

LOISIRS ELECTRONIQUES D'AUJOURD'HUI

N° 97

Lead

PROJET N° 4 : ALIM. DE LABORATOIRE

TELECOMMANDE INFRA-ROUGE

12 VOIES A μ CONTROLEUR 68705 P3

THEORIE ET PRATIQUE DU 68705 P3

PROGRAMMATEUR DE 68705 P3

LIAISON HI-FI STEREO PAR I.R.

**TOUT
SUR
LE 68705 P3
ET
SON PROGRAMMATEUR**

**TELECOMMANDE
INFRA-ROUGE
12 VOIES**

M 1226 - 97 - 28.00 F



ISSN 0753-7409

MENSUEL MAI 1992 / BELGIQUE 204 F.B / CANADA \$ 4.95

POUR LES PASSIONNÉS DE RÉALISATIONS ÉLECTRONIQUES, UNE SÉLECTION DE 17 MONTAGES SIMPLES ET ORIGINAUX

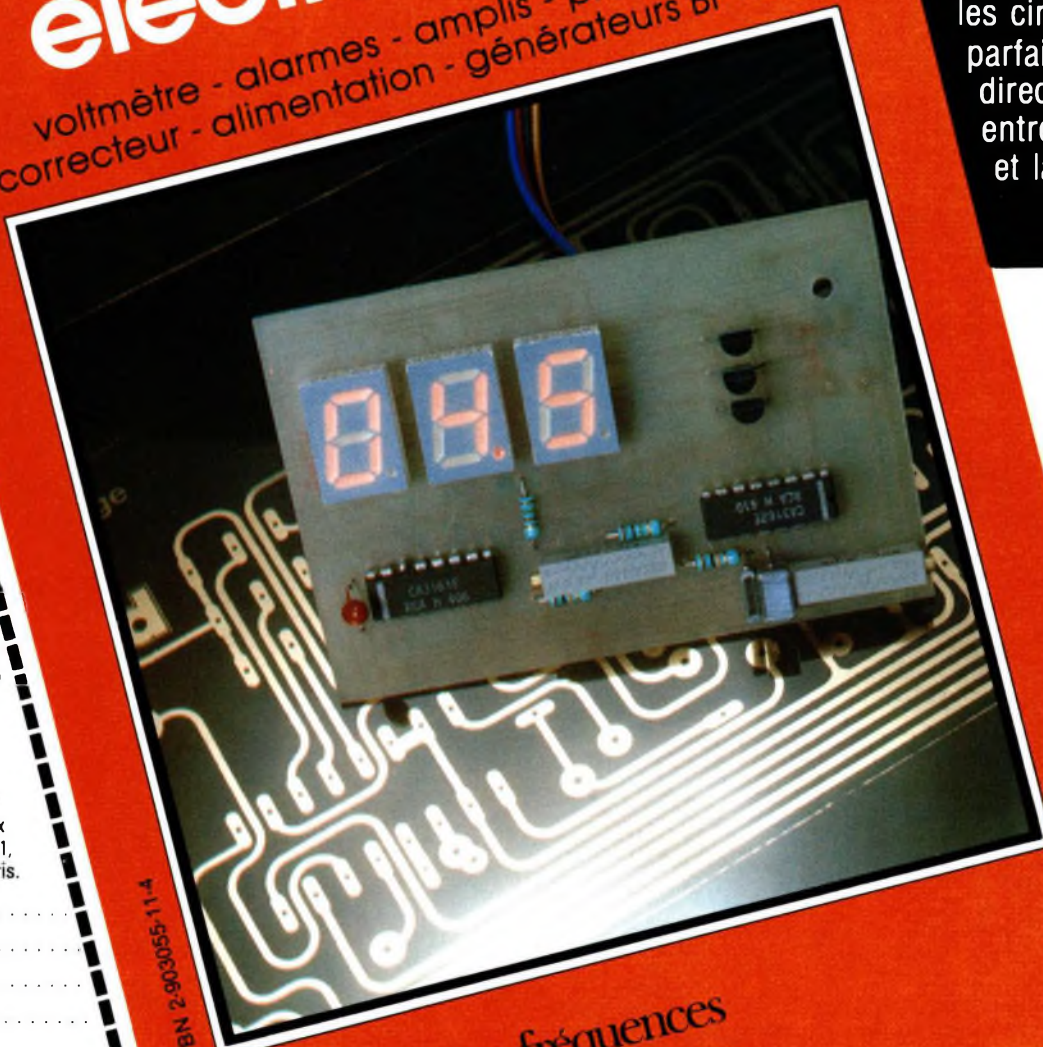
Tous mis au point et testés afin de vous garantir un parfait fonctionnement des modules à la première mise sous tension, que vous soyez électronicien chevronné ou débutant.

17 études comprenant pour chacune d'elles le schéma de principe, le circuit imprimé à l'échelle 1 et son plan de câblage clair et précis.

BERNARD DUVAL

17 montages électroniques

voltmètre - alarmes - amplis - préamplis -
correcteur - alimentation - générateurs BF - etc.



17 implantations imprimées à l'envers et regroupées aux dernières pages de ce livre vous permettent de graver les circuits avec une parfaite définition (contact direct lors de l'insolation entre le circuit imprimé et la photocopie).

128 pages

PRIX : 95 F

Diffusion auprès des libraires assurée exclusivement par les Éditions Eyrolles.

BON DE COMMANDE

Je désire recevoir le livre « 17 montages électroniques simples », au prix de 107 F (95 F + 12 F de port).

Adresser ce bon aux ÉDITIONS FREQUENCES 1, boulevard Ney, 75018 Paris.

Nom

Prénom

Adresse

Code postal

Règlement effectué
 par CCP Par chèque bancaire
 par mandat

ISBN 2-9600055-4-1



éditions fréquences
COLLECTION Led LOISIRS

Led

Société éditrice :
Editions Périodes
Siège social :
1, bd Ney, 75018 Paris
Tél. : (1) 42.38.80.88
SARL au capital de 51 000 F
Directeur de la publication :
Bernard Duval

LED
Mensuel : 28 F
Commission paritaire : 64949
Locataire-gérant :
Editions Fréquences
Tous droits de reproduction réservés
textes et photos pour tous pays
LED est une marque déposée
ISSN 0753-7409

**Services Rédaction-
Abonnements :**
(1) 42.38.80.88 poste 7314
1 bd Ney, 75018 Paris

**Réalisation/Fabrication
Responsable technique**
Thierry Pasquier

Rédaction
Ont collaboré à ce numéro :
Georges Matoré,
Pierre-Emmanuel Calmel,
René Rateau

Abonnements
10 numéros par an
France : 210 F
Etranger : 290 F

Petites annonces gratuites
Les petites annonces sont
publiées sous la responsabilité de
l'annonceur et ne peuvent se
référer qu'aux cas suivants :
- offres et demandes d'emplois
- offres, demandes et échanges
de matériels uniquement
d'occasion
- offres de service

Composition
Bernadette Duval
Photogravure
Sociétés PRS/PSC - Paris
Impression
Berger-Levrault - Toul

4

L'EXPLOITATION DE LA CONNAISSANCE (PROJET N° 4 : ALIMENTATION DE LABORATOIRE)

Nous vous invitons à étudier et construire une alimentation stabilisée capable de délivrer un courant d'intensité 1 ampère, sous la tension linéairement variable de 1 à 30 volts. Nous appliquons ici les principes de base de la régulation en utilisant des composants discrets conventionnels.

12

LE MC 68705 P3. THEORIE ET PRATIQUE

S'il est un microprocesseur fort utilisé actuellement, c'est bien le MC 68705 P3 de Motorola. La télécommande infra-rouge 12 canaux dans ce même numéro en est équipée et d'autres réalisations dans l'avenir le seront également. Avant d'entreprendre la réalisation du programmeur du 68705 P3, nous allons étudier l'ensemble des caractéristiques du microprocesseur avec, pour terminer, un exemple concret de programme afin que vous puissiez utiliser ce composant dans de très bonnes conditions et avec toutes les chances de succès.

26

SERVICE CIRCUITS IMPRIMES

27

SERVICE FILMS POSITIFS

Pour vous aider dans la gravure de vos circuits imprimés, les Editions Périodes vous proposent le film positif des implantations publiées dans ce n° 97 de Led.

34

TELECOMMANDE INFRA-ROUGE 12 CANAUX A MICROCONTROLEUR 68705 P3

Cette télécommande infra-rouge permet de transmettre jusqu'à 12 ordres simultanés et ce, avec une très grande fiabilité. D'autre part la rapidité de réponse du récepteur rend le système tout à fait adapté à la réalisation de télécommandes de lecteurs de compact-disque, téléviseurs, préamplificateurs... Le prototype de cette télécommande est installé sur un lecteur de compact-disque, les performances du système in situ étant :

- Portée utile de 10 m minimum dans des conditions normales d'éclairage ambiant.

- Angle de réception : > 180°.
- Réception par réflexions (sur le plafond, par exemple).
- Bonne immunité aux interruptions de transmission.
- Bonne insensibilité à l'éclairage ambiant.
- Aucune sortie activée sur des parasites.
- Insensible aux autres télécommandes.
- Aucun réglage nécessaire (quartz).

Une carte opto-coupleur permet de s'adapter à tous les cas où la commande se fait en parallèle sur un contact travail qui force à la masse.

De nombreux exemples d'applications vous sont proposés.

46

LIAISON HI-FI STEREO PAR INFRAROUGES

La transmission, par infrarouges, d'une sous-porteuse dont le signal audio module la fréquence, autorise une écoute d'un appareil (téléviseur, compact-disque, tuner...) à la fois discrète et libérée du "fil à la patte" habituel aux casques. Toutes les sources à haute-fidélité délivrent un son stéréophonique ; les téléviseurs y viennent à leur tour, par le biais de la pseudo-stéréo en attendant mieux. L'émetteur et le récepteur que nous décrivons ici respectent cette caractéristique grâce à l'emploi simultané de deux sous-porteuses. Ils garantissent une qualité musicale aux normes Hi-Fi.

DROITS D'AUTEUR

Les circuits, dessins, procédés et techniques publiés par les auteurs dans Led sont et restent leur propriété. L'exploitation commerciale ou industrielle de tout ou partie de ceux-ci, la reproduction des circuits ou la formation de kits partiels ou complets, voire de produits montés, nécessitent leur accord écrit et sont soumis aux droits d'auteur. Les contrevenants s'exposent à des poursuites judiciaires avec dommages-intérêts.

L'exploitation de la connaissance

Nous vous invitons à étudier et construire une alimentation stabilisée capable de délivrer un courant d'intensité 1 ampère, sous la tension linéairement variable de 1 à 30 volts. La technologie met à notre disposition des régulateurs intégrés de tension fixe ou variable, avec lesquels il est facile de réaliser des alimentations secteur remarquablement performantes.

Nous avons fait la connaissance de ces régulateurs et nous avons appris à les mettre en oeuvre (nos entretiens des N° 70 – 72 et 73 de Led). Mais nous devons savoir également confectionner des alimentations stabilisées en appliquant les principes de base de la régulation et en utilisant des composants discrets conventionnels.

REDRESSEMENT-FILTRAGE

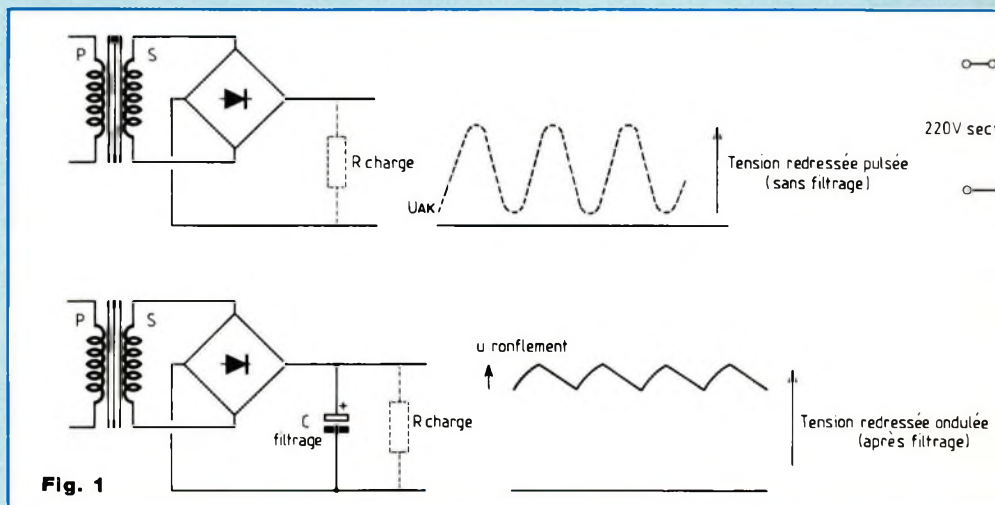
Nous avons consacré notre entretien du N° 70 de Led à l'obtention d'une tension pulsée à partir de celle, alternative, du secteur qui nous dessert, opération de redressement (figure 1). Mais la tension pulsée n'est pas exploitable en l'état, il est nécessaire de procéder à son filtrage, opération complémentaire de la précédente, consistant à niveler la tension pulsée, lui donnant un profil seulement ondulé.

Le rôle primordial du condensateur de filtrage nous est apparu, qui emmagasine une charge d'électricité pendant les "bosses" de la tension pulsée, pour la restituer ensuite pendant les "creux", offrant alors aux montages une tension d'alimentation dont l'allure se rapproche de celle que procure une batterie d'accumulateurs, ou même une simple pile, si la consommation d'énergie électrique est réduite ...

REGULATION

Parachevant l'action de la cellule de redressement-filtrage, le dispositif de régulation vient stabiliser la tension sortie de cette dernière, la rendant indépendante, dans une très large mesure, de l'intensité fluctuante du courant débité, consommé par les montages alimentés.

Tous les électroniciens s'accordent à souligner l'importance de la stabilisation ...



Les circuits intégrés régulateurs de tension ont été conçus pour façonner une tension sortie de très haute qualité, à partir de la tension redressée-filtrée qui leur est présentée.

Mais nous devons savoir étudier et construire une alimentation stabilisée, en mettant en oeuvre des composants conventionnels ...

PROJET

Il nous est demandé de réaliser une alimentation stabilisée variable, capable de fournir un courant sortie d'intensité 1 A, sous une tension variable de 1 à 30 V.

Nous commençons par en établir le schéma de principe, lequel est reproduit à la figure 2.

Nous y reconnaissons sans peine l'arrivée secteur, avec son fusible de protection et son interrupteur Marche-Arrêt. Un transformateur abaisseur délivre, aux bornes de son secondaire, la tension alternative compatible, appliquée aux deux bornes d'entrée d'un pont redresseur constitué de 4 diodes. Un condensateur de filtrage va niveler la tension redressée-pulsée produite par le pont de diodes.

Le ballast sera un Darlington (notre entretien du N° 86 de Led), capable de transiter un courant d'intensité importante demandé par les montages alimentés (figure 3). Le ballast sera naturellement protégé par un limiteur de débit et pourvu d'un indispensable dissipateur thermique.

Un amplificateur opérationnel sera chargé de la régulation proprement dite, verrouillant la tension sortie sur la valeur désirée, proportionnelle à une tension de référence, selon un rapport variable parfaitement maîtrisé.

LIMITEUR D'INTENSITE

Il n'est pas du tout paradoxal que nous nous intéressions, pour commencer, à la sortie de l'alimentation.

Nous allons la doter de ce dispositif dont le rôle, si important, consiste à limiter l'intensité du courant sortie au-dessous d'un seuil dangereux, thermiquement parlant (figure 4).

Le courant délivré en sortie traverse l'association série résistive (R6/R7). Lorsque la chute de tension dans cet assemblage atteint et franchit le seuil de conduction de la jonction émetteur-base du transistor NPN/T2, ce transis-

tor T2 entre en conduction et "tire" du courant par R5, abaissant le potentiel de la base du ballast T1, lequel se bloque (notre entretien du N° 86 de Led).

Donnons à l'association (R6/R7) la valeur résistive telle que, sous l'action d'un courant d'intensité 1 A, la chute de tension dans cet assemblage soit très proche de 0,7 V, valeur bien connue du seuil de conduction de la jonction émetteur-base du transistor ... Si nous faisons : $R6 = 0,1 \Omega$ et $R7 = 0,56 \Omega$ (ce sont des valeurs normalisées), $(R6 + R7) = 0,66 \Omega$ et le produit ($U = R.I$) aura pour valeur 0,66 V, pour un courant délivré de $I = 1 \text{ A}$.

Un courant d'intensité 1 A créant dans une résistance de 1Ω la chute de tension de 1 V, il nous suffit de multiplier par 10 la valeur de la tension mesurée aux bornes de R6, de valeur $0,1 \Omega$, pour connaître l'intensité réelle, en ampères, du courant passant dans cette résistance R6, donc celle du courant délivré par l'alimentation ...

En utilisant un voltmètre en calibre 0,1 V, nous lisons directement la valeur de l'intensité, exprimée en ampères, avec la précision (à la fabrication) de la résistance R6.

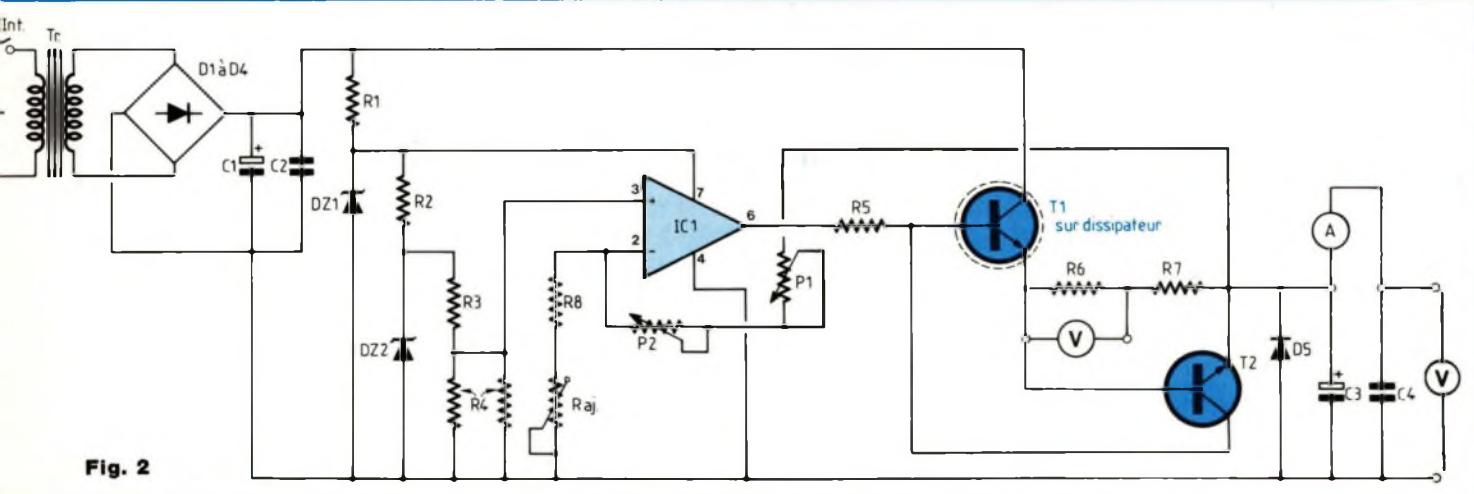


Fig. 2

L'exploitation de la connaissance

Evidemment, nous pourrions toujours ménager deux bornes à notre montage, entre lesquelles sera interposé un ampèremètre extérieur, avec un interrupteur le court-circuitant à volonté, pour le mettre en et hors service, ou un shunt reliant les deux bornes (figure 2).

Ce principe vous convient-il ?

TENSION D'ENTREE DU DARLINGTON

Nous devons disposer, en sortie de l'alimentation, d'une tension pouvant atteindre 30 V.

Remontons le courant !

La chute de tension maximale dans (R6/R7) sera de 0,7 V, correspondant à la valeur plafond du débit autorisé par le limiteur d'intensité.

La chute de tension dans la cascade des deux jonctions émetteur-base du Darlington T1 est caractéristiquement de deux fois 0,7 V, soit 1,4 V, en régime de conduction (figure 3).

La tension appliquée sur la base entrée du Darlington devra par conséquent être au moins égale aux 30 V de la sortie, auxquels s'ajoutent le 0,7 V dans l'assemblage série (R5/R6) et le 1,4 V de la double tension émetteur-base de T1, soit 32,1 V, êtes-vous d'accord ?

Pour T1, nous prendrons un MJ 3001, dont voici les caractéristiques essentielles :

Puissance maximale : 150 W – Intensité maximale du courant de collecteur : 10 A – Gain en courant de 1 000, pour un courant de collecteur de 5 A – Tension maximale collecteur-émetteur en base ouverte de 80 V – Température de jonction maximale : 200 °C – Boîtier TO 3.

Selon disponibilité, nous pouvons fort bien remplacer le MJ 3001 par un

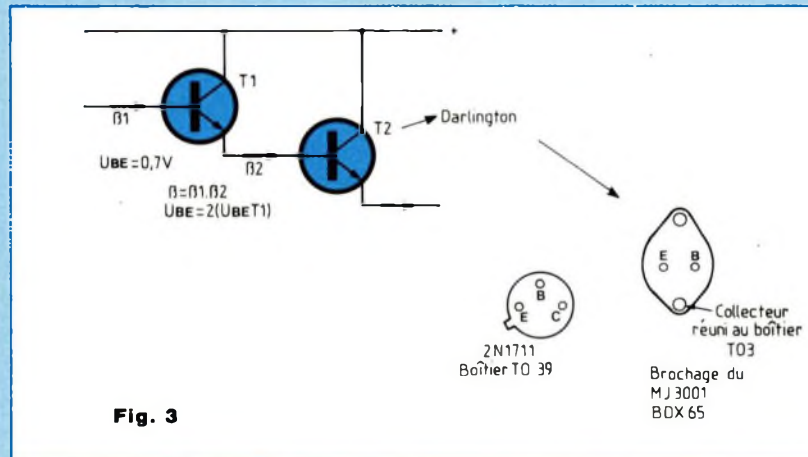


Fig. 3

BDX 65, parfaitement interchangeable. Nous devons réserver une marge de sécurité de 3 V, pour couvrir l'incontournable chute de tension collecteur-émetteur dans T1, à la saturation. Voilà qui nous dicte de prévoir une tension de collecteur de T1 (c'est également la tension minimale admissible en sortie de la cellule de redressement-filtrage) des : 30 V de tension sortie maximale, auxquels s'ajoutent le 0,7 V dans (R6/R7) et les 3 V de tension collecteur-émetteur de T1, à la saturation, soit 33,7 V, disons en gros 34 V, est-ce vu ?

ALIMENTATION DE L'AMPLIFICATEUR OPERATIONNEL

C'est un amplificateur opérationnel CA 3140 (nos entretiens des N° 88 et 89 de Led) que nous chargerons d'assurer la fonction de stabilisateur. Notre préférence se tourne vers cet ampli op, parce qu'il se contente d'une alimentation simple, non pas double, pour son fonctionnement. De plus, la tension appliquée à son entrée non-inverseuse E + peut descendre à zéro volt et même à -0,5 V, sans le moindre problème ...

Cet ampli op va fournir le courant de base dont T1 a besoin, un courant d'intensité maximale

$$\frac{1 \text{ A}}{1 000} = 1 \text{ mA,}$$

puisque le gain en courant de T1 est de 1 000 (c'est un Darlington !). Mais il va faire en sorte de maintenir, à la sortie de l'alimentation, une tension dont la valeur sera un multiple de celle d'une tension d'excellente stabilité, de référence, fixée par nos soins à 1 V.

L'amplificateur opérationnel va donc multiplier, dans le rapport variable à la demande, mais stable, de 1 à 30, la valeur de la tension de référence 1 V. La tension sortie maximale du CA 3140 se situe très près du (+) de la source qui l'alimente, à 0,1 V seulement au-dessous !

Nous devons donc alimenter notre CA 3140 sous les 32,1 V demandés par la base de T1, auxquels s'ajoute le 0,1 V de sécurité pour la tension sortie de l'ampli op, que nous venons d'indiquer, ainsi que la chute de tension dans la résistance R5, résistance parcourue par le courant fourni à la base de T1.

La chute de tension dans R5, dont la valeur résistive est raisonnablement

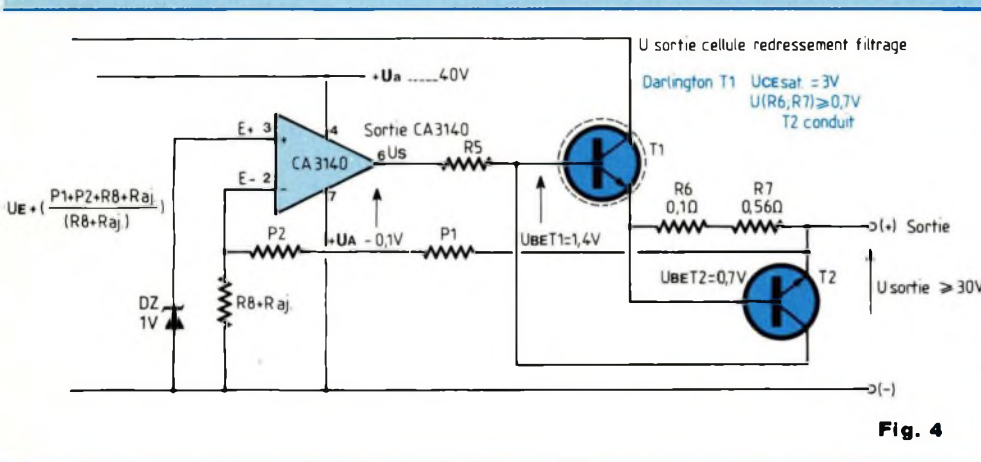


Fig. 4

fixée à 470 Ω , pour ne pas surcharger la sortie de l'ampli op, ni suralimenter en courant la base d'entrée de T1, sera au plus égale à $(470 \times 0,001)$, soit 0,47 V, dans le cas d'une intensité maximale de courant sortie de 1 A.

Désirant une valeur d'intensité maximale du courant sortie de 1 A, nous devons donc alimenter notre ampli op sous la tension de $(32,1 + 0,47 + 0,1)$, soit, en gros, les 33 V que nous procurera une diode Zener de tension nominale ... 33 V, valeur normalisée.

CELLULE DE REDRESSEMENT-FILTRAGE

Le (double) collecteur de T1 doit recevoir, au moins, la tension maximale présente sur l'émetteur de T1 (de 30 V sortie, plus la chute de tension de 0,7 V dans R6/R7) augmentée de la tension collecteur-émetteur (de T1), grandeur se situant aux environs de 3 V, à la saturation.

Il nous faut donc disposer, au niveau du collecteur de T1, d'un minimum de $(30 + 0,7 + 3)$, disons, par sécurité, 34 V, au débit maximal de l'alimentation.

Nous allons maintenant déterminer la

tension minimale que doit délivrer le secondaire du transformateur à l'arrivée secteur (nos entretiens des N° 70 – 72 et 73 de Led).

Tablant selon nos principes, sur un condensateur de filtrage de capacité 4 700 μF , 63 V service, une intensité de courant délivré de 1 A conditionne une tension résiduelle, tension de ronflement, de valeur :

$$\frac{1 \text{ A}}{100 \cdot 4 \text{ 700 } \mu\text{F}} = 2,12 \text{ V}$$

(nos mêmes entretiens).

La chute de tension dans les diodes de redressement étant de 1,4 V, la tension minimale disponible aux bornes du secondaire du transformateur devra couvrir : $(34 + 2,12 + 1,4) = 37,5 \text{ V}$.

En pleine charge, un transformateur de tension nominale 30 V au secondaire, délivrera $(30 \cdot \sqrt{2}) = 42,4 \text{ V}$, il fera donc l'affaire.

Notre alimentation devant fournir un courant sortie de 1 A, le transformateur sera du type normalisé $(30 \text{ V} \times 1 \text{ A}) = \dots 50 \text{ VA}$.

Les diodes du pont redresseur devant "passer" au moins 0,5 A, nous les prendrons, comme nous le faisons habituellement, du type 1N 4007 (1 A – 1 000 V de tension inverse).

Un fusible retardé (ordinaire) de

$$\frac{1 \text{ A} \cdot 30 \text{ V}}{220 \text{ V}} = \dots 0,2 \text{ A}$$

(calibre normalisé), conviendra.

Finalement, nous disposerons, en parallèle au condensateur de filtrage, un petit condensateur de 0,1 μF , lequel absorbera les impulsions transitoires de tension.

MISE EN OEUVRE DU CA 3140

Nous devons faire passer en permanence un courant inverse d'amorçage garanti dans la diode Zener (notre entretien du N° 86 de Led).

Dans les conditions les plus difficiles, lorsque la tension issue de la cellule de redressement-filtrage se situe à son niveau le plus bas, la résistance R1 devra assurer le transit du courant d'amorçage garanti.

La valeur minimale occupée par la tension sortie de la cellule de redressement-filtrage est des $(30 \cdot \sqrt{2}) \text{ V}$ du secondaire, dont nous déduisons la perte dans les diodes du pont redresseur, de 1,4 V et la tension de ronflement maximale, soit 2,12 V, pour un transit de 1 A.

Tablons sur une tension utile de $(42,4 - 1,4 - 2,12) = 38,9 \text{ V}$.

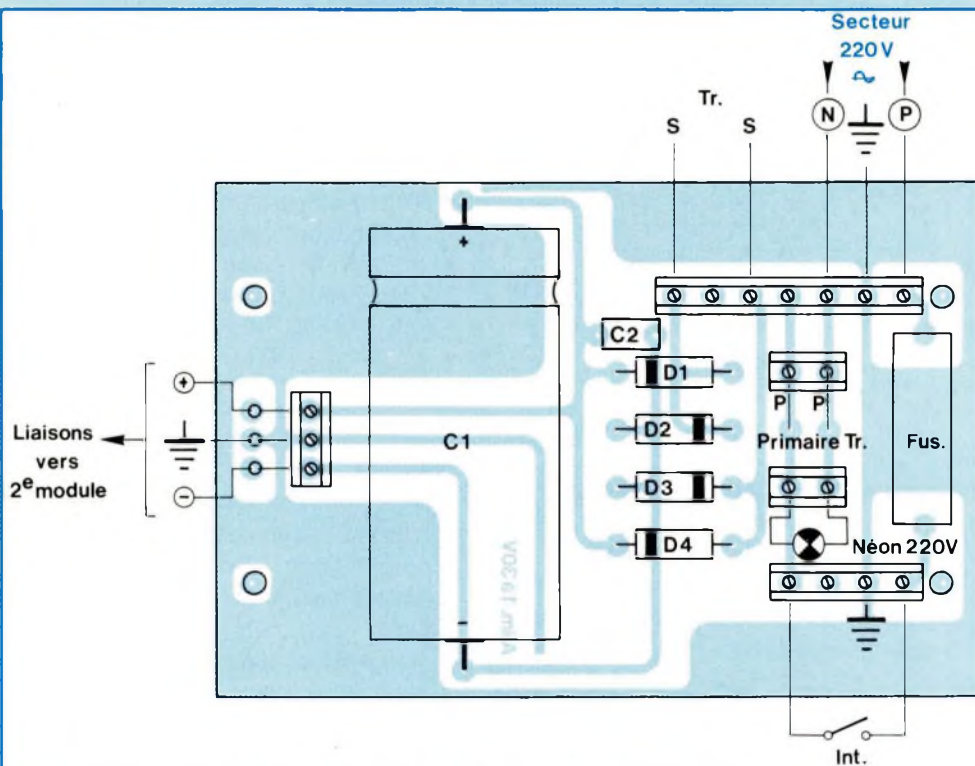
Le CA 3140 accepte d'être alimenté sous 40 V, c'est parfait !

La résistance R1 doit conditionner la chute de tension de 38,9 à 33 V de la diode Zener, en véhiculant le courant permanent d'amorçage (figure 4).

Mais R1 doit également transiter le courant consommé par le dispositif (R2, Z2, R3 et R4), lequel va fixer à 1 V la tension stabilisée de référence, appliquée à l'entrée E + de l'ampli op.

Car l'ampli op va s'arranger pour main-

L'exploitation de la connaissance



NOMENCLATURE

• Résistances 1/2 W

- R1 – 1 000 Ω
- R2 – 10 k Ω
- R3 – 5,6 k Ω
- R4 – 2 R de 2,2 k Ω en parallèle
- R5 – 470 Ω
- R8 – 330 Ω

• Résistances de puissance

- 3 (ou 5) W
- R6 – 0,1 Ω
- R7 – 0,56 Ω

• Potentiomètres à courbe linéaire

- P1 – 470 Ω
- P2 – 10 k Ω

• Résistance ajustable

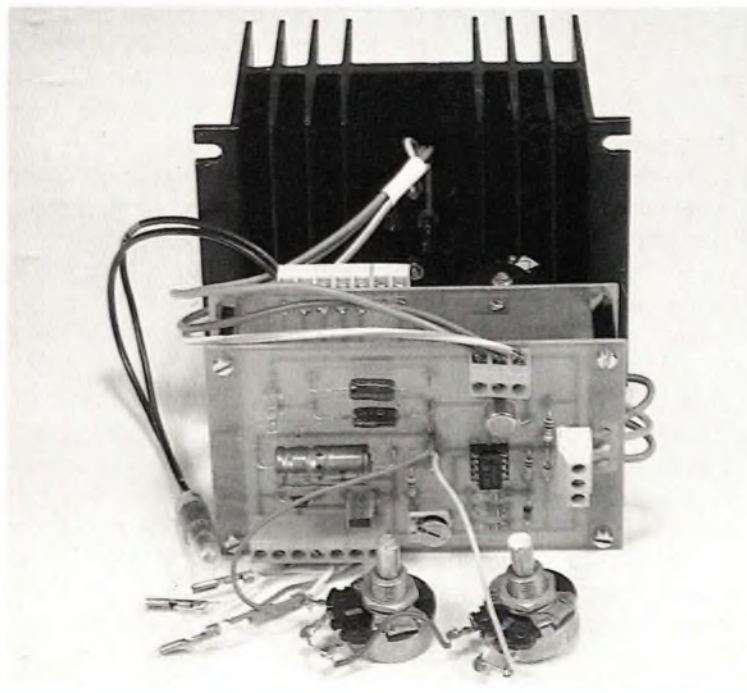
- Raj – 100 Ω

• Condensateurs

- C1 – 4 700 μ F/63 V
- C3 – 100 μ F/63 V
- C2 – C4 – 0,1 μ F

• Semiconducteurs

- Circuit intégré CA 3140, avec son support
- 5 diodes 1N 4007
- Z1 – Zener de 33 V/1,3 W
- Z2 – Zener de 6,2 V/1,3 W
- T1 – Darlington MJ 3001 (ou BDX 65)
- T2 – 2N 1711



tenir, en sortie de l'alimentation, une tension rigoureusement proportionnelle à cette tension stabilisée de 1 V, tension de référence, c'est ce que nous voulons.

Faisons passer, dans les résistances R3 et R4, un courant permanent d'intensité 1 mA, ce qui est extrêmement généreux devant le pA que consomme le CA 3140 en ses entrées !

La diode Z2 sera du type 6,2 V – 1,3 W, dont la dérive thermique est particulièrement faible, un atout majeur dans la recherche de la stabili-

DES COMPOSANTS

• Divers

Transformateur 220/30 V –
50 ou 80 VA
Fusible retardé avec son porte-fusible –
5 x 20 – 0,315 A

Dissipateur thermique de 1 °C/W,
genre ML 39. Le Darlington ballast sera
isolé de son dissipateur, avec isolant
mica (ou plastique) graissé siliconé.

1 Interrupteur secteur 3 A – 250 V AC
8 Borniers à 2 entrées, 5 à 3 entrées
Bornes isolées disposées en façade,
pour branchement des instruments de
mesure (voltmètre, ampèremètre) et
pour liaison de mise à la terre.

1 Voyant néon 220 V

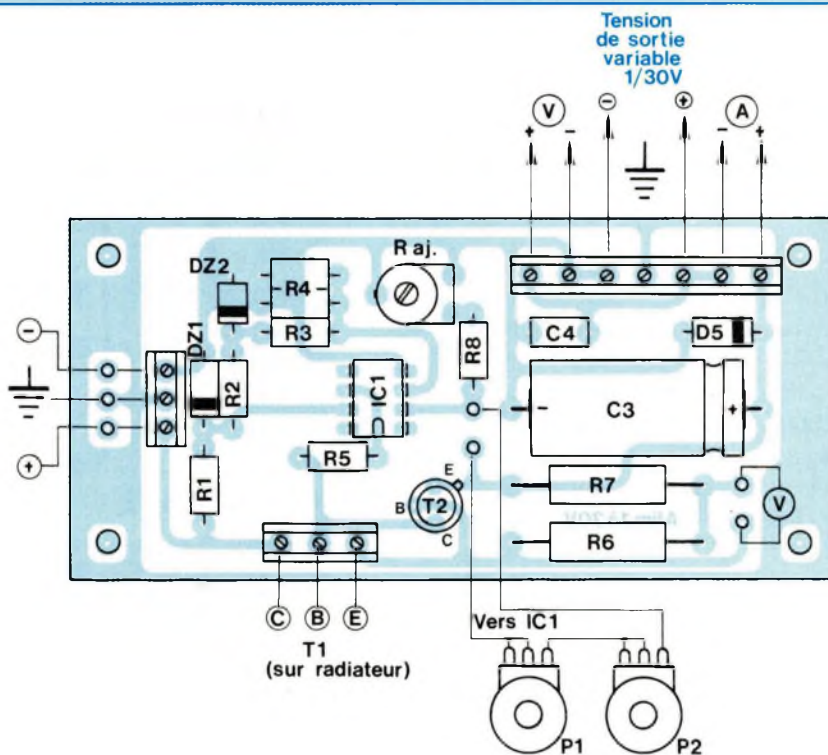
2 Boutons de commande des axes des
courseurs des potentiomètres

2 Picots à souder et 2 cosses femelles
pour connexion des potentiomètres

2 Circuits imprimés, avec 4 entretoises
de 20 mm et la visserie.

1 Cordon secteur 3 conducteurs, avec
son passe-fil.

Boîtier ventilé pour abriter l'alimenta-
tion, équerres de fixation du montage,
fil de câblage, etc ...



té du système, son courant d'amorça-
ge sera fixé à 1,5 mA (numéro 86).

La résistance R2 transitera un courant
global d'intensité (1 + 1,5), soit 2,5 mA,
selon une chute de tension depuis les
33 V de Z1, jusqu'aux 6,2 V de Z2.

$$R2 = \frac{(33 - 6,2) \text{ V}}{2,5 \text{ mA}} = 10\,720, R2 = 10 \text{ k}\Omega$$

Si nous faisons passer un courant
d'amorçage de 3,5 mA dans Z1, la
résistance R1, alimentant le dispositif
stabilisateur, parcourue par un courant
d'amorçage global de (2,5 + 3,5)

= 6 mA, sera le siège d'une chute de
tension de (38,9 – 33) = 5,9 V.

$$R1 = \frac{5,9 \text{ V}}{6 \text{ mA}} = 983, R1 = 1 \text{ k}\Omega$$

Quant aux résistances R3 et R4,
constituant un pont diviseur soumis à la
tension de Z2, de 6,2 V, dont le point
milieu doit être fixé à 1 V, il suffit de
donner à R3 la valeur de 5,6 kΩ et de
constituer R4 en assemblant en paral-
lèle deux résistances d'égale valeur
2,2 kΩ, tout simplement ...

Aux bornes de "R4" est présente la ten-
sion de référence

$$\frac{6,2 \text{ V} \cdot 1,1 \text{ k}\Omega}{(1,1 + 5,6) \text{ k}\Omega} = \dots \text{ V,}$$

comme nous le désirions.

AMPLIFICATION

Nous vous avons déjà entretenus de
cette particularité qui caractérise l'am-
plificateur opérationnel, à savoir son
entêtement à toujours ramener ses
entrées au même potentiel ...

L'entrée E + de notre 3140 étant main-
tenue au potentiel stabilisé de référé-

L'exploitation de la connaissance

rence 1 V, son entrée E - sera maintenue, par lui, au même potentiel.

La valeur de la tension sortie de notre alimentation est rendue proportionnelle à la tension de référence présente sur E +, par conséquent sur ... E -, selon le rapport variable conditionné par les valeurs résistives de P1, P2, R8 et Raj, lesquels constituent bien un pont diviseur résistif.

La tension sortie de l'alimentation sera donc toujours ramenée, par les bons soins de l'ampli op, à une valeur rigoureusement proportionnelle à celle de la tension de référence, tout simplement ...

La valeur de la tension sortie sera :

$$1 \text{ V} \times \frac{P1 + P2 + R8 + Raj}{R8 + Raj}$$

$$= 1 \text{ V} \cdot \left(1 + \frac{P1 + P2}{R8 + Raj} \right)$$

Donnons à P1 la valeur nominale de 470 Ω et à P2 celle de 10 kΩ.

Pour obtenir 30 V en sortie de l'alimentation, nous devons avoir :

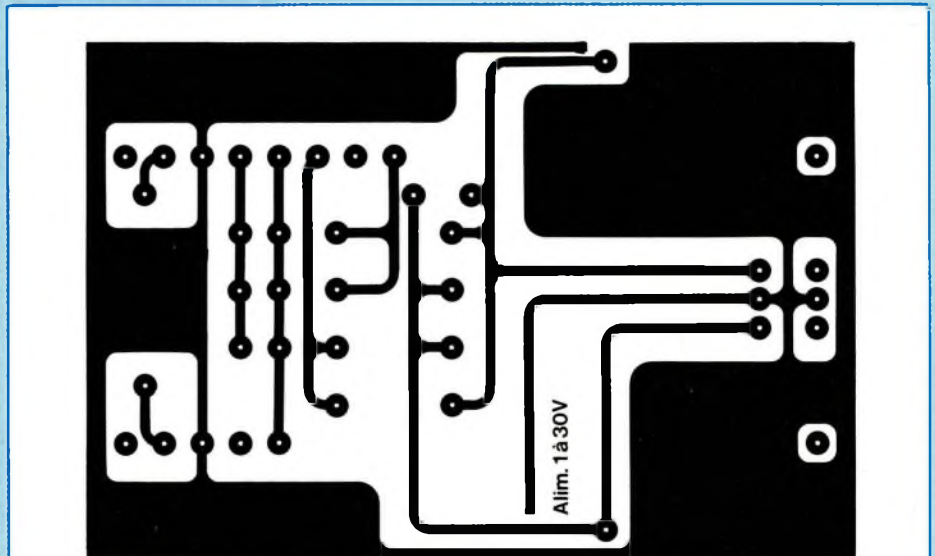
$$\left(1 + \frac{P1 + P2}{R8 + Raj} \right) = 30$$

$$(P1 + P2) = 29 (R8 + Raj)$$

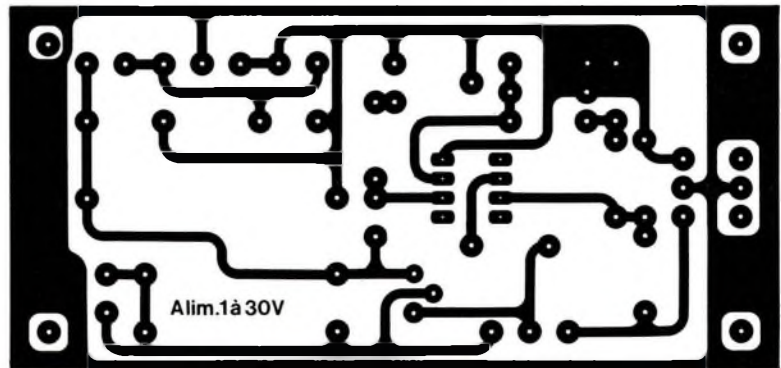
$$(R8 + Raj) = \frac{10\,000 + 470}{29} = 361 \text{ } \Omega$$

Prenons : R8 = 330 Ω et Raj = 100 Ω (valeurs normalisées).

Nous positionnerons les curseurs des potentiomètres P1 et P2 pour la mise en service des valeurs résistives maximales de ces potentiomètres P1 et P2, puis nous interviendrons sur la position du curseur de Raj pour obtenir une tension de 30 V en sortie de l'alimentation, c'est tout, pour ce qui est du tarage ...



Circuit redressement/filtrage.



Circuit de stabilisation et variation de la tension de sortie.

Mais vous allez découvrir maintenant l'avantage offert par notre dispositif potentiométrique.

La variation de la tension sortie étant commandée par action sur les curseurs rotatifs des potentiomètres P1 et P2, du type à courbe de réponse linéaire, vous apprécierez, à n'en pas douter, le confort que procure ce dispositif.

P1, de valeur 10 kΩ, permet l'accès

rapide à une tension sortie de valeur très voisine de celle désirée. P2, de valeur 470 Ω, en permet le réglage fin, un vrai plaisir, aux dires de ceux qui ont construit cette alimentation.

Nous attirons votre aimable attention sur le fait que les potentiomètres P1 et P2 doivent être obligatoirement du type à piste, moulée de préférence, pour un usage sûr et intensif. Il convient de reje-

ter tout potentiomètre de type bobiné, lequel offre d'excellentes qualités, certes, mais dont le contact du curseur avec les spires du bobinage ne convient pas ici. La parfaite continuité du contact curseur-piste est la seule qui convienne dans le cas présent ...

DISSIPATEUR THERMIQUE

Le Darlington ballast T1 sera obligatoirement pourvu d'un dissipateur thermique, dont nous allons déterminer la valeur de la résistance thermique.

La tension moyenne développée sur le collecteur de T1 est celle qui est présente en sortie de la cellule de redressement-filtrage, diminuée de la moitié de la valeur de la tension de ronflement, soit :

$$(30\sqrt{2} - 1,4 - 1,12) = 40 \text{ V}$$

Lorsque la tension sortie est minimale, de valeur 1 V, T1 subit une chute de tension moyenne de $(40 - 1) = 39 \text{ V}$.

Lorsque l'intensité du courant débité est maximale, de 1 A, la puissance alors développée au sein de T1 atteindra sa valeur maximale de $(39 \text{ V} \cdot 1 \text{ A}) = 39 \text{ W}$.

La valeur de la résistance thermique Rth (d) du dissipateur, dont T1 doit être muni, nous est donnée par l'expression :

$$R_{th} (d) = \frac{T_j - T_a}{P} - R_{th} (j-b) - R_{th} (b-d)$$

Dans cette expression :

- T_j = Température maximale de jonction, de 200 °C chez le MJ 3001.

- T_a = Température ambiante, de l'ordre de 30 °C.

- P = Puissance développée chez le MJ 3001, dont nous avons déterminé la valeur, de 50 W.

- $R_{th} (j - b)$ = Résistance thermique jonction-boîtier, classiquement de 1,5 °C/W, chez le boîtier TO 3.

- $R_{th} (b - d)$ = Résistance thermique boîtier-dissipateur, de valeur 0,3 °C/W, dans le cas du boîtier TO 3 isolé à l'aide d'un mica graissé siliconé.

$$R_{th} (d) = \frac{200 - 30}{39} - 1,5 - 0,3$$

$$= 4,36 - (1,5 + 0,3)$$

$$R_{th} (d) = 2,6 \text{ °C/W}$$

Un dissipateur de résistance thermique de valeur 1 °C/W, du type ML 39, par exemple, conviendra parfaitement ...

QUELQUES PRECISIONS

Nous confierons à un bon vieux et fidèle transistor NPN 2N 1711, le soin de limiter l'intensité du courant sortie.

Un condensateur de 100 µF, 63 V service, viendra effacer les éventuelles ondulations résiduelles de la tension sortie. Un condensateur de 0,1 µF, associé à lui en parallèle, "avalera" les possibles transitoires.

Une diode 1N 4007 sera disposée entre l'entrée et la sortie de l'alimentation, dans le sens inverse de (sa) conduction, constituant un dispositif de sécurité en cas de couplage avec une autre alimentation en série (nos entretiens du N° 73 de Led).

Naturellement, nous disposerons sur la platine un bornier à deux entrées, pour y brancher un voltmètre de contrôle de la tension en sortie.

Un autre bornier à deux entrées sera installé, auquel sera connecté un voyant lumineux au néon, fonctionnant sous les 220 V du secteur, renseignant sur l'état Marche-Arrêt de l'alimentation.

Georges Matoré

PETITES ANNONCES GRATUITES

Vends : • Transfos Secla, tôle à grains orientés, double enroulement (anti-ronflement), 1 000 VA, 2 x 60 V, 680 F ; 500 VA, 2 x 50 V : 540 F.

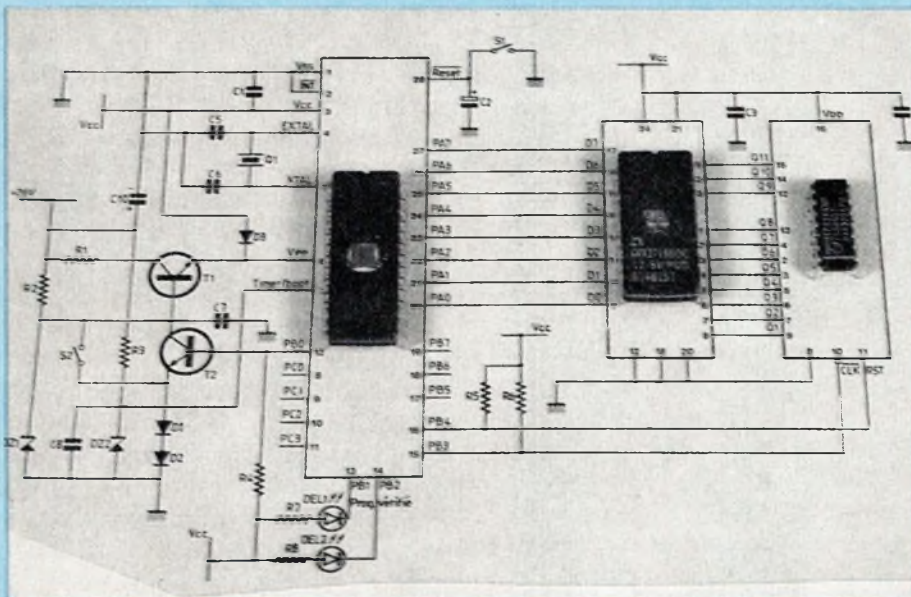
• Condos 15 000 µF 100 V : 120 F. Matériel neuf. Tél. au 63.74.79.87 demander Norbert.

Pour mon ampli en panne, je cherche le schéma de l'"American Audio Try One". Urgent. Me contacter au 34.64.15.32 le soir ou écrire : M. Nguyen, 13, rue du Commerce, 95610 Eragny-sur-Oise.

Vends chaîne Mitsubishi Vertical Music Center M-C 8000, FM stéréo, MW, LW, FM + 6 présélections, platine tourne-disques verticale à commande électronique 33 et 45 tours à mémoire et programme automatique, platine à cassettes, 4 pistes, 2 canaux, sélection Metal, Special, Normal, antenne FM en T, Dolby NR, 2 H.P. (avec possibilité de + 2). Urgent cause départ : 3 500 F. 43.26.50.06 pour rendez-vous.

Vds châssis à insoler CIF, format utile 200 x 400. Machine à graver CIF avec chauffage, format utile 180 x 240. Cassettes pour micro-ordinateur Oric Atmos : Oric Mon, Light Cycle, Nowontnik Puzzle, Genius, Centipede, etc. Tél. : 59.26.04.99.

LE MC 68 705 P3 ET SON UTILISATION PRATIQUE



S'il est un microprocesseur fort utilisé actuellement, c'est bien le MC 68705 P3 de MOTOROLA. Plusieurs de nos maquettes en sont déjà équipées et d'autres en préparation, le seront également (télécommande infra-rouge 12 voies, entre autres ...). Un article avait été rédigé par M. ESTEVES dans les numéros 56 et 57 de Led. Ces numéros, épuisés depuis, nous conduisent actuellement à devoir régulièrement faire appel au photocopieur pour vous faire connaître le contenu de cet article. Nous avons donc jugé préférable, quatre années après, de le republier, en y apportant quelques modifications, notamment au niveau de la réalisation pratique du programmeur ..

Avant d'entreprendre la réalisation de notre programmeur, nous allons étudier l'ensemble des caractéristiques du microprocesseur avec, pour terminer cette étude, un exemple concret de programme, afin que vous puissiez utiliser ce composant dans de très bonnes

conditions et avec toutes les chances de succès.

LE MC 68705 P3 CARACTERISTIQUES GENERALES

Ce composant fait partie des microprocesseurs "monochip" ou "single

chip". L'unité centrale de celui-ci est dérivée des microprocesseurs de la famille 6800 de Motorola. Il renferme dans un même boîtier (figure 1) :

- Une unité centrale de traitement, comprenant 5 registres que l'on nomme Le Programmeur,
- Une mémoire EPROM de 1804 octets,
- Une mémoire RAM de 112 octets,
- Une mémoire (non accessible à l'utilisateur) de 115 octets, contenant les instructions nécessaires à sa propre programmation,
- Un timer programmable,
- Une horloge interne fonctionnant avec un quartz, une résistance ou un simple pontage,
- Un circuit de remise à zéro automatique dès la mise sous tension,
- Trois sources d'interruption,
- Une entrée de détection de passage à zéro,
- Vingt lignes d'entrées : sorties compatibles TTL et CMOS, divisées en trois ports :

Port A : 8 lignes

Port B : 8 lignes

Port C : 4 lignes

Le port B est assez puissant pour commander directement des LED ou des afficheurs.

Comme vous pouvez le constater, ce circuit est une petite merveille. Il est logé dans un boîtier de 28 broches et la figure 2 vous en donne l'attribution. La figure 3, quant à elle, vous montre le détail de l'organisation mémoire. Vous remarquerez que les 16 premiers octets de RAM sont attribués aux divers registres et ports d'entrées - sorties.

ETUDIONS A PRESENT LE "PROGRAMMEUR" DU 68705 ...

Les 5 registres contenus dans l'unité centrale sont les suivants (figure 4) :

- L'accumulateur A (8 bits). C'est dans ce registre que toutes les opérations logiques et arithmétiques seront effectuées.

THEORIE ET PRATIQUE

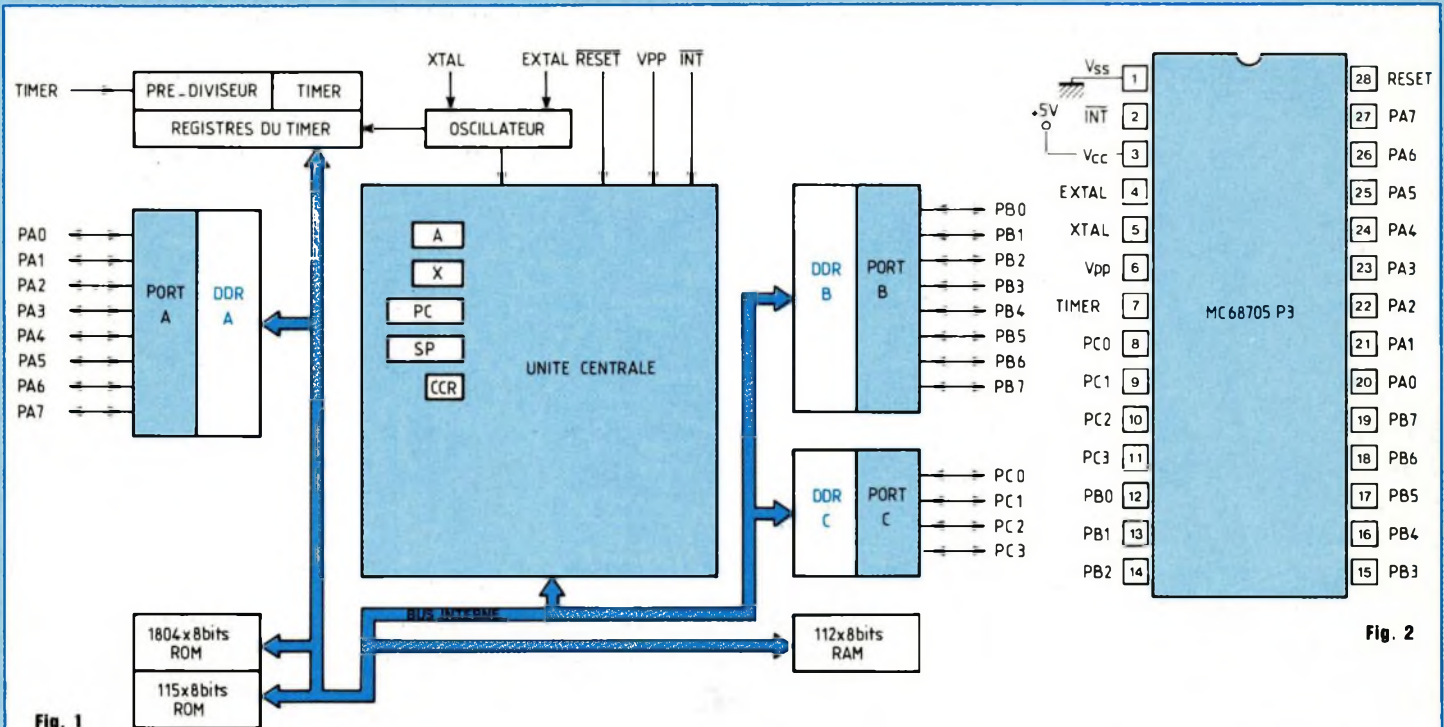


Fig. 1

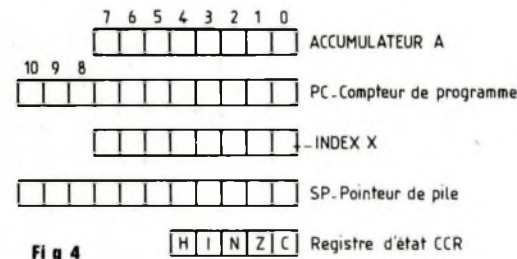


Fig 4

– L'index X (8 bits). Celui-ci sert à un mode d'adressage bien déterminé : l'adressage indexé. Il possède également d'autres attributions, comme par exemple, le transfert de données entre l'accumulateur A et lui-même et vice-versa.

– Le PC, ou Program Counter, ou en bon français, le compteur ordinal (11 bits). On peut dire également Compteur ou Pointeur de Programme. Ce registre est fondamental et indis-

pensable à l'exécution d'un programme. Il désigne l'adresse de l'instruction suivante à exécuter. Pour être plus précis, ce registre dépose son contenu sur le bus des adresses. La mémoire concernée va lire ce contenu et déposer à son tour, sur le bus des données, le contenu de l'adresse spécifiée par le PC. Cette donnée, correspondant à une instruction, sera bien envoyée vers le microprocesseur.

– Le SP ou Pointeur de pile. Ce registre

pointe en permanence sur la dernière adresse entrée. Ces adresses, entrées les unes à la suite des autres, forment ce que l'on appelle une "Pile". Le pointeur traitera ces adresses sur le principe suivant : dernière entrée – première sortie. Ce registre possède également 11 bits, mais ne devant traiter que 112 octets de RAM, les 6 bits de poids fort sont en permanence à 000011.

– Le CCR, pour Condition Code Regis-

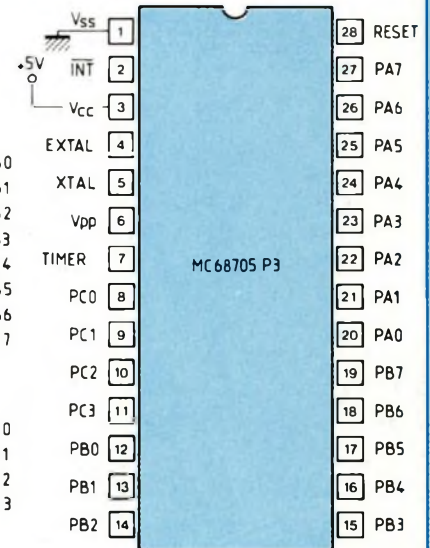


Fig. 2

0000	REGISTRES	PORT A	0	
000F	112 octets RAM	PORT B	1	
0010		1111 PORT C	2	
001F		Non utilisé	3	
007F	1668 octets ROM	DDRA	4	
0080		DDRB	5	
		1111 DDRC	6	
		Non utilisé	7	
	115 octets ROM d'auto Program	Données TIMER	8	
		Contrôle TIMER	9	
0784	8 octets Vecteurs d'interruption	Non utilisé	A	
0785		Contrôle	B	
		Non utilisé	C	
		Non utilisé	D	
		Non utilisé	E	
		Non utilisé	F	
07F7				
07F8				
07FF				

Fig. 3

LE MC 68705 P3 DE MOTOROLA

ter, ou registre d'état. Ce registre est constitué de 5 bits qui ont chacun une signification particulière :

H : Half-carry ou demi-retenue. Ce bit n'est positionné à 1 que lors d'une opération sur 4 bits, quand il y a une retenue du quatrième bit sur le cinquième.

I : Interrupt mask ou masque d'interruption. Ce bit est positionnable par programme et sert à autoriser ou non les interruptions sur la ligne INT, ou en provenance du Timer A 1, les interruptions sont "masquées", c'est-à-dire interdites. A 0, elles sont autorisées.

N : Negative ou, vous l'auriez deviné, Négatif. Ce bit est positionné à A, si le résultat de la dernière opération a été négatif.

Z : Zero (sans commentaires ...). Ce bit est positionné à 1 si le résultat de la dernière opération a été nul.

C : Carry ou retenue. Ce bit est positionné à 1, si le résultat de la dernière opération a engendré une retenue. Ce bit est également utilisé lors d'opérations de décalages logiques.

Nous avons fait le tour des caractéristiques internes du MC 68705 P3. Voyons à présent la manière de s'en servir ...

UTILISATION PRATIQUE

Nous allons commencer par détailler l'utilisation de chacune des broches (figure 2) :

Broche 1 : Vss. Masse du circuit. A relier au (-) de l'alimentation.

Broche 2 : $\overline{\text{INT}}$. Entrée d'interruption. Cette broche est active au niveau bas (barre en dessus). Les figures 5a et b vous montrent l'utilisation de cette broche. Si elle n'est pas utilisée, il vous faut la relier au +5 V, par une résistance de 4,7 k Ω .

Broches 3 : Vcc. Alimentation du circuit, à relier au +5 V.

Broches 4 et 5 : Extal, Xtal. Entrées d'horloge. Voyez en figure 6 les diverses possibilités de branchement :

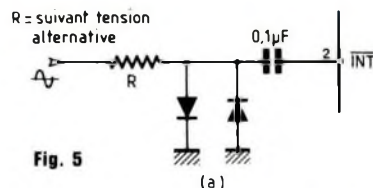
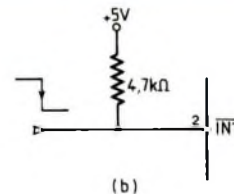


Fig. 5



(b)

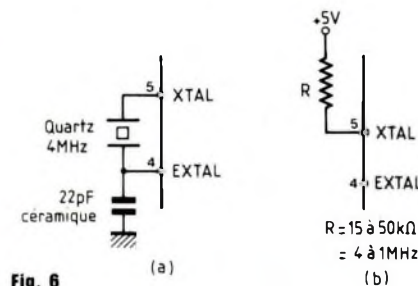
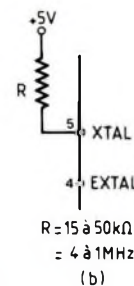
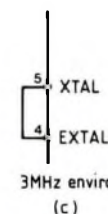


Fig. 6

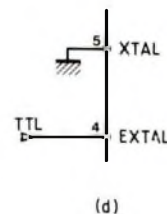
(a)



(b)



(c)



(d)

en a, la précision de la fréquence sera celle du quartz utilisé, dont la valeur minimum sera de 1 MHz et la valeur maximum de 4 MHz. En b, en utilisant une résistance, la précision ne sera que de $\pm 10\%$. En c, un pontage des broches 4 et 5 vous donnera une précision de $\pm 20\%$ et en d, la fréquence de référence sera produite par une source extérieure. Dans ce cas, la précision sera celle de la source en question.

Broche 6 : Vpp. C'est sur cette broche que sera appliqué le 21 V, nécessaire à la programmation du circuit. En dehors de cela, cette broche devra être reliée au +5 V de l'alimentation.

Broche 7 : TIMER. Sur cette broche, une horloge externe peut être connectée, pour un éventuel décomptage du Timer. Lors de la programmation, cette broche devra recevoir une tension de 12 V.

Broches 8 à 11 : PC 0 à PC 3. Port C d'entrées-sorties. La figure 7 vous donne les possibilités de chacun des ports A, B et C. En sortie, ce port peut commander des portes de circuits CMOS alimentés en 5 V, ainsi que des portes de circuit TTL.

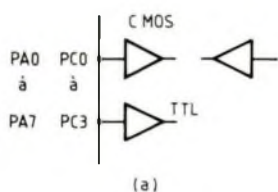
Broches 12 à 19 : PB 0 à PB 7. Port B

d'entrées-sorties. Ce port est le plus puissant et peut sans problème commander des LED ou des afficheurs à LED ou attaquer directement la base d'un transistor Darlington.

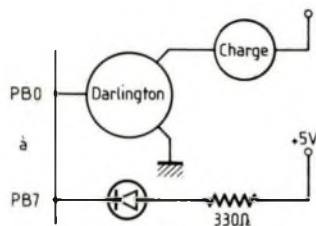
Broches 20 à 27 : PA0 à PA7, Port A Les caractéristiques de ce port sont identiques à celles du port C.

Broche 28 : RESET ou RAZ, ou encore, Remise à Zéro. Voyez en figure 8 le schéma d'utilisation de cette dernière broche. La remise à zéro du circuit s'effectue au niveau bas. De ce fait, en fonctionnement normal, cette broche doit être reliée au +V de l'alimentation, ce qui est le cas par l'intermédiaire d'une résistance interne au circuit. Il suffit donc de brancher à cette broche, un condensateur de 1 μF (au tantale pour éviter les fuites), pour avoir un Reset automatique à chaque mise sous tension du circuit. En ajoutant un bouton-poussoir à cette broche, il nous sera possible d'effectuer un Reset manuellement, quand nous le désirons.

D'après les explications que nous venons de voir, vous admettrez qu'il devient très facile de mettre en oeuvre un tel circuit. Un minimum de composants périphériques sont nécessaires



(a)



(b)

Fig. 7

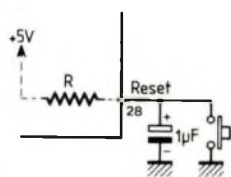


Fig. 8

pour que notre microprocesseur MC 68705 P3 puisse commander "presque" n'importe quoi ...

INITIALISATION DU MICROPROCESSEUR

Pour effectuer son programme correctement, le microprocesseur doit avoir ses lignes des ports A, B et C positionnées, soit en sortie, soit en entrée et ce, en fonction du travail qu'il devra exécuter. Cette phase du programme se nomme Initialisation. Voyons comment cela se passe ...

Chaque port d'entrées-sorties possède un registre nommé DDR (figure 1), pour Data Direction Register ou registre des données. Ces registres possèdent le même nombre de bits que le port associé. Ce sont ces DDR qui vont nous permettre de positionner les lignes du port concerné, soit en entrée, soit en sortie et individuellement les unes des autres. Un bit du DDR au niveau logique 1 mettra la ligne du port correspondant en sortie et un niveau 0 mettra cette même ligne en entrée.

Voici un exemple : prenons le port A. Imaginez qu'il nous faille avoir les lignes PA0, PA3, PA6 et PA7 en sortie

et les autres lignes PA1, PA2, PA4 et PA5 en entrée. Il nous suffira pour obtenir ce résultat, de mettre dans le DDRA, le code binaire 11001001. Ceci est valable pour les deux autres ports. A propos du port C, celui-ci ne possède que quatre lignes (PC0 à PC3), les quatre autres lignes sont positionnées à 1 en permanence.

Les instructions nécessaires à la programmation des DDR sont les suivantes :

- LDA C9 (C9 étant le code hexadécimal de 11001001). L'instruction LDA permet de charger dans l'accumulateur A le code C9.
- STA DDRA. Cette instruction (STA) transfère le contenu de l'accumulateur A dans le DDRA.

Le positionnement des lignes des ports A, B et C se faisant donc par programmation, imaginez la facilité que nous aurons pour changer à tous moments le sens de ces lignes en cours de programme. Mais n'anticipons pas .. Le détail complet de toutes les instructions, ainsi qu'un modèle complet de programme vous seront donnés plus loin. Passons à présent à l'étude de notre programmeur de MC 68705 P3.

PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

La programmation du MC 68705 P3 s'effectue par recopie du contenu d'une mémoire EPROM 2716. C'est donc dans cette mémoire que votre programme une fois conçu, sera initialement introduit. Ce travail de programmation d'EPROM pourra se faire, soit par l'intermédiaire de votre micro-ordinateur, si vous possédez une carte adéquate, soit avec le **programmeur d'EPROM autonome décrit dans le N° 68 de Led.**

Voyons de quelle manière fonctionne notre programmeur de microprocesseur, en nous reportant au schéma de principe de la figure 9.

Nous y trouvons d'abord un circuit intégré 4040 (IC1), qui est un compteur binaire sur 12 bits. Son entrée horloge, broche 10, est reliée à la ligne PB3 du microprocesseur. Souvenez-vous que notre MC 68705 possède d'origine son propre programme ... de programmation, qui se situe de l'adresse 0785 à l'adresse 07F7 (figure 3). Dès la mise sous tension, il enverra sur l'entrée horloge du 4040, les impulsions nécessaires à l'avance des adresses. Le code binaire résultant est directement appliqué au support IC2, destiné à recevoir l'EPROM contenant notre programme.

De par son branchement, cette dernière est en permanence en mode "lecture". A chaque avance des adresses de 1, nous trouverons en sortie de l'EPROM, sur ses lignes de données D0 à D7, le code binaire correspondant à l'instruction se trouvant à l'adresse en question. Les lignes de données de la mémoire sont reliées au support IC3 destiné à recevoir le MC 68705. C'est le port A qui est chargé de recueillir les données, qui seront alors inscrites dans la mémoire du microprocesseur, à partir de l'adresse 0080.

LE MC 68705 P3 DE MOTOROLA

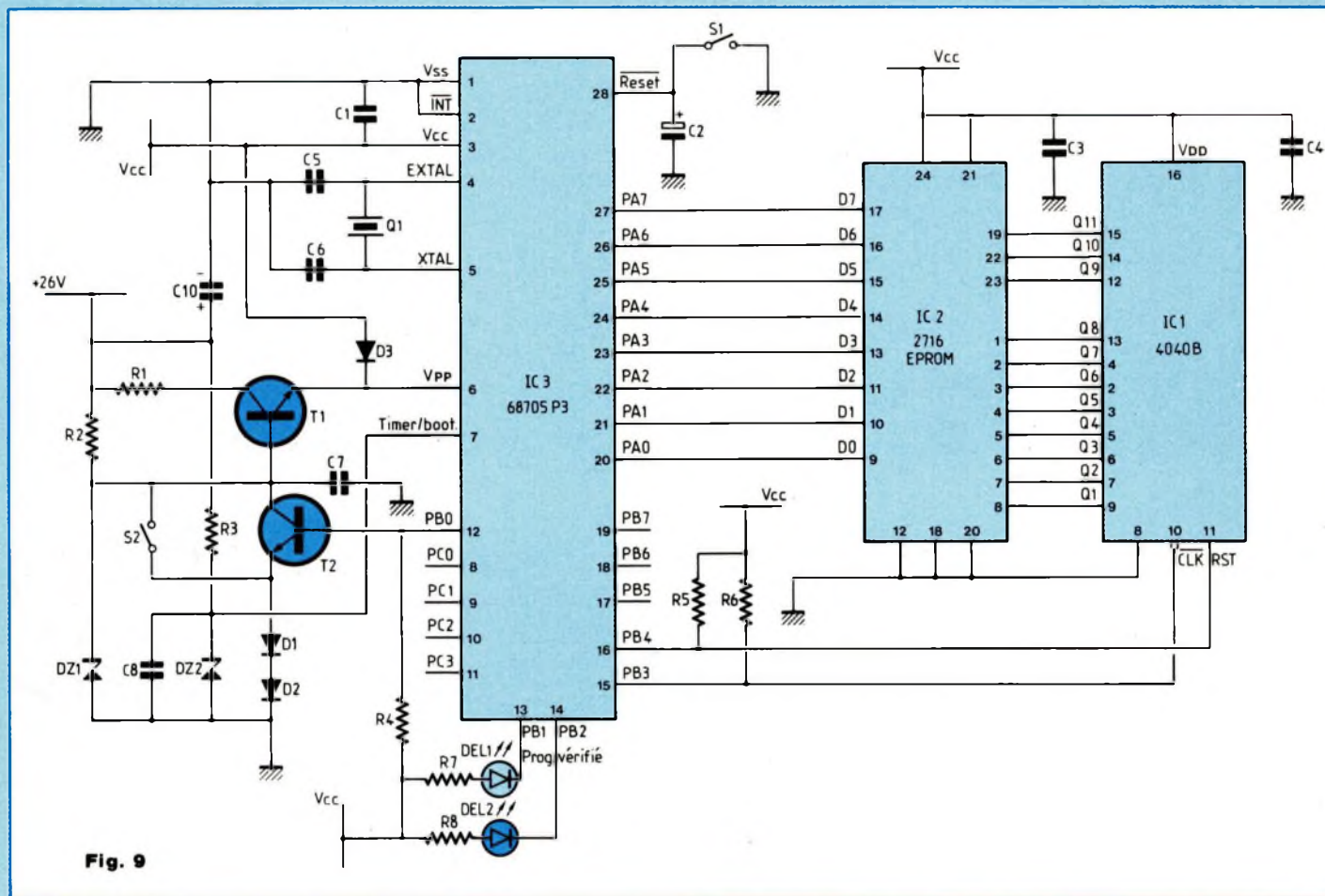


Fig. 9

Le principe de la programmation étant vu, passons à l'examen des composants périphériques au MC 68705, nécessaires à son fonctionnement.

Sur la broche 28, nous voyons un condensateur C2 destiné à produire une remise à zéro automatique dès la mise sous tension. Sur cette même broche est connecté un interrupteur S1 avec lequel nous pourrions effectuer une RAZ manuellement.

L'horloge, constituée du quartz de 1 MHz et de C5 et C6, est connectée sur les broches 4 et 5 prévues à cet effet. Le microprocesseur a besoin de trois tensions d'alimentation. La première, +5 V, est l'alimentation générale de l'ensemble du circuit. La seconde, +12 V, est destinée à l'entrée Timer,

broche 7 et la troisième, +21 V, sert à la programmation proprement dite. Cette dernière tension, obtenue à partir des 26 V de l'alimentation que nous allons construire un peu plus loin, ne doit être appliquée sur la broche 6 qu'à des instants bien précis. En dehors de cela, la broche 6 doit être reliée au +5 V. C'est la ligne PB0 du microprocesseur qui est chargée de commander l'application de la tension de programmation, par l'intermédiaire des transistors T1 et T2 et des composants associés.

La diode DZ1 est une zener permettant la régulation de la tension de 26 V à 21 V.

La diode D3, quant à elle, permet l'application du +5 V sur la broche 6, en

l'absence de la tension de 21 V. Sur les lignes PB1 et PB2, nous voyons deux LED. De par la conception de son programme interne, lorsque la programmation totale des instructions contenues dans l'EPROM 2716 est terminée, le microprocesseur allume la LED DEL 1. Ce même programme effectuera ensuite une vérification, c'est-à-dire une comparaison des instructions qu'il vient de programmer, avec celles contenues dans l'EPROM. Si cette vérification s'est avérée exacte, il allumera alors la LED DEL 2, vous signalant ainsi la fin et le bon déroulement de la programmation. Il vous suffira alors de mettre le programmeur hors tension et d'enlever l'EPROM et le microprocesseur.

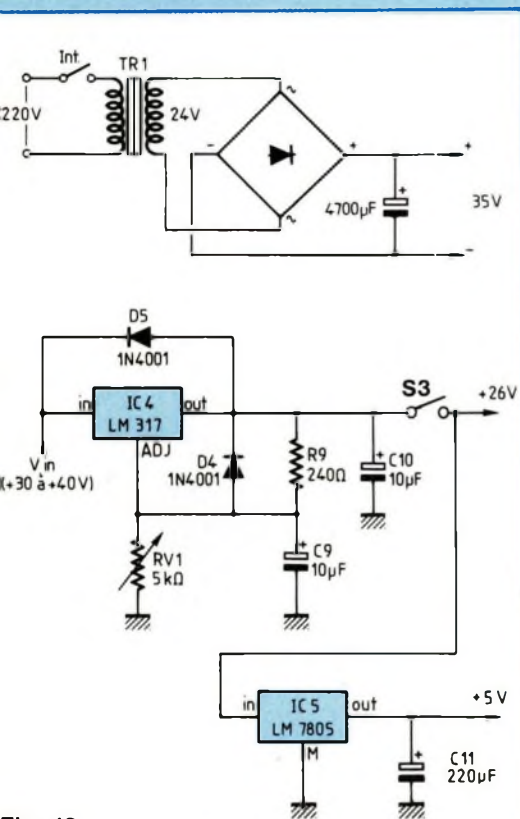


Fig. 10
Schémas de l'alimentation du programmeur de 68705 P3
- Redressement et filtrage
- Régulation +26 V et +5 V.

ALIMENTATIONS

Elles sont au nombre de deux, comme l'indique notre schéma de la figure 10. Une tension continue de l'ordre de 35 V est obtenue à partir d'un transformateur possédant une tension secondaire de 24 V ~.

Cette tension énergiquement filtrée par un électrochimique de 4700 µF, est appliquée à l'entrée d'un régulateur LM 317 T dont la sortie "out" est ajustée à +26 V au moyen de RV1.

Cette même tension est ensuite réinjectée à l'entrée d'un régulateur fixe 7805, dont la broche "out" délivrera le potentiel +5 V, potentiel découplé par le condensateur C11.

Précédemment, nous avons parlé de

potentiels de +12 V pour l'entrée TIMER et de +21 V pour la programmation. Voyons à la figure 9 comment sont obtenues ces deux tensions à partir du +26 V fourni par le LM 317 T.

Le +26 V est tout d'abord découplé en entrée par le condensateur C10.

Tension de +21 V

La résistance R2 polarise la diode zener DZ1 de 22 V qui, étant placée dans la base du transistor T1, permet de recueillir sur son émetteur, une tension stabilisée de $22 \text{ V} - 0,6 \text{ V} = 21,4 \text{ V}$.

Le condensateur C7 connecté en parallèle sur DZ1, permet de minimiser le bruit de ce semiconducteur.

Tension de +12 V

Un même principe de stabilisation par diode zener est réalisé avec DZ2 de 12 V. La zener est polarisée à partir du +26 V par la résistance R3 qui doit maintenir à ses bornes, une tension de $26 - 12 = 14 \text{ V}$.

Un condensateur de filtrage C8 est également placé en parallèle sur DZ2. Nous allons à présent continuer l'étude de notre microprocesseur MC 68705 P3, en analysant d'une part, les divers modes d'adressage de celui-ci et d'autre part, l'ensemble de son "jeu d'instructions".

LES MODES D'ADRESSAGE DU MC 68705 P3

Les performances et pour tout dire, la puissance d'un microprocesseur, est principalement caractérisée par deux paramètres qui sont :

- les modes d'adressage ;
- le jeu d'instructions.

Notre microprocesseur possède six modes d'adressage principaux, dont l'un d'entre eux est divisé en trois sous-ensembles. Voyons ceux-ci plus en détail.

Pour l'exemple, nous prendrons une instruction que nous utiliserons pour

chaque mode. Vous verrez le registre concerné avant et après l'exécution de cette instruction. Cette dernière sera LDA qui veut dire : Load A ou chargez l'accumulateur A par :

ADRESSAGE INHERENT

Ceci n'est pas vraiment un adressage en soi, car l'instruction se suffit à elle-même. Par exemple, l'instruction CLRA qui veut dire "mettre l'accumulateur A à zéro", n'a pas d'adresse puisque le nom du registre concerné est contenu dans l'instruction.

Nota : Avant d'aller plus loin, et pour ceux d'entre vous qui ne le savent pas, il faut vous rappeler que les instructions dont nous parlons sont représentées sous forme de "mnémotechnique", c'est-à-dire symbole ou diminutif de la fonction réelle de l'instruction. Exemple : CLRA est le mnémotechnique de Clear A qui veut dire "mettre à zéro A". On se sert de ces mnémotechniques pour écrire un programme lisiblement. Chaque instruction, donc chaque mnémotechnique, possède un code hexadécimal bien déterminé. C'est ce code qui sera pris en mémoire, lors de la phase finale d'élaboration du programme.

ADRESSAGE IMMEDIAT (figure 11)

Ici, l'instruction à traiter suit directement l'instruction principale. Dans notre exemple, les instructions A6-56 signifient : charger le code (ou octet) 56 dans l'accumulateur A.

ADRESSAGE ETENDU (figure 12)

L'instruction à traiter se trouve à une certaine adresse. Celle-ci est située directement après l'instruction principale. Elle est codée sur deux octets, ce qui permet d'atteindre tout l'espace mémoire.

ADRESSAGE DIRECT (figure 13)

Ce mode d'adressage fonctionne de la même manière que le précédent. L'adresse cette fois, n'est codée que sur un seul octet, ce qui ne permet d'at-

LE MC 68705 P3 DE MOTOROLA

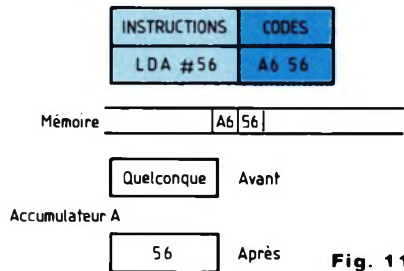


Fig. 11

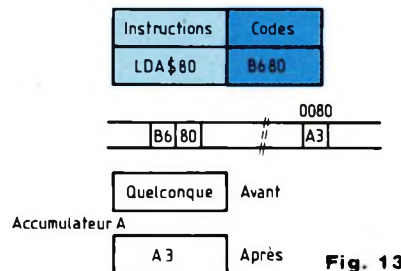


Fig. 13

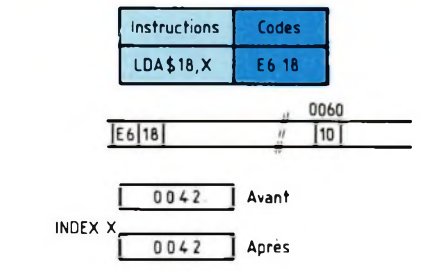


Fig. 15

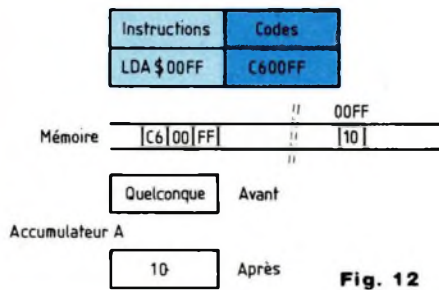


Fig. 12

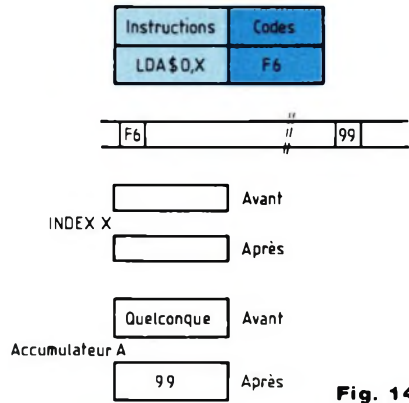


Fig. 14

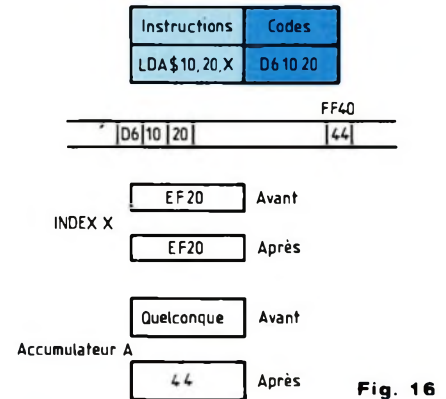


Fig. 16

teindre que les 256 premiers octets de mémoire.

ADRESSAGE INDEXE

Avec déplacement nul (figure 14)

Dans ce mode d'adressage, on fait intervenir le registre X. L'instruction s'écrit de la manière suivante : LDA 0, (contenu de X). Le 0 est la valeur du déplacement qui est bien sûr nul dans notre cas. Cette valeur de déplacement est ajoutée au contenu du registre X et c'est alors à cette nouvelle adresse que l'on va chercher l'instruction à traiter.

Avec déplacement sur 8 bits (figure 15)

Ce mode fonctionne de la même manière que le précédent, mais cette fois, à la place de 0, nous avons bel et bien une valeur (un octet) à rajouter au contenu de l'index X.

Avec déplacement sur 16 bits (figure 16)

Même fonctionnement, mais nous pourrions cette fois atteindre tout l'espace mémoire.

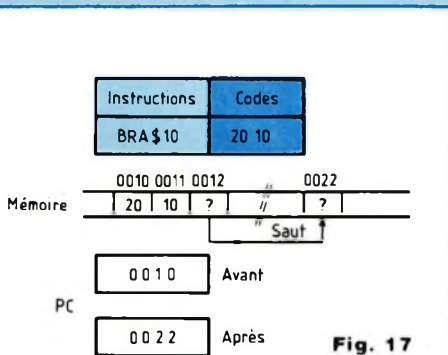
ADRESSAGE RELATIF (figure 17)

Celui-ci n'est utilisé que pour les instructions de saut ou de branchement. L'octet suivant l'instruction est ajouté au contenu du PC (compteur de programme), formant ainsi une nouvelle adresse où le programme ira se brancher. Pour ce mode d'adressage, un détail très important est à signaler. Lors de l'exécution de l'instruction, le PC pointe déjà sur l'instruction suivante, ce qui en réalité, nous donne une adresse conçue de la manière suivante : octet suivant l'instruction de branchement + contenu du PC + 2 ... Avec ce mode d'adressage, il n'est possible

d'effectuer un saut ou un branchement, que de + 127 au - 128 octets autour de l'instruction.

Après chaque instruction principale, vous avez pu remarquer l'utilisation de signes, en voici l'explication :

Nous vous avons dit plus haut que, lors de la phase finale de la réalisation d'un programme, vous aviez la possibilité d'utiliser un autre programme, tournant sur un ordinateur possédant une unité centrale à base de microprocesseur de la famille 6800 ou 68000. Ce programme nommé "Assembleur" va transformer toute la liste d'instructions que vous avez élaborée, en une suite d'octets hexadécimaux, directement assimilables par le microprocesseur. Afin que "l'assembleur" sache avec quel mode d'adressage vous avez conçu l'instruction, il



Symboles	Signification
#	IMMEDIAT
\$	HEXADECIMAL
%	BINAIRE
@	OCTAL
[]	INDIRECT

Fig. 18

lui faut un symbole bien déterminé. C'est celui que vous voyez après chaque instruction.

La figure 18 vous donne différents symboles couramment utilisés en langage assembleur.

Après avoir vu les différents modes d'adressage du MC 68705 P3, nous allons découvrir le jeu d'instructions de ce microprocesseur, avec l'explication de chacune d'elles.

LE JEU D'INSTRUCTIONS DU MC 68705 P3

ADC : Additionne le contenu de l'adresse mémoire au contenu de l'accumulateur A + le bit de retenue C (carry) et place le résultat dans l'accumulateur A.
ADD : Effectue la même opération que

ci-dessus, mais sans le bit de retenue C.

AND : Effectue un ET logique entre le contenu de la mémoire et celui de l'accumulateur A et place le résultat dans A.

ASL : Effectue un décalage arithmétique d'un bit vers la gauche, ce qui équivaut à une multiplication par 2. Ce décalage se fait soit sur le contenu de la mémoire spécifié, soit sur le contenu de l'accumulateur A (figure 19).

ASR : Même opération que ci-dessus, mais vers la droite. Dans les deux cas, le bit sortant est positionné dans le bit C du CCR (registre d'état) (figure 20).

BCC : Le branchement s'effectue à l'adresse spécifiée, si la retenue est à 0 (pas de retenue).

BCLR : Met à 0 le bit spécifié (numéros de 0 à 7). Les autres bits ne sont pas affectés.

BCS : Le branchement s'effectue si la retenue est à 1.

BEQ : Le branchement a lieu si le bit Z du CCR est à 1. Ce résultat est obtenu si, lors d'une soustraction ou d'une comparaison, les deux valeurs étaient les mêmes.

BHCC : Le branchement a lieu si la demi-retenu est à 0.

BHCS : Le branchement s'effectue si la demi-retenu est à 1.

BHI : Effectue le branchement si les bits Z et C sont tous deux à 0. Le résultat est vrai si, lors d'une soustraction ou d'une comparaison, le contenu du registre était plus grand que celui de la mémoire.

BHS : Cette instruction est identique à BCC.

BIH : Le branchement s'effectue si la ligne d'interruption est au niveau 1.

BIL : Même opération que ci-dessus, mais avec la ligne d'interruption au niveau 0.

BIT : Effectue un ET logique entre le contenu de l'accumulateur A et la mémoire. Cette instruction sert uniquement à positionner les bits du CCR.

BLO : Même instruction que BCS.

BLS : Effectue le branchement si le bit C ou le bit Z du CCR est à 1.

BMC : Effectue le branchement si le masque d'interruption est à 0.

BMI : Le branchement est effectué si le bit N du CCR est à 1. Cela a lieu si le résultat de l'opération précédente a été négatif.

BMS : Branchement si le masque d'interruption est à 1.

BNE : Effectue le branchement si le bit Z du CCR est à 0. C'est obtenu, si lors de la comparaison précédente, les deux valeurs n'étaient pas égales.

BPL : Effectue le branchement si le bit N du CCR est à 0.

BRA : Le branchement est effectué dans tous les cas.

BRN : Le branchement n'est effectué en aucun cas.

BRCLR : Effectue le branchement si le bit X est à 0, X étant compris entre 0 et 7.

BRSET : Même opération que ci-dessus, mais avec le bit X à 1.

BSET : Met à 1 le bit spécifié (numéros de 0 à 7). Les autres bits ne sont pas affectés.

BSR : Branchement à un sous-programme.

CLC : Met à 0 la retenue C.

CLI : Met à 0 le masque d'interruption.

CLR : Met à 0 le registre ou la case mémoire spécifiée.

CMP : Effectue une comparaison entre les registres ou la case mémoire spécifiée.

COM : Réalise le complément bit à bit du contenu de l'accumulateur A ou de la mémoire. Ce qui revient à dire que cette instruction met les 0 à 1 et les 1 à 0.

CPX : Compare le contenu de l'index X avec la mémoire.

DEC : Décrémente (diminue) de 1 le contenu de la mémoire ou de l'accumulateur A.

EOR : Effectue un OU exclusif entre l'accumulateur A et la mémoire et place

LE MC 68705 P3 DE MOTOROLA

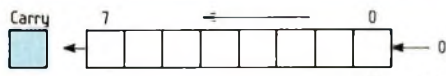


Fig. 19



Fig. 20

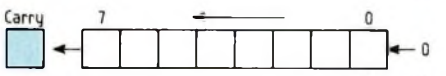


Fig. 21

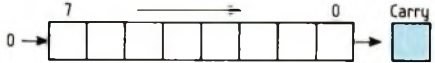


Fig. 22

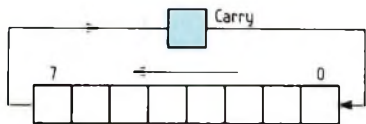


Fig. 23

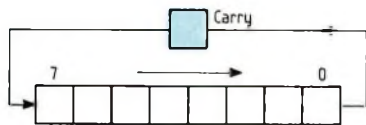
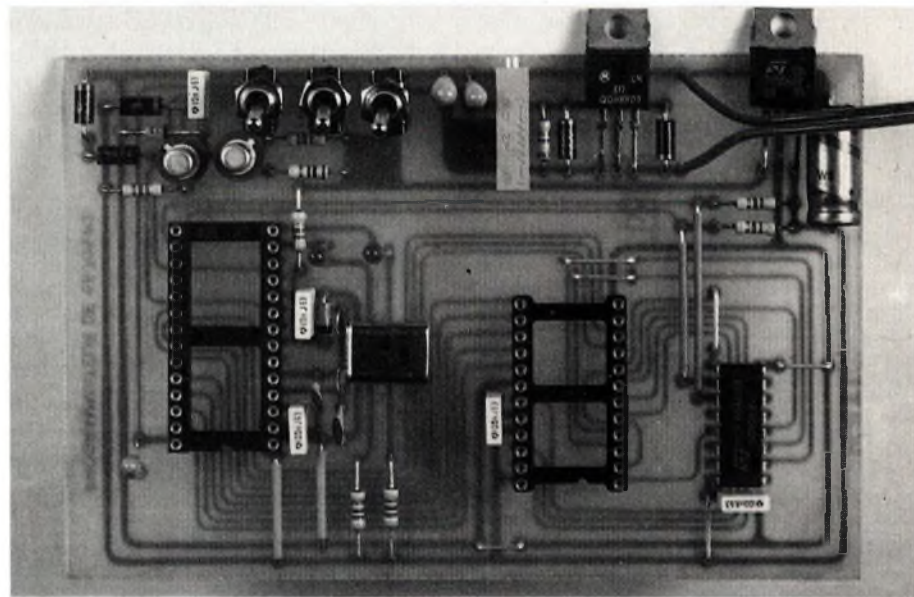


Fig. 24



Le régulateur IC5 qui figure sur le dessus du module doit être fixé contre un dissipateur, celui-ci dégageant une chaleur importante lors de longues programmations. Il est donc plus commode de le souder, côté pistes cuivrées du C.I. et de plaquer sa semelle métallique contre un radiateur. Il est également possible de remplacer le boîtier TO220 par un boîtier TO3

NOMENCLATURE DES COMPOSANTS

• Résistances

R1 - 100 Ω
 R2 - 4,7 kΩ
 R3 - 4,7 kΩ
 R4 - 4,7 kΩ
 R5 - 4,7 kΩ
 R6 - 4,7 kΩ
 R7 - 470 Ω
 R8 - 470 Ω
 R9 - 240 Ω

• Condensateurs

C1 - 0,1 μF/25 V
 C2 - 1 μF/16 V
 C3 - 0,1 μF/25 V
 C4 - 0,1 μF/25 V

C5 - 100 pF
 C6 - 75 pF
 C7 - 10 nF/25 V
 C8 - 10 nF/25 V
 C9 - 10 μF/16 V
 C10 - 10 μF/16 V
 C11 - 220 μF/16 V

• Semiconducteurs

IC1 - 4040B
 IC2 - 2716 (EPROM) programmée
 IC3 - MC 68705P3
 IC4 - 317 T régulateur ajustable
 IC5 - 7805 T régulateur 5 V
 D1 - 1N 4001

D2 - 1N 4001
 D3 - 1N 4001
 D4 - 1N 4001
 D5 - 1N 4001
 DZ1 - zéner 22 V, 1 W
 DZ2 - zéner 12 V, 1 W
 T1 - 2N 2222
 T2 - 2N 2222
 DEL1, DEL2 - LED rouges

• Divers

Q1 - quartz 1 MHz
 RV1 - ajustable 10 tours 5 kΩ
 3 interrupteurs simples
 Support 28 broches
 Support 24 broches

le résultat dans l'accumulateur A.
INC : Incrémente (augmente) de 1 le contenu de la mémoire ou de l'accumulateur A.
JMP : Effectue un saut à une adresse

quelconque spécifiée après l'instruction.
JSR : Effectue un saut à un sous-programme. Le contenu du PC est sauvegardé sur la pile pour permettre au

programme de reprendre son cours à l'instruction suivant le JSR, une fois le sous-programme terminé.
LDA : Charger l'accumulateur A par ...
LDX : Charger l'index X par ...

THEORIE ET PRATIQUE

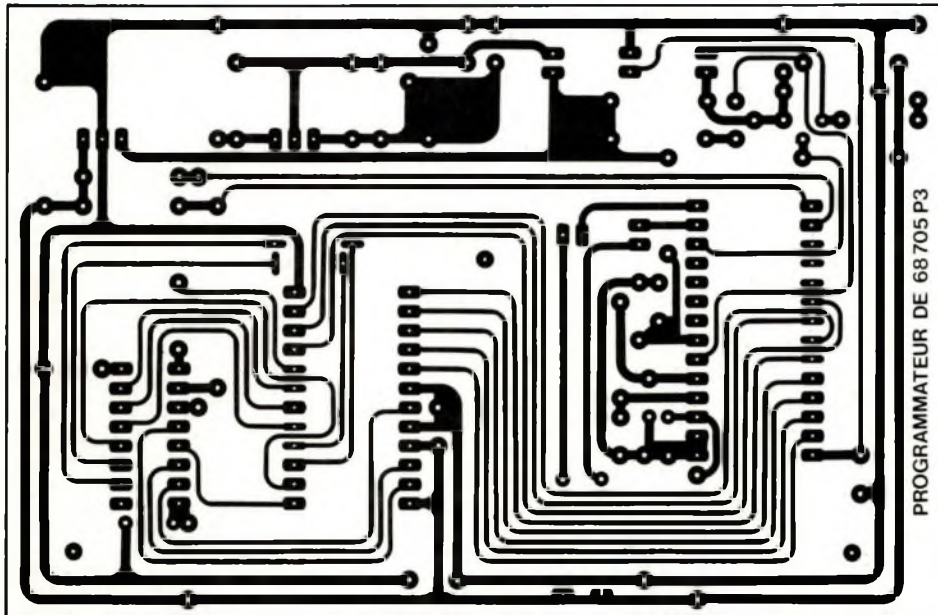


Fig. 25

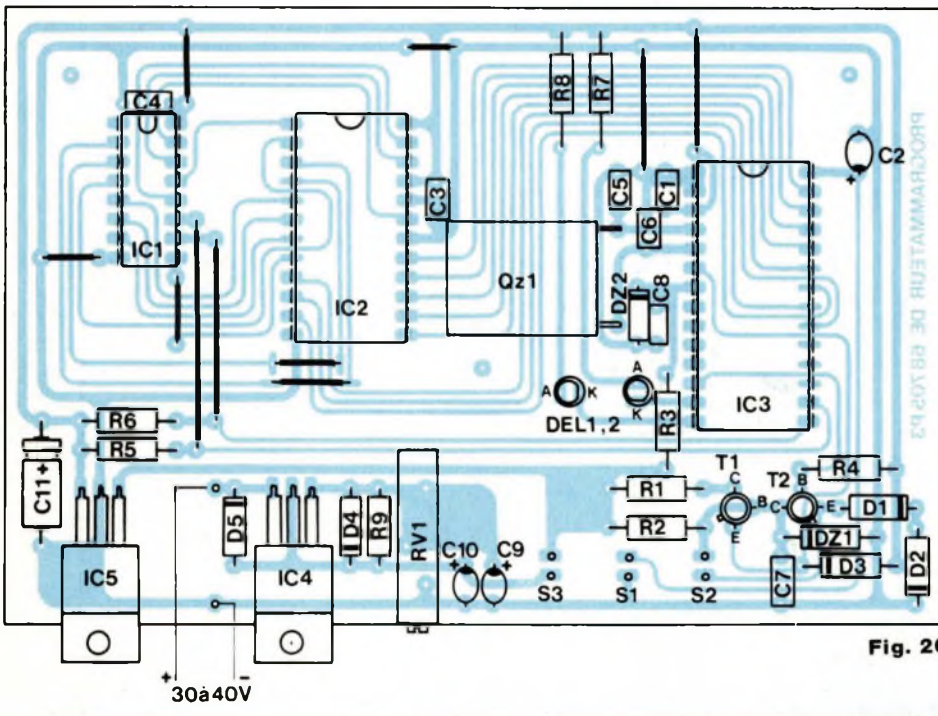


Fig. 26

LSL : Effectue un décalage logique à gauche de l'accumulateur A ou de la mémoire suivant le principe de la figure 21. Le bit sortant est positionné dans le bit C du CCR.

LSR : Même opération que ci-dessus, mais à droite (figure 22).

NEG : Remplace le contenu de A ou de la mémoire par son complément à 2.

NOP : Cette instruction ne sert absolument à rien, sinon à perdre un peu de temps. Ceci est parfois très utile dans un programme pour effectuer une temporisation.

ORA : Effectue un OU logique entre le contenu de l'accumulateur A et celui de la mémoire et place le résultat dans l'accumulateur A.

ROL : Effectue une rotation à gauche du contenu de l'accumulateur A ou de la mémoire, d'après le principe de la figure 23. Le bit sortant est positionné dans le bit C du CCR, le contenu de ce dernier étant transféré dans le bit 0 du registre.

ROR : Même opération que ci-dessus, mais à droite (figure 24).

RSP : Réinitialise le pointeur de pile (SP).

RTI : Cette instruction sert au retour au programme principal à la fin d'un programme d'interruption.

RTS : Cette instruction sert au retour au programme principal à la fin d'un sous-programme.

SBC : Soustrait de l'accumulateur A le contenu de la mémoire et la retenue C du CCR et place le résultat dans l'accumulateur A.

SEC : Met à 1 la retenue.

SEI : Met à 1 le masque d'interruption.

STA : Place le contenu de l'accumulateur A à l'adresse spécifiée.

STX : Place le contenu de l'index X à l'adresse spécifiée.

STOP : Arrête le programme, en attente d'un Reset. Cette instruction est bien sûr mise à la fin d'un programme non répétitif.

SUB : S'utilise de la même manière que SBC, mais sans la retenue.

SWI : Cette instruction sert à effectuer une interruption par logiciel. Tous les registres sont sauvegardés et le microprocesseur peut effectuer le programme d'interruption.

TAX : Transfère le contenu de l'accumulateur A dans l'index X.

LE MC 68705 P3 DE MOTOROLA

TST : Compare le contenu de l'accumulateur A ou de la mémoire à 0.

TXA : Transfère le contenu de l'index X dans l'accumulateur A.

WAIT : Met le microprocesseur en attente d'interruption.

Voilà, nous en avons fini avec l'étude complète des instructions du MC 68705 P3. Sachez pour terminer, que toutes les instructions de branchement se font en adressage relatif uniquement.

REALISATION

LE CIRCUIT IMPRIME

Le dessin de ce circuit vous est représenté en figure 25. En utilisant le procédé photographique, vous n'aurez aucune difficulté à le reproduire. Après gravure, il vous faudra percer l'ensemble des trous à 0,8 mm de diamètre. Repercez ensuite à 1,5 mm de diamètre, les six trous destinés au passage des pattes des deux régulateurs. Repercez à présent à 3,5 mm de diamètre, les trois trous de fixation du circuit.

IMPLANTATION DES COMPOSANTS

Voyez en figure 26, le schéma d'implantation. Afin d'éviter l'emploi d'un circuit double face, nous avons été obligés d'utiliser de nombreux straps ... il y en a 10 au total. Implantez ensuite les résistances et les diverses diodes, les LED. Continuez le travail en mettant en place les condensateurs, le quartz, puis les deux transistors et enfin le circuit intégré IC1 et les deux supports pour IC2 et IC3. Les interrupteurs seront raccordés ultérieurement. Insérez à présent sur chacun des supports IC2 et IC3, les supports à insertion nulle.

PERCAGE DE LA FACE AVANT

Le plan de la figure 27 vous donne les cotes des différents percages à effectuer.

Les ouvertures rectangulaires se feront,

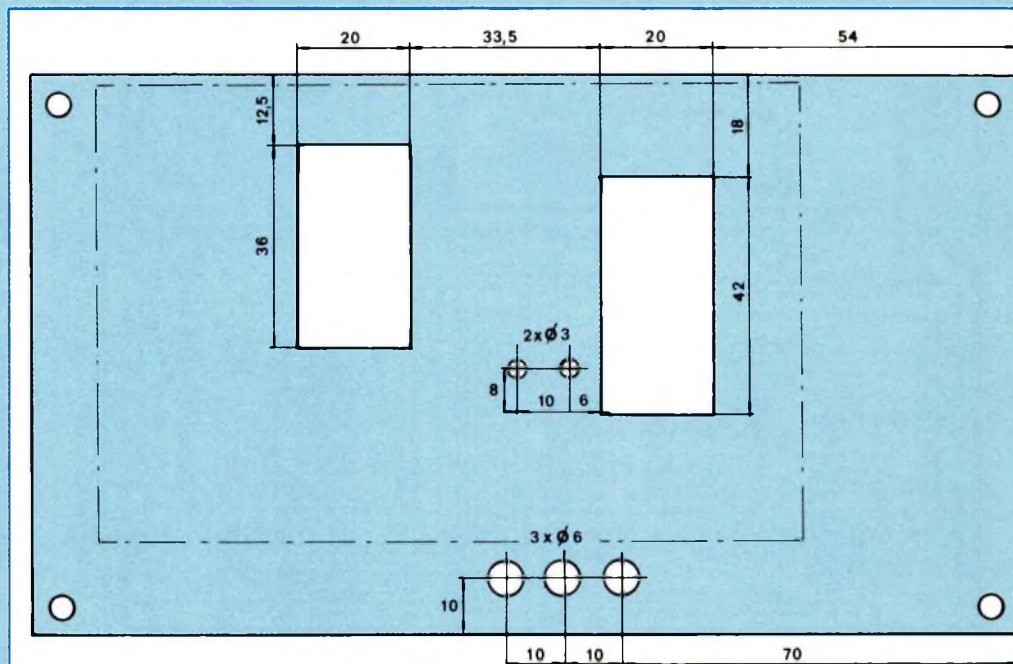


Fig. 27 : Plan de perçage de la face avant.

soit à la scie sauteuse après avoir pratiqué deux trous pour le passage de la lame, soit en perçant des trous de petit diamètre sur le pourtour intérieur des ouvertures, en finissant la découpe avec un burin. Dans les deux cas, la finition se fera proprement à la lime.

MONTAGE DU CIRCUIT SUR LA FACE AVANT

La fixation du module se fait en trois points. Il ne reste alors qu'à relier les interrupteurs S1, S2 et S3 avec du fil de câblage de faible section. Une nappe de fils fait parfaitement l'affaire et les différentes couleurs éviteront les erreurs.

Faire très attention, au niveau des interrupteurs unipolaires, à leur sens de commutation, en fonction de la position du levier. Vérifier à l'ohmmètre cette position : circuit ouvert/circuit fermé, il en va de la vie de vos 68705 lors de leurs programmations (se reporter à la figure 9).

Il ne reste qu'à raccorder la tension d'alimentation issue du redressement et filtrage de TR1, soit environ un

potentiel de +35 V qui est appliqué à l'entrée (IN) de IC4.

REGLAGE DU +26 V

Un coup de tournevis à RV1 permet d'obtenir ce potentiel, mais attention, **veillez à ce que l'interrupteur S3 soit en position "ouvert"**. C'est le seul réglage à effectuer, le régulateur IC5 s'occupe du +5 V, la zener DZ1 du +21 V et la zener DZ2 du +12 V.

ESSAIS

Il va s'agir simplement de tester la présence des diverses tensions sur les broches adéquates des supports IC2 et IC3. Pour cela, branchez le (-) de votre voltmètre sur la broche 12 de IC2. Branchez le cordon secteur du programmeur et mettez en marche avec S3. Les interrupteurs S1 et S2 resteront sur arrêt. Avec la pointe de touche (+) du voltmètre, contrôlez la présence du +5 V d'abord sur les broches 21 et 24 de IC2 puis sur la broche 3 de IC3 ainsi que sur sa broche 6.

Laissez la pointe de touche du volt-

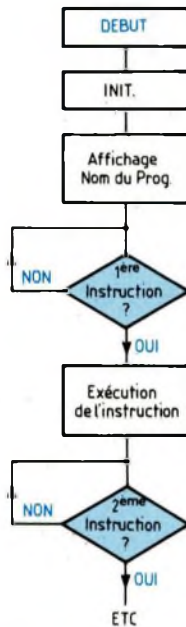


Fig. 28 :
Organigramme
de notre
programme.

mètre sur cette broche et connectez provisoirement une résistance de 1 k Ω entre la broche 1 et la broche 12 de IC3. La tension sur la broche 6 doit toujours être de 5 V. Basculez à présent S2 sur marche. La tension doit brusquement passer à +21 V. Si tous ces essais ont été concluants, vous pouvez enlever la résistance de 1 k Ω et débrancher votre voltmètre ainsi que votre programmeur.

Cette réalisation est maintenant terminée. Il nous reste à vous décrire le "mode d'emploi" de ce nouvel appareil, ce que nous allons faire sans plus tarder.

MARCHE A SUIVRE POUR LA PROGRAMMATION

Pour que le montage fonctionne, il faut bien sûr que l'EPROM contienne les données et instructions utiles au processeur. A l'intérieur du 68705, il existe un programme de 115 octets qui permet de recopier à partir d'une EPROM l'ensemble de ces données. Ce pro-

gramme s'appelle "bootstrap" en anglais.

On place le 68705 et l'EPROM sur leurs supports. **S1 et S2 sont fermés.** Le 26 V est appliqué puis on ouvre dans l'ordre S2, suivi de S1. Durant toute la durée de la programmation, les deux LED sont éteintes. Une minute et demie plus tard environ, la LED marquée "programmé" doit s'allumer, suivie quelques secondes plus tard, par celle marquée "vérifié". Si ces deux LED se sont bien allumées, c'est que la programmation s'est correctement effectuée.

On peut maintenant **fermer en premier S2**, puis S1. Ensuite on supprime le 26 V, le 68705 peut être retiré de son support, l'EPROM est programmée. Le fabricant conseille de placer sur la fenêtre transparente du circuit, une petite feuille opaque afin d'éviter que les rayons ultra-violetts n'effacent le contenu de l'EPROM ou perturbent le fonctionnement du processeur.

L'effacement de l'EPROM se fait de la même manière qu'avec les autres types d'EPROM à l'aide d'une source d'ultra-violetts de longueur d'onde et d'intensité convenables (une vingtaine de minutes avec un tube U.V. de 253,7 nm de longueur d'onde, placé à environ 2 cm du circuit). Bien sûr, il aura fallu auparavant retirer l'étiquette qui protégeait l'EPROM.

EXEMPLE CONCRET DE PROGRAMME

La programmation d'un système à base de microprocesseurs, types Z80, famille des 6800 ou 68 000, etc ..., ou des microprocesseurs monochip comme le MC 68705 P3 par exemple, consiste à élaborer un plan de travail que le microprocesseur concerné va effectuer, en partant de la première instruction, dès sa mise sous tension. Si

vous possédez un micro-ordinateur, vous avez pu remarquer qu'à la mise sous tension du système, l'écran affichait, soit le nom du programme, soit un petit tiret (ou un autre symbole) nommé "curseur". Le programme principal contient donc, dès son début, les instructions nécessaires à cet affichage. Ensuite, le microprocesseur se met en attente d'une instruction que vous serez à même de lui communiquer par l'intermédiaire de votre clavier. Le programme principal dont nous parlons, contient la signification de toutes les instructions que vous pourriez communiquer au microprocesseur et ce dernier agira en conséquence.

Pour plus de clarté, nous vous avons représenté en figure 28, sous forme d'un organigramme, le fonctionnement d'un programme très simple, qui sera effectué dès la mise sous tension du système.

Au début du programme, il y a une phase que l'on nomme "initialisation". Celle-ci consiste, dans le cas de notre MC 68705 P3, à positionner les lignes des différents ports, soit en entrées, soit en sorties, ou bien encore, à mettre tous les registres à zéro ou à leur donner une valeur initiale. Vient ensuite la phase d'affichage et d'initialisation de l'écran (dans le cas du micro-ordinateur).

Ensuite, le programme attend la première instruction, il exécute ce que l'on appelle "une boucle" et restera dans cet état, tant qu'une instruction ne lui sera pas communiquée. Il exécutera alors celle-ci une fois reçue et se mettra de nouveau en attente d'une autre instruction.

Vous avez pu constater que le déroulement d'un programme principal est des plus simple ... Voyons à présent de quelle manière nous pouvons élaborer et construire un tel programme, pour notre MC 68705 P3.

Afin de bien comprendre ce qui va

LE MC 68705 P3 DE MOTOROLA

suivre, nous avons pris en exemple un petit programme d'allumage d'une lampe, en fonction du jour ou de la nuit. La réalisation d'un programme commence toujours par la **construction de "l'algorithme"** de celui-ci, c'est-à-dire une suite d'informations en langage clair, concernant le résumé de l'ensemble du travail que le programme devra effectuer. Dans notre cas, voici l'algorithme de notre programme :

1. Fait-il jour ou nuit ?
2. Il fait jour donc, extinction de la lampe.
3. Il fait nuit donc, allumage de la lampe.

Une fois l'algorithme conçu, nous allons représenter celui-ci sous forme d'un "organigramme". Nous avons déjà vu comment était constitué un organigramme. C'est une suite de rectangles et de losanges qui représentent la suite logique de toutes les étapes principales du programme. Les rectangles contiennent les "ordres" et les losanges les "questions" ou "tests". L'organigramme de notre programme est représenté en figure 29.

Après chaque question et s'il y a affirmation, le branchement est effectué à l'exécution d'un travail bien déterminé. A la lecture d'un organigramme, il apparaît très simple de comprendre le déroulement du programme.

Après avoir défini le fonctionnement du programme, il va nous falloir transposer chacune des directives en instructions propres à notre microprocesseur. Nous écrirons donc, en lieu et place de chaque directive, la ou les instructions nécessaires à l'exécution de celles-ci.

Avant d'aller plus loin, il va nous falloir définir le branchement de notre microprocesseur, ainsi que l'attribution des lignes nécessaires au capteur et à la lampe. Il est bien entendu que théoriquement, ce travail a déjà été effectué, lors de la mise au point du circuit électronique, la partie "hard" se faisant

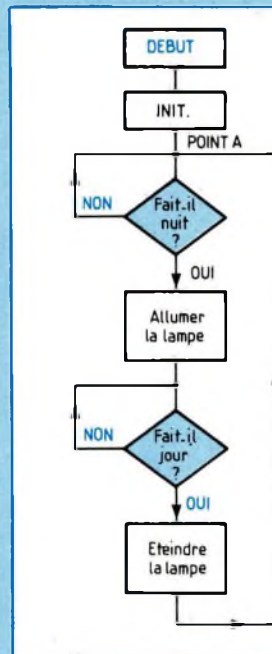


Fig. 29 : Organigramme de notre programme.

toujours avant la partie "soft" ... Voyons donc en figure 30, le branchement de notre microprocesseur.

L'allumage de la lampe, par l'intermédiaire d'un amplificateur actionnant un relais, est confié à la ligne 0 du port B (PBO). Cette ligne devra donc se trouver en sortie. La détection de la lumière, effectuée par le capteur, est confiée quant à elle à la ligne 0 du port A (PA0). Cette dernière devra donc se trouver en entrée.

Commençons notre programme par l'initialisation du microprocesseur et voyons chaque instruction en détail. Nous partons du principe que le début du programme se fait de jour ...

DEBUT DU PROGRAMME

1. Initialisation

Programmation des DDR. Mise en entrée de la ligne PA0.

LDA # \$ 00. Charger l'octet 00 dans l'accumulateur A.

STA DDRA. Transférer le contenu de l'accumulateur A dans le DDRA.

Vous avez appris, lors de l'étude du MC 68705 P3, que le fait de mettre une ligne du DDR (registre de direction des données) à 0, mettait la ligne du port

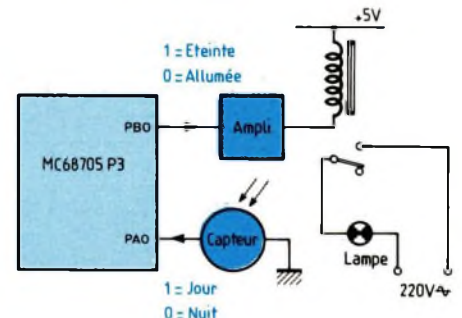


Fig. 30 : Attribution des lignes du MC68705P3.

correspondant en entrée. Le fait de programmer l'octet 00 dans le DDRA, nous met toutes les lignes du port A en entrées. Nous n'avons besoin que de la ligne 0, mais ceci n'a pas d'importance.

Mise en sortie de la ligne PBO.

LDA # \$ FF. Charger l'octet FF dans l'accumulateur A.

SAT DDRB. Transférer le contenu de l'accumulateur A dans le DDRB.

De la même manière que précédemment, nous avons mis cette fois les lignes du port B en sorties.

2. Extinction de la lampe

LDA # \$ FF. Charger l'octet FF dans l'accumulateur A.

STA port B. Transférer le contenu de l'accumulateur A sur port B.

L'affichage de l'octet FF sur le port B met bien toutes les lignes au 1 logique. PBO étant donc à 1, la lampe sera éteinte.

3. Fait-il nuit ? (la ligne PA0 est-elle à 0 ?)

Nous allons confier ce travail de texte à l'instruction BRCLR, qui signifie : branchement si le bit X est à 0 (X étant le numéro du bit compris entre 0 et 7).

LA BIBLIOTHEQUE TECHNIQUE DES EDITIONS FREQUENCES



vous propose d'en savoir beaucoup plus sur :

— L'ELECTRONIQUE —

LES BASES DE L'ELECTRONIQUE



Par **Raymond Breton.**
1988 - 84 p.

P32 147 F TTC port compris

Ouvrage d'initiation par excellence, «Les bases de l'électronique» abordent, dans un langage compréhensible par tous, sans formulations mathématiques, les divers aspects de l'électronique. De la résistance à l'amplificateur opérationnel en passant par les divers composants actifs, tous les éléments clés de l'électronique sont étudiés ainsi que leur mise en application. L'auteur, outre ses compétences en électronique, s'est occupé de formation dans l'industrie. Son sens de la communication, basé sur un langage pédagogique et compréhensible de tous donne à ce livre un attrait tout particulier, le «sens physique» des phénomènes abordés est évident. Le but que s'était fixé l'auteur : pouvoir mettre en œuvre l'électronique en comprenant ce que l'on fait et sans outils mathématiques a donc parfaitement été atteint.

L'AMPLIFICATEUR OPERATIONNEL

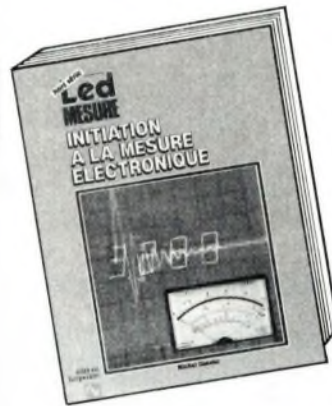


Par **Pierre Mayé.**
1988, 88 p.

P41 157 F TTC port compris

Composant-clé de l'électronique d'aujourd'hui, l'amplificateur opérationnel est à la base d'une multitude d'applications tant en linéaire qu'en commutation. L'auteur, agrégé de physique et professeur en BTS, a réalisé cet ouvrage tout simplement parce qu'il n'existait pas pour les besoins de son enseignement. Les principales applications de l'amplificateur opérationnel y sont décrites et classées par catégories. Pour chaque montage, le fonctionnement est analysé, les formules permettant le calcul des composants établies et les performances obtenues commentées. Des exemples de réalisation comportant toutes les données nécessaires sont fournis pour les principales fonctions. Ce livre à la fois précis et concis est très complet, il s'adresse aux enseignants certes mais également aux utilisateurs de l'électronique. C'est aussi un outil de travail pour professionnels et amateurs.

INITIATION A LA MESURE ELECTRONIQUE



Par **Michel Casabo.**
1986 - 120 p.

P23 152 F TTC port compris

Il n'existait pas, jusqu'à présent, un ouvrage couvrant de manière générale mais précise, l'ensemble des problèmes relatifs à l'instrumentation et à la méthodologie du laboratoire électronique. C'est chose faite aujourd'hui avec ce volume récemment paru.

LES MONTAGES ELECTRONIQUES



Par **Jean-Pierre Lemoine.**
1986 - 276 p.

P30 287 F TTC port compris.

Domaine en perpétuelle évolution, l'électronique ne cesse d'apporter des solutions nouvelles à de multiples secteurs. Il importe, pour tout passionné d'électronique, à quelque niveau que ce soit, de l'amateur au professionnel, d'acquérir un savoir découlant de la mémorisation et aussi de la pratique du plus grand nombre de circuits de base. C'est ce que permet réellement ce livre. Organisé en trois grandes rubriques : Connaître, Pratiquer et Inventer, cet ouvrage guide le lecteur sur près de 300 pages avec près de 1 000 dessins et représentations, pour l'amener à ce qu'il soit à même de concevoir ses montages par lui-même. C'est aussi un outil de travail aidant à la sélection d'un composant, permettant de trouver un montage réalisant une fonction donnée... et bien d'autres détails d'ordre pratique.

La liste complète de nos ouvrages peut vous être expédiée gratuitement sur simple demande.

Diffusion auprès des libraires assurée exclusivement par les Editions Eyrolles.

Bon de commande à retourner aux Editions Fréquences 1, boulevard Ney 75018 Paris.

Indiquez le ou les codes :

NOM PRENOM

ADRESSE

CODE POSTAL VILLE

Ci-joint mon règlement par : C.C.P. Chèque bancaire Mandat

SERVICE CIRCUITS IMPRIMES

Support verre époxy FR4 16/10 - cuivre 35 µm

Prix	Qté	Circuits non percés	Circuits parcés	Circuits séri-graphiés	Total
<ul style="list-style-type: none"> • Programmeur du 68705 P3 • Télécommande 12 voies I.R. • Emetteur I.R. • Récepteur I.R. • Adaptateur • MC 68705 P3 programmé • Alimentation de laboratoire • Alimentation 1 à 30 V (2 C.I.) 		50,00 F	65,00 F	90,00 F	
		23,00 F	41,00 F	45,00 F	
		20,00 F	31,00 F	37,00 F	
		33,00 F	45,00 F	60,00 F	
				150,00 F	
		57,00 F	68,00 F	80,00 F	
<p>Plaque présensibilisée positive STEP Circuits époxy FR4 16/10 cuivre 35 microns</p>		1 face cuivrée	2 faces cuivrées	1 face cuivrée + 1 face séri-graphiée	
80 × 100		10,00 F	12,00 F		
100 × 160		21,00 F	24,00 F		
150 × 200		40,00 F	47,00 F		
200 × 300		80,00 F	94,00 F		
TOTAL TTC					F
NUMERO D'ABONNE :					
Remise consentie 25 % : $\frac{\text{Total TTC} \times 3}{4}$					
Frais de port et emballage	10 F				
TOTAL A PAYER	F				
Paiement par CCP <input type="checkbox"/> , par chèque bancaire <input type="checkbox"/> ou par mandat <input type="checkbox"/> à adresser aux Editions Périodes 1, boulevard Ney 75018 Paris					
NOM					
PRENOM					
ADRESSE					

BON DE COMMANDE

Pour compléter votre collection de LED
à adresser aux EDITIONS PERIODES
service abonnements

1, boulevard Ney 75018 PARIS

Je désire :n° 15 n° 18 n° 29
 n° 30 n° 31 n° 33 n° 43
 n° 44 n° 45 n° 46 n° 47
 n° 48 n° 49 n° 50 n° 51
 n° 58 n° 62 n° 63 n° 65
 n° 66 n° 67 n° 68 n° 69
 n° 71 n° 72 n° 73 n° 74
 n° 75 n° 76 n° 77 n° 78
 n° 79 n° 80 n° 81 n° 82
 n° 83 n° 84 n° 85 n° 86
 n° 87 n° 88 n° 89 n° 90
 n° 91 n° 92 n° 93 n° 94
 n° 95 n° 96

Les numéros non mentionnés sont épuisés.

(Indiquer la quantité et cocher les cases correspondantes au numéros désirés).

Je vous fais parvenir ci-joint le montant de.....F par CCP par chèque bancaire par mandat

25 F le numéro (frais de port compris)
42 F pour le numéro spécial n° 81

Mon nom :

Mon adresse :

Economisez F : 70,00 par an en vous abonnant ! et bénéficiez ainsi d'une remise constante de 25% sur les prix de nos circuits imprimés.

ABONNEZ-VOUS A

LED

Je désire m'abonner à **LED** (10 n°s par an).

FRANCE, BELGIQUE, SUISSE, LUXEMBOURG : 210 F
AUTRES* : 290 F

NOM

PRENOM

N° RUE

CODE POSTAL VILLE

* Pour les expéditions « par avion » à l'étranger, ajoutez 80 F au montant de votre abonnement.

Ci-joint mon règlement par : chèque bancaire C.C.P. mandat

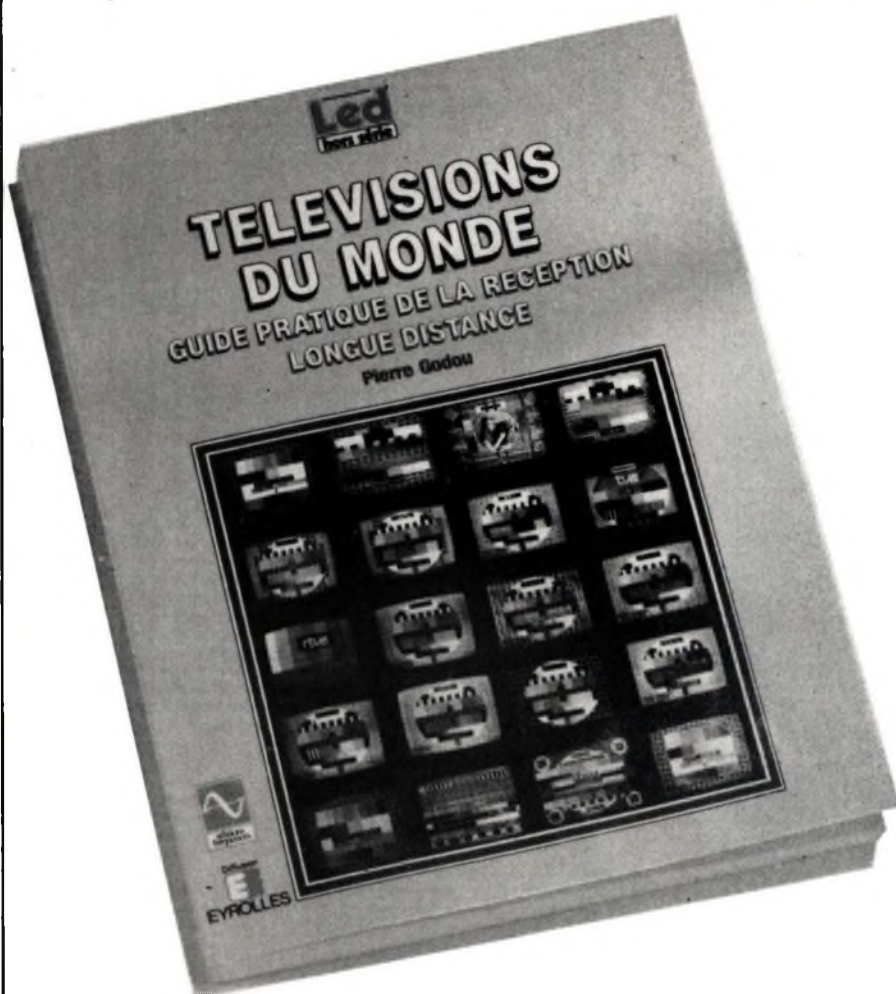
Le premier numéro que je désire recevoir est : N°

EDITIONS PERIODES 1, boulevard Ney 75018 PARIS - Tél. : 42.38.80.88 poste 7315



vient de paraître

- 272 pages
- catalogue de mires de 77 pages



Véritable guide pratique de la réception télévision longue distance, cet ouvrage rédigé par un passionné de transmissions, Pierre Godou, vous révélera tous les moyens pour recevoir dans des conditions correctes les émetteurs TV lointains. Passionnant, facile à lire, ce livre aborde tous les sujets de la réception TV, au-delà des frontières du possible quotidien, ouvrant la voie vers une nouvelle forme de loisir. Tous les matériels sont passés en revue, de l'émetteur jusqu'aux téléviseurs multistandards en passant par les antennes spéciales et la réception par satellite. Les phénomènes de propagation des ondes sous toutes leurs formes selon les conditions météorologiques sont abordés. Un catalogue des mires TV du monde entier facilitera l'identification précise des émetteurs.

Agréable à lire et à assimiler cet ouvrage ouvre de nouveaux horizons sur la télévision longue distance ou DX-TV. "Télévisions du Monde", le dernier Led hors série, est édité par les Editions Fréquences et diffusé par Eyrolles 66, boulevard Saint-Germain, 75240 Paris Cedex 05.

BON DE COMMANDE

Bon de commande à retourner aux Editions Fréquences, 1, boulevard Ney, 75018 Paris.

Je désire recevoir "Télévisions du Monde" au prix de 287 F port compris.

NOM PRENOM

ADRESSE

CODE POSTAL VILLE

Ci-joint mon règlement par : C.C.P. Chèque bancaire Mandat

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
0000																
0010																
0020																
0030																
0040																
0050																
0060																
0070																
0080	A6	00	B7	04	A6	FF	B7	05	A6	FF	B7	01	01	00	02	20
0090	FB	A6	00	B7	01	00	00	02	20	FB	A6	FF	B7	01	20	EC
00A0																
00B0																

Fig. 31

Cette instruction s'écrit de cette manière :

BRCLR, BIT 0, Port A. Déplacement. Ce qui revient à dire : si le bit 0 du port A est à zéro, nous effectuerons un déplacement de ..., pour aller nous brancher à telle adresse. Nous vous indiquerons plus loin la façon de calculer ce déplacement.

Après l'exécution de cette instruction, deux solutions sont possibles :

1. Le bit 0 est bien à zéro, donc il fait nuit. Il va nous falloir allumer la lampe, donc effectuer le branchement à l'adresse contenant l'instruction correspondante.

2. Le bit est à 1. Il fait encore jour. La lampe doit rester éteinte. Nous allons donc effectuer une boucle et refaire le test avec l'instruction BRCLR.

Dans la première alternative, le branchement s'effectuera directement avec l'instruction BRCLR. Dans la seconde, le programme continue son cours et nous trouvons donc ensuite l'instruction de retour au point A.

BRA point A (le point A se situe au début de l'instruction précédente).

4. Allumage de la lampe

C'est à cette instruction que viendra se brancher le BRCLR vu précédemment. LDA # \$ 00. Charger l'octet 00 dans l'accumulateur A.

STA Port B. Transférer le contenu de l'accumulateur A sur le port B.

Ceci aura pour effet de mettre la ligne PBO à zéro, donc, d'allumer la lampe.

5. Fait-il jour ? (PAO est-elle à 1 ?)

Nous allons à présent utiliser l'instruction BRSET qui a pour fonction de tester si le bit X est à 1, au contraire de l'instruction BRCLR.

BRSET, BIT 0, Port A. Déplacement. Dans ce cas également, deux solutions sont possibles :

1. Le bit 0 est bien à 1, donc il fait jour. Il va donc falloir nous brancher à l'instruction concernant l'extinction de la lampe.

2. Le bit 0 est toujours à zéro, donc il fait nuit. Nous allons refaire un nouveau test tout en nous branchant au début de l'instruction BRSET.

BRA point B.

6. Eteindre la lampe

C'est à cette instruction que viendra se brancher le BRSET vu précédemment. LDA # \$ FF. Charger l'octet FF dans

l'accumulateur A.

STA Port B. Transférer le contenu de l'accumulateur A sur le port B.

Ceci aura pour effet de mettre la ligne PBO à 1, donc d'éteindre la lampe. Il nous faut à présent un nouveau cycle, et pour cela, nous allons nous rebrancher en début de programme, au point A, grâce à l'instruction :

BRA point A.

Vous avez pu vous rendre compte qu'avec seulement cinq instructions différentes, totalisant un programme de quinze instructions, nous avons pu mener à bien la commande de notre lampe. Dans la réalité, il en va tout autrement, car il est très rare d'avoir à gérer un seul ensemble, avec des composants aussi simples. Le principe reste le même, avec les mêmes instructions.

Bien. Nous avons maintenant écrit notre programme sous forme de mnémotechnique. Ce type de programme est nommé "**programme source**". Le microprocesseur, lui, ne comprend pas ce genre d'instructions. La seule chose qu'il connaisse, est le langage binaire, communément appelé "**langage machine**". Chaque instruction est représentée par une suite de 1 et de 0, au nombre de 8, formant ainsi un octet.

Mais, nous direz-vous, nous n'allons tout de même pas convertir nous-mêmes et à la main, toutes ces instructions en code binaire !

Rassurez-vous ... Pour un programme aussi court et simple que le nôtre, ce serait faisable mais pour un programme digne de ce nom, cela devient carrément les douze travaux d'Hercule.

Pour parer à cela, vous avez deux possibilités :

Soit vous convertissez, à la main, les instructions sous forme de mnémotechniques en code hexadécimal, ce qui est tout de même plus pratique que le binaire. Ce travail se fera d'après les codes fournis dans les tableaux du jeu

LE MC 68705 P3 DE MOTOROLA

REGISTER/MEMORY INSTRUCTIONS		Addressing Modes																	
		Immediate			Direct			Extended			Indexed (No Offset)			Indexed (8 Bit Offset)			Indexed (16 Bit Offset)		
		Op Code	# Bytes	# Cycles	Op Code	# Bytes	# Cycles	Op Code	# Bytes	# Cycles	Op Code	# Bytes	# Cycles	Op Code	# Bytes	# Cycles	Op Code	# Bytes	# Cycles
Load A from Memory	LDA	A6	2	2	B6	2	4	C6	3	5	F6	1	4	E6	2	5	D6	3	6
Load X from Memory	LDX	AE	2	2	BE	2	4	CE	3	5	FE	1	4	EE	2	5	DE	3	6
Store A in Memory	STA	—	—	—	B7	2	5	C7	3	6	F7	1	5	E7	2	6	D7	3	7
Store X in Memory	STX	—	—	—	BF	2	5	CF	3	6	FF	1	5	EF	2	6	DF	3	7
Add Memory to A	ADD	AB	2	2	BB	2	4	CB	3	5	FB	1	4	EB	2	5	DB	3	6
Add Memory and Carry to A	ADC	A9	2	2	B9	2	4	C9	3	5	F9	1	4	E9	2	5	D9	3	6
Subtract Memory	SUB	A0	2	2	B0	2	4	C0	3	5	F0	1	4	E0	2	5	D0	3	6
Subtract Memory from A with Borrow	SBC	A2	2	2	B2	2	4	C2	3	5	F2	1	4	E2	2	5	D2	3	6
AND Memory to A	AND	A4	2	2	B4	2	4	C4	3	5	F4	1	4	E4	2	5	D4	3	6
OR Memory with A	ORA	AA	2	2	BA	2	4	CA	3	5	FA	1	4	EA	2	5	DA	3	6
Exclusive OR Memory with A	EOR	AB	2	2	BB	2	4	CB	3	5	FB	1	4	EB	2	5	DB	3	6
Arithmetic Compare A with Memory	CMP	A1	2	2	B1	2	4	C1	3	5	F1	1	4	E1	2	5	D1	3	6
Arithmetic Compare X with Memory	CPX	A3	2	2	B3	2	4	C3	3	5	F3	1	4	E3	2	5	D3	3	6
Bit Test Memory with A (Logical Compare)	BIT	A5	2	2	B5	2	4	C5	3	5	F5	1	4	E5	2	5	D5	3	6
Jump Unconditional	JMP	—	—	—	BC	2	3	CC	3	4	FC	1	3	EC	2	4	DC	3	5
Jump to Subroutine	JSR	—	—	—	BD	2	7	CD	3	8	FD	1	7	ED	2	8	DD	3	9

READ-MODIFY WRITE INSTRUCTION		Addressing Modes														
		Inherent (A)			Inherent (X)			Direct			Indexed (No Offset)			Indexed (8 Bit Offset)		
		Op Code	# Bytes	# Cycles	Op Code	# Bytes	# Cycles	Op Code	# Bytes	# Cycles	Op Code	# Bytes	# Cycles	Op Code	# Bytes	# Cycles
Increment	INC	4C	1	4	5C	1	4	3C	2	6	7C	1	6	6C	2	7
Decrement	DEC	4A	1	4	5A	1	4	3A	2	6	7A	1	6	6A	2	7
Clear	CLR	4F	1	4	5F	1	4	3F	2	6	7F	1	6	6F	2	7
Complement	COM	43	1	4	53	1	4	33	2	6	73	1	6	63	2	7
Negate (2's Complement)	NEG	40	1	4	50	1	4	30	2	6	70	1	6	60	2	7
Rotate Left Thru Carry	ROL	49	1	4	59	1	4	39	2	6	79	1	6	69	2	7
Rotate Right Thru Carry	ROR	46	1	4	56	1	4	36	2	6	76	1	6	66	2	7
Logical Shift Left	LSL	48	1	4	58	1	4	38	2	6	78	1	6	68	2	7
Logical Shift Right	LSR	44	1	4	54	1	4	34	2	6	74	1	6	64	2	7
Arithmetic Shift Right	ASR	47	1	4	57	1	4	37	2	6	77	1	6	67	2	7
Test for Negative or Zero	TST	4D	1	4	5D	1	4	3D	2	6	7D	1	6	6D	2	7

Tableau 1 : Jeu d'instructions du MC68705P3.

d'instructions. Dans ce cas, il vous faudra faire vous-mêmes les calculs de déplacement et de branchement. C'est faisable ... !

Soit, vous possédez un micro-ordinateur de type Exorset de Motorola, avec les périphériques. Dans ce cas, vous

n'aurez aucun problème pour la mise au point de vos programmes ...

Voyons la première possibilité qui est sans nul doute le seul recours de la majorité d'entre vous.

Nous devons transformer chaque mnémorique en un code hexadécimal et y

faire figurer également les données, les adresses, les sauts, etc.. Chaque octet les représentant se trouvera à un emplacement mémoire bien déterminé. Voyons en figure 31 pour notre MC 68705 P3, le plan de sa mémoire. Les adresses de 0000 à 007F sont

THEORIE ET PRATIQUE

BRANCH INSTRUCTIONS

Relative Addressing Mode

Function	Mnemonic	Op Code	# Bytes	# Cycles
Branch Always	BRA	20	2	4
Branch Never	BRN	21	2	4
Branch IFF Higher	BHI	22	2	4
Branch IFF Lower or Same	BLS	23	2	4
Branch IFF Carry Clear	BCC	24	2	4
(Branch IFF Higher or Same)	(BHS)	24	2	4
Branch IFF Carry Set	BCS	25	2	4
(Branch IFF Lower)	(BLO)	25	2	4
Branch IFF Not Equal	BNE	26	2	4
Branch IFF Equal	BEQ	27	2	4
Branch IFF Half Carry Clear	BHCC	28	2	4
Branch IFF Half Carry Set	BHCS	29	2	4
Branch IFF Plus	BPL	2A	2	4
Branch IFF Minus	BMI	2B	2	4
Branch IFF Interrupt Mask Bit is Clear	BMC	2C	2	4
Branch IFF Interrupt Mask Bit is Set	BMS	2D	2	4
Branch IFF Interrupt Line is Low	BIL	2E	2	4
Branch IFF Interrupt Line is High	BIH	2F	2	4
Branch to Subroutine	BSR	AD	2	8

CONTROL INSTRUCTIONS

Inherent

Function	Mnemonic	Op Code	# Bytes	# Cycles
Transfer A to X	TAX	97	1	2
Transfer X to A	TXA	9F	1	2
Set Carry Bit	SEC	99	1	2
Clear Carry Bit	CLC	98	1	2
Set Interrupt Mask Bit	SEI	9B	1	2
Clear Interrupt Mask Bit	CLI	9A	1	2
Software Interrupt	SWI	83	1	11
Return from Subroutine	RTS	81	1	6
Return from Interrupt	RTI	80	1	9
Reset Stack Pointer	RSP	9C	1	2
No-Operation	NOP	9D	1	2

BIT MANIPULATION INSTRUCTIONS

Addressing Modes

Function	Mnemonic	Bit Set/Clear			Bit Test and Branch		
		Op Code	# Bytes	# Cycles	Op Code	# Bytes	# Cycles
Branch IFF Bit n is set	BRSET n (n = 0 .. 7)	—	—	—	2 • n	3	10
Branch IFF Bit n is clear	BRCLR n (n = 0 .. 7)	—	—	—	01 + 2 • n	3	10
Set Bit n	BSET n (n = 0 .. 7)	10 + 2 • n	2	7	—	—	—
Clear bit n	BCLR n (n = 0 .. 7)	11 + 2 • n	2	7	—	—	—

Tableau 2 : Jeu d'instructions du MC68705P3.

attribuées à la RAM du microprocesseur. Notre programme principal commencera donc à l'adresse 0080 et cette case mémoire contiendra la première instruction.

Comment allons-nous procéder ?

Il nous faut d'abord dessiner sur une

feuille de papier le plan mémoire de notre microprocesseur, d'après l'exemple de la figure 31. Chaque série de 128 octets sera délimitée par un trait plus important, afin de nous rendre compte de l'importance des déplacements à effectuer lors des instructions

de branchement en adressage relatif (– 128 à + 127 octets maximum).

Commençons notre conversion en nous aidant des tableaux du jeu d'instructions. La première instruction de notre programme est : LDA # \$00.

Le dièse indiquant que nous utilisons

LE MC 68705 P3 DE MOTOROLA

l'adressage immédiat et le dollar, un octet hexadécimal, nous avons tous les renseignements requis. Portons notre regard sur le tableau 1 ... Nous voyons que l'instruction LDA en adressage immédiat se code : A6. Nous allons donc écrire ce code (au crayon à papier pour corriger une éventuelle erreur) dans la première case mémoire, en l'occurrence 0080. L'instruction nous dit de charger dans l'accumulateur A l'octet situé "immédiatement" après, soit l'octet 00. Nous inscrivons donc dans la case mémoire suivante (adresse 0081) l'octet 00. L'instruction suivante, STA DDRA, nous dit de transférer le contenu de A dans le registre de direction des données du port A. Pour cette instruction, nous utiliserons l'adressage direct. Voyons le tableau 1.

L'octet correspondant à STA est B7. Nous inscrivons donc B7 dans la case mémoire suivante (adresse 0082).

Il nous faut à présent spécifier l'adresse du DDRA où transférer le contenu de A. Remontons un peu en arrière et regardons la figure 3. Nous voyons que le DDRA se trouve à l'adresse 0004. L'adressage direct ne se faisant que sur 8 bits (1 octet), il n'est réservé qu'aux 256 premiers octets de mémoire. A partir de l'adresse 0100, le codage est sur 16 bits, soit 2 octets. Nous inscrivons donc l'octet 04 correspondant à l'adresse du DDRA, dans la case mémoire suivante (0083).

La suite du programme se passe de commentaires. Tout est basé sur le même principe. Inscription du code de l'instruction, de la donnée ou de l'adresse, etc ...

Il nous faut à présent vous expliquer comment se codent les instructions BRCLR et BRSET et ensuite, comment se calculent les déplacements en adressage relatif.

Tout d'abord, nous avons vu comment était représentée l'instruction BRCLR.

Le codage de celle-ci en mémoire est le suivant :

En premier lieu, nous avons le code du bit concerné par l'instruction. Pour BRCLR, ce code sera le résultat de $01 + 2$ fois la valeur du numéro du bit. Dans notre cas, nous aurons donc :

$$01 + 2 \text{ fois } 0 = 01$$

Vient ensuite l'adresse du registre ou du port concerné. Soit pour notre exemple, le port A situé à l'adresse 0000. Nous aurons donc le code 00 en deuxième octet. Inscrivons ces deux octets dans les cases mémoires, à la suite du programme. Il nous faut par contre réserver une case mémoire pour y inscrire la valeur du déplacement lorsque nous calculerons ceux-ci à la fin du programme. En effet, nous ne pouvons pas savoir à l'avance quelle sera l'adresse exacte où nous devrons nous brancher. **Il faut donc retenir une règle essentielle** lors de la réalisation de programmes à la main : à la suite de chaque instruction de branchement, nous devons réserver une case mémoire vide ...

Ce n'est qu'à la fin du programme, quand toutes les instructions seront à leur emplacement mémoire définitif, que nous pourrons calculer les valeurs des divers déplacements.

Dans notre programme, le premier branchement à effectuer se trouve à l'adresse 0091 (allumage de la lampe). Souvenez-vous que dans l'utilisation de l'adressage relatif, le PC pointe déjà sur l'instruction suivante, lors de l'exécution de l'instruction. C'est donc à partir de l'adresse suivant la fin de l'instruction, que le déplacement va s'effectuer. Dans notre cas, ce sera donc de l'adresse 008F que nous devons partir pour aller à l'adresse 0091.

Le calcul du déplacement s'effectue simplement par soustraction. Rappelez-vous cette règle. **C'est toujours de l'adresse où vous devez vous brancher qu'il faut soustraire l'adres-**

se de départ du branchement. Dans notre exemple, nous effectuerons la soustraction suivante :

$$0091 - 008F = 02$$

Voici de quelle manière s'effectuent une soustraction et une addition binaires :

Soustraction :

$$\begin{array}{r} 0 - 0 = 0 \\ 1 - 0 = 1 \\ 1 - 1 = 0 \\ 0 - 1 = 1 \text{ avec retenue} \end{array}$$

Exemple :

$$\begin{array}{r} 0100 \\ - 0001 \\ \hline = 0011 \end{array}$$

Addition :

$$\begin{array}{r} 0 + 0 = 0 \\ 1 + 1 = 1 \\ 1 + 0 = 1 \\ 1 + 1 = 10 \end{array}$$

Exemple :

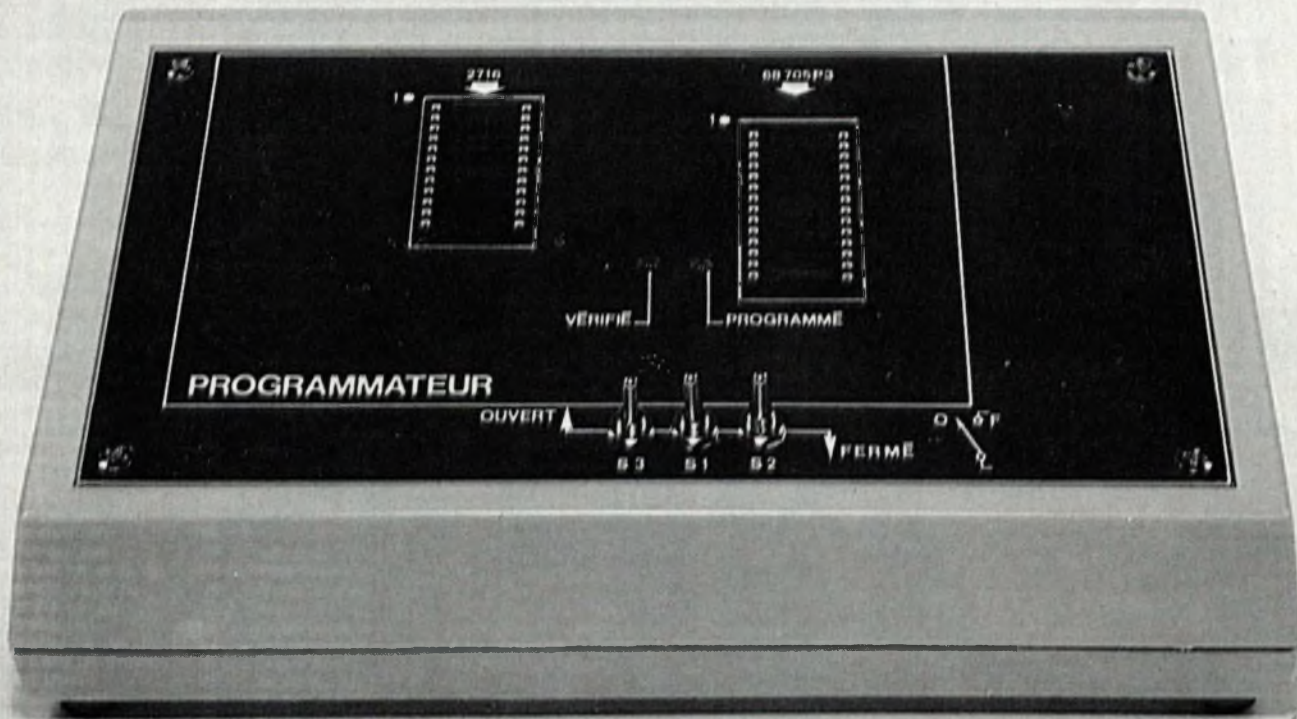
$$\begin{array}{r} 0111 \\ + 1010 \\ \hline = 1.0011 \end{array}$$

Si par exemple, et c'est le cas de l'instruction suivante, nous devons remonter en arrière dans le programme, voici ce qu'il faudrait faire :

Notre instruction BRA nous dit de retourner nous brancher à l'instruction BRCLR précédente. Cette dernière étant à l'adresse 008C et le départ de notre branchement à l'adresse 0091, voici l'opération correspondante :

$$008C - 0091 = 8C - 91 = FB$$

En binaire, cela nous donne :



NOMENCLATURE DES COMPOSANTS

DIVERS

Coffret Retex réf. ABOX RA.1
Cordon secteur
Passe-fil \varnothing 10
Transformateur 24 V (ou 2×12 V)
10 VA

Pont redresseur 50 V/1 A
Condensateur 4 700 μ F/50 V
Visserie de 3×15
2 supports "tulipe" 24 broches
2 supports "tulipe" 28 broches
1 dissipateur pour TO220 ou TO3
suivant régulateur utilisé pour IC5

Le circuit imprimé du programmeur est fixé au moyen de 3 vis de 3×15 , les têtes de celles-ci étant collées à l'araldite contre la face avant en aluminium. Gratter les emplacements des têtes de vis pour une meilleure adhérence de la colle. Transformateur, pont redresseur et condensateur de filtrage se trouvent positionnés au fond du coffret sur la droite. Il n'est pas prévu de circuit imprimé (inutile dans ce cas). Un interrupteur marche/arrêt n'est pas indispensable, l'alimentation du programmeur étant assurée par S3. Prévoir quelques trous d'aération à l'arrière du boîtier, le régulateur 7805 chauffant assez lors de longues programmations.

1000 1100
– 1001 0001

= 1111 1011 = FB en hexadécimal

C'est bien toujours de l'adresse de branchement que nous déduisons l'adresse de départ, cette dernière étant pourtant supérieure ...

La suite de notre programme et les cal-

culs de déplacements seront faits de la même manière. Cela paraît être un travail de longue haleine et très astreignant. C'est vrai qu'un programme contenant plusieurs centaines d'octets demande un énorme travail. Mais avec un peu d'habitude et beaucoup d'attention, cela se fait sans problème. Il faut dans ce cas faire fonctionner ses méninges à plein tube ... d'aspirine !

Voilà ! Nous avons terminé cette réalisation. Nous espérons avoir été assez clairs d'une part et d'autre part, vous avoir donné suffisamment de renseignements techniques et théoriques, afin que vous puissiez utiliser pleinement le microprocesseur MC 68705P3.

Bonne programmation !

TELECOMMANDE INFRA-ROUGE 12 VOIES à μ CONTROLEUR 68705 P3



Cette télécommande infra-rouge permet de transmettre jusqu'à 12 ordres simultanés et ce, avec une très grande fiabilité. D'autre part, la rapidité de réponse du récepteur rend le système tout à fait adapté à la réalisation de télécommandes de lecteurs de compact disque, téléviseurs ...

L'utilisation d'un micro-contrôleur, le 68705P3 et d'un circuit spécialisé dans la réception infra-rouge, le SL 486 permet de réduire la complexité du récepteur (les problèmes étant reportés sur le logiciel) et permet d'augmenter sa souplesse

(définition du niveau d'activité de chaque sortie, reconfiguration du clavier de l'émetteur ...).

FONCTIONNALITES ET PERFORMANCES

Le prototype de cette télécommande

est installé sur un lecteur de compact disque, les performances du système in situ étant :

- Portée utile de 10 m minimum dans des conditions normales d'éclairage ambiant
- Angle de réception : > 180°
- Réception par réflexions (sur le plafond, par exemple)
- Bonne immunité aux interruptions de transmission
- Bonne insensibilité à l'éclairage ambiant (lumière solaire, ampoules à incandescence, tubes néons ...)
- Aucune sortie activée sur des parasites
- Insensible aux autres télécommandes
- Aucun réglage nécessaire. (Quartz)
- Consommation de l'émetteur nulle en l'absence d'émission (< 5 nA !!) => durée de vie de la pile importante
- Coût de revient raisonnable (F. 300 le système de base : émetteur + récepteur)

Le système total installé se compose de trois cartes :

- carte émetteur
- carte récepteur (sorties TTL)
- carte opto-coupleurs (facultative), qui permet de s'adapter à tous les cas où la commande se fait en parallèle sur un contact travail qui force à la masse (cas du lecteur de compact-disque).

Notons que dans le cas où l'on veut se mettre en parallèle sur un clavier forçant un +5 V quand une touche est enfoncée, il suffit d'insérer une diode en série avec chaque sortie du récepteur.

CHOIX DU μ CONTROLEUR

Le μ Contrôleur 68705 offre 2 ports entrées-sorties 8 bits, un autre de quatre bits et un timer interne. Il est donc amplement suffisant pour cette application. D'autre part, il est très largement diffusé à un prix acceptable (principalement pour une autre appli-

UNE TRES GRANDE FIABILITE

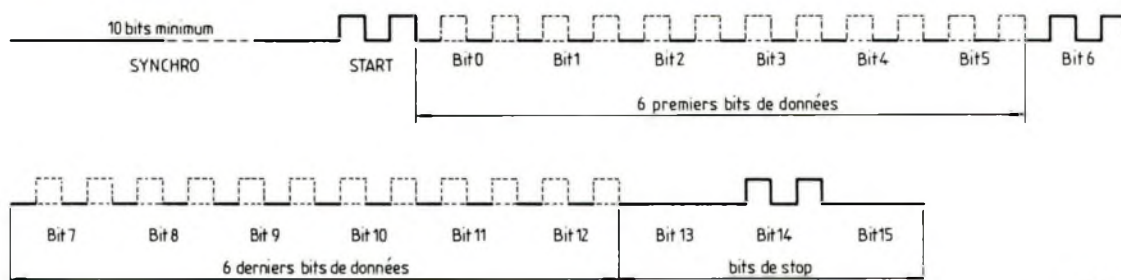


Fig. 1

cation ...) et il se programme à partir d'une simple EPROM de type 2716. De plus, le μ Contrôleur va donner au récepteur une compacité et des performances qu'il serait impossible d'avoir autrement (en particulier, la reconfiguration du clavier).

CHOIX DU CIRCUIT SPECIALISE SL486

Bien que spécialisé, ce circuit est largement distribué et d'un prix abordable, vu le travail qu'il accomplit. En effet, il fait tout ou presque : il polarise la diode réceptrice à courant variable en fonction de l'intensité lumineuse, il entre en différentiel pour rejeter les composantes continues, a une sensibilité de l'ordre du nano-ampère, réalise un quadruple filtrage et amplification des données infra-rouges et enfin, ressort un signal compatible "logique". Ce signal n'est pas compatible TTL, car la sortie ne semble pas pouvoir "tirer" assez de courant (ce qui ne nous gêne pas ici, car on commande un C-MOS avec).

PRINCIPE DE CODAGE DE L'EMETTEUR

Le principe retenu est simple : on émet les données pratiquement au standard RS232.

Chaque touche de l'émetteur commande un bit (on transmet donc 12 bits de données).

De plus, on dispose de 4 bits de vérification et de validation du message.

Un mot complet est formé :

– d'une synchronisation longue de 15 bits, réalisée par l'absence de signal émis

– d'un bit de start, actif à l'état haut

– de la transmission des 6 premiers bits de données

– d'un bit de validation toujours à 1

– de la transmission des 6 autres bits de données

– de trois bits de stop valant 0 1 0.

Enfin, pour être complet, signalons que le signal infra-rouge est modulé à 1 kHz sur une porteuse à 2 kHz, ce qui signifie qu'un bit à l'état haut est la succession de 2 créneaux à 2 kHz.

0 _____ bit à zéro

1  bit à un

Un mot peut donc se représenter par la séquence (qui est répétée tant qu'une ou plusieurs touches sont enfoncées figure 1) :

DECODAGE DU RECEPTEUR

Pour valider une ou plusieurs sorties, le récepteur doit vérifier les conditions suivantes :

– détection d'une synchro assez longue (au moins 10 bits), ce qui permet de se caler à coup sûr en début de message. (On remarque en effet que l'intervalle le plus long entre deux bits à 1 en fonctionnement est de 7 bits maximum).

– détection d'un vrai bit de start (on verra par la suite ce que cela signifie)

– vérification des quatre bits de validation

– réception successive de 2 mots identiques.

Lorsque toutes ces conditions sont réalisées, les sorties sont validées, c'est-à-dire qu'elles passent au niveau actif haut ou bas, en fonction des deux octets de détermination de logique positive ou négative (cf. la programmation du 68705, paragraphe "Réalisation pratique" et cf. annexe B) puis la sortie de validation des données passe à l'état haut (Port PC1 du μ C).

Par contre, l'absence de signal au bout de 58 bits ou 128 fausses synchro (trop courtes) ou plus de 5 mots consécutifs tous différents ... remettent les sorties à leur niveau logique infirmé et font passer la sortie de validation des données à zéro (Port PC1 du μ C).

L'EMETTEUR

ANALYSE RAPIDE DU FONCTIONNEMENT DE L'EMETTEUR DE LA FIGURE 2

1/4 de IC4, (quadruple porte NAND), qui est montée en oscillateur. On note qu'il s'agit d'un circuit HCMOS, technologie très bien adaptée à ce type de montage : l'oscillateur démarre sans problème et est très peu exigeant quant aux valeurs des composants annexes. De plus, la fréquence générée est exactement celle indiquée sur le quartz, ce qui n'est pas le cas si on utilise une porte NAND type CD4011. Par contre, les circuits HCMOS ne supportant pas

TELECOMMANDE 12 VOIES

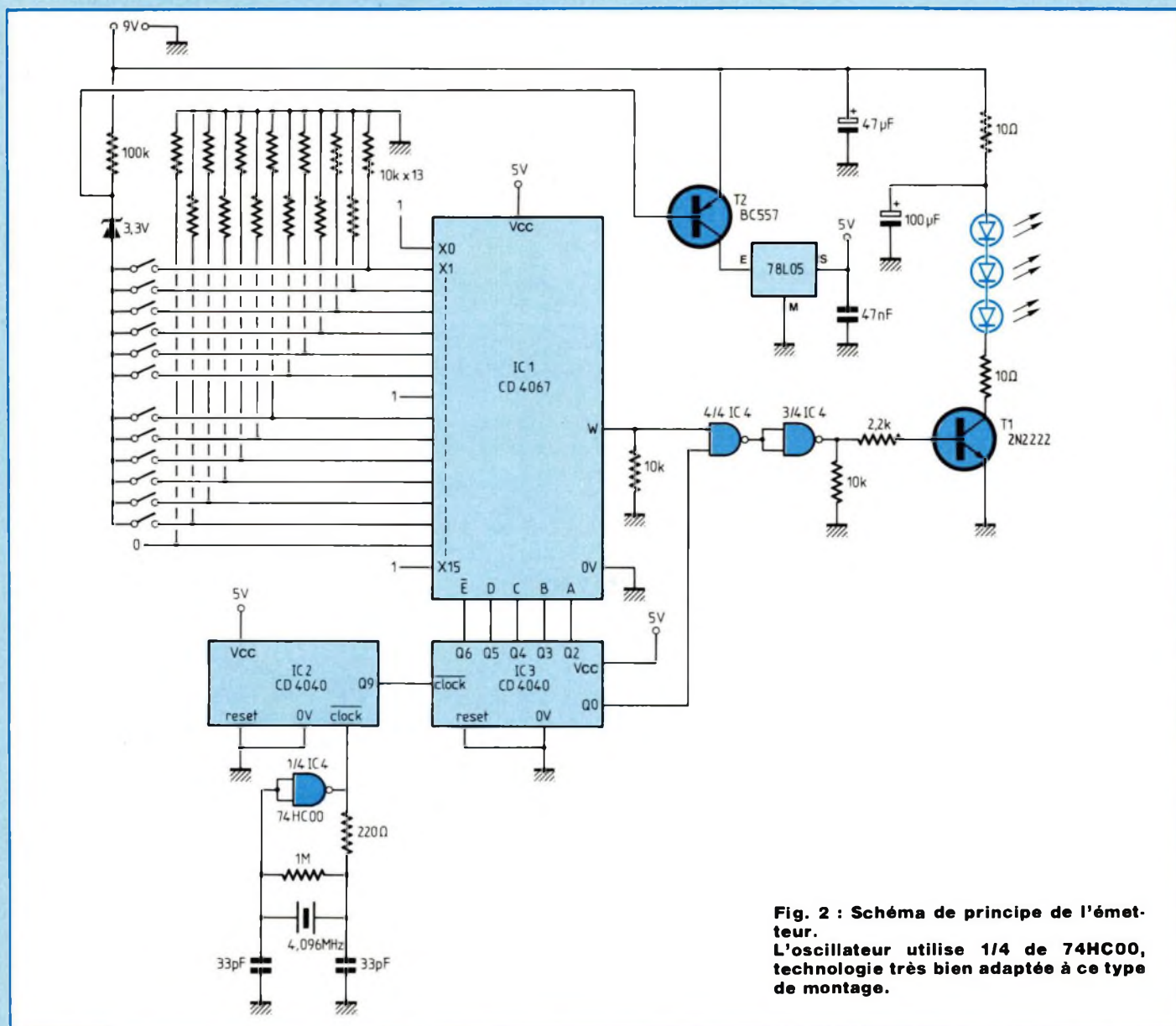


Fig. 2 : Schéma de principe de l'émetteur.
L'oscillateur utilise 1/4 de 74HC00, technologie très bien adaptée à ce type de montage.

plus de 6 volts, cela impose un régulateur, un modèle miniature 5 V dans notre cas. IC2 (un compteur 12 digits 4040 comme IC3), divise la fréquence du quartz par 1024. On obtient donc 4 kHz sur la sortie Q9 de IC2 (avec un quartz à 4,096 MHz), ce qui donne finalement 2 kHz sur Q0 de IC3, qui est la fréquence de la porteuse. Les sorties Q2 à Q5 de IC3 commandent les entrées A à D de IC1, qui est un multi-

plexeur analogique 16 voies. Ainsi, en fonction de l'avance du compteur, la donnée présente sur W est celle présente sur l'entrée Xi, avec i nombre codé sur les entrées DCBA. Les entrées X0, X7 et X15 sont à 1, X14 est toujours à 0. Cela permet de générer le bit de start (X0), on transmet ensuite les données de 6 touches (X1 à X6), X7 à 1 réalise le premier bit de vérification, on transmet encore

6 touches (X8 à X13) et X14, X15 réalisent les deux premiers bits de stop : 0 1 respectivement. Ensuite, Q6 de IC3 passe à 1, ce qui a pour effet de mettre IC1 en état haute impédance. Comme la sortie est tirée à la masse par une résistance de 10 kΩ, cela a pour effet de bloquer toute transmission pendant la durée de 16 bits, ce qui réalise bien le troisième bit de stop à 0 et 15 bits de synchro. 4/4 et 3/4 de IC4 réalisent

UNE TRES GRANDE FIABILITE

un ET entre le signal sélectionné par le multiplexeur et Q0 de IC3, notre porteuse. Il en résulte qu'un état haut sur W se traduit en sortie par deux créneaux (ceux de Q0), ce qui est bien le codage prévu pour un 1. Par contre, un état bas sur W bloque le transistor T1 et donc, supprime tout rayonnement infra-rouge.

La plus grande originalité de ce montage réside dans son alimentation. On constate que toutes les touches sont tirées à la masse par une résistance de 10 k Ω . (On aura d'ailleurs tout intérêt à utiliser des réseaux de résistance pour la réalisation pratique du montage). Lorsqu'on n'appuie sur aucune touche, T2 est bloqué, car sa base est tirée au +9 V par la résistance de 100 k Ω . Il ne circule alors aucun courant dans T2 et le régulateur 5 V n'est pas alimenté. La consommation totale de l'émetteur se réduit aux courants de fuite dans T1 et T2, ainsi qu'à ceux des capacités. En pratique, on mesure un courant total de repos inférieur à 10 nA !! Ce qui est parfaitement négligeable. Par contre, dès qu'on enfonce une touche, on crée un pont diviseur de tension entre la résistance 100 k Ω et la résistance de 10 k Ω qui tire la touche à la masse. La tension émetteur-base de T2 atteint alors 0,6 V environ et T2 se sature, alimentant le régulateur 5 V, qui est alors capable de fournir jusqu'à 100 mA. Notons au passage l'utilité de la diode zener 3,3 V : en effet, on alimente tous les circuits logiques sous 5 V, il est donc impératif que les tensions d'entrée ne dépassent pas la tension d'alimentation, sous peine de faire circuler un courant prohibitif dans le montage (voire même, de détruire le composant). Le montage étant alimenté sous 9 V, on a une chute de tension de 0,6 V aux bornes de la jonction base-émetteur de T2, il reste encore 8,4 V. La zener chute encore 3,3 V, ce qui nous amène, avec une

pile neuve, à une tension de 5,1 V en entrée, valeur tout à fait acceptable. Le montage transforme les impulsions électriques en rayonnement infra-rouge à l'aide de trois diodes montées en série. Cela permet d'accroître la puissance rayonnée sans augmenter la consommation. Notons que le courant de crête qui traverse les diodes est assez élevé, de l'ordre de 250 mA, mais en régime impulsif. En effet, on émet des créneaux, donc la sortie est à l'état bas la moitié du temps. De plus, les 15 bits de synchronisation imposent une sortie à 0 => le courant moyen dans les diodes est donc divisé encore par deux. Enfin, le courant est directement proportionnel au nombre de touches enfoncées. Avec une touche, on relève une consommation de 25 mA environ, qui augmente en gros de 7 mA par touche supplémentaire. Si on veut diminuer la consommation, il suffit de remplacer les résistances de 10 Ω par des 22 Ω ou des 47 Ω , mais au prix d'une diminution de la portée. Cependant, en utilisation normale, on appuie brièvement sur une touche à la fois et moins d'une seconde en moyenne, ce qui, compte tenu de la consommation mesurée, autorise plus de 10 000 commandes avant que la pile ne commence à donner des signes de faiblesse, soit au moins 30 manipulations par jour pendant un an. L'autonomie du montage est donc tout à fait satisfaisante !!! (Notons que c'est toujours pour des raisons de consommation que l'émetteur n'est pas réalisé avec un μ Contrôleur, car le 68705P3 demande près de 100 mA ! Plus qu'une pile 9 V normalement constituée peut se permettre de fournir raisonnablement).

REALISATION PRATIQUE

La configuration des pistes étant relativement serrée par endroits, la méthode photo est indispensable. Le plus simple et le plus propre est de faire

une photocopie sur calque, en forçant un peu sur le contraste : le tout ensuite, est de ne pas insoler trop longtemps, afin d'éviter que les bords de pistes ne soient mangés à la gravure. Un peu de soin permet de tirer sans problème des pistes jusqu'à 0,2 mm avec cette technique, la largeur minimum utilisée ici étant 0,4 mm, ce qui laisse de la marge. Le circuit imprimé a été conçu pour être installé dans un boîtier type télécommande, réf. P1362, de chez DIPTAL, qui dispose également d'un logement pour la pile 9 V. Cependant, tout boîtier permettant l'installation d'un circuit imprimé de 95 mm sur 50 mm et comportant un logement pour la pile conviendra. Tout au plus, faudra-t-il adapter la taille du cuivre aux dimensions exactes.

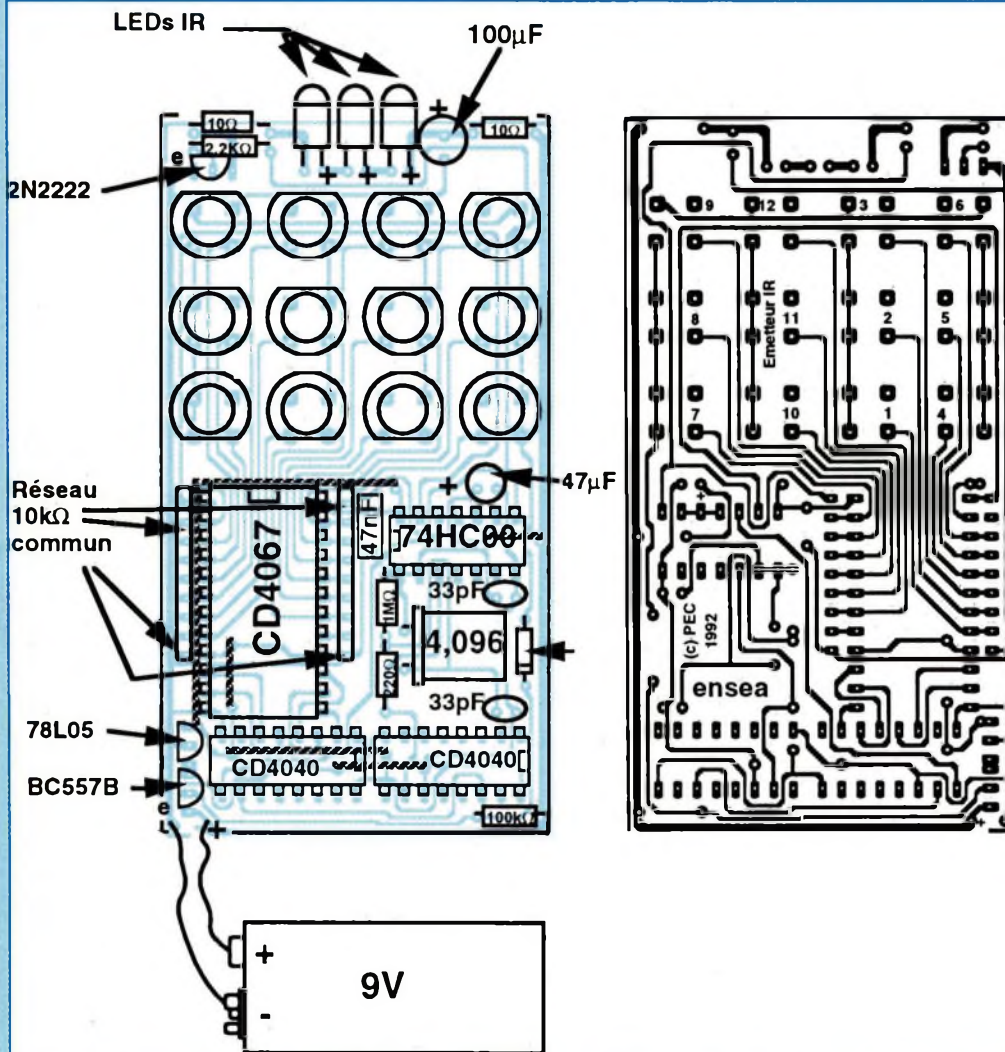
Le montage comporte 5 straps qu'il faut placer en premier, car 3 sont situés sous des circuits intégrés, où ils seraient difficilement accessibles ensuite !

Toutes les résistances 10 k Ω du montage sont contenues dans deux réseaux de 8 résistances single in line, ce qui simplifie le câblage et donne un plus bel aspect au montage. Le cas échéant, si on n'arrive pas à s'en procurer, on peut toujours mettre des résistances classiques verticales et souder une patte de chacune à la masse, mais c'est moins beau ...

La fréquence du quartz n'est pas critique, à condition d'utiliser la même sur l'émetteur et le récepteur. Tout modèle entre 1 MHz et 4 MHz conviendra. Afin d'éviter que le boîtier du quartz ne vibre, car ses pattes sont très flexibles, on pourra le coller au circuit imprimé à l'aide d'un morceau d'adhésif double face.

Enfin, on aura tout intérêt à utiliser des condensateurs miniatures pour les chimiques de 47 μ F et 100 μ F, sinon, il faudrait éventuellement plier les connexions et coucher les capacités

TELECOMMANDE 12 VOIES



NOMENCLATURE DES COMPOSANTS

EMETTEUR INFRA-ROUGE

- **Circuits intégrés**

- 1 – CD 4067
- 2 – CD 4040
- 1 – 74HC00

- **Transistors**

- 1 – 2N2222 ou équivalent (attention au brochage)
- 1 – BC557B (ou équivalent)

- **Résistances 1/4 W**

- 2 – 10 Ω
- 1 – 220 Ω
- 1 – 2,2 kΩ
- 1 – 100 kΩ
- 1 – 1 MΩ

- **Condensateurs électrochimiques**

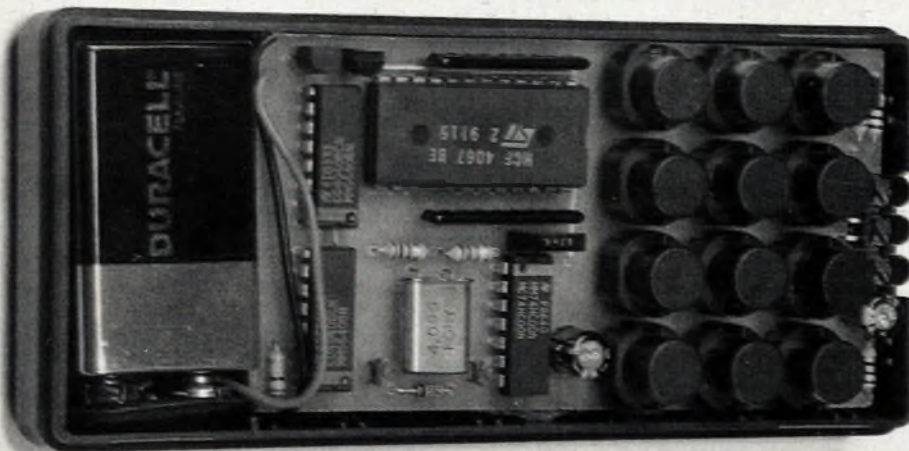
- 10 V, taille basse
- 1 – 47 µF, 10 V min
- 1 – 100 µF, 10 V min

- **Condensateurs**

- 2 – 33 pF (céramique)
- 1 – 47 nF (film plastique)

- **Divers**

- 1 – Diode zener 3,3 V (1/4 W min)
- 1 – 78L05, régulateur 5 V miniature
- 1 – Quartz (4,096 MHz ou autre valeur, mais identique à celle du récepteur – cf. texte)
- 2 – Réseaux de résistances 10 kΩ, (8 résistances + 1 commun)
- 12 – Touches rondes type D6 (contact travail)
- 3 – Diodes émettrices infra-rouge
- 1 – Coupleur de pile 9 V, type 6F22
- 1 – Boîtier type télécommande



UNE TRES GRANDE FIABILITE

sur le CI, afin qu'elles ne prennent pas trop de place en hauteur.

On terminera par l'implantation des touches du clavier, en respectant leur sens d'orientation, la partie plate dirigée vers le haut ou le bas du montage, selon les besoins.

Les circuits intégrés seront montés ou non sur support, en fonction de l'habileté de chacun et de l'outillage dont on dispose. Les circuits utilisés n'étant pas fragiles ni d'un prix excessif, cette précaution ne sera donc pas indispensable. Par contre, on veillera tout particulièrement à leur orientation, car IC2 et IC3 sont implantés en sens inverse de IC4. De même, on respectera l'orientation du régulateur et des transistors. Pour T1, n'importe quel petit transistor NPN peut convenir, à condition de respecter le brochage (l'émetteur de T1 est marqué sur l'implantation). Les mêmes remarques sont valables pour T2, mais en changeant NPN par PNP.

La partie électronique de l'émetteur est finie à ce stade. On peut réaliser rapidement quelques tests, mais il ne devrait pas y avoir de problème particulier, car l'émetteur ne comporte aucun réglage. On commencera par connecter un voltmètre aux bornes de IC1, entre les pattes 12 et 24. En l'absence d'appui sur une touche, on doit lire 0 V et 5 V dès qu'on presse un bouton. Ensuite, on peut mesurer la tension aux bornes de la résistance de 10 Ω reliée à T1. La tension lue sur le voltmètre est directement proportionnelle au courant moyen qui passe dans les diodes. On doit trouver 0 V en l'absence d'émission et de 100 à 200 mV en pressant une touche, valeur qui doit croître si on augmente le nombre de boutons enfoncés simultanément. Enfin, les plus chanceux, ceux qui disposent d'un oscillo, pourront visualiser la tension de commande de T1, à la sortie de 3/4 de IC4 et vérifier ainsi que

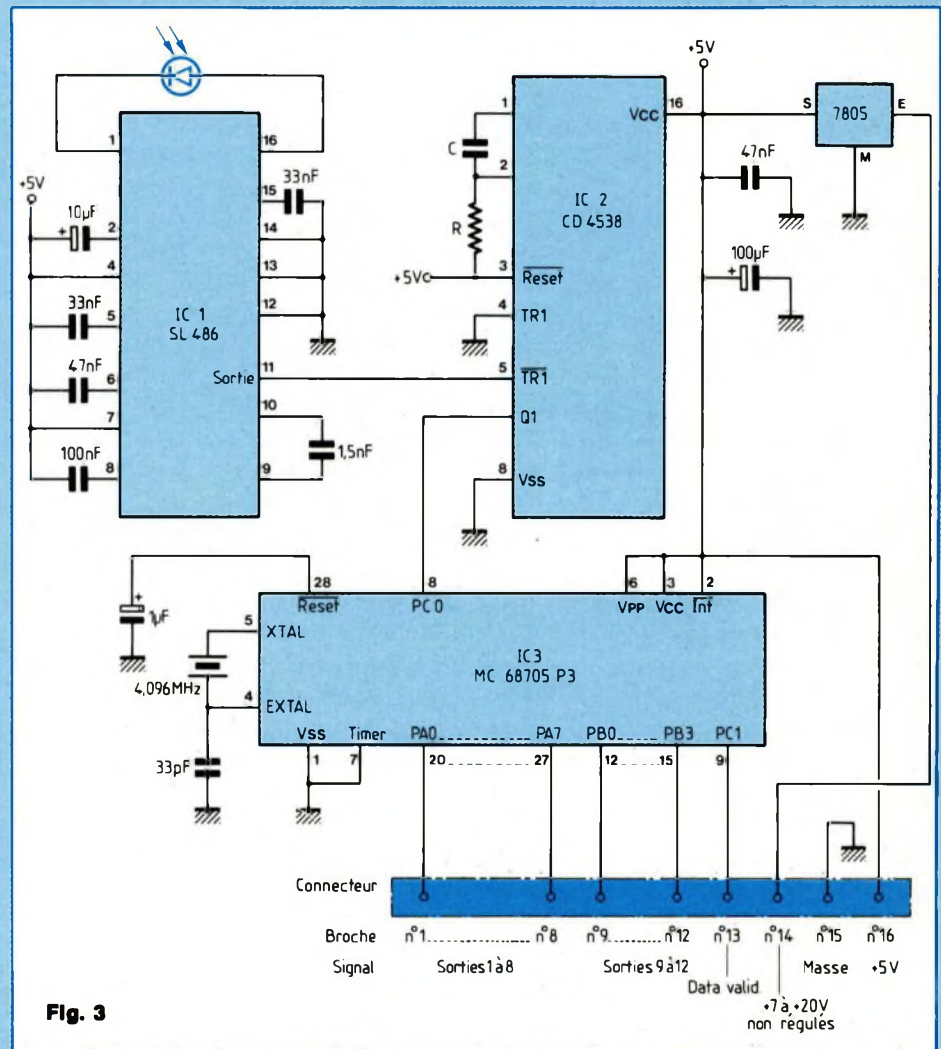


Fig. 3

le signal est bien conforme au code indiqué.

Il ne reste plus qu'à percer proprement la face avant du coffret, ainsi qu'un passage pour les diodes. Il sera probablement nécessaire de surélever légèrement le circuit imprimé, afin que les touches dépassent le sommet du boîtier. Un peu de mousse au fond du coffret fera parfaitement l'affaire.

LE RECEPTEUR

ANALYSE DU SCHEMA DE LA FIGURE 3

L'information infra-rouge arrive sur la

diode réceptrice. Cette diode, une BPW34 ici, est polarisée en inverse par le circuit spécialisé SL486 (IC1). En présence d'un rayonnement infra-rouge, le courant inverse de la diode augmente très fortement, ce qui est détecté par le circuit intégré. Les composants périphériques servent à définir une fréquence de coupure basse de 2 kHz environ à chacun des quatre étages d'amplification du SL486. Le rôle de ce filtrage est très important, car, il y a de nombreuses sources parasites infra-rouges, les lampes à incandescence par exemple. Le rayonnement parasite est alors situé à 50 Hz ou

TELECOMMANDE 12 VOIES

100 Hz suivant les cas. Le fait de faire passer le signal dans un filtre passe-haut permet d'atténuer fortement ce rayonnement gênant qui, sinon, viendrait saturer le récepteur. De plus, afin de garantir une sensibilité optimale (1 nA typique), le système réalise une commande automatique de gain, qui permet de s'adapter à l'éclairage ambiant dans une large plage. La sortie (patte 11) du SL486 présente des impulsions **negatives** chaque fois que le circuit détecte un créneau (du fait de la commande automatique de gain). Le circuit possède une bascule monostable intégrée qui permet d'obtenir des impulsions calibrées, selon la documentation du fabricant (PLESSEY). Or, en pratique, la précision sur la durée est très moyenne. Comme de plus, la sortie de ce circuit est un peu "faible" et que le courant consommé modifie la période du monostable, le mieux était d'attaquer un monostable de précision CMOS, qui garantit une impédance d'entrée élevée et la justesse de la durée de la période. Le circuit retenu répondant à cette demande est le très classique CD4538, double monostable redéclenchable, qui offre en outre la possibilité d'être déclenché sur des fronts descendants. La période d'une impulsion en sortie de ce monostable est donnée par la constante de temps $T = R \times C$.

On a vu, dans le paragraphe "Principe de codage de l'émetteur", qu'un 1 était codé par deux créneaux, de période $T_c = 2048/F_{\text{quartz}}$. Afin d'obtenir un 1 durant la période d'un bit (période de $2.T_c$), il suffit que la période T du monostable soit très légèrement supérieure à T_c . Ainsi, en prenant $T_c + 0,5\% < T < T_c + 10\%$, on transforme deux créneaux de période T_c en un seul de période $T + T_c$, soit sensiblement $2.T_c$, i.e. la durée d'un bit. Un tableau de valeurs de R et C en fonction des valeurs de quartz les plus cou-

rantes se trouve en annexe A. Notons qu'il ne faut pas descendre trop bas en fréquence pour le quartz, ni monter trop haut, sinon le micro-contrôleur ne suit plus. Les valeurs idéales se situent autour de 4 MHz, le prototype réalisé étant doté d'un quartz 4,096 MHz.

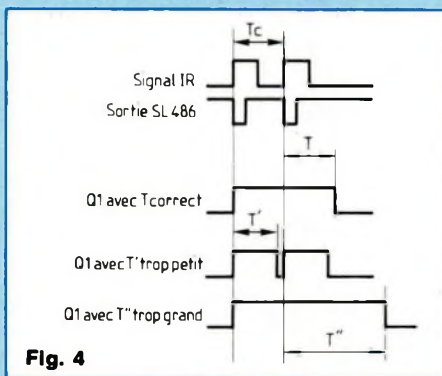
En sortie Q1 du 4538 (IC2), on dispose donc des informations utiles, débarrassées de leur porteuse. L'intérêt de la porteuse est qu'un parasite provoqué par une lampe ne génère qu'une seule impulsion en sortie du SL486 et donc, sur Q1, on obtient un créneau de durée T seulement, c'est-à-dire, la moitié de la durée normale qui code un 1. Le μ Contrôleur détectera alors que c'est un parasite et le traitera comme tel. Par contre, il est important que T soit très légèrement supérieur à T_c , sinon Q1 risque de retomber très brièvement à 0, même sur un 1 valide, ce qui risque d'être interprété comme une erreur. A l'opposé, prendre T trop grand réduit la durée d'un 0 suivant immédiatement un 1, ce qui risque de faire interpréter le 0 comme un 1, si Q1 n'est pas retombé quand on lit sa valeur (figure 4).

Le μ Contrôleur dispose donc en entrée sur PC0 du signal remis en forme. Le quartz fournit la base de temps précise nécessaire au décodage et sert également d'horloge au système. Le source du programme est fourni en annexe B, ainsi que le code à claquer directement dans le micro-contrôleur. Sans entrer dans les détails de la pro-

grammation (le source est d'ailleurs abondamment commenté) précisons toutefois les grandes lignes du décodage.

Le système attend une synchro d'au moins 10 bits. S'il ne la trouve pas, il incrémente un compteur de fausses synchro. Au bout de 128 fausses synchro, il remet les sorties à 0. Lorsqu'une synchro de 10 bits est reconnue, le programme attend le bit de start. Si celui-ci n'arrive pas avant 48 cycles, c'est qu'on a cessé d'émettre, on remet les sorties à 0. Sinon, on attend la durée d'un demi-bit, et on lit à nouveau l'état du monostable. Si le bit de start était un parasite, alors la sortie est retombée à 0, on incrémente le compteur de fausses synchro, sinon, on échantillonne le signal toutes les périodes. Lorsque les 16 bits sont chargés, on vérifie la présence des 4 bits de vérification, (bits 6, 13, 14, 15). Si ceux-ci sont corrects, la réception est considérée comme valide, mais il faut deux réceptions valides successives pour que les sorties soient mises à jour. Par contre, une fois que les sorties sont validées (et que le signal data valid du port PC1 est affirmé), il faut que quatre réceptions validées successives soient différentes pour que les sorties repassent à zéro (ou alors 128 fausses synchro, ou encore, plus d'émission du tout). Ce système permet d'obtenir une bonne immunité aux interruptions de transmission, ce qui évite de transmettre deux ordres identiques successifs en cas d'interruption brève du faisceau infra-rouge.

Le résultat de ce traitement assez complexe du signal est une immunité totale aux parasites et l'absence absolue de tout déclenchement intempestif. Tout au plus, peut-on aveugler le récepteur en braquant une lampe à quelques centimètres de la diode réceptrice, mais en aucun cas, cela ne déclenchera une réception dite valide. Ce point est primordial si l'on se pro-



UNE TRES GRANDE FIABILITE

NOMENCLATURE DES COMPOSANTS

RECEPTEUR INFRA-ROUGE

• Circuits intégrés

- 1 – μ Contrôleur 68705P3
- 1 – SL 486
- 1 – CD4538

• Résistance

à calculer en fonction de la fréquence du quartz et la valeur de C

• Condensateurs électrolytiques

- 1 – 1 μ F
- 1 – 10 μ F
- 1 – 100 μ F

• Condensateurs film plastique

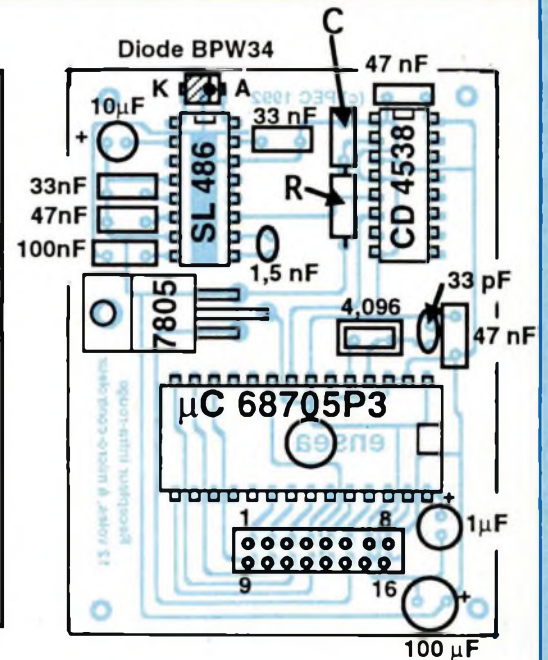
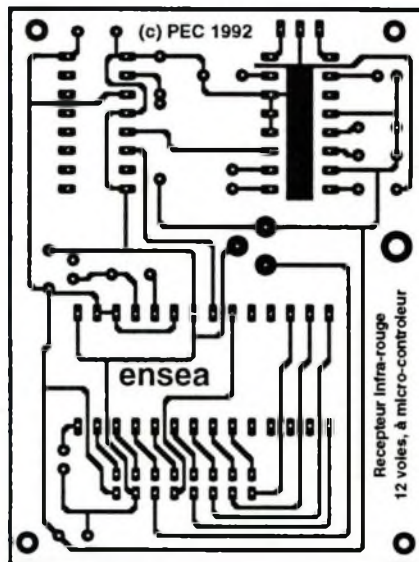
- 1 – 100 nF
- 2 – 47 nF
- 2 – 33 nF
- 1 – 1,5 nF (éventuellement céramique)

• Condensateur céramique

- 1 – 33 pF

• Divers

- 1 – 7805 (régulateur 5 V)
- 1 – BPW34 (Diode réceptrice infra-rouge)
- 1 – Barrette sécable mâle double rangée de contact, pas 2,54
- 1 – Quartz (4,096 MHz ou autre valeur, mais identique à celle de l'émetteur, si possible autour de 4 MHz)



- | | | |
|----------------------------------|---|---|
| 1 : sortie n°1 | 1 | 8 |
| 2 : sortie n°2 | | |
| ... | | |
| 8 : sortie n°8 | | |
| 9 : sortie n°9 | | |
| ... | | |
| 12: sortie n°12 | | |
| 13: data valid | | |
| 14: entrée 7 à 20 volts continus | | |
| 15: masse | | |
| 16: 5 volt régulé | | |

$$T_{\text{porteuse}} = 2048 / F_{\text{quartz}}$$

$$T + 0,5\% < R.C < T + 10\%$$

pose d'installer cette télécommande dans un appareil du commerce, genre lecteur de CD par exemple. Entendre l'engin changer tout seul de morceau ou s'arrêter quand on allume la lumière, serait assez gênant !!!

REALISATION PRATIQUE

Comme pour l'émetteur, la méthode photo est recommandée ici pour réaliser le circuit imprimé du récepteur. Le SL486 et le μ Contrôleur seront montés sur support, tandis qu'un morceau de barrette sécable femelle servira de

connecteur à la diode réceptrice. Le récepteur ne comporte pas de strap, inutile donc d'en chercher.

Si l'on utilise l'entrée 5 V pour alimenter le montage, il n'est pas nécessaire d'implanter le régulateur. Dans le cas contraire, la broche 14 du connecteur peut recevoir toute tension continue entre 7 V et 20 V environ. Le raccordement de l'alimentation dans le cas d'implantation dans un appareil existant, ne se fait pas au hasard, se reporter pour cela au paragraphe "Installa-

tion pratique : alimentation".

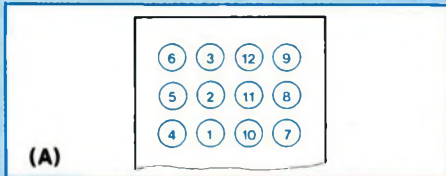
Le μ Contrôleur devra bien évidemment être programmé. Pour cela, on commencera par charger le programme dans une EPROM de type 2716, puis le contenu sera recopié dans le μ Contrôleur via le montage préconisé par Motorola (cf. annexe D).

Le récepteur est personnalisable sur deux points :

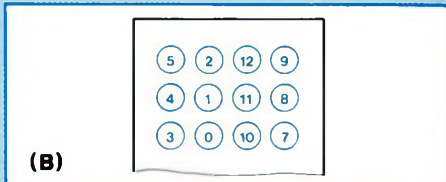
- on définit le niveau d'activité de chaque sortie (actif état haut/état bas) en mettant à 1 (actif état haut) ou 0

TELECOMMANDE 12 VOIES

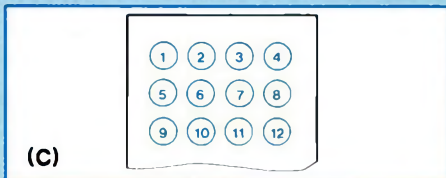
(actif état bas) les bits des octets.
 \$70C (bit 0 = sortie 1, ... bit 7 = sortie 8)
 \$70D (bit 0 = sortie 9, ... bit 3 = sortie 12, bits 4 à 7 indifférents)
 – une table contient le numéro du bit lu par la télécommande à affecter à chaque sortie.



La figure A donne l'ordre physique des boutons de l'émetteur, c'est-à-dire, l'ordre chronologique dans lequel l'état de chaque touche est transmis par l'émetteur.



La figure B est beaucoup plus utile, car elle indique quel est le bit de la transmission affecté à chaque touche. De \$700 à \$70B, se trouve une table indiquant quel bit correspond à chaque sortie. L'adresse \$700 correspond à la sortie 1, \$701 correspond à la sortie 2, ... \$70B correspond à la sortie 12. Mettre la valeur \$5 en \$700 indique que la sortie 1 est commandée par le bit 5, ce qui, en se reportant à la figure B, nous indique que la sortie 1 est commandée par la touche en haut à gauche du clavier.



Pour ordonner le clavier selon l'ordre de la figure C, chaque numéro correspondant à la sortie affectée à la touche, il faut entrer la table suivante :

\$700 : \$5
 \$701 : \$2

\$702 : \$C (12 en hexa)
 \$703 : \$9
 \$704 : \$4
 \$705 : \$1
 \$706 : \$B (11 en hexa)
 \$707 : \$8
 \$708 : \$3
 \$709 : \$0
 \$70A : \$A (10 en hexa)
 \$70B : \$7

et si on ne veut que des sorties actives à l'état haut :

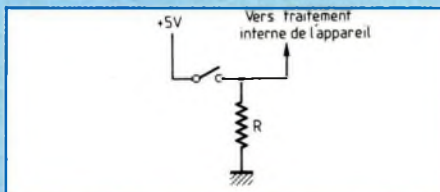
\$70C : \$FF
 \$70D : \$FF (seuls les 4 bits de poids faibles sont pris en compte ici).
 Pour le source du programme et le code directement "romable", se reporter à l'annexe B.

INSTALLATION PRATIQUE

Si cette télécommande est destinée à commander un montage disposant d'entrées logiques, l'interfaçage est immédiat : il suffit de relier les sorties du récepteur aux entrées adéquates du montage. Notons que le μ Contrôleur est assez puissant pour alimenter une charge TTL au moins.

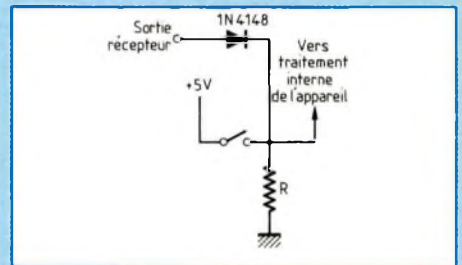
Par contre, si ce montage est destiné à commander un appareil déjà existant, il faut avant toute chose, ouvrir cet appareil pour déterminer quel est le type de clavier. En effet, le plus simple et le plus universel est de se brancher en parallèle sur le clavier, le récepteur simulant alors l'appui sur une touche. Cette façon de procéder permet de s'interfacer de manière simple avec quasiment tous les appareils, sans avoir besoin de connaître le schéma de ceux-ci.

PREMIER CAS



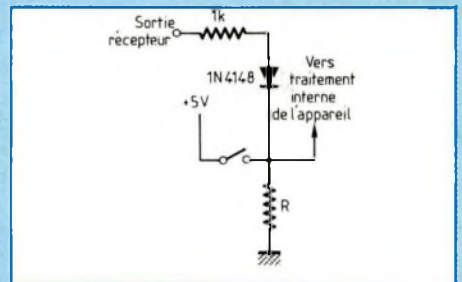
Cas 1, touche active à l'état haut tension 0..5 V

C'est l'un des cas les plus simples. L'interfaçage est quasiment direct. **Il faut que la masse du récepteur soit la même que la masse du clavier**, il suffit alors d'insérer une diode entre la sortie du récepteur et la touche à commander, en configurant le récepteur sortie active à l'état haut.



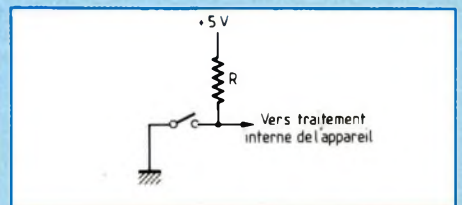
Cas 1, touche active à l'état haut tension 0..5 V

On peut également insérer une résistance de protection de quelques k Ω en série avec la diode.



Cas 1, touche active à l'état haut tension 0..5 V avec résistance de protection (1K à 10 K)

DEUXIEME CAS

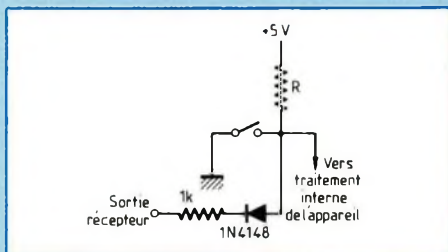


Cas 2, touche active à l'état bas tension 0..5 V

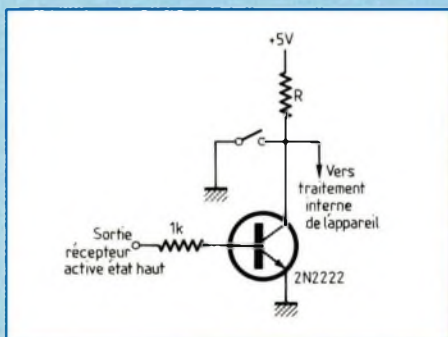
C'est le cas dual du précédent. **Il faut également que la masse du récepteur soit la même que celle du clavier**. Il suffit d'insérer une diode également, mais en sens inverse et il faut choisir au niveau du récepteur, une sortie active au niveau bas.

UNE TRES GRANDE FIABILITE

Dans ce cas de figure, il n'est pas souhaitable de supprimer la résistance en série avec la diode. On fera des essais pour déterminer la plus forte valeur de résistance donnant un fonctionnement correct, en simulant la sortie μ Contrôleur par une sortie TTL.

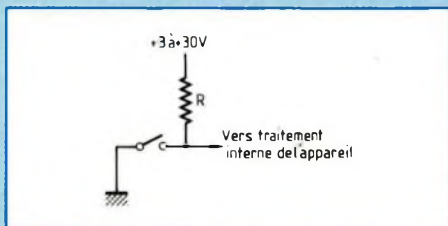


Cas 2, touche active à l'état bas tension 0..5 V



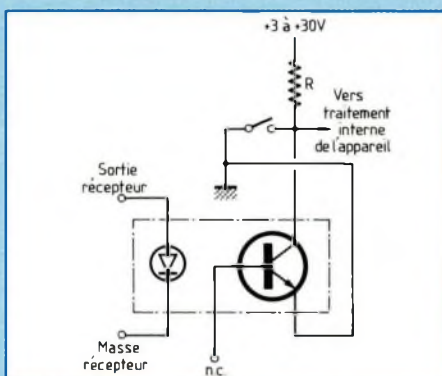
Cas 2 bis, touche active à l'état bas tension 0..5 V à utiliser si le système précédent ne fonctionne pas.

TROISIEME CAS



Cas 3, touche active à l'état bas tension 0..30 V

C'est un cas de figure presque identique au précédent, si ce n'est que, soit la tension de polarisation dépasse les 5 V de la logique du récepteur, soit la masse du clavier n'est pas la même que celle du récepteur. La solution la plus simple est l'utilisation d'opto-coupleurs (brochage des boîtiers : cf. annexe C).

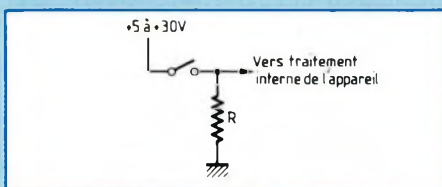


Cas 3, touche active à l'état bas tension 0..30 V

L'émetteur du transistor de l'opto-coupleur doit être relié à la masse du clavier et la sortie correspondante du récepteur est configurée active à l'état haut. Dans ce cas de figure, la masse de la touche à commander et la masse du récepteur peuvent être différentes. L'utilisation d'opto-coupleurs garantit d'autre part une isolation galvanique parfaite entre le récepteur infra-rouge et l'appareil commandé. Le seul défaut de ce montage est le prix de revient assez élevé, si on veut équiper les douze touches d'opto-coupleurs.

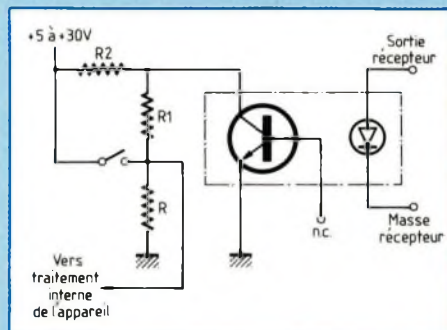
Une carte comportant 12 opto-coupleurs est proposée en annexe A. Elle sert également à alimenter le récepteur. C'est la solution retenue pour le prototype, car toutes les touches du clavier du lecteur de CD n'étaient pas référencées de la même manière. Notons que si la masse du clavier et celle du récepteur sont identiques, le montage du cas 2 bis convient encore, ce qui permet alors de réaliser une interface nettement moins coûteuse

QUATRIEME CAS



Cas 4, touche active à l'état haut tension 0..30 V avec une masse qui peut être différente de celle du récepteur.

C'est à nouveau le cas dual du précédent. Cette fois-ci, l'interfaçage est un peu moins direct, car pour commander une telle touche, l'idéal serait un opto-coupleur de type PNP, ce qui ne se trouve pas aisément. On peut néanmoins s'adapter à cette situation en utilisant une résistance de plus qu'au cas précédent. Le montage est le suivant :



Cas 4, touche active à l'état haut tension 0..30 V avec une masse qui peut être différente de celle du récepteur.

Ici, l'émetteur du transistor de l'opto-coupleur doit être relié à la masse du clavier, mais la masse du récepteur et celle du clavier peuvent être différentes. La sortie correspondante du récepteur sera programmée active à l'état bas.

On a intérêt à choisir R1 et R2 égales et de valeur aussi élevée que possible, afin de limiter le courant circulant. R1 en série avec R2 simulent l'appui de la touche lorsque le transistor de l'opto-coupleur est bloqué. Il faut donc que le potentiel aux bornes de R (résistance interne à l'appareil) soit assez élevé. Seule l'expérimentation permettra de déterminer les valeurs adéquates. Pour cela, on court-circuitera la touche avec une résistance Rx de 100 k Ω , puis on diminuera progressivement Rx jusqu'à observer un déclenchement franc de la fonction commandée par la touche. On fera alors $R1=R2=Rx/2$.

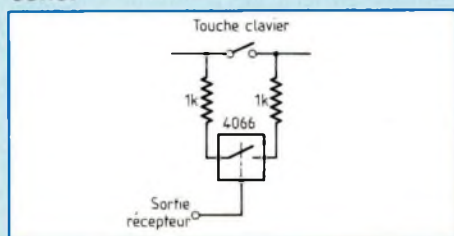
Notons que des valeurs trop faibles de R1 et R2 sont à éviter, car il circulerait alors un courant important dans ces résistances. En pratique, on ne des-

TELECOMMANDE 12 VOIES

cedra pas en dessous de 1 k Ω .

AUTRE POSSIBILITE

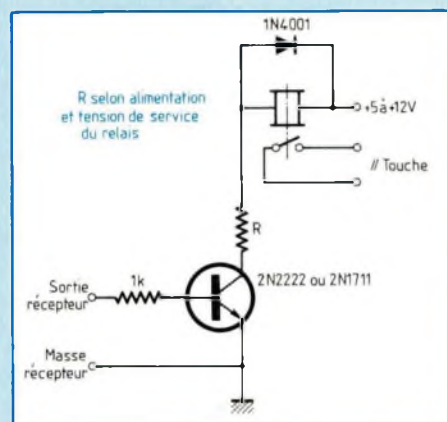
On peut toujours mettre en parallèle sur la touche à commander un commutateur analogique genre CD4066 ou CD4016. Par sécurité, on mettra deux résistances d'environ 1 k Ω en série.



Le commutateur n'étant pas parfaitement symétrique, on pourra essayer de permuter entrée et sortie. Les deux résistances de 1 k Ω servent à éviter tout drame lors des essais, en limitant le courant susceptible de circuler dans le commutateur. Il peut s'avérer nécessaire de les supprimer dans certains cas. Ce type de montage devrait permettre de commander les claviers matricés sans trop de problèmes. Cette solution purement électronique est plus élégante que l'utilisation d'un relais, mais il faut être conscient qu'il n'y a pas isolation galvanique parfaite entre la commande et le "contact" commandé, contrairement à ce que le dessin pourrait laisser croire. Dans certains cas, l'ancêtre électromécanique peut s'avérer indispensable.

Ayant passé en revue les différents cas qui peuvent se présenter, il faut, à ce stade, ouvrir l'appareil à télécommander, afin de déterminer dans quelle situation on se trouve. Avant de réaliser la télécommande complète, il est indispensable de réaliser, même provisoirement, la commande d'une touche, afin d'être sûr de savoir le faire, faute de quoi, on risque d'avoir un système marchant parfaitement mais que l'on ne peut interfacer. Au besoin, on adaptera une des solutions proposées, ou on en inventera d'autres. Notons qu'il

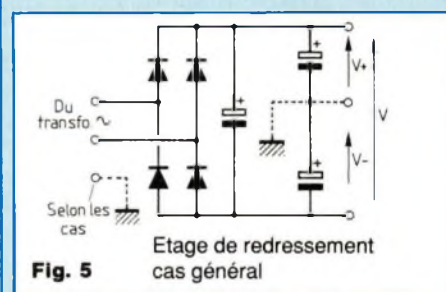
est toujours possible en dernier recours, de commander un relais ... en réalisant le montage interface universelle, et en choisissant une sortie active à l'état haut. Si on réalise un tel système pour les douze touches, il ne faudra pas oublier de tenir compte de la consommation des relais qui est loin d'être négligeable.



Interface universelle

Une fois déterminé le type de clavier, en fonction des cas proposés précédemment, on sait maintenant si la masse du récepteur est celle du clavier ou n'importe quel autre potentiel. Enfin, il faut trouver quelque part dans l'appareil une tension continue. Le plus simple semble à première vue de se brancher aux bornes d'un circuit intégré (probablement alimenté en +5 V et probablement bien référencé par rapport à la masse si le clavier est celui du cas 1 ou 2). Mais il ne faut pas oublier que le récepteur consomme environ 100 mA. Est-ce que le régulateur de l'engin pourra supporter cette charge supplémentaire ? Si le régulateur est un modèle type 7805 avec radiateur, la réponse est très probablement oui, mais sait-on jamais ? Le plus sûr est de se brancher en amont du régulateur et d'utiliser celui du récepteur (on utilise donc l'entrée 5..20 V, broche n° 14 du connecteur). Le mieux est alors de se connecter directement sur une des diodes du pont

de redressement de l'appareil. Ce pont (intégré ou à 4 diodes) est très facilement identifiable, car situé près du transformateur (ou de fils en provenant) et est entouré de quelques capacités. Armé d'un voltmètre, il est donc aisé de trouver une source d'alimentation correcte. A fort peu de choses près, le schéma de l'étage de redressement sera celui de la figure 5 :



On viendra se brancher entre la masse (si elle existe) et V+ ou sinon, entre V- et V+.

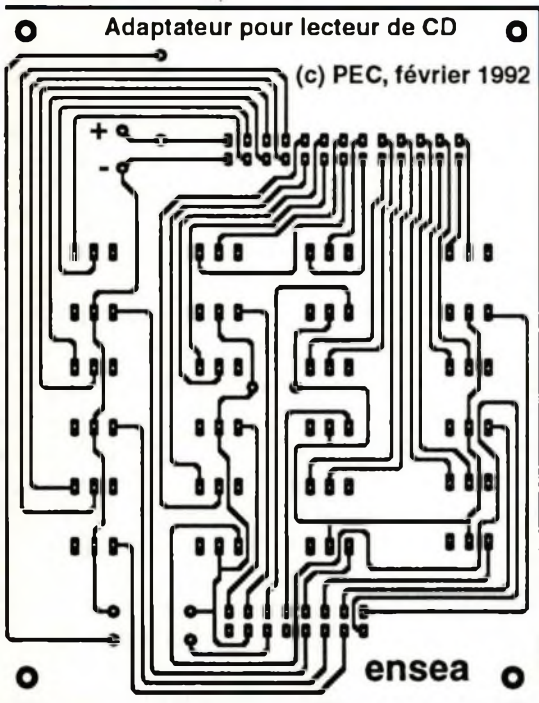
Remarque : Il est essentiel que la tension d'alimentation ne chute pas en dessous de 7 V environ, quel que soit le fonctionnement de l'appareil commandé, sinon, le μ Contrôleur risque de générer une erreur et de se "planter". Cela peut éventuellement se produire au démarrage d'un moteur. Il faut alors augmenter la tension d'alimentation, en se branchant par exemple entre V+ et V- au lieu de V+ et la masse. Par contre, cela oblige à revoir également le type de module d'interfaçage, s'il était référencé par rapport à la masse du récepteur.

Enfin, pour ceux qui n'oseraient pas se brancher sur l'alimentation, il est toujours possible de construire un petit module alimentation supplémentaire, s'il y a la place de le loger dans l'appareil.

MISE EN PLACE ET CABLAGE

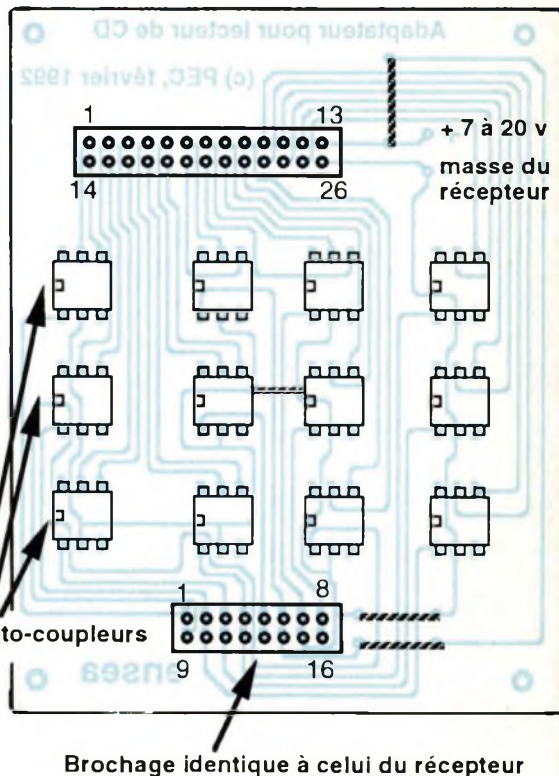
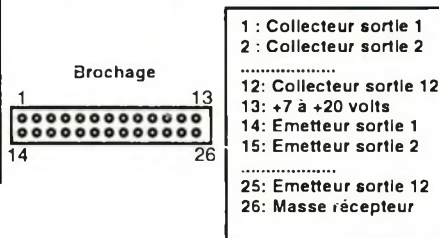
On placera le récepteur aussi près que possible de la diode réceptrice et on

UNE TRES GRANDE FIABILITE



NOMENCLATURE DES COMPOSANTS

- **Circuits intégrés**
12 – Opto-coupleurs genre 4N28, 4N25 TIL 111, 4N35 ... ou n'importe quoi ayant un brochage identique.
- **Divers**
1 Barrette sécable double rangée
1 Connecteur femelle 16 contacts HE 10
1 Connecteur femelle 26 contacts HE 10
2 Cosses "poignard"
Câble en nappe 26 conducteurs minimum, pas de 1,25 mm



ANNEXE A

utilisera un câble de liaison diode-récepteur à deux conducteurs **plus blindage**, qui sera relié à la masse du récepteur. Plus ce câble sera court, plus la sensibilité du récepteur sera bonne. Dix centimètres semblent être la longueur à ne pas dépasser sous peine de dégradation importante des caractéristiques du système, car il ne faut pas perdre de vue que notre câble se comporte comme une antenne qui récupère tous les parasites électromagnétiques pouvant être générés par l'appareil que l'on commande (moteurs d'un lecteur de CD ...).

Il est conseillé de fabriquer un petit module d'interfaçage entre le récepteur et l'appareil. On munira ce module de connecteurs (barrette sécable à double rangée), un à 28 broches, identique à celui du récepteur, le second adapté au cas particulier (nombre de commandes, masse commune ou non ...). On pourra s'inspirer du modu-

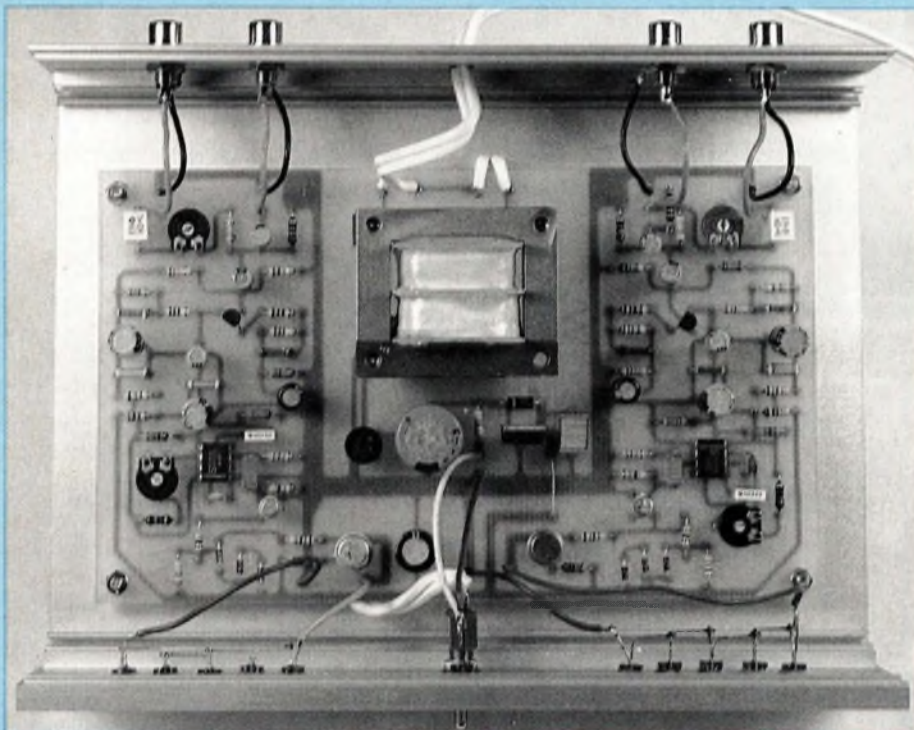
le à opto-coupleurs, présent dans l'annexe A. La liaison entre les modules se fera par câble plat et connecteurs à sertir (type HE 10 femelle), ce câble étant parfait aussi pour venir se souder en parallèle sur chaque touche. La diode infra-rouge sera placée en face avant de l'appareil, éventuellement protégée par un petit morceau de plexiglass rouge, afin de la garantir contre un éclairage ambiant trop intense. Enfin, on évitera de braquer directement une lampe dessus, sinon la portée du système risque de diminuer très fortement.

Dès la mise sous tension, le fonctionnement doit être obtenu. Notons que le μ Contrôleur du récepteur réalise un Reset, à l'aide du condensateur de 1 μ F relié à sa patte 28. Ce reset dure environ une seconde. L'appareil commandé dispose aussi très certainement d'un dispositif de ce genre, qui évite que des commandes parasites ne

soient prises en compte au moment de la mise sous tension. Il est souhaitable que la durée du reset du récepteur soit inférieure à celle de l'appareil commandé. Si ce n'était pas le cas, il faudrait réduire la valeur du condensateur connecté à la patte 28 du μ Contrôleur. Avant la mise en place définitive, on pourra vérifier le bon fonctionnement du récepteur en commandant directement une LED par une des sorties. Notons que le courant fourni par le μ Contrôleur est limité à environ 1 mA, ce qui dispense d'utiliser une résistance de limitation de courant en série avec la diode (ce qui explique aussi que l'on connecte directement les opto-coupleurs aux sorties dans le cas 3).

Pierre-Emmanuel Calmel
Elève Ingénieur 1ère année à
l'ENSEA (Ecole Nationale
Supérieure de l'Electronique
et de ses Applications)
à suivre...

LIAISON HI-FI STEREO PAR INFRAROUGES



Même de prix modeste, un casque restitue une bande passante et une dynamique auxquelles n'accèdent que des enceintes de haut de gamme, par ailleurs tributaires des caractéristiques acoustiques du local et dont la puissance sonore peut incommoder l'entourage. La transmission, par infrarouges, d'une sous-porteuse dont le signal audio module la fréquence, autorise une écoute à la fois discrète et libérée du "fil à la patte" habituel aux casques ...

Toutes les sources à haute fidélité délivrent un son stéréophonique ; les téléviseurs y viennent à leur tour, par le biais de la pseudo-stéréo en attendant mieux. L'émetteur et le récepteur que nous décrivons ici respectent cette caractéristique, grâce à l'emploi simultané de deux sous-porteuses. Ils garantissent une qualité musicale aux normes Hi-Fi.

LE PROBLEME DE LA STEREOPHONIE

Les liaisons radiophoniques qui transmettent un signal stéréo, c'est-à-dire, conjointement, le signal gauche G et le signal droit D, modulent une porteuse dans la bande des 100 MHz (88 à 108). A l'émission, on réalise les combinaisons G + D et G - D, et la deuxiè-

me module elle-même une sous-porteuse à 38 kHz. Le récepteur effectue l'opération inverse et restitue les tensions à basse fréquence G et D.

Ces procédés ne s'appliquent que difficilement au cas des infrarouges. En effet, le rayonnement électromagnétique qui sert de porteuse, au voisinage du visible, se situe vers 330 térahertz ($330 \cdot 10^{12}$ Hz). Cette fréquence, imposée par la structure atomique du matériau semiconducteur des diodes émettrices, ne peut être modulée. C'est donc déjà une sous-porteuse, calée vers quelques dizaines ou quelques centaines de kHz, qui découpe par tout ou rien l'intensité du faisceau IR. Le signal audio module en fréquence, à son tour, cette sous-porteuse.

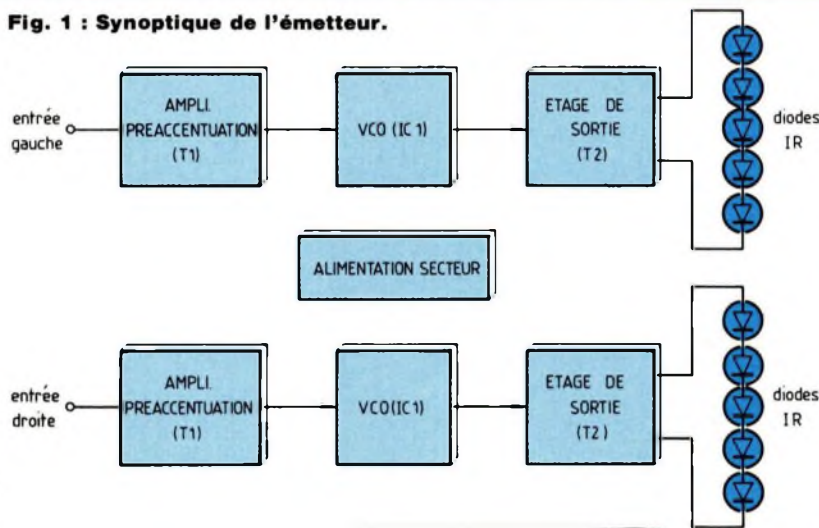
Véhiculer, en garantissant leur séparation, les messages sonores respectivement destinés à l'oreille gauche et à l'oreille droite, impose alors le recours à deux sous-porteuses suffisamment écartées l'une de l'autre. Emetteur et récepteur renferment donc, l'un et l'autre, deux voies entièrement distinctes.

A la réception, les capacités parasites de la photodiode et le produit gain x bande des amplificateurs, combinent leurs effets pour limiter la fréquence supérieure exploitable. Il est pratiquement difficile de dépasser 200 kHz et raisonnable, pour éviter des difficultés, de s'en tenir à 150 kHz environ.

Pour estimer la limite inférieure, on doit prendre en compte l'excursion ΔF minimale, autour de la fréquence centrale F_0 , qu'exigent l'obtention d'une grande dynamique et la minimisation de l'amplitude relative du bruit de fond. Cet impératif sera quantitativement analysé lors de l'étude de la boucle à verrouillage de phase exploitée en démodulation. Indiquons dès maintenant qu'on doit atteindre, sur les crêtes du signal, une variation ΔF proche de

UNE ECOUTE DISCRETE

Fig. 1 : Synoptique de l'émetteur.



CRITERES DE COMMANDE DU VCO

La figure 3 résume les grandes lignes de l'architecture interne du LM 566, en y ajoutant les composants R et C qui déterminent sa fréquence centrale F_0 d'oscillation, en l'absence de signal sur la broche d'entrée 5.

Reliée au +E de l'alimentation, la résistance R pilote les sources de courants et fixe ainsi les intensités +I et -I qui chargent et déchargent alternativement le condensateur de temporisation C.

Aux bornes de celui-ci et entre deux seuils imposés par la bascule de Schmitt, on recueille des rampes successivement ascendantes et descendantes, donc des triangles. La sortie de la bascule fournit les créneaux de commutation de deux sources de courants. Par ailleurs, créneaux et triangles sont acheminés vers les sorties 3 et 4 à travers des amplificateurs tampons et la figure 4 montre comment ils s'inscrivent entre la masse et +E, pour une alimentation sous 12 V comme celle de notre montage.

La fréquence de repos F_0 est donnée par la relation :

$$F_0 = \frac{2 V_r}{RC E}$$

où V_r désigne la différence de potentiel entre la broche 5 (entrée) et la broche 8 (pôle + de l'alimentation). Cette égalité montre que F_0 dépend non seulement des composants de temporisation R et C, mais aussi :

- de la tension d'alimentation +E, qu'il faudra réguler pour éliminer les dérives et dans laquelle toute ondulation résiduelle engendrerait une modulation de fréquence parasite à 100 Hz, fort désagréable à la réception.
- de la différence de potentiel V_r , ce qui est heureux : c'est en agissant sur elle, en effet, qu'on provoque les variations

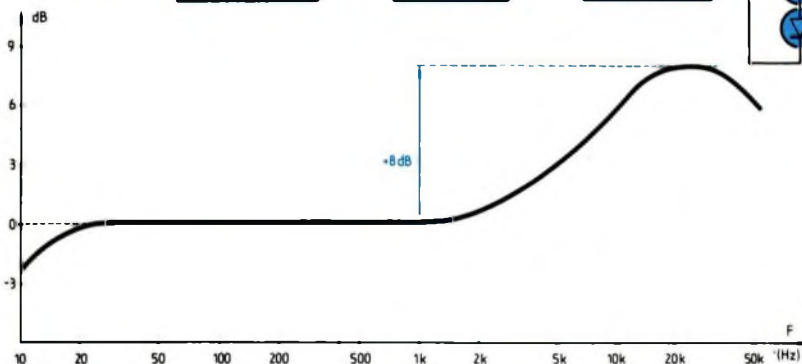


Fig. 2 : Courbe de préaccentuation des amplificateurs d'entrée de l'émetteur.

20 kHz (± 10 kHz), sans dépasser ± 20 % de F_0 . Ceci fixe le strict minimum à 50 kHz pour la sous-porteuse et une marge de sécurité nous incite à choisir environ 75 kHz.

Finalement, les deux canaux de la chaîne seront respectivement calés au voisinage de 75 kHz et de 150 kHz.

SYNOPTIQUE DE L'EMETTEUR

L'émetteur s'articule essentiellement (figure 1) autour de deux oscillateurs à fréquence commandée par tension (VCO = Voltage Controlled Oscillator), matérialisés par des circuits LM 566. Les tensions de modulation, prélevées sur la source (téléviseur, préamplificateur d'une chaîne Hi-Fi, lecteur laser), subissent, dans l'étage à transistor T1,

une amplification accompagnée d'une pré-accélération. Celle-ci, selon un processus bien connu, augmente le niveau des fréquences élevées, avec une charnière placée vers 1 kHz, comme le montre la figure 2. A la réception, on modèle la réponse en sens opposé, ce qui rétablit la linéarité indispensable pour le signal audio, mais comprime le bruit de fond essentiellement concentré dans le haut du spectre.

Le VCO, par sa sortie en créneaux, attaque l'étage de sortie construit autour des transistors T2 et T3 et qui pilote, pour chaque voie, cinq diodes émettrices d'infrarouges.

Avec ses deux canaux, l'émetteur consomme, au total, près de trois watts. Une alimentation secteur s'impose donc.

LIAISON PAR INFRAROUGES

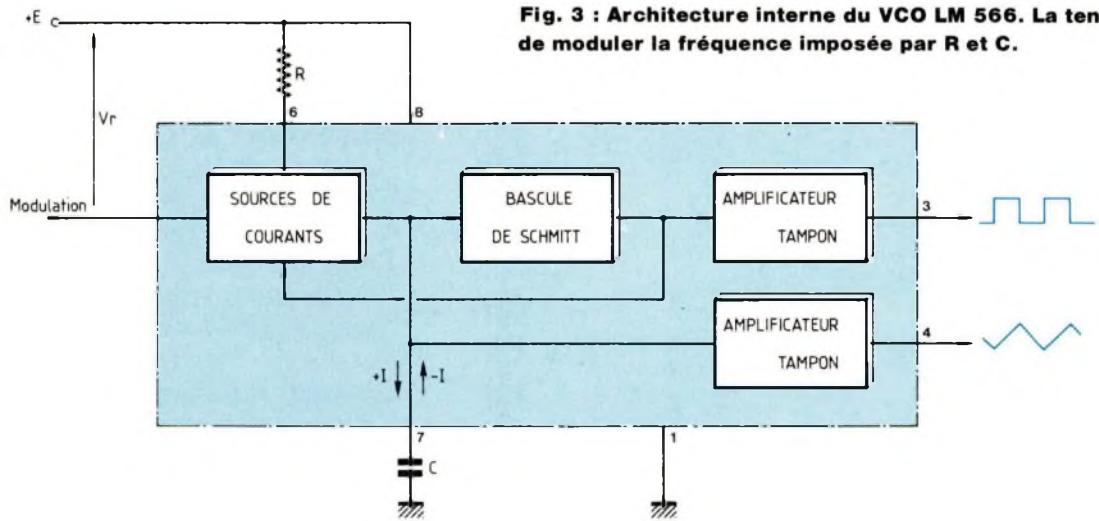


Fig. 3 : Architecture interne du VCO LM 566. La tension V_r permet de moduler la fréquence imposée par R et C.

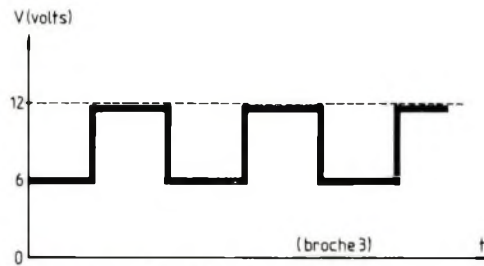
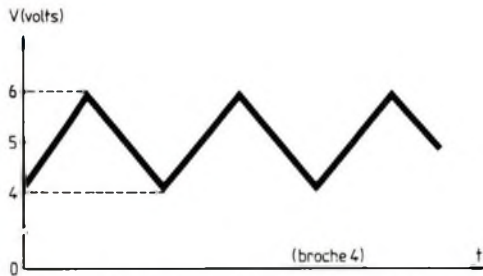


Fig. 4 : Signaux de sortie du LM 566, pour une alimentation sous 12 volts.

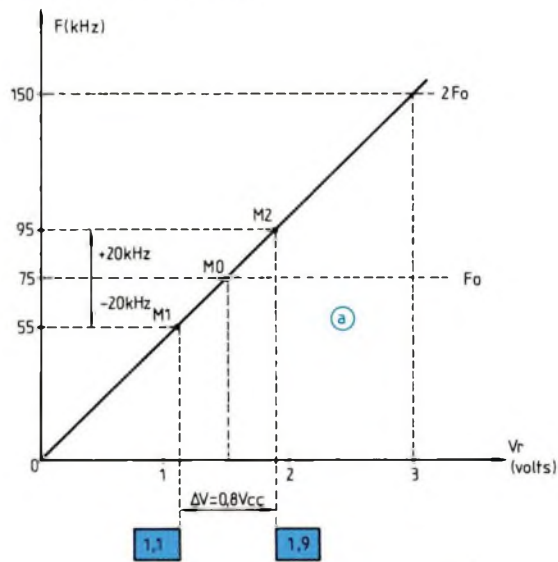
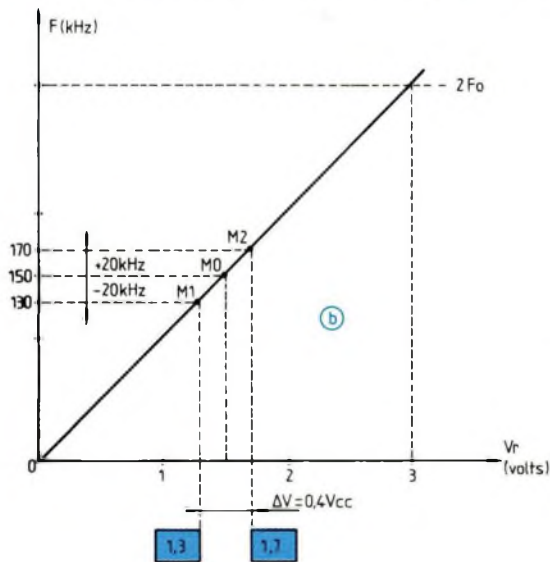


Fig. 5 : La même excursion maximale de fréquence, ΔF , autour de la fréquence centrale F_0 , exige 0,8 V crête à crête pour le canal gauche (a), mais seulement 0,4 V pour le canal droit (b).

UNE ECOUTE DISCRETE

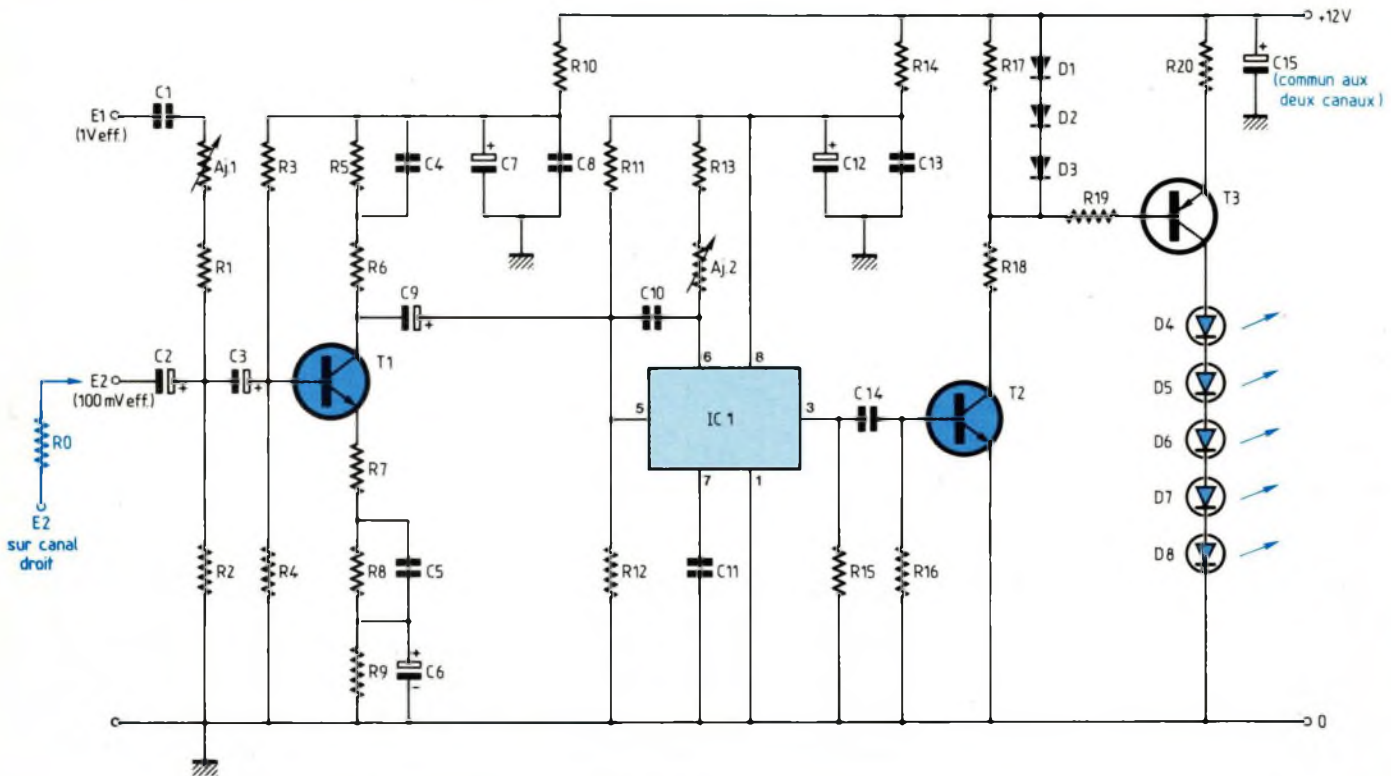


Fig. 6 : Schéma d'un canal de l'émetteur.

de fréquence souhaitées, c'est-à-dire, la modulation par le signal audio.

Les figures 5a et 5b, illustrent les variations de la fréquence de sortie F en fonction de la tension de commande V_r entre les broches 5 et 8 du VCO. Avec une alimentation sous 12 V, V_r ne peut varier qu'entre 0 et 3 V, ce qui conduit à choisir 1,5 V pour la fréquence centrale F_0 et une excursion maximale de 0 à 2 F_0 . En 5a, cas du canal gauche centré sur 75 kHz, on voit qu'il faut 0,8 V crête à crête pour atteindre l'excursion maximale de ± 20 kHz. Pour le canal droit par contre, en 5b et avec une fréquence centrale de 150 kHz, une amplitude crête à crête de 0,4 V suffit à commander la même excursion de ± 20 kHz. Nous aurons à en tenir compte dans le calcul des amplificateurs des deux entrées de l'émetteur.

SCHEMA DE L'EMETTEUR

On le trouvera en figure 6, dessiné pour un seul canal. La configuration est rigoureusement identique sur les deux voies et seules changent quelques valeurs de composants.

Les normes imposent aux sorties audio d'une prise de péritelévision, de délivrer une tension de 100 mV efficaces au maximum de puissance, soit environ 300 mV crête à crête. Sur un préamplificateur haute fidélité par contre, ou en sortie d'un lecteur laser, on disposera, toujours au maximum de puissance, de 1 à 2 V efficaces selon les appareils, soit 3 à 6 V crête à crête. Sur chaque canal, deux entrées sont donc nécessaires. L'une, E_2 , transmet directement le signal à l'étage d'amplification T1 : elle convient pour les télé-

viseurs. L'autre, E_1 , lui fait préalablement subir une atténuation de rapport :

$$\frac{R2}{R1 + AJ1 + R2}$$

réglable à l'aide de la résistance ajustable, pour adapter la sensibilité au niveau de la source de modulation.

Cette entrée convient aux préamplificateurs et aux lecteurs pour laser.

Aux fréquences moyennes, jusqu'à 1000 Hz environ, on peut considérer comme infinies les impédances de C4 et de C5, alors que celle de C6 est négligeable, dès la vingtaine de Hz. La contre-réaction par l'émetteur donne alors, à l'étage T1, le gain :

$$G = \frac{R5 + R6}{R7 + R8}$$

qu'on choisira voisin de 2,6 pour le

LIAISON PAR INFRAROUGES

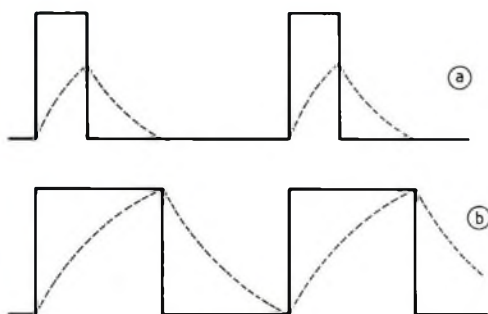


Fig. 7 : Aux fréquences élevées, l'émission d'impulsions courtes (a) diminue le rendement, et l'amplitude des signaux recueillis après traitement, matérialisés en pointillés, est plus grande avec les créneaux symétriques (b).

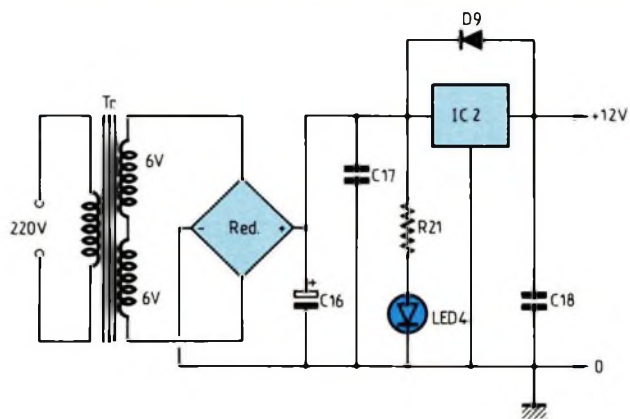


Fig. 8 : Alimentation secteur commune aux deux canaux de l'émetteur.

canal gauche et de 1,3 pour le canal droit, en raison des remarques énoncées plus haut.

La charnière de début de la pré-accélération se situe au moment où l'impédance de C5 égale R8 et doit intervenir à 2 kHz. On détermine donc C5 à partir de la relation :

$$Z_{C5} = \frac{1}{2\pi \cdot C5 \cdot 2 \cdot 10^3} = R8$$

Enfin, on réduit le gain au-delà de 20 kHz grâce à C4, qui court-circuite progressivement R5.

L'alimentation de l'étage amplificateur est prélevée sur les 12 V stabilisés de l'alimentation générale, puis soigneusement découplée par la cellule R10, C7, C8.

Pour le VCO, on retrouve la configuration déjà analysée en figure 3. Le diviseur R11/R12 impose, au repos, une différence de potentiel V_r de 1,5 V entre les broches 5 et 8. Dans ces conditions, la fréquence centrale F_0 , 75 kHz ou 150 kHz environ, selon le canal, dépend de R13, AJ2 et C11. A la mise au point, elle se règle précisément sur celle du récepteur, grâce à l'ajustable. Pour cet étage encore, la

cellule R14, C12, C13, introduit un découplage énergétique. De son côté, le condensateur C10 jugule toute tendance du VCO à osciller en haute fréquence.

Chargée vers la masse par R15, la sortie 3 délivre ses créneaux à la base de T2 à travers C14, indispensable en raison des niveaux montrés à la figure 4. Grâce à R16, T2 travaille d'ailleurs entre le blocage et la saturation. Le diviseur R17/R18 du collecteur, complété par les diodes D1 à D3, écrête à 1,8 V l'amplitude des créneaux entre le pôle + de l'alimentation et la base de T3, donc à 1,2 V aux bornes de la résistance d'émetteur R20. Dans les diodes émettrices D4 à D8, l'intensité varie alors cycliquement entre 0 et 120 mA.

Remarque :

Certains concepteurs font travailler les diodes émettrices d'infrarouges en impulsions, avec un rapport cyclique allumage/extinction très court, ce qui autorise des pointes d'intensité plus élevées pour une même dissipation moyenne et augmente théoriquement la portée. Cette affirmation perd sa véracité lorsque les fréquences dépassent

quelques dizaines de kHz. En effet, du côté réception, la constante de temps de la réponse de la photodiode (de l'ordre de la microseconde) et le slew-rate des amplificateurs (13 V/ μ s pour les LF 353, déjà rapides), interdisent aux circuits d'entrée de prendre en compte toute l'amplitude des impulsions. La figure 7a permet de comprendre le mécanisme de cette perte, par comparaison avec le cas des créneaux symétriques de la figure 7b.

ALIMENTATION DE L'EMETTEUR

La puissance consommée, qui dépasse les deux watts, exige d'alimenter l'émetteur à partir du secteur. Le montage, commun aux deux canaux et représenté en figure 8, est trop classique pour mériter la moindre explication. On notera pourtant la présence d'une diode électroluminescente visible, pour témoigner de la mise sous tension de l'appareil : les diodes infrarouges n'impressionnent en effet pas notre rétine !

à suivre...
René Rateau

