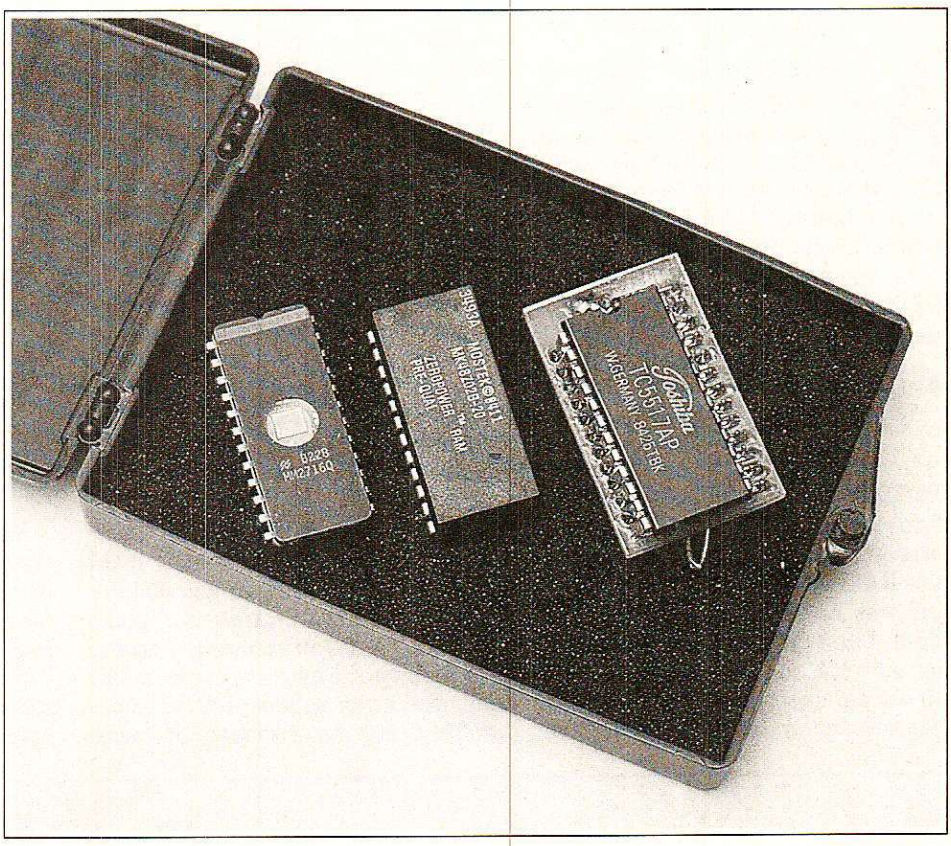
UN EMULATEUR D'EPROM



Les EPROMS sont des composants extrêmement utiles parce que personnalisables par leur utilisateur à l'aide d'un matériel qui peut être fort simple (voir nos précédents articles).

Leur usage principal est évidemment le stockage de programmes pour microprocesseurs, mais en les associant à un simple compteur binaire, on peut aussi en faire d'excellents séquenceurs (par exemple pour des chenillards "haut de gamme").

Leur gros inconvénient est la relative lourdeur de leur procédure d'effacement, qu'il faut pourtant appliquer intégralement dès que l'on doit changer ne serait-ce qu'un seul "0" en "1".

AU stade de la mise au point, il est infiniment plus confortable de travailler sur de la mémoire vive (RAM), qu'il faut par contre trouver le moyen de rendre « non volatile ».

Nous allons donc étudier ici l'art et la manière de remplacer une EPROM par une RAM CMOS « soutenue » par pile.

DES BROCHAGES COMPATIBLES

La norme JEDEC, rebaptisée "BYTEWIDE" par MOSTEK, impose une large compatibilité de brochage entre la plupart des mémoires statiques RAM, ROM, ou EPROM : seules quelques broches bien précises diffèrent d'un type à l'autre en fonction des capacités et des technologies.

Il est par exemple possible d'interchanger, sur un même support, une EPROM 2716 et une RAM CMOS 6116, abritant toutes deux 2048 octets. Evidemment, il ne faut pas pour autant espérer écrire dans l'EPROM en 200 nanosecondes avec une alimentation de 5 volts, et il serait très malsain d'appliquer du 25 V à la 6116, mais en lecture les deux mémoires sont compatibles.

En phase de mise au point, on aimerait que le programme destiné à un microprocesseur puisse être logé en RAM : en cas de nécessité de modification, mineure ou importante, pas besoin d'effacer tout, mais simplement de surcharger les octets incorrects.

Le problème se pose alors de la conservation des données dans la RAM lors de ses transports entre la carte à microprocesseur et le système de développement sur lequel on met au point le programme (typiquement un micro-ordinateur).

L'idée de base consiste évidemment à maintenir la RAM sous tension pendant ces manipulations, puisque c'est lorsque l'alimentation est interrompue que son contenu disparaît.

De par leur consommation extrêmement faible, les mémoires RAM CMOS se prêtent bien à une alimentation de longue durée sur piles. Cependant, des précautions particulières doivent être prises pour éviter que des états indésirables n'apparaissent sur les broches de commande pendant les transferts, modifiant les données stockées !

UNE RAM "PERMANENTE"

Des solutions toutes faites, et de grande qualité, existent pour ce problème qui se pose quotidiennement dans l'industrie : divers fabriquants ont réussi à intégrer dans un même boîtier une RAM CMOS, une ou plusieurs piles au lithium (réputées pour leur longévité), et des circuits plus ou moins complexes de protection des données.

Citons les GR 2716, 2732, et 2764 de GREENWICH INSTRUMENTS et surtout la MK 48Z02 de MOSTEK, qui présente l'avantage d'être disponible auprès des revendeurs approvisionnant nos lecteurs.

La **figure 1** donne une vue simplifiée (!) de son schéma interne, dans lequel on remarquera la présence de deux piles au lithium de 3 V, alors qu'une seule est théoriquement suffisante puisqu'il ne faut guère que 2 V à une RAM CMOS en "standby" pour conserver son contenu.

Associées à un circuit spécial choisissant à chaque instant la meilleure des deux, ces piles en "redondance" permettent d'atteindre une excellente fiabilité.

Il est important de noter que les signaux de sélection de boîtier et de validation d'écriture transitent par

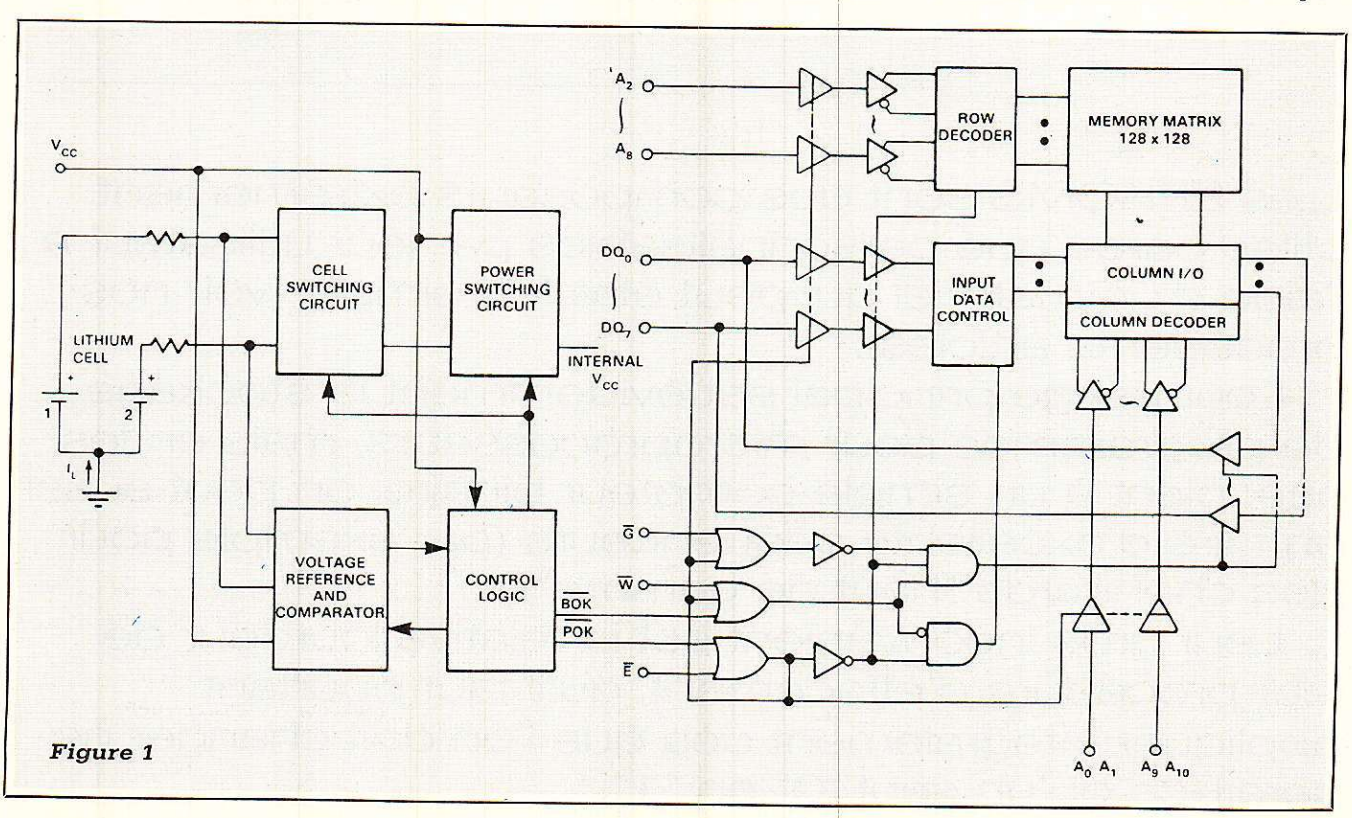


Figure 1

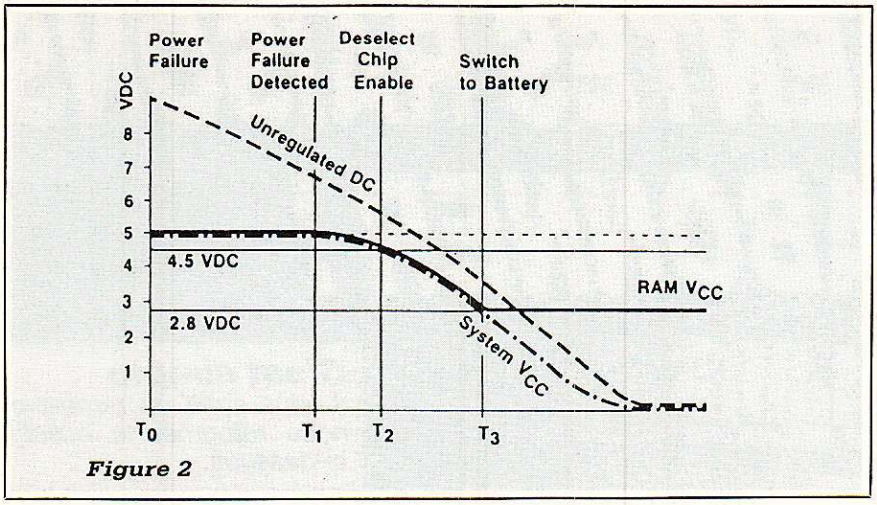


Figure 2

un circuit de contrôle qui les rend inopérants dès que la tension d'alimentation est suffisamment basse pour justifier un passage sur piles.

La **figure 2** reproduit le cycle de sauvegarde recommandé par CATALYST RESEARCH, fabricant américain de piles au lithium de grande réputation : avant même que le 5 V n'ait chuté de façon perceptible, toute défaillance de l'alimentation principale (non régulée) peut être détectée et mise à profit pour faire exécuter une routine de sauvegarde du contexte à l'unité centrale (cela est surtout utile en cas de panne secteur imprévisible).

Dès que la tension régulée tombe à 4,5 V (valeur qui permet encore un fonctionnement parfait des mémoires), il faut bloquer toute possiblité d'accès aux données, surtout en écriture : pour ce faire, le plus simple est de forcer la broche de sélection CE barre à un niveau haut.

Enfin, lorsque la tension régulée atteint 2,8 V, il est temps de commuter la mémoire sur la pile de secours, d'une tension nominale de 3 V.

Pour ce faire, le schéma électronique de la **figure 3**, à base de comparateurs de précision, est suggéré.

Dans notre cas d'application, la sauvagarde n'a pas besoin d'être automatique : nous pouvons nous permettre de la déclancher manuellement avant de retirer la mémoire de son support. Bien que la solution la plus confortable et la plus sûre reste la MK 48Z02, nous pouvons réaliser de grosses économies en associant par nos propres moyens une 6116 (environ quatre fois moins chère) à une pile de 3 V.

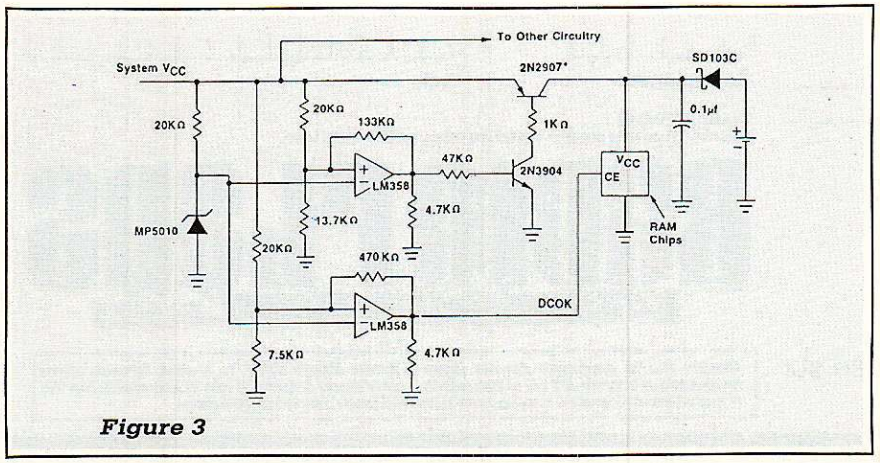


Figure 3

La solution proposée est détaillée à la **figure 4** : deux diodes germanium (à chute de tension bien plus faible que des 1N 4148, par exemple), assurent la commutation entre le +5 V arrivant par le support, et une pile de 3 V à 4,5 V qu'il va s'agir de loger à proximité de la mémoire, ou éventuellement au bout d'un petit câble souple.

Trois résistances assurent le maintien des entrées de commande à un niveau haut lorsque la mémoire est déconnectée, mais ne peuvent empêcher l'application d'états indéfinis lors du débrochage ou de l'embrochage, ni même en cas de coupure intempestive de l'alimentation de l'unité centrale.

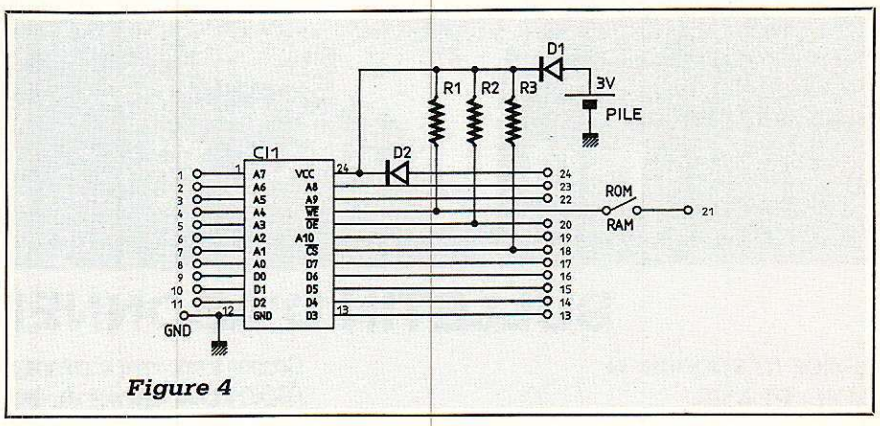


Figure 4

Nous avons donc ajouté un inverseur "RAM-ROM" à commande manuelle : tant que cet interrupteur est fermé, la ligne de validation d'écriture est accessible et il est possible de lire ou d'écrire librement en mémoire, comme dans n'importe quelle RAM.

Ouvrons l'interrupteur, et la broche d'écriture de la mémoire est placée au niveau haut de façon permanente : quoi qu'il arrive, l'écriture est impossible. Notre mémoire permanente est devenue une ROM, capable "d'émuler" une 2716 dans n'importe quel montage utilisateur !

Suite page 60.

Suite de la page 49.

REALISATION PRATIQUE

Le circuit imprimé de la **figure 5** a été dessiné en vue de limiter autant que possible l'augmentation des dimensions de la mémoire par l'adjonction du circuit de sauvegarde : le câblage selon la **figure 6** demandera par conséquent du soin et de la patience, ainsi qu'un fer à souder à panne très fine et de l'étain de 6/10.

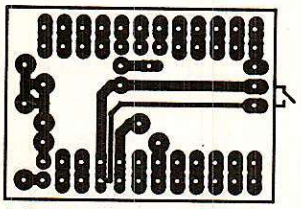


Figure 5

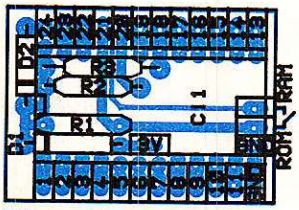


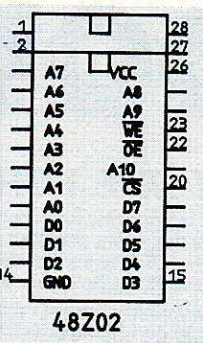
Figure 6

Tous les composants se câbleront côté cuivre, à l'exception des deux barrettes sécables à 12 picots et de la pile. Pour notre maquette, nous avons démonté une pile au mercure RPX 27 (pour appareil photo, marque RAYOVAC), et prélevé deux des éléments interconnectés qu'elle contenait : ils trouvent tout juste place entre les deux barrettes à picots, à condition de placer des cales isolantes pour éviter tout court-circuit. Les languettes de contact solidaires des éléments rendent leur soudage facile.

Les deux diodes et les trois résistances, plus les deux fils de l'interrupteur, seront soudés en place, puis "coiffés" avec la 6116.

Une amélioration possible consiste à monter celle-ci sur deux autres barrettes sécables, à contacts "tulipe" cette fois : les opérations de soudure seront plus faciles et on obtiendra ainsi un véritable "adaptateur" à placer entre la 6116 et son support, sans soudure.

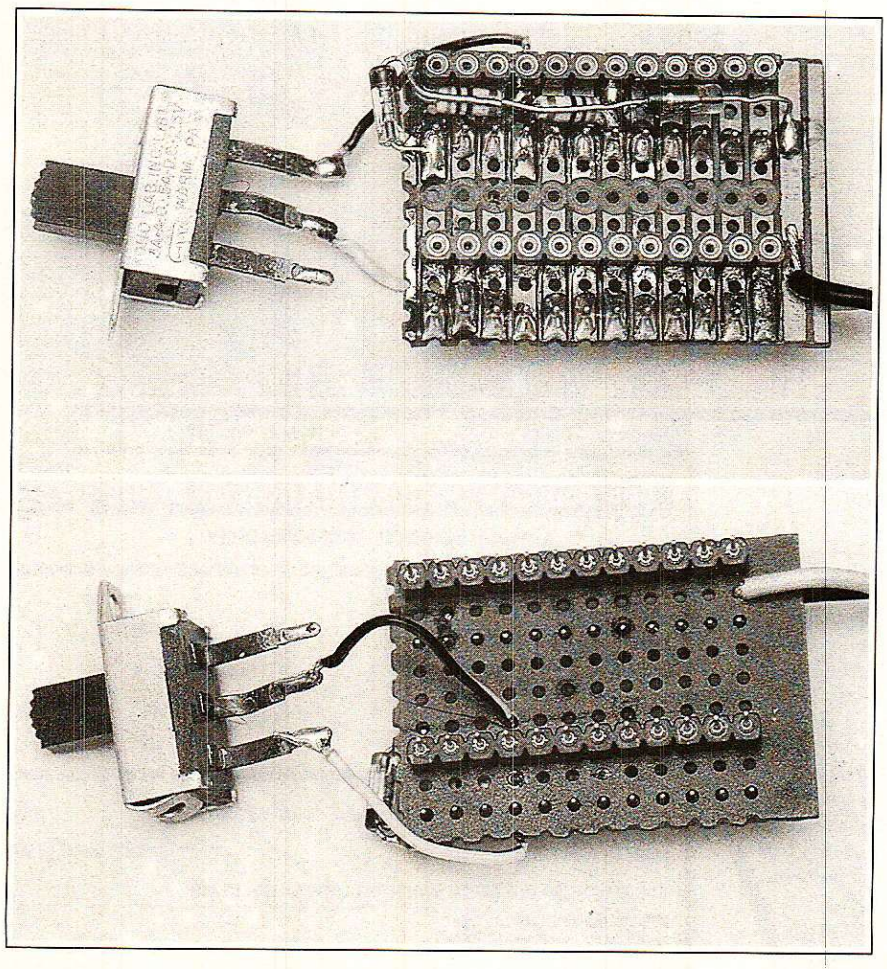
Une autre variante consiste à câbler tout cela sur un petit morceau de plaquette VEROBOARD, qui se prête fort bien à cet usage.



broch. 48Z02	prog. 48Z02	lect. 48Z02
1	/	/
2	/	/
20(18)	S	▨
22(20)	+5V	▨
23(21)	▨	+5V
26(24)	+5V	+5V
27	/	/
28	/	/

broch. 6116

Figure 7



MISE EN OEUVRE

La 6116 ainsi équipée (ou la MK 48Z02 du commerce) peut prendre la place d'une RAM statique de 2 K-octets dans n'importe quel montage capable d'y écrire, puis celle d'une 2716 dans tout montage utilisateur.

En particulier notre "mini-programmateur d'EPROMS" et le lecteur qui le complète peuvent être utilisés pour la mise au point du contenu : la **figure 7** montre comment configurer les cordons du programmateur comme du lecteur, tandis que la **figure 8** fournit un logiciel de programmation "PROGRAM.BAS" pour compatible PC, destiné à remplacer "PROGROM.BAS" qui, destiné à des EPROMS, gère la tension Vpp et la temporisation de 50 ms inutiles ici.

Pour notre part, nous avons utilisé cette mémoire pour transférer des données de notre vieux ZX 81 à notre PC tout neuf : la 6116 à pile installée dans le "plan mémoire" du ZX peut-être écrite et lue à loisir, puis après mise de son interrupteur sur "ROM", transportée sur le lecteur d'EPROM connecté au PC, pour

```
10 REM ---- PROGRAM ----
20 CLS:OUT 888,0
30 PRINT"COUPER LES ALIMENTATIONS"
40 PRINT"nom du fichier à écrire en RAM à pile ?"
50 INPUT F$:F$=F$+".ROM"
60 OPEN"i",#1,F$
70 DIM M(4096)
80 PRINT:PRINT"---- LECTURE FICHIER EN COURS ----"
90 F=0
100 IF EOF(1) THEN 140
110 INPUT#1,M(F)
120 F=F+1
130 GOTO 100
140 CLOSE#1:CLS
150 PRINT"connecter une RAM à pile"
160 PRINT"d'au moins ";F;" octets"
170 PRINT"puis presser ENTER"
180 INPUT Z$
190 PRINT"appliquer le +5V, puis presser ENTER"
200 INPUT Z$
210 FOR G=0 TO F-1
220 PRINT G,:D=M(G):PRINT D
230 OUT 888,D
240 OUT 890,1
250 OUT 890,0
260 NEXT G
270 PRINT:PRINT:PRINT:BEEP
280 PRINT"COUPER LE +5V puis presser ENTER"
290 INPUT Z$
300 CLS:PRINT"RETIRER LA RAM A PILE":END
310 REM(c)1989 Patrick GUEULLE
```

Figure 8

mesurer sa valeur !) et peut donc "vivre" sur ses deux petites piles pendant des mois s'il le faut. Pour la MK 48Z02, on parle même d'une dizaine d'années grâce à sa double pile au lithium ... Dans les deux cas, c'est très suffisant pour d'innombrables usages !

Patrick GUEULLE

Nomenclature

Résistances

R_1 : : 8,2 kΩ
R_2 : : 8,2 kΩ
R_3 : : 8,2 kΩ

Circuits intégrés

CI_1 : : 6116 ou TC 5517 ou µ PD 446

Autres semi-conducteurs

D_1 : : AA 143
D_2 : : AA 143
ou autre diodes germanium

Divers

barrette sécable mâle-mâle (2 x 12 picots)
pile 3 V à 4,5 V
interrupteur unipolaire subminiature

transfert de son contenu sur disquette ...

Terminons avec la **figure 9**, qui fait apparaître les différences entre la 6116 et la MK 48Z02 : tant que la tension d'alimentation est supérieure à 4,5 V il n'y en a pas. Par contre, la 48Z02 se met d'elle-même en sauvegarde en dessous de 4,5 V tandis que la 6116, normalement, perd ses données. Notre montage est heureusement là pour y remédier : il suffit de basculer l'interrupteur sur "ROM" puis de couper sans arrière-pensée l'alimentation principale. En état de "repos", la 6116 consomme extrêmement peu de courant (nous n'avons même pas pu

Vdd	18 (CS)	20 (OE)	21 (WE)	Etat	
4,5 à 5,5 V	1	x	X	repos	6116
	0	0	1	lecture	
	0	1	0	écriture	
	0	0	0	écriture	
4,7 à 5,5 V	1	X	X	repos	MK 48Z02
	0	X	0	écriture	
	0	0	1	lecture	
< 4,5 V	X	X	X	sauvegarde	

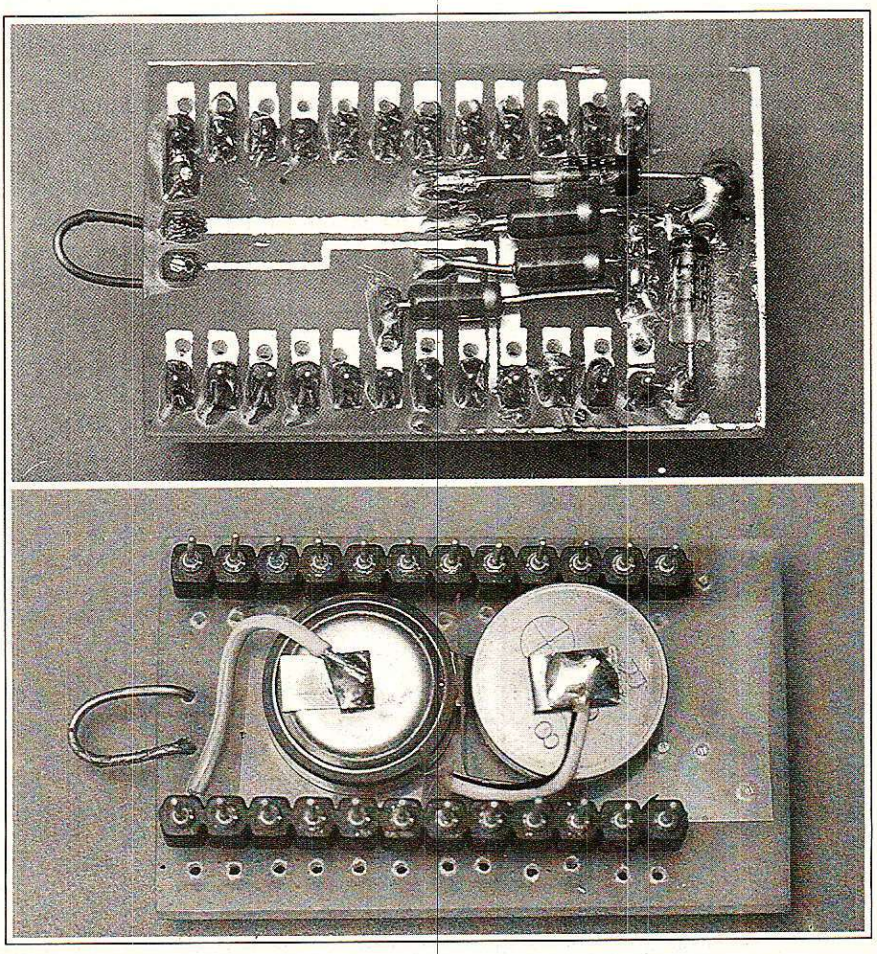



Figure 9