUDIANTS

MONACOR®

DMT 1000 A. Multimètre digital automatique. Grand affichage. 19 mm. **Avec mémoire.** Clavier avec touches sensibles. 20 A. PROMO .... **498 F**

DMT 7000. Multimètre digital. Grand affichage. 19 mm. Test capacité. Fréquencemètre 20 Hz à 200 KHz. Test diode. Test transistor. 20 A. PROMO .... **597 F**

PT 140	**108 F**
PT 150	**129 F**
MT 250	**230 F**
DMT 2200	**360 F**
AG 1000	**1500 F**
SG 1000	**1460 F**
VM 1000	**1570 F**
LDM 815	**860 F**
CM 300	**576 F**

ANTENNES
EXTERIEURES U.H.F - V.H.F.
AMPLI ANTENNE
EXTERIEUR, INTERIEUR

ANTENNE INTERIEURE AMPLIFIÉE
Forme satelit., 30 dB .... **380 F**

Modules, adaptation video
UNI - 1 A. Module d'adaptation SECAM sur un magnétoscope 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 EUROPÉEN
6 V - 2 RT .... **43 F** 12 V - 2 RT .... **33 F**
Support relais 2 RT .... **7,80 F**

LIGNE RETARD
470 - NS .... **15 F** Quartz 6-5536 **9,50 F**

PERCEUSES MAXICRAFT

Perceuse 42 W avec 9 outils	99F
Perceuse 42 W avec 15 outils	176F
Perceuse 50 W	190F
Alimentation pour perçeuse	135F
Support perçeuse	85F
Forets, meules, polissoirs	disponibles

MICRO-PROCESSEUR

MC 1488	**9,50**	41256	**79,00**
MC 1489	**9,50**		
MC 6809 E	**63,00**	**PROMO**	
MC 68 A 02	**45,00**	68705 P3	**90,00**
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
FABRICATION FRANÇAISE

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 nécéssaire est, comme d'habitude, 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	
EC 24-08	**116 F**	P 1 .. **15 F** P 3 ..	**35 F**
EC 26-10-FA	**161 F**	P 2 .. **22 F** P 4 ..	**52 F**
ET 32-11	**207 F**	AUS 12	**83 F**
ER 48-09	**355 F**	AUS 22	**89 F**
		CAB 222	**88 F**

TOUS LES MODÈLES DISPONIBLES DOC ET TARIF SUR DEMANDE

ILP ELECTRONICS — LA QUALITE PRO
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 Géné BF
PL 44 Base de temps
PROMO NC

MECANORMA

SAFICO
L'OUTILLAGE POUR L'ETUDIANT ET LE PRO
CIF
TOUTE LA GAMME DU N° 1 FRANÇAIS
KF
POUR PROTEGER VOS MONTAGES ELECTRONIQUES ET LES ENTRETENIR.

***NOUS SOMMES DISTRIBUTEURS DES KITS* TSM**

ELECTRONIQUE COLLEGE

TOUS LES COMPOSANTS DES «KITS COLLEGES» SONT DISPONIBLES SEPAREMENT. LISTE ET PRIX SUR DEMANDE

BONNE ANNÉE

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.