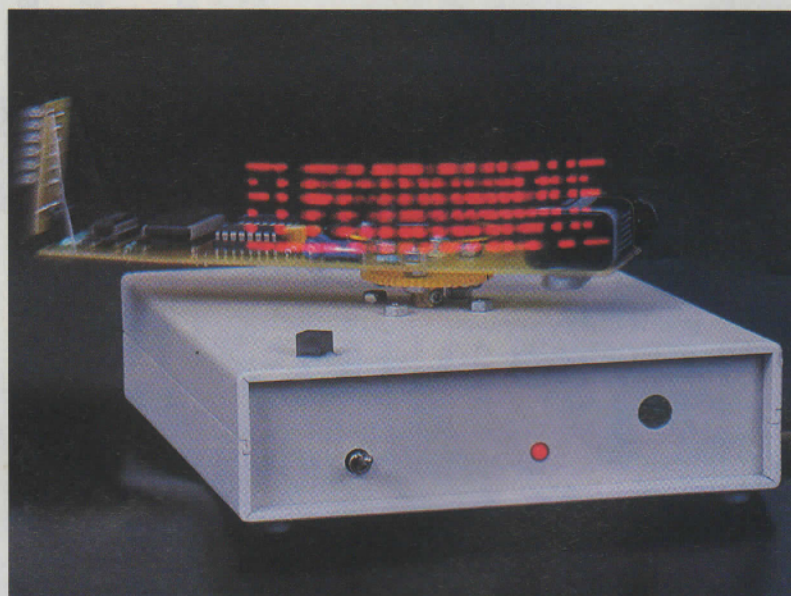




DOMOTIQUE

UN JOURNAL LUMINEUX À PERSISTANCE RÉTINIENNE

Un journal lumineux classique nécessite la mise en œuvre de plusieurs centaines de LED, ce qui explique que sa réalisation n'est guère à la portée de l'amateur. Nous avons contourné cette difficulté en vous proposant un tel journal avec seulement... 6 LED, tout simplement en exploitant une caractéristique particulière de l'œil humain : la persistance rétinienne.

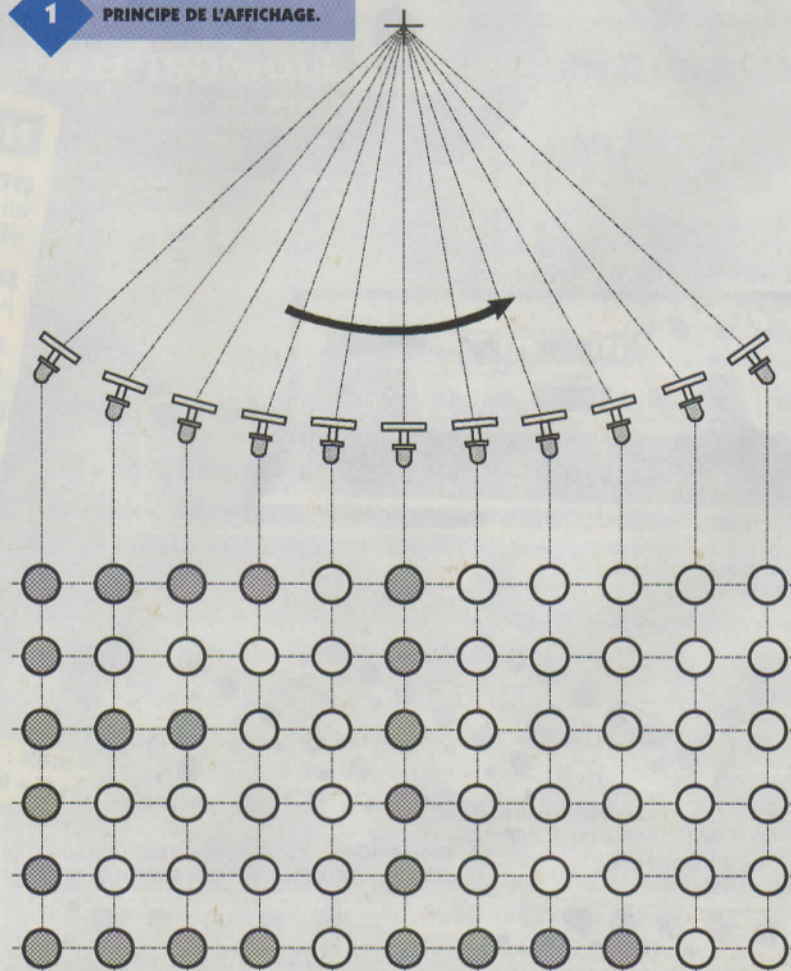


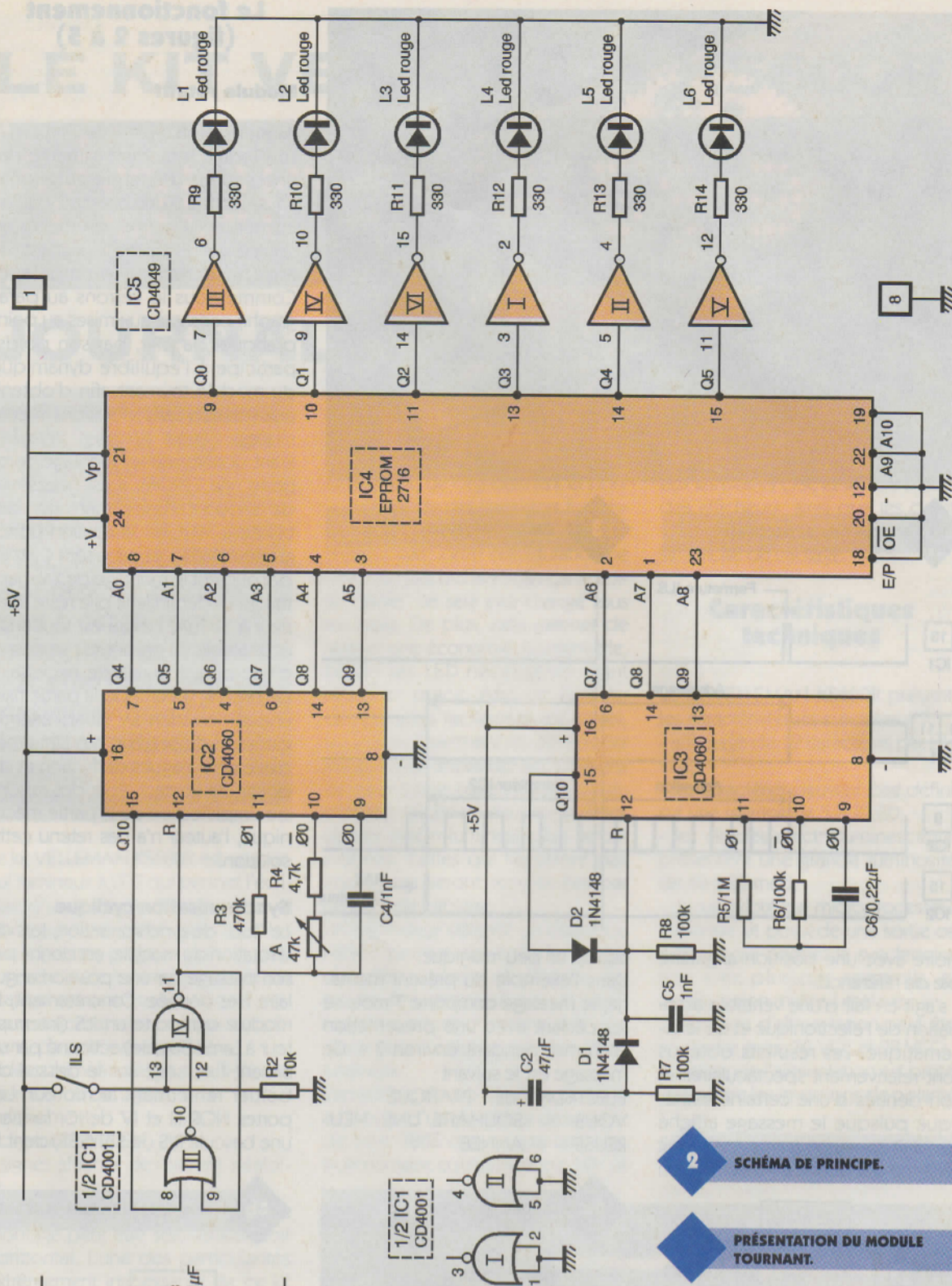
Le principe (figure 1)

Une colonne de 6 LED disposées verticalement évolue le long d'une trajectoire circulaire horizontale à une vitesse de rotation donnée. Cette colonne présente, pour un point angulaire donné, une certaine image. Cette dernière est reproduite pour chaque passage de la colonne de LED au même point angulaire, ce qui produit le rafraîchissement cyclique de cette image au niveau de la rétine de l'œil d'un observateur placé devant le montage. Ainsi, à titre d'exemple simplificateur, si toutes les LED de la colonne sont allumées pour ce point angulaire, l'observateur verra un 1 fixe. A la position angulaire suivante, qui correspond à peu près à la distance séparant deux LED dans leur configuration verticale, l'image peut être modifiée, et ainsi de suite. La figure 1 illustre ainsi le début du message "ELECTRONIQUE". L'obtention de ce type d'affichage nécessite bien sûr :

- une programmation adaptée d'une mémoire,
- une rotation mécanique d'un équipement mobile d'affichage,
- une synchronisation liant le début d'un cycle de défilement de la mé-

1 PRINCIPE DE L'AFFICHAGE.

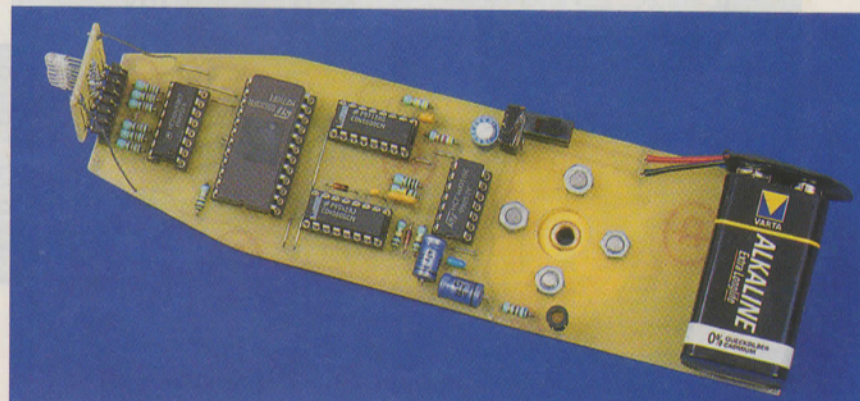


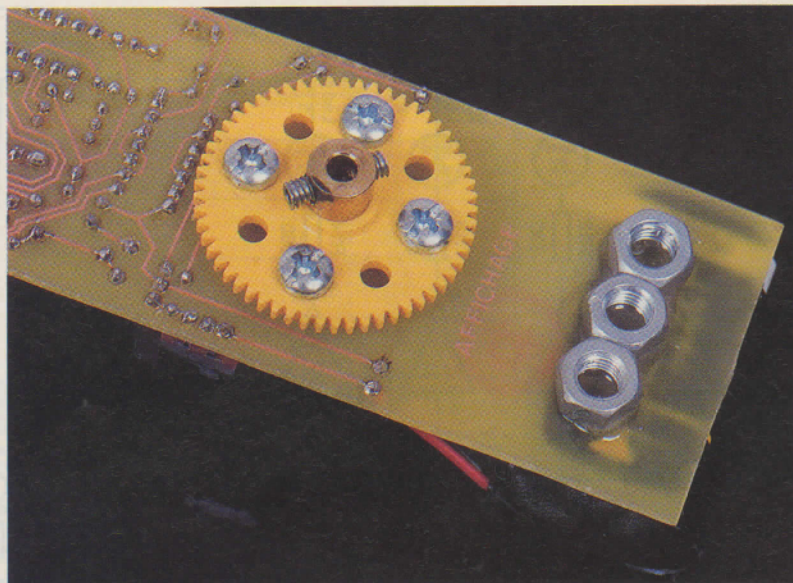


2

SCHEMA DE PRINCIPE.

PRESENTATION DU MODULE
TOURNANT.





Le fonctionnement (figures 2 à 5)

Module rotatif

Alimentation

Le module rotatif est alimenté par une source d'énergie autonome sous la forme d'une pile de 9V qu'un interrupteur I permet de mettre en service. La LED jaune L₇ signale la mise sous tension du montage. Comme nous le verrons au paragraphe consacré aux mises au point pratiques, la pile, par son poids, participe à l'équilibre dynamique du module tournant afin d'obtenir une rotation sans vibrations mécaniques.

Étant donné que le montage comporte une EPROM, il est nécessaire de disposer d'une alimentation stabilisée à 5V. C'est la mission du régulateur 7805 ; les capacités C₁ et C₃ découplent le montage de l'alimentation. Le débit de la pile reste inférieur à 50 mA, ce qui est tout à fait acceptable. Si on désirait se passer d'une pile, il aurait été nécessaire de prévoir, à partir de la partie fixe, une alimentation 5V dont l'énergie est issue du secteur, par l'intermédiaire de 2 bagues de friction et de doigts de contact. Pour des raisons de simplification de la partie mécanique, l'auteur n'a pas retenu cette solution.

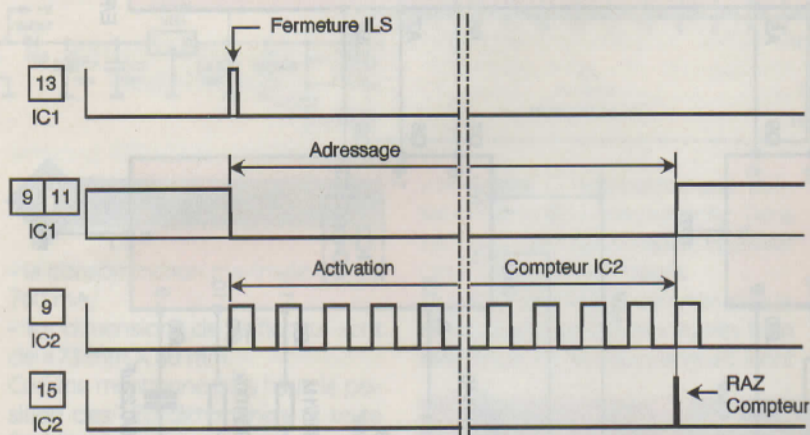
Synchronisation cyclique

Le "top" de synchronisation, lors de la rotation du module, est donné par son passage sur une position angulaire fixe donnée. Concrètement, le module comporte un ILS (Interrupteur à Lame Souple) actionné par un aimant fixe collé sur le dessus du boîtier renfermant le moteur. Les portes NOR III et IV de IC₁ formant une bascule R/S (RESET/SET) dont le

ROUE DENTÉE MECCANO.

3

CHRONOGRAMMES.



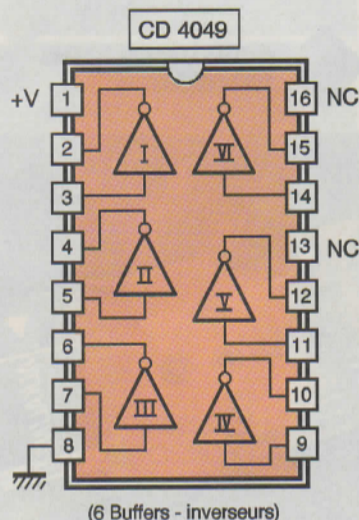
moire avec une position angulaire fixe de référence.

Il s'agit en fait d'une véritable association de l'électronique et de la cinématique. Les résultats obtenus sont relativement spectaculaires et non dénués d'une certaine esthétique puisque le message affiché apparaît sous une forme tout à fait aérienne qui donne à l'ensemble un

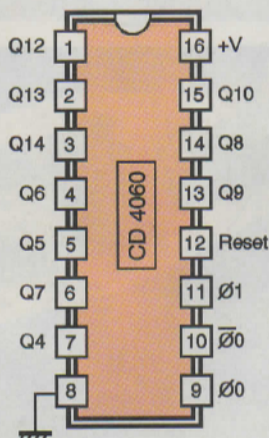
aspect un peu magique.

Dans l'exemple du présent montage, le message comporte 7 mots se succédant avec une présentation d'un mot pendant environ 3 s. Ce message est le suivant :

ELECTRONIQUE PRATIQUE
VOUS SOUHAITE UNE HEU-
REUSE ANNEE



4a BROCHAGES.

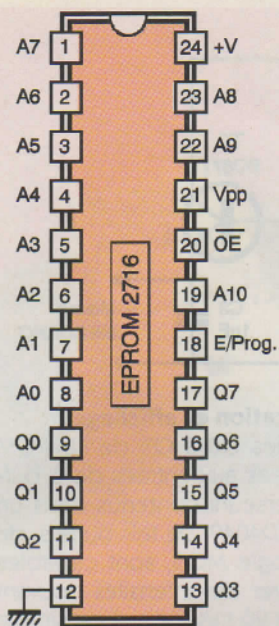


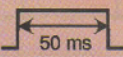
4b

COMPTEUR BINAIRE À 14 ÉTAGES.

$$T = 2^n \times t$$

Q4	16 t	Q9	512 t
Q5	32 t	Q10	1024 t
Q6	64 t	Q12	4096 t
Q7	128 t	Q13	8192 t
Q8	256 t	Q14	16384 t



MODE	DATA Qi	E./PROG. Validation générale et programmation	$\overline{\text{OE}}$ Validation des sorties	Vpp (volt)	 (volt)	+V (volt)
Lecture	Sortie des données	0	0	5	0	5
Sorties inactivées	Haute impédance	X	1	5	0	5
Attente	Haute impédance	1	X	5	0	5
Programmation	Entrées des données		1	25	0	5
Vérification de programme	Sortie des données	0	0	25	0	5
Inactivation du programme	Haute impédance	0	1	25	0	5

(X) Etat indifférent

4c

EPROM 2716.

fonctionnement est simple :

- toute impulsion positive, même très brève sur l'entrée 8 de la bascule, a pour conséquence le passage de la sortie 11 à un état haut stable,
- toute impulsion positive sur l'entrée 13 provoque le passage de la même sortie à l'état bas.

Ainsi, dès que l'ILS se ferme pour une position angulaire du module tournant, la sortie de la bascule R/S passe à un état bas. Ce dernier, comme on le verra au paragraphe suivant, disparaît au bout de quelques temps pour laisser à nouveau sa place à un état haut, et ainsi de suite.

Base de temps de l'affichage

Le circuit intégré référencé IC₂ est un CD4060. Il s'agit d'un compteur comportant 14 étages binaires montés en cascade. De plus, il comporte un oscillateur interne dont les paramètres de fonctionnement sont essentiellement définis par les valeurs de l'ajustable A et de la capacité C₄. Dans le cas présent, et suivant la position angulaire du curseur de l'ajustable A₁, la période du créneau disponible au niveau de la broche 9 de IC₁, est de l'ordre de 50 μ s. Les 6 sorties à rangs consécutifs Q₄ à Q₉ évoluent suivant les principes du comptage binaire avec une période de base définie par celle qui est disponible sur Q₄ (non accessible sur le circuit intégré). Cette dernière, si la période sur Ø0 est de 50 μ s, se caractérise par une valeur de $50 \times 2^3 \mu s = 400 \mu s$.

Rappelons que tant que le module tournant n'a pas passé sur l'aimant fixe de synchronisation, l'entrée RESET de IC₂ est soumise à un état haut. Le compteur est donc bloqué sur la position zéro. Au moment où l'ILS

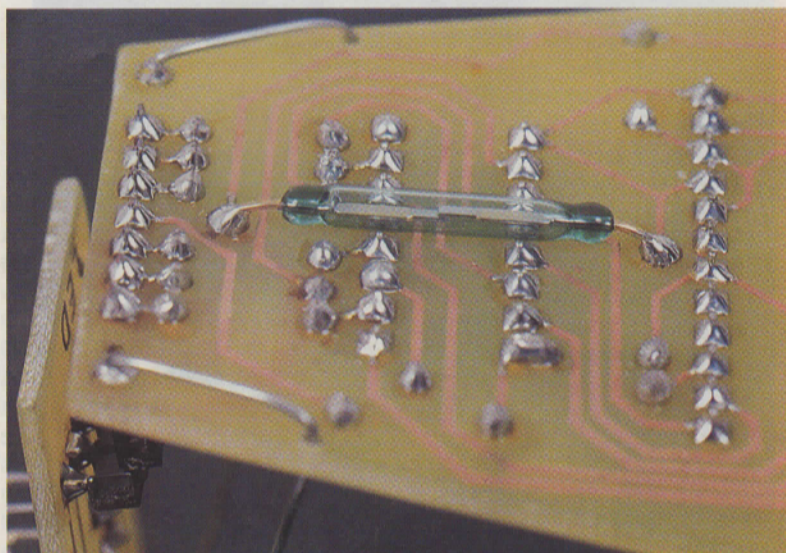
est actionné, cette entrée RESET est soumise à un état bas : le compteur démarre. Si on se place au niveau des 6 sorties d'utilisation, ces dernières évoluent alors de la configuration binaire 000000 à 111111, c'est à dire, de 0 à 63, ce qui correspond à 6 positions. La configuration binaire suivante est 1000000 (sens de lecture Q₁₀ → Q₄). La sortie Q₁₀ présentant un état haut, la bascule R/S présente à nouveau un état haut sur sa sortie. Le compteur IC₂ est de nouveau bloqué sur zéro. La durée de l'évolution du comptage, toujours dans le cadre de l'exemple numérique adapté au début de ce paragraphe, est de : $0,4 \text{ ms} \times 64 = 25,6 \text{ ms}$.

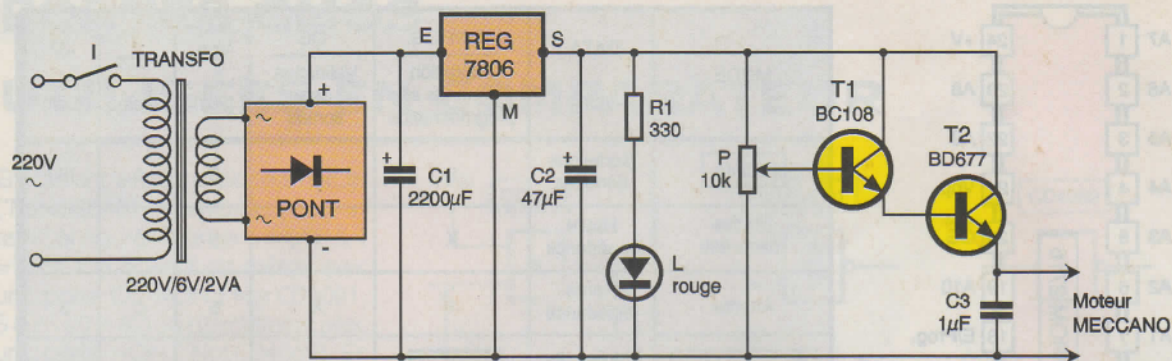
Organisation de l'EPROM 2716

L'EPROM 2716 comporte 11 entrées-adresses (A₀ à A₁₀) ce qui correspond à $2^{11} = 2048$ adresses élémentaires. Pour chacune de ces adresses, la mémoire dispose de

8 sorties Q₀ à Q₅ pouvant être programmée, chacune en ce qui la concerne, à un état haut ou à un état bas. Les 6 premières entrées-adresses (A₀ à A₅) sont reliées aux sorties d'utilisation du compteur IC₂. Les 3 entrées-adresses suivantes (A₆, A₇ et A₈) sont pilotées par un compteur IC₃ dont nous parlerons au paragraphe suivant. Enfin, les 2 entrées-adresses restantes A₉ et A₁₀ ne sont pas utilisées et sont reliées en permanence à un état bas. Dans la présente application, l'EPROM n'est donc utilisée qu'à 25% de ses capacités ($2^9 = 512$ adresses). Ainsi, au message de 8 mots évoqué en début d'article, pourraient être ajoutés 3 autres messages de la même capacité. Mais revenons à l'organisation de l'EPROM. Pour un adressage donné, les sorties Q₀ à Q₅ ont reçu

MISE EN PLACE DE L'ILS.





5

SCHÉMA DE PRINCIPE DU MODULE FIXE.

préalablement une programmation dont nous aurons l'occasion de reparler en fin d'article.

Changement d'image

Le compteur IC₃ est encore un CD4060. Sa base de temps interne, déterminée par les valeurs de R₆ et de C₆, est une période de l'ordre de 48 ms. Sa sortie Q₆ évolue donc à une période de 0,048 x 2⁶ # 3 s. Ainsi, toutes les 3 secondes, au niveau des 3 sorties Q₇ à Q₉, il se produit une évolution de la configuration binaire.

Le compteur démarre à zéro (0000 – sens de lecteur Q₁₀ → Q₇) pour

suivre à la position 0111 (donc 8 positions différentes). La position suivante est 1000. La sortie Q₁₀ présentant un état haut, IC₃ se trouve remise à zéro et ainsi de suite. Au moment de mise sous tension du montage, la capacité C₂ se charge à travers R₇. Il en résulte, au niveau de l'entrée RESET de IC₃, un état haut d'une durée de la seconde environ. Le compteur IC₃ démarre donc obligatoirement de la valeur 0, qui correspond au premier mot du message. En fait, dans le présent exemple de programmation, le premier mot est une indication non écrite du style + - O - + qui permet de mieux régler le centre géométrique du message, donc le calage de la position angulaire de l'aimant permanent. Par la suite, le compteur IC₃ se place sur la position 001 qui correspond au véritable premier mot du message et ainsi de suite, grâce au pilotage des entrées A₆, A₇ et A₈ de l'EPROM.

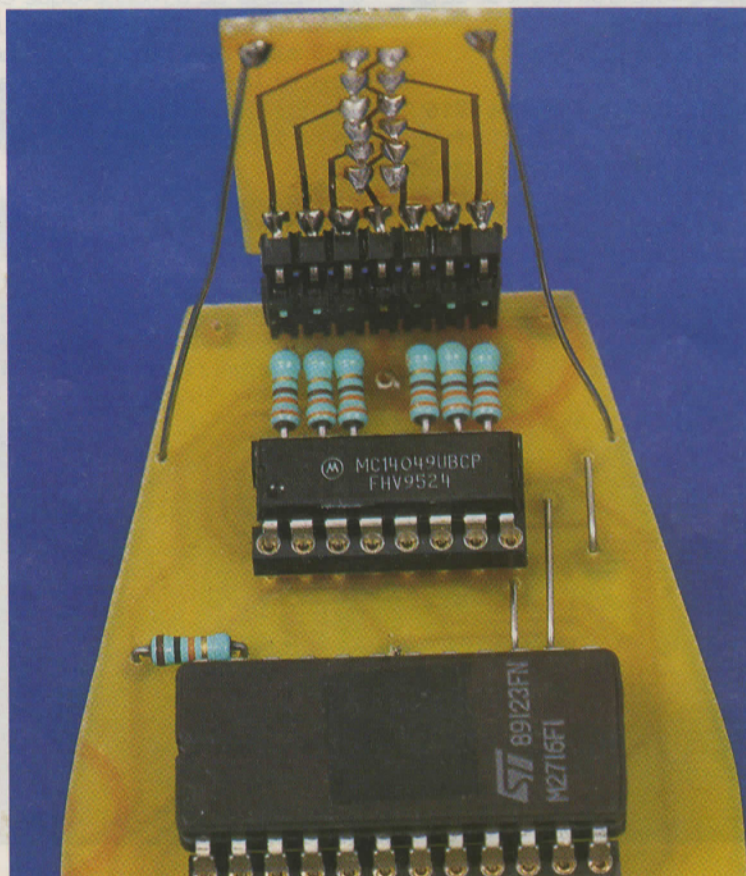
Amplification et affichage

Les sorties Q₀ à Q₅ de l'EPROM sont reliées aux entrées de 6 buffers-inverseurs contenus dans un boîtier CD4049. De tels buffers, de technologie MOS, sont capables de délivrer des intensités pouvant atteindre 20 mA, ce qu'une simple porte MOS ne saurait réaliser, son débit restant limité à moins de 5 mA. Les sorties des buffers alimentent les LED L₁ à L₆, qui sont des LED de 3 mm de diamètre, à haute luminosité, par l'intermédiaire des résistances R₉ à R₁₄. Nous verrons en fin d'article que la programmation de l'EPROM a été volontairement inversée en "négatif". C'est à dire que si on désire, par exemple pour une entrée-adresse donnée, l'allumage de L₃, la sortie correspondante Q₂ de l'EPROM a été programmée à zéro étant donné l'inversion que réalise le buffer IV de IC₅. Cette disposition simplifie considérablement la programmation de l'EPROM, qui, rappelons-le, présente toujours sur une sortie un état haut "naturel", tant que cette sortie n'a pas été programmée différemment. Or, il y a nettement moins d'entrées-adresses à ne pas programmer que celles sur lesquelles on intervient. Il en résulte, pour les entrées-adresses non programmées, un état haut sur les sorties Q₀ à Q₅ d'où l'extinction des LED correspondantes.

Module fixe

Alimentation

L'énergie est fournie par le secteur 220V par l'intermédiaire d'un transformateur qui délivre, au niveau de son enroulement secondaire, un potentiel alternatif de 6V. Un pont de diodes redresse les deux alternances et la capacité C₁ réalise un filtrage efficace. Sur la sortie du régulateur 7806, on recueille alors un potentiel continu stabilisé à 6V auquel C₂ apporte un complément de filtrage. La LED L, dont le courant est limité par R₁, signale la mise sous



tension du montage. Cette mise sous tension est contrôlée par l'interrupteur I.

Réglage de la vitesse du moteur

Les transistors T_1 et T_2 forment un Darlington de puissance, également appelé montage suiveur de tension. La base de T_1 , grâce au curseur du potentiomètre P, peut être soumise à un potentiel de 0 à 6V. Il en résulte, au niveau de l'émetteur de T_2 , un potentiel pouvant varier de 0 à 4,8V étant donné les potentiels de jonction des espaces base-émetteurs des transistors de 0,6V chacun. La sortie du montage alimente le mo-

teur MECCANO dont l'axe entraîne directement le module rotatif. Il s'agit d'un moteur dont le stator est un aimant permanent. Son sens de rotation dépend donc du sens de la polarité d'alimentation. Pour des raisons inhérentes au fonctionnement du dispositif, il est nécessaire que le module, vu de dessus, tourne dans le sens anti-horaire. La vitesse de rotation du module peut ainsi être réglée grâce à l'action sur le curseur de P. Pour un moteur de ce type, il convient de rappeler que la vitesse est proportionnelle au potentiel d'alimentation. La capacité C_3 réalise l'antiparasitage du moteur. Le réglage de la vitesse du moteur s'effectue en observant, lors de l'expérimentation, la longueur d'un mot afin d'obtenir une forme acceptable des lettres. Mais on peut la calculer.

En effet, si on part du principe que la distance entre LED dans la configuration d'un mot doit être la même dans le sens horizontal et vertical, les 64 positions élémentaires évoquées précédemment qui sont réservées à un mot, correspondent à une longueur d'axe de cercle de $4 \times 64 = 256$ mm.

Dans le présent montage, la distance entre les LED et l'axe de rotation est de 125 mm. La circonférence totale du trajet circulaire des LED est donc de $2 \times 125 \times \pi = 785$ mm. On peut d'ailleurs calculer l'angle au centre de l'arc de cercle réservé à l'affichage d'un mot. Ce dernier est de : $256/785 \times 360 = 117$ degrés.

En réalité, nous verrons que la plupart des mots ne dépassent guère 45 positions élémentaires de LED. Il en résulte un angle de vision maximal de $117 \times 45/64 = 82$ degrés, ce qui est tout à fait acceptable.

En restant dans le cadre de l'exemple numérique adopté en début d'article (module rotatif) où la période de base était de 0,4 ms

pour un pas séparant 2 LED dans le plan horizontal, la durée d'un tour complet du module est donc égale à $0,4 \text{ ms} \times 64 \times 360/117 = 78 \text{ ms}$: c'est cette période qui correspond au rafraîchissement cyclique de la vue rétinienne. Une telle période correspond à une vitesse de rotation de : $1/0,078 \approx 13$ tours/seconde. Nous verrons qu'il ne sera pas nécessaire de régler cette vitesse par l'intermédiaire d'une mesure. La mise au point reste entièrement guidée par l'observation.

La réalisation

Circuits imprimés (figure 6)

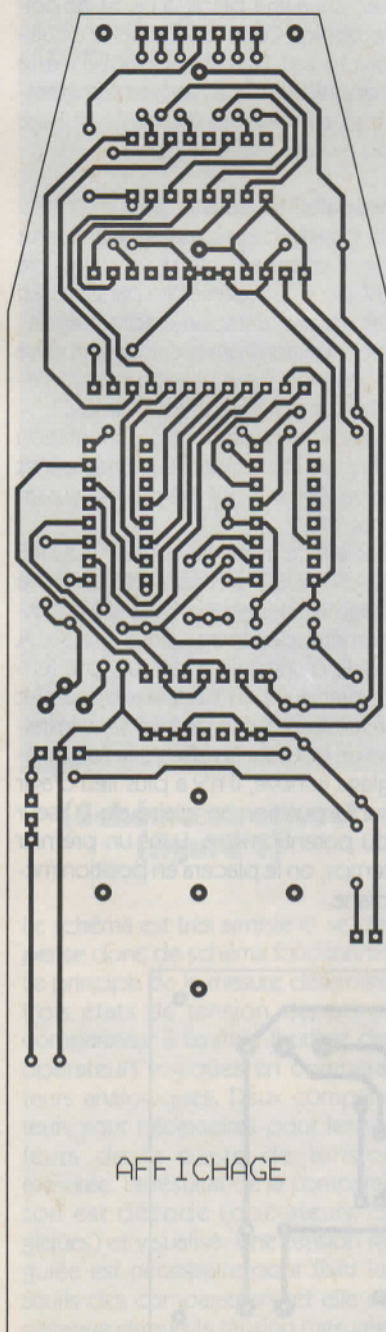
La réalisation des circuits imprimés n'appelle pas de remarque particulière. On pourra utiliser la méthode consistant à confectionner auparavant un typon ou faire appel à la méthode photographique en prenant les modules publiés comme référence. Après gravure dans un bain de perchlorure de fer, les modules seront à rincer très abondamment à l'eau tiède. Par la suite, les pastilles seront percées avec un foret de 0,8 mm de diamètre. Certains trous seront à agrandir à 1, voire à 1,3 mm, suivant le diamètre des connexions des composants auxquels ils sont destinés.

Implantation des composants (figure 7)

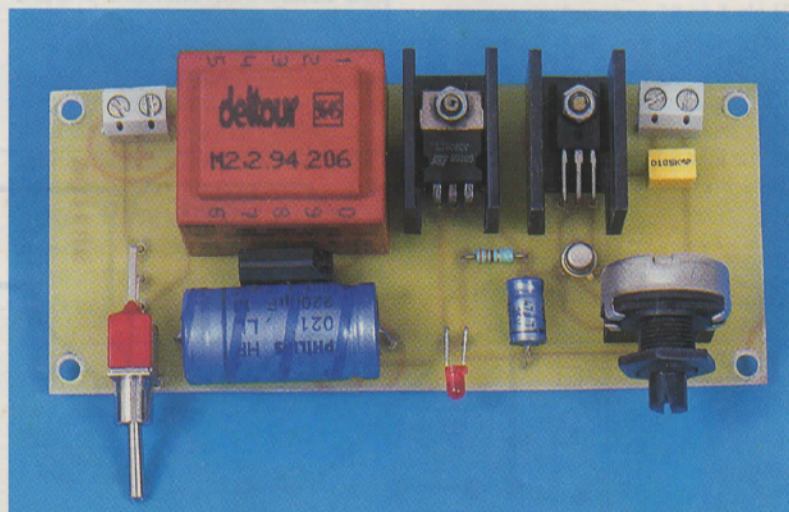
Comme toujours, on débute par les straps, les diodes, les résistances et les supports de circuits intégrés pour terminer par les composants de la plus grande épaisseur. Il va sans dire qu'il convient d'apporter un

7a

TRACÉ DU CIRCUIT IMPRIMÉ DU MODULE ROTATIF.



LE MODULE "MOTEUR".



ASPECT DE LA RÉALISATION.

soin tout à fait particulier au niveau du respect de l'orientation des composants polarisés.

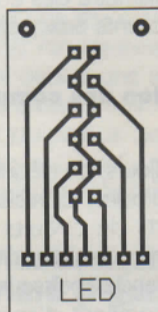
Points particuliers

Module rotatif

L'ILS est monté côté cuivre du module. La roue MACCANO (il s'agit en fait d'une roue dentée de 57 dents) comporte 8 trous répartis sur la circonférence. Cette roue est fixée au module, côté cuivre, à l'aide de vis et d'écrous de 4 mm de diamètre. Un écrou est à chaque fois inséré entre face supérieure de la roue et le module afin de créer une plus grande distance entre l'ILS et le couvercle du boîtier moteur. Il faut donc deux écrous par vis. La pile de 9V n'est pas à coller de suite sur le module. Nous en reparlerons. Dans un premier temps, le curseur de l'ajustable A est à placer en position médiane.

Module "LED"

Le connecteur mâle coudé est à souder côté cuivre. Attention à l'orientation des LED qui est alternée le long de la colonne verticale. Le

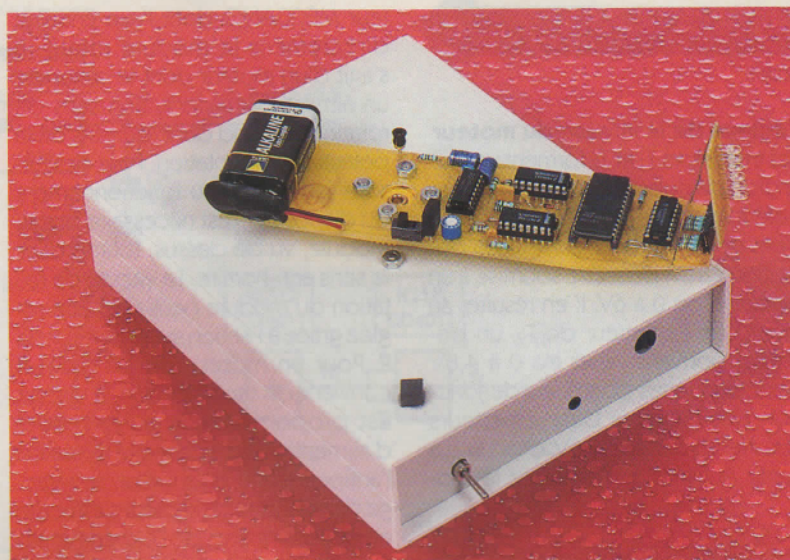
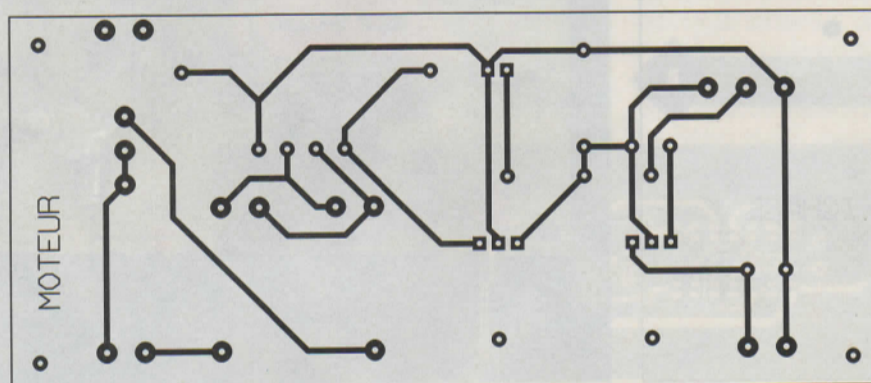


7b

TRACÉ DU CIRCUIT IMPRIMÉ DU MODULE "LED".

7c

TRACÉ DU CIRCUIT IMPRIMÉ DU MODULE "MOTEUR".



module "LED" est connecté au module rotatif de façon à ce que le connecteur mâle se trouve orienté vers le module. Afin de lui donner une meilleure stabilité mécanique (force centrifuge), deux straps obliques le relient mécaniquement au module rotatif.

Équilibrage mécanique

Une fois les deux modules réunis, il convient d'équilibrer le module par rapport à son axe vertical de rotation. Pour cela, on fixe en bout de module (sur les deux faces) un ruban adhésif double face. Il s'agit d'une fixation provisoire. Ensuite, on colle la pile sur la face supérieure du module, complètement en bout de ce dernier afin de conférer à l'ensemble un maximum de contrepoints. En montant un axe de 4 mm de diamètre dans la roue MECCANO et en plaçant cet axe sur deux chemins de roulement parallèles et disposés horizontalement, le module doit rester en équilibre mécanique. Dans l'exemple du montage réalisé par l'auteur, il a fallu, sous le module, coller également trois écrous de 8 pour aboutir à cet équilibre. Une fois l'équilibre atteint, on mesurera soigneusement les distances entre pile et axe ainsi qu'entre écrous-masse et

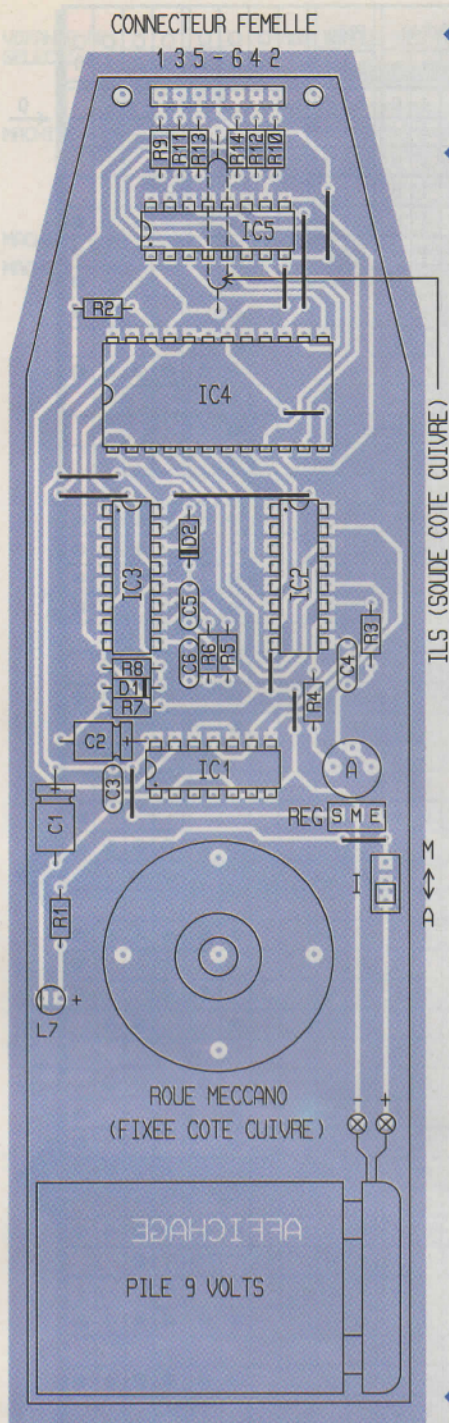
axe et on les note. La pile et les écrous sont ensuite à coller définitivement à leur place, à l'aide de colle époxy. Cette opération d'équilibrage est très importante : elle conditionne la rotation sans vibrations du module tournant sur l'axe du moteur MECCANO.

Module "moteur"

Le transformateur utilisé comporte deux enroulements secondaires de 6V. Ils ont été câblés en parallèle. En fait, le circuit imprimé admet également un transformateur de la même puissance (2VA) avec un enroulement secondaire unique de 6V.

Attention également à l'orientation du pont de diodes. Le régulateur et le transistor T₂ ont été montés sur radiateurs.

Sur la face avant du coffret "TOLERIE PLASTIQUE", un trou a été pratiqué pour le passage de l'axe du potentiomètre de réglage de la vitesse. A l'aide d'une scie à métaux, une fente pratiquée en bout d'axe, permet la rotation de ce dernier sans installer un bouton. En effet, une fois le réglage achevé, il n'y a plus lieu d'agir sur la position angulaire du curseur du potentiomètre. Dans un premier temps, on le placera en position médiane.



8a

IMPLANTATION DES ÉLÉMENTS
DU MODULE ROTATIF.

8b

IMPLANTATION DES ÉLÉMENTS
DU MODULE "LED".

Le moteur est fixé sous le couvercle du boîtier, au centre de ce dernier. Le boîtier lui-même est équipé de 4 plots en caoutchouc de stabilisation. Par ailleurs, il a été nécessaire de réaliser une découpe circulaire dans le fond du boîtier, au centre, la hauteur du moteur étant légèrement supérieure à l'espace disponible entre fond et couvercle du boîtier. Enfin, il convient de brancher le moteur de façon à obtenir une rotation, vue du dessus, en sens inverse des aiguilles d'une montre. Selon le cas, on agira sur la polarité du branchement.

Programmation de l'EPROM

Le tableau de la **figure 8** illustre, à titre d'exemple, la programmation du mot "ELECTRONIQUE". Il s'agit en fait du deuxième mot du

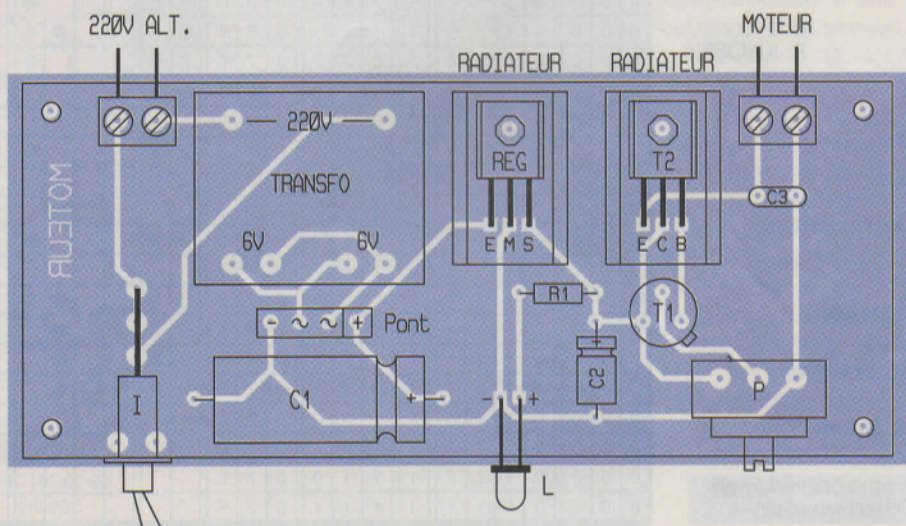
message, ce qui correspond, au niveau de l'adressage, à la configuration binaire 001 (sens de lecture 18 → A6). le premier mot aura comme adressage 000, quant au huitième, ce sera 111. Le programmeur utilisé est celui qui a été publié dans notre revue n°137 de mai 1990. Mais tout autre programmeur fait l'affaire.

D'une manière générale, l'adressage s'exprime par une notation hexagénale de 0 à F ainsi dans cette notation, le nombre 10 se note A, le nombre 3 se note 3 et le nombre 15 s'exprime par F. Avec ce type de notation, les adresses de l'EPROM ont été regroupées par paquets de 4 en partant de A0. La première adresse est alors 000. Quant à l'adresse la plus extrême, elle devient 7FF, ce qui correspond, en notation décimale à 2047 ($2047 = 7 \times 16^2 + 15.16 + 15$). On retrouve les 2048 adresses élémentaires de l'EPROM 2716. L'adressage et la programmation sont gérées, au niveau du programmeur, par la mise en œuvre de roues codées.

Mais attachons-nous plus particulièrement à la programmation d'une adresse, par exemple le "L" de ELECTRONIQUE. Cela correspond à la mise en œuvre de 4 adresses consécutives : 049, 04A, 04B et 04C. Pour la première adresse, il s'agit d'allumer l'ensemble de la colonne de LED. Comme nous sommes dans la situation d'une programmation "inversée" (comme nous l'avons déjà indiqué plus haut), les sorties Q0 à Q5 sont toutes à programmer à 0, seules les sorties Q6 et Q7 sont à 1. D'où la programmation : 1100 (Q7 → Q4) = C et 0000 (Q3 → Q0) = 0, soit C0. Avec les mêmes principes on obtient, pour l'ensemble du "L", les lignes de programmation suivantes : 049 : CO ; 04A : DF ; 04B : DF ; 04C : DF. Cette opération de programmation est

8c

IMPLANTATION DES ÉLÉMENTS
DU MODULE "MOTEUR".



bien entendu à réaliser avec la plus grande attention, d'où la nécessité de la feuille de programmation (1 feuille par mot). Il convient également de bien centrer le mot sur les 64 lignes réservées au mot.

Mise au point

L'aimant permanent est à disposer le long d'un cercle de 90 mm de rayon sur le couvercle du boîtier. Pour les essais, on le fixera dans un premier temps à l'aide de ruban adhésif double face. A noter que l'aimant, pour être efficace, ne doit pas être disposé dans une zone correspondant au milieu de l'ILS (voir figure 7). Les essais peuvent maintenant commencer. Pour obtenir des mots de dimensions bien proportionnées, on peut agir à la fois sur l'ajustable A du module rotatif et sur le curseur du potentiomètre réglant la vitesse du moteur. Si le mot est trop "court", c'est à dire écrasé dans le sens de sa longueur, il convient :

- soit de tourner légèrement le curseur de l'ajustable A du module rotatif dans le sens horaire,
- soit d'augmenter la vitesse de rotation du moteur, en tournant l'axe du potentiomètre dans le sens anti-horaire.

Bien entendu ces dispositions sont à inverser dans le cas de l'obtention d'un mot trop "long", trop "étiré". Il s'agit en fait de trouver un compromis mécaniquement acceptable entre la vitesse du moteur et la base de temps de IC₂. Ce réglage s'obtient très facilement par retouches successives. Il ne reste plus qu'à centrer le milieu des mots sur celui de la face avant du boîtier. Il suffit pour cela de déplacer l'aimant fixe le long de l'arc de cercle de 90 mm de rayon et de le fixer définitivement avec de la colle époxy, une fois la position idéale trouvée.

R. KNOERR

Nomenclature

Module rotatif

11 straps (5 horizontaux, 6 verticaux)

R₁ : 680 Ω

(bleu, gris, marron)

R₂ : 10 kΩ

(marron, noir, orange)

R₃ : 470 kΩ

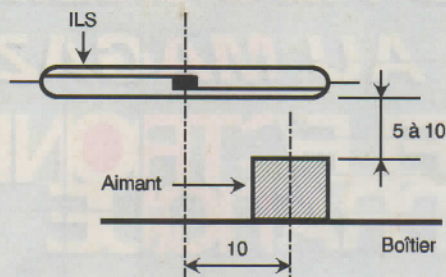
(jaune, violet, jaune)

8

EXEMPLE DE PROGRAMMATION
DU MOT "ELECTRONIQUE".

A 10	A 9	A 8	A 7	A 6	A 5	A 4	A 3	A 2	A 1	A 0	Adres.			Prog.		Q 7	Q 6	Q 5	Q 4	Q 3	Q 2	Q 1	Q 0
											*	*	*	*	*								
0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	4	0	F	F								
0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	4	1										
0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	4	2									
0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	4	3									
0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	4	4	C	0								
0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	4	5	D	A								
0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	4	6	D	A								
0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	0	4	7	D	E								
0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	4	8										
0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	4	9	C	0								
0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	4	A	D	F								
0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0	4	B	D	F								
0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	4	C	D	F								
0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	1	0	4	D										
0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0	0	4	E	C	0								
0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	1	0	4	F	D	A								
0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	5	0	D	A								
0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	5	1	D	E								
0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	5	2										
0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	0	5	3	E	1								
0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	5	4	D	E								
0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	5	5	D	E								
0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	0	0	5	6	E	D								
0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	1	0	5	7										
0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	5	8	F	E								
0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	5	9	C	0								
0	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	0	5	A	F	E								
0	0	0	0	1	0	1	1	0	1	1	0	5	B										
0	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0	5	C	C	0								
0	0	0	0	1	0	1	1	1	0	1	0	5	D	F	6								
0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	0	5	E	E	6								
0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	0	5	F	D	9								
0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	6	0										
0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	6	1	E	1								
0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	6	2	D	E								
0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	6	3	D	E								
0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	6	4	E	1								
0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	1	0	6	5										
0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	6	6	C	0								
0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	1	0	6	7	F	B								
0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	6	8	F	7								
0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0	6	9	C	0								
0	0	0	0	1	1	0	1	0	1	0	0	6	A										
0	0	0	0	1	1	0	1	0	1	1	0	6	B	C	0								
0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	0	0	6	C										
0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	1	0	6	D	F	1								
0	0	0	0	1	1	0	1	1	1	0	0	6	E	E	E								
0	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	0	6	F	C	8								
0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	7	0	E	E								
0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	0	7	1	F	1								
0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	7	2										
0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	1	0	7	3	E	0								
0	0	0	0	1	1	1	0	1	0	0	0	7	4	D	F								
0	0	0	0	1	1	1	0	1	0	1	0	7	5	D	F								
0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	0	0	7	6	E	0								
0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	0	7	7										
0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	7	8	C	0								
0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1	0	7	9	D	A								
0	0	0	0	1	1	1	1	0	1	0	0	7	A	D	A								
0	0	0	0	1	1	1	1	0	1	1	0	7	B	D	E								
0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	7	C										
0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	1	0	7	D										
0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	7	E										
0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	7	F										

Positions relatives
aimant - ILS



R₄ : 4,7 k Ω
(jaune, violet, rouge)
R₅ : 1 M Ω
(marron, noir, vert)
R₆ à R₈ : 100 k Ω
(marron, noir, jaune)
R₉ à R₁₄ : 330 Ω
(orange, orange, marron)
A : ajustable 47 k Ω miniature
D₁, D₂ : diodes signal 1N4148
L₇ : LED jaune $\varnothing$ 3
REG : régulateur 5V (7805)
C₁, C₂ : 47 μ F/10V
électrolytique
C₃ : 0,1 μ F céramique
multicouches
C₄, C₅ : 1 nF céramique
multicouches
C₆ : 0,22 μ F céramique
multicouches

IC₁ : CD4001 (4 portes NOR)
IC₂, IC₃ : CD4060 (compteur
14 étages avec oscillateur)
IC₄ : EPROM 2716
IC₅ : CD4049 (6 buffers-
inverseurs)
1 support 14 broches
3 supports 16 broches
1 support 24 broches
1 connecteur femelle 7
broches
ILS : interrupteur à lames
simples
I : inverseur monopolaire
(pour circuit imprimé)
1 pile 9V (alcaline)
1 coupleur pression

Module "LED"

L₁ à L₆ : LED rouges $\varnothing$ 3
(haute luminosité)

POSITION ILS/AIMANT.

1 connecteur mâle 7 broches
(broches soudées)

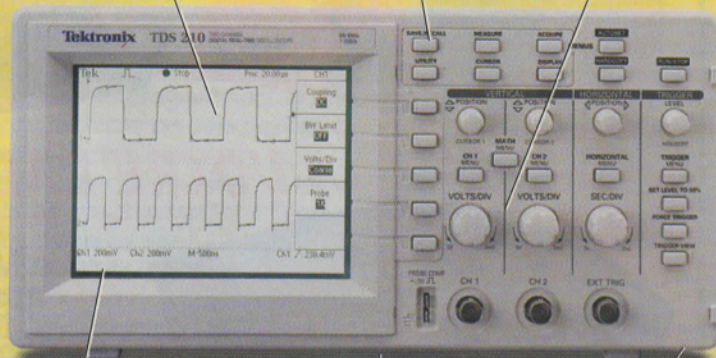
Module "Moteur"

R₁ : 330 Ω
(orange, orange, marron)
P : potentiomètre 10 k Ω
linéaire
L : LED rouge $\varnothing$ 3
REG : régulateur 6V (7806)
1 pont de diodes 5A (9022 -
KBP04M)
C₁ : 2200 μ F/16V
électrolytique
C₂ : 47 μ F/10V électrolytique
C₃ : 1 μ F céramique
multicouches
T₁ : transistor NPN BC108,
109, 2N2222
T₂ : transistor NPN BD677
2 radiateurs
2 borniers soudable 2 plots
I : interrupteur monopolaire,
broches coudées, pour
circuit imprimé
1 transformateur
220V/2x6V/2VA
1 moteur MECCANO (voir
texte)
1 aimant permanent

Fréquence d'échantillonnage
1 Géch/s

Réglages
automatiques pour la
plupart des mesures

Interface utilisateur
semblable à celle
d'un oscilloscope
analogique



Contraste élevé, écran
rétro-éclairé

Un quart de la taille de
la plupart des
oscilloscopes de table

Modules d'extension en
option pour accroître
les fonctionnalités

LA PERFORMANCE NUMÉRIQUE À BON PRIX

Si vous recherchez la performance, la
fonctionnalité et un prix avantageux, vous vous
arrêterez inévitablement sur les oscilloscopes
numériques de la série TDS200.

Avec le TDS210, qui ne coûte que
6540 Francs H.T.*, il est plus facile que jamais
pour les utilisateurs d'appareils analogiques de
choisir et d'utiliser la technologie numérique
temps réel. Parce qu'il est petit et léger, vous
pouvez l'utiliser partout où vous avez besoin
d'une précision et d'une performance
absolues. En fait, aucun autre oscilloscope
numérique ne garantit de telles bande passante
et fréquence d'échantillonnage dans un boîtier
complet et un prix abordable.

Pour de plus amples renseignements,
téléphonez au **01 64 46 44 22**.

*TVA 20,6% en sus.

Tektronix®

TECHNODIF

Distributeur agréé Tektronix