

ELECTRONIQUE PRATIQUE

NUMÉRO 208 - NOV 1996



Spécial MONTAGES PC ET MOTEURS PAS À PAS

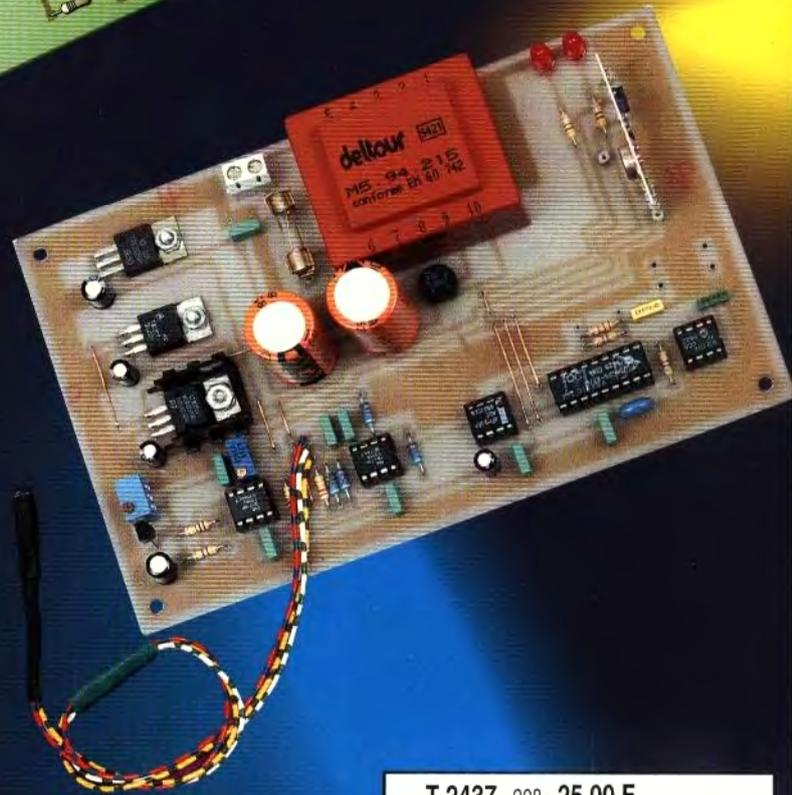
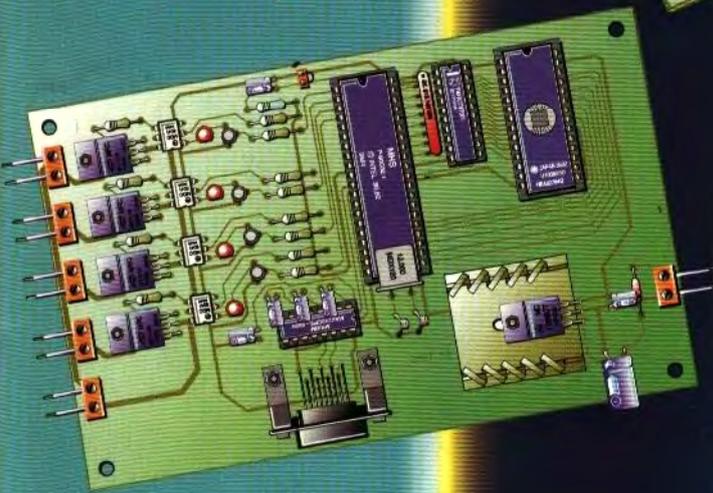
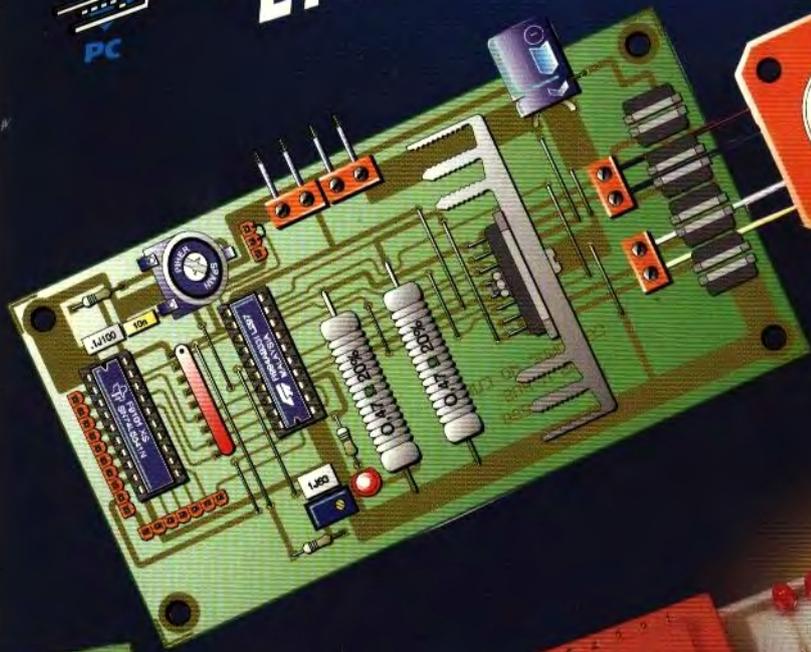
MESURES DE LA
TEMPÉRATURE
AMBIANTE
SUR PC



INTERFACE DE
COMMANDE
PAR PORT SÉRIE



TRANSMISSION
H.F. DE
MESURES



COMMANDES DE
MOTEURS
UNIPOLAIRE/
BIPOLAIRE

T 2437 - 208 - 25,00 F





LE P.C. ET LES MONTAGES PÉRIPHÉRIQUES

Devant l'engouement sans cesse croissant de nos fidèles lecteurs pour les montages périphériques pour compatibles PC, nous leur proposons une fois de plus une série de réalisations inédites qui leur permettront de s'initier au

fonctionnement des ports d'entrées-sorties de leur machine.

Nous étant aperçus, par le courrier que nous recevons, que l'utilisation et la commande des moteurs pas à pas n'étaient pas toujours bien assimilées par

certain, une bonne partie de ce numéro spécial traitera du fonctionnement de ces derniers, d'abord par une approche théorique, puis par la réalisation de montages permettant la mise en œuvre de ces composants souvent mal connus. L'autre partie de ce "spécial" traitera de sujets plus généraux mais tout aussi intéressants.



Les moteurs pas à pas

Les moteurs pas à pas se divisent en deux catégories : les moteurs à aimants permanents et les moteurs à réluctance variable. Les moteurs à aimants permanents se subdivisent en deux types principaux : les moteurs bipolaires et les moteurs unipolaires. Mais qu'ils soient d'un type ou d'un autre, le résultat recherché est l'avance d'un seul pas à chaque impulsion que le moteur recevra, c'est à dire que son axe effectuera à chaque pas une rotation d'un angle déterminé. Cet angle, selon le moteur, peut varier dans de grandes proportions : il peut avoir une valeur comprise entre $0,9^\circ$ et 90° . Les valeurs les plus couramment rencontrées sont :

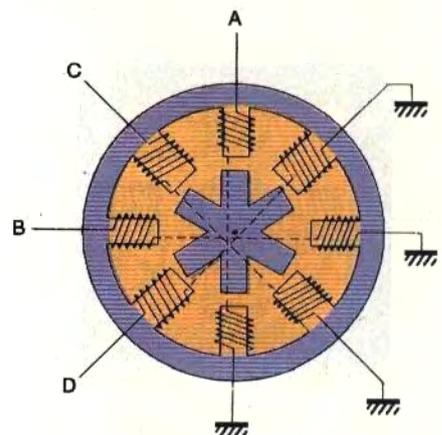
- $0,9^\circ$ soit 400 pas par tour,
- $1,8^\circ$ soit 200 pas par tour,
- $3,6^\circ$ soit 100 pas par tour,
- $7,5^\circ$ soit 48 pas par tour,
- 15° soit 24 pas par tour.

Il va sans dire que la précision de ces moteurs est infiniment grande et que leur usure mécanique est pratiquement inexistante, ce qui les rend tout à fait adaptés au matériel informatique : lecteurs de disquettes, disques durs et imprimantes. On les utilise également en robotique où une précision inférieure au $1/1000$ e de mm est recherchée. Les tensions d'alimentation utilisées par les moteurs pas à pas et le courant consommé sont d'une valeur extrêmement variables. D'une façon générale, la gamme s'étend de 3 à 4 volts et quelques

dizaines de mA à plusieurs dizaines de volts et plusieurs ampères. Il est évident qu'un moteur consommant plusieurs ampères présentera un couple plus important qu'un moteur ne consommant qu'une centaine de mA. Le couple peut être mesuré en kg par cm, ce qui équivaut au poids en kilogramme que pourra soulever un moteur dont l'axe sera muni d'un bras de longueur exprimée en centimètres.

Les moteurs récupérés dans le matériel informatique ne présentent pas un couple important (quelques dizaines de grammes par cm), et il conviendra d'opérer, à l'aide de pignons, une réduction de la vitesse de rotation afin d'en augmenter la force.

1 SCHEMA SIMPLIFIE D'UN TEL MOTEUR PAS A PAS.



Les moteurs à réluctance variable

Un moteur à réluctance variable possède un rotor en acier doux non magnétique. Ce rotor est constitué d'un nombre de pôles supérieurs à celui du stator.

La **figure 1** représente le schéma simplifié d'un tel moteur pas à pas. Ce dernier se commande à la façon d'un modèle unipolaire, en alimentant une paire de pôles du stator afin d'aligner les pièces polaires du rotor avec les enroulements alimentés. Trois séquences pour l'alimentation des phases peuvent être utilisées :

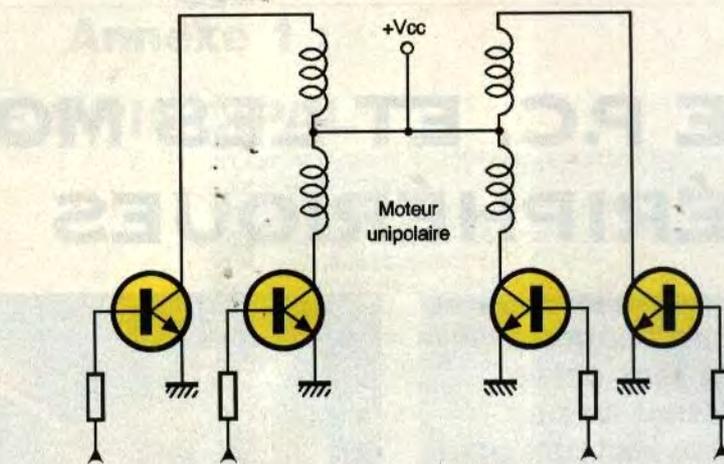
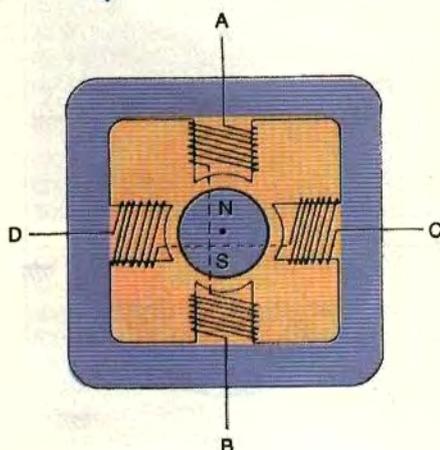
- en mode "monophasé" : 1/A
2/C
3/B
4/D ;
- en mode "biphasé" : 1/AC
2/CB
3/BD
4/DA ;
- en mode demi-pas : 1/A,
2/AC
3/C
4/BC
5/B
6/BD
7/D
8/DA.

Le circuit électronique de commande de ce moteur est simple puisqu'il ne réclame, dans sa version la plus simple, que quatre transistors utilisés en commutation (**figure 2**).

Les moteurs bipolaires

Le schéma électrique d'un moteur bipolaire est donné en **figure 3**. Il est bien entendu simplifié et son angle de rotation par pas est ici de 90°. La constitution de ce type de moteur est la suivante : un aimant

3 SCHEMA ELECTRIQUE D'UN MOTEUR BIPOLAIRE.



2 QUATRE TRANSISTORS UTILISÉS EN COMMUTATION.

permanent est solidaire de l'axe du moteur et sa rotation s'effectue entre les différents pôles du stator supportant les enroulements. Ces derniers devront être alimentés par un courant changeant de sens à chaque pas effectué, selon les trois séquences suivantes :

1/Mode "MONOPHASE" :

La première séquence ne réclame que l'alimentation d'un seul enroulement à chaque pas. Le couple développé par le moteur n'est pas très important. Le schéma de la **figure 4a** montre la chronologie à respecter :

- AB
- CD
- BA
- DC
- puis AB, etc

2/Mode "BIPHASE" :

La seconde séquence est obtenue par l'alimentation simultanée des deux phases. C'est le procédé le plus courant et c'est celui qui donne le couple maximum. On se reportera en **figure 4b** afin de comprendre ce type de commande.

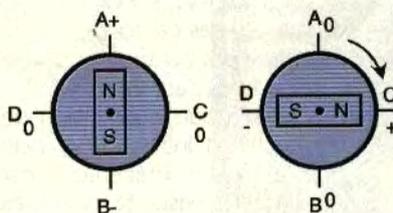
3/Mode DEMI-PAS :

Cette troisième séquence est représentée en **figure 4c**. Là, le moteur est commandé en biphasé, puis en

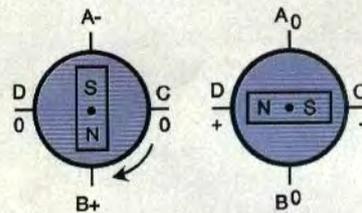
monophasé, puis en biphasé, etc. On arrive ainsi à doubler le nombre de pas d'un moteur et à augmenter sa précision. Malheureusement, le couple est évidemment irrégulier. La **figure 5** représente une vue éclatée d'un moteur bipolaire. La commande électronique de ce type de moteur est plus complexe si on veut la réaliser à l'aide de transistors. En effet, le courant devant être inversé, un pont de quatre transistors par phase doit être utilisé, comme représenté en **figure 6**. On peut également n'utiliser que deux transistors, mais dans ce cas, une alimentation symétrique sera nécessaire (**figure 7**).

Les moteurs unipolaires

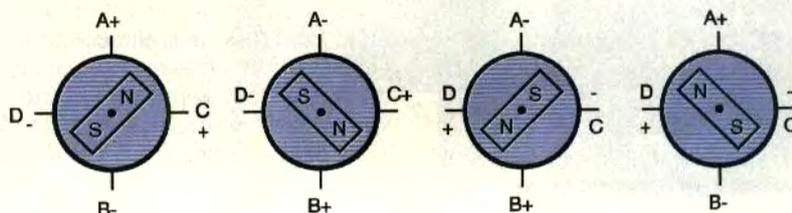
Le schéma théorique d'un moteur unipolaire est donné en **figure 8**. On peut considérer que ce type de moteur est identique au moteur bipolaire, à une différence près : afin d'inverser le sens du courant, les enroulements sont réalisés à l'aide de

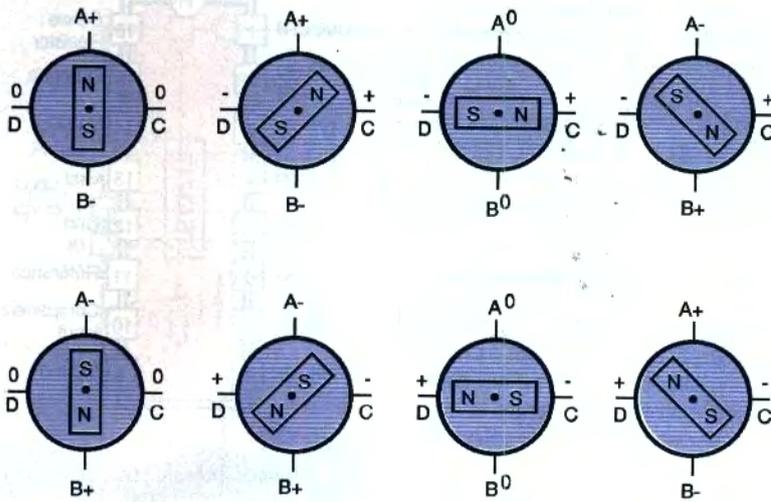


4a MODE "MONOPHASE".



4b MODE "BIPHASE".





4c MODE DEMI-PAS.

deux fils dont l'une des extrémités est reliée à la masse (ou au plus de l'alimentation). Il suffit alors d'alimenter les enroulements à tour de rôle afin d'obtenir la rotation de l'axe du moteur, et selon la même séquence vue pour le moteur à réluctance variable.

Un moteur unipolaire présentera, à dimensions équivalentes, un couple moins important qu'un moteur bipolaire. La commande d'un moteur pas à pas unipolaire ne nécessitera que quatre transistors NPN qui seront commandés à tour de rôle, par exemple, à l'aide de portes logiques.

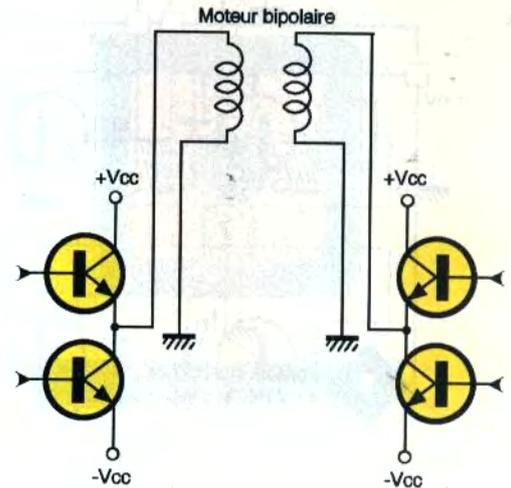
Le dessin de la **figure 9** représente les modes de commande schématisés pour les deux types principaux de moteurs.

Pour conclure cette brève description, signalons que ces moteurs (bipolaires et unipolaires) ne peuvent présenter des vitesses de

rotation très élevées. Cette limitation est en grande partie due à la tension induite par le rotor dans le stator et produisant une force contre-électromotrice. Si l'on désire des vitesses supérieures, il conviendra d'utiliser les moteurs à réluctance variable, dont le rotor est, comme nous l'avons dit plus haut, en fer doux non magnétique, et qui n'induit donc pas de tension dans le stator.

La commande des moteurs pas à pas : Les circuits intégrés spécialisés

Il est facile, comme nous le verrons dans les pages suivantes consacrées aux montages pratiques, de réaliser une commande électronique de moteur pas à pas à l'aide de composants discrets : des transistors de puissances commandés par des portes logiques avec un dispositif de limitation de courant. Mais il est encore plus simple d'utiliser des circuits intégrés spécialisés, circuits ne nécessitant que quelques composants externes et simplifiant au maximum l'envoi des séquences de



7 ALIMENTATION SYMÉTRIQUE.

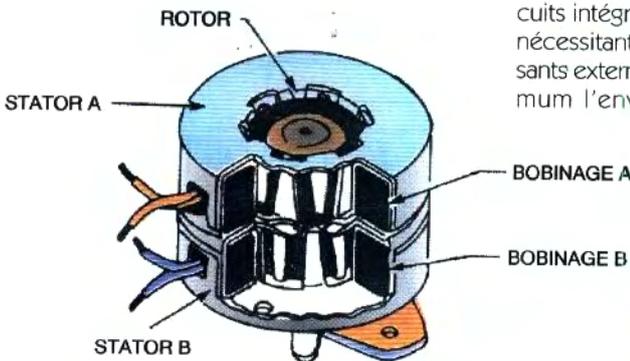
commande. Ils disposent en outre de toutes les fonctions telles que le sens de rotation, le mode demi-pas, la mise en haute impédance des sorties (moteur libre), etc. Nous vous proposons maintenant la présentation de quatre d'entre eux, choisis parmi les plus utilisés, et donc facilement disponibles. Cette présentation permettra une mise en œuvre facile des circuits présentés.

Le circuit intégré TEA3717

Caractéristiques générales :

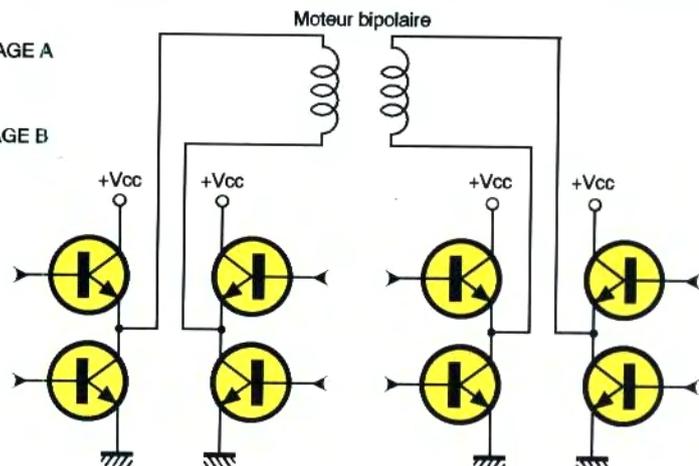
- modes demi-pas et pas entier,
- commande bipolaire du moteur pas à pas pour un rendement maximum,
- diodes de protection interne,
- large gamme du courant de sortie de 5mA à 1000mA,
- tout particulièrement désigné pour une utilisation avec une tension d'alimentation du moteur non stabilisée,
- la valeur du courant d'alimentation du moteur peut être choisie par pas à l'aide d'entrées logiques, ou varier d'une façon continue.

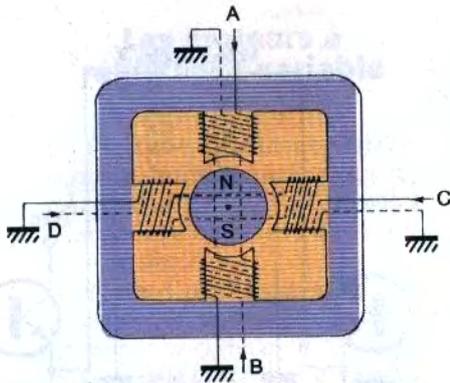
Le brochage du TEA3717 est donné en **figure 10**. Le circuit est destiné à



5 VUE ÉCLATÉE D'UN MOTEUR BIPOLAIRE.

6 PONT DE QUATRE TRANSISTORS PAR PHASE.





8 SCHEMA THEORIQUE D'UN MOTEUR UNIPOLAIRE.

la commande d'un enroulement d'un moteur pas à pas bipolaire. Il convient donc d'utiliser deux circuits afin de piloter le moteur. Il comporte en interne deux entrées compatibles T.T.L., un palpeur de courant, un monostable et un étage de sortie à quatre transistors protégé par des diodes. Le schéma de la **figure 11** représente la constitution interne du circuit intégré et indique les composants externes à câbler pour sa mise en œuvre. Deux circuits seront à réaliser afin d'obtenir une commande complète. Les entrées logiques I0 et I1 permettent de déterminer le courant du pont de sortie par commutation des trois comparateurs internes :

0	I1	NIVEAU DU COURANT
H	H	annulation du courant de sortie
L	H	courant faible
H	L	courant moyen
L	L	courant maximum

La valeur du courant traversant le bobinage du moteur dépend également de la valeur de la tension de référence appliquée sur l'entrée VR et de la valeur de la résistance RS (du palpeur de courant). Ce palpeur de courant, outre la résistance RS, est constitué d'un filtre passe-bas et de trois comparateurs. Seul l'un de ces derniers peut être actif dans le même temps.

La limitation de courant fonctionne de la façon suivante : le courant traversant l'enroulement du moteur traverse également la résistance RS. Lorsque le courant a augmenté de telle sorte que la tension aux bornes de la résistance devient supérieure à la tension de référence appliquée sur l'une des entrées du comparateur sélectionné, la sortie de ce dernier passe à l'état haut ce qui enclenche le monostable. Le courant est alors annulé durant une durée fixe appelée toff. Cette durée est donnée par la formule :

$$toff = 0.69 \times R_t \times C_t$$

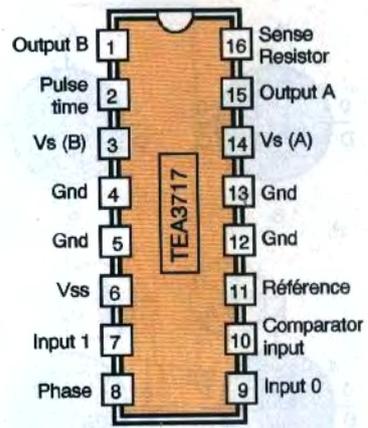
Lorsque la durée de fonctionnement du monostable est achevée, sa sor-

tie repasse à l'état bas et le courant est rétabli dans l'enroulement du moteur jusqu'à un nouvel enclenchement. L'étage de sortie est constitué de quatre transistors darlington connectés en pont. Les deux transistors qui seront commutés alimenteront l'enroulement du moteur, lui délivrant un courant constant.

Le circuit intégré MC3479C

Le circuit intégré MC3479C permet le pilotage d'un moteur pas à pas bipolaire. Un seul circuit est nécessaire. Il est constitué de quatre entrées (au standard T.T.L.) de sélection commandant un circuit logique. Ce circuit pilote deux drivers de puissance auxquels sont connectés les deux enroulements du moteur bipolaire. Le dessin de la **figure 12** représente le schéma interne du MC3479C ainsi que son brochage. Ses principales caractéristiques sont les suivantes :

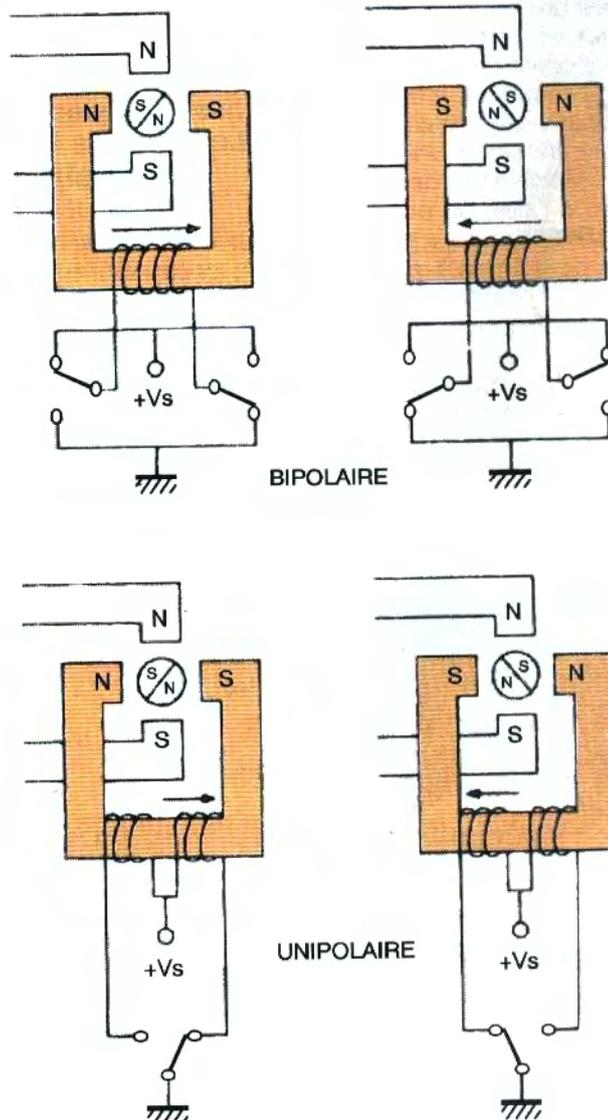
- tension d'alimentation simple comprise entre + 7,2V et + 16V ;
- courant de sortie de 350mA par enroulement ;

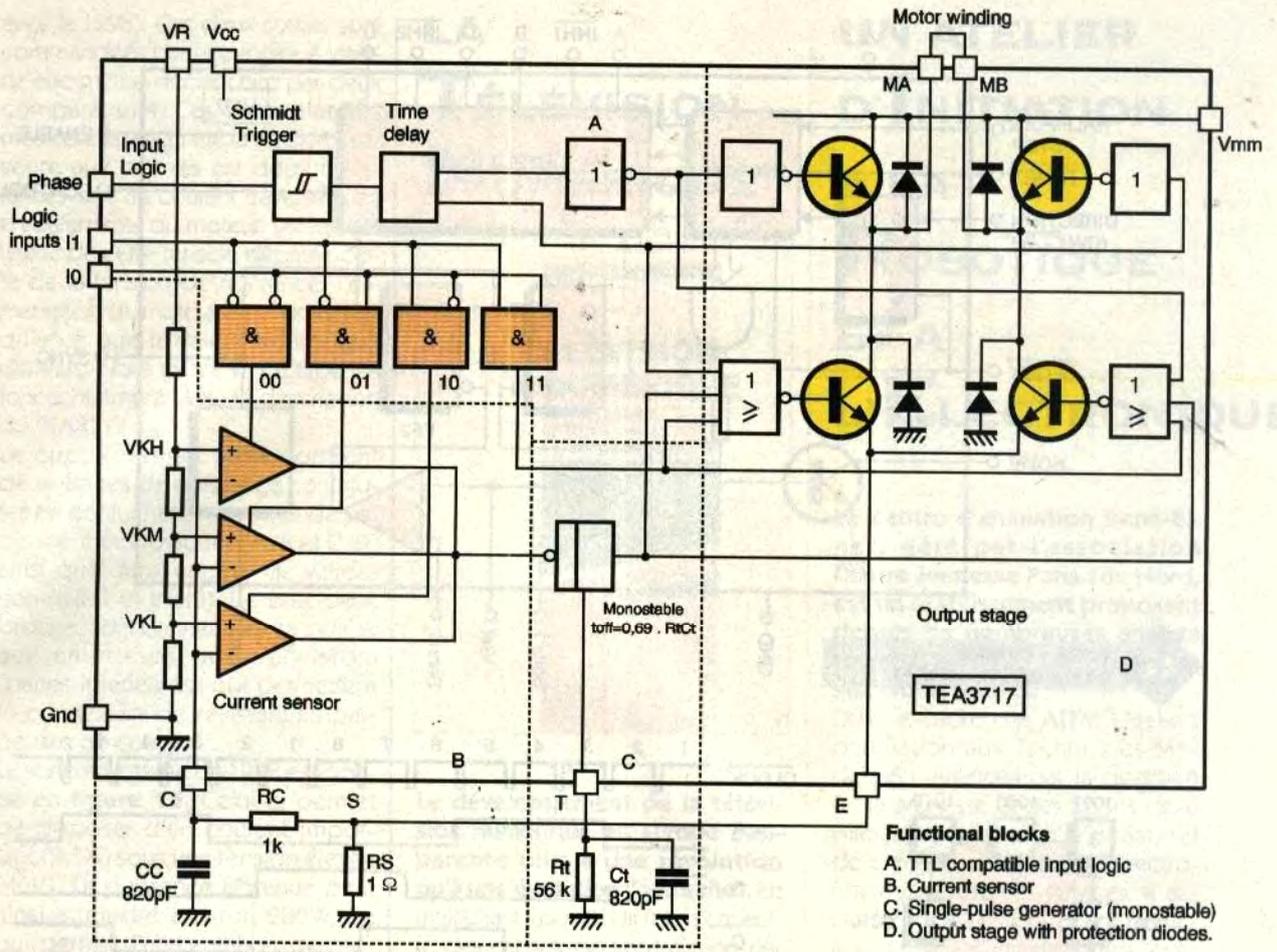


10 BROCHAGE DU TEA3717.

- diodes de protection internes intégrées dans le boîtier ;
- sélection du sens de rotation et du mode pas entier ou demi-pas ;
- possibilité de mise en haute impédance des sorties ;
- entrées de commande compa-

9 MODES DE COMMANDE SCHEMATISES POUR LES DEUX TYPES PRINCIPAUX DE MOTEURS.



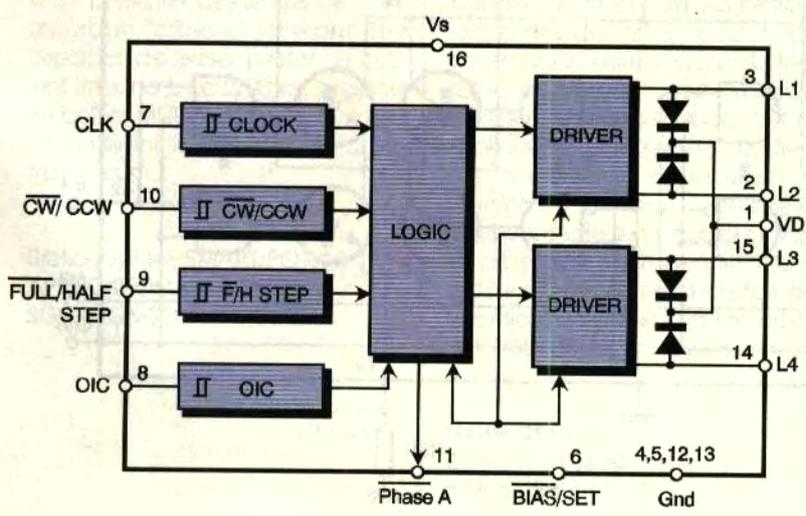


Functional blocks
 A. TTL compatible input logic
 B. Current sensor
 C. Single-pulse generator (monostable)
 D. Output stage with protection diodes.

11 CONSTITUTION INTERNE DU CIRCUIT INTÉGRÉ ET COMPOSANTS EXTERNES À CÂBLER.

tibles T.T.L. et CMOS ;
 - sortie indiquant l'état de sortie de la phase A.
 Certaines des broches du circuit ont un rôle particulier et nécessitent une explication :
 1/broches 4, 5, 12 et 13. Ce sont les broches de masse du MC3479C. Outre leur rôle d'alimentation, elles sont utilisées afin de dissiper la cha-

12 SCHÉMA INTERNE ET BROCHAGE DU MC3479C.

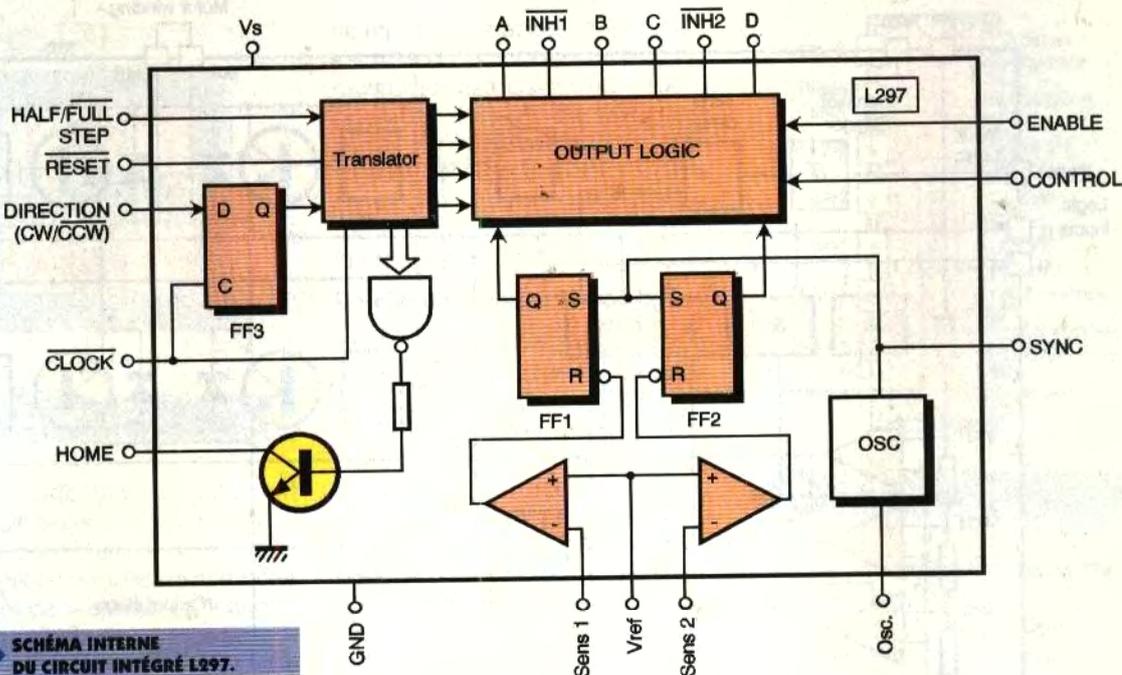


leur produite par le boîtier. Le circuit imprimé devra donc être conçu de telle sorte qu'un large plan de masse parviennent à ces broches ;
 2/broche 1, connexion d'une diode de clamp. Cette entrée est utilisée afin de protéger les sorties lorsque des pointes de tension élevées apparaissent lors de la commutation des enroulements des moteurs. Cette diode doit être connectée entre la broche 1 et la broche 16 (Vcc) ;
 3/broche 6, bias/set. Cette broche est en principe portée à un potentiel de $V_{cc} - 0,7V$. Le courant sortant, à travers une résistance connectée à la

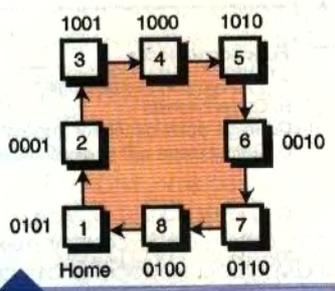
masse, détermine le courant maximal disponible aux bornes des enroulements du moteur. On peut ainsi, en faisant varier la valeur de la résistance, diminuer le courant d'alimentation lorsque le moteur est à l'arrêt. Lorsque cette broche est laissée "en l'air", les sorties de puissances se trouvent en état de haute impédance.

Les circuits intégrés L297 ET L298

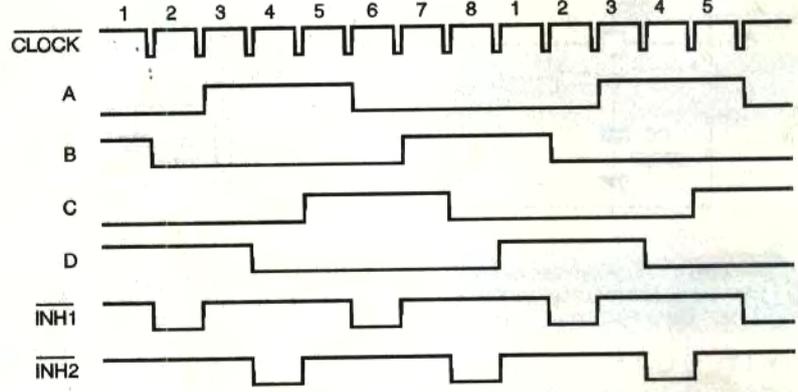
Bien que conçus afin de fonctionner conjointement, ces deux circuits peuvent être utilisés séparément. Le circuit intégré L297, dont le schéma interne est donné en figure 13, simplifie notablement la commande d'un moteur pas à pas. Le cœur de ce circuit est un bloc appelé translateur qui génère les séquences d'alimentation des différentes phases du moteur, en demi-pas, en pas entier une phase et en pas entier deux phases.
 Ce translateur est commandé par deux entrées logiques : le sens de rotation (CW/CCW/) et le mode de fonctionnement en demi-pas ou en pas normal (HALF/FULL/). Une troisième broche est l'entrée de CLOCK qui permet l'avance d'un pas vers le suivant. Le translateur contient en interne un compteur à trois bits et



13 SCHEMA INTERNE DU CIRCUIT INTEGRE L297.



14 SEQUENCE BASIQUE DE HUIT PAS.

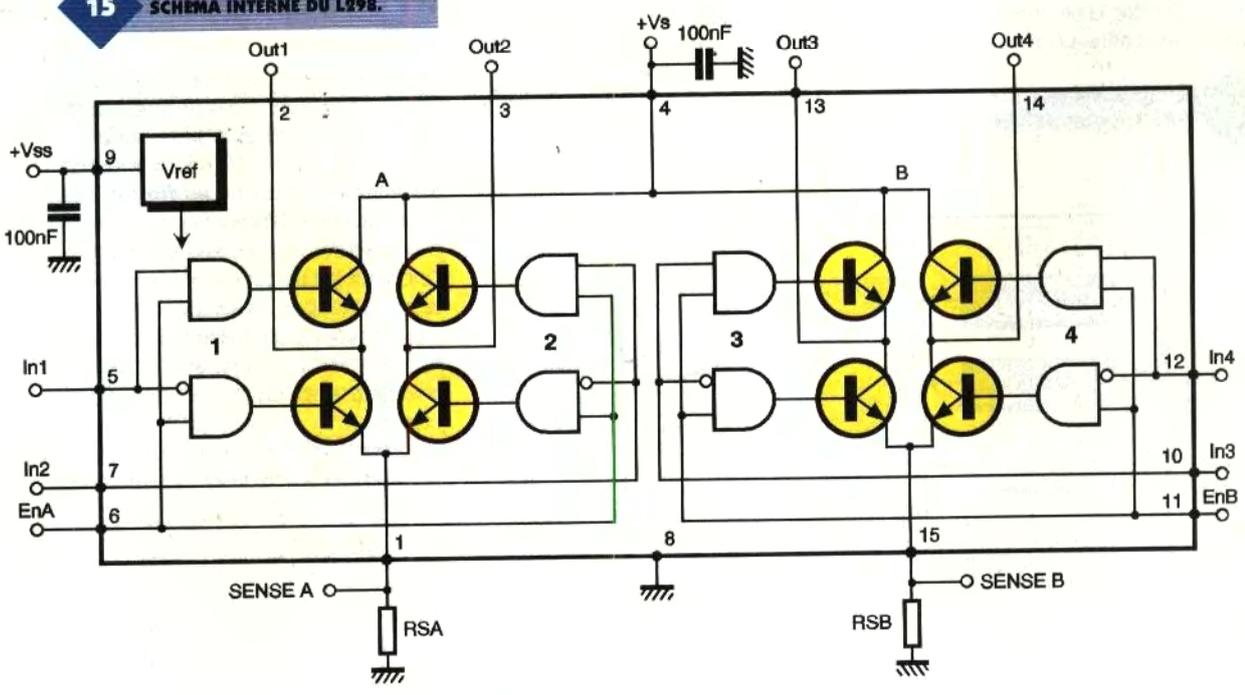


quelques circuits logiques qui permettent de générer une séquence basique de huit pas, comme représentée sur la figure 14. Les trois sé-

quences de commande citées plus haut peuvent être facilement obtenues à partir de cette séquence de base. Le circuit intégré L297 possè-

de quatre sorties de commande des étages de puissance, ainsi que deux sorties supplémentaires d'inhibition de ces étages (lorsqu'il est utilisé

15 SCHEMA INTERNE DU L298.



avec le L298). Ces deux sorties sont commandées par une logique interne elle-même déclenchée par deux comparateurs. Ces comparateurs mesurent la valeur de la tension présente aux bornes de deux résistances due au courant traversant les enroulements du moteur. Lorsque la valeur de cette tension dépasse celle de la tension de référence, l'alimentation du moteur est coupée jusqu'à ce que la valeur du courant diminue. Nous avons vu ce type de fonctionnement dans la description du TEA3717.

Le circuit intégré L298 contient deux étages de puissance configurés en pont, chacun commandé par deux entrées logiques (A, B et C, D) ainsi que deux entrées de validation (INH1 et INH2). De plus deux broches sont connectées en interne aux émetteurs des transistors (paires inférieures) qui permettent la connexion de résistances palpeuses de courant.

Le schéma interne du L298 est donné en **figure 15**. Celui-ci permet de disposer d'un courant important (2,5A) sous une tension élevée (46V). La puissance obtenue peut ainsi atteindre environ 200W, ce qui permet l'alimentation de moteurs puissants présentant des résistances de bobinages faibles. Il va sans dire que dans ce cas, le circuit devra être fixé sur un dissipateur thermique de dimensions convenables.

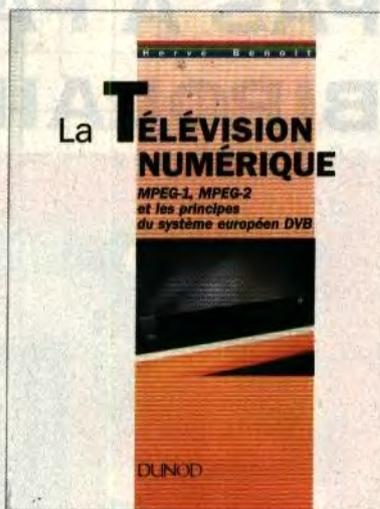
Comme on le constate sur le schéma, le L298 possède deux broches d'alimentation : l'une pour le moteur (Vs) et l'autre pour la logique interne (Vss, + 5V), ce qui permet de limiter la dissipation du boîtier.

Il est à noter que, contrairement à la majorité des circuits, le L298 ne contient pas les diodes de protection des transistors internes. Il conviendra donc de les câbler à l'extérieur du boîtier. Ces diodes devront présenter des temps de commutation faible et devront être capables de laisser passer un courant important. Le L298 est présenté en boîtier MULTIWATT à 15 broches, ce qui simplifie sa fixation sur un refroidisseur.

Bibliographie : SMART POWER
APPLICATION MANUAL
SGS THOMSON

P. OGUIC

LA TÉLÉVISION NUMÉRIQUE



Le développement de la télévision numérique en Europe s'apparente plus à une révolution qu'à une évolution "naturelle".

En multipliant jusqu'à huit fois la capacité des canaux de transmission par rapport à la situation antérieure et en apportant des débits de transmission importants de données vers l'utilisateur, elle offrira un choix de programmes inconnu jusqu'ici ainsi que des possibilités d'utilisation réellement nouvelles (diffusion décalée, paiement à la séance, interactivité, téléchargement, etc.). Ce livre explique, de manière accessible à tout lecteur ayant un bagage électronique et des notions de télévision analogique, les principes de base de cette télévision et leur mise en œuvre dans le système Européen DVB (Digital Vidéo Broadcasting), fondé sur la norme de compression MPEG-2 et adopté par tous les pays de l'Union Européenne, et au-delà. Les particularités des différents vecteurs de transmission normalisés (satellite, câble) ou en cours de normalisation (hertzien, terrestre) sont décrites et expliquées. La progression du livre suit les différentes étapes allant du traitement à l'émission ; celles de la réception s'effectuant en ordre inverse, de manière à comprendre l'architecture d'un récepteur/décodeur de télévision numérique ("set-top box") et le rôle de ses principaux constituants.

Hervé BENOÎT
Éditions DUNOD
176 pages : 165 F

UN ATELIER D'INITIATION A LA ROBOTIQUE ET A L'ELECTRONIQUE

Le centre d'animation René-Binet, géré par l'association Centre Jeunesse Paris 18e Nord, est un établissement proposant depuis de nombreuses années diverses activités aux jeunes et aux moins jeunes.

Dans le cadre des AITM (Ateliers d'Initiation aux Techniques Modernes), financés par la direction de la Jeunesse et des Sports de la ville de Paris, un atelier d'initiation et de création robotique et électronique propose ses services. Il accueille toute personne sans restriction d'âge, à partir de 13 ans. Toute activité électronique peut y être entreprise : de la conception d'un circuit de principe au câblage de ce dernier, les platines imprimées étant conçues sur ordinateur (DAO sur PC).

Les enfants pourront y réaliser des montages simples, tandis que les plus chevronnés se pencheront plus particulièrement sur les interfaces qui pourront ouvrir leur compatible PC sur le monde de la robotique et de la domotique...

Des cartes pilotées par ordinateur pourront ainsi être réalisées. D'autres, moins intéressés par l'informatique, pourront construire tout montage réalisable dans le cadre de cet atelier.

Un second atelier (initiation à la robotique et à l'informatique sur PC et compatibles) existe également. Il est plus spécialement réservé aux enfants et adolescents jusqu'à 16 ans.

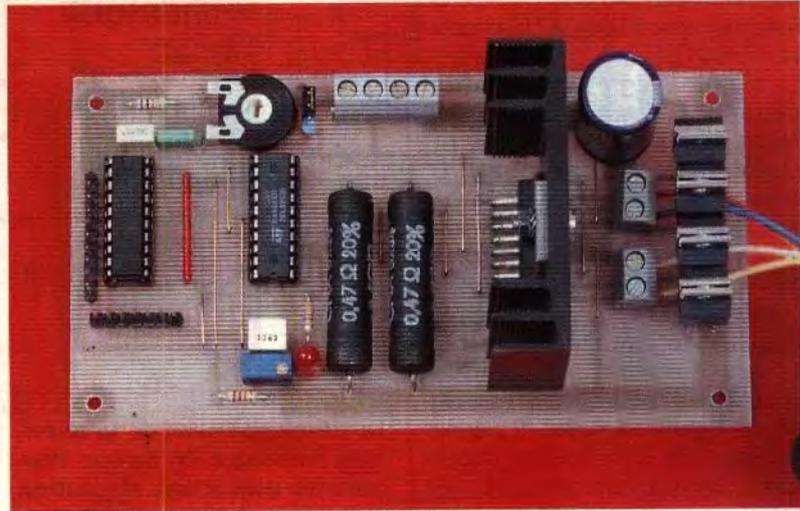
Avant de s'inscrire, une séance d'essai est offerte, ce qui permettra aux personnes intéressées de juger si ce dernier correspond à leurs souhaits.

Pour tout renseignement :
**Centre Jeunesse Paris- Nord 18e
René-Binet, 66, rue René-Binet,
75018 Paris.
Tél. : 01.42.55.69.74**



COMMANDE DE MOTEUR PAS À PAS BIPOLAIRE

Associé à un microprocesseur ou simplement connecté à la prise parallèle d'un ordinateur, le présent montage permettra la commande d'un moteur pas à pas de type bipolaire. Ce circuit peut être qualifié d'universel, dans le sens où tout moteur consommant un courant de quelques mA à 2,5 A pourra lui être connecté.



Grâce à l'emploi de circuits intégrés spécialisés, l'utilisateur n'aura pas à se soucier de la construction des séquences. Il suffira en effet de disposer des signaux suivants:

- 1/ un signal d'horloge permettant l'avance d'un pas;
- 2/ un niveau logique déterminant le sens de rotation;
- 3/ un niveau logique fixant l'amplitude des pas: pas entier ou demi-pas;
- 4/ une impulsion de remise à zéro;
- 5/ un niveau logique validant le circuit de commande.

Les niveaux logiques déterminés, il ne sera plus nécessaire que d'envoyer des impulsions afin d'obtenir la rotation de l'axe du moteur.

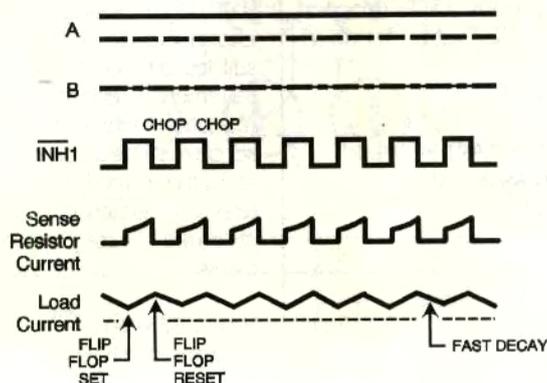
Schéma de principe

Le schéma de principe est donné en figure 1. Un octuple amplificateur de bus de type 74LS541 (IC₃), tamponne les signaux de configuration du circuit driver. Des résistances de rappel au +5V assurent des niveaux francs sur les sorties du circuit tampon. On remarque les lignes D4 à D7 et la ligne de CLOCK qui ne sont pas exploitées directement par le montage. Ces signaux pourront être utilisés pour la commande d'une seconde platine. Dans ce cas, la ligne SYNC (dont nous verrons l'utilité plus loin) devra être connectée à l'entrée SYNC de l'autre platine. Les

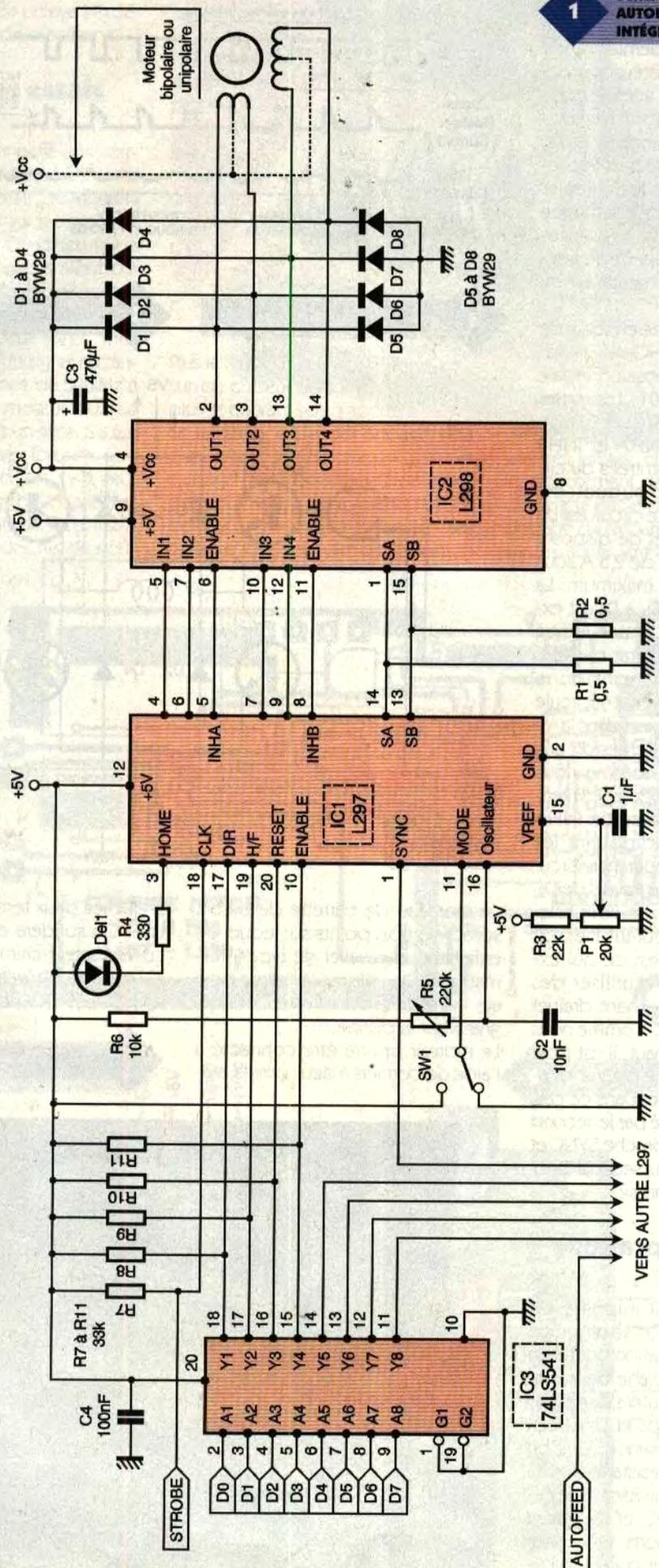
lignes de commande parviennent aux entrées du circuit driver, un L297 (IC₁). C'est ce circuit qui construit les séquences de commande du moteur pas à pas. Le réseau RC constitué des résistances R₅ et R₆ et du condensateur C₂ détermine la fréquence de fonctionnement de l'oscillateur de découpage interne. Cet oscillateur agit directement sur l'alimentation des moteurs et en association avec la broche MODE. Si cette dernière est portée à un niveau BAS, le découpage agit sur les broches de sortie INHA et INHB comme représenté en figure 2. Si un niveau haut lui est appliqué, alors le découpage agira sur les sorties ABCD. Dans ce cas, on obtiendra un fonctionnement représenté par le diagramme de la figure 3. Le niveau appliqué sur la broche MODE sera déterminé par la position de l'inver-

seur SW₁. La différence de fonctionnement entre les deux modes est visible sur la dernière courbe des figures 2 et 3. A la figure 3, on voit nettement le courant décroître plus lentement dans le bobinage du moteur que sur la courbe de la figure 2, où le courant décroît aussi vite qu'il est monté. L'intérêt de cette possibilité de choix entre les deux systèmes réside dans le fait qu'il existe des différences entre les moteurs. Le mode 1 (broche MODE connectée au + alimentation) sera choisi lorsque le moteur utilisé possèdera un stator présentant une faible self-inductivité. Dans ce cas, si le mode 2 (broche MODE connectée à la masse) était utilisé, le courant décroissant rapi-

2 PRINCIPE DU DÉCOUPAGE.



1 SCHEMA DE PRINCIPE ARTICULE AROUND DE DEUX CIRCUITS INTEGRÉS SPECIAUX.

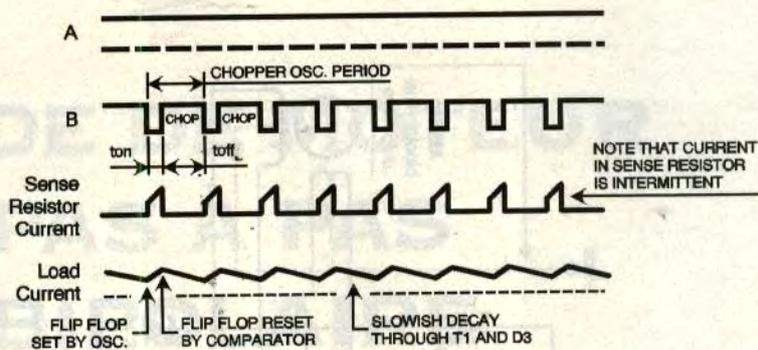


dement, la moyenne du courant appliqué au moteur ne serait pas suffisante et ce dernier présenterait un couple faible. Si ce dernier mode est utilisable avec le moteur connecté, on obtiendra une vitesse et un couple élevés. Le pont diviseur constitué de la résistance R_3 et de l'ajustable P_1 permet de fixer le courant moyen traversant les enroulements du moteur. Lorsque la tension présente aux bornes des résistances R_1 et R_2 atteindra la tension de référence, le courant d'alimentation du moteur sera annulé.

La diode LED connectée en sortie de la broche 3 du L297 (HOME), signale le passage par la position initiale de départ (ABCD = 0101). Les sorties 4 et 6 (A et B) et 7 et 9 (C et D), ainsi que les broches INHA et INHB sont connectées aux entrées du circuit de puissance auquel est connecté le moteur. Ce circuit est un L298 (IC₂), qui permet de disposer d'un courant maximal de 2,5 A sous une tension de 46V maximum. La fonction des diodes D_1 à D_8 est expliquée en **figure 4**. L'entrée A est à l'état haut et B est à l'état bas. Les transistors Q_1 et Q_4 sont donc conducteurs, et le courant y circule ainsi que dans la charge et dans la résistance R_s . Lorsque la tension aux bornes de celle-ci, comme nous l'avons vu plus haut, dépasse la tension de référence, la sortie INHA passe à l'état bas, bloquant les quatre transistors. Le courant recircule alors de la masse, au travers de D_2 , du moteur et de D_3 vers l'alimentation positive. Le courant décroît alors rapidement. C'est ce qui explique la nécessité d'utiliser des diodes rapides et pouvant drainer un courant important. Comme nous l'avons signalé plus haut, il est possible de raccorder une platine identique à notre montage. Dans ce cas, l'oscillateur sera utilisé par le second circuit à l'aide de la broche SYNC et l'entrée oscillateur du second L297 sera raccordée à la masse.

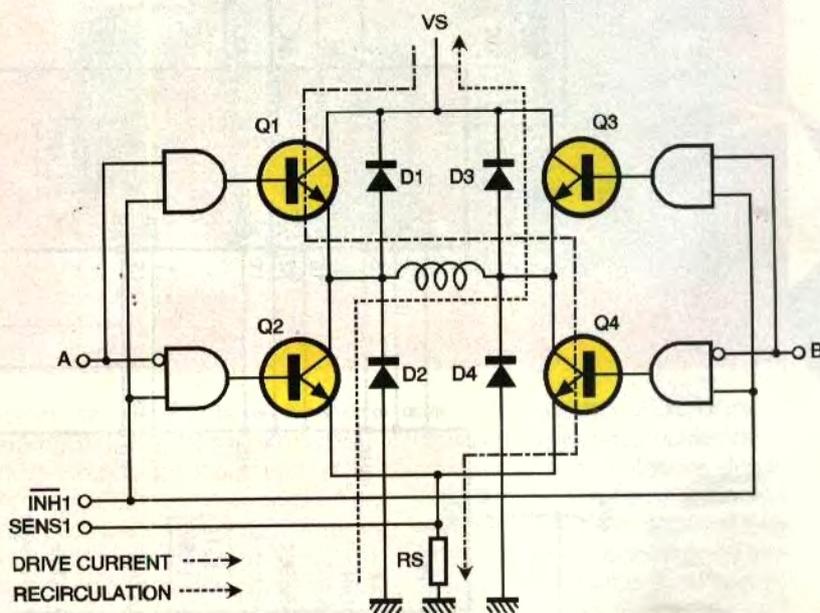
Réalisation pratique

Le dessin du circuit imprimé est donné en **figure 5**. On se reportera au schéma d'implantation donné en **figure 6** pour le câblage de la maquette. Celui-ci débutera par la mise en place des straps et des deux résistances de puissance. Puis on soudera les autres résistances ainsi que les condensateurs de petite capacité. Les circuits IC₁ et IC₃ seront placés sur des supports. L'inverseur SW₁ sera simplement constitué par



3 DÉCOUPAGE DANS LE CAS D'UN NIVEAU HAUT.

4 FONCTION DES DIODES.

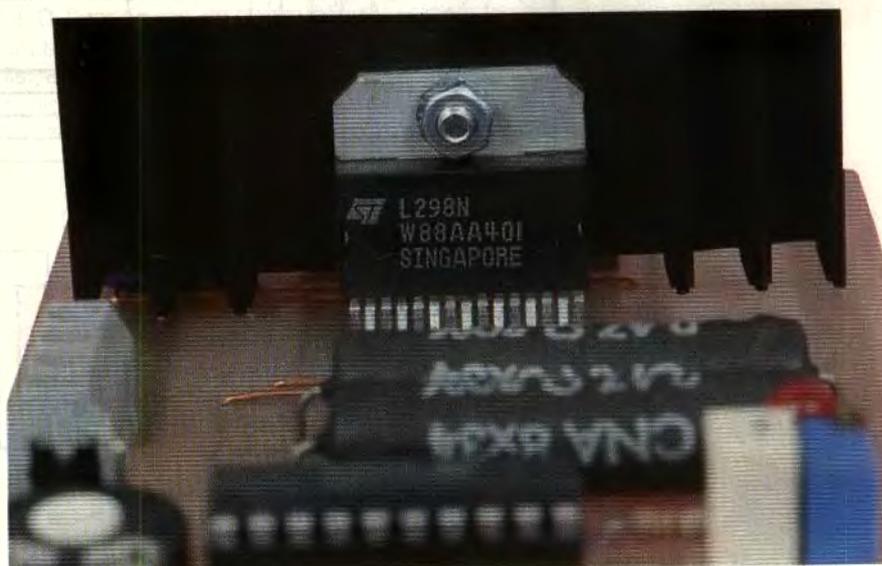


un morceau de barrette de picots sécable à trois points sur lequel on enfichera un cavalier de type informatique. On utilisera le même type de barrette pour l'entrée des signaux sur la platine.

Le moteur pourra être connecté à l'aide de borniers à deux points, ain-

si que les deux tensions d'alimentation. On soudera en dernier lieu le condensateur chimique et le circuit IC₂ qui sera obligatoirement fixé sur un dissipateur. On terminera le câ-

GROS PLAN SUR LE CIRCUIT DE PUISSANCE SPÉCIALISÉ.



blage par une vérification minutieuse des soudures et de la continuité des pistes après avoir enlevé l'excédent de résine à l'aide d'acétone.

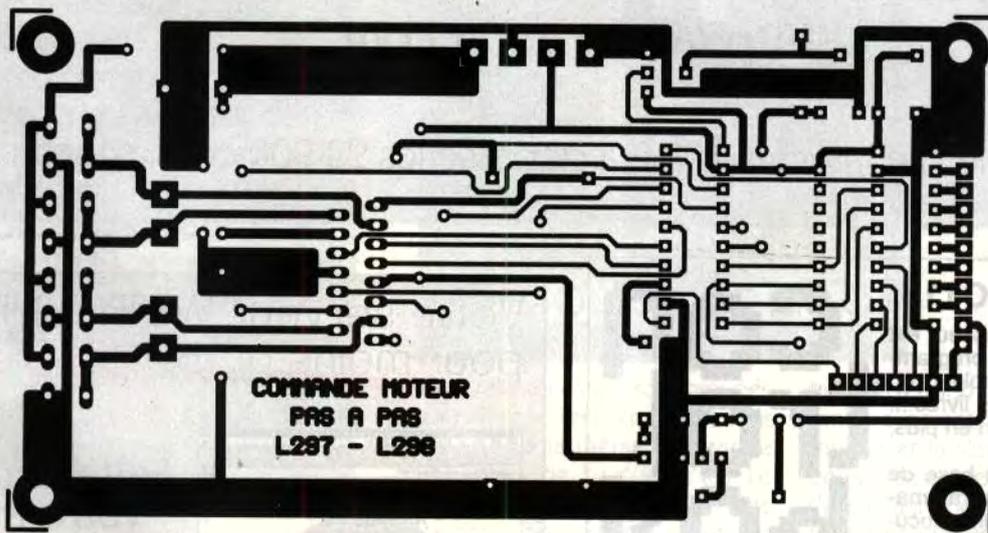
Réglages et essais

Le moteur sera connecté aux borniers à vis. Le commutateur SW₁ sera positionné vers la masse. Les moteurs pas à pas bipolaires possèdent quatre fils de sortie. On déterminera à l'ohmmètre les couleurs allant par paire. Une fois la platine alimentée sous +5V et +15V par exemple (+46V maximum pour +VCC moteur), on appliquera un signal rectangulaire d'une fréquence de 500 Hz à l'entrée CLOCK. Le moteur doit se mettre à tourner dans un sens. S'il fait entendre un bruit assez fort sans que son axe entre en rotation, cela veut dire que l'un des enroulements est connecté dans le mauvais sens. Il suffira d'inverser deux des fils de cou-

leur. La résistance ajustable P₁ sert à régler le courant d'alimentation du moteur. En positionnant le curseur à la masse, le moteur devra stopper.

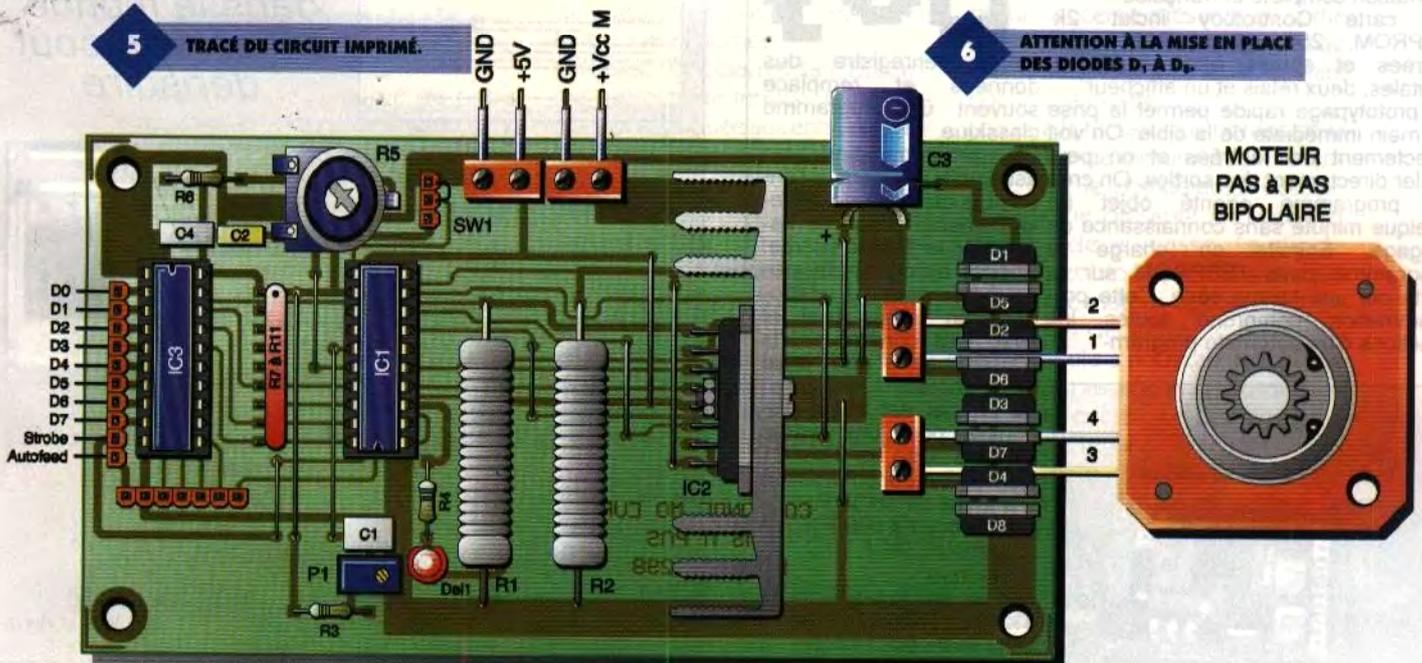
Plus la tension sur ce curseur sera élevée, plus le courant sera important. La fréquence de découpage sera ajustée par la résistance R₅, et cet ajustage fixera donc la vitesse maximale du moteur. Si la rotation de ce dernier commence à présenter des saccades, cela veut dire qu'il atteint sa

vitesse maximale. A des vitesses de pas très faibles, on pourra constater le clignotement de la LED, ce qui indiquera le passage du moteur par sa position de départ initiale. Par action sur les autres entrées, on obtiendra



5 TRACÉ DU CIRCUIT IMPRIMÉ.

6 ATTENTION À LA MISE EN PLACE DES DIODES D₁ À D₈.



l'inversion du sens de rotation, le passage en mode demi-pas (ce qui permet d'obtenir une plus grande précision) et la remise à zéro du L297. Il est inutile d'utiliser une tension régulée pour l'alimentation du moteur. Pour conclure, signalons la possibilité de connecter un moteur pas à pas unipolaire en sortie du circuit. Dans ce cas, les deux fils correspondant au commun des deux phases seront connectés au +VCC moteur, et les extrémités des enroulements seront reliées aux sorties du montage, comme dans le cas d'un moteur pas à pas bipolaire.

NOTE: les diodes D₁ à D₈ étant très proches les unes des autres, il est nécessaire de munir chaque semelle métallique d'un isolant en mica. Une vis maintiendra celle-ci en place.

Nomenclature

Résistances:

R₁, R₂: 0,5 ou 0,47Ω/5W

R₃: 22 kΩ

(rouge, rouge, orange)

R₄: 330Ω

(orange, orange, marron)

R₅: résistance ajustable

220 kΩ horizontale grand modèle

R₆: 10 kΩ

(marron, noir, orange)

R₇ à R₁₁: réseau de résistances à neuf points 10 à 33 kΩ

Condensateurs:

C₁: 1 μF

C₂: 10 nF

C₃: 470 à 1000 μF/63V

C₄: 100 nF

Semi-conducteurs:

DEL₁: diode

électroluminescente rouge

D₁ à D₈: BYW29 ou

équivalent

Circuits intégrés:

IC₁: L297

IC₂: L298

IC₃: 74LS541

Divers:

1 dissipateur thermique

1 morceau de barrette à

picots sécable à 19 points

1 cavalier type informatique

2 supports pour circuit

intégré 20 broches

Vous pouvez télécharger tous les programmes d'E.P. sur le minitel 36 15 EPRAT ou mieux encore sur INTERNET : <http://www.eprat.com>.

A ce jour, le site Internet d'E.P. a dépassé les 23 000 connexions.

Starter Kit 68HC11

La technologie de microprocesseur est assez complexe: Il faut un programmeur, un effaceur, un assembleur, un débogueur, un simulateur, des livres.... Avec Controlboy il ne faut rien en plus, sauf un P.C.

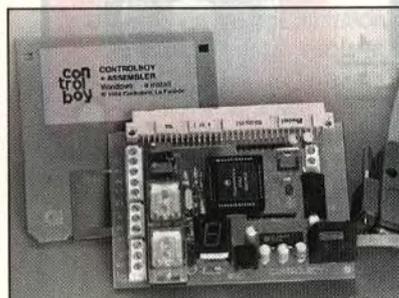
Le kit comprend une carte à base de 68HC11, deux logiciels de programmation sous Windows 3.1, et une documentation complète et française.

La carte Controlboy inclut 2k EEPROM, 256 octets RAM, des entrées et sorties analogiques et

digitales, deux relais et un afficheur. Le prototypage rapide permet la prise en main immédiate de la cible: On voit directement des entrées et on peut régler directement des sorties. On crée un programme orienté objet en quelques minutes sans connaissance de langage. Ensuite on charge le programme dans l'EEPROM sur la carte par une liaison série. Cette programmation comprend toutes les fonctions d'un automate programmable, enregistre des données et remplace un programme en temps réel et avec tout confort: points d'arrêt, pas à pas, table de symboles.

Le logiciel est aussi disponible pour des autres cibles à base de 68HC11. Demandez documentation Disquette démo 30 F. Controlboy Kit 999 F. Assembleur 349 F TTC. Controlord 484, av. des Guiols 83210 La Farède Tél. : 04 94 48 71 74 Fax : 04 94 33 41 47

controlboy



Votre serveur WEB sur Internet pour moins de 500 FTTC/mois



Faites connaître votre activité dans le monde entier à un coût dérisoire

Le seul moyen d'exposer vos produits ou votre savoir faire à la plus large audience jamais atteinte



Nouez des relations commerciales insoupçonnées en étant présent 24h/24 sur Internet.

Pour plus d'informations, contactez-nous par :
 Fax : +33 (1) 47.50.62.93 - Tél : +33 (1) 47.50.81.36
 Courrier : FRANCE-TEASER - 17 rue Corot - 92410 Ville d'Avray
 Email : sales@teaser.fr



ROBOT

COMMANDE DE MOTEUR PAS À PAS UNIPOLAIRE

Le montage que nous vous proposons de réaliser dans le présent article, permet la commande d'un moteur pas à pas unipolaire. Contrairement au circuit proposé ailleurs dans ce même numéro, et qui permet la commande d'un moteur pas à pas bipolaire, celui-ci est construit à partir de composants discrets, ce qui permet, bien qu'il ne comporte pas toutes les facilités d'emploi de la platine à circuits spécialisés, d'en diminuer très sensiblement le coût de fabrication.

Schéma de principe

Le schéma de principe de notre montage est donné en **figure 1**. Le principe de fonctionnement est très simple. Dans cette configuration, le moteur pas à pas est alimenté sous un courant constant.

Le circuit dispose de quatre entrées: phase A, phase B, phase C et phase D. Elles sont aux normes T.T.L. et admettent donc des signaux d'une amplitude maximale de +5V. Chaque entrée commande l'alimentation d'un des enroulements du moteur par l'intermédiaire d'un transistor Darlington. Le circuit chargé de la régulation du courant est centré autour de l'amplificateur opérationnel IC₂. Comme on le voit sur le schéma, les transistors alimentant l'un des bobinages du moteur, dont le point mi-



lieu est relié au +VCC, sont groupés deux par deux. Leurs émetteurs sont connectés à la même résistance d'une valeur de $1\ \Omega$ (R_5 et R_6). Le courant traversant les enroulements du moteur traverse également ces deux résistances, ce qui crée un potentiel à leurs bornes.

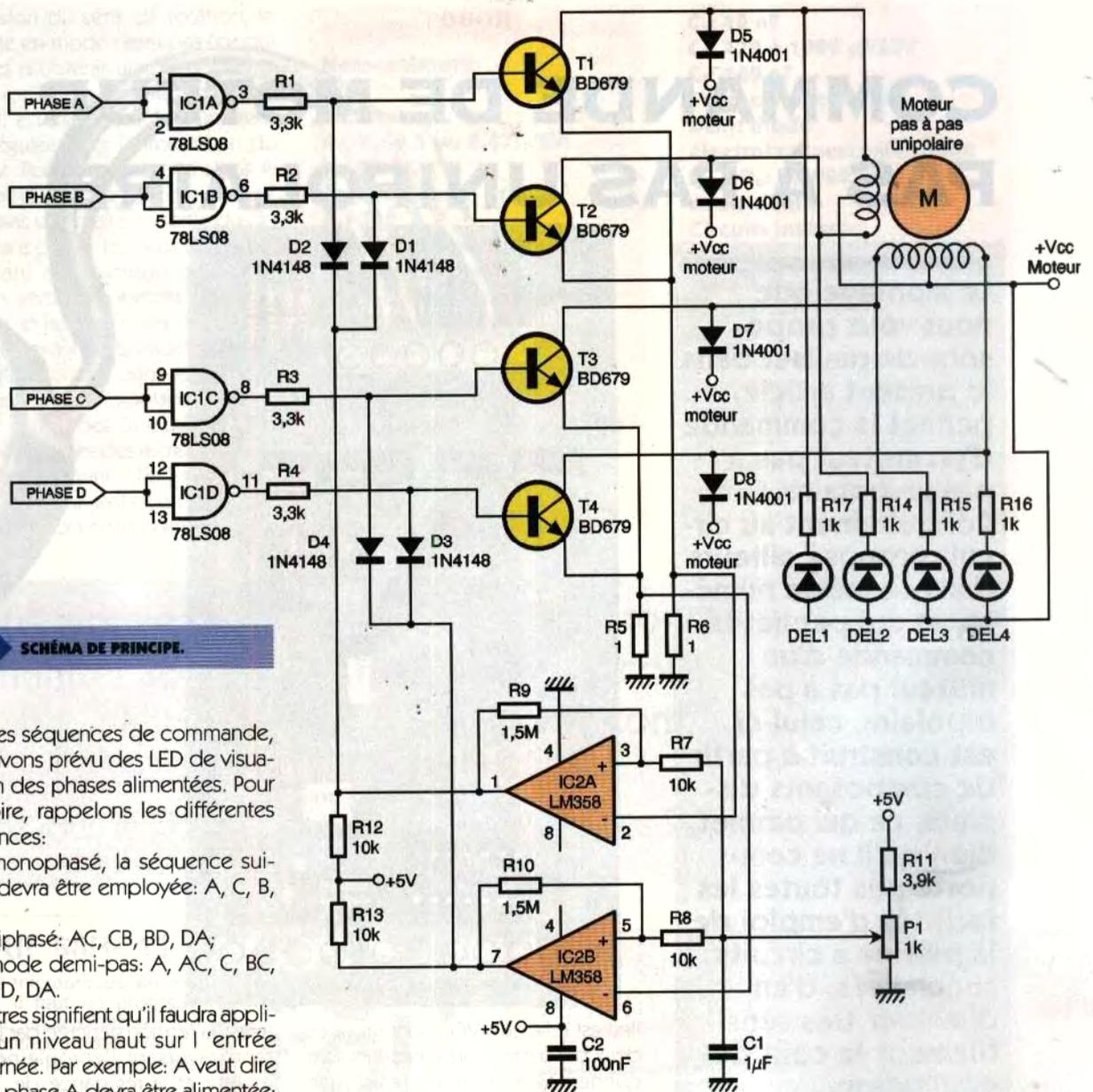
On utilise donc ces résistances comme capteurs de tension. Cette tension est appliquée aux entrées inversées d'un double AOP dont les deux amplificateurs sont configurés en comparateur.

Sur leur entrée non inverseuse est appliquée une tension de référence dont la valeur est fixée par la position du curseur de la résistance ajustable P_1 . Le condensateur C_1 , d'une valeur de $1\ \mu\text{F}$, stabilise cette tension. Deux résistances de $10\ \text{k}\Omega$ (R_{12} et R_{13}) ramènent les sorties des AOP au +5V, et des diodes les relient aux bases des transistors de puissance. La régulation de courant fonctionne de la façon suivante:

lorsque l'un des transistors est rendu conducteur par l'application d'un niveau haut sur l'une des en-

trées, la tension générée par le courant traversant l'enroulement du moteur et la résistance de $1\ \Omega$ est comparée à la tension de référence (V_{ref}). Tant que cette tension est inférieure à V_{ref} , la sortie du comparateur concerné présente en sortie une tension de +5V. La diode 1N4148 est bloquée et le courant continue à croître.

Lorsque la tension aux bornes de la résistance de mesure atteint la tension V_{ref} , le comparateur bascule et sa sortie présente un potentiel proche de la masse. La diode conduit et bloque le transistor alimentant le moteur. Le courant d'alimentation décroît et le comparateur bascule à nouveau, rendant le transistor passant, et ce, jusqu'à un nouveau cycle. Le courant peut donc être réglé à l'aide la résistance ajustable P_1 qui augmentera ou diminuera la tension de référence. Plus celle-ci sera haute et plus le courant sera important. On réglera celui-ci de manière à ne pas dépasser le courant admissible par le moteur. Afin de faciliter la construc-



1 SCHÉMA DE PRINCIPE.

tion des séquences de commande, nous avons prévu des LED de visualisation des phases alimentées. Pour mémoire, rappelons les différentes séquences:

- en monophasé, la séquence suivante devra être employée: A, C, B, D;
- en biphasé: AC, CB, BD, DA;
- en mode demi-pas: A, AC, C, BC, B, BD, D, DA.

Les lettres signifient qu'il faudra appliquer un niveau haut sur l'entrée concernée. Par exemple: A veut dire que la phase A devra être alimentée; CB signifie que les phases C et B devront être alimentées en même temps. Les diodes D₅ à D₈ protègent les transistors contre les tensions de rupture élevées présentes aux bornes des enroulements du moteur. La tension utilisée pour l'alimentation du moteur sera prélevée directement après le condensateur de filtrage. Il n'est pas nécessaire de la réguler.

Réalisation pratique

Le dessin du circuit imprimé est donné en **figure 2**. Le schéma de l'implantation des composants sur la platine est donné en **figure 3**. Comme d'habitude, on débitera le câblage par la mise en place des straps et des composants les plus petits. Toutes les résistances employées sont d'un modèle 1/4 de watt, sauf R₁ et R₂ qui pourront dissiper une puissance de 1 ou 2 W. L'amplificateur opérationnel sera placé sur un support, ainsi que le circuit intégré

IC₁. Les transistors employés seront obligatoirement des transistors Darlington qui seront fixés sur un refroidisseur qui pourra être constitué par un morceau de dural d'1 mm d'épaisseur ou plus.

Il conviendra alors de prévoir des semelles en mica et des canons isolants. Ces transistors pourront être choisis parmi les boîtiers TO126 ou TO220. Dans ce dernier cas, il conviendra de les implanter la semelle dirigée vers l'intérieur de la platine, contrairement à ce qui est indiqué sur le schéma d'implantation. La connexion de base est en effet située à droite sur les boîtiers TO126 et à gauche sur les boîtiers TO220 (lorsque l'on regarde les transistors de face, c'est à dire semelle placée à l'arrière).

On prendra garde à l'orientation des diodes et des LED lorsqu'on les implantera sur le circuit imprimé.

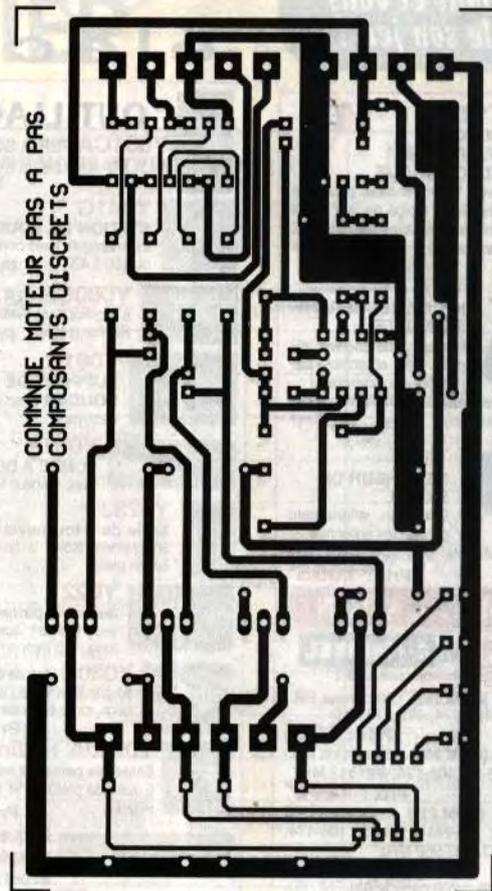
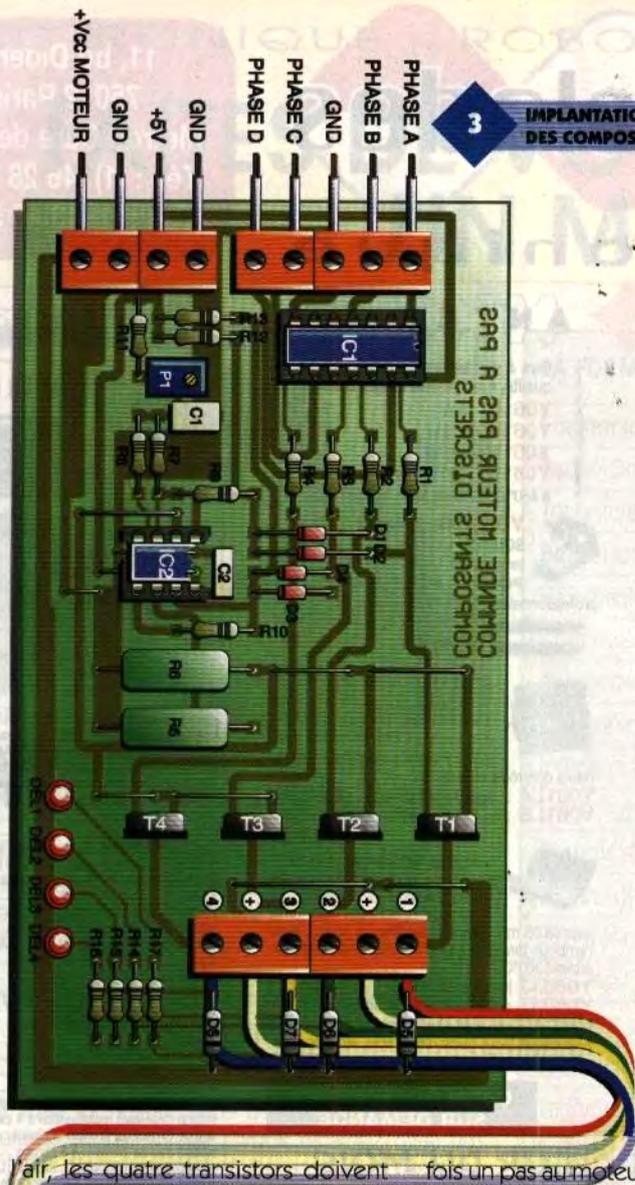
Des borniers à vis seront utilisés pour la connexion du moteur pas à pas et pour l'alimentation de la maquette. Le câblage achevé, on procédera à la vérification de la continuité des pistes et à l'absence de courts-circuits.

Réglages et essais

On positionnera le curseur de la résistance ajustable P₁ de \leq vers la masse, puis on alimentera le montage: +5V pour la partie logique, et +12V à +18V pour le +VCC moteur. Les moteurs pas à pas unipolaires présentent six fils de sortie: deux sont de la même couleur et correspondent au point milieu de chaque enroulement du stator. Les quatre fils restants sont d'une couleur différente. En général, ces six fils sont disposés en deux groupes de trois. Les entrées des portes ET étant laissées en

3 IMPLANTATION DES COMPOSANTS.

2 TRACÉ DU CIRCUIT IMPRIMÉ.



l'air, les quatre transistors doivent conduire, ce que les diodes LED signalent par leur illumination.

On reliera provisoirement les quatre entrées à la masse à l'aide de résistances d'une valeur de 10 kΩ. Les diodes LED ne sont plus alimentées. A l'aide d'un fil relié au +5V, on fera effectuer un pas au moteur en portant l'entrée A à l'état haut. A l'aide d'un ampèremètre, on vérifiera la consommation en courant. Par la manoeuvre de la résistance ajustable P1, on constatera l'augmentation ou la diminution de ce courant selon le sens dans lequel on tourne l'ajustable. On portera ensuite successivement les entrées C, B et D au +5V ce qui devra faire effectuer à chaque

fois un pas au moteur. Si ce n'est pas le cas, c'est que les fils de sortie de celui-ci ne sont pas convenablement connectés.

On procédera à l'inversion de deux des fils d'une phase sans toucher à la connexion au +VCC. Ce montage peut alimenter un moteur consommant jusqu'à 0,5 A par enroulement. Dans ce cas, le dissipateur thermique devra être aussi grand que possible, et le transformateur devra pouvoir, bien évidemment, débiter ce courant. Les transistors de puissance seront alors choisis en conséquence. Cette platine pourra être connectée au port parallèle d'un ordinateur P.C. qui en assurera la commande. Il

sera alors très simple de générer les séquences à l'aide des quatre lignes de données D0, D1, D2 et D3, ce qui donnera dans les différents modes:

mode monophasé:	mode biphasé:	mode demi-pas:
1/0001	1/0101	1/0001
2/0100	2/0110	2/0101
3/0010	3/1010	3/0100
4/1000	4/1001	4/0110
		5/0010
		6/1010
		7/1000
		8/1001

Le bit le moins significatif (LSB), c'est à dire D0, est placé à droite.

P.OGUIC

Nomenclature

Résistances:

R₁ à R₄: 3,3 kΩ
(orange, orange, rouge)
R₅, R₆: 1 Ω/1W
R₇, R₈, R₁₃, R₁₃: 10 kΩ
(marron, noir, orange)
R₉, R₁₀: 1,5 MΩ
(marron, vert, vert)
R₁₁: 3,9kΩ
(orange, blanc, rouge)

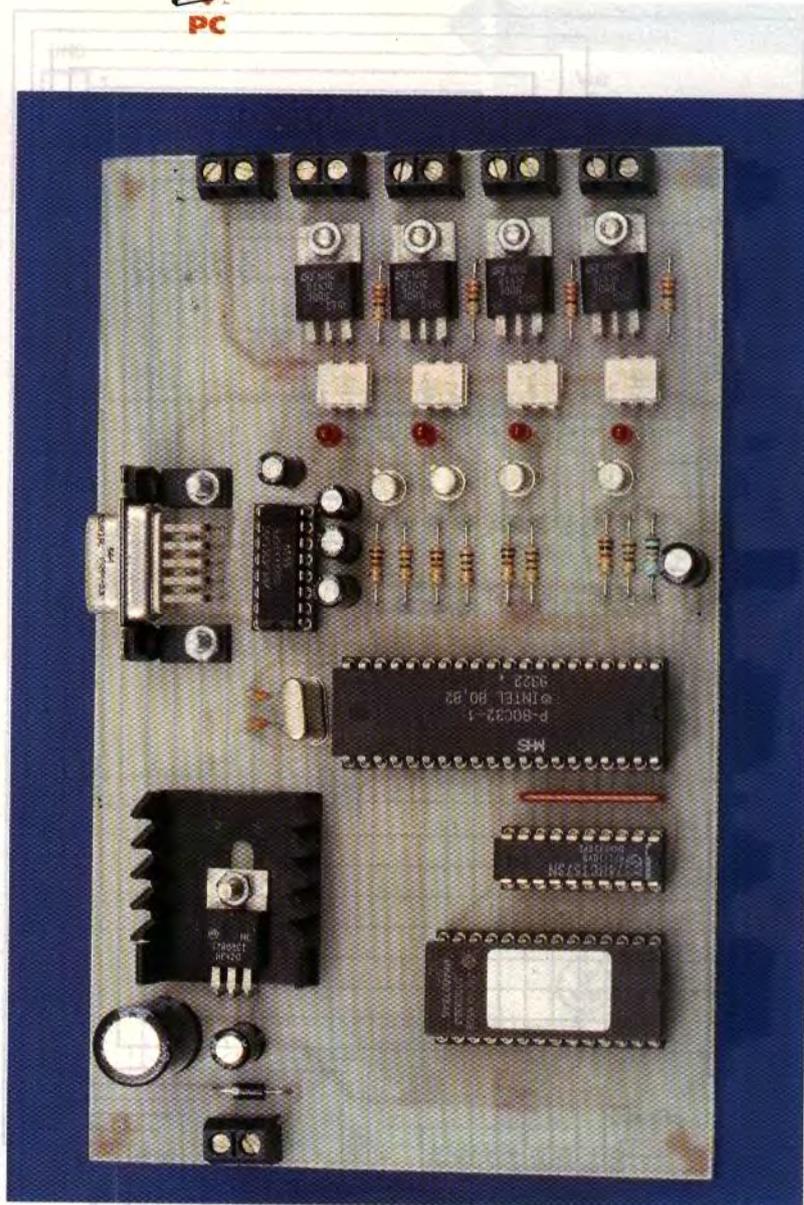
R₁₄ à R₁₇: 1kΩ
(marron, noir, rouge)
P₁: résistance ajustable
multitours 1 kΩ
Condensateurs:
C₁: 1 μF
C₂: 100 nF
Semi-conducteurs:
T₁ à T₄: BD679, TIP111,
TIP121 (voir texte)
D₁ à D₄: 1N4148
D₅ à D₈: 1N4001

DEL₁ à DEL₄: diodes
électroluminescentes rouges
Circuits intégrés:
IC₁: 74LS08
IC₂: LM358
Divers:
1 support pour circuit
intégré 8 broches
1 support pour circuit
intégré 14 broches
1 dissipateur thermique
(voir texte)



reste à faire (continuer les diodes LED des opto-coupleurs) ce qui ne pose pas de problèmes pour le montage.

La commande d'appareils à distance occupe une grande place dans l'électronique d'aujourd'hui. Diverses solutions pour P.C. vous ont déjà été proposées dans ces pages. La plupart des solutions utilisent un port parallèle, ce qui implique la proximité du P.C. Le montage que nous vous proposons ce mois-ci utilise un port série, ce qui permet des distances de communication bien plus élevées. Nous avons limité volontairement la vitesse de communication du montage à 1200 Bauds, ceci afin de permettre de commander l'appareil à plus 100 mètres de distance. Le montage dispose de 4 sorties à triacs opto-isolés ce qui devrait convenir à la plupart des cas.



INTERFACE DE COMMANDE PAR PORT SÉRIE

Schéma

Le schéma de notre montage est visible en **figures 1 et 2**. Le schéma de la figure 1 est relativement simple dans la mesure où le microcontrôleur U₁ intègre la plupart des éléments nécessaires. L'EPROM U₃ qui contiendra le programme à exécuter est raccordée au microcontrôleur selon un schéma classique. Rappelons simplement, pour les lecteurs qui nous rejoignent depuis peu, que l'ordre de connexion des signaux de l'EPROM semble désordonné. Ceci

est volontaire, car cela nous permet de réaliser un circuit simple face. En contre partie le fichier qui contient le contenu de l'EPROM doit être traité de façon adéquate pour rétablir l'ordre voulu. Les signaux du port série intégrés dans le microcontrôleur subissent une adaptation des niveaux grâce au fidèle MAX232 (U₄). Rappelons que ce circuit dispose des convertisseurs DC-DC qui fournissent +9V et -9V à partir de la tension VCC. Ainsi le montage n'a pas besoin d'une alimentation symétrique, ce qui est bien pratique. Le montage sera alimenté par une tension de 12VDC qui n'a pas besoin

d'être stabilisée. Une tension correctement filtrée fera très bien l'affaire, comme c'est le cas par exemple des petits blocs d'alimentation d'appoints pour calculatrices. La diode D₁ permet de protéger le montage en cas d'inversion du connecteur d'alimentation. La figure 2 dévoile le schéma de la commutation de la tension du secteur. Bien entendu, il est fait appel à des triacs pour cela. Pour éviter les surprises désagréables (avec les triacs il vaut mieux être prudent, surtout si l'équipement connecté à distance a de la valeur) la commande est isolée grâce à des opto-coupleurs. En définitive, il ne

reste qu'à commander les diodes LED des opto-coupleurs, ce qui ne pose pas de problème pour le microcontrôleur, à l'aide des transistors T₁ à T₄. Notez que les transistors en question sont de type PNP. En conséquence, ils introduisent une inversion d'état dans la commande des triacs. Ceci est intéressant à la mise sous tension, car au moment du RESET les bits du port P₁ du microcontrôleur passent à l'état haut. Les triacs seront donc désactivés automatiquement, ce qui permet d'éviter les catastrophes (allez donc savoir ce que vous envisagez de piloter avec ce montage !).

Réalisation

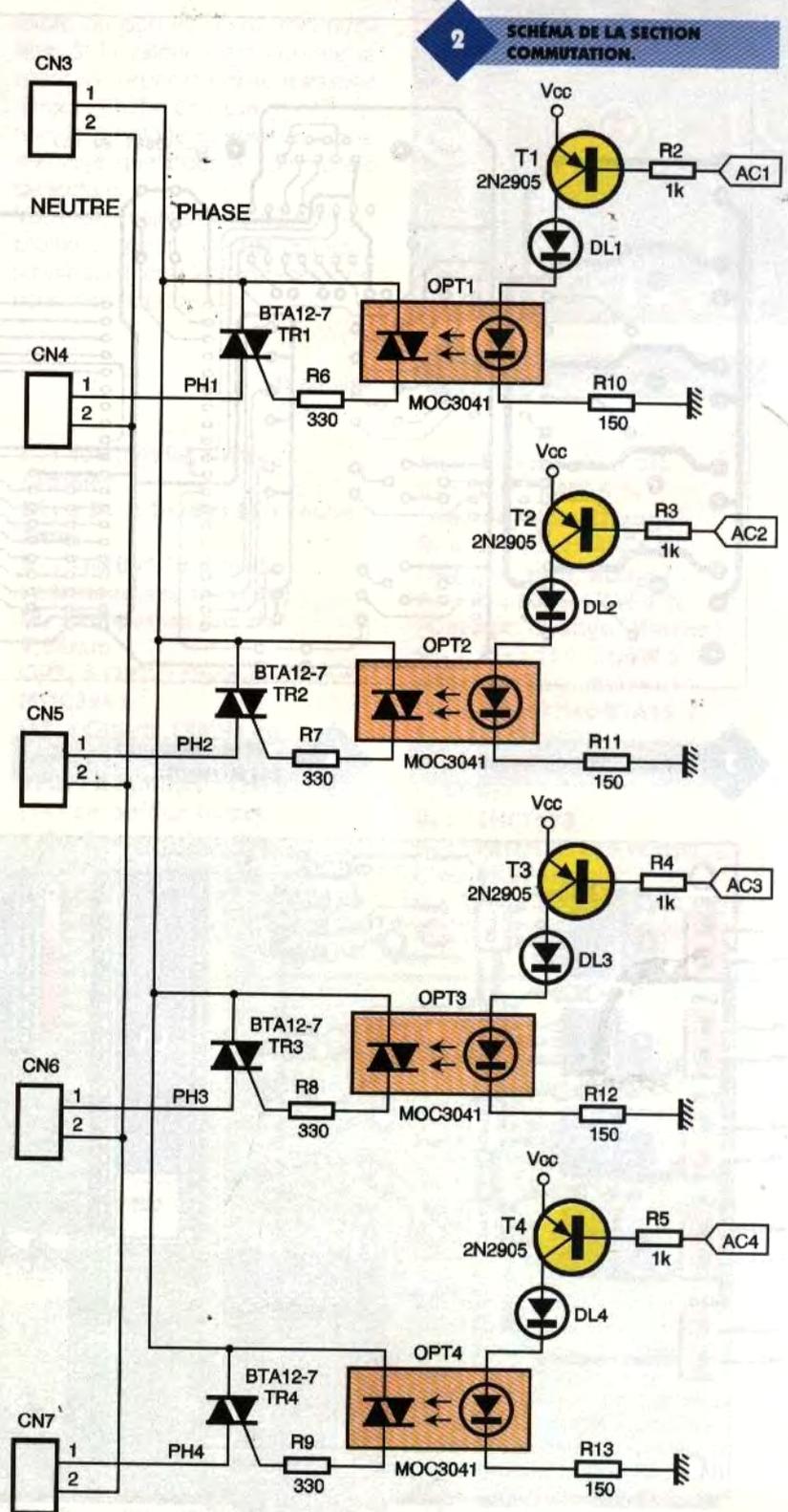
Le dessin du circuit imprimé est visible en **figure 3**. La vue d'implantation associée est reproduite en **figure 4**.

Comme d'habitude, procurez-vous les composants avant de dessiner le circuit, au cas où il vous faudrait adapter un peu l'implantation. Les pastilles seront percées à l'aide d'un foret de 0,8mm de diamètre, pour la plupart. En ce qui concerne REG₁, D₁, les triacs et les connecteurs CN₃ à CN₇ et CN₁, il faudra percer avec un foret de 1mm de diamètre.

Soyez vigilant au sens des composants et respectez bien la nomenclature. Veillez à choisir un connecteur femelle pour CN₂. Car un modèle mâle s'implante parfaitement, mais les points de connexions se retrouvent inversés par symétrie par rapport à l'axe vertical. Dans ce cas, il n'y a aucune chance pour que votre montage puisse dialoguer avec votre P.C.

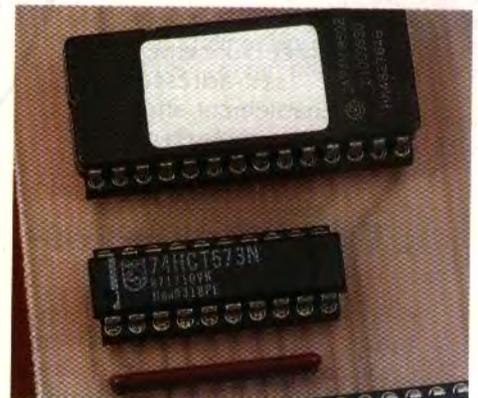
Ajoutons que le connecteur CN₂ sera immobilisé par deux boulons montés dans les passages prévus à cet effet. Cette précaution ne sera pas inutile, vous le verrez à l'usage. Le câble nécessaire pour relier notre montage à un P.C. de type AT sera équipé d'un connecteur DB9 mâle d'un côté et d'un connecteur DB9 femelle de l'autre côté (liaison fil à fil de la broche 1 à la broche 9). L'utilisation de connecteurs à sertir est plus pratique, mais les liaisons nécessaires étant peu nombreuses vous pouvez utiliser des connecteurs à souder. Le régulateur REG₁ sera monté sur un petit dissipateur thermique pour limiter la température de fonctionnement à une valeur acceptable au touché.

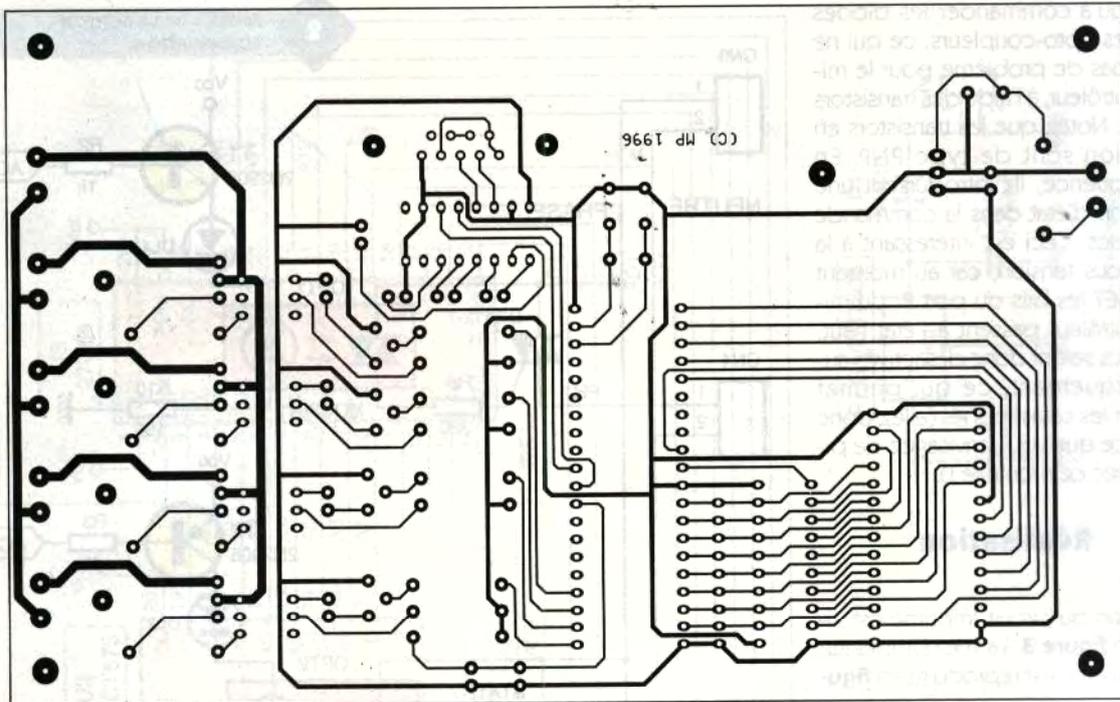
Si vous montez le montage dans un petit boîtier cela n'a plus d'importance. L'EPROM U₃ sera programmée



avec le contenu d'un fichier que vous pourrez procurer par téléchargement sur le serveur Minitel ou Internet. Le fichier U3.BIN est le reflet binaire du contenu de l'EPROM tandis que le fichier U3.HEX correspond au format HEXA INTEL. Si vous n'avez pas la possibilité de télécharger les fichiers vous pourrez adresser une demande à la rédaction en joignant une disquette formatée ac-

REMARQUEZ LE RÉSEAU DE RÉSISTANCES EN BOÎTIER SIL.



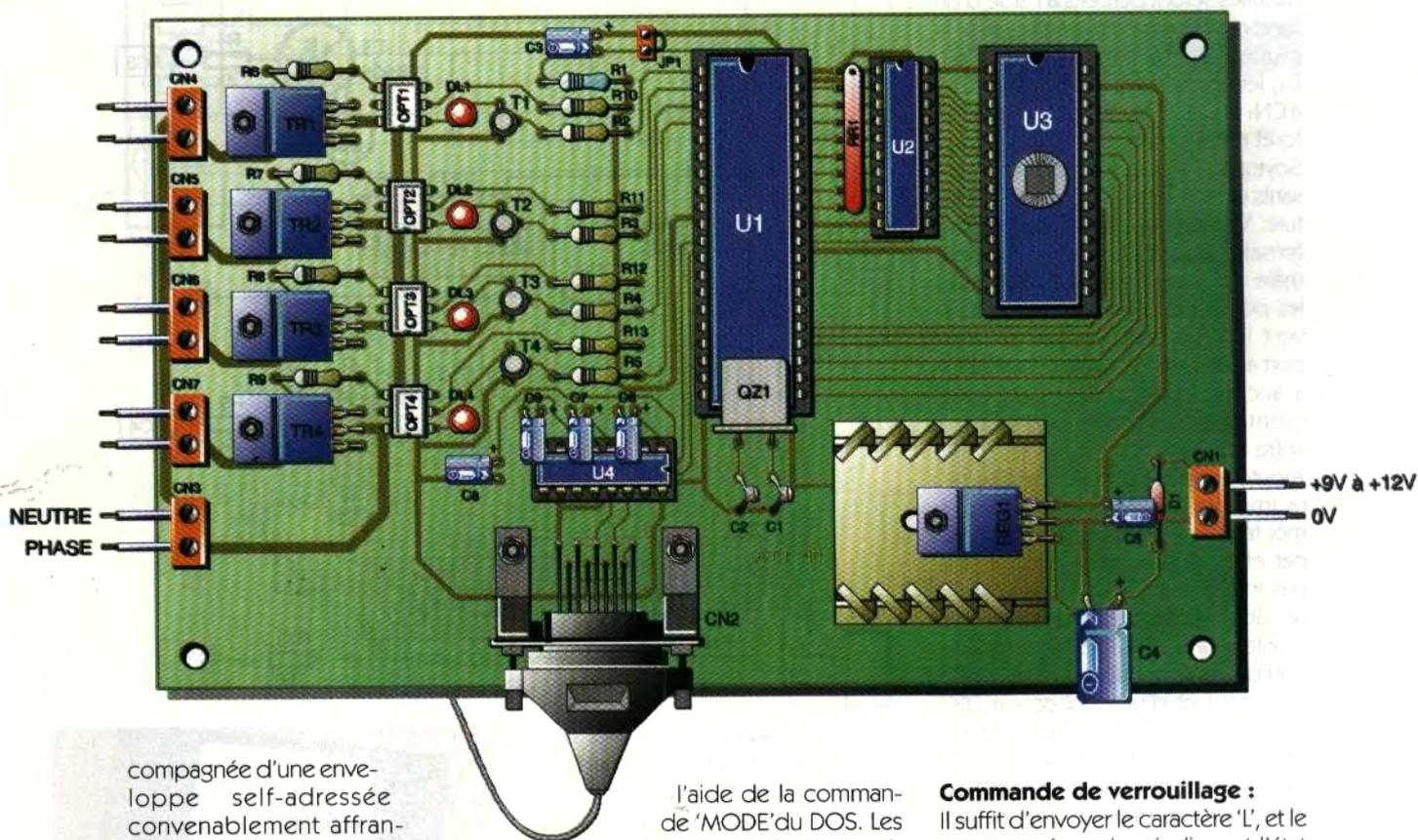


3

TRACÉ DU CIRCUIT IMPRIMÉ...

4

...ET IMPLANTATION DES ÉLÉMENTS.



compagnée d'une enveloppe self-adressée convenablement affranchie (tenir compte du poids de la disquette).

Utilisation du montage

Pour dialoguer avec le montage, n'oubliez pas de préciser la vitesse de communication du port série à

l'aide de la commande 'MODE' du DOS. Les paramètres de communication sont fixés à : 1200 Bauds, 8 bits de donnée, pas de parité, 1 bit de stop.

Vous pourrez facilement piloter le montage par un programme de votre cru en respectant la syntaxe des commandes à envoyer sur le port série que voici :

Commande de verrouillage :

Il suffit d'envoyer le caractère 'L', et le montage répond en indiquant l'état verrouillé par le message 'Mode LOCK'.

Commande de déverrouillage :

Il suffit d'envoyer le caractère 'U', et le montage répond en indiquant l'état déverrouillé par le message 'Mode UNLOCK'.

Commande lecture :

Il suffit d'envoyer le caractère 'R', et le montage répond en indiquant l'état du port en envoyant un message de la forme "x (Canal 1 : ON Canal 2 : OFF Canal 3 : ON Canal 4 : OFF)", suivi du message indiquant le mode courant (Lock ou Unlock). La lettre x représente la valeur en hexadécimal du poids faible du port P1 du microcontrôleur.

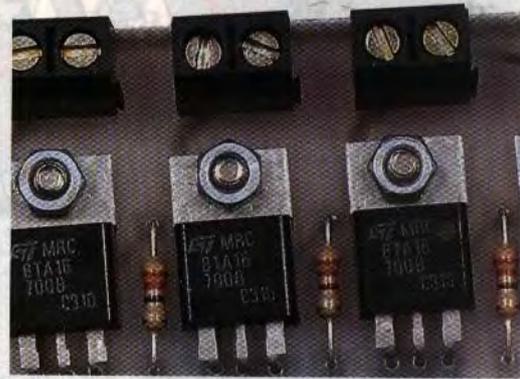
Commande écriture :

La commande à envoyer prend la forme "Sx". La lettre x représente la valeur en hexadécimal du poids

faible du port P1 du microcontrôleur. Si la valeur x est erronée le montage répond par le message 'Erreur : Chiffre en Hexa (0 à F)', sinon le montage envoie le même message que pour la commande de lecture.

Vous voici maintenant à même d'exploiter ce petit montage qui vous rendra sûrement de grands services, nous n'en doutons pas.

P. MORIN



LES TRIACS DE PUISSANCE.

Nomenclature

CN₁, CN₃ à CN₇ : Bornier de connexion à vis, 2 plots, au pas de 5,08mm, à souder sur circuit imprimé, profil bas.
CN₂ : Connecteur Sub-D, 9 points, femelle, sorties coudées, à souder sur circuit imprimé (par exemple réf. HARTING 09 66 112 7601).
C₁, C₂ : Condensateur céramique 47 pF, au pas de 5,08mm
C₃, C₆ à C₉ : 10 µF/25V, sorties radiales
C₄ : 1000 µF/25V, sorties radiales

C₅ : 100 µF/25V, sorties radiales
DL₁ à DL₄ : Diodes LED rouge 3mm
D₁ : 1N4001 (diode de redressement 1A/100V)
JP₁ : Jumper au pas de 2,54mm
OPT₁ à OPT₂ : Opto-coupleur MOC3041
QZ₁ : Quartz 12MHz en boîtier HC49/U
REG₁ : Régulateur LM7805 (5V) en boîtier TO220 + Dissipateur thermique 17°C/W (par exemple référence Redpoint TV1500).
RR₁ : Réseau résistif

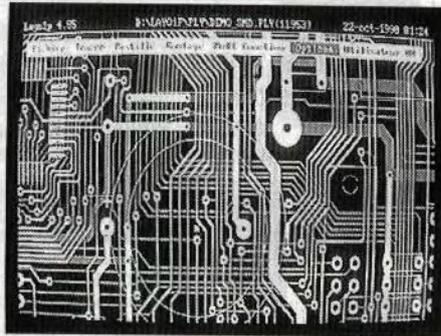
8x10 kΩ en boîtier SIL
R₁ : 10 kΩ/4W 5 % (Marron, Noir, Orange)
R₂ à R₅ : 1 kΩ/4W 5 % (Marron, Noir, Rouge)
R₆ à R₉ : 330Ω/4W 5 % (Orange, Orange, Marron)
R₁₀ à R₁₃ : 150 Ω/4W 5 % (Marron, Vert, Marron)
TR₁ à TR₄ : Triac BTA12-7
T₁ à T₄ : 2N2905
U₁ : Microcontrôleur 80C32 (12MHz)
U₂ : 74HCT573
U₃ : EPROM 27C64 temps d'accès 200ns
U₄ : Driver de lignes MAX232

PUBLICITE

LAYO1

Vous avez dit CAO ! Si comme moi, vous connaissez plusieurs logiciels et que vous avez à réaliser des circuits imprimés, vous avez sûrement passé des nuits blanches. Si en plus, vous avez la responsabilité d'un bureau d'études et des achats, alors vous en avez connu d'autres. En effet, la plupart des logiciels de CAO ont la particularité de se présenter d'abord sous leur angle financier... et ce n'est souvent pas une paille... Le prix justifiant la complexité, nous passons ensuite à la formation qui outre d'être très chère, a aussi la particularité d'être très concentrée et fastidieuse. Viennent enfin la prise en main et la découverte toujours très douloureuse que le fameux logiciel qui route à cent pour cent n'est d'aucun secours dans le cas particulier qui est le nôtre. Il faut dire que nous faisons du spécifique... (c'est en tout cas ce que l'on vous répondra si vous tentez de vous rebiffer). Mais tout cela est bel et bien terminé. En effet, il existe sur le marché un logiciel LAYO1E (E pour Evaluation) qui ne coûte presque rien (195 F TTC). Il dispose de toutes les fonctionnalités qu'un professionnel de la CAO peut souhaiter et ne nécessite pas une auto-formation supplice de plus de quelques heures, un quart d'heure même

si l'on veut travailler dans son mode simple, comme une planche à coller, c'est-à-dire sans création ou importation d'une netliste. De plus, il possède un routeur pour ce mode simple et un auto-routeur programmable (oui ! oui !), simple et double face qui route comme l'éclair (en



tout cas aussi simple que les autres). Mais ce routeur est surtout complètement interactif, c'est l'art du créateur qui s'exprime et c'est le logiciel qui fait le reste. On s'aperçoit tout de suite que l'ensemble est conçu par les électroniciens et non par les informaticiens. De par sa convivialité, sa simplicité (entièrement en français) et sa rapidité, c'est même sûrement le plus rapide de tous... et donc encore le plus économe. La capacité ? La version limitée

de 1000 pastilles autorise la réalisation de circuits conséquents. Je comprends parfaitement que ce routeur fasse fureur aux USA. Alors, avant de dépenser et même si vous possédez déjà un ensemble haut de gamme, renseignez-vous vite, éventuellement auprès des utilisateurs de ce fabuleux produit. Vous pouvez le tester sans véritable investissement et aucun commercial volubile ne sera là pour vous submerger de détails et de louanges sur le produit. Vous pourrez vous faire une idée par vous-même ! Finalement, c'est encore là la meilleure preuve de sérieux...

C'est seulement lorsque vous êtes complètement satisfait que vous décidez de vous procurer un upgrade correspondant à vos besoins : 2000 (Double), 4000, etc. Un regret ! Je connaissais le nom Layo1 depuis trois ans. Pourquoi ai-je continué à «travailler» avec mon programme haut de gamme si longtemps en pensant : «Que pour ce prix, ça ne pouvait pas être sérieux !»

J.-C. Charles
Bureau d'études ILEP Lille

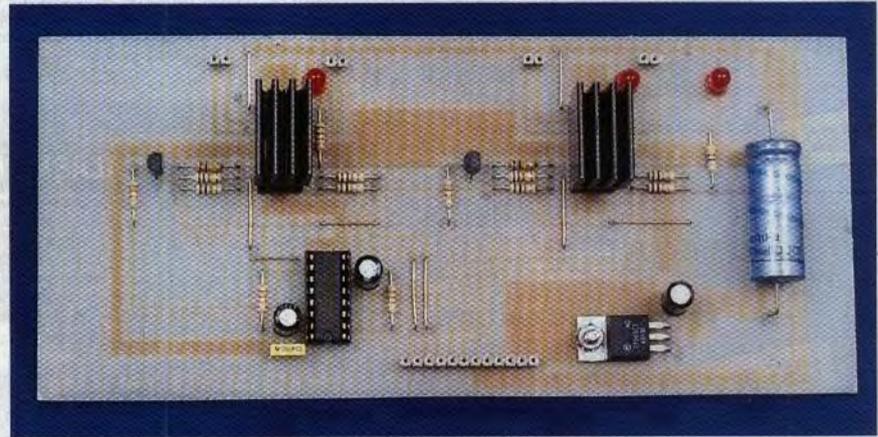
Distributeur :
Layo France SARL
Château Garamache - Sauvebonne
83400 Hyères
Tél. : 94 28 22 59
Fax : 94 48 22 16
3614 code LAYOFRANCE

ÉLECTRONIQUE POUR TORTUE

Parmi les interfaces les plus prisées par les amateurs d'informatique et de microprocesseurs, ce sont celles permettant la commande de systèmes mobiles - bras, chariot, tortue- qui remportent le plus de succès. C'est toute l'électronique de commande d'une tortue que nous proposons de réaliser dans le présent article. Nous aborderons succinctement l'aspect mécanique afin de proposer un exemple de réalisation, au demeurant fort simple.

Comme chacun sait, le P.C. dispose d'un ou de deux ports parallèles utilisés normalement pour les communications avec les imprimantes. La gestion de ces ports étant très facile, c'est l'un d'eux que nous utiliserons pour la commande du mobile. En effet, sept lignes seulement sont nécessaires à cette fin, alors que le port en comporte 12 en sorties et 5 en entrées. Pour mémoire, les lignes se répartissent ainsi:

Port LPT1 bus de données	D0	Port LPT1 bus de données	D0	Port LPT1 bus de données	D0
	D1		D1		D1
	D2		D2		D2
	D3	port H378	D3		D3
(écriture)	D4		D4		D4
	D5		D5		D5
	D6		D6		D6
	D7		D7		D7
Lecture de l'état port H379	D3 —> erreur				
	D4 —> ON LINE				



- D5 —> PAPER END
- D6 —> ACKNOWLEDGE
- D7 —> BUSY
- Contrôle port H37A (écriture)
- D0 —> STROBE
- D1 —> AUTOFEED
- D2 —> INIT
- D3 —> SELECT IN
- D4 —> autorisation d'interruption

Le port LPT2, qui est composé bien évidemment des mêmes lignes, se situe aux adresses suivantes:

- H278, port d'émission des données,
- H279, port de lecture de l'état de l'imprimante,
- H27A, port de contrôle de l'imprimante.

L'un ou l'autre de ces ports sera utilisable afin de commander notre montage. Ce dernier est composé de deux platines: la première qui constitue l'interface au P.C. et qui supporte également l'alimentation, et la seconde qui sera embarquée dans la tortue. Sur cette dernière sont placés les circuits de commande des moteurs pas à pas.

Schéma de principe de l'interface et de l'alimentation

Le schéma de principe de l'interface est donné en **figure 1**. Les signaux disponibles sur le port parallèle du P.C. et acheminés à l'aide d'un câble en nappe, sont distribués à la carte à l'aide d'un connecteur SUBD femelle à 25 broches. Seules les lignes de données D0 à D3, ainsi que les signaux de contrôle

le STROBE, AUTOFEED et INIT (plus la masse) sont utilisés. Les quatre lignes de données sont connectées à l'entrée d'une octuple bascule de type 74LS574 (IC₁), dont la broche CLOCK est commandée par le signal INIT, auparavant traité par un inverseur de type 74LS04 (IC₄). Le circuit IC₁ est surtout utilisé afin d'isoler les lignes du reste du montage et de garantir ainsi un maximum de sécurité pour l'ordinateur.

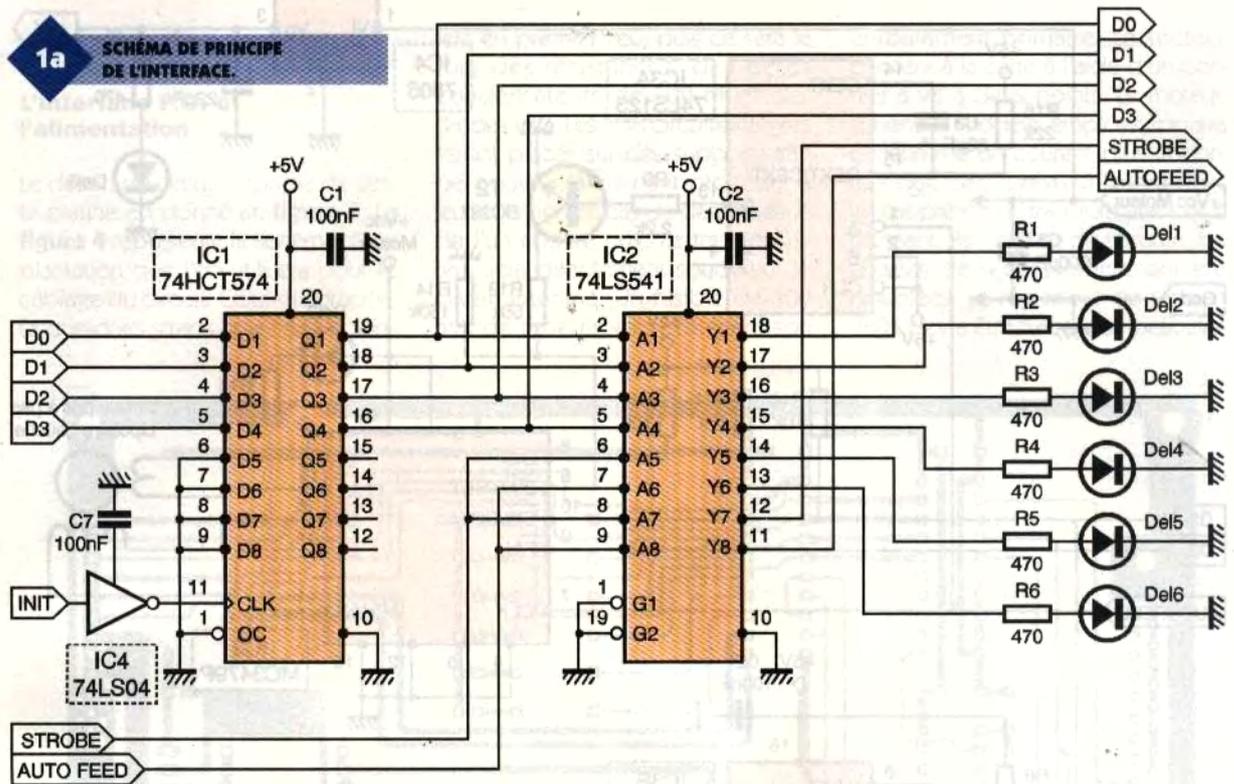
Les signaux disponibles en sortie des bascules sont ensuite dirigés dans deux directions: tout d'abord vers le connecteur qui reliera la platine au circuit de commande des moteurs, mais également vers un octuple amplificateur (74LS541, IC₂). Ce dernier permet la commande de LED's qui indiqueront l'état des lignes du port parallèle. Les deux signaux STROBE et AUTOFEED, sont tamponnés par deux des amplificateurs du 74LS541 et rejoignent ensuite D0, D1, D2 et D3 sur le connecteur de sortie. Ainsi, on utilisera:

- D0 et D1 pour le sens de rotation et le mode pas ou demi-pas du moteur droit,
- STROBE pour le signal d'horloge (un pas à chaque impulsion),
- D2 et D3 pour le sens de rotation et le mode pas ou demi-pas du moteur gauche,
- AUTOFEED pour le signal d'horloge (un pas à chaque impulsion).

L'alimentation devra pouvoir débiter un courant de 1A au minimum. Elle est composée d'un transformateur à double enroulement de 8 à 12V au secondaire pouvant fournir 500 mA. Le redressement est en double alternance et deux condensateurs de 1000 µF filtrent la tension continue. Cette dernière sera direc-

1a

SCHEMA DE PRINCIPE DE L'INTERFACE.



tement utilisée pour l'alimentation des moteurs.

Les circuits logiques nécessitant une tension de +5 V, un régulateur 7805 (IC3) a été placé sur le circuit. Une diode LED indique la mise sous tension du montage.

Schéma de principe de la commande des moteurs

Le schéma de principe de la platine de commande des moteurs pas à pas est donné en **figure 2**. Nous avons utilisé des circuits intégrés spécialisés afin de simplifier au maximum cette partie de la réalisation. Les circuits sont de type MC3479, circuits dont nous avons donné la description et expliqué le fonctionnement dans un article de ce même numéro.

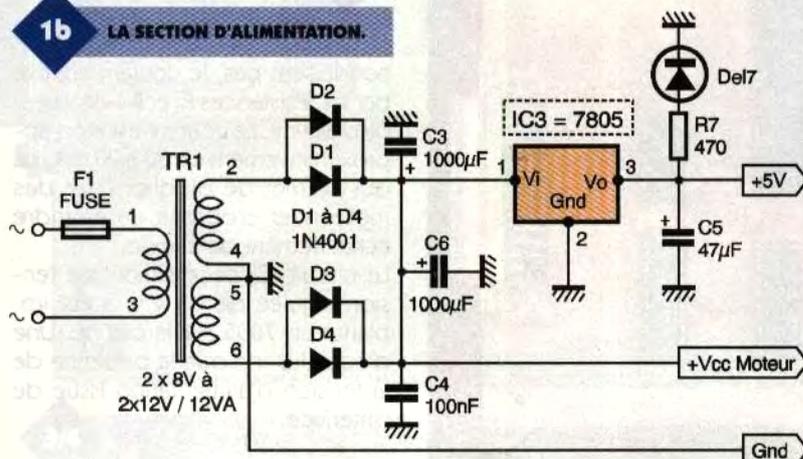
Comme nous l'avons mentionné plus haut, les lignes de données et les lignes de contrôle parviennent aux broches 7, 9 et 10 des circuits IC1 et IC2 afin d'en commander les diverses fonctions. Chacune de ces lignes possède une résistance de rappel au +5 V afin d'obtenir des niveaux francs sur les entrées des CI. Chacun des circuits MC3479 commande, à l'aide de la broche 11, une diode LED indiquant le passage des sorties 3, 2, 15 et 14 par la position initiale de départ.

Si l'on doit, afin d'obtenir la rotation des moteurs pas à pas avec un couple important, appliquer à leurs enroulements le courant maximal admissible, il est inutile et même néfaste de maintenir ce courant à la même valeur durant les temps de repos. En effet, à l'arrêt, il suffit d'un courant faible pour maintenir bloqué l'axe des moteurs.

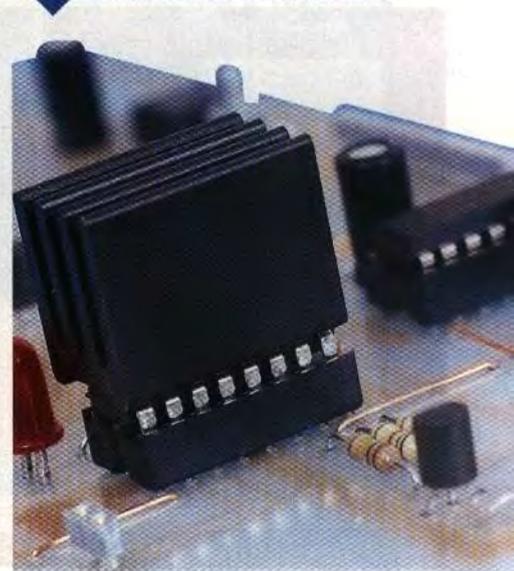
C'est la raison d'être du circuit IC3, un double monostable redéclenchable de type 74LS123, dont la constante de temps est fixée par les résistances R_8 et R_{16} et par les condensateurs C_1 et C_3 . Ses entrées de déclenchement sont connectées aux signaux STROBE et AUTO FEED, signaux utilisés pour l'horloge des circuits de puissance. Ses sortie Q commande la mise en conduction des transistors T_1 et T_2 qui mettent en circuit les résistances R_5 et R_{13} , ce qui permet le passage d'un courant d'environ 250 mA. Ces résistances déterminent le courant débité par les sorties. Donc, lorsque les transistors ne

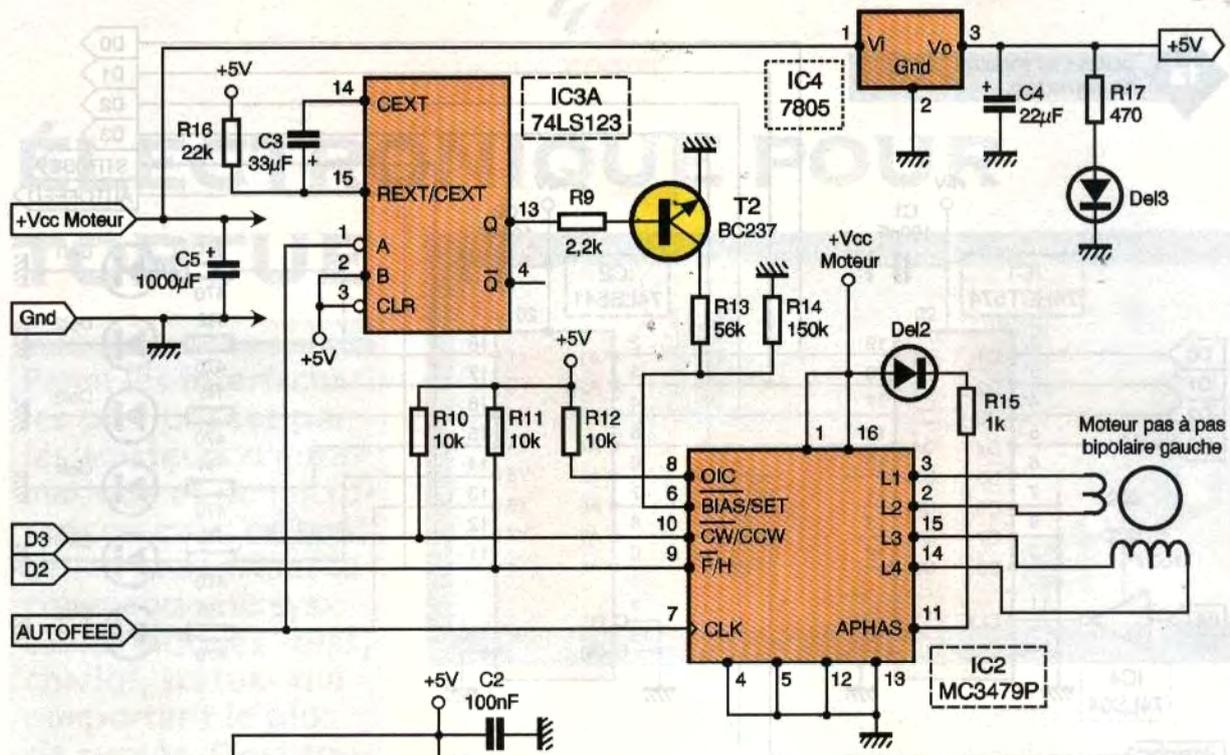
1b

LA SECTION D'ALIMENTATION.

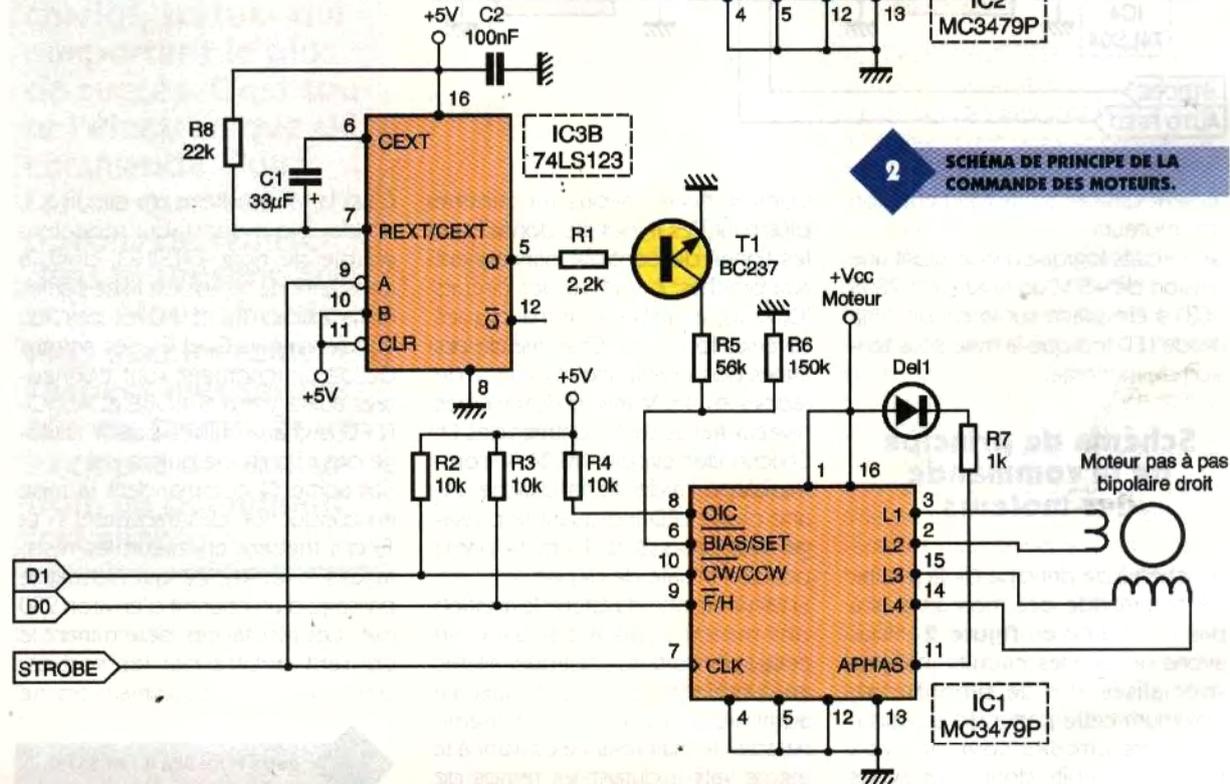


GROS PLAN SUR IC, MC 3479P.

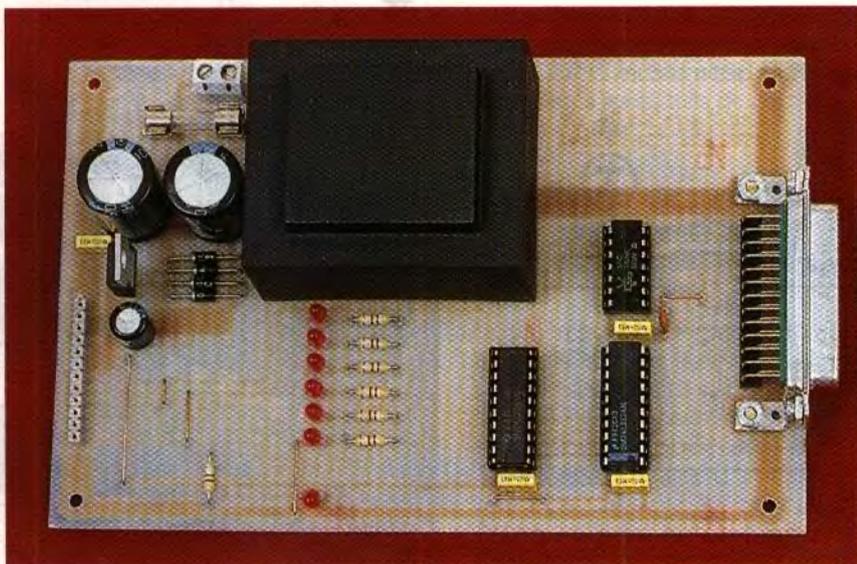




2 SCHEMA DE PRINCIPE DE LA COMMANDE DES MOTEURS.



LA CARTE INTERFACE ET ALIMENTATION.



conduisent pas, le courant est fixé par les résistances R_6 et R_{14} de valeur plus élevée. Le courant est alors approximativement de 80 à 90 mA, ce qui permet de bloquer l'axe des moteurs et d'obtenir un moindre échauffement de ceux-ci. Le circuit IC_3 nécessitant une tension régulée de +5 V, il a été implanté un 7805 sur la platine. Une diode LED indique la présence de la tension d'alimentation issue de l'interface.

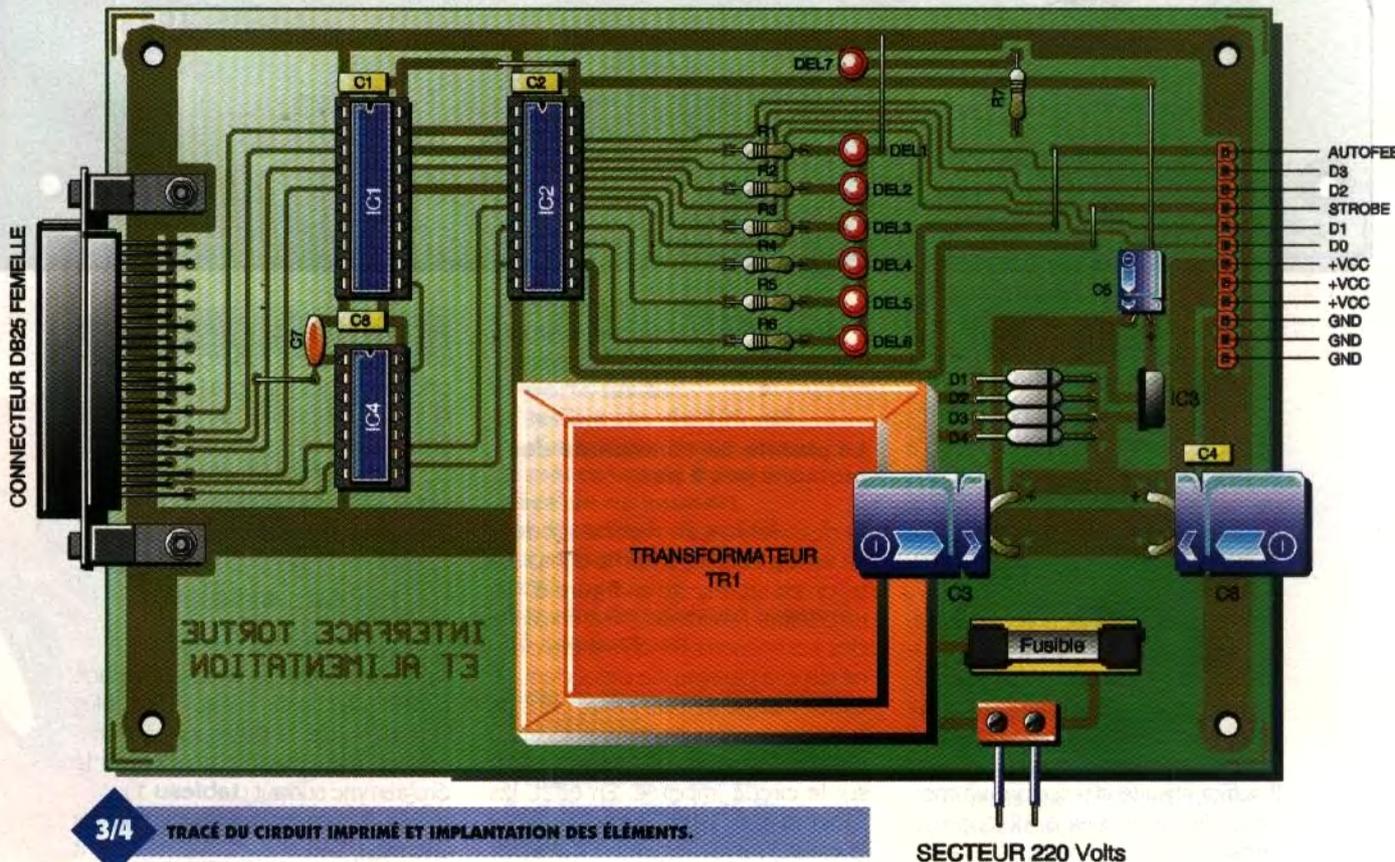
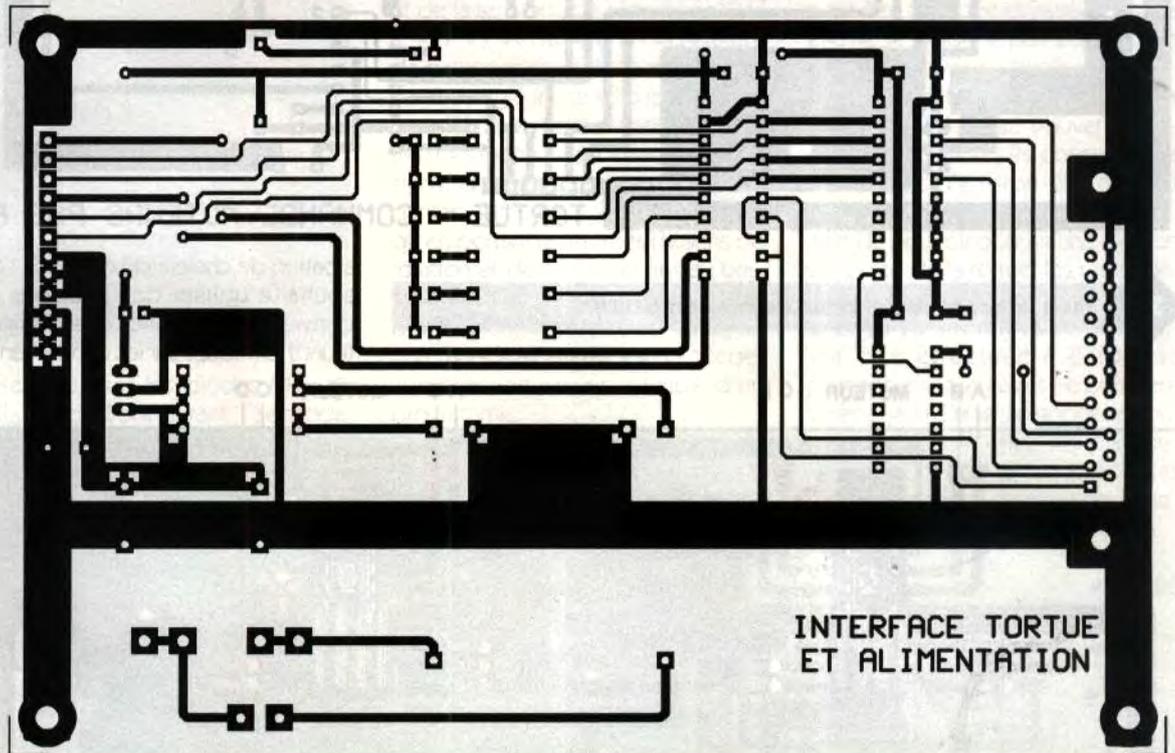
Réalisation pratique

L'interface P.C. et l'alimentation

Le dessin du circuit imprimé de cette platine est donné en **figure 3**. La **figure 4** représente le schéma d'implantation que l'on utilisera pour le câblage du circuit. Celui-ci comporte quelques straps que l'on implan-

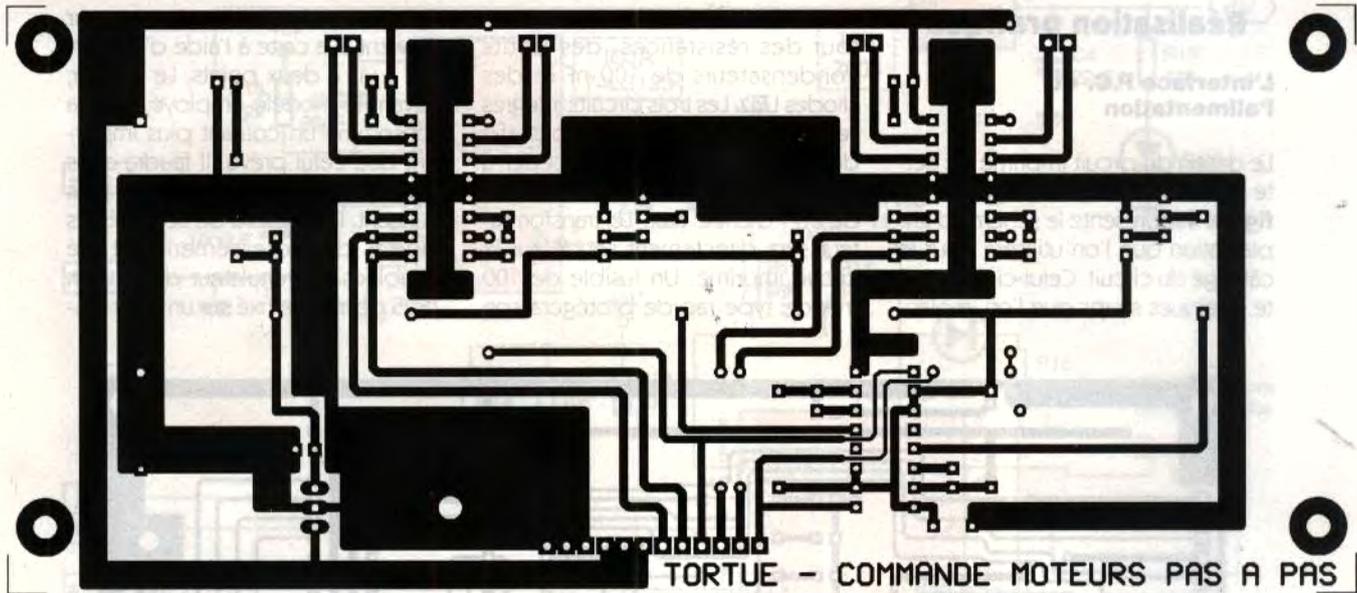
tera en premier lieu; puis ce sera le tour des résistances, des petits condensateurs de 100 nF et des diodes LED. Les trois circuits intégrés seront placés sur des supports afin de pouvoir facilement procéder à leur échange en cas de défectuosité de l'un d'entre eux. Le transformateur sera directement soudé sur le circuit imprimé. Un fusible de 100 mA de type rapide protégera son

enroulement primaire. Le secteur parvient à la carte à l'aide d'un bornier à vis à deux points. Le moteur, suivant le modèle employé, pourra consommer un courant plus important que celui prévu. Il faudra dans ce cas prévoir un transformateur plus puissant. Par mesure de sécurité, les diodes de redressement ont été doublées. Le régulateur de tension 7805 devra être fixé sur un petit dis-



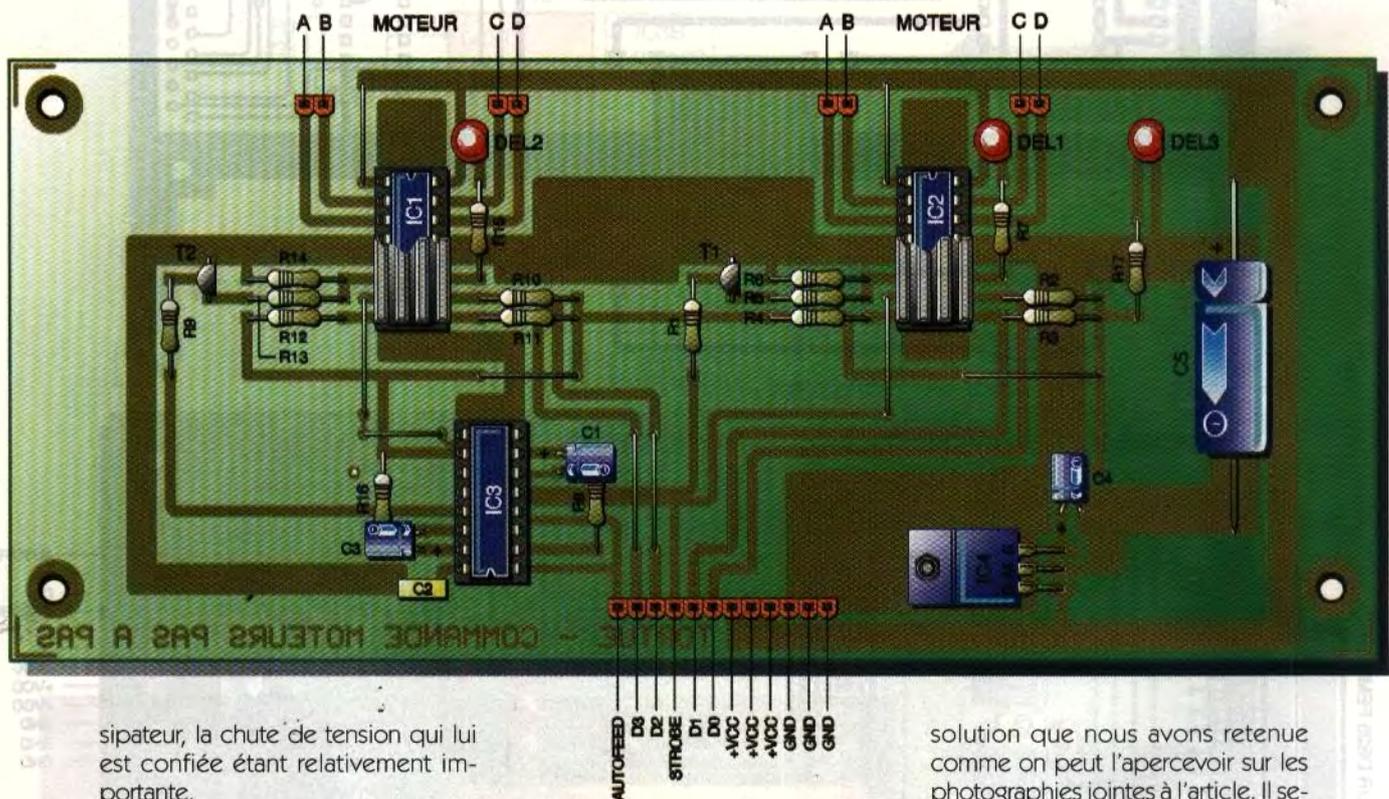
3/4

TRACÉ DU CIRCUIT IMPRIMÉ ET IMPLANTATION DES ÉLÉMENTS.



5/6 TRACÉ DU CIRCUIT IMPRIMÉ ET IMPLANTATION DES ÉLÉMENTS.

sipation de chaleur du circuit. Si l'on souhaite utiliser des supports, il conviendra de coller des dissipateurs thermiques sur les composants,



sipeateur, la chute de tension qui lui est confiée étant relativement importante.

Les signaux en provenance du P.C. seront acheminés à l'aide d'un câble en nappe qui sera pourvu à chacune de ses extrémités d'un connecteur DB25 mâle à sertir. La platine sera munie d'un connecteur DB25 femelle coudé.

Les lignes devant être reliées à la platine fixée sur la tortue seront accessibles sur un morceau de barrette sécable de support marguerite sur lequel viendra s'enficher un second morceau de même type.

Il suffira ensuite d'y souder un morceau de câble plat à 12 conducteurs.

La platine de commande des moteurs pas à pas

Le dessin du circuit imprimé est donné en **figure 5**. Le schéma d'implantation est représenté en **figure 6**. On respectera l'ordre de mise en place des composants tel qu'il a été donné dans le paragraphe précédent. Le circuit intégré IC₃ sera inséré dans un support. Les circuits intégrés IC₁ et IC₂ pourront être soudés directement sur le circuit imprimé. En effet, les broches 4, 5, 12 et 13 connectées à la masse, servent également à la dis-

solution que nous avons retenue comme on peut l'apercevoir sur les photographies jointes à l'article. Il sera inutile de prévoir un refroidisseur pour le régulateur de tension 7805. Comme pour l'interface, l'arrivée des signaux de commande s'effectuera sur un morceau de barrette sécable.

Les essais

Après avoir relié la carte d'interface au P.C. à l'aide du câble décrit plus haut et vérifié la présence des tensions d'alimentation, on entrera le programme suivant (**tableau 1**). Après lancement du programme, les diodes DEL₁ à DEL₄ devront

```

REM*** PROGRAMME D'ESSAI DE L'INTERFACE PC ***
REM*** CONNEXION AU PORT LPT2 ADRESSE DE BASE H278 ***
CLS
OUT &H278,0
OUT &H27A,4
GOSUB INIT
GOSUB STROBE
GOSUB AUTOFEED
OUT &H278,255
GOSUB INIT
END
INIT:
OUT &H27A,0
OUT &H27A,4
RETURN
STROBE:
OUT &H27A,5
SLEEP 1
OUT &H27A,4
RETURN
AUTOFEED:
OUT &H27A,6
SLEEP 1
OUT &H27A,4
RETURN

```

s'éteindre. Puis les diodes DEL₅ et DEL₆ s'éteindront durant 1 seconde puis s'illumineront à nouveau. Après cela, les quatre premières diodes seront à nouveau alimentées. Si tout se passe ainsi c'est que la carte interface fonctionne parfaitement. Pour ce qui est de la carte de com-

T1 LE PROGRAMME.

mande des moteurs pas à pas, les essais pourront être effectués sans qu'il soit nécessaire de la connecter à l'interface. Il suffira de connecter les deux moteurs puis de l'alimenter afin de vérifier la présence du +5 V et de la tension non régulée (+12 V à +17 V). A l'aide d'un générateur de fonctions positionné sur le signal carré et réglé à une fréquence d'environ 100 Hz, on constatera la rotation des moteurs par injection de ce signal dans les entrées correspondantes. Il faudra également vérifier qu'en portant les entrées de sens de rotation et de mode au niveau bas, on obtient le résultat escompté. On pourra alors connecter la carte de commande à l'interface et procéder aux premiers essais à l'aide d'un programme.

Pour construire celui-ci, il suffira de se reporter au programme d'essai dans lequel toutes les indications sont données. Il suffit en effet d'écrire les données à deux adresses différentes.

Note sur la construction de la tortue

Nous ne donnerons pas de schémas de construction de la tortue, celle-ci étant relativement simple à réaliser, mais seulement quelques conseils. On pourra éventuellement se reporter aux photographies illustrant l'article. Le corps sera de préférence en Plexiglas de 8 mm d'épaisseur. Cette matière est en effet très résistante, peut être taraudée et vissée. De plus elle ne se déforme pas. Les moteurs que nous avons utilisés sont des moteurs de récupération d'anciens lecteurs 5¹/₄. Ils se trouvent pratiquement partout. Ils consomment un courant d'environ 250 mA par phase et possèdent un bon couple. Afin de pouvoir obtenir une rotation sur place de la tortue, les roues devront être placées au centre de celle-ci. La transmission aux roues devra être effectuée à l'aide de pignons assez larges et de préférence en Nylon. De tels pignons se trouvent facilement chez les distributeurs d'accessoires pour modèles réduits. La démultiplication obtenue devra être d'environ 1:5.

P.GUIGU

Nomenclature

Carte interface et alimentation

Résistances

R₁ à R₇: 470 Ω
(jaune, violet, marron)

Condensateurs

C₁, C₂, C₄, C₇: 100 nF

C₃, C₆: 1000 µF/25V

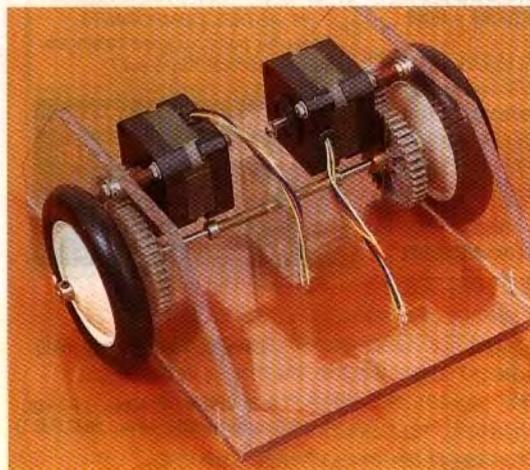
C₅: 47 µF/16V

Semi-conducteurs

D₁ à D₄: 1N4001 à 1N4007

DEL₁ à DEL₇: diodes

PARTIE MOTRICE ÉQUIPÉE DE DEUX MOTEURS.



électroluminescentes rouges

Circuits intégrés

IC₁: 74LS574 ou 74HCT574

IC₂: 74LS541

IC₃: régulateur de tension 7805

IC₄: 74LS04

Divers

2 supports pour circuit intégré 20 broches

1 support pour circuit intégré 14 broches

1 connecteur DB25 femelle coudé à 90° pour circuit imprimé

1 transformateur 2X8 à 2X12V (selon enroulements moteurs) 12VA ou plus

1 porte-fusible

1 fusible rapide 100 mA

1 dissipateur thermique

2 morceaux de barrette sécable de support

marguerite à 12 points

2 connecteurs DB25 mâle à sertir

1 mètre de câble en nappe à 25 conducteurs

Carte de commande des moteurs

Résistances

R₁, R₉: 2,2 kΩ
(rouge, rouge, rouge)

R₂ à R₄, R₁₀ à R₁₂: 10 kΩ
(marron, noir, orange)

R₅, R₁₃: 56 kΩ

(vert, bleu, orange)

R₆, R₁₄: 150 kΩ

(marron, vert, jaune)

R₇, R₁₅: 1 kΩ

(marron, noir, rouge)

R₈, R₁₆: 22 kΩ

(rouge, rouge, orange)

R₁₇: 470 Ω

(jaune, violet, marron)

Condensateurs

C₁, C₃: 33 µF/16V

C₂: 100 nF

C₄: 22 µF/16V

C₅: 1000 µF/25V

Semi-conducteurs

T₁, T₂: BC237, 2N2222

DEL₁ à DEL₃: diodes

électroluminescentes rouges

Circuits intégrés

IC₁, IC₂: MC3479

IC₃: 74LS123

IC₄: régulateur de tension 7805

Divers

3 supports pour circuit intégré 16 broches (voir texte)

2 dissipateurs thermiques pour boîtier DIP 16 broches (voir texte)

2 morceaux de barrette

sécable de support

marguerite à 12 points

2 mètres de câble en nappe à 12 conducteurs

A l'approche des fêtes de Noël, le sujet semble d'actualité. Deux montages simples vous sont proposés, ils utilisent des composants très courants.

Analyse du schéma retenu (figure 1A)

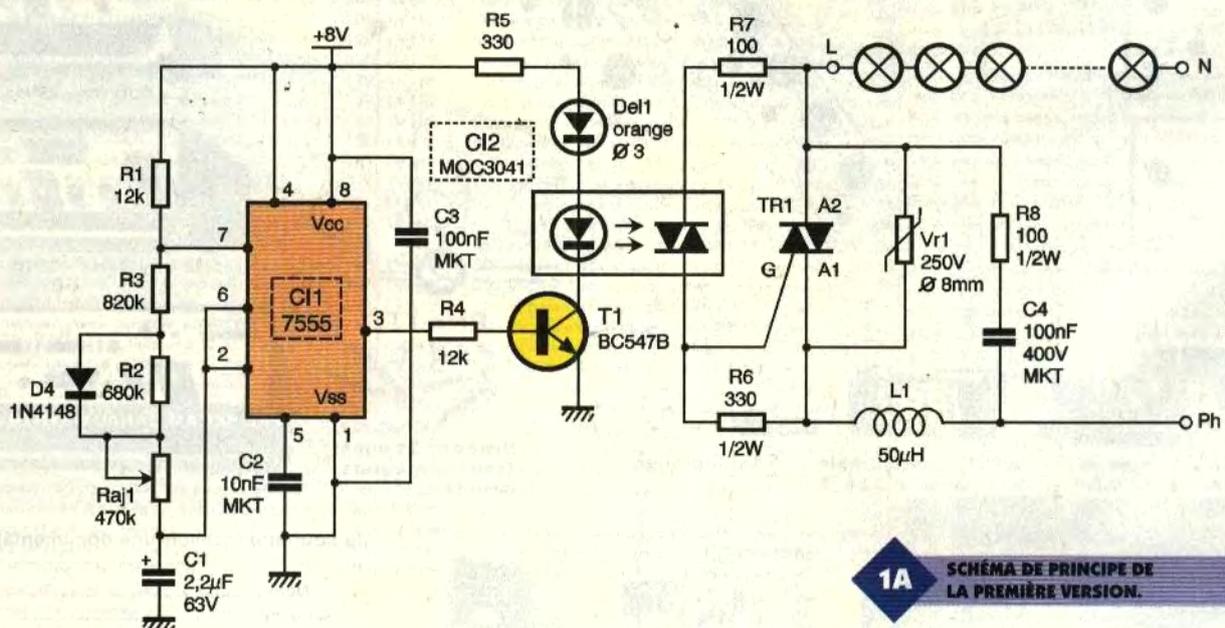
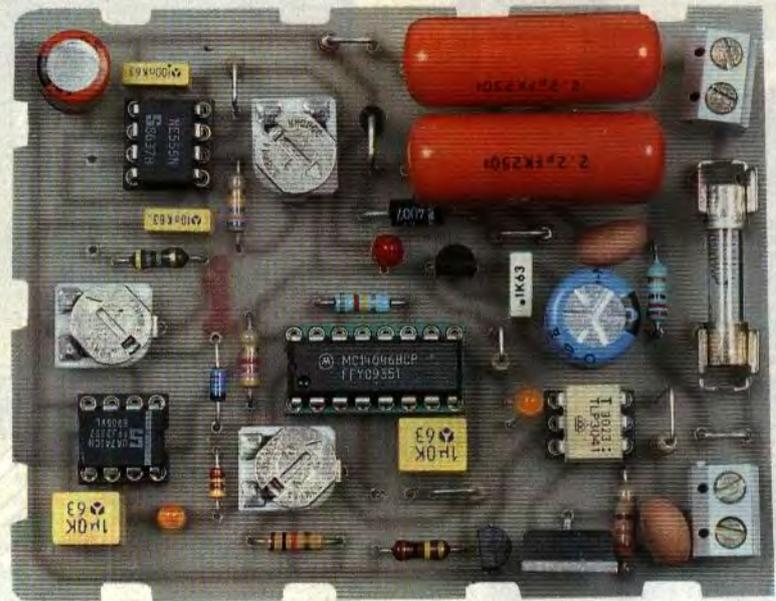
L'oscillateur est constitué d'un ICM 7555 qui est le successeur du 555 en version CMOS faible consommation. Il est câblé en oscillateur astable avec réglage de la fréquence à l'aide de R_{aj1} .

Avec les valeurs choisies, la fréquence peut être ajustée entre 0,2 et 0,28 Hz. Vous pouvez, bien entendu, recalculer les valeurs des différents composants en fonction de vos propres besoins. La diode D_4 permet d'obtenir un signal carré de rapport cyclique inférieur à 0,5 sur la sortie 3 du 7555. Ceci permet de ménager un temps de repos supérieur au temps de fonctionnement des ampoules, et par conséquent d'augmenter leur durée de vie. Si l'on augmente la valeur de R_2 , on prolonge la période de repos. Toutefois, les ampoules demeurent relativement fragiles, il est donc préférable d'acheter une guirlande

DEUX CLIGNOTEURS POUR GUIRLANDE

supplémentaire, dans le but de récupérer les ampoules. Cela revient moins cher que de les acheter au détail! La sortie de l'ICM7555 commande le transistor T_1 qui fonctionne en commutation. Celui-ci pilote l'optotriac MOC 3041 et la LED DEL_1 . La LED permet d'effectuer le réglage de la fréquence de fonctionnement sans qu'il soit nécessaire de brancher la guirlande. La fonction du MOC 3041 est de commander le tri-

ac Tr_1 au passage à zéro de la sinusoïde. Ce composant suit par conséquent l'évolution de la sinusoïde et dès qu'il détecte le passage à zéro de celle-ci il déclenche le triac dans la mesure où T_1 est passant. Ceci est particulièrement intéressant pour au moins deux raisons. La première concerne le triac qui se trouve beaucoup moins sollicité à la mise sous tension de la charge. En effet, à froid, le filament d'une ampoule est beau-

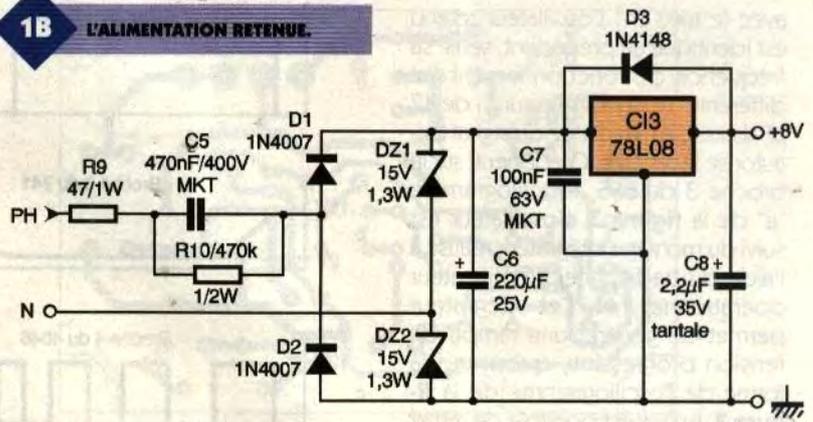


1A SCHEMA DE PRINCIPE DE LA PREMIERE VERSION.

coup moins résistif qu'à chaud après quelques secondes de fonctionnement. Pour donner un ordre d'idée, une ampoule Philips de 100W du commerce présente à froid une résistance de l'ordre de 36Ω , ce qui provoquerait une pointe d'intensité de 9A si celle-ci était alimentée au moment où la sinusoïde se trouve à son maximum, soit $230 \times \sqrt{2} = 325V$. Ceci est à comparer avec sa consommation normale de 100W qui nous donne environ une intensité de 430 mA pour une résistance de 540Ω .

Examinons maintenant l'alimentation de ce montage présentée en **figure 1B**. Celle-ci est raccordée directement sur le secteur EDF, sans transformateur. Son fonctionnement est très simple, C_5 chute l'excédant de tension tout en limitant le courant maximum disponible. Les diodes zéner DZ_1 et DZ_2 limitent la tension fournie au montage à 15V, et C_6 emmagasine l'énergie nécessaire qui est restituée au régulateur 78L08 lorsque les diodes zéner sont bloquées. Le 78L08 améliore la régulation en fixant la tension d'alimentation à 8V. Si vous examinez la tension présente aux bornes de C_6 , vous observerez une chute de celle-ci plus importante avec le 555 qui est beaucoup plus gourmand en énergie que l'ICM7555. Ceci est sans conséquen-

1B L'ALIMENTATION RETENUE.



ce sur le fonctionnement. On trouve, également, deux protections qui sont incluses au montage. La résistance R_9 qui limite la pointe d'intensité à la mise sous tension du montage, et la résistance R_{10} qui permet de décharger C_5 lorsque vous débranchez le montage.

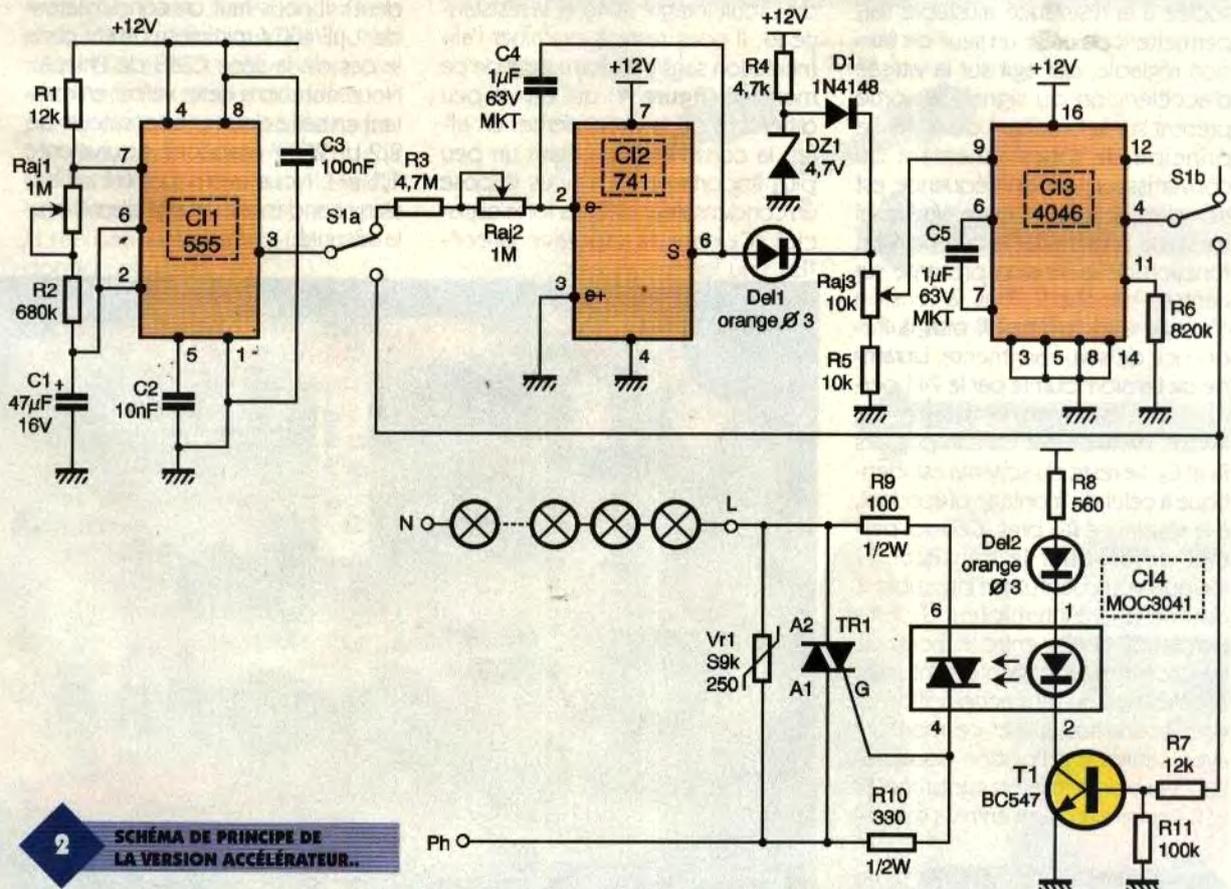
ment de votre guirlande. Toutefois, afin d'éviter une certaine fatigue visuelle, la phase d'accélération est plus courte que celle de clignotement normal.

Clignoteur pour guirlande avec accélérateur

Cette deuxième version constitue une amélioration de la précédente, agrémentée d'un effet des plus sympathique. En effet, vous observerez, à intervalles réguliers, une accélération progressive de la vitesse de clignote-

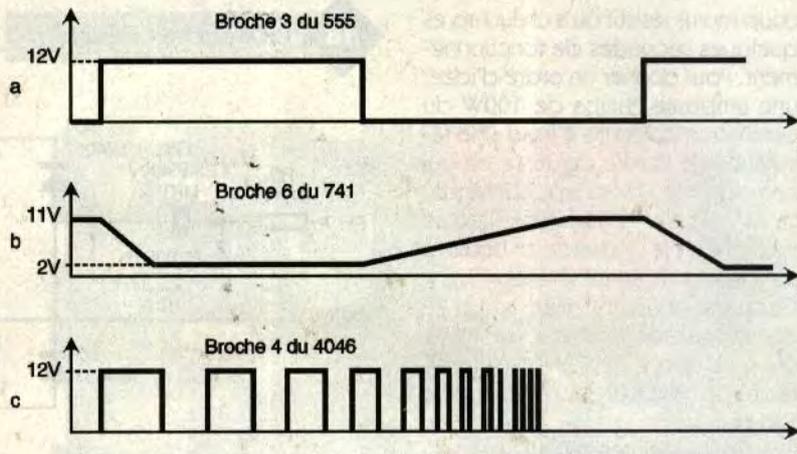
Analyse du schéma retenu (figure 2)

Ce schéma peut se partager en quatre sous-ensembles distincts. Le premier est l'oscillateur basé sur le 555, le second est le générateur de rampes de tension utilisant le 741, le suivant est un convertisseur tension/fréquence: le circuit CMOS 4046, et le dernier l'amplification avec T_1 , l'isolation galvanique avec le MOC 3041 ainsi que la puissance

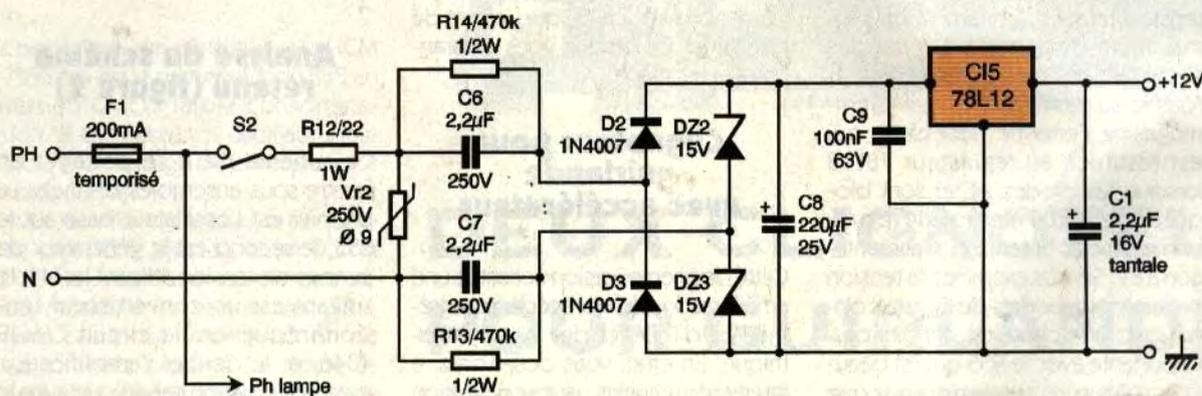


2 SCHÉMA DE PRINCIPE DE LA VERSION ACCÉLÉRATEUR..

avec le triac Tr_1 . L'oscillateur retenu est identique au précédent, seule sa fréquence de fonctionnement est différente. Le condensateur C_1 de 47 μF abaisse la fréquence du signal Raj_1 autorise le réglage. On obtient, sur la broche 3 du 555, l'oscillogramme "a" de la **figure 3**. L'oscillateur est suivi du montage intégrateur réalisé à l'aide du traditionnel amplificateur opérationnel 741. Cet intégrateur permet de générer une rampe de tension progressive, qui prend la forme de l'oscillogramme de la **figure 3**. Il vous est possible de régler la durée de la rampe en jouant sur Raj_2 . La diode LED DEL_1 orange vous donne une idée visuelle de la durée de la rampe. La diode zéner DZ_1 as-



3 OSCILLOGRAMMES. **4 ALIMENTATION PLUS SOPHISTIQUÉE.**

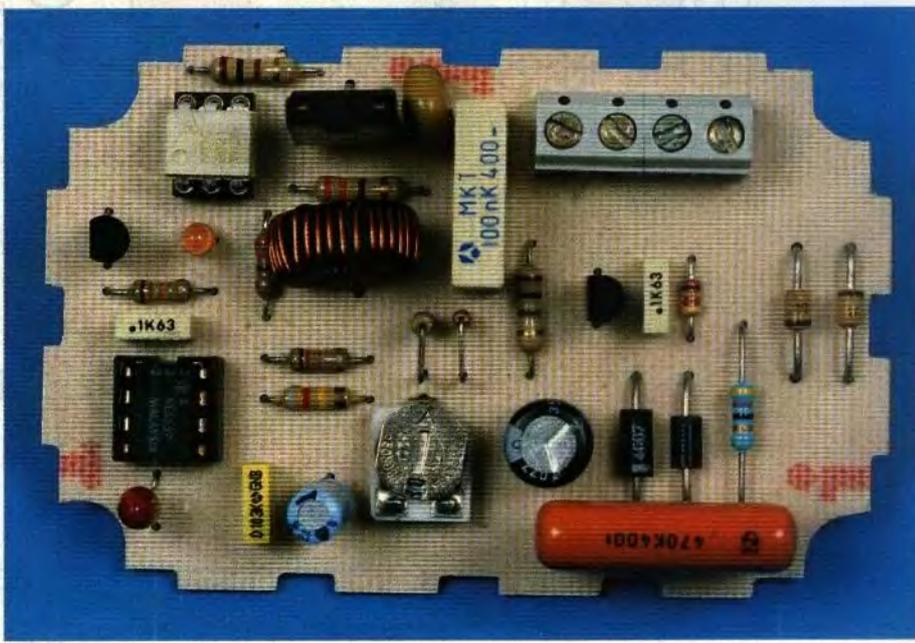


sociée à la résistance ajustable Raj_3 permettent de créer un seuil de tension réglable, qui agit sur la vitesse d'accélération du signal de sortie présent sur la broche 4 du 4046. Le principe de fonctionnement du convertisseur tension/fréquence est très simple, la fréquence du signal de sortie présent sur la broche 4 est fonction de la tension présente sur l'entrée broche 9. Plus la tension d'entrée est importante, plus la fréquence de sortie augmente. La rampe de tension fournie par le 741 permet de balayer la plage de fréquence fixée par les composants R_6 et C_5 . Le reste du schéma est identique à celui du montage précédent, à la résistance R_{11} près. Celle-ci permet de bloquer le transistor T_1 lorsque vous basculez l'interrupteur double (S_1). L'interrupteur S_1 vous permet de choisir entre le mode de fonctionnement clignotement avec accélération ou sans accélération. Si vous souhaitez utiliser ce montage avec seulement l'option accélération, vous pouvez alors supprimer S_1 et R_{11} et faire un pont entre la sortie 4

du circuit intégré 4046 et la résistance R_7 . Il nous reste à examiner l'alimentation sans transformateur de ce montage (**figure 4**) qui est un peu différente de la précédente. En effet, la consommation étant un peu plus importante, cela nous impose un condensateur de plus forte capacité (C_5 dans le montage précé-

dent). Il nous faut un condensateur de 1 $\mu F/400V$ minimum (400V dans le cas de la série C368 de Philips). Nous obtenons cette valeur en mettant en série deux condensateurs de 2,2 $\mu F/250V$ (capacité équivalente 1,1 μF). Nous avons préféré utiliser deux condensateurs afin d'améliorer la sécurité.

ASPECT DE LA CARTE AVEC TOUTES SES DÉCOUPES.



Dans ce cas précis, le montage se trouve isolé des deux fils raccordés au secteur par un condensateur. En somme, si un composant de l'alimentation vient à rendre l'âme, les condensateurs limiteront l'intensité.

Réalisation pratique

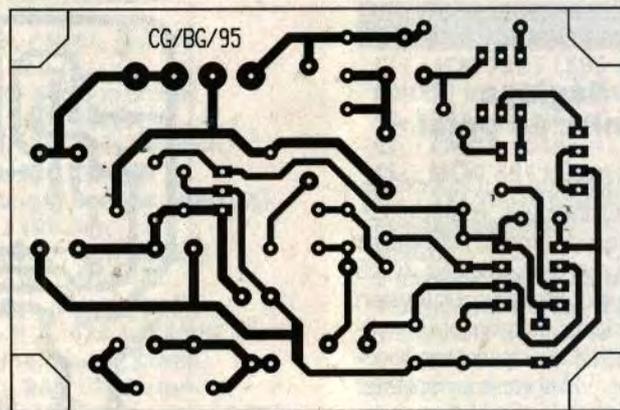
Avant d'entamer la réalisation du circuit imprimé par le procédé que vous avez l'habitude d'utiliser, il est conseillé d'effectuer la recherche de tout les composants. En effet, il est bien plus simple de modifier le tracé du circuit imprimé avant sa réalisation plutôt que de tordre les pattes de composants dont le pas ne correspondrait pas exactement à celui qui vous est proposé. Une fois votre circuit imprimé réalisé, la première opération consiste à effectuer les nombreuses découpes (20 au total) dans le circuit imprimé, lui permettant d'épouser les formes du coffret (si toutefois vous optez pour celui proposé dans la liste du matériel). Une fois cette opération achevée, vous pouvez souder les divers composants, par ordre de taille, croissant de préférence. Attention, certains composants sont montés debout à la japonaise.

La **figure 6** vous donne l'implantation des composants et la **figure 5** le tracé du circuit imprimé. La seule remarque particulière concerne la résistance R_7 ainsi que les diodes zéner DZ_1 et DZ_2 , qui doivent être soudées à 2 ou 3 mm du circuit imprimé pour favoriser leur dissipation thermique. La réalisation de la self est un tout petit peu plus délicate (observez la photo présentant la réalisation terminée pour vous donner une idée).

La démarche est la même quelque soit le tore que vous serez parvenu à acquérir. Bobiner sur celui-ci un maximum de spires jointives en prenant soin de plaquer le fil de cuivre au maximum sur tout le périmètre du tore. Ceci permet d'obtenir la plus grande valeur d'inductance possible.

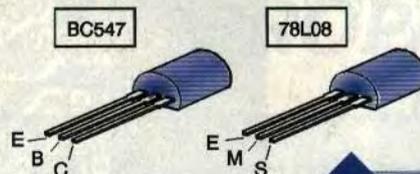
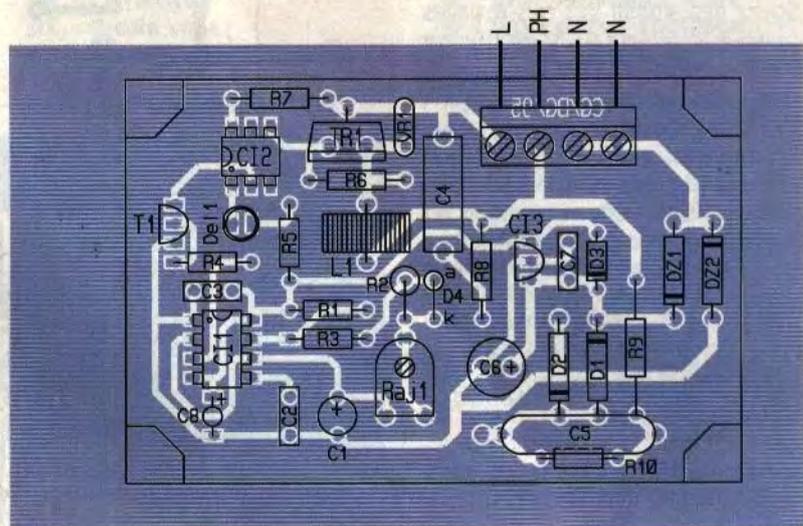
Il vous faut ensuite gratter les deux extrémités du fil à l'aide d'un cutter, afin d'enlever le vernis isolant. Il ne vous reste plus alors qu'à le souder sur le circuit imprimé.

L'autre possibilité



5 TRACÉ DU CIRCUIT IMPRIMÉ.

6 IMPLANTATION DES ÉLÉMENTS.

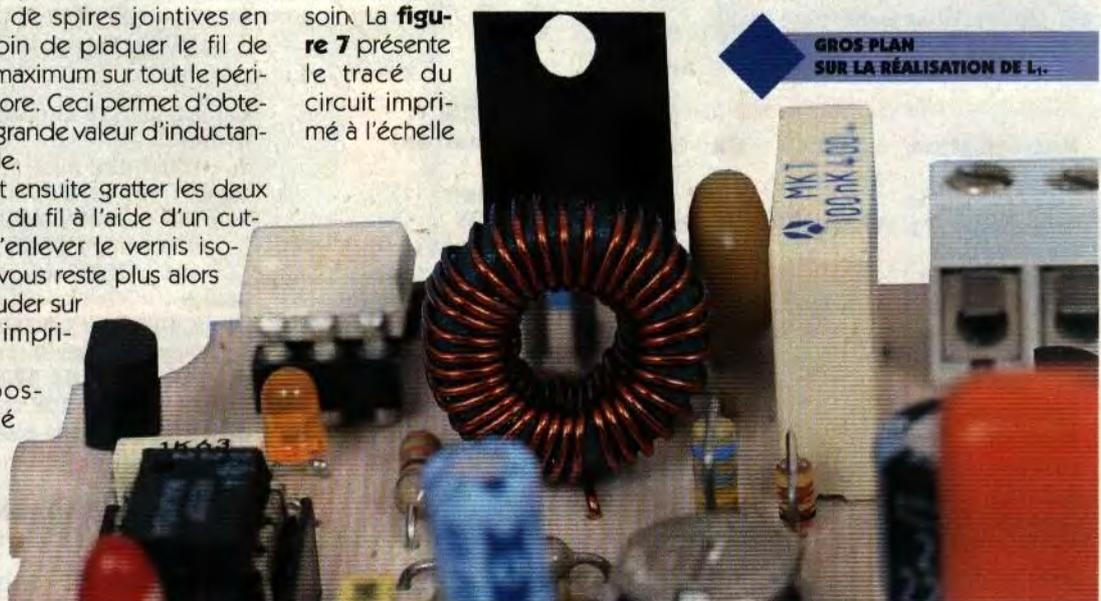


BROCHAGES.

consiste à approvisionner une self d'une cinquantaine de μH chez votre revendeur habituel. La seconde réalisation réclame le même soin. La **figure 7** présente le tracé du circuit imprimé à l'échelle

et la **figure 8** l'implantation des éléments.

GROS PLAN SUR LA RÉALISATION DE L.



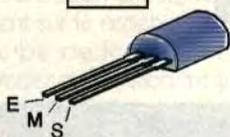
Réglage et mise au point

Pour effectuer ceux-ci, il faut procéder par tâtonnement. Positionnez, dans un premier temps, l'ensemble des résistances ajustables au milieu de leur course. Mettez sous tension le montage sans y raccorder de guirlande, la LED DEL₂ simulant son fonctionnement. Vous devez constater immédiatement le bon fonctionnement du clignotement, celui-ci devant être lent pour le moment. Vous pouvez ajuster Raj₃ si vous trouvez le clignotement trop lent.

Soyez très attentif lors des réglages puisque le secteur 230V est présent sur le montage et plus particulièrement près de Raj₁. Utilisez un petit tournevis en plastique de préférence. L'accélération doit débuter environ une minute quinze après la mise sous tension. Vous pourrez alors contrôler la durée de celle-ci. Si vous l'estimez trop courte, ajustez alors Raj₂ dans le sens inverse des aiguilles d'une montre. La résistance ajustable Raj₁ vous permet de régler l'intervalle de temps entre deux accélérations. Attention, un intervalle trop court entre deux accélérations devient rapidement désagréable pour la vue, pensez-y avant de refermer le coffret.

B. GIFFAUD

78L12



BROCHAGE.

Nomenclature

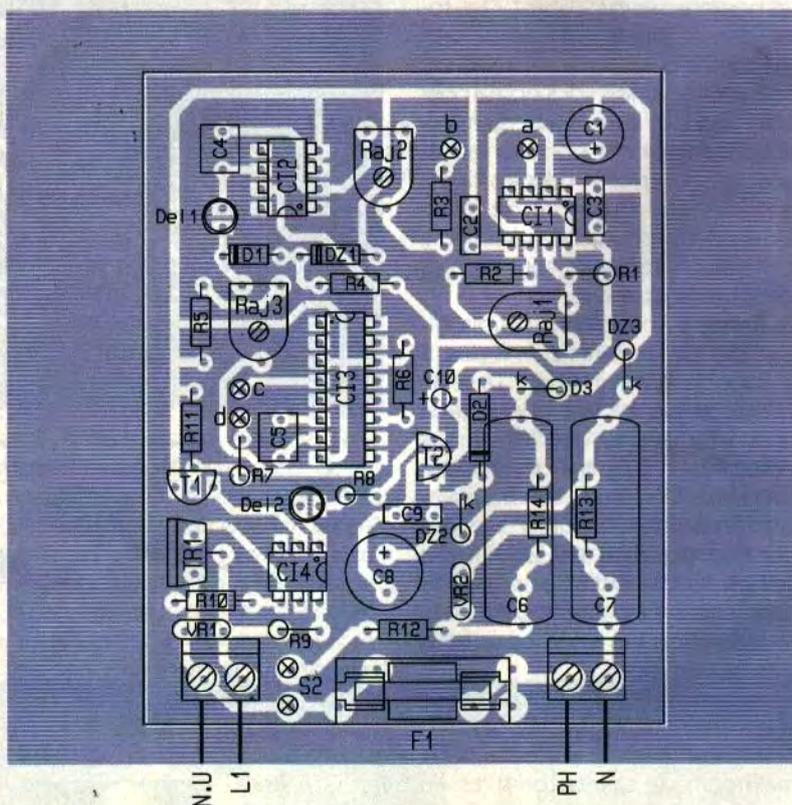
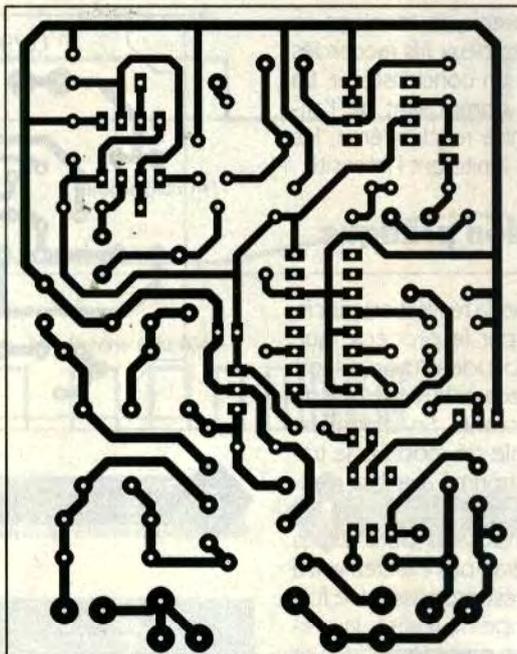
Version simple

Résistances (1/4W sauf mention)

R₁, R₄ : 12 kΩ
(marron, rouge, orange)
R₂ : 680 kΩ
(bleu, gris, jaune)
R₃ : 820 kΩ
(gris, rouge, jaune)
R₅ : 330 Ω
(orange, orange, marron)
R₆ : 330 Ω 1/2W
(orange, orange, marron)

R₇, R₈ : 100 Ω 1/2W
(marron, noir, marron)
R₉ : 47 Ω 1W
(jaune, violet, noir)
R₁₀ : 470 kΩ 1/2W
(jaune, violet, jaune)
Raj₁ : résistance ajustable
horizontale 470 kΩ 3/4 de tour
Diodes
D₁, D₂ : 1N4007
D₃, D₄ : 1N4148
DZ₁, DZ₂ : Diode zéner
15V/500mW type BZX55C15V
DEL₁ : Diode LED Ø 3mm
orange
Condensateurs

C₁ : 2,2 µF/63V chimique
radial
C₂ : 10 nF/63V MKT
C₃, C₇ : 100 nF/63V MKT
C₄ : 100 nF/400V MKT
C₅ : 470 nF/400V MKT
C₆ : 220 µF/25V chimique
radial
C₈ : 2,2 µF/35V tantale goutte
Semi-conducteurs
T₁ : Transistor BC 547B
Tr₁ : Triac 4A/400V type BTA
04 400A (ou plus puissant)
CI₁ : ICM 7555 (555 version
CMOS)
CI₂ : MOC 3041 (optotriac)



Cl₃ : 78L08 (régulateur de tension positive)

Divers

1 support de C.I. 6 broches
1 support de C.I. 8 broches
2 borniers pour circuit imprimé 2 points
L₁ : Self réalisée à l'aide d'un tore Philips type 2P80 AL 30,5 ou tore Sagem type F75 réf.79339 A1 43,4 + 1 m de fil de cuivre émaillé Ø 0,5 mm (bobiner le maximum de spires jointives possible sur une couche), ou prête à l'emploi et faisant environ 50 µH
Vr₁ : Varistance 250V Ø 8 mm environ Thomson
2 douilles banane Ø 4 mm
1 coffret Diptal V968 N (noir)
1 câble secteur constitué d'une fiche mâle deux pôles et 1,5 m de câble.

Version avec accélérateur Résistances (1/4W sauf mention)

R₁, R₇ : 12 kΩ (marron, rouge, orange)
R₂ : 680 kΩ (bleu, gris, jaune)
R₃ : 4,7 MΩ (jaune, violet, vert)
R₄ : 4,7 kΩ (jaune, violet, rouge)
R₅ : 10 kΩ (marron, noir, orange)

R₆ : 820 kΩ (gris, rouge, jaune)
R₈ : 560 Ω (vert, bleu, marron)
R₉ : 100 Ω/1/2W (marron, noir, marron)
R₁₀ : 330 Ω/1/2W (orange, orange, marron)
R₁₁ : 100 kΩ (marron, noir, jaune)
R₁₂ : 22 Ω/1W (rouge, rouge, noir)
R₁₃, R₁₄ : 470 kΩ/1/2W (jaune, violet, jaune)
Raj₁, Raj₂ : Résistance ajustable horizontale 1 MΩ
Raj₃ : Résistance ajustable horizontale 10 kΩ

Diodes

D₁ : 1N4148
D₂, D₃ : 1N4007
DZ₁ : Diode zéner 4,7V/500mW type BZX55C4,7V
DZ₂, DZ₃ : Diode zéner 15V/1,3W type BZX85C15V
DEL₁, DEL₂ : Diode LED Ø3mm orange

Condensateurs

C₁ : 47 µF/16V chimique radial
C₂ : 10 nF/63V MKT
C₃, C₉ : 100 nF/63V MKT
C₄, C₅ : 1 µF/63V MKT
C₆, C₇ : 2,2 µF/250V MKT
C₈ : 220 µF/25V chimique radial
C₁₀ : 2,2 µF/35V tantale goutte
Semi-conducteurs
T₁ : transistor BC 547B

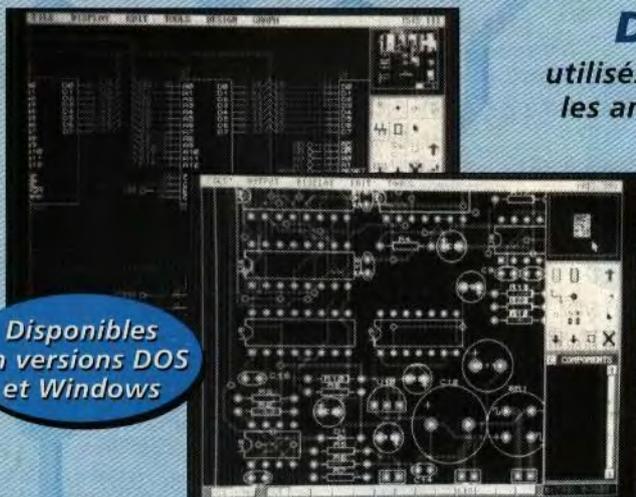
Tr₁ : triac 4A/400V type BTA 04 400A (ou plus puissant)
C11 : ICM 7555 (555 version CMOS) ou 555 traditionnel
Cl₂ : 741 (ampli op)
Cl₃ : CMOS 4046
Cl₄ : MOC 3041 (optotriac)
Cl₅ : 78L12 (régulateur de tension positive)

Divers

1 support de C.I. 6 broches
2 supports de C.I. 8 broches
1 support de C.I. 16 broches
2 borniers pour circuit imprimé 2 points
L₁ : self réalisée à l'aide d'un tore Philips type 2P80 AL 30,5 + 1 m de fil de cuivre émaillé Ø 0,5mm ou prête à l'emploi faisant 50 µH environ
Vr₁, Vr₂ : varistance 250V Ø 8mm environ Thomson
2 douilles banane Ø 4mm
1 coffret Diptal G1175 N (noir, ou R:rouge, ou I:ivoire)
1 câble secteur constitué d'une fiche mâle 2 pôles et 1,5 m de câble de 0,75 mm²
1 support de fusible pour circuit imprimé avec fusible de 200 mA temporisé 5 x 20
1 interrupteur 2 circuits 2 positions perçage Ø 6,35mm
1 interrupteur 1 circuit 2 positions perçage Ø 6,35mm (option)

CAO "CADPAK" & "PROPAK"

sur
PC/AT
et
compatibles



Disponibles
en versions DOS
et Windows

Vous pouvez commencer avec CADPAK et évoluer ultérieurement vers PROPAK et PROTEUS... en ne payant que la différence de prix !

DEUX LOGICIELS DE CAO SUR PC

utilisés par des électroniciens professionnels, les écoles et les amateurs pour accomplir, d'une manière simple et conviviale les tâches suivantes...

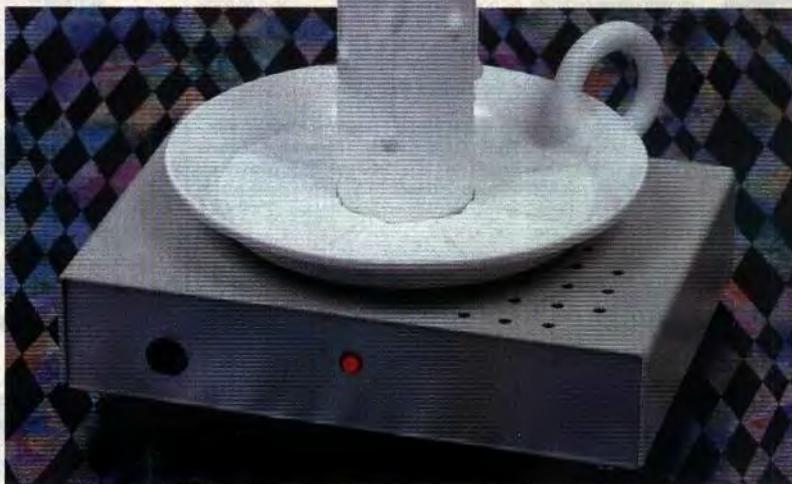
- Saisie de schémas (Multifeuilles avec PROPAK)
- Routage manuel du circuit-imprimé (Routage automatique avec PROPAK)
- Génération des plans de masse et des sorties Gerber, Drill, Lasers HP, Jet-d'encre, Postscript, BMP, Plotters.
- Création de nouveaux symboles personnalisés pour schémas et PCB

Extension ultérieure vers PROTEUS possible (pour ajouter la simulation de type Spice)
La version Windows de Proteus est prévue courant 1996.

Multipower

BOUGIE ENCHANTÉE

Qui n'a jamais pensé à offrir un cadeau vraiment original et personnel à l'occasion des fêtes de fin d'année ou pour un anniversaire ? Cette possibilité vous est donnée par la réalisation de cette surprenante bougie...



Le Principe (figure 1)

Il s'agit d'une bougie qui ressemble à s'y méprendre à une vraie. En effet, elle est posée sur un bougeoir, elle comporte des traces de coulures de cire et surtout, pour l'allumer on frotte une allumette que l'on approche de la mèche. La bougie s'allume alors progressivement. Quelques secondes plus tard, elle restitue un morceau de musique préalablement enregistré (par exemple "Joyeux anniversaire") ou encore un message, un poème... Pour l'éteindre, on soufflera la flamme, toujours comme pour une bougie véritable. L'enchantement total...

Le Fonctionnement (figures 2, 3 et 4)

Alimentation

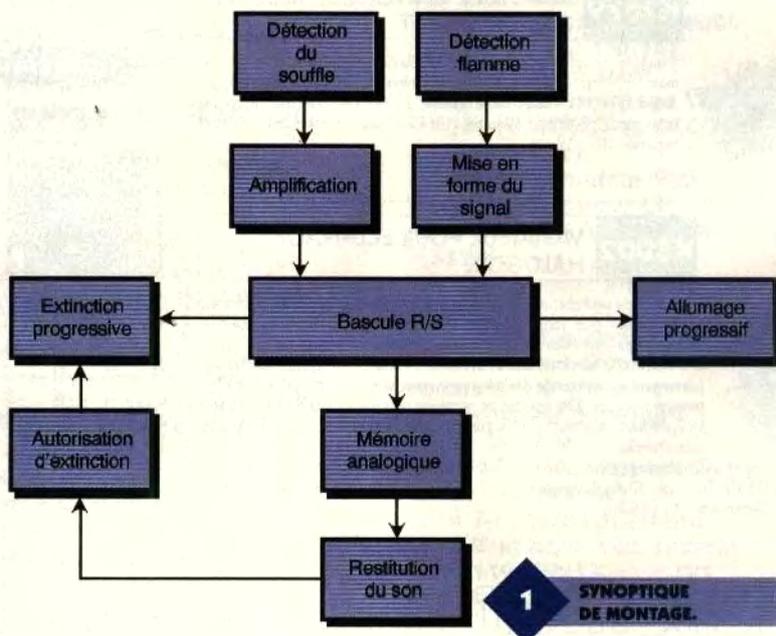
Le montage est entièrement autonome grâce à la mise en œuvre de quatre piles de 1,5V R6 montées en série. La mise en situation de veille s'effectue par la fermeture de l'interrupteur I_4 . A ce moment, la LED rouge L_1 , dont le courant est limité par R_{18} , s'allume. La diode D_5 fait office de détrompeur de polarité. De plus, elle abaisse le potentiel d'alimentation à une valeur de l'ordre de 5,4V, davantage adaptée au fonctionnement normal d'une mémoire analogique ISD, faisant partie du montage. La capacité C_1 découple la partie

aval du montage de l'alimentation proprement dite.

Détection de la flamme

Au-dessus d'une ampoule à filament évoquant la silhouette d'une flamme, une minuscule CTN en forme de goutte est disposée et maintenue grâce à un discret collage. Avec R_{13} , elle constitue un pont diviseur de potentiel. La sortie de ce pont est reliée à l'entrée directe d'un ampli-op monté en comparateur de potentiel. Rappelons que la résistance ohmique d'une CTN diminue lorsque la température qui l'environne augmente. L'entrée inverseuse de l'ampli-op (ce dernier étant contenu dans un LM 358 qui

en comporte deux) est reliée à un second pont de résistances R_1/R_2 . A une température ambiante normale, le potentiel auquel est soumise l'entrée directe est de l'ordre de 1,7V. L'entrée inverseuse, quant à elle, est placée sous un potentiel fixe de référence de 3,4V. La sortie 1 de IC_1 présente alors un état bas. Lorsque l'on soumet la CTN à la flamme d'une allumette ou d'un briquet, sa résistance ohmique baisse très rapidement dans des proportions considérables. Il en résulte un dépassement de la valeur de référence de 3,4V sur l'entrée directe de l'ampli-op, dont la sortie passe à l'état haut. Ce front montant est aussitôt pris en compte par le trig-



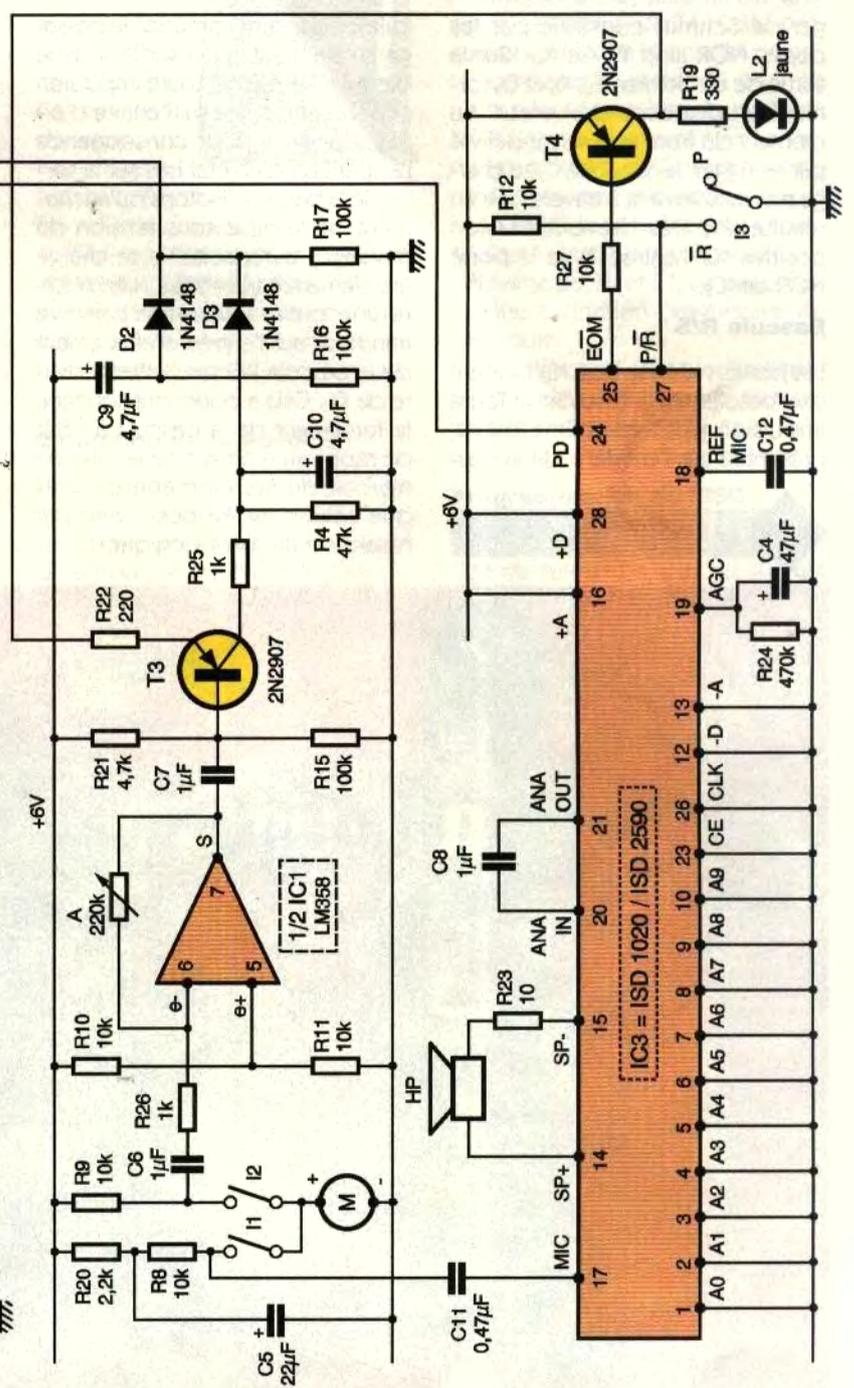
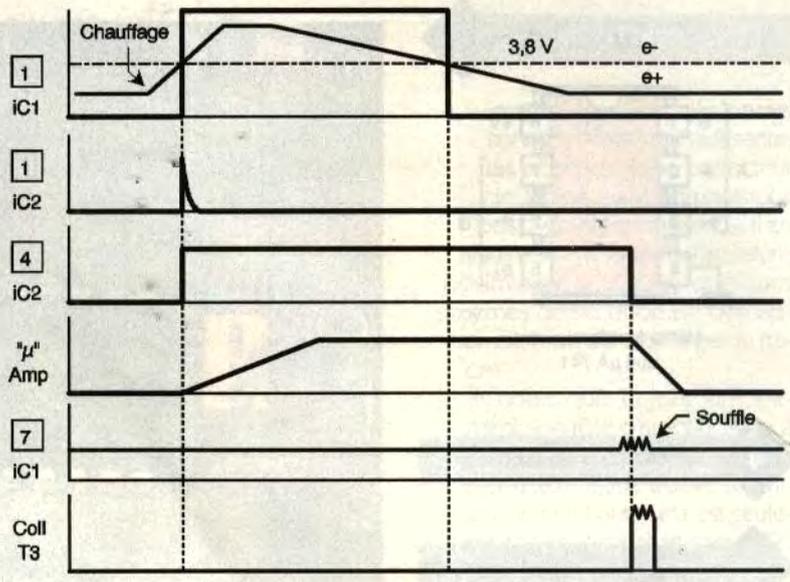
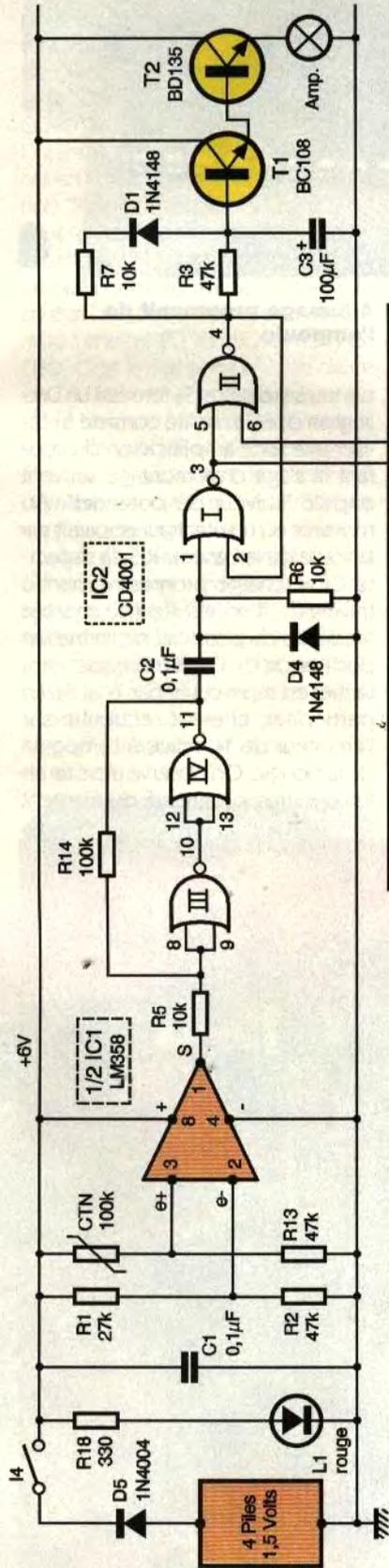
1 SYNOPTIQUE DE MONTAGE.

3

CHRONOGRAMMES.

2

SCHEMA DE PRINCIPE.



de l'ampoule, simulant ainsi l'allumage d'une mèche.

Sonorisation

Le circuit intégré référencé IC₃ est une mémoire analogique ISD. Nous avons souvent eu l'occasion de décrire le fonctionnement d'un tel circuit. On peut utiliser une ISD 1020 (20 secondes de fonctionnement) pour une ISD 2590 (90 secondes de fonctionnement) suivant la longueur de l'illustration musicale ou du message retenus. L'entrée 27 (PLAY-RECORD) est soumise à un état haut par l'intermédiaire de R₁₂ (interrupteur I₃ ouvert), ce qui correspond à la position "PLAY" du circuit. Après la mise sous tension du montage, la sortie de la bascule R/S étant à l'état bas, la sortie de la porte NOR I de IC₂ présente un état haut auquel est d'ailleurs soumise l'entrée "PD" (broche n°24) de l'ISD. C'est la position de veille de ce circuit. Par la suite, dès que la sortie de la bascule passe à l'état haut, la sortie de la porte NOR I présente un état bas. A cet instant le circuit ISD démarre son cycle de restitution sonore. Le message ou le morceau musical préalablement enregistré est diffusé par le haut-parleur. A la fin du cycle, la sortie "EOM" (broche n°25) qui présentait un état haut (y compris pour la position de veille de l'ISD) passe à l'état bas. Le transistor PNP T₄ se sature et la LED jaune de signalisation L₂ indique que le cycle de l'ISD est achevé.

FICHES "BANANE" POUR LE MAINTIEN DE LA BOUGIE ET LES LIAISONS ÉLECTRIQUES.

Détection du souffle

Le souffle qui doit éteindre la flamme est détecté par un micro-ELECTRETT qui est d'ailleurs également utilisé pour la fonction enregistrement de l'ISD dont nous parlerons ultérieurement.

L'interrupteur I₂ étant fermé (I₁ est ouvert), le bruit du souffle est transmis à l'entrée inverseuse du second ampli-op de IC₁, via C₆ et R₂₆. L'entrée directe est soumise au demi-potentiel d'alimentation grâce au pont diviseur qui forment les résistances R₁₀ et R₁₁. A l'aide du curseur de l'ajustable A₁, il est possible de régler le gain de cet étage préamplificateur. Ce gain est directement proportionnel à la résistance ohmique caractérisant une position donnée du curseur de l'ajustable.

Extinction de la flamme

Le transistor PNP T₃ est monté en émetteur commun. La polarisation de sa base est telle qu'en l'absence de signaux, le potentiel de son collecteur est nul. En revanche, si le mi-

VUE DE LA CTN 100 KΩ ET DE L'AMPOULE.

cro est soumis à des ondes sonores d'intensité suffisante, on observe sur le collecteur de T₃ une suite d'impulsions positives intégrées par C₁₀. Il en résulte un état haut sur l'armature positive de C₁₀ après quelques dixièmes de seconde de perception de bruit de souffle par le micro.

A noter que T₃ joue uniquement son rôle d'amplificateur à condition que sa résistance d'émetteur R₂₂ se trouve soumise à un état haut. Cela est seulement réalisé lorsque le circuit ISD a fini d'achever son cycle, c'est à dire lorsque l'on recueille un état haut sur le collecteur de T₄. Cette précaution empêche la prise en compte, par l'amplificateur, du bruit de restitution sonore lors du cycle de l'ISD. L'état haut disponible sur l'armature positive de C₁₀ est transmis par D₃ à l'entrée d'effacement de la bascule R/S. La sortie de celle-ci passe alors à l'état bas. La capacité C₃ se décharge par D₁ et R₇, ce qui entraîne une extinction progressive de l'ampoule.

Cette extinction est volontairement plus rapide que l'allumage, toujours dans le but d'une meilleure simulation de l'extinction d'une flamme.

Programmation de l'ISD

Il faut placer l'interrupteur I₃ en position de fermeture, ce qui soumet l'entrée P/R à l'état bas. L'interrupteur I₂ est à ouvrir tandis que l'interrupteur I₁ est à fermer de manière à diriger les signaux du micro vers l'entrée d'enregistrement de l'ISD. Il suffira alors de présenter une flamme au niveau de la CTN.

Dès que l'ampoule débute son allumage progressif, le cycle d'enregistrement prend son départ. L'enregistrement peut provenir d'une chaîne, d'un poste de radio, ou de tout autre source musicale.

Il est également possible de personnaliser davantage cet enregistrement surtout si on dispose de quelque talent de musicien...

De même la lecture d'un poème sur fond sonore peut donner d'excellents résultats. La fin de l'enregistrement est matérialisé par l'allumage de la LED L₂. On peut alors revenir en position normale des inverseurs, à savoir :

- I₁ : ouvert,
- I₂ : fermé,
- I₃ : ouvert.



La Réalisation

Circuit imprimé (figure 5)

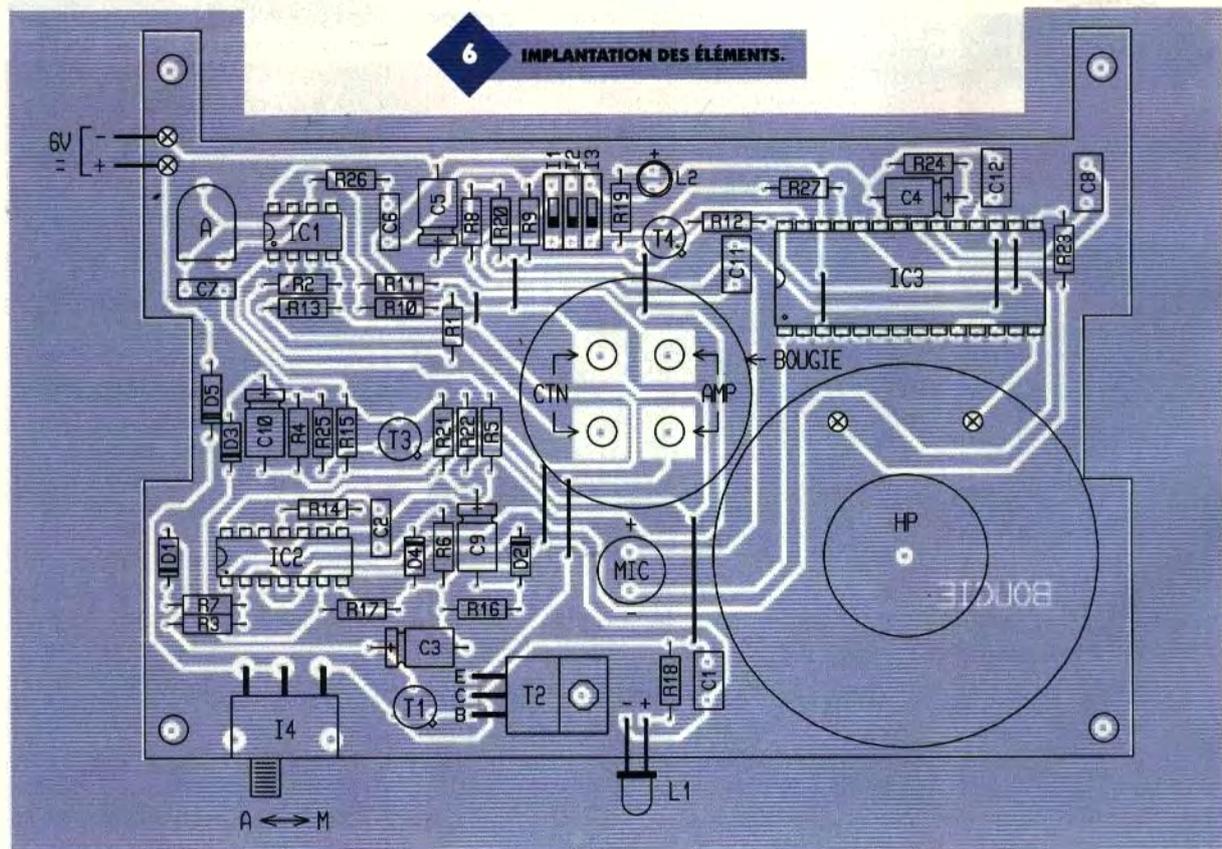
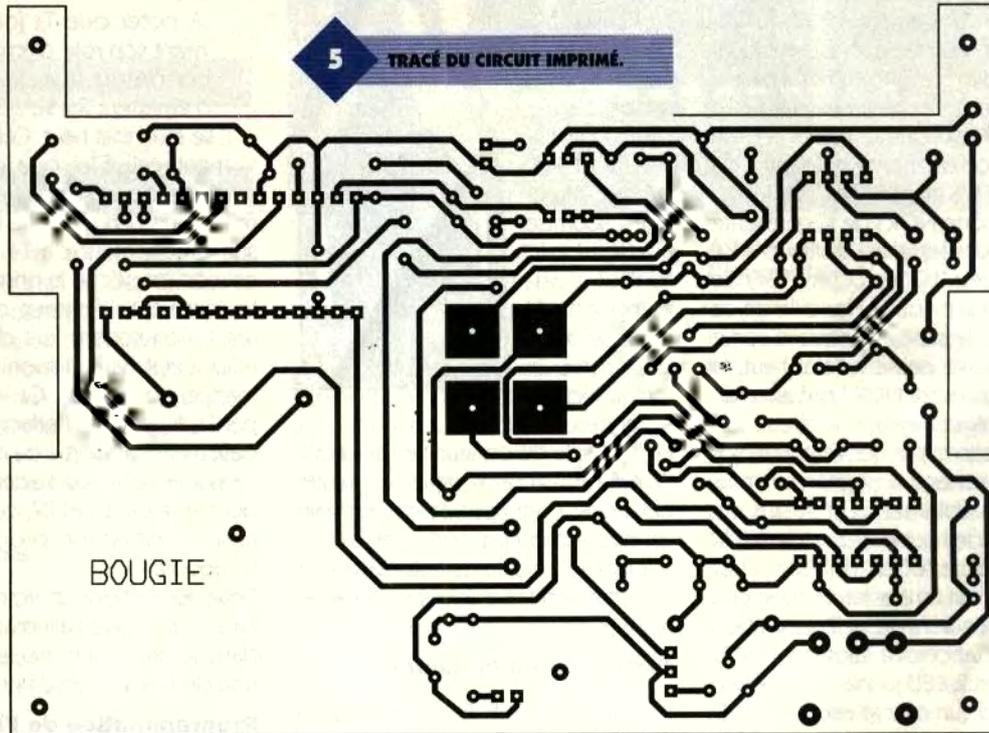
La réalisation du circuit imprimé appelle très peu de remarques. On peut passer par le stade de la confection d'un typon ou encore avoir recours à la méthode photographique en utilisant le module publié comme référence. Après gravure dans un bain de perchlorure de

fer, toutes les pastilles seront percées à l'aide d'un foret de 0,8 mm de diamètre. Certains trous seront à agrandir afin de les adapter aux diamètres des connexions des composants auxquels ils sont destinés.

Implantation des composants (figure 6)

Après la mise en place des straps de liaison, on implantera les diodes, les résistances et les supports de cir-

cuits intégrés. On terminera par les transistors, les capacités et les autres composants polarisés. Le haut-parleur a directement été collé sur le module. La bougie est raccordée au module grâce à quatre fiches "banane" correspondant respectivement aux connexions de la CTN et de l'ampoule. Le montage ne nécessite que le réglage de la sensibilité du micro recevant le souffle d'ex-



tion. Généralement la position médiane du curseur convient.

Confection de la bougie

Le corps de la bougie est un tube PVC de 30 à 40 mm de diamètre. A sa partie inférieure, ce tube a été fermé par un bouchon collé et comportant quatre embases femelles "banane". La partie supérieure a également été fermée par un bouchon comportant

l'ampoule à filament et la CTN. Cette dernière a été placée sur la pointe de l'ampoule. Les deux fils étamés longent l'ampoule suivant deux génératrices diamétralement opposées. Ampoule et CTN sont solidaires mécaniquement grâce à quelques gouttes de colle époxy. De plus, cet ensemble est également collé lors de son passage à travers le bouchon supérieur. Les traces de coulures de ci-

re peuvent être imitées assez facilement par la mise en œuvre de colle époxy coulant le long du tube PVC avant durcissement. L'ensemble est alors peint à l'aide d'une bombe contenant une peinture blanche et mate. Le bougeoir percé au diamètre de la bougie est posé sur le couvercle et l'illusion sera parfaite.

Nomenclature

9 straps

R₁ : 27 kΩ

(rouge, violet, orange)

R₂ à R₄, R₁₃ : 47 kΩ

(jaune, violet, orange)

R₅ à R₁₂, R₁₇ : 10 kΩ

(marron, noir, orange)

R₁₄ à R₁₇ : 100 kΩ

(marron, noir, jaune)

R₁₈, R₁₉ : 330 Ω

(orange, orange, marron)

R₂₀ : 2,2 kΩ

(rouge, rouge, rouge)

R₂₁ : 4,7 kΩ

(jaune, violet, rouge)

R₂₂ : 220 Ω

(rouge, rouge, marron)

R₂₃ : 10 Ω

(marron, noir, noir)

R₂₄ : 470 kΩ

(jaune, violet, jaune)

R₂₅, R₂₆ : 1 kΩ

(marron, noir, rouge)

CTN : Résistance à coefficient de

température négatif 100 kΩ

(hors module)

A : Ajustable 220 kΩ

D₁ à D₄ : Diodes signal 1N 4148

D₅ : Diode 1N 4004

L₁ : LED rouge Ø3

L₂ : LED jaune Ø3

1 clip pour LED Ø3

C₁, C₂ : 0,1 µF milfeuil

C₃ : 100 µF/10V électrolytique

C₄ : 47 µF/10V électrolytique

C₅ : 22 µF/10V électrolytique

C₆ à C₈ : 1 µF milfeuil

C₉, C₁₀ : 4,7 µF/10V électrolytique

T₁ : Transistor NPN BC108, 109,

2N2222

T₂ : Transistor NPN BD135, 137

T₃, T₄ : Transistors PNP 2N2907

IC₁ : LM358 (double ampli-op)

IC₂ : CD4001 (4 portes NOR)

IC₃ : ISD 1020, 2590 (mémoire analogique)

1 support 8 broches

1 support 14 broches

1 support 28 broches

1 coupleur pression

1 coupleur 4 piles 1,5V

4 piles 1,5V (LR6) Alcaline

1 haut-parleur Ø50/4 ou 8 Ω

Micro-Electrett (2 broches)

Microswitch 3 interrupteurs

Interrupteur monopolaire

(broches soudées)

Ampoule à filament 6V forme

flamme (hors module)

Boîtier métal ESM

(140 x 100 x 32)

4 fiches "Banane" mâles

3 embases "Banane" femelles

(hors module)

METRIX A 60 ANS

A l'occasion du soixantième anniversaire de sa création et de son implantation dans la nouvelle usine du Parc des Glarsins à Annecy-le-Vieux, METRIX organisait les 5 et 6 Septembre derniers deux journées de rencontre avec ses distributeurs, ses partenaires et ses commettants qui se soldaient le 6 au soir par un feu d'artifice au Palace de Meuthon-St-Bernard, avec pour arrière-plan le splendide cadre du lac d'Annecy.

L'inauguration de l'usine a été célébrée par Monsieur Franck BOROTRA, Ministre de l'Industrie et du Commerce, qui n'a pas manqué, dans

son allocution, de saluer le dynamisme et l'esprit d'entreprise qui anime la société depuis son entrée au sein du groupe GMME (Général de Mesure et de Maintenance Electronique). Daniel AUZAN, PDG du groupe GMME, a rappelé la composition actuelle du groupe (voir encadré), ses objectifs de croissance et la complémentarité des sociétés le composant qui conduit à une synergie dans les domaines de la mesure, de l'instrumentation et de la maintenance.



METRIX aujourd'hui:

METRIX développe une gamme d'instruments et d'accessoires spécifiques aux exigences des marchés mondiaux de l'Electronique, de l'Electrotechnique et de l'Enseignement. Marchés sur lesquels les critères de sélection sont avant tout la simplicité, la performance et surtout la sécurité.

Outre une gamme importante adaptée de produits, METRIX bénéficie d'une implantation internationale de grande envergure, la société est présente dans 53 pays. Dans le domaine de l'électronique, METRIX conçoit des instruments pour les laboratoires de recherche et de développement, les sites de production ou les bureaux d'ingénieurs.

Le groupe GMME est composé des sociétés suivantes:

Général Electronique Beauvais
Général Electronique Brive
Démovale (Beauvais)
Metrix (Annecy)
SEFRAM (St-Etienne-Bièvre)
Muller Weigert (Allemagne)
Elditest (Allemagne)
Boonton (USA)
Neuberger (Allemagne)

Maintenance et rénovation d'appareils électroniques
Micro-électronique et faisceaux hertziens
Recyclage des produits électroniques en fin de vie
Métrologie, instrumentation générale
Instrumentation pour Télécommunications, enregistreurs
Instruments de tableau
Accessoires de mesure
Appareillages audio et hyperfréquences
Appareils de contrôle encastrables