

### III.1 Introduction:

Suite aux différentes études effectuées dans les chapitres précédents, nous nous lançons à présent dans la réalisation de notre appareil afin de finaliser notre mémoire.

### III.2 Réalisation:

#### III.2.1 La carte mère:

Les composants sont implantés sur une carte mère:

Microcontrôleur PIC16F84A, deux cartes mémoires de type 24Cxx (24C01A,..., 24C16A), cinq touches (boutons poussoirs) chaque touche correspond au type de la carte mémoire à copier, une touche (bouton poussoir) pour faire la remise à zéro (RESET), et un régulateur 7805 pour l'alimentation.

#### III.2.2 Le microcontrôleur:

Le montage est architecturé autour du microcontrôleur, l'un des avantages du PIC est qu'il ne nécessite que très peu de composants externes.

Le PIC est alimenté en 0-5V, et Pour cadencer le PIC à une vitesse convenable pour un fonctionnement en temps réel, nous avons utilisé un quartz de 4MHz.

La fréquence d'oscillation est adaptable en fonction des fonctionnalités logicielles qui seront implantées. Ce package intègre directement deux capacités de 15pF connectées à la masse.

La broche MCLR est ainsi maintenue pour faire la RESET du copiage. Les valeurs des composants sont celles préconisées dans la datasheet du 16F84A.

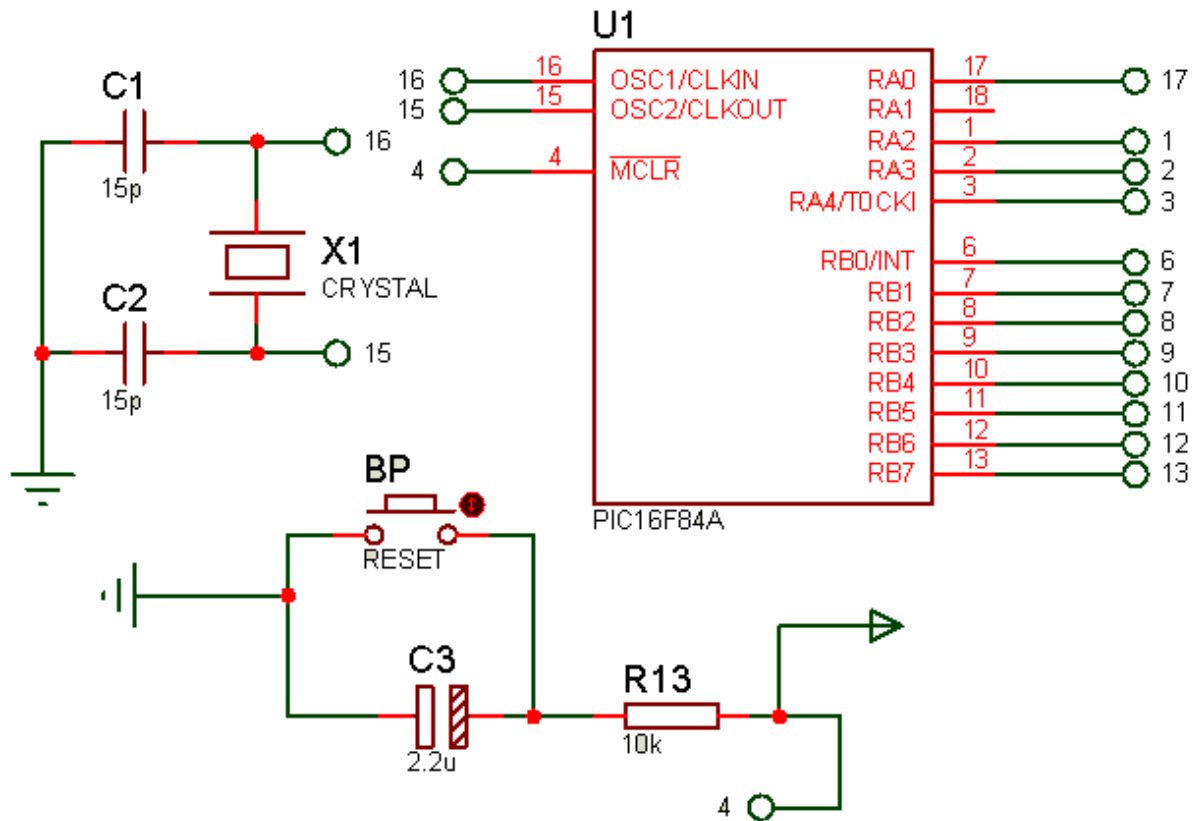


Figure (III.1): Schéma électrique du PIC 16F84A.

### III.2.3 Les boutons poussoirs:

Le modèle de touche (carrée, de 6mm de côté) est assez courant, on le trouve dans les souris d'ordinateurs, en façade de magnétoscopes, lecteurs de CD et autres appareils audio ou vidéo en tous genres. Comme le montrent le schéma et les photos ci-dessus, les touches possèdent quatre connexions, mais qui sont en fait reliées deux à deux de manière interne : ce sont les extrémités de deux bandes parallèles (bandes mises en contact lors de l'appui sur la touche).

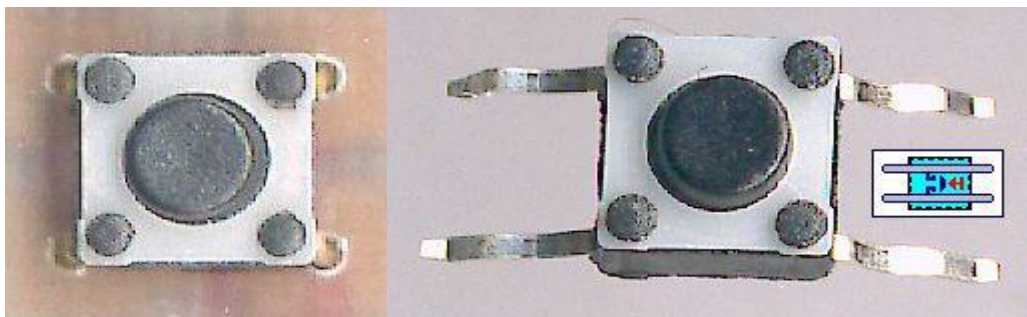


Figure (III.2): Schéma de bouton poussoir.

### III.2.4 Schéma électrique:

Nous avons présentés le schéma électrique comme suite:

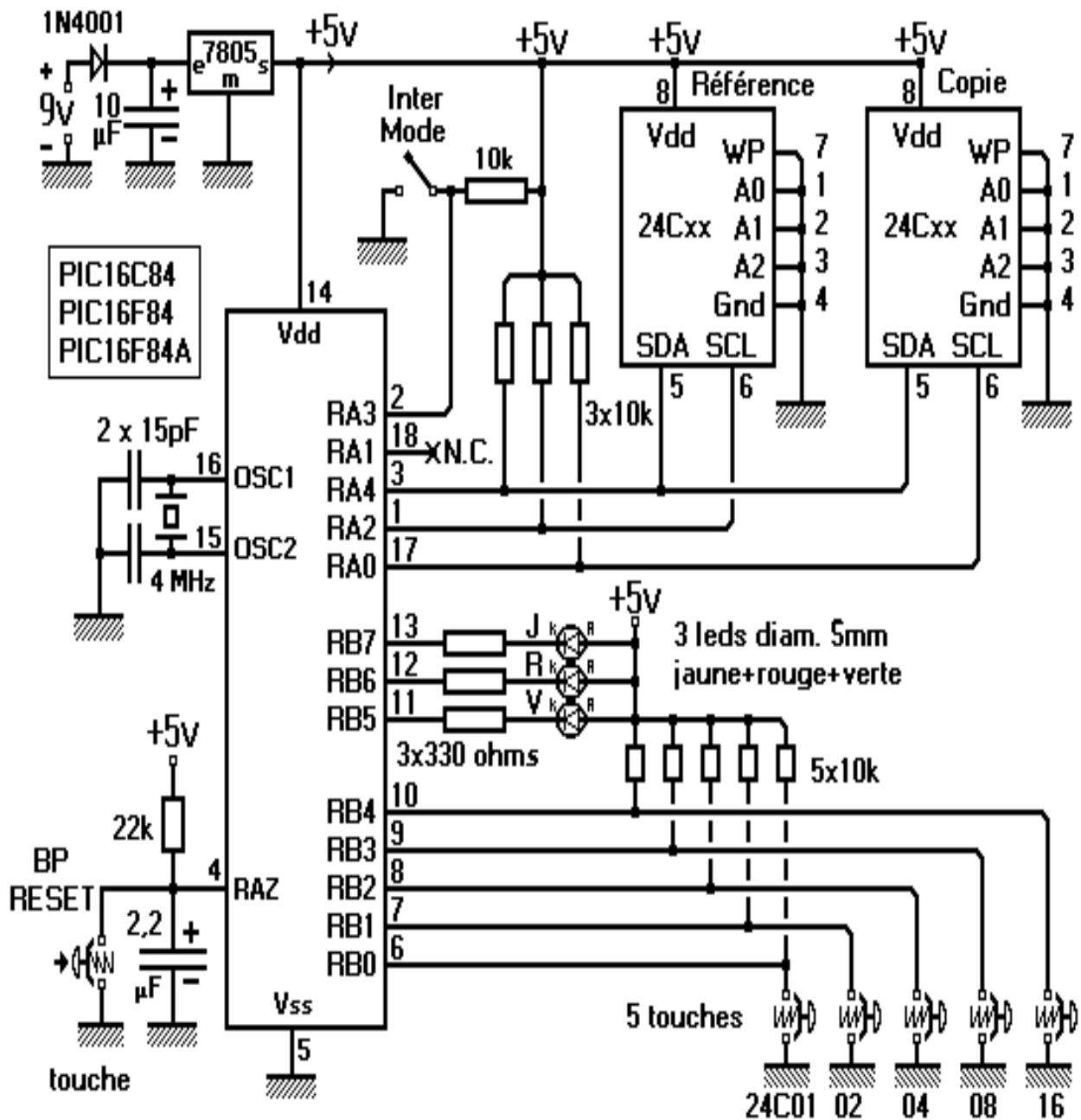


Figure (III.3): Schéma électrique.

### III.2.4.1 Analyse du schéma:

Comme nous pouvons le constater, l'ensemble est d'une grande simplicité ; le cœur du système est le microcontrôleur PIC16F84A bien connu, largement disponible à un prix raisonnable et programmable avec des moyens 'rustiques' ; le recours à ce type de composant programmable s'impose comme une évidence compte tenu de la (relative) complexité du protocole I2C utilisé par les EEPROM 24Cxx.

La pile 9V associée à un classique régulateur 7805 fournit le (5V) nécessaire aux alimentations du PIC et des mémoires ; la diode protège des inversions de polarité.

Le PIC est comme presque toujours, accompagné de son circuit d'horloge (quartz 4 MHz et condensateurs 15 pF) et de RESET (touche + 22k + 2,2μF, ces valeurs étant peu critiques). On trouve également trois LEDs (rouge, verte et jaune) indiquant l'état des opérations, ainsi que cinq touches pour lancer le cycle tout en indiquant au montage le modèle de mémoires présentes.

Les résistances de 330 ohms limitent le courant dans les LEDs à un peu moins d'une dizaine de mA. Les résistances de 10 k ohms sont des résistances de tirage, servant à assurer un niveau logique "1" lorsque la touche sur l'entrée considérée est relâchée (ou l'inter non passant, dans le cas de RA3).

Les mémoires I2C partagent une ligne SDA commune qui est la broche RA4 ; cette sortie est du type "à collecteur ouvert", ce qui convient bien à la structure du bus I2C, contrairement aux autres sorties du PIC (RB0 à RB7 et RA0 à RA3) qui sont des sorties TTL.

La résistance de tirage sur RA4 est donc absolument indispensable contrairement à celles présentes sur RA0 et RA2 commandant les entrées SCL des mémoires ; on les a mises afin de fixer les états des broches SCL lors du RESET, les sorties du PIC étant alors en haute impédance.

### III.2.4.2 La liste des composants:

- 3 résistances de 330 ohms.
- 9 résistances de 10 k ohms.
- 1 résistance de 22 k ohms.
- 2 condensateurs de 15 pF (céramique).
- 1 condensateur de 2,2  $\mu$ F (tantale).
- 1 condensateur de 10  $\mu$ F (électrolytique, radial).
- 1 diode 1N4001.
- 2 supports 'tulipe' 8 broches (2 x 4).
- 1 support 'tulipe' 18 broches (2 x 9).
- 1 quartz 4 MHz.
- 1 PIC 16F84 (ou 16F84A, ou 16C84).
- 1 régulateur 7805.
- 6 touches (voir description).
- 1 LED rouge, diamètre 5 mm.
- 1 LED verte, diamètre 5 mm.
- 1 LED jaune, diamètre 5 mm.
- 1 double bornier à vis
- 1 triple bornier à vis
- 1 clip pour pile 9v.
- 1 pile 9v.
- Divers : soudure, mèches, etc.
- En option :
  - 2 inters à bascule (pile et Mode),
  - Un bouton poussoir (RESET).

### III.2.5 les circuits imprimés et d'implantation:

➤ La carte mère:

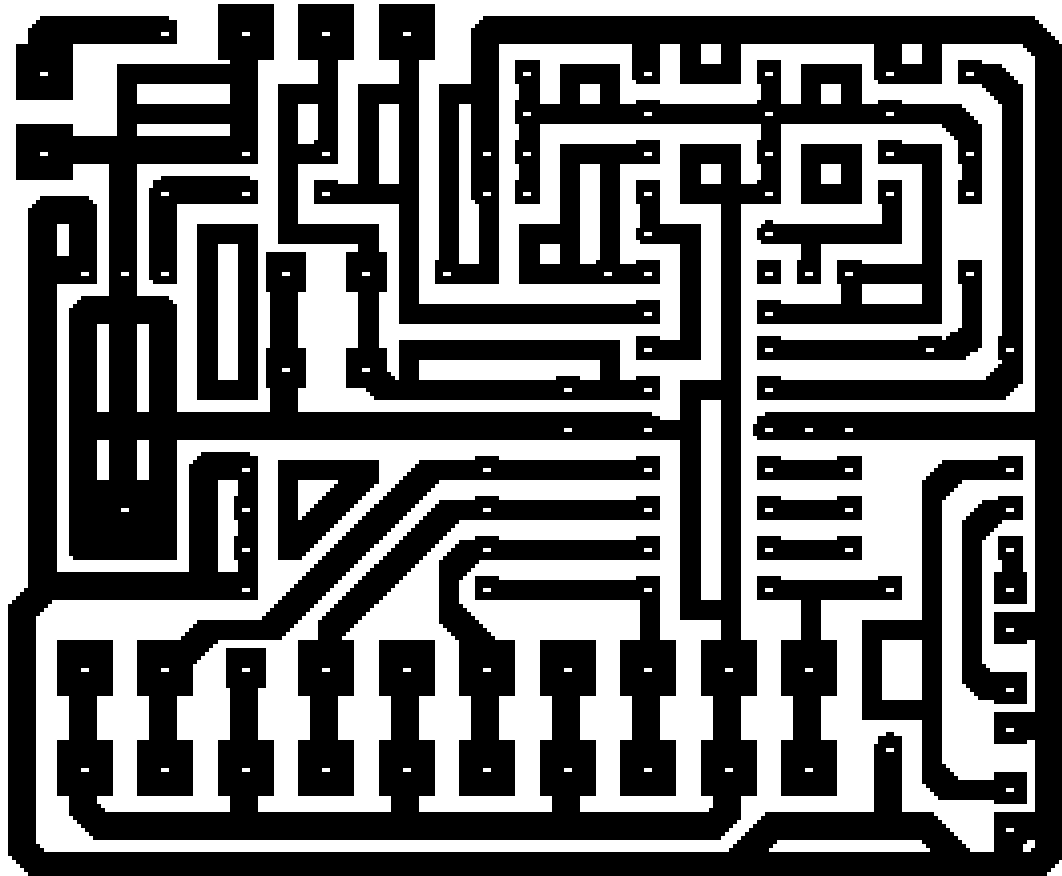


Figure (III.4): Circuit imprimé de la carte mère.

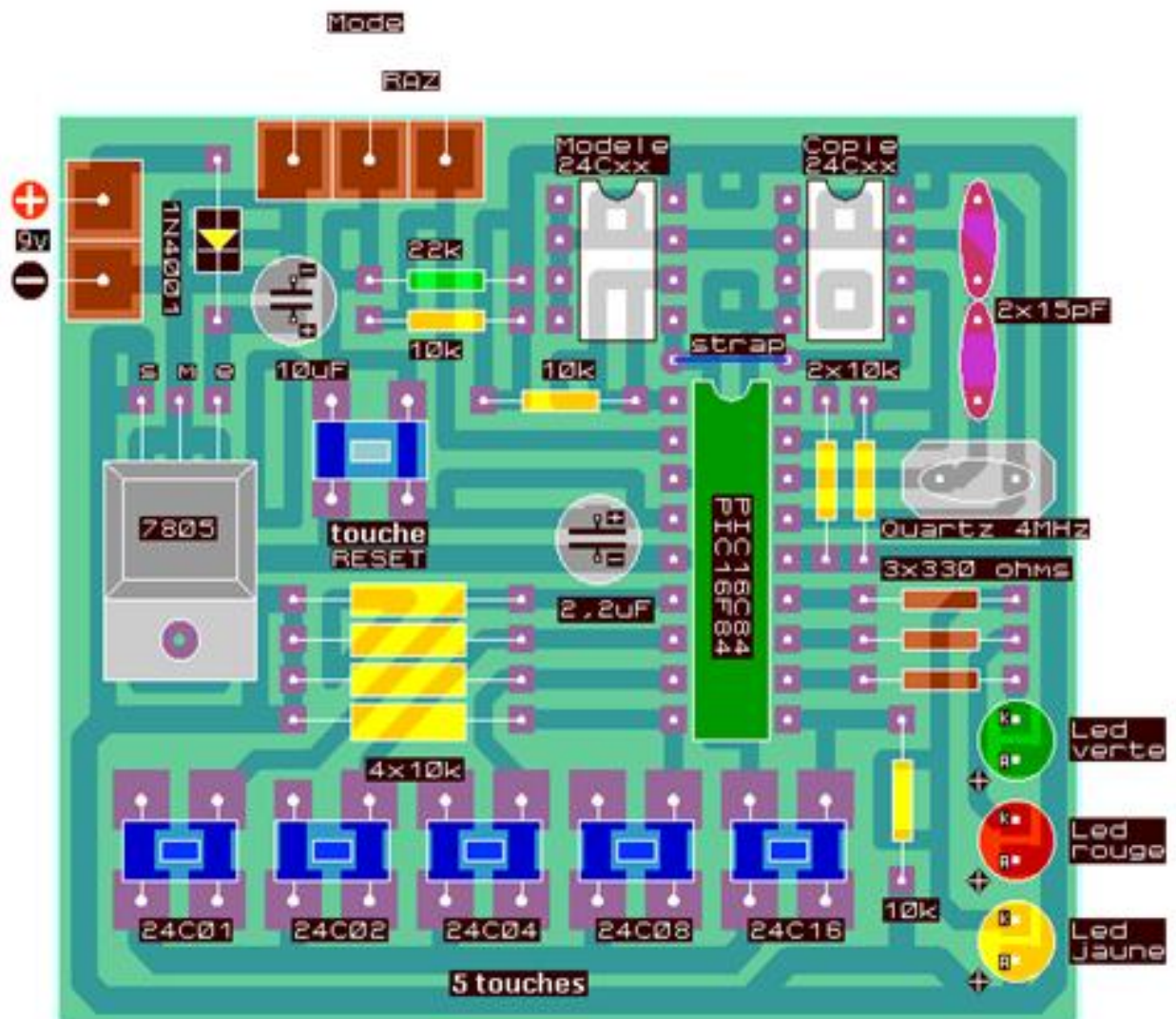


Figure (III.5): Implantation des composants.



Figure (III.6): La carte mère (photo final).



➤ La carte d'alimentation:

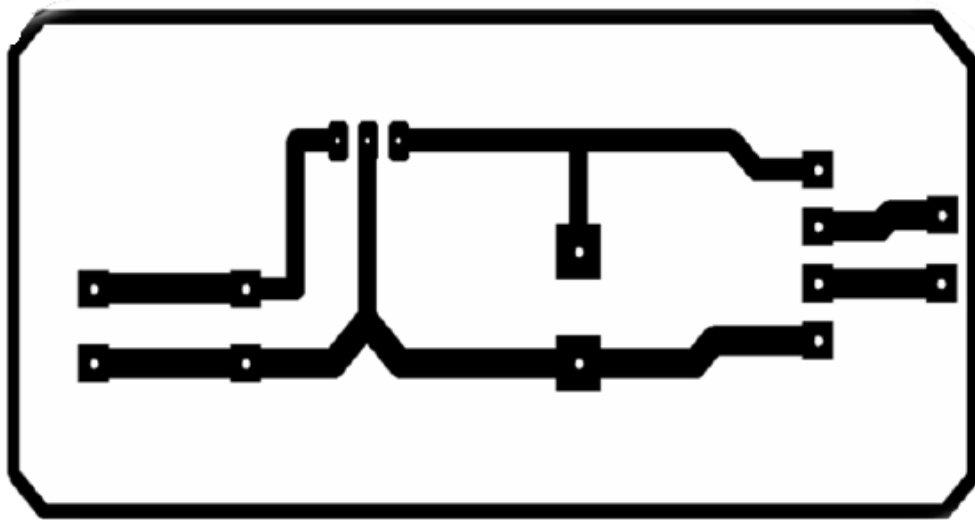


Figure (III.7): Le circuit imprimé de la carte d'alimentation 5V.

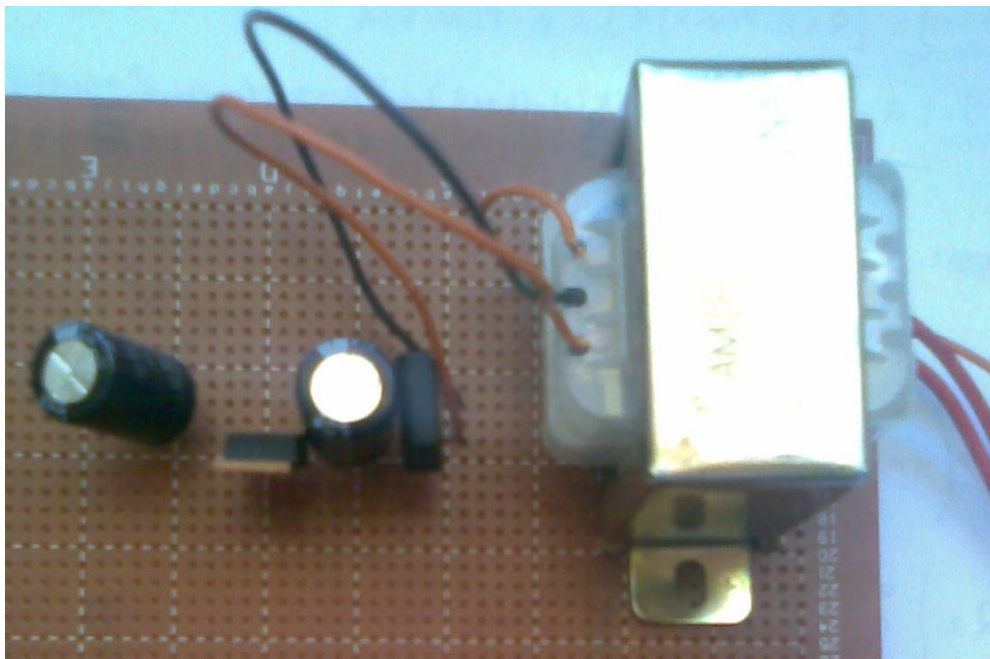


Figure (III.8): La carte d'alimentation 5V (photo final).

**Choix des composants:**

## ➤ Transformateur:

Le secondaire du transformateur doit fournir une tension dont l'amplitude égale à:

$V_{\max} = \text{tension de sortie} + \text{seuil des diodes} + \text{ondulation} + \text{chute de tension aux bornes du régulateur}$ . Nous avons choisi le transformateur:

220 V/2x6 V-600 mA.

## ➤ Redresseur:

Les diodes doivent supporter une tension égale à deux fois l'amplitude de la tension secondaire du transformateur soit:

Donc choisissons le pont de diodes 1A/50V, dont la référence est 840T/KBP01M.

## ➤ Condensateur de filtrage:

$C1=470\mu\text{F}/35\text{V}$ .

## ➤ Condensateur de découplage:

$C2=100\text{nF}/35\text{V}$ .

**III.2.6 Mise en service:**

Le montage est alimenté, les mémoires ayant été insérées sur les supports 8 broches (l'original du côté du bornier triple, et la mémoire vierge du côté du quartz).

- À la mise sous tension, les deux LEDs rouge et verte clignotent alternativement, pour indiquer que le montage est prêt à effectuer une copie.
- Appuyez sur un bouton poussoir correspondant au type de mémoires présentes: [24C01A], [24C02A], [24C04A], [24C08A] ou [24C16A].
- Le cycle est lancé : les LEDs rouge et verte s'éteignent ; la LED jaune se met à clignoter.
- Si tout se passe normalement, la LED jaune va clignoter:
  - 1 fois dans le cas d'une 24C01A.
  - 2 fois dans le cas d'une 24C02A.
  - 4 fois dans le cas d'une 24C04A.
  - 8 fois dans le cas d'une 24C08A.
  - 16 fois dans le cas d'une 24C16A.

Puis la programmation s'achève et la LED vert s'allume pour indiquer que tout est terminé, et qu'aucune erreur n'a été détectée (LEDs jaune et rouge sont éteintes).

- Si un problème survient (mémoire absente, erreur d'écriture...), la programmation s'interrompt aussitôt et la LED rouge s'allume (LEDs jaune et verte éteinte).
- Lorsque tout est terminé, que la programmation ait réussi ou non, il suffit d'appuyer sur la touche RESET (Remise à zéro) pour repasser en mode 'Attente' (clignotement rouge / verte) ; on peut alors lancer une autre programmation en appuyant sur l'une des cinq touches.
- L'appui sur la touche RESET en cours de programmation abrège l'opération. La copie n'est alors que partielle, il faudra par conséquent relancer la duplication.

La programmation dure environ :

- 1 seconde dans le cas d'une 24C01A,
- 2 secondes dans le cas d'une 24C02A,
- 4 secondes dans le cas d'une 24C04A,
- 8 secondes dans le cas d'une 24C08A,
- 16 secondes dans le cas d'une 24C16A.

Cette durée peut paraître longue, notamment à ceux qui utilisent le programmeur pour PC (sur port série ou parallèle) dont l'action est presque instantanée, mais l'algorithme a été renforcé de manière à détecter pour ainsi dire à coup sûr (presque) toute erreur ; la fiabilité est à ce prix...

L'interrupteur 'Mode', lorsqu'il est passant, permet d'éviter une phase de vérification et de réduire ainsi la durée de la programmation d'environ un tiers (ainsi, pour une 24C16A, elle passe à environ 11 secondes). Mais il est dommage de limiter de la sorte la fiabilité du système, et je n'exclus pas d'attribuer à l'interrupteur une autre fonction, dans une version ultérieure du système.

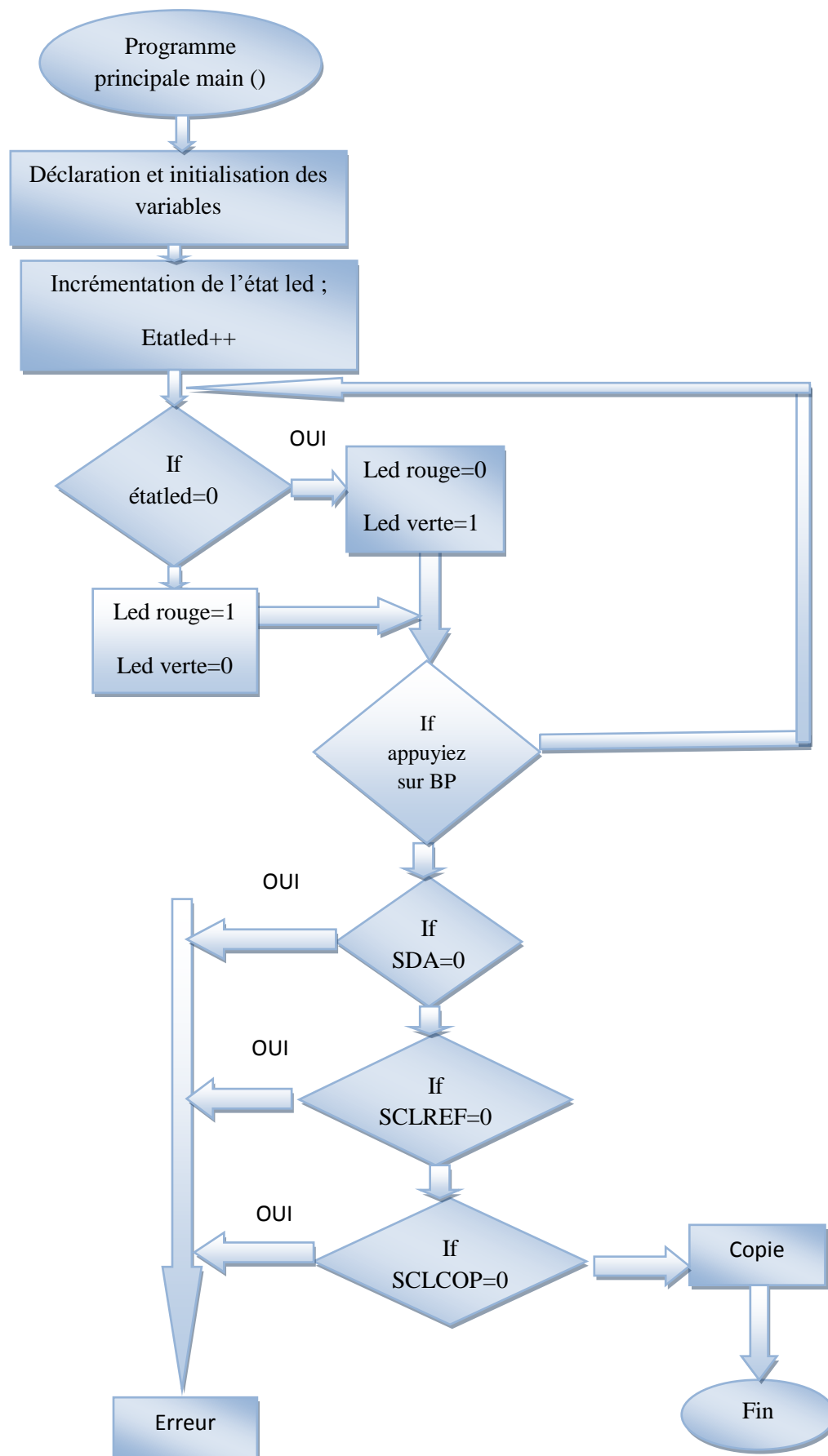


Figure (III.9): Structure générale du programme.

Maintenant on a faire un exemple de copiage :

On utilise deux cartes mémoires ayant même caractéristique (par exemple : 24C01A), on note la mémoire référence U2 et la mémoire copie U3 ((III.10) et (III.11)).

Lorsque on alimente le circuit, les LEDs rouge et verte clignotent alternativement (la figure (III.12)) ; puis, nous appuyions sur la touche qui indique la mémoire 24C01A ; la LED jaune clignote une fois (la figure III.13). Si l'opération est terminée la LED verte est allumée (figure (III.14)).

00	F7	88	85	55	55	55	55	56	...	UUUUUV
08	66	66	66	66	66	66	66	66	f	f
10	66	66	66	66	66	66	66	66	f	f
18	66	66	66	66	66	66	66	66	f	f
20	66	66	66	66	66	66	66	66	f	f
28	66	66	66	66	66	66	66	66	f	f
30	66	66	66	66	66	66	66	66	f	f
38	66	66	66	66	66	66	66	66	f	f
40	66	66	66	66	66	66	66	66	f	f
48	66	66	66	00	00	00	00	00	f	f
50	00	00	00	00	00	00	00	00	.	.
58	00	00	00	00	00	00	00	00	.	.
60	00	00	00	00	00	00	00	00	.	.
68	00	00	00	00	00	00	00	00	.	.
70	00	00	00	00	00	00	00	00	.	.
78	00	00	00	00	00	00	00	00	.	.

Figure (III.10): Mémoire référence (U2).

00	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	.	.
08	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	.	.
10	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	.	.
18	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	.	.
20	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	.	.
28	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	.	.
30	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	.	.
38	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	.	.
40	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	.	.
48	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	.	.
50	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	.	.
58	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	.	.
60	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	.	.
68	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	.	.
70	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	.	.
78	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	.	.

Figure (III.11): Mémoire vierge U3 (avant le cycle de programmation).

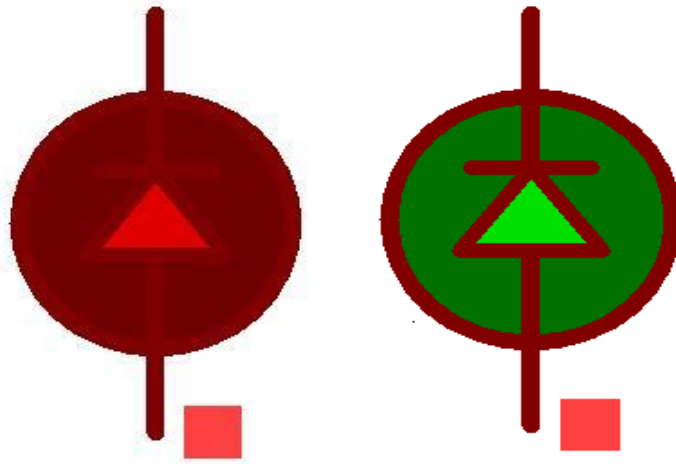


Figure (III.12): LEDs rouge et vert allumés alternativement.



Figure (III.13): LED jaune est clignotée.



Figure (III.14): L'opération est terminée (vert: allumé).

I2C Memory Internal Memory - U3									
00	F7	88	85	55	55	55	56	...	UUUUUV
08	66	66	66	66	66	66	66	f	ffffff
10	66	66	66	66	66	66	66	f	ffffff
18	66	66	66	66	66	66	66	f	ffffff
20	66	66	66	66	66	66	66	f	ffffff
28	66	66	66	66	66	66	66	f	ffffff
30	66	66	66	66	66	66	66	f	ffffff
38	66	66	66	66	66	66	66	f	ffffff
40	66	66	66	66	66	66	66	f	ffffff
48	66	66	66	00	00	00	00	f	fff....
50	00	00	00	00	00	00	00	.	.....
58	00	00	00	00	00	00	00	.	.....
60	00	00	00	00	00	00	00	.	.....
68	00	00	00	00	00	00	00	.	.....
70	00	00	00	00	00	00	00	.	.....
78	00	00	00	00	00	00	00	.	.....

Figure (III.15): Mémoire U3 (après le cycle de programmation).

I2C Memory Internal Memory - U2										I2C Memory Internal Memory - U3									
00	22	22	22	22	22	22	22	22	22	00	22	22	22	22	22	22	22	22	22
08	22	22	22	22	22	22	22	22	22	08	22	22	22	22	22	22	22	22	22
10	22	22	22	22	22	22	22	22	22	10	22	22	22	22	22	22	22	22	22
18	22	22	22	22	22	22	22	22	22	18	22	22	22	22	22	22	22	22	22
20	22	22	22	22	22	22	22	22	22	20	22	22	22	22	22	22	22	22	22
28	22	22	22	22	22	22	22	22	22	28	22	22	22	22	22	22	22	22	22
30	22	22	22	22	22	22	22	22	22	30	22	22	22	22	22	22	22	22	22
38	22	22	22	22	22	22	22	22	22	38	22	22	22	22	22	22	22	22	22
40	22	22	22	22	22	22	22	22	22	40	22	22	22	22	22	22	22	22	22
48	22	22	22	22	22	22	22	22	22	48	22	22	22	22	22	22	22	22	22
50	22	22	22	22	22	22	22	22	22	50	22	22	22	22	22	22	22	22	22
58	22	22	22	22	22	22	22	22	22	58	22	22	22	22	22	22	22	22	22
60	22	22	22	22	22	22	22	22	22	60	22	22	22	22	22	22	22	22	22
68	22	22	22	22	22	22	22	22	22	68	22	22	22	22	22	22	22	22	22
70	22	22	22	22	22	22	22	22	22	70	22	22	22	22	22	22	22	22	22
78	22	22	22	22	22	22	22	22	22	78	22	22	22	22	22	22	22	22	22
80	22	22	22	22	22	22	22	22	22	80	22	22	22	22	22	22	22	22	22
88	22	22	22	22	22	22	22	22	22	88	22	22	22	22	22	22	22	22	22
90	22	22	22	22	22	22	22	22	22	90	22	22	22	22	22	22	22	22	22
98	22	22	22	22	22	22	22	22	22	98	22	22	22	22	22	22	22	22	22
A0	22	22	22	22	22	22	22	22	22	A0	22	22	22	22	22	22	22	22	22
A8	22	22	22	22	22	22	22	22	22	A8	22	22	22	22	22	22	22	22	22
B0	22	22	22	22	22	22	22	22	22	B0	22	22	22	22	22	22	22	22	22
B8	22	22	22	22	22	22	22	22	22	B8	22	22	22	22	22	22	22	22	22
C0	22	22	22	22	22	22	22	22	22	C0	22	22	22	22	22	22	22	22	22
C8	22	22	22	22	22	22	22	22	22	C8	22	22	22	22	22	22	22	22	22
D0	22	22	22	22	22	22	22	22	22	D0	22	22	22	22	22	22	22	22	22
D8	22	22	22	22	22	22	22	22	22	D8	22	22	22	22	22	22	22	22	22
E0	22	22	22	22	22	22	22	22	22	E0	22	22	22	22	22	22	22	22	22
E8	22	22	22	22	22	22	22	22	22	E8	22	22	22	22	22	22	22	22	22
F0	22	22	22	22	22	22	22	22	22	F0	22	22	22	22	22	22	22	22	22
F8	22	22	22	22	22	22	22	22	22	F8	22	22	22	22	22	22	22	22	22

Figure (III.16): Cas d'une mémoire 24C02A.

### III.4 Conclusion:

À travers les recherches documentaires, les consultations auprès de notre encadreur, la collecte de tous les composants électroniques ; nous avons réussi à concevoir, monter et utiliser l'appareil.

Les résultats obtenus montrent une similitude entre les résultats pratiques et les résultats de la programmation.