

SYSTEME EXPERIMENTAL



DE RADIOCOMMANDE PAR APPEL SELECTIF

EN marge des applications classiques de la radiocommande des modèles réduits, on doit parfois résoudre des problèmes particuliers de télécommande : par exemple, celle de la porte de garage ! L'utilisation de porteuses non radio-électriques est possible :

- Commande par ultra-sons, malheureusement assez sensibles... aux ultra-sons produits par de nombreuses sources parasites, provoquant des déclenchements imprévus. La portée est toujours très réduite.

- Commande lumineuse avec, là aussi des possibilités de déclenchement soit par le soleil, soit par des phares de voiture manœuvrant en face des cellules de réception. Le rayonnement doit toujours se faire en ligne droite et la portée n'est jamais bien grande.

La liaison radio reste donc une solution très correcte, dans la mesure où l'on arrive à doter le système d'une

bonne immunité aux parasites et aux interférences de toutes sortes.

Pour rester dans la légalité, il faut bien entendu solliciter une autorisation d'émission restreinte à la télécommande ou émettre à très faible puissance, ce qui place le système dans la catégorie des jouets du type Talkie-Walkie. On sait que ces appareils sont vendus sans autorisation et sans redevance. Bien sûr, dans ce cas, il faut utiliser la bande des 27 MHz et plus particulièrement la fréquence 27120 kHz. Pensons aussi à nos voisins plus favorisés et qui lisent aussi le Haut-Parleur : en Belgique le 27 MHz est devenu « Citizen Band » et son utilisation est libre ! Constatons d'ailleurs à ce sujet et avec quelque amertume que, en France les autorités sont surtout douées pour mettre des bâtons dans les roues de tout un chacun ! Il est toujours plus simple d'interdire que d'autoriser. Enfin... passons !

Dans le cas envisagé ci-dessus, la rapidité d'exécution n'est pas importante : trois ou quatre secondes de temps de réponse ne sont pas un handicap. Il est alors possible de concevoir un système de commande à codage fortement sélectif et qui réduit à néant les possibilités de déclenchement intempestif. Il est en effet préférable d'avoir, dans le pire des cas, un montage qui n'obéit pas à l'ordre reçu, qu'un autre qui réagit à la moindre sollicitation, ne serait-ce qu'un courant d'air !

Le principe du système est simple : fabriquer un signal modulateur très typique, programmable à souhait, l'émettre, le recevoir et l'envoyer dans un décodeur également programmé de manière à n'être sensible qu'à l'exact code prévu !

Les techniques de codage sont diverses :

- Codage binaire : On peut fabriquer un signal modulant

constitué d'un certain nombre de 0 et de 1. Par exemple, certains circuits intégrés de commande de TV fabriquent ainsi des signaux à n bits, donnant 2^n combinaisons. Ainsi 8 bits donnent 256 combinaisons.

Ces circuits sont très séduisants mais ils ont, pour une transmission à distance, l'inconvénient d'une certaine sensibilité aux parasites, rien ne ressemblant plus à une impulsion utile qu'un parasite !

- Codage par notes musicales (ou BF). La pratique de la radiocommande des modèles réduits est concluante : tous les modèles équipés de moteurs électriques puissants sont de « méchantes bêtes » ! Il est souvent difficile de les maîtriser à cause des parasites violents engendrés par le moteur. Une bonne solution consiste à moduler par notes BF et à reconnaître dans le décodeur ces notes à l'aide de circuits aussi sélectifs que possible ! Dans l'idéal, le meilleur montage est celui à lames

vibrantes, (voir notre livre : Construction d'ensembles de RC) celles-ci ayant une sélectivité de quelques hertz sur une note de 500 Hz : elles éliminent facilement les signaux parasites. Évidemment cette solution un peu... mécanique, n'a pas l'air de plaire à beaucoup et c'est souvent une version électrique qui lui est préférée : celles des filtres BF. Moins sélectifs que les lames vibrantes, ils apportent toutefois une très bonne réjection des perturbations, surtout si l'on fait travailler ces filtres à fréquence basse, ce qui les rend encore plus insensibles aux parasites essentiellement formés de fréquences élevées.

Il suffit alors de former un signal modulant à l'aide de plusieurs notes, formant une sorte de « phrase musicale » typique. Le codeur n'étant sensible qu'à cette phrase et ignorant totalement toutes les autres. C'est le système dit, d'APPEL SÉLECTIF, fort utilisé dans les radiotéléphones professionnels et dont nous allons présenter une version simple mais efficace, applicable à beaucoup de cas particuliers dont l'impératif n'est ni la grande vitesse, ni la complexité de l'ordre envoyé, mais simplement le maximum de sécurité.

Le principe retenu finalement est le suivant :

Le codeur fabrique quatre notes différentes, n_1 , n_2 , n_3 et n_4 . Le codage consiste à émettre ces quatre notes successivement dans un ordre choisi parmi tous les ordres possibles. Voir figure 1. La mathématique nous apprend qu'il y a alors 4^4 combinaisons, soit 256. C'est déjà beaucoup et pourrait suffire, mais nous avons estimé ce nombre insuffisant. Pourtant, nous ne voulions à aucun prix dépasser quatre notes d'abord pour des raisons pratiques que nous comprendrons plus loin, mais surtout pour que le système soit TRES simple à mettre au point. Or, avec les filtres BF, la difficulté de la mise au point croît très vite avec l'augmentation du nombre de ces notes. L'idée trouvée fut de faire, non plus une séquence contenant ces quatre notes mais une séquence comptant huit sons

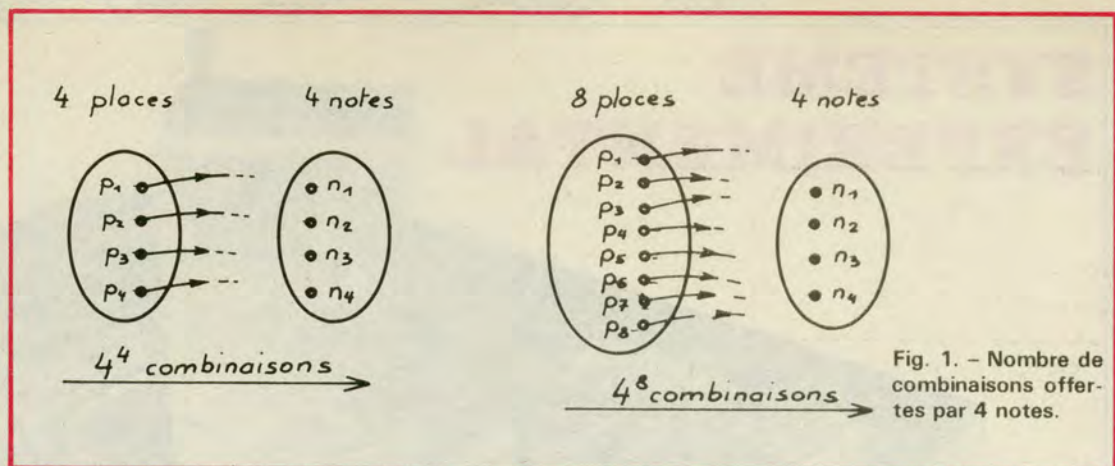


Fig. 1. - Nombre de combinaisons offertes par 4 notes.

successifs à base de ces quatre notes. Évidemment une note donnée sera le plus souvent répétée, soit 1, soit 2, soit 3... soit 8 fois. Le nombre des combinaisons passe à 4^8 soit $256 \times 256 = 65536$ combinaisons !!

Et ce avec seulement ces quatre notes ! Il suffirait de remplacer l'une des quatre, par une autre, pour avoir une seconde série de 65536 combinaisons ! Cette fois les plus exigeants seront satisfaits ! Nous ne parlons même pas de la valeur exacte de la fréquence d'émission, celle-ci étant pourtant un facteur supplémentaire de codage.

Pour avoir un vecteur de transmission aussi fiable que possible, nous avons opté pour la modulation de fréquence. Ce type de transmission ayant au moins deux avantages :

- En premier lieu, un encombrement minimum des ondes. On sait que le spectre d'une modulation FM est beaucoup plus étroit que celui d'une AM, surtout si cette dernière est faite par un signal modulant à fronts raides. En FM, il suffit de réduire le « swing » à 2 ou 3 kHz pour une bande occupée étroite (NBFM). C'est d'ailleurs la raison essentielle du passage en FM de presque tous les ensembles RC actuels.

- En second lieu, la sécurité de liaison est bien plus grande, la portée est toujours supérieure et la protection aux parasites et aux interférences bien meilleure. Ces qualités permettent de travailler avec des émetteurs à très faible puissance.

Dans les lignes qui vont suivre, nous allons décrire deux systèmes très voisins mais

visant à des applications différentes.

- **Un système d'alarme.** Un émetteur est installé sur le « bien » à protéger, immeuble ou véhicule. En veille, cet émetteur est parfaitement arrêté et son rayonnement est **absolument NUL** ! Il n'entraîne donc aucune perturbation pour qui que ce soit !! Le codeur est par contre sous tension et sensible aux agressions !

Dès qu'une personne mal intentionnée fait une tentative d'effraction, des capteurs déclenchent l'alarme et provoquent l'émission du signal codé. Le récepteur, constamment en veille, capte le signal et avertit le propriétaire, lequel peut alors intervenir dans le sens qui lui convient, soit en faisant fuir le malfaiteur, soit ce qui est préférable, en prévenant la police par téléphone !

Si le système est monté sur véhicule et si ce dernier est volé, l'émetteur rayonnant à l'insu du voleur, permet une localisation par goniométrie.

Quand on sait le nombre invraisemblable de voitures volées, le nombre de poids lourds chargés de marchandises « empruntés » et retrouvés vides, tout cela dans une souriante indifférence de la police, complètement débordée, par ce genre de larcin, somme toute sans intérêt pour elle, on comprend, par contre, tout l'intérêt de notre système... pour les propriétaires !!

- **Un système d'appel sélectif.** Pour nous c'est surtout un exercice de style, car l'usage nous manque ! Pourtant le système proposé permet d'appeler une personne parmi...

65536, à condition que chacune ait son récepteur en veille et convenablement codé ! Le système est aussi parfaitement adapté à la télécommande simple d'une action élémentaire : porte de garage, portail de propriété, phare, klaxon...

Pour le premier usage, le codage doit être modifiable très rapidement à l'émission. Nous proposerons une réalisation à cartes imprimées enfilables.

Pour le second usage, un codage à fils, tout simple et permanent sera vite fait ! Pour la mise en œuvre du dispositif complet il faut réaliser :

- **Une platine d'émission.** Nous ne la décrivons pas, renvoyant les réalisateurs éventuels à des descriptions de platines de radiocommande par exemple.

Bien entendu, nous insistons sur la nécessité de se conformer à la législation en vigueur dans le pays où le système serait exploité, tant au point de vue de la fréquence, qu'au point de vue de la puissance maximum. Le choix de ces paramètres sera donc fait dans ce sens par le réalisateur.

Dans tous les cas l'émission se fera en NBFM, avec un swing de $\pm 1,5$ kHz.

Signalons aussi, pour le système d'appel sélectif, la possibilité de ne pas travailler en HF, en utilisant la technique de la boucle inductive, encerclant les locaux à contrôler.

- **Un récepteur/décodeur complet.** La description détaillée du récepteur sera faite. Le modèle proposé s'adapte à toute réception NBFM pour

des fréquences de 3 à 80 MHz, sans modification importante. L'exemple typique traité sera le récepteur 27 MHz.

- 1 -

Le codeur d'alarme

1. Étude du schéma (fig. 2)

Au centre du montage, un transistor unijonction, 2N2646, fabriquant les notes BF. Le condensateur de 22 nF se charge au travers de l'une des résistances sélectionnées par le multiplexeur 4051. Les dents de scie obtenues sont mises en forme par la porte p₂

et transmises en S_m par la porte p₁. De là elles partiront vers le modulateur de la platine HF.

Les portes p₃ et p₄ forment l'horloge du système et délivrent un créneau rectangulaire dont la fréquence est de 2 Hz environ, donc la période de 0,5 s. Ce créneau attaque l'entrée Clock du compteur binaire à 12 étages : le 4040. La période des sorties est de 1 s en Q₁, de 2 s en Q₂ et de 4 s en Q₃. Ces trois sorties commandent le multiplexeur analogique 8 voies, 4051 dont les 8 entrées sont ainsi successivement connectées à la sortie « s » en 4 s (1/2 seconde par voie). Chaque entrée est reliée à travers la plaquette de codage aux quatre résistances

ajustables permettant de caler les quatre notes réglées aux valeurs suivantes :

- n₁ = 698 Hz
- n₂ = 554 Hz
- n₃ = 440 Hz
- n₄ = 370 Hz

Pour réaliser le codage, il suffit de souder 8 fils aux 8 points d'entrées du 4051 et de souder les 8 extrémités, au choix, sur les quatre points n₁ à n₄.

Donnons un exemple parmi... 65536 !! Voir figure 3.

entrée	0	1	2	3	4	5	6	7
note	n ₃	n ₁	n ₂	n ₁	n ₄	n ₃	n ₄	n ₁

correspondant au code « 31214341 ».

Le signal d'horloge est également appliqué sur une entrée

de p₂. Pendant l'alternance négative, (1/4 s) la porte p₂ est conductrice et la note est transmise. Pendant l'alternance positive (niveau 1) la porte est bloquée et la note interrompue. Voir la figure 3. Cet artifice permet d'intercaler entre chaque note transmise pendant 1/4 s, un silence de la même durée. Ce passage note-silence est indispensable au fonctionnement du décodeur que nous étudierons plus tard.

Pour atteindre la sortie S_m, la note doit traverser la porte p₁, commandée par le double JK, type 4027, dont nous allons définir le rôle.

A la mise sous tension initiale, le 4040 est remis à 0 par la cellule 100 kΩ/0,1 μF (la

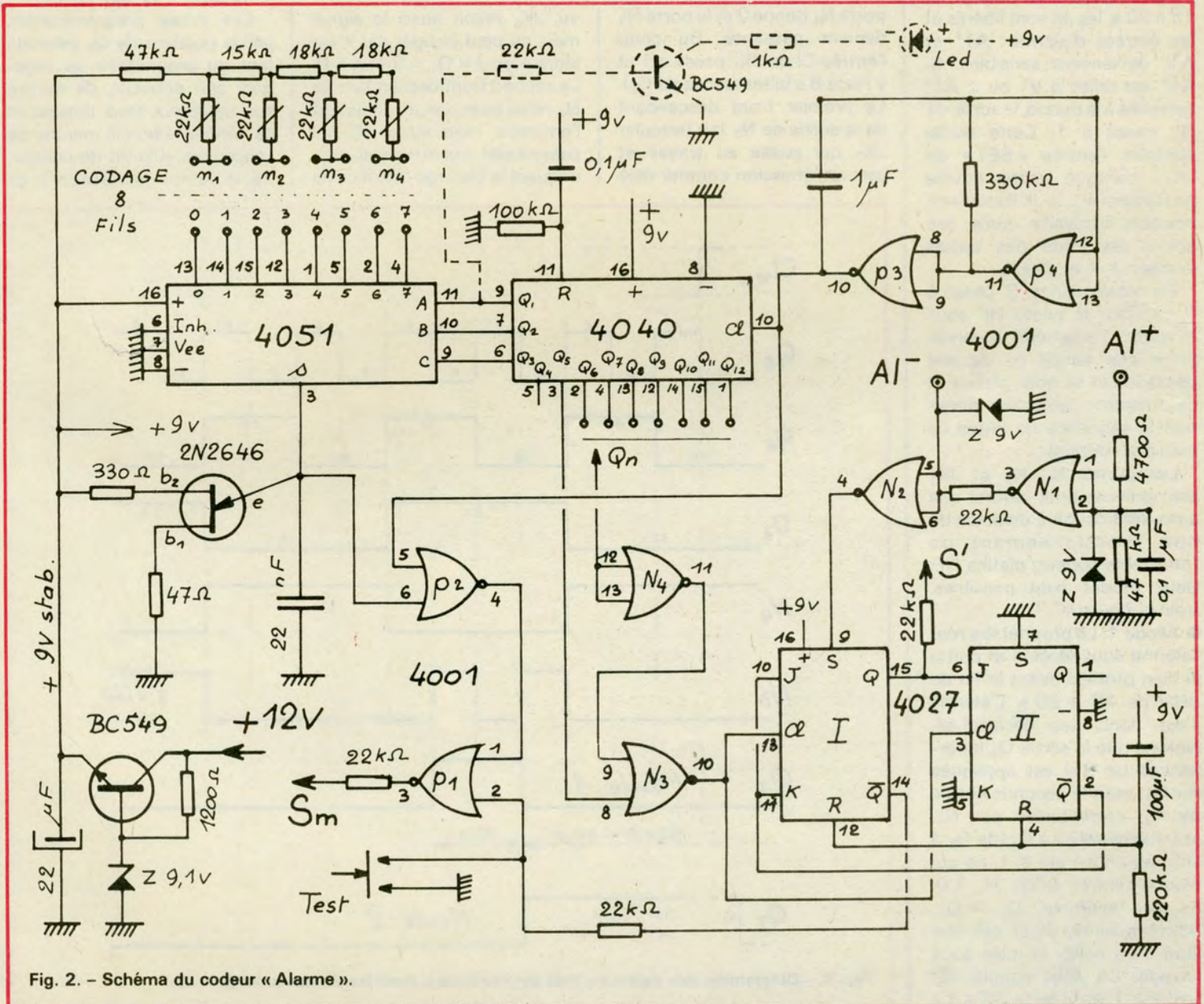


Fig. 2. - Schéma du codeur « Alarme ».

charge du 0,1 μ F maintient R à 1 pendant 5 à 10 ms environ).

Par ailleurs, la cellule 100 μ F/220 k Ω met aussi le 4027 à 0, mais la forte constante de temps de cette cellule maintient le 1 de RAZ pendant 15 à 20 s. Ce délai permet au propriétaire de quitter soit le véhicule, soit le local, sans déclencher lui-même l'alarme.

Le 4027 à 0, donne $\bar{Q}_1 = 1$, la porte p_1 est bloquée: $S_m = 0$. On a aussi $Q_1 = 0$ d'où $S' = 0$. Le modulateur de la platine HF est commandé par S_m : il ne reçoit rien. De plus, la sortie S' est prévue pour bloquer un transistor interrupteur d'alimentation de l'étage pilote de la platine. Le pilote n'oscille pas et le rayonnement HF est absolument nul.

Après le délai de blocage de 15 à 20 s, les JK sont libérés et les entrées d'alarme: $A1^+$ et $A1^-$ deviennent sensibles. Si $A1^+$ est reliée à V^+ ou si $A1^-$ est reliée à la masse, la sortie de N_2 passe à 1. Cette sortie contrôle l'entrée « SET » de JK_1 . Lorsque cette entrée passe ainsi à 1, le JK bascule en position « travail » quels que soient les états des autres entrées J, K et Clock.

En conséquence, S' passe à 1, mettant le pilote HF sous tension: l'émetteur rayonne. En même temps p_1 devient passante et la note atteint le modulateur: l'émetteur transmet la séquence de notes de manière continue.

Les portes N_4 , N_3 et JK_{11} sont prévues pour assurer une auto-vérification à distance du bon fonctionnement de l'ensemble codeur/platine HF. Deux modes sont possibles. Voir la figure 4.

● **Mode 1.** Le propriétaire met l'alarme sous tension et quitte le bien protégé avant la fin du délai de 15 à 20 s. L'alarme n'est donc pas déclenchée. Notons que la sortie Q_5 (alternances de 8 s) est appliquée sur N_3 , mais la seconde entrée de N_3 , commandée par N_4 , elle-même reliée à Q_n (de Q_6 à Q_{12} , au choix) est à 0, ce qui bloque l'entrée Cl de JK_1 à 0. Si, par exemple, $Q_n = Q_7$, (alternances de 32 s), cet état dure 32 s après la mise sous tension. Ce délai écoulé, Q_7 passe à 1 et y reste 32 s. La

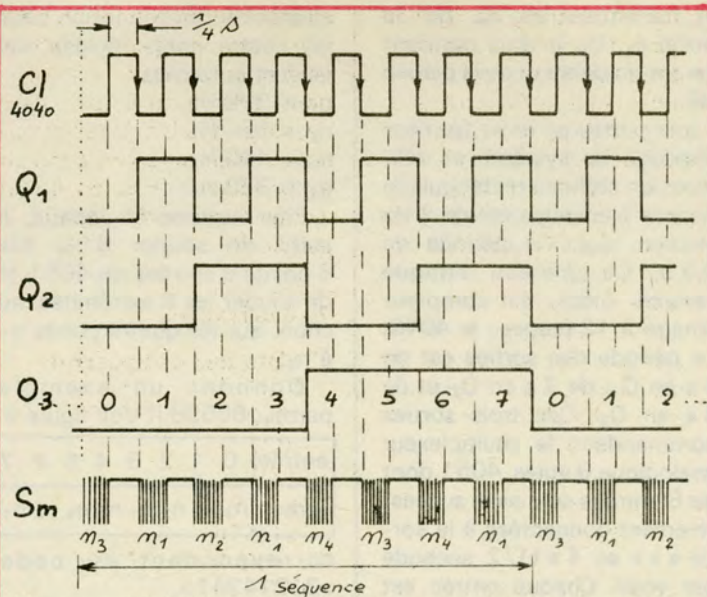


Fig. 3. - Génération des séquences de notes. Code illustré: « 31214341 ».

porte N_4 donne 0 et la porte N_3 devient passante. Du coup l'entrée Cl de JK_1 passe à 1 et y reste 8 s (alternances de Q_5). Le premier front descendant de la sortie de N_3 fait basculer JK_1 qui passe au travail et assure l'émission comme déjà

vu. JK_{11} reçoit aussi le signal mais ne peut bouger car il est alors avec $J = Q_1 = 0$ et $K = 0$. Le second front descendant de N_3 refait basculer JK_1 , coupant l'émission, mais aussi JK_{11} qui passe à son tour au travail, provoquant le blocage ultérieur de

JK_1 , en mettant ses entrées J et K à 0 par \bar{Q}_{11} . Tous les fronts descendants suivants de N_3 seront totalement inactifs jusqu'à coupure de l'alimentation, pour RAZ générale.

Résultat pratique: 32 s (Q_7) + 8 s (Q_5) soit 40 s après la mise sous tension l'émetteur rayonnera automatiquement son signal pendant 16 s et transmettra ainsi quatre séquences complètes.

Si $Q_n = Q_8$, ces 16 s d'émission se produiront après 64 s + 8 s = 72 s = 1 mn 12 s

Si $Q_n = Q_9$, après 128 s + 8 s = 136 s = 2 mn 16 s

Si $Q_n = Q_{10}$, après 256 s + 8 s = 264 s = 4 mn 24 s

Si $Q_n = Q_{11}$, après 512 s + 8 s = 520 s = 8 mn 40 s

Si $Q_n = Q_{12}$, après 1024 s + 8 s = 1032 s = 17 mn 12 s.

Ces délais programmables par la position de Q_n permettent au propriétaire de regagner son domicile, de mettre son récepteur sous tension et de vérifier la bonne marche de l'ensemble. Il suffit de connaître le temps nécessaire à ce

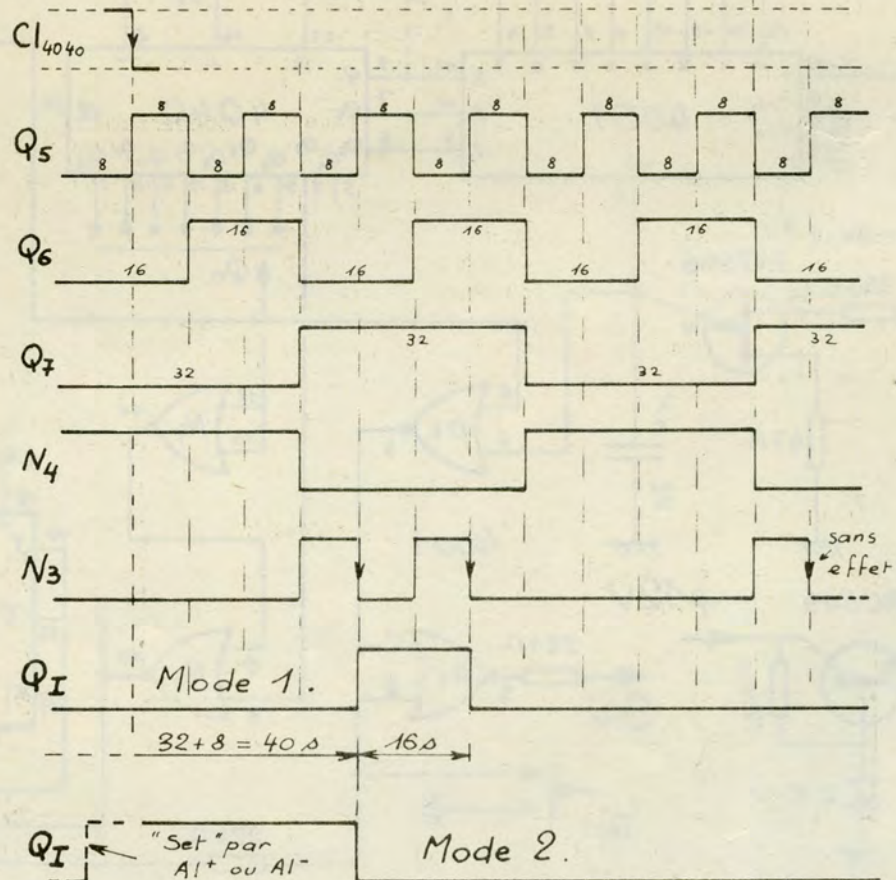


Fig. 4. - Diagramme des signaux « test automatique » dans les 2 modes. Ici $Q_n = Q_7$.

petit trajet. Après les 16 s de marche automatique, JK₁ est revenu à 0, il est susceptible de repasser au travail sous l'action de son entrée « SET ». Le codeur est donc en veille, émetteur bloqué.

● **Mode 2.** Le propriétaire met son alarme sous tension, mais il attend volontairement plus longtemps que le délai de rigueur de 15 à 20 s, ce qui provoque évidemment le déclenchement de l'alarme à l'ouverture de la porte du véhicule, par exemple. Après les temps que nous avons indiqué dans le mode 1, le premier front descendant de N₃ trouve JK₁ déjà au travail, puisque déclenché par SET et JK₁₁ au repos. Il provoque donc le basculement des deux JK : JK₁ revient au repos, coupant l'émission et JK₁₁ passe au travail, rendant inefficaces les coups d'horloge suivants. L'alarme est à nouveau en veille.

Ce second mode test procure une durée d'émission continue allant de 20 s environ (si Q_n = Q₇) à 17 mn environ (si Q_n = Q₁₂). On n'utilisera ce mode que très occasionnellement, uniquement pour vérification de la propagation.

Remarquons également le bouton « Test » du schéma, figure 2. Ce poussoir momentané débloque p₁ et transmet la note. On peut ainsi vérifier rapidement l'émission effective de la séquence (contrôle auditif ou à l'oscillo en S_m).

Enfin signalons la possibilité de monter une diode LED cli-

gnant au rythme de Q₃, soit 1 fois par seconde et permettant à la fois un contrôle visuel de mise sous tension et pouvant peut-être provoquer un certain effet dissuasif, si la LED est bien visible. En général, on n'aime pas trop toucher à un système qui clignote bizarrement, quand on n'a pas la conscience tranquille !

Les entrées alarme sont protégées par zeners contre les transitoires risquant de claquer les portes. Le codeur peut s'alimenter de 4 à 12 V. Prévu dans le schéma pour 12 V, il est doté d'un circuit de régulation ramenant la tension V⁺ à 9 V.

Les entrées alarme peuvent être utilisées sur une voiture, comme le montre la figure 5. Les entrées A1 servent à protéger des accessoires ou des ouvertures : glaces, pare-brise, etc. Des fils fins F_f maintiennent A1⁺ à 0. Le vol d'un accessoire ou le bris d'une glace rompt le fil fin, A1⁺ passe à + 12 V et provoque l'alarme. Les entrées A1⁻ déclenchent dès qu'elles sont portées à la masse. On pourra les connecter sur le plafonnier, la lampe de coffre, etc. L'ouverture des portières, du coffre, ferment les interrupteurs et provoquent l'alarme. Les diodes assurent l'indépendance des différents points de connexion et évitent le retour du + 12 V. Le nombre des entrées A1⁺ et A1⁻ peut être augmenté à volonté et la protection aussi poussée que le propriétaire le désire.

La consommation du codeur en veille est de 5 mA. Cette

consommation dérisoire pour une batterie, genre voiture, permet la tenue en veille pendant très longtemps, sans décharge notable de l'accumulateur. Bien entendu, pendant les périodes d'émission, il faut ajouter la consommation de la platine HF.

2. Réalisation

a) Liste des composants

1 4051
1 4040
1 4027
2 4001
2 BC549
1 2N2646
3 zeners 9,1 V 1/2 W
1 LED
n 1N4148 (A1)

Résistance 1/4 W 5 %

1 47 Ω
1 330 Ω
1 1000 Ω
1 1200 Ω
1 4700 Ω
n 10 kΩ (A1⁺)
1 15 kΩ
2 18 kΩ
5 22 kΩ
2 47 kΩ
1 100 kΩ
1 220 kΩ
1 330 kΩ

Condensateurs

1 22 nF MKM 100 V
1 0,1 μF MKM 100 V
1 1 μF MKM 100 V
1 22 μF ch 25 V
1 100 μF ch 25 V

Divers

4 supports DIL, 16 broches
2 supports DIL, 14 broches

1 plaquette DIL, 16 broches pour codage
4 Pot. Aj VAO5H, 22 kΩ
1 circuit imprimé

b) **Le circuit imprimé** Voir figure 6

A exécuter en époxy de 15/10, simple face. La finesse des liaisons implique la méthode photographique. Le circuit est disponible commercialement, comme les composants chez Selectronic, à Lille. Le circuit est fourni étamé et percé. (8/10 en général, 12/10 pour les VA05, 25/10 pour les trous d'angles).

c) **Pose des composants.** Voir la figure 7

L'utilisation de supports pour les circuits CMOS est vivement recommandée. Commencer par la pose des straps. Surtout ne pas oublier les trois qui se trouvent sous les supports de CI. Poser les supports. Souder tous les composants passifs. Terminer par la pose des transistors et diodes. Souder les fils d'alimentation. Ne pas placer encore la petite plaquette prévue pour le codage sur son support et ne pas la câbler. Elle pourra ainsi nous aider à la mise en service.

d) **Mise en service**

Ne placer aucun CMOS. Vérifier soigneusement le câblage. Placer la plaquette DIL à la place du 4051 et relier par un fil la sortie 3 au point n₄. Mettre sous tension et voir à l'oscilloscope si la dent de scie générée par le 2N2646 existe

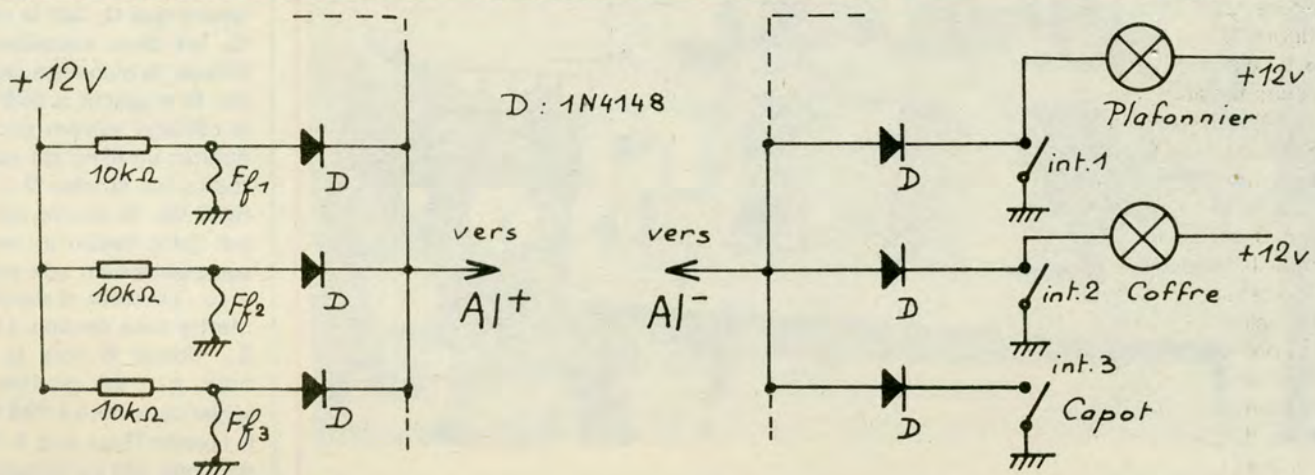


Fig. 5. - Branchement des entrées « AI ».

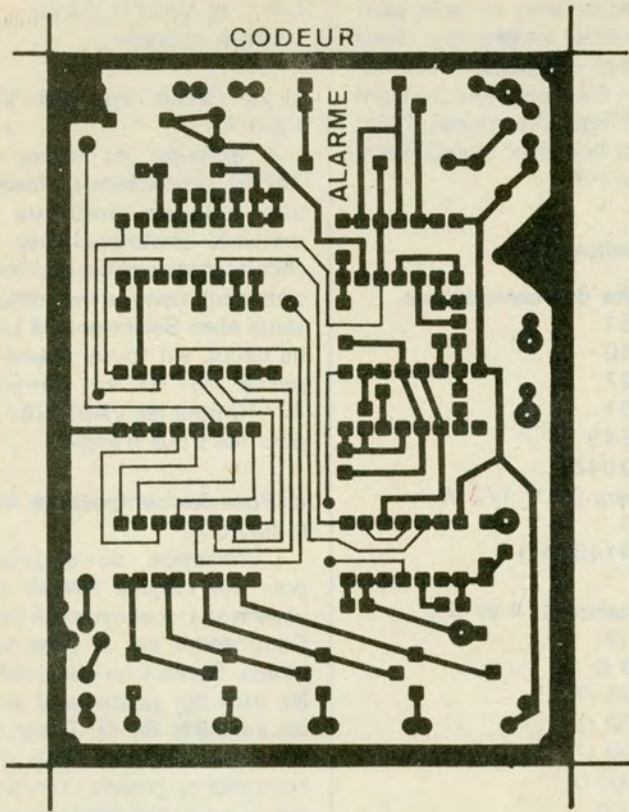


Fig. 6. - CI codeur « alarme ».

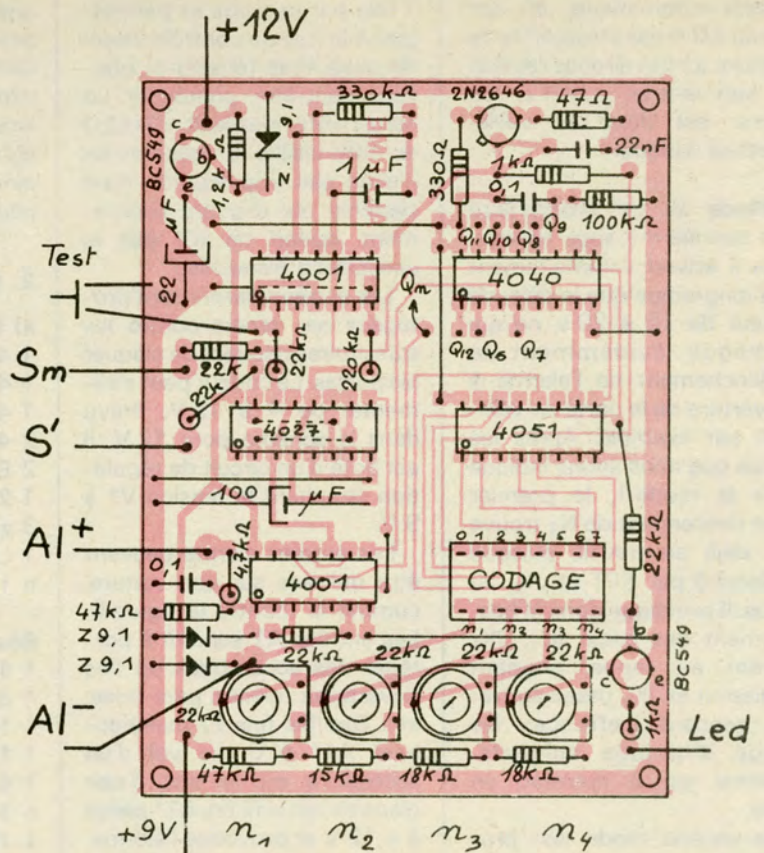


Fig. 7. - Pose des composants du codeur « alarme ».

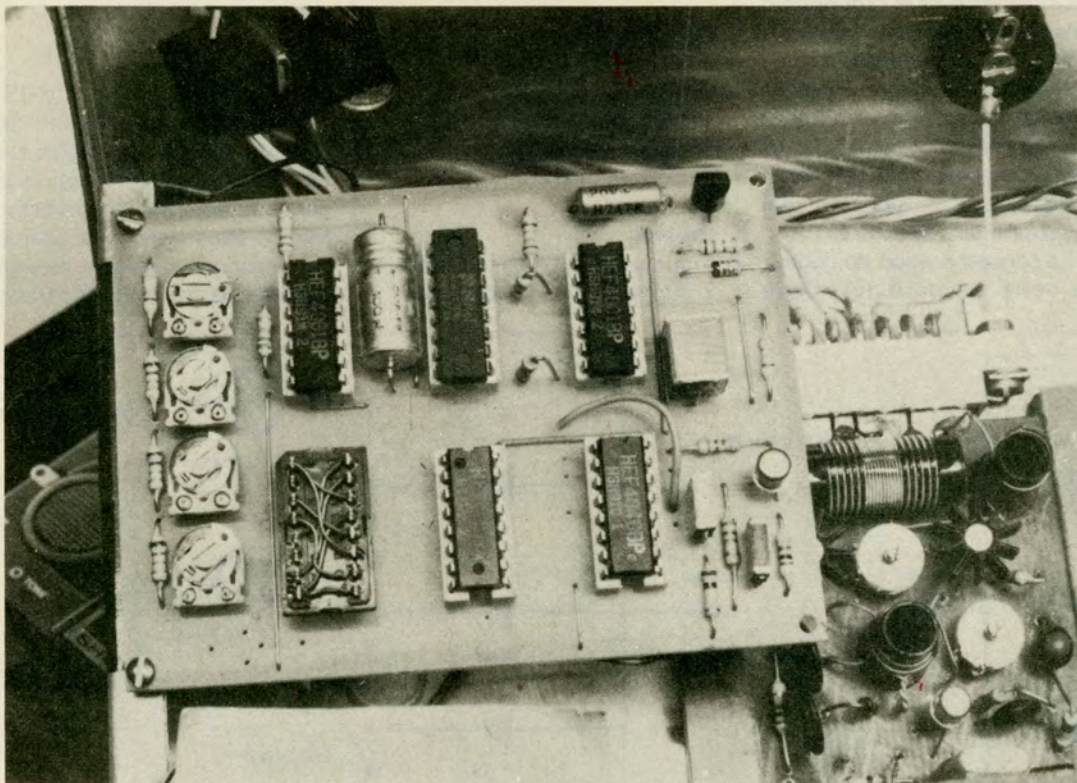


Photo A. - Le codeur d'alarme. Essais expérimentaux.

bien aux bornes du 22 nF. Vérifier également la bonne valeur de la tension stabilisée. Couper le + 12 V. Enfiler le 4001 de l'horloge. Remettre sous tension : le contrôleur au point 10 du 4001 doit battre la 1/2 s, à peu près. En court-circuitant les contacts du poussoir test, on doit voir ou entendre la note en S_m , avec l'alternance note-silence. Couper. Placer le 4040. Vérifier maintenant que Q_1 bat la seconde, Q_2 les deux secondes..., etc. Enlever la plaquette codage et son fil et placer le 4051. Faire le câblage suivant sur la plaquette : un fil nu est soudé sur toutes les entrées 0 à 7 qu'il relie. Un fil souple est soudé sur cette liaison et sera relié successivement aux points n_1 à n_4 . Le relier d'abord à n_1 . Mettre sous tension. La sortie S_m donne 8 fois la même note n_1 . En profiter pour régler cette note à 698 Hz, soit à l'oreille (Fa_4) soit à l'oscillo étalonné, soit au fréquencemètre (se brancher alors aux bornes du 22 nF, avec une sonde

à haute impédance). Relier ensuite le fil souple à n_2 , régler la note sur 554 Hz (Do_3) puis à n_3 , (440 Hz = La_3) enfin à n_4 (370 Hz = Fa_3). Ce travail effectué, il faut choisir le code définitif retenu pour l'alarme et câbler la plaquette DIL en conséquence. Souder 8 fils isolés fins sur les points 0 à 7. Relier les extrémités soit à n_1 ... soit à n_4 . Ne pas oublier que deux picots sont affectés à chaque note. Le codage terminé, placer la plaquette sur son support et vérifier auditivement le bon déroulement de la séquence. Supprimer le

court-circuit du poussoir test. Placer le 4027 et le second 4001. Brancher de préférence Q_n sur Q_7 . Relier $A1^+$ au +9 V. Mettre sous tension et constater que après les 15 à 20 s de temporisation, la séquence apparaît en S_m . Couper. Débrancher $A1^+$. Remettre sous tension. Attendre 70 à 80 s : quatre séquences doivent alors se faire entendre.

Après ces quatre séquences, on peut provoquer l'alarme, soit en portant $A1^+$ au +9 V ou au +12 V, soit en portant $A1^-$ à la masse. Un contact très bref suffit pour cela. Vérifier

maintenant le second mode. Couper, pour remettre à 0. Remettre sous tension, attendre une vingtaine de secondes et déclencher par $A1^+$ ou $A1^-$. Le signal S_m apparaît. Il doit s'interrompre automatiquement 70 à 80 s plus tard.

Un fonctionnement anormal ne peut provenir que d'un CMOS défectueux, d'une coupure de circuit imprimé ou d'une mauvaise soudure.

e) Montage définitif

Nous laissons cela à l'initiative du réalisateur. Nous ne

donnerons que quelques recommandations :

- Utiliser un boîtier métallique du style « auto-radio ».
- Le codeur et la platine HF seront superposés mais séparés par une cloison métallique servant à la fois de blindage et de support de fixation.
- Sortir l'antenne à l'arrière sur BNC.
- Sortir aussi les $A1^+$ et $A1^-$ à l'arrière. Le câblage de la figure 5 se fera sur cette face arrière à proximité des points

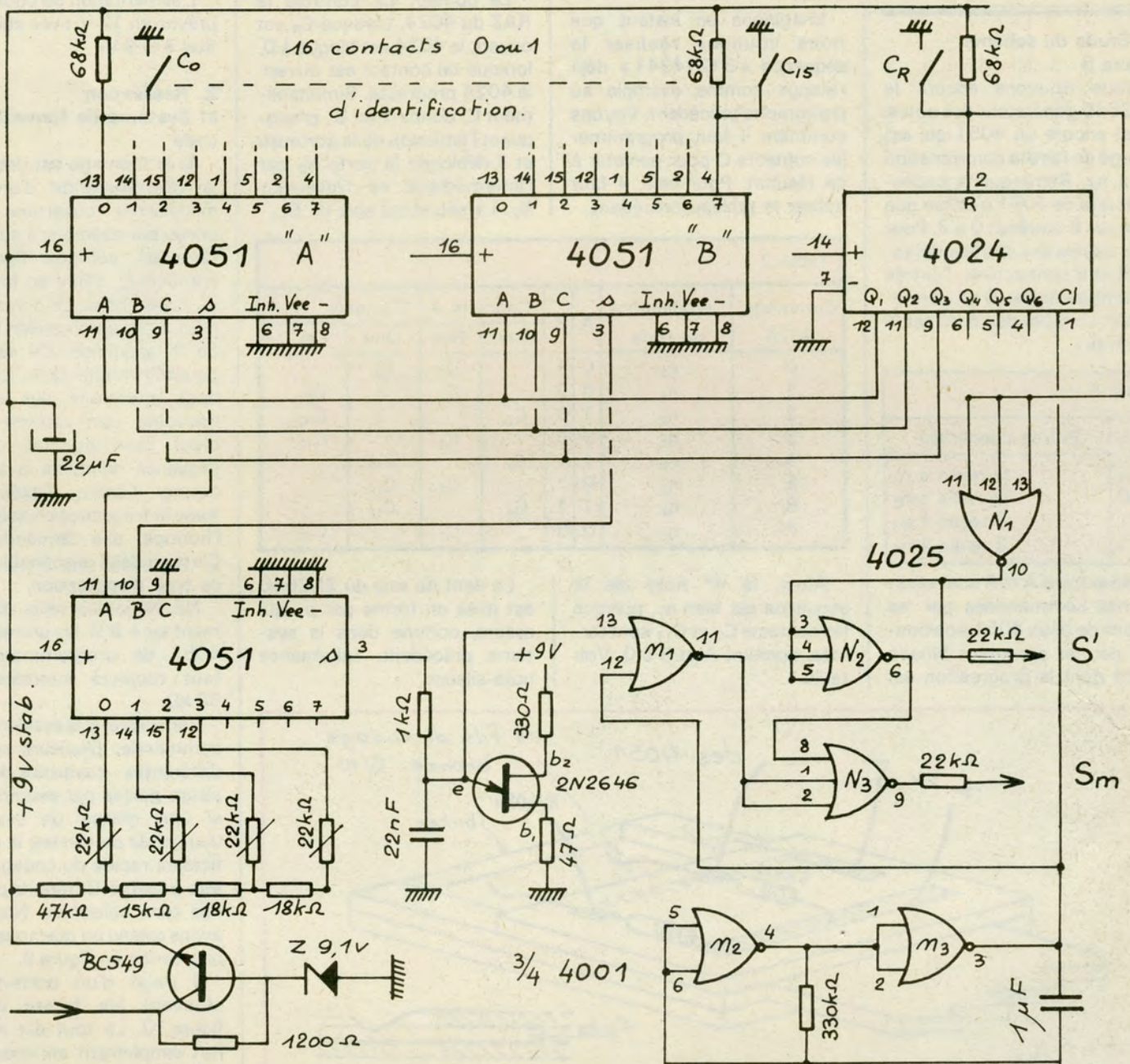


Fig. 8. - Schéma du codeur « appel sélectif ».

de départ qui pourront être soit des barettes genre domino, soit des douilles bananes isolées.

● Sur la platine HF, le point S_m est raccordé à l'entrée du modulateur prévu. Il faudra ajouter le transistor interrupteur de l'étage pilote. Découpler ce transistor par un condensateur céramique. La base du transistor est commandée par S' .

- II -

Codeur d'appel collectif

1. Étude du schéma

Figure 8

Nous trouvons encore le 2N2646 générateur des notes. C'est encore un 4051 qui est chargé de faire la commutation n_1 à n_4 . Remarquons cependant que ce 4051 n'utilise que 4 de ses 8 entrées : 0 à 3. Pour cela, seules ses entrées digitales A et B sont actives, l'entrée C étant au niveau 0 en permanence. La table de vérité est la suivante :

A	B	Entrée connectée
0	0	0 reliée à n_1
1	0	1 reliée à n_2
0	1	2 reliée à n_3
1	1	3 reliée à n_4

Les entrées A et B sont elles-mêmes commandées par les sorties de deux 4051 positionnés par un compteur binaire 4024 dont la progression est

assurée par le signal d'horloge généré par les portes p_2 et p_3 ($F = 2$ Hz). Les sorties Q_1 , Q_2 et Q_3 comptent de 0 à 7 et les deux 4051, reliés en parallèle à ces sorties, passent simultanément de 0 à 7.

Chaque entrée des 4051 A ou B peut être à 0 (à la masse par C_0 à C_{15} fermés) ou à 1 (par les $68\text{ k}\Omega$ si C_0 à C_{15} sont ouverts). Pour chacune des positions 0 à 7 du 4024, les sorties s des 4051 (et donc A et B du troisième) prennent ainsi des niveaux 0 ou 1. C'est donc l'ouverture ou la fermeture des contacts C_0 à C_{15} qui assure la programmation du code.

Imaginons un instant que nous voulions réaliser la séquence « 31214341 » déjà retenue comme exemple au paragraphe précédent. Voyons comment il faut programmer les contacts C pour parvenir à ce résultat. Pour cela, il faut utiliser le tableau précédent.

Comptage 4024	Déroulement du code	A B		Contacts A		Contacts B	
		A	B	Ouv.	Fer.	Ouv.	Fer.
0	n_3	0	1		C_0	C_8	
1	n_1	0	0		C_1		C_9
2	n_2	1	0	C_2			C_{10}
3	n_1	0	0		C_3		C_{11}
4	n_4	1	1	C_4		C_{12}	
5	n_3	0	1		C_5	C_{13}	
6	n_4	1	1	C_6		C_{14}	
7	n_1	0	0		C_7		C_{15}

Ainsi, la 4^e note de la séquence est bien n_1 , puisque les contacts C_3 et C_{11} sont fermés, donnant A et B à 0. Voir table 1.

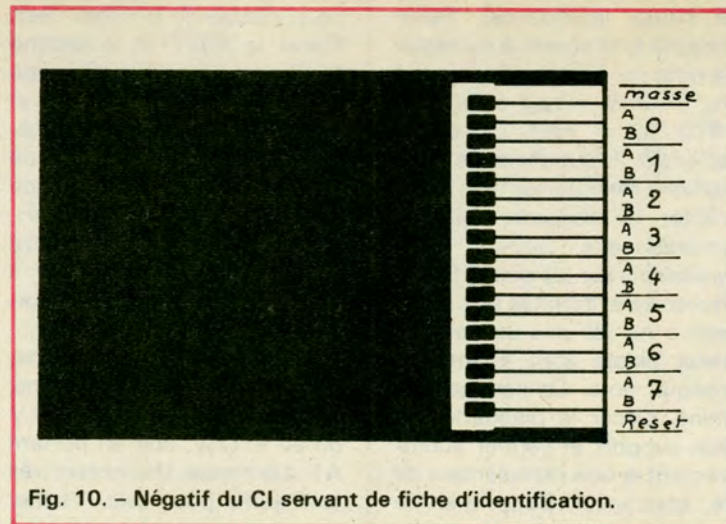


Fig. 10. - Négatif du CI servant de fiche d'identification.

Le contact C_R contrôle la RAZ du 4024. Lorsque C_R est ouvert, le 4024 est bloqué à 0, lorsque ce contact est ouvert, le 4024 progresse. Simultanément C_r donne 1 en S' , provoquant l'émission de la porteuse et il débloque la porte N_3 par l'intermédiaire de l'inverseur N_2 . La séquence sort en S_m .

L'alimentation du codeur est prévue en 12 V, avec stabilisation à + 9 V.

2. Réalisation

a) Système de formation du code

Si le montage est destiné à la télécommande d'un seul mécanisme, ouverture d'une porte, par exemple, il suffit de faire un câblage fixe des contacts C, défini en fonction du code choisi. Le contact C_R peut alors commander l'envoi de la séquence. Ce sera un poussoir momentané. Comme nous le verrons plus loin, le décodeur doit recevoir - et c'est bien normal - une séquence complète avant de donner l'ordre d'exécution. Avec la fréquence choisie pour l'horloge, elle demande 4 s. C'est un délai raisonnable pour ce type d'application.

NB. Ne jamais relier directement au + 9 V, les entrées des 4051 de programmation. Il faut toujours intercaler les $68\text{ k}\Omega$.

Par contre, si le système doit commander plusieurs actions différentes : ouverture de plusieurs portes par exemple, ou si l'on réalise un système d'appel de personnes, la modification rapide du codage doit être possible. Différents procédés sont utilisables. Nous en avons retenu un que nous vous proposons en figure 9.

Il s'agit d'un porte-fiches recevant les fiches de la figure 10. Le tout est réalisé fort simplement en époxy de 15/10. La plaque de base du porte-fiches est un simple rectangle d'époxy nu. Deux baret-

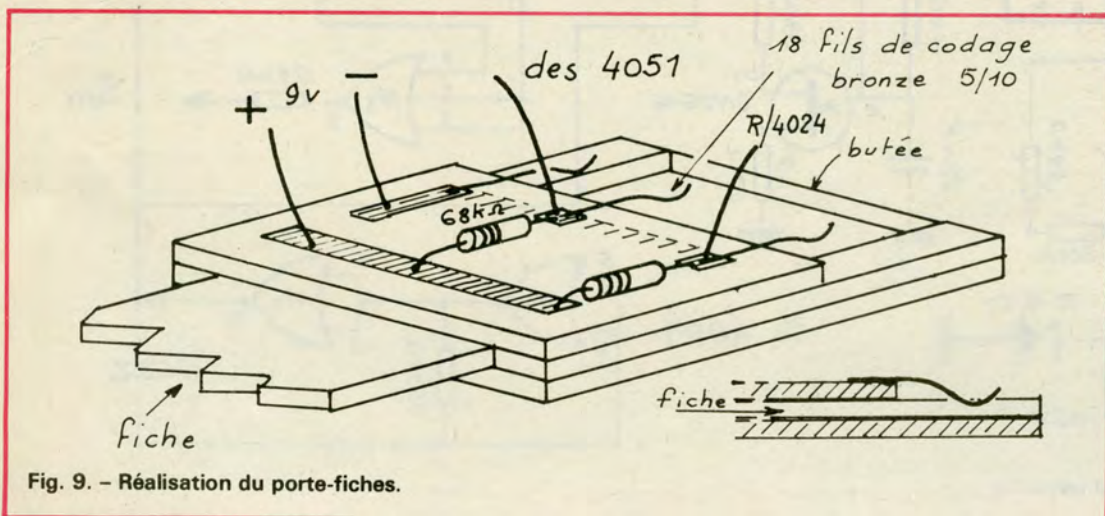


Fig. 9. - Réalisation du porte-fiches.

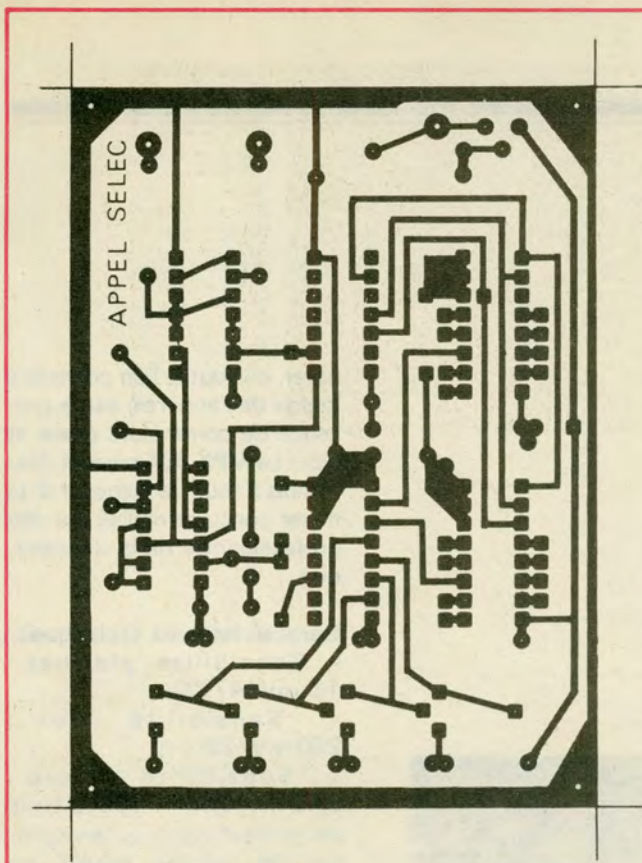


Fig. 11. - CI codeur « appel » sélectif.

tes latérales assurent le guidage précis des fiches. La plaque supérieure plus courte est gravée de manière à garder une ligne +9 V et 18 plots à l'écartement de 2,54 mm. Ces plots reçoivent 18 fils souples, en bronze, formés comme le montre la figure et qui feront contact avec les pistes de la fiche. Le premier plot, à gauche est le plot de masse, le dernier, à droite celui de C_R . Entre les deux, nous avons les contacts C_0 à C_{15} . Les plots C_0 à C_{15} et le plot C_R sont reliés à la ligne +9 V par les résistances de 68 k Ω . Par ailleurs ils sont reliés aux points correspondants des 4051 et du 4024. Si une fiche conforme au dessin de la figure 10 est introduite dans le porte-fiches, tous les contacts sont reliés à la masse, car nous constatons que toutes les pistes sont d'origine reliées à la bande transversale de masse. L'introduction d'une telle fiche programme des 0 partout et par conséquent donne une séquence « 1111111 » composée uniquement de notes n_1 . C'est une première possibilité. Pour obtenir un autre code, il va fal-

loir sectionner certains des fins étranglements reliant telle ou telle piste à la masse. Dans ce cas, le plot correspondant n'est plus fermé à la masse et l'entrée du 4051 prend le niveau 1.

Prenons l'exemple de notre fameux code « 31214321 » :
 - En 0 (1^{re} note) il faut n_3 nécessitant $A = 0$ et $B = 1$ (voir table 1). On ne touchera pas à la piste A_0 mais on sectionnera la mise à la masse de B_0
 - En 4 (5^e note), il faut n_4 donnée par $A = 1$ et $B = 1$. Couper A_4 et B_4 .
 - En 7 (8^e note), il faut n_1 donnée par $A = 0$ et $B = 0$. Ne rien couper.

Notons que l'introduction de la fiche met R du 4024 à 0, met le compteur en marche et active les sorties S_m et S' . Pour éviter un démarrage incertain de la séquence, le fil de contact C_R sera taillé 2 à 3 mm plus long que les autres. Ainsi le compteur ne démarrera que lorsque les 16 contacts de programmation seront bien établis.

Pour avoir des contacts sûrs, nous conseillons de faire dorer les bandes de contact des

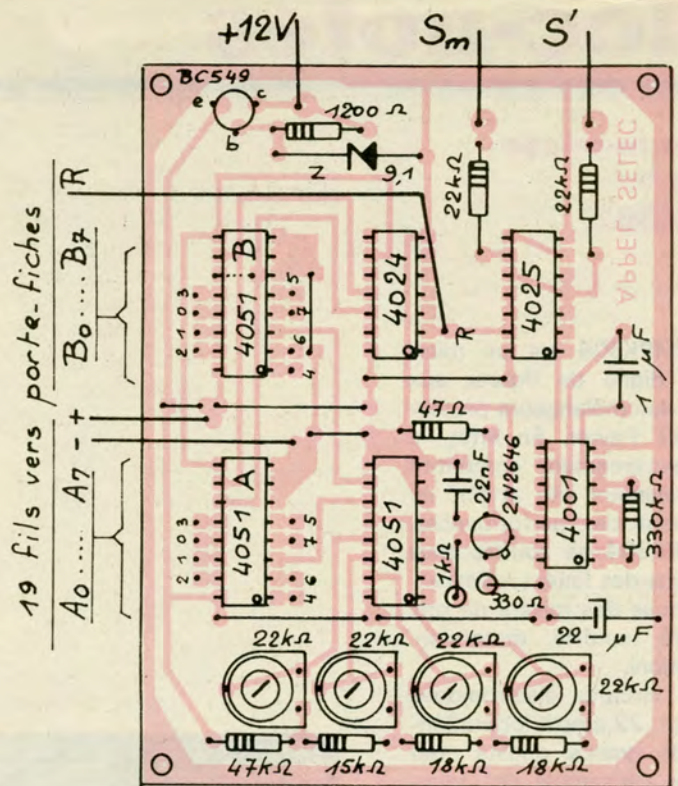


Fig. 12. - Pose des composants du codeur « appel sélectif ».

fiches. La fenêtre d'introduction aura un jeu juste suffisant pour une mise en place sans point dur, mais précise.

b) Liste des composants

- 3 4051
- 1 4024
- 1 4001
- 1 4025
- 1 BC549
- 1 2N2646
- 1 zener 9,1 V 1/2 W

Résistances 1/4 W 5 %

- 1 47 Ω
- 1 330 Ω
- 1 1000 Ω
- 1 1200 Ω
- 1 15 k Ω
- 2 18 k Ω
- 2 22 k Ω
- 1 47 k Ω
- 17 68 k Ω
- 1 330 k Ω
- 4 Pot Aj VA05H 22 k Ω

Condensateurs

- 1 22 nF MKM 100 V
- 1 1 μ F MKM 100 V
- 1 22 μ F ch 25 V

Divers

- 3 supports DIL 16 broches
- 3 supports DIL 14 broches
- 1 circuit imprimé.

c) Le circuit imprimé

Voir figure 11

En époxy simple face de 15/10. Étamage puis perçage à 8/10, 12/10 et 25/10.

d) Pose des composants

Se reporter à la figure 12. Il s'agit d'un travail fort simple. Souder dans l'ordre : les straps, les supports, les R et C et enfin les transistors et diodes.

e) Mise en service

Au départ, ne placer que le 4051 commutateur des notes. Relier ses A et B à la masse. Régler n_1 à 698 Hz par son ajustable. Faire ensuite $A = 1$ et $B = 0$ pour le réglage de n_2 ; $A = 0$ et $B = 1$ pour n_3 ; $A = 1$ et $B = 1$ pour n_4 . Se reporter au codeur précédent pour plus de détails.

Placer alors les autres CMOS et vérifier le fonctionnement correct lorsqu'un code est programmé et C_R fermé.

f) Montage définitif

Voir codeur alarme. Le porte-fiches se fixera sur la face avant du boîtier.

F. THOBOIS

(à suivre)