



UNE MINUTERIE ELECTRONIQUE : LE TIMEF

LES descriptions de minuterie électronique ont été assez fréquentes dans les colonnes de cette revue ou dans celles des revues similaires. Cependant les montages proposés ne nous ont jamais donné satisfaction. Ou bien il s'agissait de montages trop simples et d'une précision douteuse, ou bien il s'agissait de montages trop compliqués, allant jusqu'à l'utilisation d'un microprocesseur, donnant des possibilités certes séduisantes sur le plan théorique, mais complètement inutiles en pratique, ou bien encore le montage était trop gourmand en composants, donnant une précision excessive, pour un prix de revient qui ne l'était pas moins.

Or, nos travaux d'électronique nous amenant à insoler aux ultra-violets soit du circuit imprimé présensibilisé, soit du scotchcal 8005 pour la fabrication des décors de face avant, soit du film rouge 8007 pour la réalisation des typons de circuits imprimés, il nous fallait chronométrer les temps d'exposition, variables d'un produit à l'autre. Hélas, toujours en train de cogiter un nouveau montage, combien de fois n'avons-nous pas raté notre travail parce que distrait, nous avons oublié l'heure de mise en route ou plus souvent oublié d'arrêter l'insolation ! Au prix des matériaux utilisés, la minuterie automatique s'imposait ! Et c'est ainsi que le « Timef » est né !

- I -

Les caractéristiques du Timef

Le cahier des charges que nous nous étions fixé était le suivant :

- Une précision de 1 % largement suffisante.
- Une durée maximum de une heure.
- Une programmation très rapide et non volatile.
- Un avertisseur d'arrêt par buzzer.
- Un pouvoir de coupure de 10 A.
- Une alimentation secteur ou batterie.

Le premier point permet d'éliminer les oscillateurs à quartz, chers et trop précis. Un bon oscillateur RC, stable, suffira. Le 555 étant tout indiqué pour une telle fonction, car sa stabilité de fréquence atteint facilement le 1%.

Le dernier point élimine tous les systèmes utilisant le secteur en référence de temps. Nous voulions utiliser la minuterie « sur le terrain ». En effet, chacun sait, ou devrait savoir, que la recharge très rapide des accumulateurs cadmium-nickel doit être minutée très précisément. La batterie de 12 V de la voiture assurera ainsi non seulement la marche du Timef mais aussi la recharge des éléments. Le buzzer de fin de cycle avertissant de la fin de

charge, celle-ci étant bien sûr automatique.

Le point 3 nous a fait rejeter les systèmes où la programmation doit se faire par avancement unité par unité d'un compteur. (par ex: le 3880 de Texas).

Le montage finalement

retenu offre les possibilités suivantes :

- Précision : de l'ordre de 1 à 2 secondes sur une heure.
- Deux gammes : de 1 à 99 s et de 1 à 99 mn. Soit de 1 s à 1 h 39 mn.
- Programmation : directe par roues codeuses.

nement automatique des compteurs, au repos.

- Commutation : dépend du relais monté. 10 A pour la maquette.
- Buzzer commutable annonçant la fin du temps programmé.
- Alimentation : secteur

220 V, 3 W; batterie 12 V, 25 mA au repos, 50 à 75 mA en marche selon le relais utilisé; aucune commutation pour passer d'un mode d'alimentation à l'autre.

- Dimensions réduites : 12 x 10 x 6 cm.
- Poids : environ 500 g.

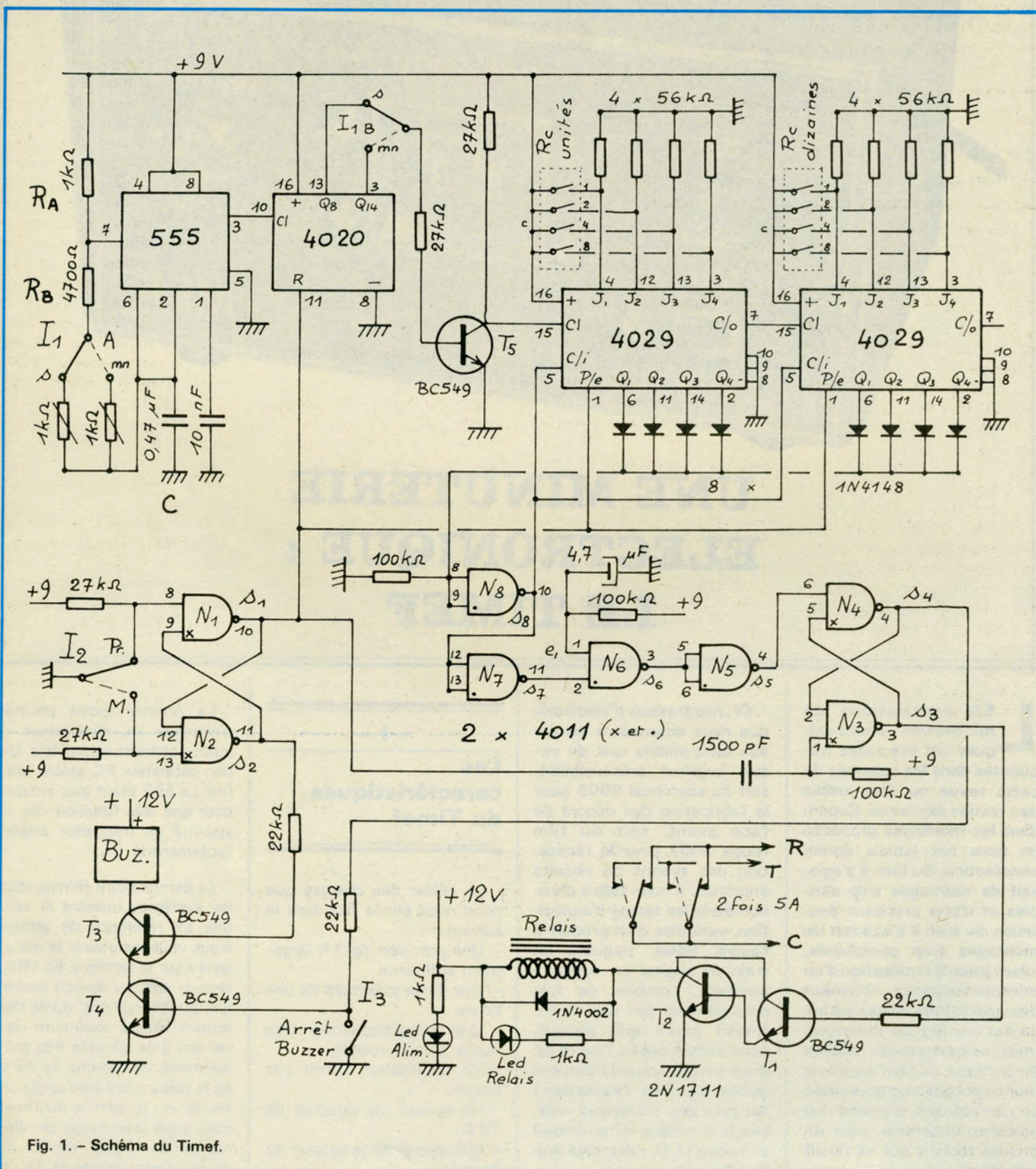


Fig. 1. - Schéma du Timef.

- Technologie CMOS assurant un fonctionnement parfait et expliquant la consommation dérisoire. La réalisation est très simple, la mise au point est quasi nulle, se réduisant au calage exact de la référence de temps.

- Montage en un seul circuit imprimé et tous composants disponibles en un seul point de vente : Sélectronic à Lille.

- II -

Etude du schéma

Voir la figure 1.

Le schéma peut se décomposer en trois parties :

- L'horloge comprenant le 555 et le 4020.

- Les compteurs prépositionnables : les 4029 et leurs roues codeuses.

- La logique de commande : les 4011 et leurs annexes.

Etudions rapidement chacune de ces parties.

1. L'horloge

L'oscillateur de base utilise le 555 bien connu maintenant. Ce circuit intégré à huit pattes est un timer de très bonne stabilité, de mise en œuvre simple, fournissant en sortie des signaux compatibles avec les circuits logiques TTL ou CMOS.

La fréquence de travail est donnée par la formule :

$$F = \frac{1,46}{(R_A + 2 R_B) C}$$

En donnant à R_A une valeur assez faible, la fréquence dépend essentiellement de R_B et de C et le rapport cyclique est très voisin de 1.

Au départ, comme le montrent les photos A et B, nous avons voulu faire la commutation « secondes - minutes » uniquement au niveau du 555, en le faisant suivre d'un 4024. Mais les essais ont montré que la stabilité du comptage des minutes était moins bonne que celle des secondes. La raison étant l'obligation de faire osciller le 555 à trop basse fréquence en « minutes ». Une modification rapide remet les choses dans l'ordre en procu-

rant la précision annoncée ci-dessus. Le 555 est suivi d'un diviseur binaire du type 4020, donnant en sortie Q_{14} une fréquence 2^{14} fois plus basse que la fréquence d'entrée, soit 16384 fois moins. Comme la fréquence en sortie « minutes » doit être de 1/60 Hz, il faudra faire osciller le 555 sur $1/60 \times 16384 = 273,06$ Hz. A cette fréquence, le 555 est très stable.

Pour les « secondes », nous utiliserons la sortie Q_8 divisant par 256. Comme la fréquence de sortie nécessaire est de 1 Hz, le 555 oscillera sur 256 Hz, fréquence très voisine de la précédente. La commutation « minutes-secondes » oblige ainsi à un double inverseur, une section modifiant la résistance R_b et l'autre prélevant le signal de Q_8 ou de Q_{14} .

La liaison entre le 555 et le 4020 est directe. Par contre on pourrait s'étonner de la présence du transistor T_5 entre le 4020 et les compteurs 4029 ! Cet inverseur est pourtant indispensable : en effet les 4029 sont sensibles aux fronts montants des signaux d'horloge. Or, au repos, les sorties du 4020 sont à 0. Elles passent à 1 après une demi-période. Sans T_5 , le 4029 des unités basculerait non pas une minute (ou une seconde) après le top de départ, mais une demi-minute (ou une demi-seconde) plus tard. Les écarts ultérieurs étant par contre corrects. L'inversion par T_5

redonne une durée normale de une minute ou une seconde au premier intervalle de temps. Pourquoi un transistor et pas un inverseur CMOS ? Tout simplement parce qu'un tel inverseur n'était plus disponible dans les boîtiers utilisés et que nous ne voulions pas ajouter un boîtier de 4, pour n'en utiliser qu'un ! Egalement parce que le dessin du circuit imprimé ne se prêtait guère à cette adjonction.

Au repos, le 4020 est remis à 0 par la logique de commande, par un niveau 1 sur l'entrée Reset. Ainsi, au départ du temps programmé, la seule erreur d'initialisation provient du 555 dont l'oscillation est permanente. Cette erreur ne peut donc pas dépasser la période d'oscillation, soit environ 1/250 de seconde !!

2. Les compteurs programmables

Les 4029 sont des circuits compteurs très intéressants par leurs multiples possibilités. En voici un bref aperçu :

- Compteur (UP) ou décompteur (DOWN)

UP : entrée U/D à 1

DOWN : entrée U/D à 0. (notre cas).

- Compteur binaire (B) ou décimal (D)

B : entrée B/D à 1

D : entrée B/D à 0 (notre cas).

- Prépositionnement indépendant de l'horloge. La com-

mande de prépositionnement est P/e (Preset enable).

P/e = 0, le 4029 compte ou décompte normalement, changeant d'état à chaque front montant du signal d'horloge. (clock).

P/e = 1, les quatre sorties Q_1, Q_2, Q_3, Q_4 du 4029 se mettent au même niveau que les entrées « Jam » de prépositionnement, J_1, J_2, J_3, J_4 . Elles y restent en dépit des signaux d'horloge, tant que P/e reste à 1. Quand P/e revient à 0, alors le comptage ou le décomptage commence à partir du prépositionnement imposé. Par exemple, si $J_1 = 1, J_2 = 0, J_3 = 1, J_4 = 0$, ce qui en binaire donne 0101, valant 5 en décimal, le 4029 se prépositionne sur 5 et part de cette valeur. En décompteur le premier coup d'horloge le fait passer à 4, le second à 3... La durée minimum du signal P/e assurant un prépositionnement correct est de 70 ns, si le 4029 est alimenté en 12 V.

- L'entrée « Carry-in » contrôle le blocage du compteur :

Si C/i = 0, le comptage est normal.

Si C/i = 1, le compteur est bloqué dans l'état où il se trouvait.

- La sortie « Carry-out » normalement à 1 se met à 0 lorsque le 4029 passe par son maximum (comptage) ou par son minimum (décomptage). Cette sortie permet la mise en cascade de plusieurs 4029, en

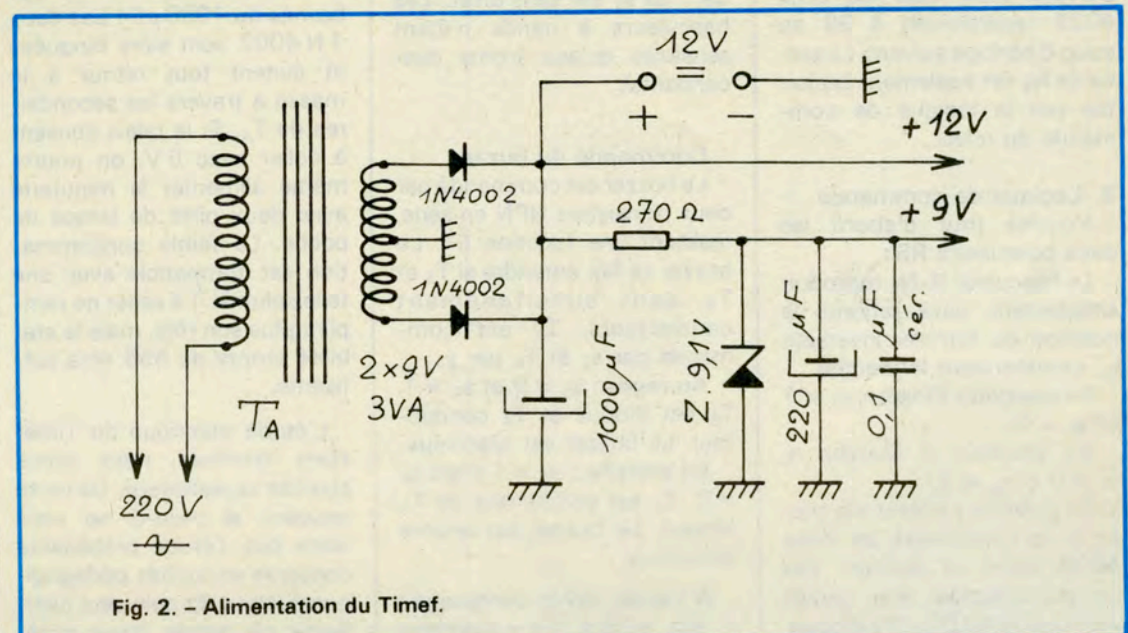


Fig. 2. - Alimentation du Timef.

commandant l'entrée clock du circuit suivant.

Voyons maintenant le schéma de la figure 1.

Notons tout d'abord la mise en série des deux 4029, connectés en décompteurs décimaux, donc décomptant de 9 à 0. Le premier concerne les unités, le second les dizaines, d'où possibilité de décomptage de 99 à 0.

Les entrées J normalement à 0 par les résistances de 56 k Ω retournant à la masse peuvent être amenées à 1 par l'un des quatre interrupteurs contenus dans les roues codeuses à 10 positions, de 0 à 9 et dont les sorties sont codées en binaire. Ainsi, si nous affichons 59, nous aurons :

- aux unités : 9 = 1001, $J_1 = 1$, $J_2 = 0$, $J_3 = 0$ et $J_4 = 1$.

- aux dizaines : 5 = 0101, $J_1 = 1$, $J_2 = 0$, $J_3 = 1$ et $J_4 = 0$.

Au repos de la minuterie P/e = 1 et les sorties des deux 4029 se fixent aux mêmes niveaux.

Toutes les sorties sont reliées par des diodes à l'entrée de l'inverseur N₈. Tant que les deux 4029 ne sont pas simultanément à 0, il existe au moins un 1 sur l'une des sorties et l'entrée de N₈ est à 1, sa sortie à 0. Les entrées C/i sont à 0 également et les 4029 peuvent décompter ! Mais lors du passage à « 00 » toutes les sorties tombent à 0, donnant C/i = 1 et les deux 4029 se bloquent à 0 et le décomptage s'arrête. Sans cela les deux 4029 repartiraient à 99 au coup d'horloge suivant. La sortie de N₈ est également exploitée par la logique de commande du relais.

3. Logique de commande

Voyons tout d'abord les deux basculeurs RS :

- Le basculeur N₁N₂ reproduit simplement, sans rebond, la position du tumbler inverseur I₂, commandant la marche.

En position « Preset », $s_1 = 1$ et $s_2 = 0$.

En position « Marche », $s_1 = 0$ et $s_2 = 1$.

En position « Preset » la sortie s_1 prépositionne les deux 4029, selon la position des roues codeuses. Elle remet aussi à 0 le 4020 et l'y bloque.

En passant en position « Marche », les deux 4029 sont libérés, (P/e = 0) ainsi que le 4020 (R = 0). Le décomptage commence ! Mais le front descendant de s_1 , à l'instant du passage sur « marche » est transmis par le 1500 pF au deuxième basculeur.

- Ce deuxième basculeur N₃N₄ passe au travail avec $s_3 = 1$ et $s_4 = 0$ et y reste. La sortie s_3 alimente l'entrée du Darlington à deux transistors de commande du relais : ce dernier passe au collage et met sous tension l'appareil alimenté par ses contacts.

Les choses restent en l'état... jusqu'à ce que les deux 4029 passent tous deux à 0 (et s'y bloquent, comme nous l'avons vu). La détection du 0 fait passer s_8 à 1. Ce changement d'état est transmis au basculeur N₃N₄ par les inverseurs N₇, N₆ et N₅. (s_7 passe à 0, s_6 passe à 1 et s_5 passe à 0). Alors N₃N₄ est remis à 0 et le relais revient au repos !

Lors de la mise sous tension du Timef, le basculeur N₁N₂ prend l'état où il est contraint par I₂, mais le basculeur N₃N₄ pourrait se positionner dans un état quelconque, provoquant un collage anormal du relais. La cellule de temporisation 4,7 μ F / 100 k Ω de l'entrée e₁ de N₆ évite cet aléas : e₁ reste à 0 pendant la charge du condensateur, donnant $s_6 = 1$ et $s_5 = 0$, ce qui force N₃N₄ au repos, d'autant que la montée de I de s_1 est sans effet. (Les basculeurs à nands n'étant sensibles qu'aux fronts descendants).

Commande du buzzer

Le buzzer est commandé par deux transistors NPN en série, réalisant une fonction ET. Le buzzer se fait entendre si T₃ et T₄ sont simultanément conducteurs. T₃ est commandé par s_2 et T₄ par s_4 .

Au repos : $s_2 = 0$ et $s_4 = 1$. T₃ est bloqué et T₄ conducteur. Le buzzer est silencieux.

En marche : $s_2 = 1$ mais $s_4 = 0$. T₃ est conducteur de T₄ bloqué. Le buzzer est encore silencieux.

A l'arrêt, après comptage : I₂ est encore sur « marche »

$s_4 = 1$. Le buzzer se fait entendre ! Pour l'arrêter il faut rebasculer I₂ en position « Preset ».

Si le signal sonore est gênant, l'interrupteur I₃ le bloque par T₄ dont la base est mise à la masse en permanence et qui donc ne peut plus conduire. Par contre pour certains usages, le relais restera inutilisé, la fin du temps étant simplement donnée par le signal sonore.

4. L'alimentation

Voir la figure 2.

a) Par le secteur : un petit transfo T_A, 220 V/2 fois 9 V donne une tension continue supérieure à 12 V, après redressement en double alternance par les deux 1 N 4002 et filtrage par le 1000 μ F. Le + 12 V alimente directement le relais et le buzzer. On notera dans la figure 1, la présence d'une diode Led indiquant que la minuterie est sous tension et celle d'une seconde Led qui indique que le relais est en position travail. Tous les circuits logiques sont alimentés en +9 V, après limitation et stabilisation par une simple zener. Un condensateur de 220 μ F contribue au bon découplage des CMOS, en association avec un 0,1 μ F céramique

Aucun interrupteur n'est prévu sur le cordon secteur.

b) Batterie : il suffit de brancher la batterie de 12 V aux bornes du 1000 μ F ! Les deux 1 N 4002 sont alors bloquées et évitent tout retour à la masse à travers les secondaires de T_A. Si le relais consent à coller avec 9 V, on pourra même alimenter la minuterie avec deux piles de lampe de poche. La faible consommation est compatible avec une telle solution. La zener ne remplira plus son rôle, mais la stabilité propre du 555 sera suffisante.

L'étude théorique du Timef étant terminée, nous allons aborder sa réalisation. De toute manière, si celle-ci ne vous tente pas, l'étude précédente conserve un intérêt pédagogique évident. Et cela seul justifierait cet article. Nous espé-

rons cependant que les réalisateurs seront nombreux et avec eux, passons au chapitre suivant.

- III -

La réalisation du Timef

1. Liste des composants

- 1 555
- 1 4020
- 2 4029
- 2 4011
- 4 BC549B ou équivalents
- 1 2N1711 ou équivalent
- 8 1N4148
- 3 1N4002
- 1 zener 9,1 V 1/2 W
- 1 220 Ω 5% 1/4 W
- 3 1000 Ω 5% 1/4 W
- 1 4700 Ω 5% 1/4 W
- 3 22 k Ω 5% 1/4 W
- 4 47 k Ω 5% 1/4 W
- 8 56 k Ω 5% 1/4 W
- 3 100 k Ω 5% 1/4 W
- 2 Pot. Aj. type VA05 V 1 k Ω
- 1 10 nF GFO 30 V
- 1 0,1 μ F GFO 16 V
- 1 1500 pF MKM 100 V
- 1 0,47 μ F MKM 100 V
- 1 4,7 μ F perle tantale 35 V
- 1 220 μ F 25 V Ch.
- 1 1000 μ F 25 V Ch.
- 1 boîtier avec ses décors avant et arrière
- 1 circuit imprimé
- 2 supports Bas profil, DIL 14 broches
- 3 supports Bas profil, DIL 16 broches
- 1 support Bas profil DIL 8 broches (à défaut, couper un support 14 broches)
- 1 transfo d'alimentation 220 V/2 fois 9 V. 3 VA
- 1 relais 12 V 2 RT à coupure de 5 A. Varley, par exemple.
- 2 roues codeuses, 10 positions de 0 à 9, codées binaire. Avec flasques d'extrémité, pour enjoliver.
- 1 tumbler C & K, type 7101 (1 inverseur)
- 1 tumbler C & K, type 7201 (2 inverseurs)
- 1 inverseur à glissière Jeanre-naud, type 51 M
- 2 diodes Led rouges de 3 mm
- 1 buzzer miniature 12 V
- 5 douilles bananes isolées de 2 mm
- 1 cordon secteur

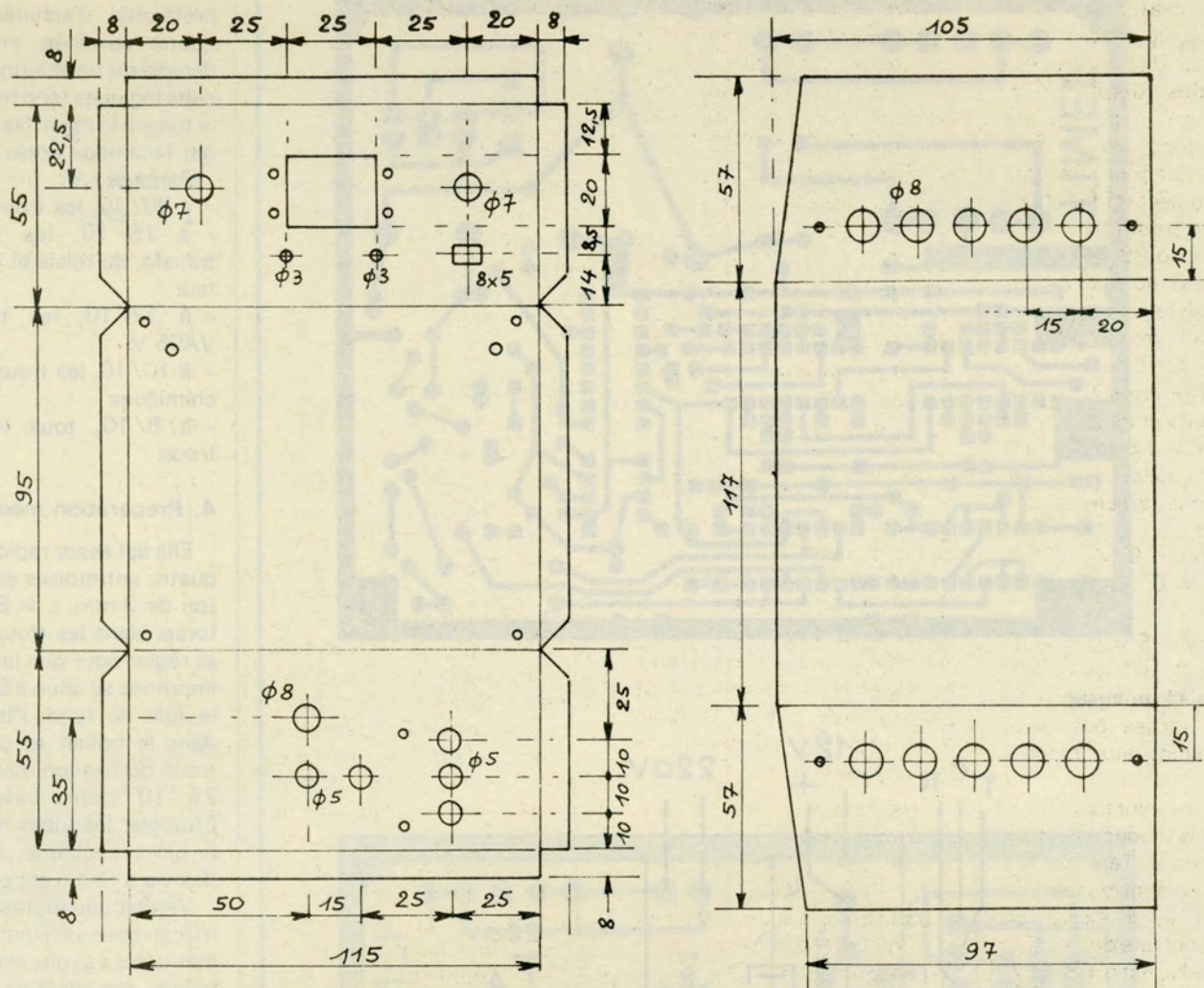


Fig. 3. - Le boîtier du Timef. Alu 10/10. Pliages vers l'observateur.

6 boulons et écrous de 2 mm
8 vis à tôle de 2 mm
5 cm de tube laiton de 3 mm
Fil souple pour interconnexions.

Tout ce matériel est disponible chez Sélectronic à Lille.

2. Le boîtier

Voir figure 3

La fabrication personnelle du boîtier d'un appareil électronique est toujours un travail rentable. Il est dommage que beaucoup répugnent à ce travail. Il faut dire que les amateurs n'ayant pas la chance de posséder un petit atelier avec un bon établi sont défavorisés et ne peuvent guère se mettre à plier de la tôle sur le coin de la table de la salle de séjour ! Par contre si vous disposez de l'espace et de l'outillage néces-

saires, vous n'avez pas d'excuse ! Au travail donc !!!

On prendra de l'alu de 10/10 ou de 8/10. Le traçage est fait soigneusement au régllet et à la pointe en suivant les indications de la figure. Découpages à la cisaille Edma, non déformante ou à la scie à métaux, ou même au cutter à moquettes: marquer énergiquement les lignes de découpage, plier plusieurs fois dans les deux sens et détacher les deux parties. Dans ce dernier cas, il faut adoucir à la lime les chants des coupes. Les découpes intérieures se font à la scie Abrafil. Perçages à la chignole pour les petits diamètres et amenés à la cote, à la lime ronde, pour les plus grands.

Pour le pliage, rien de tel que de bonnes règles de bois très

dur, bien serrées dans un étau. Rabattre au marteau à l'aide d'un intermédiaire de bois dur. Commencer par les deux rebords latéraux, puis plier les rebords haut et bas. Enfin, à l'aide d'une cale de bois mesurant 115 mm de long, rabattre, bien à l'équerre, les faces avant et arrière.

Pour le couvercle, bien mesurer la largeur hors tout de la partie principale pour avoir un emboîtement précis. Les trous d'aération sont surtout... décoratifs !

Pose des décors : les photos du Timef vous font voir l'allure des décors réalisés pour la maquette et disponibles commercialement. Ils sont exécutés en Scotchcal 8005. La découpe se fait au cutter à moquettes, avec lame neuve.

La fenêtre des roues codeuses est délicate à découper, car il y a risqué de... dérapage ! Passer plusieurs fois le cutter sur les quatre côtés de cette fenêtre. Insister sur les coins. Plier légèrement, à plusieurs reprises sur les traits. L'alu se casse très vite et la fenêtre se détache. Faire de même pour la découpe du 51 M. Par contre ne pas s'occuper des trous ronds. Enlever la pellicule protégeant l'adhésif. Poser le décor en coïncidence avec le boîtier. Bien appuyer à l'aide d'un chiffon doux. Avec un cutter X.Acto, à lame fine (n° 11) couper les trous ronds, le boîtier servant de guide.

3. Le circuit imprimé

Voir figure 4.

A faire avec de l'époxy de

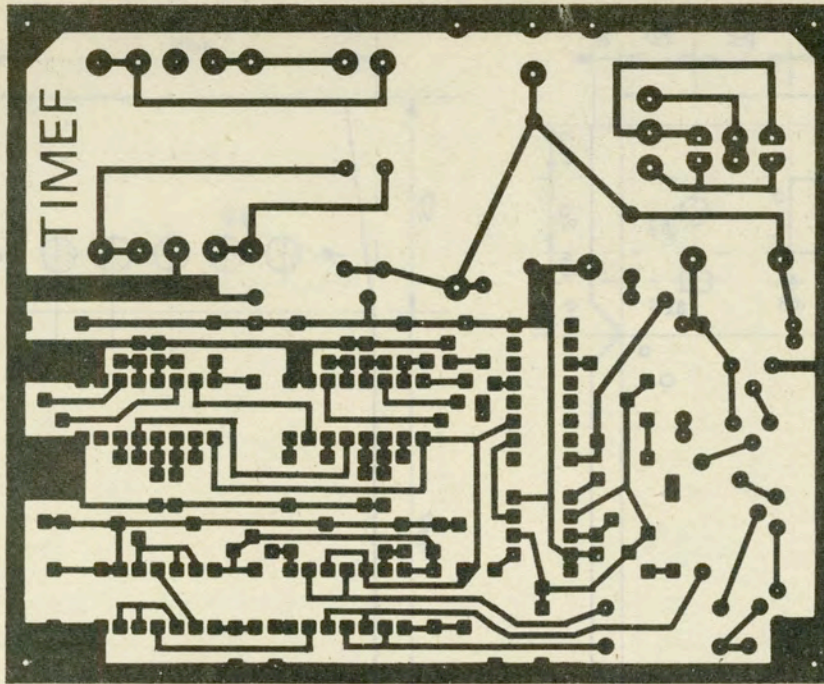


Fig. 4. - CI du Timef.

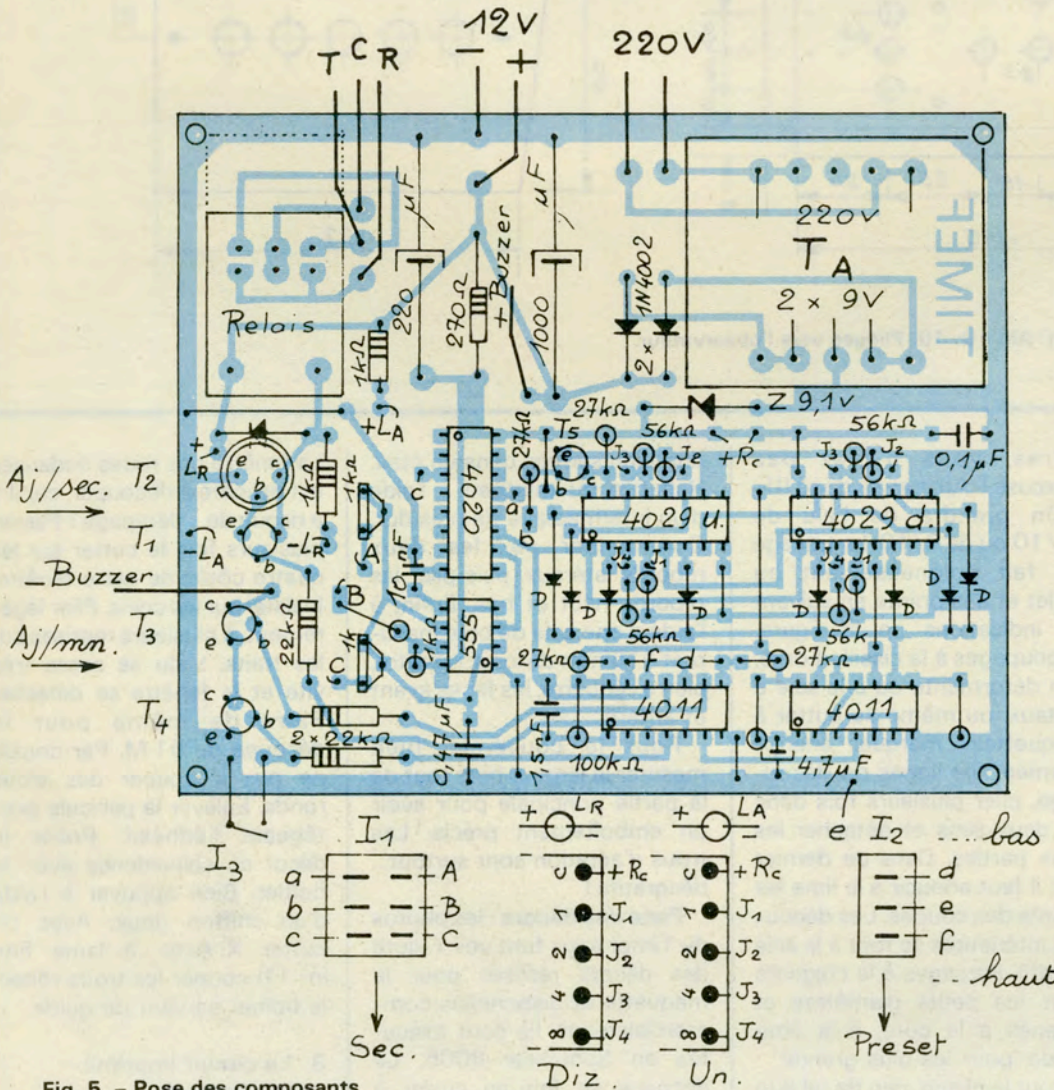


Fig. 5. - Pose des composants.

15/10. Si vous ne disposez pas du matériel à insoler, il est préférable d'acheter la plaquette terminée, en effet la densité du tracé autour des circuits logiques rend très difficile le tracé à la main. Ne pas négliger l'étamage après gravure.

- Perçage :
- à 30/10, les trous d'angles
 - à 15/10, les trous du transfo, du relais et du fil secteur
 - à 12/10, les trous des VA05 V
 - à 10/10, les trous des gros chimiques
 - à 8/10, tous les autres trous.

4. Préparation mécanique

Elle est assez rapide. Couper quatre entretoises en tube laiton de 3 mm, L = 8 mm. Les forcer dans les trous d'angles et régler pour que la plaquette imprimée se situe à 6,5 mm de la tôle de fond. Placer le CI dans le boîtier et pointer les trous de fixation. Les percer à 25/10 dans l'aluminium. Etrangler les tubes de laiton à la pince coupante, si la prise des vis à tôle n'est pas bonne.

Vérifier que toutes les pièces mécaniques se fixent correctement. Nous avons placé sous le boîtier, des pieds de plastique.

5. Montage électrique

Se reporter à la figure 5, photo A.

- Commencer par poser les straps. Utiliser du fil nu.
- Poser les supports de circuits intégrés.
- Poser les diodes et les transistors.
- Souder tous les composants passifs : R et C.
- Poser quatre picots (simples chutes de fil nu) aux points de départ des Leds.
- Limer légèrement les pointes de fils coupés, au verso et procéder à un bon nettoyage à l'acétone, ou similaire.
- Souder les fils souples sur le CI. Prévoir une longueur un peu supérieure à celle nécessaire, à déterminer en positionnant CI et pièces. Il faut :
 - 2 fois quatre fils, plus deux communs pour les roues codeuses
 - 2 fois trois fils pour I₁
 - trois fils pour I₂

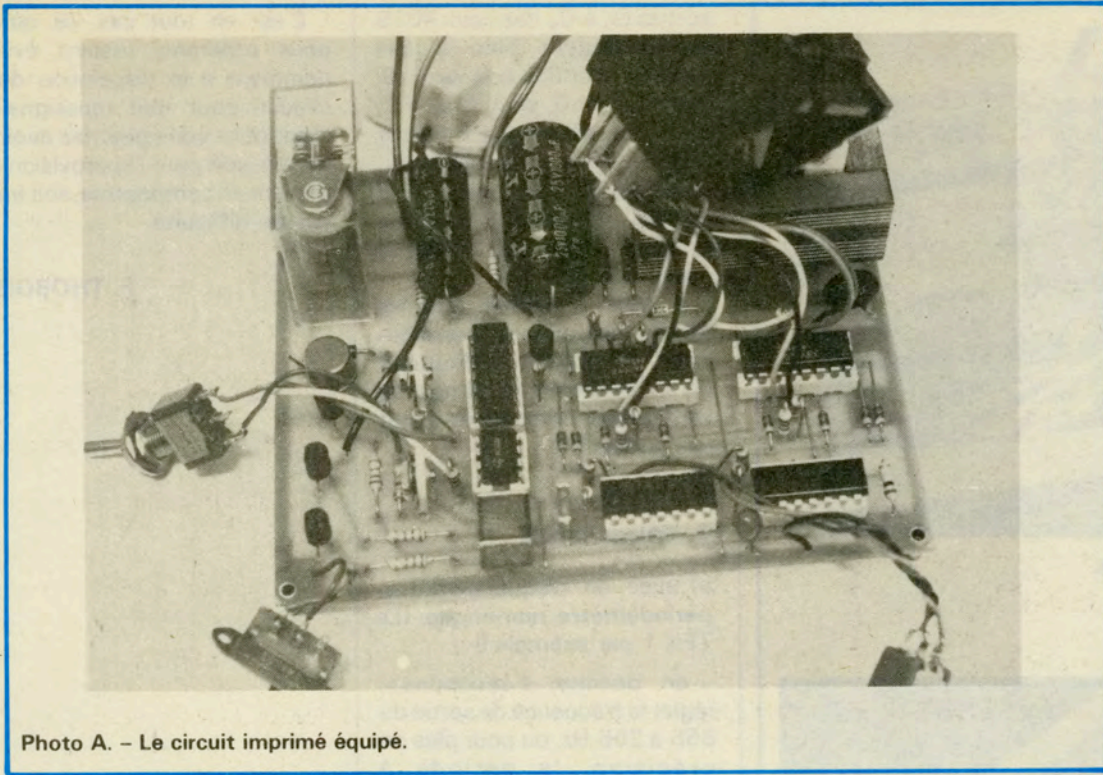


Photo A. – Le circuit imprimé équipé.

- Deux fils pour I_3
- Trois fils pour les sorties du relais
- Deux fils pour la batterie
- Souder le cordon secteur
- souder le buzzer sans raccourcir les fils.

Fixer toutes les pièces du boîtier, les tumblers, les roues codeuses, les douilles, les led... Ces dernières seront munies de deux fils torsadés, assez longs pour rejoindre les picots de connexion.

Procéder à une minutieuse vérification de tout le câblage, tant au recto qu'au verso. La loupe n'est pas inutile.

Placer le CI dans le boîtier. Il faut engager d'abord l'avant, puis l'arrière.

Souder tous les fils souples aux pointes convenables des pièces des façades avant et arrière. Au besoin raccourcir ces fils. Pour les roues codeuses, C va au +9 V, 1 à J_1 , 2 à J_2 , 4 à J_3 et 8 à J_4 . Attention, le 4029 des unités est à gauche et sa roue codeuse est à droite. Pour les tumblers, le plot de sortie connecté est à l'opposé du levier avant.

6. Mise en service

Deux philosophies sont possibles selon le tempérament de chacun : soit l'essai complet et brutal, soit la mise en service progressive.

Dans le premier cas : placer tous les circuits intégrés sur leur support. Placer I_1 sur « secondes », I_2 sur « Preset », I_3 sur « Buzzer ON » et les roues codeuses sur « 01 »

Mettre sous tension ! Pas d'étincelles, pas de fumée, rien ne bouge, le relais reste au repos, le buzzer est silencieux. C'est parfait ! (Sinon, passer à la deuxième méthode).

Commuter I_2 sur « marche » en observant la palette du relais et en constatant qu'elle est attirée. Une seconde plus tard, le relais doit revenir au repos et le buzzer doit se faire entendre. C'est gagné ! Ramener I_2 sur « Preset » : le buzzer se tait.

Positionner les roues codeuses sur une autre valeur et vérifier de même le bon fonctionnement.

Méthode progressive :

Tous les circuits intégrés sont enlevés.

Mettre sous tension. Mesurer les tensions : on trouve un peu plus de 12 V sur le 1000 μ F et un peu plus de 9 V, sur le 220 μ F. A l'aide d'un fil, relier la 22 k Ω de T_1 , côté s_3 , au +9 V : le relais colle. Relier en même temps les deux points s_1 et s_2 au +9 V : le buzzer se fait entendre.

Débrancher, décharger le 1000 μ F. Placer le 4020. Placer le 555, I_1 sur « secondes ». Remettre sous tension, contrôleur entre Q_8 et masse : l'aiguille doit battre la seconde, si le picot 11 (R du 4020) est à la masse. Vérifier aussi ce battement sur le collecteur de T_5 . Débrancher. Décharger le 100 μ F.

Il faut maintenant placer les quatre derniers circuits et essayer l'ensemble du montage, comme indiqué ci-dessus.

En cas de difficulté, provenant soit d'une erreur, soit d'un défaut de la plaquette imprimée, soit d'une mauvaise soudure, soit d'un composant défectueux... se mettre en position « Minutes » et « Preset ». Vérifier d'abord que les sorties des roues codeuses traduisent bien en binaire le nombre affiché ($\neq 0$). Vérifier ensuite que les niveaux des

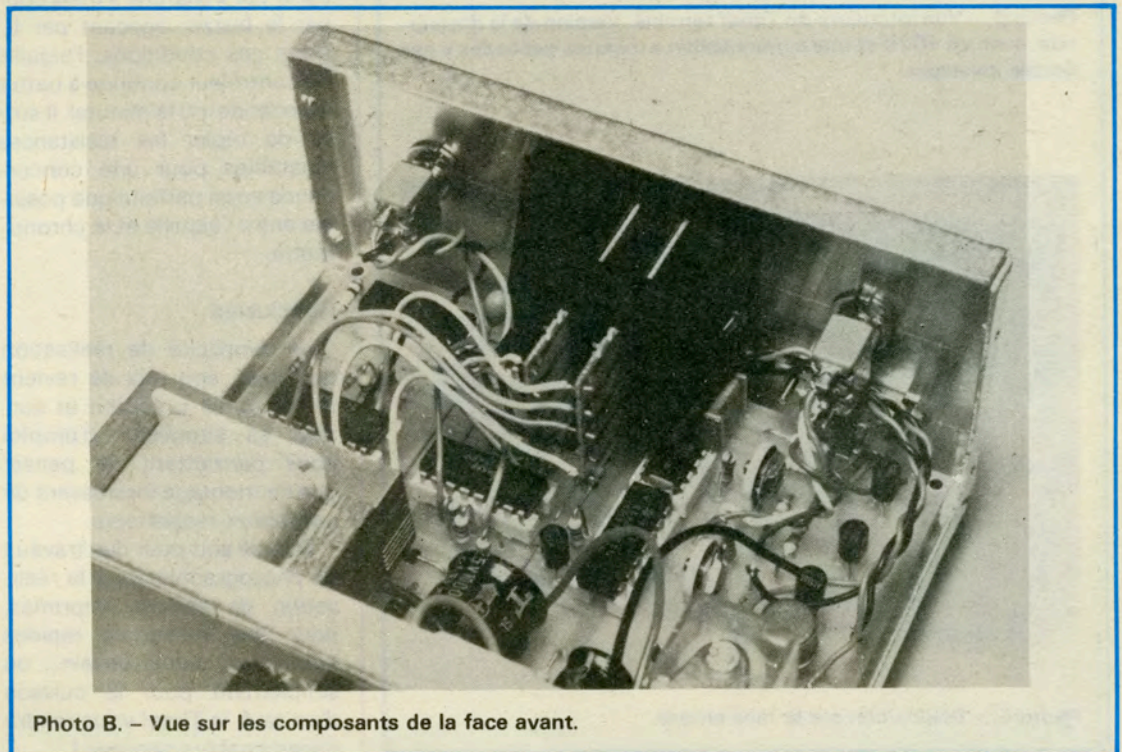


Photo B. – Vue sur les composants de la face avant.

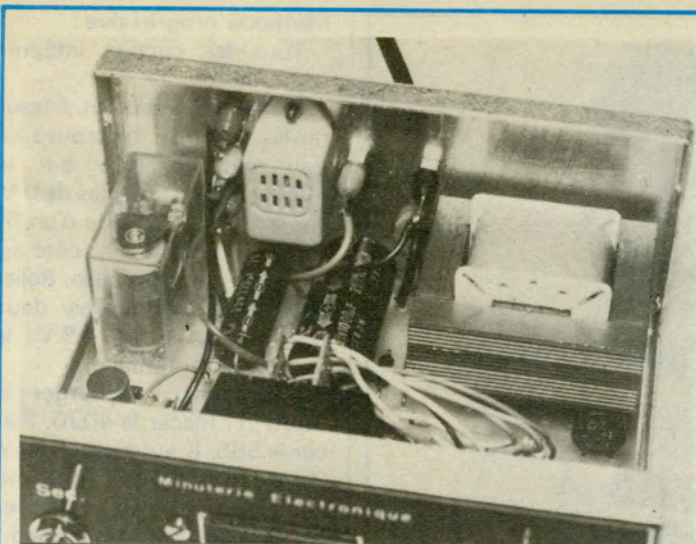


Photo C. - Vue vers la face arrière.

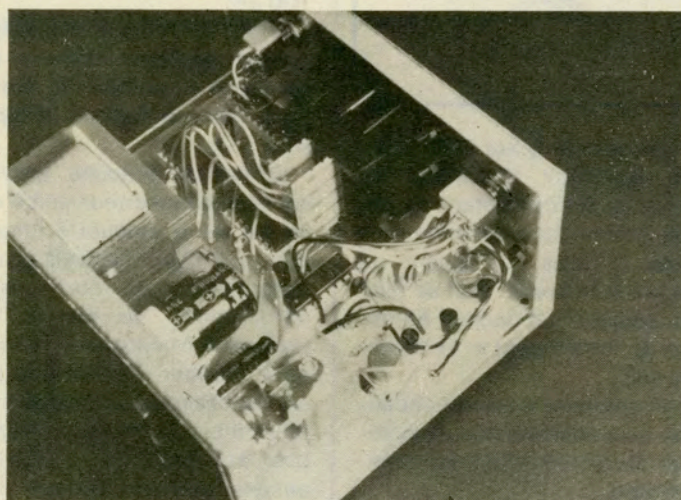


Photo D. - Vue intérieure du Timef terminé. Version de la description, avec un 4020 et une commutation « minutes-secondes » par double inverseur.

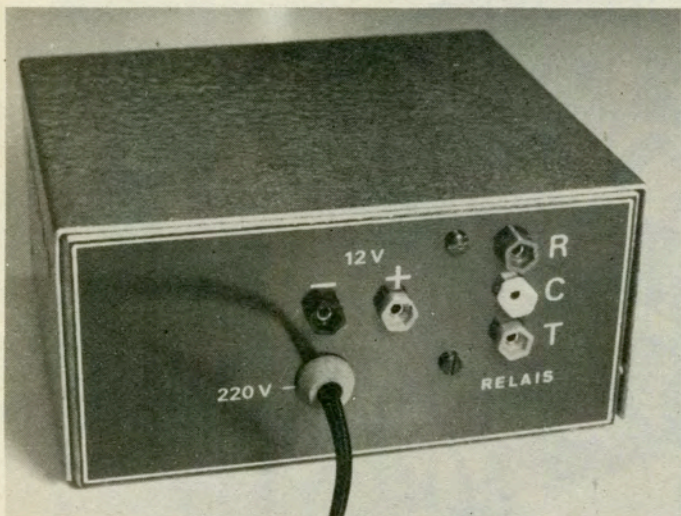


Photo E... Disposition sur la face arrière.

sorties Q_1 à Q_4 des deux 4029 correspondent bien à ces niveaux. Vérifier que $s_8 = 0$, $s_7 = 1$, $s_6 = 0$, $s_5 = 1$, $s_4 = 1$, $s_3 = 0$, $s_2 = 0$ et $s_1 = 1$. Passer en « marche » en surveillant s_1 . Cette sortie doit passer à 0 avec s_2 passant à 1. Du coup s_3 passe à 1, le relais colle et s_4 passe à 0.

Il reste à vérifier que les 4029 décomptent normalement. En position « Minutes » on a largement le temps de vérifier les modifications d'état des sorties.

7. Câblage précis

a) avec un fréquemètre-périodemètre numérique. (Le TFX 1 par exemple !)

- en position « secondes », régler la fréquence de sortie du 555 à 256 Hz, ou pour plus de précision, la période à 3906 μ s.

- en position « minutes », régler la fréquence à 273 Hz, ou mieux, la période à 3662 μ s.

b) avec un simple chronomètre.

Brancher le contrôleur en Q_8 (ou en Q_{14} pour les minutes). Roues codeuses sur O_1

Passer sur « Marche » et attendre la fin du temps. Laisser I_2 sur « Marche » mais couper le buzzer agaçant par I_3 . Dans ces conditions, l'aiguille du contrôleur continue à battre la seconde (ou la minute). Il suffit de régler les résistances ajustables pour une concordance aussi parfaite que possible entre l'aiguille et le chronomètre.

Conclusion

La simplicité de réalisation du Timef, son prix de revient modeste, sa précision et surtout sa simplicité d'emploi nous permettent de penser que ce montage intéressera de nombreux réalisateurs.

Que ce soit pour des travaux de photographie, pour la réalisation de circuits imprimés, pour des recharges rapides contrôlées, sur le terrain... ou simplement pour la cuisson d'un œuf, le Timef vous rendra d'inestimables services !

C'est en tout cas, ce que nous espérons, restant évidemment à la disposition de chacun pour tout renseignement dont vous pourriez avoir besoin, soit pour l'approvisionnement en composants, soit en cas de difficulté.

F. THOBOIS