

Treball Final de Carrera

*Comprovador semiautomàtic per a
automatisme de control de portes*

Raül Vilalta Norberto

Enginyeria Tècnica Industrial, especialitat en Electrónica Industrial

Director: Jordi Serra Espauella

Vic, Juny de 2011

ÍNDEX

0. RESUM.....	8
1. INTRODUCCIÓ	10
1.1 Antecedents.....	10
1.2 Objectius	11
2. ESTRUCTURA GENERAL COMPROVADOR	12
3. EL Q2MNB	13
3.1 Blocs funcionals.....	13
4. SUPORT.....	16
4.1 Senyals a comprovar	16
4.2 Estructura física.....	21
5. PLACA DE CONTROL.....	25
5.1 Estructura funcional.....	25
5.1.1 Entrades microcontrolador.....	26
5.1.2 Sortides microcontrolador	34
5.1.3 Pantalla LCD	39
5.1.4 Polsador	41
5.1.5 Font d'alimentació	42
5.1.6 Microcontrolador PIC 16F887	45
5.2 Esquemes de connexió	52
5.3 PCB.....	57
5.3.1 Disseny PCB	57
5.3.2 Muntatge	61
5.3.3 Modificacions de la placa.....	64

6. SOFTWARE	66
6.1 PIC 16F887	66
6.1.1 Estructura interna	67
6.2 Pantalla LCD	70
6.2.1 Taula de comandes	70
6.2.2 Taula de caràcters	72
6.3 Seqüència test comprovador	73
6.4 Diagrames de flux.....	74
6.4.1 Programa principal.....	74
6.4.2 Pantalla LCD	89
7. Material Utilitzat	91
7.1 Suport.....	91
7.2 Placa de control.....	91
8. RESULTATS I CONCLUSIONS	93
8.1 Possibles millores	94
9. BIBLIOGRAFIA	95
ANNEX	96

Índex de figures

Figura 1.2.1 – <i>Diagrama de blocs del conjunt.</i>	12
Figura 3.1.1 – <i>Fotografia de l'automatisme Q2MNB amb els diferents blocs que el formen</i>	13
Figura 4.1.1 – <i>Senyal del pas per zero.</i>	20
Figura 4.2.1 – <i>Fotografia dels punts de test de la base del suport.</i>	21
Figura 4.2.2 – <i>Fotografia caixa acoblament del suport</i>	22
Figura 4.2.3 – <i>Fotografia regletes connexió suport</i>	23
Figura 4.2.4 – <i>Fotografia final del suport.</i>	24
Figura 5.1.1 - <i>Diagrama de blocs de la placa de control.</i>	26
Figura 5.1.2 – <i>Estil de connexió entrades de 5 Volts.</i>	27
Figura 5.1.8 – <i>Esquema connector de 7.</i>	28
Figura 5.1.3 – <i>Diagrama de blocs del multiplexor de 8 entrades.</i>	29
Figura 5.1.4 – <i>Esquema del connector de 8 i la seva connexió al multiplexor</i>	30
Figura 5.1.5 – <i>Procés obtenció corrent continua.</i>	31
Figura 5.1.6 – <i>Esquema de connexió connector de 9.</i>	33
Figura 5.1.7 – <i>Esquema adaptació corrents alternes a continues de 5 volts.</i>	34
Figura 5.1.9 – <i>Esquema contactes relé.</i>	35
Figura 5.1.10 – <i>Esquema d'activació de la bobina a través del microcontrolador.</i>	35
Figura 5.1.11 – <i>Diagrama de blocs del integrat ULN2003.</i>	36
Figura 5.1.12 – <i>Esquema contactes relé en configuració N.O. i N.T.</i>	37
Figura 5.1.13 – <i>Esquema connexió ULN 2003.</i>	38
Figura 5.1.14 – <i>Esquema connexió bobines relés.</i>	38
Figura 5.1.15 – <i>Esquema connexió contactes relés amb el connector de 12</i>	39
Figura 5.1.16 – <i>Imatge pantalla LCD 16x2</i>	40
Figura 5.1.17 – <i>Esquema connexió pantalla LCD</i>	41
Figura 5.1.18 – <i>Esquema connexió pulsador</i>	42
Figura 5.1.19 – <i>Diagrama de blocs del procés d'obtenció de VDD i 5VDC a partir de la línia de 220VAC.</i>	43
Figura 5.1.20 – <i>Esquema connexió font d'alimentació</i>	44
Figura 5.1.21 – <i>Esquema connexió.</i>	45
Figura 5.1.22 – <i>Distribució pins PIC 16F887</i>	47
Figura 5.1.23 – <i>Distribució aproximada de la placa de control</i>	49
Figura 5.1.24 – <i>Esquema connexió PIC 16F887 i pins gravadors</i>	51
Figura 5.2.1 – <i>Esquema general de connexió 1</i>	53

Figura 5.2.2 – <i>Esquema general de connexió 2</i>	54
Figura 5.2.3 – <i>Esquema general de connexió 3</i>	55
Figura 5.3.1 – <i>Impressió pantalla inici disseny de la PCB del programa TANGO</i>	57
Figura 5.3.2 – <i>Impressió pantalla PCB amb els components distribuïts</i>	58
Figura 5.3.3 – <i>Impressió pantalla amb totes les pistes dibuixades</i>	59
Figura 5.3.4 – <i>Impressió pantalla cara inferior PCB (BOTTOM)</i>	60
Figura 5.3.5 – <i>Impressió pantalla cara superior PCB (TOP)</i>	60
Figura 5.3.6 – <i>Fotografia plaques sense components</i>	61
Figura 5.3.7 – <i>Fotografia placa amb components SMD soldats</i>	62
Figura 5.3.8 – <i>Fotografia placa amb sòcol per a l'emulador</i>	62
Figura 5.3.9 – <i>Fotografia placa comprovadora final</i>	63
Figura 5.3.10 – <i>Fotografia modificació alimentació PIC</i>	64
Figura 5.3.11 – <i>Fotografia de la modificació en pantalla LCD</i>	65
Figura 5.3.12 – <i>Fotografia modificació ponts de díodes entrades alternes</i>	65
Figura 6.1.1 – <i>Impressió de pantalla del software de programació MPLAB</i>	66
Figura 6.1.2 – <i>Fotografia emulador MPLAB ICE 2000</i>	66
Figura 6.1.3 – <i>Esquema memòria de programa</i>	67
Figura 6.1.4 – <i>Registres memòria RAM</i>	69
Figura 6.4.1 – <i>Diagrama de flux del programa principal</i>	74
Figura 6.4.2 – <i>Diagrama de flux de l'estat E0</i>	75
Figura 6.4.3 – <i>Diagrama de flux rutina de pas per zero</i>	76
Figura 6.4.4 – <i>Diagrama de flux rutina Error_E0</i>	77
Figura 6.4.5 – <i>Diagrama de flux de l'estat E1</i>	78
Figura 6.4.6 – <i>Diagrama de flux rutina Error_E1</i>	79
Figura 6.4.7 – <i>Diagrama de flux rutina selecció switch</i>	80
Figura 6.4.8 – <i>Diagrama de flux estat E2</i>	81
Figura 6.4.9 – <i>Diagrama de flux Error_E2 potenciómetres</i>	82
Figura 6.4.10 – <i>Diagrama de flux Error_E2 selectors</i>	82
Figura 6.4.11 – <i>Diagrama de flux estat E3</i>	83
Figura 6.4.12 – <i>Diagrama de flux comprovació triacs</i>	84
Figura 6.4.13 – <i>Diagrama de flux d'error en selector d'opcions nº2</i>	84
Figura 6.4.14 – <i>Diagrama de flux comprovació d'error triac 1 i 2 motors en marxa</i> ...	85
Figura 6.4.15 – <i>Diagrama de flux d'error en contacte de seguretat "Costa"</i>	85
Figura 6.4.16 – <i>Diagrama de flux d'error en finals de carrera d'obrir</i>	86
Figura 6.4.17 – <i>Diagrama de flux d'error en fotocèl·lula</i>	86
Figura 6.4.18 – <i>Diagrama de flux d'error en finals de carrera de tancar</i>	87
Figura 6.4.19 – <i>Diagrama de flux d'error en polsador "Peatonal"</i>	87

Figura 6.4.20 – <i>Diagrama de flux d’error en polsador “Stop”</i>	88
Figura 6.4.21 – <i>Esquema inicialització LCD en mode 4 bits extret del seu datasheet</i> .89	
Figura 6.4.22 – <i>Diagrama de flux d’enviar caràcter o comanda a la pantalla LCD</i>	90

Índex de taules

Taula 5.1.1 – <i>Organització entrades i sortides multiplexor</i>	29
Taula 6.2.1 – <i>Comandes pantalla LCD</i>	70
Taula 6.2.2 – <i>Definició de les variables de la taula de comandes</i>	71
Taula 6.2.3 – <i>Caràcters predefinits de la pantalla LCD</i>	72
Taula 7.1.1 – <i>Material utilitzat per al suport</i>	91
Taula 7.2.1 – <i>Components utilitzats en el muntatge de les dues plaques del comprovador</i>	92

Resum Treball Final de Carrera
Enginyeria Tècnica Industrial especialitat en Electrònica Industrial

Títol: Comprovador semiautomàtic per a automatisme de control de portes

Paraules clau: Microcontrolador, test, suport, LCD, automatisme.

Autor: Raül Vilalta Norberto

Direcció: Jordi Serra Espauella

Data: Juny de 2011

Resum

L'objectiu d'aquest projecte és el de dissenyar un comprovador semiautomàtic per a un model d'automatisme que controla l'obertura i el tancament d'una porta. Aquest automatisme requereix d'una verificació de qualitat abans de ser introduït al mercat. La seva comprovació manual és lenta. L'objectiu principal del comprovador, és el de reduir aquest temps de test en almenys un 50% i fer més fàcil la detecció dels errors.

El comprovador consta d'un suport per a l'automatisme que transmet els seus punts crítics a una placa de control. Conté un microcontrolador PIC16F887 que gestiona totes les entrades i sortides provinents de l'automatisme. També controla una pantalla LCD de 16x2 caràcters, que mostra els passos a seguir del test i si hi ha algun error. Es fa el disseny d'aquesta placa des de el hardware fins al software.

Els resultats del projecte són satisfactoris, ja que compleix els objectius marcats i és un sistema que s'utilitza en l'empresa on es fabriquen aquests automatismes de control de portes.

Final Project Summary

Industrial Engineering specialized in Industrial Electronics

Title: Semiautomatic checker for control gates automatism.

Keywords: Microcontroller, test, support, LCD, automatism.

Author: Raül Vilalta Norberto

Director: Jordi Serra Espauella

Date: June 2011

Summary

The aim of this project is to design a semiautomatic checker for an automatism model which controls the gates opening and closing. This device an automatic quality checks before to be introduced to the market. Manual test is slow. The main objective of the checker is to reduce this test time at least 50% and make it easier to detect errors.

The checker consists in a support for the automatism which transmits their critical points to a control board. The control board contains a microcontroller PIC16F887 that control all inputs and outputs from the automatism. It also controls a 16x2 characters LCD, which shows the steps of the test and if there are any errors. The project shows the design of this board from hardware to software.

The project results are satisfactory, because it meets the objectives and is a system used in the company which manufactured these automatisms control gates.

1. INTRODUCCIÓ

1.1 Antecedents

En l'actualitat una gran quantitat de portes d'accés a recintes requereixen d'una obertura i tancament automàtics. Tant si el comandament es fa a través d'una clau convencional o bé amb un comandament a distància, cal un automatisme de control que asseguri el correcte funcionament de les portes. Aquest es tradueix en permetre l'accés únicament quan es disposa del comandament/clau adequats i també que aquest es realitzi de forma segura pels usuaris.

Actualment treballa en l'empresa AERF (Aplicacions Electròniques de Radio Freqüència) amb localització a Vic. Està especialitzada en el disseny d'automatismes per control de persianes, portes de garatge i aplicacions amb radiofreqüència. Tots aquests dissenys, per ser introduïts al mercat necessiten passar una comprovació manual. Aquesta comprovació serveix per detectar-ne possible errors, com poden ser curtcircuits en la placa o errors de muntatge, i finalment reparar-los. La comprovació manual és lenta, ja que s'han de connectar un a un tots els punts crítics de cada automatisme.

Per aquest motiu neix la idea de fer el disseny d'un comprovador que permeti detectar els errors en un dels models d'automatisme que es fabriquen a l'empresa. L'automatisme elegit s'anomena "Q2MNB". Controla dues portes, ja siguin de garatge o d'accés a un recinte privat, que són accionades cada una per un motor de corrent altern. El motiu de l'elecció del "Q2MNB" és que dels automatisme fabricats per AERF, és dels que té una millor sortida al mercat.

El comprovador hauria de permetre disminuir el temps de comprovació en comparació al mètode manual per part d'una operari i facilitar la detecció dels errors.

1.2 Objectius

- Aprendre i acumular experiències en el disseny electrònic i en la programació de microcontroladors; per tal de donar un ventall més ampli i més clar dels meus coneixements sobre la matèria i de tenir una certa experiència que es pugui aplicar en el món laboral per fer-ne una inserció molt més ràpida i còmode per les dues parts; empresa i enginyer.
- El programa de disseny utilitzat en l'empresa és el "TANGO". L'objectiu és aprendre'n el seu funcionament i agafar-hi una agilitat òptima tant en la part d'esquemes electrònics (SCH) com en el disseny de la placa comprovadora (PCB).
- Aprendre a programar el microcontrolador PIC (16F887) en llenguatge ensamblador, molt utilitzat en l'empresa i que em servirà per acumular-hi experiència.
- El comprovador ha de detectar errors en l'automatisme i fer-ne molt més fàcil la seva detecció per tal de que l'operari pugui reparar-lo amb més eficàcia.
- La comprovació de l'automatisme ha de ser més ràpida, com a mínim un 50% més que la d'un operari. D'aquesta manera s'estalviarà temps i diners a l'empresa.
- Que el comprovador sigui útil per a l'empresa i es pugui utilitzar al dia a dia, millorant les condicions de treball que hi havia anteriorment.
- A partir d'aquest comprovador, poder-ne fer per altres automatismes que tinguin també una bona sortida al mercat.

2. ESTRUCTURA GENERAL COMPROVADOR

El comprovador és un circuit que permet verificar el correcte funcionament de les plaques de control de portes *Q2MNB*. Consta dues parts que estan connectades entre elles a través de regletes i bornes de connexió.

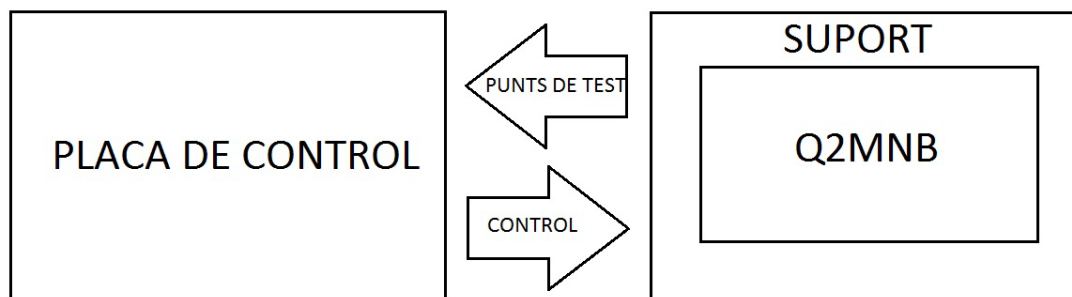


Figura 1.2.1 – Diagrama de blocs del conjunt.

- **Suport automatisme.** Bàsicament és una placa de connexions que connecta els punts crítics de l'automatisme *Q2MNB* a la placa de control. Els contactes amb el *Q2MNB* es realitzen a través d'uns pins de test. Aquests pins poden fer contacte amb punts de test o de control. Les connexions a la placa de control es faran a través de bornes de connexió.
- **La placa de control.** Aquesta placa consta d'un microcontrolador que verifica totes les entrades i sortides que van i venen del suport. També consta d'un pulsador i d'una pantalla LCD de 16x2 que mostra les accions que ha de fer l'operari (recordem que és un comprovador semiautomàtic, hi ha una interacció entre el comprovador i l'operari) i els errors que poden sorgir durant la comprovació.

El funcionament del comprovador, comença per la introducció de l'automatisme a la caixa d'acoblament. Un cop col·locat, se li dona corrent i es comença el test semiautomàtic. Aquest test ve guiat per una pantalla LCD que diu quins són els passos a seguir i quins errors detecta. El pulsador de la placa de control està actiu quan la pantalla ho mostri i serveix per seguir al següent pas de comprovació. Aquesta és la manera escollida per comprovar els automatismes i es repeteix exactament per cada un d'ells.

3. EL Q2MNB

El *Q2MNB* és l'automatisme que es comprova. Es tracta d'una placa alimentada a 220 Volts alterns i amb entrades i sortides per al funcionament d'una porta de garatge o d'accessos a recintes privats. Governa 2 motors alterns monofàsics i està pensat per accessos on s'obren i es tanquen dues portes al mateix temps i queden tancades entre elles.

La particularitat d'aquest automatisme, és que el control de les dues portes és independent i es poden aplicar temps diferents en l'obertura i el tancament de les portes. D'aquesta manera, si una de les portes només pot obrir, per exemple, 90 graus, l'altre no quedarà limitada per aquesta i podrà realitzar l'obertura completa.

L'equip *Q2MNB* consta d'una part de potència (220 Volts monofàsics), una altre d'entrades i sortides que interaccionen amb les 2 portes que controla i una part de radiofreqüència. Aquesta última part, serveix per controlar les portes a distància a través d'un emissor de radiofreqüència.

3.1 Blocs funcionals

A continuació es pot observar la imatge de l'automatisme *Q2MNB* amb els seus blocs funcionals:

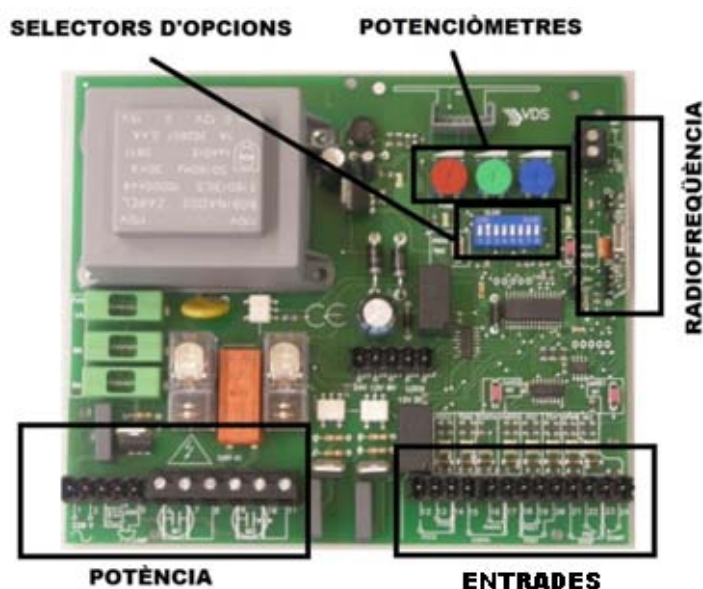


Figura 3.1.1 – Fotografia de l'automatisme *Q2MNB* amb els diferents blocs que el formen

Potència:

- Alimentació de 220 Volts monofàsics.
- Alimentacions motors monofàsics.
- Llum de garatge.
- Llum de cortesia (llum intermitent).

Entrades:

- Entrades de finals de carrera d'obrir i tancar dels 2 motors (Final de carrera d'obrir del motor 1 "FCA1", final de carrera de tancar del motor 1 "FCC1", "FCA2" i "FCC2").
- Entrades de contactes de seguretat (Costa i Fotocèl·lula).
- Entrada de parada d'emergència o total (Stop).
- Polsadors per iniciar maniobres (Start i Peatonal).

Radiofreqüència:

- Zona receptora de radiofreqüència integrada en placa.
- Possibilitat de connectar una targeta receptora de radiofreqüència.

A part de les alimentacions i de les parts de control (ja sigui via polsadors o via emissor), hi ha una altra part molt important en l'equip i que li dona una versatilitat molt gran. Són els selectors d'opcions i els potenciòmetres.

Selectors d'opcions:

En el Q2MNB hi ha 8 selectors d'opcions. Aquests serveixen per activar i desactivar les diferents opcions que es programen prèviament i s'utilitzen, per exemple, per activar o desactivar la baixada automàtica de les portes al cap d'un temps determinat. Aquestes opcions es decideixen segons les necessitats de cada client. Són molt importants i per tant, és necessari fer-ne la comprovació en cada equip, cosa que requereix una bona part del temps de comprovació.

Potenciòmetres:

Regulació de la força del motor. Podem donar més o menys força al motor, adaptant-lo a portes més pesades o més lleugeres.

Regulació de la parada suau. Aquests potenciòmetre va lligat a un dels selectors d'opcions (programat com a *Parada suau*). Serveix per reduir la velocitat de les portes

quan s'apropen al final del seu recorregut. Aquest potenciòmetre regula aquesta velocitat.

Regulació del temps de baixada automàtica. Serveix per determinar el temps d'espera de la porta quant està oberta, per iniciar el tancament. Aquest potenciòmetre, va lligat a un dels selectors d'opcions de baixada automàtica.

Per a més informació sobre l'automatisme *Q2MNB* es pot consultar a l'annex II el seu manual d'ús.

4. SUPORT

Com s'ha dit, el suport obté els punts crítics de l'automatisme per transferir-los a la placa de control. S'explicarà quins són aquest punts i els seus senyals. També es mostrarà el procés d'elaboració del suport.

4.1 Senyals a comprovar

En primer lloc i abans de fer cap tipus de caixa on s'acobli l'automatisme, es valora quins són els punts que es volen testejar. Per fer-ho, és important entendre què fa i com funciona; quins són els punts més importants, i fins i tot, saber quines són les parts més delicades. L'opinió i els consells de l'enginyer que ha dissenyat aquest automatisme, són bàsics per tal de decidir correctament aquests punts de comprovació.

Per tant, un cop analitzat l'automatisme, es decideix que els punts on es farà el test són:

- Relé motor 1.
- Relé motor 2.
- Relé de sentit dels motors.
- Relé electro-tancament.
- Relé de llum de garatge.
- Triac motor 1.
- Triac motor 2.
- Potenciòmetre 1.
- Potenciòmetre 2.
- Potenciòmetre 3.
- Selectors d'opcions (8 selectores).
- Pas per zero.
- Alimentació 5 volts continuus.
- Alimentació Vdd.
- Alimentació 24 volts alterns.
- Alimentació 12 volts alterns.

A més, per tal d'interactuar amb l'automatisme; es necessiten unes senyals de sortida que el controlin. Així doncs, es punxen les següents zones de control:

- Start.

- Peatonal.
- Final de carrera d'obrir del motor 1 (FCA1).
- Final de carrera d'obrir del motor 2 (FCA2).
- Final de carrera de tancar del motor 1 (FCC1).
- Final de carrera de tancar del motor 2 (FCC2).
- Comú finals de carrera del motor 1 (Comú FC1).
- Contacte de seguretat (Costa).
- Fotocèl·lula.
- Stop.

Al principi es va decidir no punxar els polsadors de control, ja que hi ha la opció de connectar-hi un borna. Al final però, s'ha decidit connectar-los a través dels pins perquè amb els bornes es perdria molt de temps a l'hora de comprovar cada equip.

També s'obtenen les zones d'alimentació de 220 Volts i les sortides per l'alimentació dels 2 motors. Aquestes alimentacions, s'utilitzen per visualitzar els motors i els seus moviments, i per alimentar l'equip. Això, serveix per guanyar temps a l'hora de fer la comprovació en sèrie, ja que manualment, l'operari ha de connectar cada cop i per cada equip; els motors i l'alimentació a la línia.

- Alimentació 220 Volts monofàsica (2 fases).
- Alimentació motor 1 (2 fases i comú).
- Alimentació motor 2 (2 fases i comú).

Finalment, també es punxen la massa (GND) del corrent continu i la referència de les tensions alternes.

- Massa.
- Referència corrents alternes.

Aquests són tots els punts que es punxen a la placa *Q2MNB*. Són punts importants que determinen si l'equip funciona i està en perfecte estat o si pel contrari hi ha algun error.

Senyals dels punts de test

El suport i tots els pins encaixen amb l'automatisme Q2MNB. El següent pas, és el d'anotar totes les tensions que s'obtidran a través dels pins de test.

Primer de tot, les tensions de 5 Volts que no s'hauran d'adaptar a la placa de control:

- **Triac motor 1 i 2.**

5V = Motors parats.

0V = Motors en marxa.

- **Potenciòmetre 1 i 2.**

5V = Potenciòmetres al màxim.

0V = Potenciòmetres al mínim.

- **Potenciòmetre 3.**

5V = Potenciòmetre al màxim.

0V = Potenciòmetre al mínim.

Aquest potenciòmetre està lligat per hardware al selector d'opcions nº1 (S1).

Perquè funcioni el potenciòmetre, aquest selector ha d'estar en posició ON. Si no és així, la sortida del potenciòmetre serà sempre zero.

- **Selectors d'opcions (8 selectors).**

S1:

5V = ON

0V = OFF

S3-S8:

5V = OFF

0V = ON

S2:

No se'n comprovarà la tensió. Està lligat a un condensador i a una sortida del microcontrolador del Q2MNB, i seria molt difícil d'aconseguir-ne la tensió en el moment indicat. El més fàcil serà activar-lo físicament i comprovar-ne el seu funcionament un cop es provi la botonera. La seva funció, és la d'anular el pulsador *START* mentre la porta està pujant, per tant, serà molt senzill de provar-lo.

- **Alimentació 5 Volts continuus.**
5V = Alimentació 5 Volts continuus OK.
0V = Error en alimentació.

Totes aquestes tensions no necessiten cap mena d'adaptació a la placa de control i podran ser comprovades directament pel microcontrolador a través d'una resistència en sèrie.

A continuació hi ha les tensions contínues amb un voltatge superior als 5 Volts. Necessiten una adaptació per tal de ser captades pel microcontrolador.

- **Relé motor 1 i 2.**
22V = Motor parat.
0V = Motor en marxa.
- **Relé de sentit dels motors.**
22V = Motors en sentit de pujada.
0V = Motors en sentit de baixada.
- **Relé electro-tancament.**
22V = Relé desenclavat.
0V = Electro-tancament activat.
- **Relé de llum de garatge.**
22V = Apagat.
0V = Encès.
- **Alimentació VDD.**
22V = Alimentació OK.
0V = Error en alimentació VDD.

Totes aquestes tensions, provenen de la tensió VDD del *Q2MNB*. Aquesta tensió s'aconsegueix a la sortida filtrada del pont de díodes i és utilitzada per alimentar els relés.

També hi ha 2 tensions alternes que han de ser rectificades i filtrades, per tal d'obtenir-ne una sortida de 5 Volts continus.

- **Alimentació 24 Volts alterns.**
24Vac = Tensió alterna OK.
0Vac = Error en tensió 24 volts alterns.

- **Alimentació 12 Volts alterns.**
12Vac = Tensió alterna OK.
0Vac = Error en tensió 12 Volts alterns.

Per últim, hi ha una tensió. És la del "pas per zero". Es tracta d'un pols que es dóna quan la ona sinusoidal del corrent altern que surt del transformador passa per zero. Això s'aconsegueix amb un divisor de tensió i un inversor (transistor) a la sortida del pont de díodes (senyal rectificat).

- **Pas per zero.**
Cada cop que l'ona sinusoidal del corrent altern passa per zero, dóna un pols de 5 Volts. Aquest pols es dona cada 10mS, ja que la tensió de la línia funciona a una freqüència de 50 Hz.

En la Figura 4.3.1, s'observa l'ona sinusoidal i en vermell el pols de 5 Volts que es dóna cada cop que passa per zero. Aquest és el 'pas per zero' que s'analitza amb el comprovador i es verifica si és correcte o no.

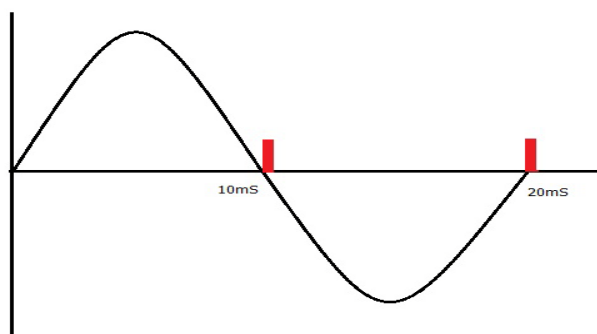


Figura 4.1.1 – Senyal del pas per zero

4.2 Estructura física

Per tal de poder aconseguir tots els punts crítics i de control, s'ha d'aconseguir que l'equip comprovat encaixi perfectament amb els pins de test. És un dels problemes més importants, ja que hi ha punts que requereixen una precisió al mil·límetre i un petit error pot fer que no hi hagi bon contacte dels pins.

Com a base, s'utilitzen 2 plaques de *Q2MNB* sense cap component soldat. S'uneixen una sobre l'altre de manera que quedin en paral·lel. Un cop queden ben subjectades entre elles, es col·loquen tots els pins dels punts desitjats i s'hi solden cables per poder-los connectar més tard a una regleta o borna de connexió. Finalment es posen una barretes d'acer de 4mm. de diàmetre que subjectaran el *Q2MNB* i això evitarà que l'automatisme es mogui i els pins encaixin.

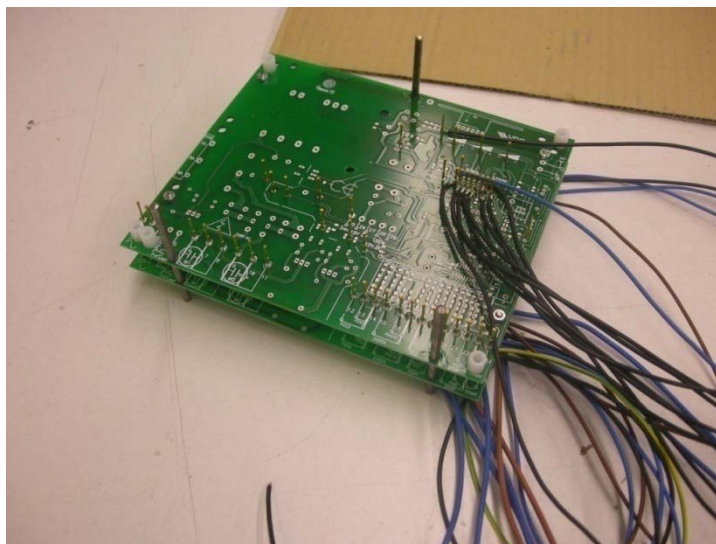


Figura 4.2.1 – Fotografia dels punts de test de la base del suport

En un primer moment els pins no encaixaven a la perfecció. El problema era que no s'havien ficat les barretes d'acer de 4 mm. La intenció anterior era fer que el *Q2MNB* quedés subjectat per pressió i no per les guies d'acer. Això feia que hi hagués un petit error i no fessin bon contacte. Amb les barretes d'acer de 4 mm. es millora la precisió i contacte dels pins.

Un cop s'aconsegueix que la placa faci un bon contacte amb els pins de test, es fa la caixa de plàstic que fixarà la base del suport. La caixa de plàstic s'utilitza per fixar la part de comprovació i obtenció de tensions i que quedin a l'aire pins perillosos com són els 220V alterns o les alimentacions dels motors. S'utilitza una caixa de plàstic feta per

encaixar els *Q2MNB* i es modifica per tal que quedi tot ben subjectat. La modificació principal de la caixa, és que s'ha de tallar un dels costats i empètitir l'interior d'aquesta; fent que el provador quedi totalment subjectat. Un cop fet, es posen uns suports al fons de la caixa que faran que el provador quedi més alçat.

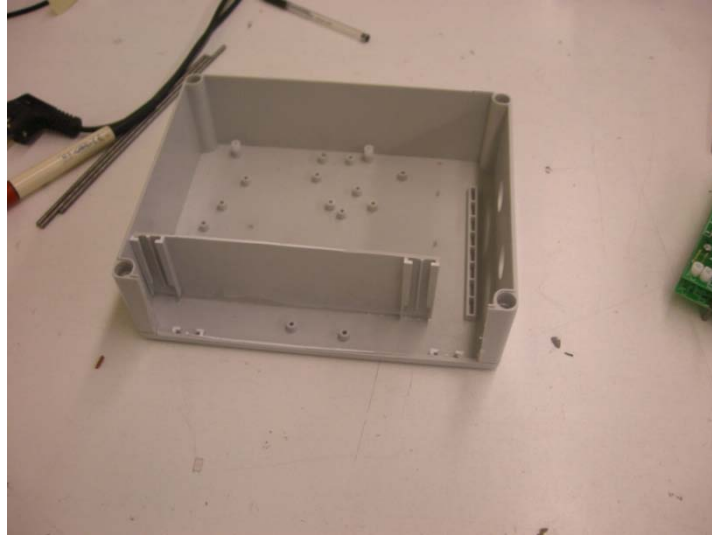


Figura 4.2.2 – Fotografia caixa acoblament del suport

Per últim, es necessita que totes aquestes entrades i sortides de la caixa d'acoblament, es connectin a la placa de control. Això es fa través de regletes de connexió o bornes. Com es veurà més endavant, la placa de control té connectors per a bornes, per tant el més còmode i adequat és utilitzar-los per tal de poder-los connectar.

Com es pot observar en la Figura 4.2.3., s'utilitzen regletes de niló per tenir tots els cables organitzats. Hi ha 3 regletes amb tots els senyals de baixa tensió provinents del *Q2MNB* i una regleta amb els senyals de potència (220V i connexió dels 2 motors).

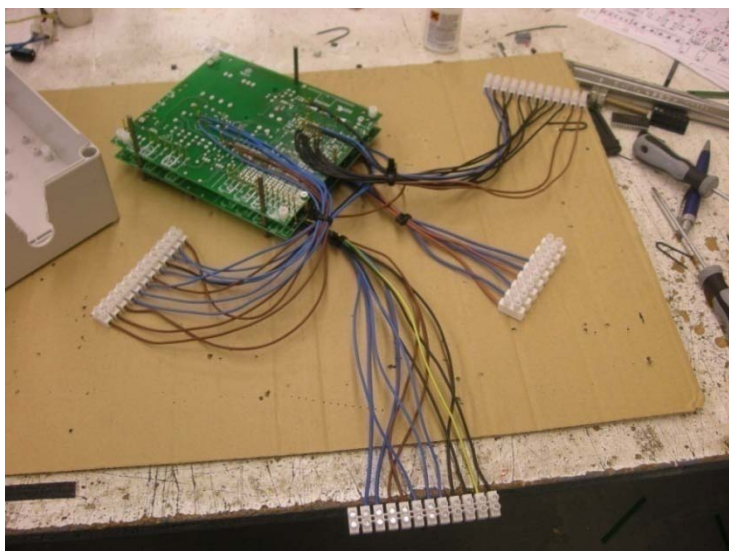


Figura 4.2.3 – Fotografia regletes connexió suport

De les 3 primeres regletes en surten uns cables que es connecten en 4 bornes diferents. Aquests bornes tenen 7, 8, 9 i 12 connexions i es poden connectar còmodament a través de connectors a la placa de control. La part de potència es deixa amb la regleta de niló, ja que aquesta part no es connecta a la placa de control, si no a la tensió de línia i a 2 motors externs. A continuació, s'especifica quin senyal porten els cables cap a aquests 4 bornes i els de la regleta de potència. Cada casella conté el nom del cable que s'hi connecta.

Regleta potència:

COMÚ MOTOR2	FASE MOTOR2	FASE MOTOR2	COMÚ MOTOR1	FASE MOTOR1	FASE MOTOR1	FASE 220V	FASE 220V
-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-----------	-----------

Borna de 7: Alimentacions i Relés.

VDD	5 VDC	RELÉ MOTOR1	RELÉ SENTIT	RELÉ MOTOR2	RELÉ LLUM	RELÉ ELECTROC.
-----	-------	-------------	-------------	-------------	-----------	----------------

Borna de 8 : Selectors d'opcions.

S8	S7	S6	S5	S4	S3	S2	S1
----	----	----	----	----	----	----	----

Borna de 9: Tensions de 5 Volts i tensions alternes.

PAS PER ZERO	TRIAC2	TRIAC1	POTE.1	POTE.2	POTE.3	0VAC	12VAC	24VAC
--------------------	--------	--------	--------	--------	--------	------	-------	-------

Borna de 12: Control (sortides).

-	FCC2	FCA2	COSTA	PHOTOCELL	COMÚ FC1	FCC1	FCA1	STOP	PEATONAL	GND	START
---	------	------	-------	-----------	-------------	------	------	------	----------	-----	-------

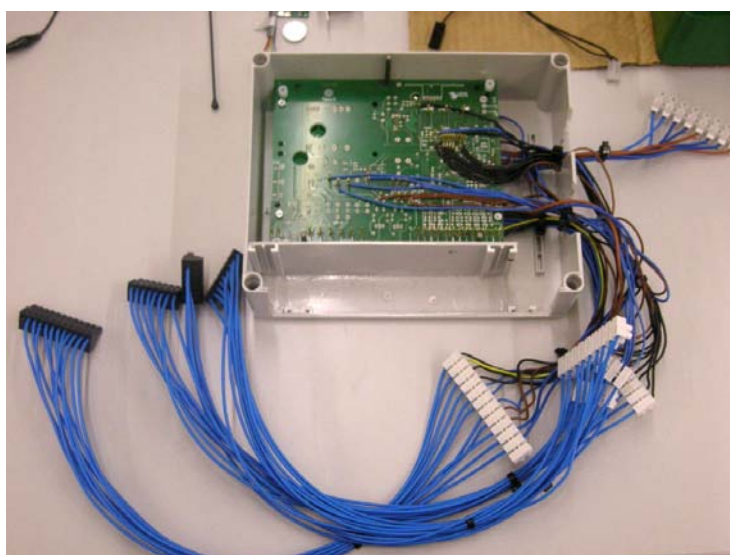


Figura 4.2.4 – Fotografia final del suport

5. PLACA DE CONTROL

Amb la part del suport del *Q2MNB* acabat i amb tots els punts de test punxats, es necessita una placa de control que interaccioni i trobi errors en l'automatisme comprovat. Aquesta placa fa un test semiautomàtic de l'automatisme i mostra els errors a través d'una pantalla LCD. Conté un polsador per tal de que l'operari pugui interactuar amb ell.

En aquest apartat s'explicaran les parts que formen la placa de control. Es mostraran les modificacions que pateixen les entrades i sortides que venen del suport i els seus esquemes elèctrics.

5.1 Estructura funcional

La placa de control consta d'un microcontrolador que controla les entrades i sortides del suport, la pantalla LCD i el polsador. La placa té una font d'alimentació per a totes aquestes parts. Les entrades i sortides estan organitzades per connectors. Aquests connectors són la femella dels bornes procedents del suport.

- **Entrades microcontrolador (connectors de 7, 8 i 9).**
- **Sortides microcontrolador (connector de 12).**
- **LCD 16x2 caràcters.**
- **Polsador.**
- **Font d'alimentació.**
- **Microcontrolador PIC 16F887.**

En la Figura 5.1.1 s'observa la distribució per blocs de la placa de control i les connexions que el formen.

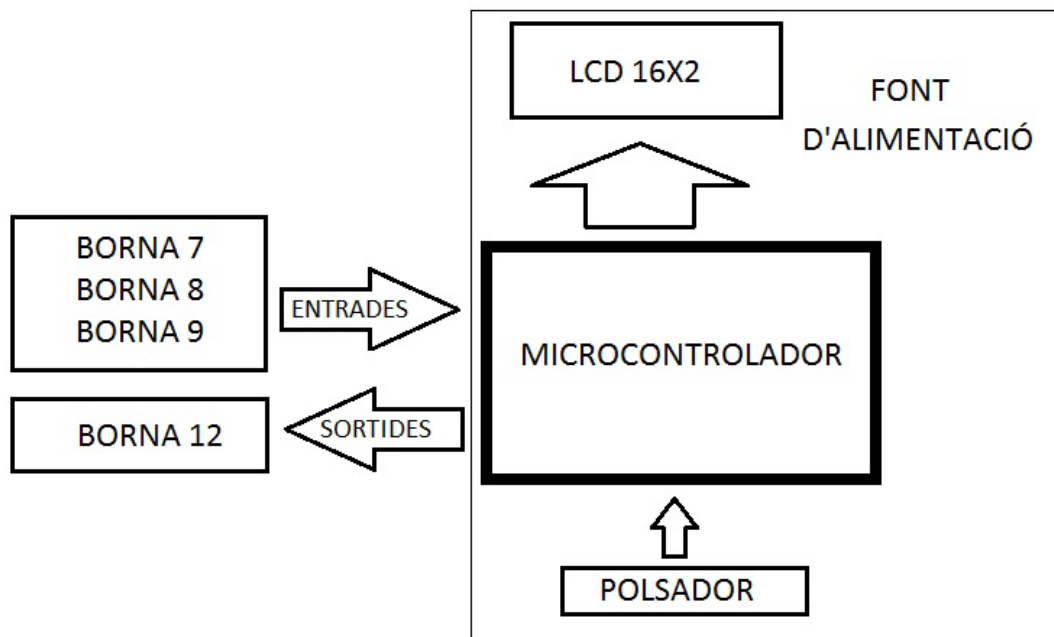


Figura 5.1.1 - Diagrama de blocs de la placa de control

5.1.1 Entrades microcontrolador

S'organitzen les tensions d'entrada al microcontrolador en 3 dels connectors que conté la placa de control. Aquestes entrades tenen 3 possibles senyals:

- Tensions continues de 5 Volts.
- Tensions alternes.
- Tensions continues superiors a 5 Volts.

Aquestes tensions estan repartides entre els connectors de 7, 8 i 9 procedents dels bornes del suport del Q2MNB. Des de el connector fins al microcontrolador, cada tipus d'entrada rep una modificació diferent per ser adaptada als 5 Volts continus que treballa el microcontrolador.

Per explicar les modificacions que reben les entrades, s'organitzen en els següents connectors:

- **Connector de 7 (alimentacions i relés).** Conté les entrades continues superiors a 5 Volts i una entrada de 5 Volts continus (alimentacions i relés).
- **Connector de 8 (selector d'opcions).** La formen les entrades continues de 5 Volts provinents dels 8 selectors.

- **Connector de 9 (alternes i 5 Volts).** Entrades alternes i la resta d'entrades de 5 Volts continus.

Connector de 7

El connector de 7 conté les següents entrades:

- Relé motor 1.
- Relé motor 2.
- Relé de sentit dels motors.
- Relé electro-tancament.
- Relé de llum de garatge.
- Alimentació Vdd.
- Alimentació 5 Volts continus.

Estan organitzades en el connector de 7 de la següent forma:

7	6	5	4	3	2	1
VDD	5 VDC	RELÉ MOTOR1	RELÉ SENTIT	RELÉ MOTOR2	RELÉ LLUM	RELÉ ELECTROC.

A la tensió de 5 Volts continus, es connecta una resistència en sèrie de 100 Ohms per tal de limitar el consum de corrent i evitar que algun pic de corrent faci malbé el microcontrolador. Aquesta connexió s'utilitza per a totes les entrades de 5 Volts continus que es veuran més endavant en els connectors de 8 i de 9.

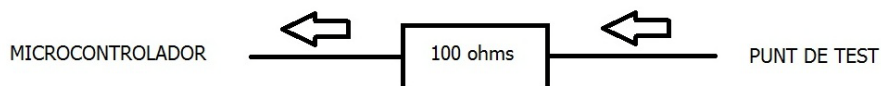


Figura 5.1.2 – Estil de connexió entrades de 5 Volts.

Els senyals dels relés i de l'alimentació VDD, tenen la mateixa tensió (uns 22 Volts continus), per tant, s'aplica un divisor de tensió que converteix el senyal continu a 5 Volts. A la sortida del divisor s'hi col·loca un condensador típic de 100nF per estabilitzar-ne el senyal.

Per trobar el valor de les resistències del divisor de tensió s'utilitza la següent fórmula:

$$V_o = V_i * \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

Fórmula 5.1.1. – Divisor de tensió

Per $V_i = 22V$, volem que $V_o = 5V$ i posem el valor que volem a $R_1 = 82k\Omega$.

Substituint tenim que $R_2 = 24,11k\Omega \approx 27k\Omega$

Esquema

A continuació s'observa l'esquema del connector de 7. En aquest, s'hi connecta el borna de 7 procedent del suport.

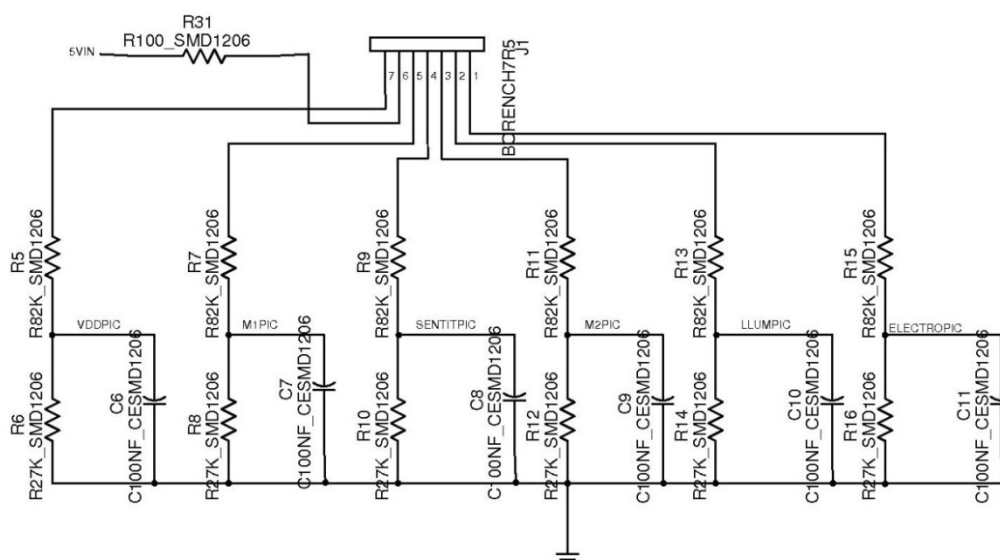


Figura 5.1.3 – Esquema connector de 7

Connector de 8

El connector de 8 conté les 8 entrades dels selectors d'opcions. S'organitzen de la següent forma:

8	7	6	5	4	3	2	1
S8	S7	S6	S5	S4	S3	S2	S1

Les entrades del selector de 8 opcions, funcionen igual que la resta d'entrades de 5 Volts, però amb la diferència que no van de la resistència de 100 Ohms al

microcontrolador directe. Com que el microcontrolador no disposa de prou pins, s'ha utilitzat un multiplexor de 8 entrades per fer la lectura d'aquests selectors.

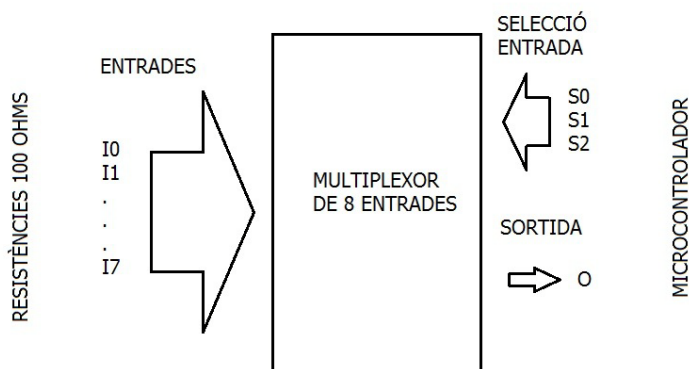


Figura 5.1.4 – Diagrama de blocs del multiplexor de 8 entrades.

El multiplexor funciona de manera que el microcontrolador selecciona l'entrada (de I0 a I7) que vol a través de S0, S1 i S2 i en recull la informació a través de la sortida O del multiplexor. D'aquesta manera, mitjançant 4 pins del microcontrolador, es controlen 8 entrades i, per tant, s'estalvien 4 pins.

BORNES	ENTRADA MULTI.	S2	S1	S0	SORTIDA MULTI. 'O'
S8	I0	0	0	0	I0
S7	I1	0	0	1	I1
S6	I2	0	1	0	I2
S5	I3	0	1	1	I3
S4	I4	1	0	0	I4
S3	I5	1	0	1	I5
S2	I6	1	1	0	I6
S1	I7	1	1	1	I7

Taula 5.1.1 – Organització entrades i sortides multiplexor

Des del microcontrolador, es selecciona amb '0' i '1' a través de S0, S1 i S2 l'entrada que es vol veure a través de la sortida del multiplexor. S'observa a través de la Taula 5.1.1., com queden distribuïts els selectors S1 fins a S8 en les entrades del multiplexor.

S'ha utilitzat el model Philips HEF4512B amb un encapsulat de 16 pins. A l'annex I es mostra el seu *datasheet*.

Esquemes

A, B i C són les entrades procedents del microcontrolador (S0, S1 i S2 respectivament) que controlen quina de les entrades dels selectores es vol rebre i el pin SELOUT (Output O), és la sortida que va cap al microcontrolador.

L'esquema doncs, queda així:

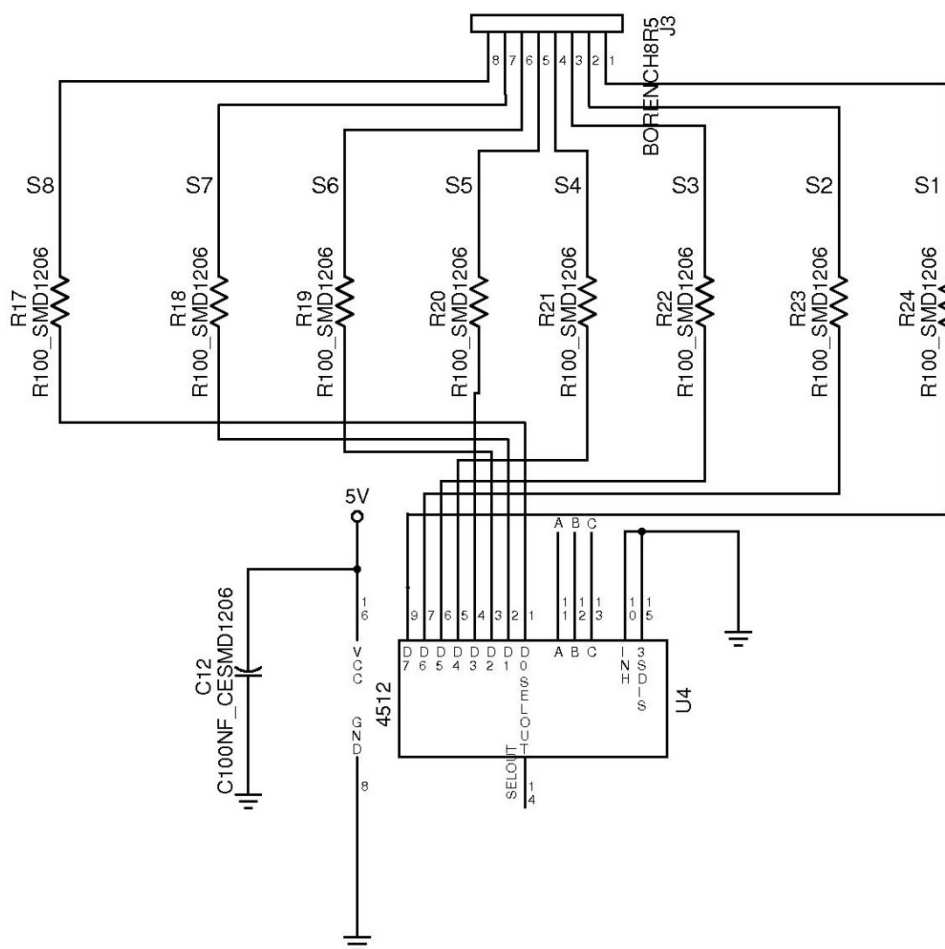


Figura 5.1.5 – Esquema del connector de 8 i la seva connexió al multiplexor

Connector de 9

El connector de 9 està format per les següents entrades:

- Alimentació 24 Volts alterns.
- Alimentació 12 Volts alterns.
- Referència alternes.
- Potenciòmetres 1, 2 i 3.
- Triac 1 i 2.
- Pas per zero.

Estan repartides en el connector de la següent forma:

9	8	7	6	5	4	3	2	1
PAS PER ZERO	TRIAC2	TRIAC1	POTE.1	POTE.2	POTE.3	0VAC	12VAC	24VAC

Les entrades del 4 fins al 9, són entrades contínues de 5 Volts. Per tant s'hi aplica la resistència en sèrie de 100Ω. Les tensions alternes necessiten una sèrie de modificacions per ser adaptades al microcontrolador. Primer de tot es rectificquen amb un pont de díodes (rectificador d'ona complerta) o un díode (rectificador de mitja ona). Finalment es filtren amb un condensador.

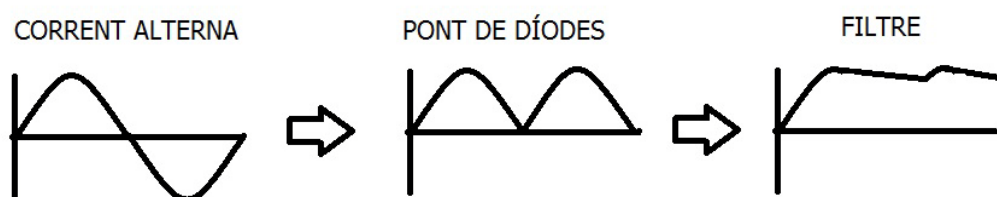


Figura 5.1.6 – Procés obtenció corrent contínua.

Com més gran és el condensador, menys arrissat té el senyal resultant. Per últim, s'aplica un divisor de tensió per obtenir els 5 Volts.

Els valors del condensador de la part del filtratge i les 2 resistències de la part del divisor de tensió són desconegudes. Per tant, es fan els càlculs per aconseguir els respectius valors pels 24 i els 12 Volts alterns.

- Primer de tot es busca la tensió resultant (V_{max}) que s'obté al pont de díodes:

$$V_{max1} = 27v * \sqrt{2} - 1,4v = 36,78v$$

$$V_{max2} = 15v * \sqrt{2} - 1,4v = 19,8v$$

V_{max1} fa referència als 24 Volts alterns i V_{max2} als 12 Volts. Com es pot observar, les tensions són una mica més altes (27 i 15 Volts), que són les tensions reals que hi ha a les sortides que estan punxades. Els 1,4 Volts són retinguts pels 2 díodes (0,7 Volts cada un).

- El segon pas és el de buscar els valors de les resistències del divisor amb la fórmula del divisor Fórmula 5.1.1:

Per $V_i = 36,78V$, es vol que $V_o = 5V$ i es posa el valor que es vol a $R_1 = 68k\Omega$.

Substituint **$R_2 = 10,7k\Omega \approx 10k\Omega$**

Per $V_i = 19,8V$, es vol que $V_o = 5V$ es posa el valor que es vol a $R_1 = 220k\Omega$.

Substituint **$R_2 = 74,32k\Omega \approx 75k\Omega$**

Els resultats s'aproximen als valors comercials de les resistències.

- En l'últim pas s'obtenen els valors dels condensadors de filtratge. Primer de tot es necessita saber la intensitat que consumeixen les resistències del divisor de tensió i després s'obtenen els valors dels condensadors amb la fórmula següent:

$$C = \frac{I}{2 * f * V_{arrissat}}$$

Fórmula 5.1.2. – Dimensionament del condensador en l'etapa de filtratge.

f és la freqüència de la línia, o sigui, 50Hz. La tensió d'arribada $V_{arrissat}$ és aproximadament un 10% de la tensió V_{max} :

$$I_1 = \frac{36,78}{68k} + \frac{36,78}{10k} = 4,22mA$$

$$C_1 = \frac{4,22mA}{2 * 50Hz * 4v} = 10,55\mu F \approx 10\mu F$$

Aquest és el condensador obtingut pels 24 Volts alterns. Es fa el mateix pel condensador dels 12 Volts alterns.

$$I_2 = \frac{19,8}{220k} + \frac{19,8}{75k} = 0,354mA$$

$$C_2 = \frac{0,354mA}{2 * 50Hz * 2v} = 1,77 \mu F \approx 2,2 \mu F$$

Els valors dels condensadors s'aproximen al seu valor comercial.

Esquema

Aquest és l'esquema del connector de 9:

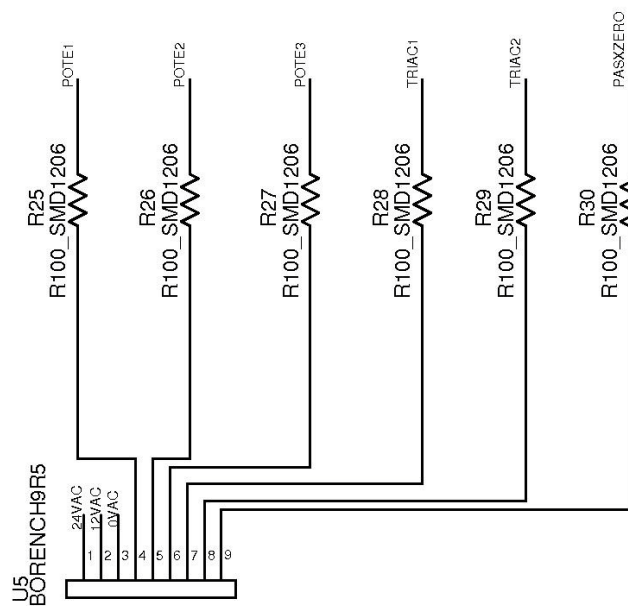


Figura 5.1.7 – Esquema de connexió connector de 9

Les tres tensions alterns (24VAC, 12VAC i 0VAC), necessitaran un circuit extra que les adapti al microcontrolador. És el següent:

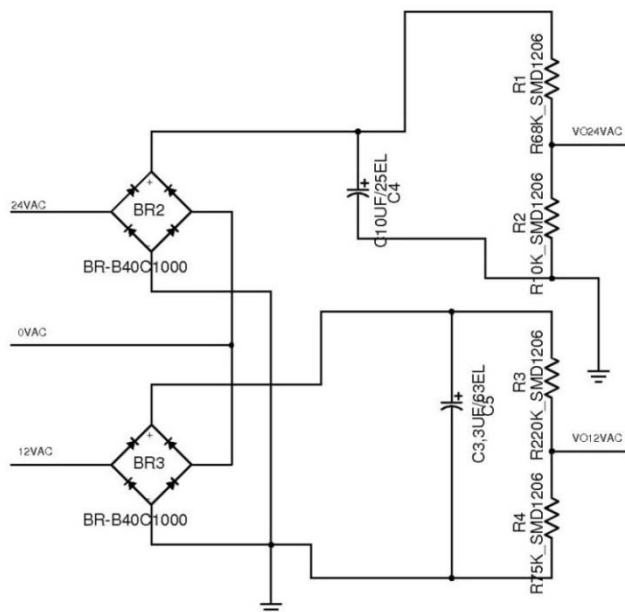


Figura 5.1.8 – Esquema adaptació corrents alternes a continues de 5 volts.

5.1.2 Sortides microcontrolador

Com s’ha vist anteriorment, la placa Q2MNB té els següents contactes que el controlen:

NORMALMENT OBERTS	NORMALMENT TANCATS
START	FCA1
PEATONAL	FCA2
	FCC1
	FCC2
	COSTA
	FOTOCÈL·LULA
	STOP

Tots aquests contactes s’activen a través de polsadors, fotocèl·lules o finals de carrera. N’hi ha de normalment oberts (N.O.) i de normalment tancats (N.T.). Això s’ha de tenir en compte per tal de facilitar posteriorment la programació del microcontrolador.

Es necessita transmetre la informació que envia el microcontrolador cap a aquests contactes. La manera més senzilla de fer-ho és mitjançant relés de contacte. Com que

les tensions i els corrents que treballen als contactes de control són baixes, amb un relé que aguanti corrents de fins a 1A, serà suficient.

El model escollit és el HM4100F. És econòmic i té un encapsulat molt petit en relació a altres tipus de relés. Tenint en compte que la placa de control consta de 9 relés, l'estalvi d'espai, serà important. Per veure'n el seu *datasheet* anar a l'annex I.

Aquest tipus de relé consta de 6 potes on, una d'elles no s'utilitza. De les 5 restants, 2 són utilitzades per a la bobina i 3 per als contactes.

Entre L1 i L2 hi ha la bobina. S'alimenta L1 i L2 a la tensió Vdd de la placa de control. D'aquesta manera la bobina no conduirà i els contactes C1, C2 i C3 es mantindran en la posició inicial i conduiran C3 i C1:

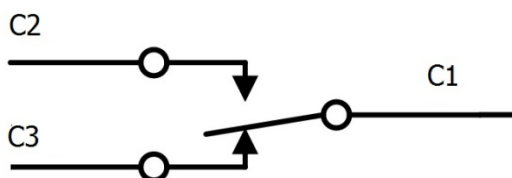


Figura 5.1.9 – Esquema contactes relé

Quan L2 es connecti a massa, hi haurà una diferència de potencial entre els 2 punts de la bobina i aquesta conduirà corrent. Això farà que el contacte canviï de C3-C1 a C2-C1, molt útil per poder simular un pulsador, una fotocèl·lula o un final de carrera.

Per aconseguir que envii a massa la pota del relé L2, s'han valorat dues maneres. La primera és la d'utilitzar el següent circuit:

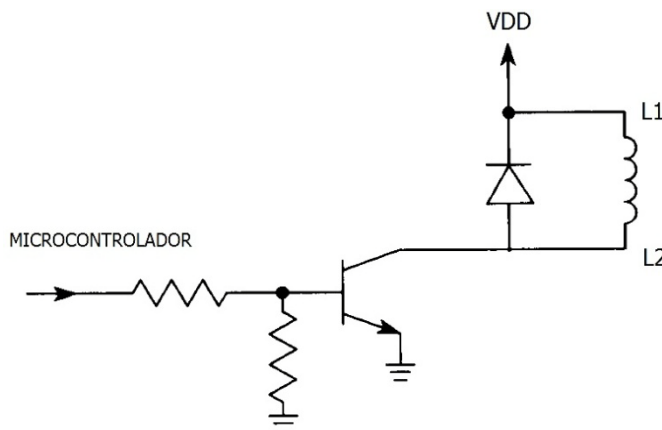


Figura 5.1.10 – Esquema d'activació de la bobina a través del microcontrolador

Hi ha la bobina entre L1 i L2 i en paral·lel un díode de protecció. La funció d'aquest díode és la de protegir el transistor del pic de tensió que genera la bobina al passar de no conduir a conduir.

Al donar tensió des del microcontrolador a la base del transistor, aquest condueix del col·lector a l'emissor fent que L2 quedi connectat a massa. Així doncs, donant un '1' o un '0' (a efectes pràctics, 5 i 0 volts) a la sortida del microcontrolador, es podrà enclavar i desenclavar el relé.

La segona forma és la d'utilitzar el circuit integrat ULN2003 que consta de 7 entrades i 7 sortides, on cada una de les entrades controla una sortida (I1 a O1, I2 a O2, etc...). A efectes pràctics, funciona de la mateixa manera que la configuració anterior amb el transistor, l'únic que amb un sol integrat, es poden controlar 7 relés.

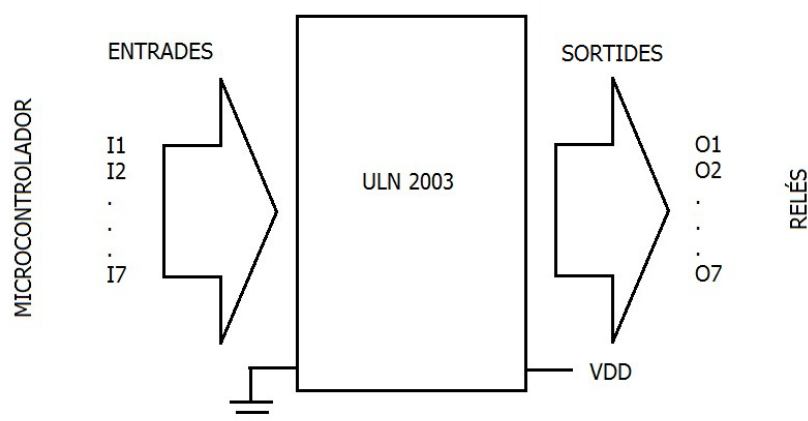


Figura 5.1.11 – Diagrama de blocs del integrat ULN2003

Donant un '1' des de el microcontrolador a una de les entrades, la seva sortida cau a massa; i si es dona un '0', s'obté el valor de VDD. Per ampliar l'informació, a l'annex I es pot consultar el seu *datasheet*.

Un cop vistes les dues tècniques per controlar la pota L2 del relé a través del microcontrolador i tenint en compte que hi ha contactes normalment oberts i normalment tancats, els relés van connectats de diferents maneres. Amb els contactes normalment oberts la massa va connectada a C2, per tant el circuit es manté obert; i pels contactes normalment tancats, la massa va connectada a C3, mantenint el circuit tancat.

En l'exemple s'observa com queden les connexions d'aquestes potes del relé en una connexió d'un contacte normalment obert i un de normalment tancat:

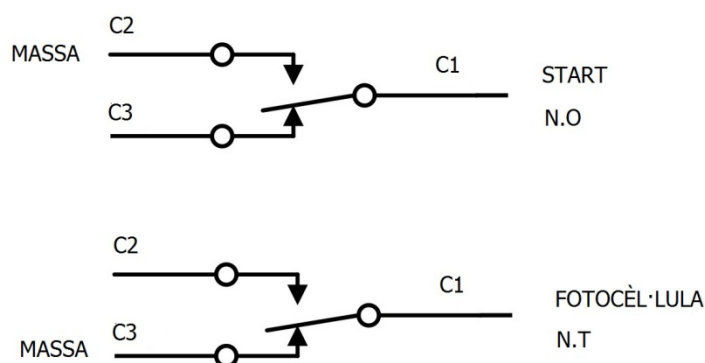


Figura 5.1.12 – Esquema contactes relé en configuració N.O. i N.T.

En el cas dels finals de carrera del motor 1 (FCA1 i FCC1), la pota C3 del relé no va connectada a massa, ja que del borna de control hi ha una entrada que correspon al comú dels finals de carrera del motor 1 (comú FC1). La manera de connectar-los és la mateixa que la d'un contacte normalment tancat substituint la massa pel comú FC1.

Esquemes

Hi ha un total de 2 polsadors oberts i 7 de tancats. En total es necessitaran 9 sortides del microcontrolador per controlar-les. Per tant, fan falta 2 integrats ULN2003 per gestionar-les totes, ja que tenen un màxim de 7 entrades. Les sortides del integrat ULN2003 es connecten a una de les potes de la bobina del relé (L1). S'observa també, que l'alimentació d'aquest integrat és la tensió VDD i té un altre pin per a massa VSS.

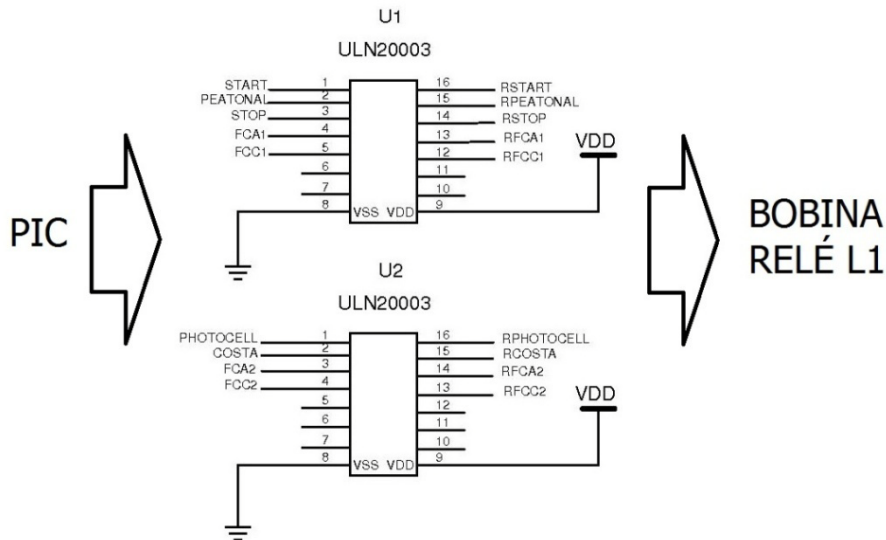


Figura 5.1.13 – Esquema connexió ULN 2003

Quan el microcontrolador envia un '1', a la sortida hi haurà un '0' i s'enclava el relé. Anem a veure com queden connectades les bobines.

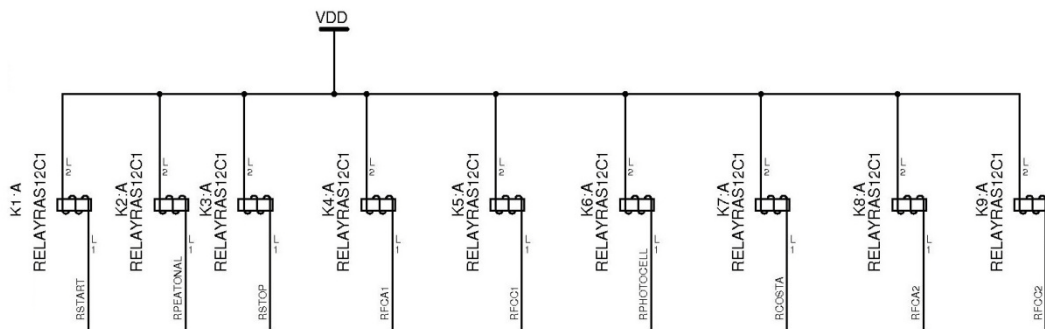


Figura 5.1.14 – Esquema connexió bobines relés

Per organitzar tots aquests contactes s'utilitza el connector de 12. En aquest s'hi connecta el borna de 12 procedent del suport del Q2MNB. En el següent esquema es mostra com es connecten aquests contactes dels relés i el connector de 12.

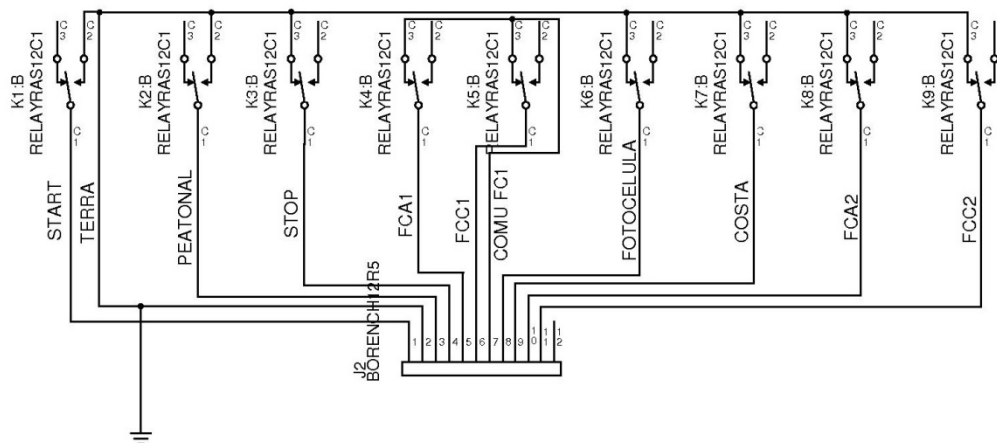


Figura 5.1.15 – Esquema connexió contactes relés amb el connector de 12

Els pulsadors Start i Peatonal, en aquest estat no condueixen, perquè són pulsadors normalment oberts. La resta de relés estan sempre conduït a no ser que s’envii un ‘1’ des de el microcontrolador. La pota número 12 del connector no s’utilitza.

5.1.3 Pantalla LCD

Aquesta pantalla LCD consta de 2 files per 16 columnes de caràcters. Té l’opció de funcionar només amb una fila i els caràcters més grans, fer que el cursor estigui visible o no, moure el cursor, netejar la pantalla, etc.; tot això s’ha de configurar en la inicialització de la pantalla en el seu procés de programació.

Per la connexió de la pantalla amb la placa de control, es fan uns forats extrems a la placa per tal de fixar-hi la pantalla amb cargols; en concret en són 4. A part consta de 16 pins de connexió que van soldats a la placa que són els que estan representats en números a la Figura 5.1.16.

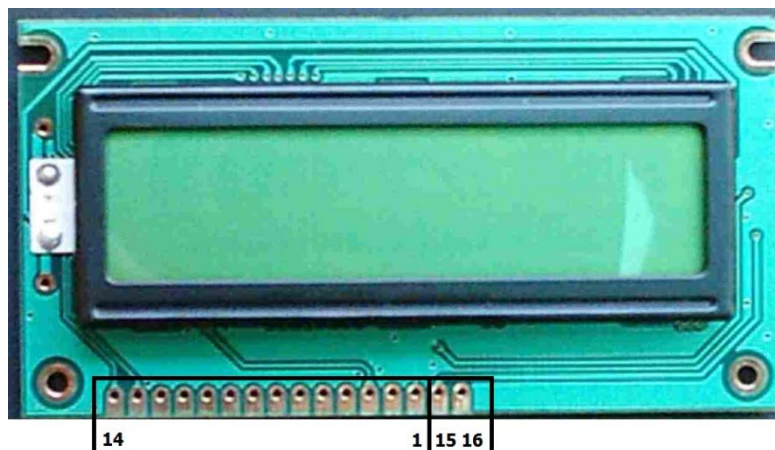


Figura 5.1.16 – Imatge pantalla LCD 16x2

Anem a veure quins són aquests pins de connexió:

14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	15	16
DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0	E	R/W	RS	Vo	Vdd	Vss	A	K

- **VSS.** Pin de connexió a massa (-).
- **VDD.** Alimentació de 5 Volts continu (+).
- **Vo.** Ajust del contrast de la pantalla.
- **RS.** Aquest pin es controla des del microcontrolador. Es posarà a '1' si es vol enviar una dada (caràcter) i un '0' si el que s'envia és una comanda. Les comandes serveixen per situar-te en la pantalla, esborrar-la, etc.
- **Read/Write.** Lectura o escriptura de la pantalla. Amb un '1' podrem llegir el que hi ha a la pantalla i amb un '0' escriurem sobre ella. Normalment no s'utilitza la lectura i es posa el pin a massa (zero lògic). D'aquesta manera s'estalvia un pin del microcontrolador i en facilita la programació.
- **Enable.** Habilita la pantalla a l'hora de programar-la. S'ha d'activar l'*enable* cada cop que es vulgui enviar una dada o una comanda i a continuació desactivar-lo.
- **DB0-DB7.** Bus de dades de 8 bits bidireccional que interacciona entre el microcontrolador i la pantalla. S'enviaran les dades i les comandes a través d'aquests pins.
- **A.** Alimentació llum pantalla (-)
- **K.** Alimentació llum pantalla (+).

Per poder regular el contrast, es necessita un potenciòmetre de 10k que es connectarà a la sortida Vo de la pantalla LCD.

Pel que fa al bus de dades de 8 bits (DB0-DB7), hi ha l'opció de fer-lo funcionar només amb 4 bits (DB4-DB7). L'única variació en la programació és que s'ha d'inicialitzar la pantalla en mode de 4 bits i enviar les dades i comandes en 2 cops. La part alta del bus (DB4-DB7) es connecta directament al microcontrolador i la part baixa (DB0-DB3) es deixa a l'aire.

Per a més informació sobre aquest dispositiu, consultar l'annex I.

Esquema

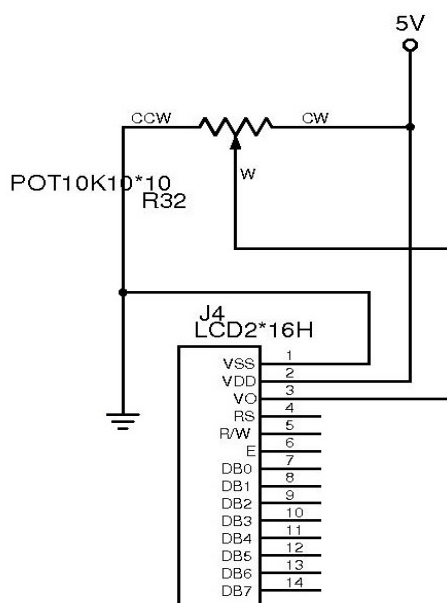


Figura 5.1.17 – Esquema connexió pantalla LCD

L'esquema de la pantalla LCD, constarà de la pantalla en si (J4) i del potenciòmetre de 10K (R32).

5.1.4 Polsador

La placa ja consta de totes les parts que envolten el microcontrolador i que gestionen les entrades i sortides. Per acabar falta afegir-hi el polsador que facilita algunes de les aplicacions del comprovador.

El polsador serveix perquè l'operari pugui passar al següent pas de comprovació. Estem parlant d'un comprovador semiautomàtic, i per això és necessari un polsador per tal que l'operari interactuï amb ell.

Esquema

L'entrada del microcontrolador destinada al polsador, també és utilitzada per els pins gravadors, en concret el MCLR. Aquest treballa a una tensió d'uns 13 Volts, per tant a través del díode D80 es protegeix l'entrada de 5 Volts continus.

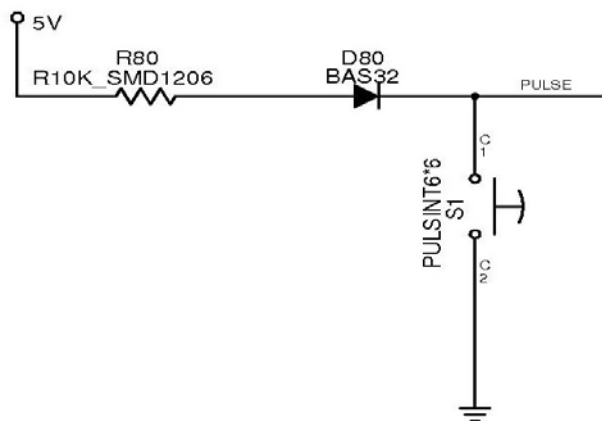


Figura 5.1.18 – Esquema connexió polsador

Pel que fa al polsador, ocupa un dels pins del PIC. Amb el polsador en estat obert, arriben 5 Volts a l'entrada del PIC. Quan es premi el polsador, aquesta entrada del PIC es connecta directament a massa i s'obté un zero.

5.1.5 Font d'alimentació

L'alimentació de la placa de control, s'obté de la línia monofàsica de 220 Volts alterns. Aquesta tensió es redueix a través d'un transformador, es rectifica per un pont de díodes, es filtre per un condensador i finalment s'adapta per un regulador (LM7805) als 5 Volts continus que són necessaris per alimentar algunes de les parts de la placa. Com que els relés treballen a una tensió superior, s'obté abans de que sigui adaptada pel regulador (tensió VDD).

Per tant, la placa té 2 tensions principals per alimentar-se:

- Tensió VDD (aproximadament uns 16 Volts continus).
- 5 Volts continus.

En el següent esquema es mostra el procés que hi ha des de la tensió de línia fins a l'obtenció de les dues tensions necessàries per alimentar la placa:

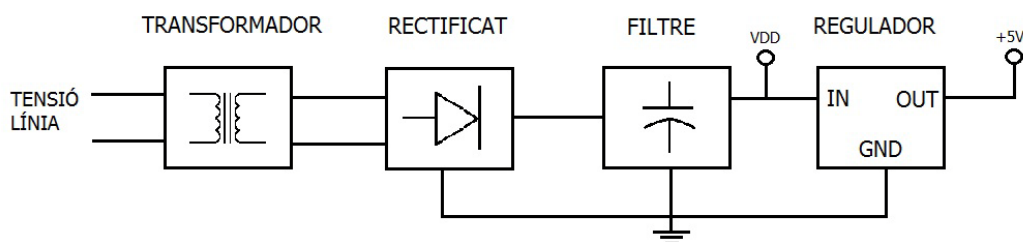


Figura 5.1.19 – Diagrama de blocs del procés d'obtenció de VDD i 5VDC a partir de la línia de 220VAC

Per dimensionar la capacitat del condensador i del transformador adequat, cal conèixer el consum de la placa comprovadora. El consum principal d'aquesta depèn dels relés. El consum del microcontrolador, la pantalla LCD i les resistències de la placa, en comparació al consum dels relés, es poden ignorar.

Per tant, mirant el *datasheet* del relé a l'annex I, es pot veure que el consum de cada relé és igual a 450mW. A partir d'aquí es pot saber el consum màxim de la placa en el pitjor dels casos, que és quan tots els relés estiguin activats. Tenim en total 9 relés per tan la potència total és:

$$P_{total} = 450mW * 9 = 4050mW$$

Cal un transformador que doni una sortida de 12 Volts alterns (suficients per alimentar als relés) i que pugui subministrar una potència superior a 4,05 Watts. L'elegit és un transformador de 12 Volts i 12VA, que compleix de sobres amb els requisits de la placa de control.

A partir de les característiques del transformador seleccionat, es calcula la capacitat del condensador que filtra el senyal rectificat:

$$V_{max} = 12v * \sqrt{2} - 1,4v = 15,57v$$

$$V_{arissat} = 0,2 * V_{max} = 0,2 * 15,57 = 3,114v \approx 3v.$$

$$I = \frac{P}{V} = \frac{4,05w}{15,57v} = 0,26A$$

$$C = \frac{I}{2 * f * V_{arissat}}$$

$$C = \frac{0,26A}{2 * 50Hz * 3v} = 867 \mu F \approx 1000 \mu F$$

El condensador comercial escollit té una capacitat de 1000µF i suporta unes tensions de fins a 35 Volts. D'aquesta manera es compleix amb les necessitats d'alimentació de la placa de control.

Mesures de protecció

Tots els circuits d'alimentació tenen mesures de protecció per tal d'evitar que els components utilitzats pateixin cap tipus de dany. Les mesures utilitzades són les següents:

- **Varistor.** El varistor es posa a l'entrada de la línia de 220 V. Consta de dues potes que es connecten a cada fase. El seu propòsit és el de limitar els pics de tensió que superin els 230 Volts.
- **Fusible.** S'utilitza un fusible de 2 A., ja que el transformador utilitzat pot consumir un màxim d'1 A., per tant, les corrents superiors als 2 A. faran saltar el fusible. Aquest es connecta en sèrie en una de les fases de la línia.
- **Díode zener.** A la sortida del regulador, s'hi connecta un díode zener 5V8 que no deixa passar tensions superiors a 5 Volts.
- **Condensadors.** Per finalitzar es col·locarà en paral·lel un condensador electrolític de 4,7µF i un condensador típic de 100nF a la sortida del regulador per tal d'estabilitzar el senyal de sortida.

Esquema

Amb totes les parts clares i amb els càlculs per dimensionar el condensador acabats, ja es pot fer l'esquema electrònic de la font d'alimentació:

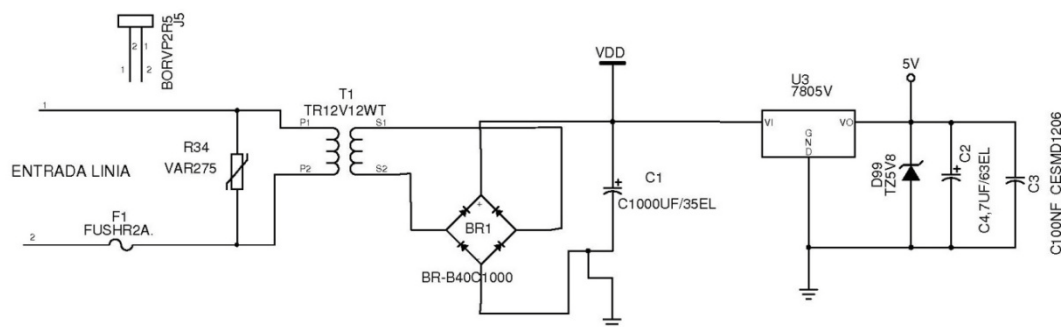


Figura 5.1.20 – Esquema connexió font d'alimentació

S'ha afegit un LED (D10), que es manté encès quan la placa de control està connectada a la línia. Aquest LED es connecta a la tensió de 5 Volts continus a través d'una resistència R33 Ω '1k. El senyal lluminós del LED, alertarà l'operari de que el comprovador està connectat.

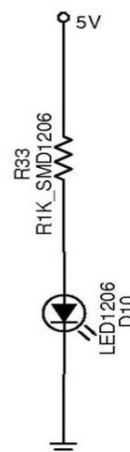


Figura 5.1.21 – Esquema connexió LED alimentació

5.1.6 Microcontrolador PIC 16F887

La placa comprovadora ja consta de totes les parts que adapten els voltatges a les entrades i sortides del microcontrolador. El següent pas és el d'escollir un model que tingui els suficients pins d'entrades i sortides. Per això, primer cal enumerar totes i cada de les entrades i sortides del microcontrolador que interactuen amb la resta de components de la placa comprovadora:

ENTRADES	SORTIDES
Electro-tancament	Start
Llum	Peatonal
Motor 1	Stop
Sentit motors	FCA1
Motor 2	FCC1
VDD	Fotocèl·lula
5 volts continus	Costa
24 volts alterns	FCA2
12 volts alterns	FCC2
Potenciòmetre 1	DB7 (Bus LCD)
Potenciòmetre 2	DB6
Potenciòmetre 3	DB5
Triac 1	DB4
Triac 2	Enable (LCD)
Pas per zero	Read/Write (LCD)

Sortida Multiplexor (O)	RS (LCD)
Polsador	S2 (selecció entrada multiplexor)
	S1
	S0

En total hi ha 19 sortides i 17 entrades. Per tant es cal un microcontrolador que tingui un total de 36 pins que puguin actuar com a entrades i sortides.

S'ha optat per un microcontrolador de la marca **Microchip Technology Inc.** El motiu de l'elecció d'aquesta marca és deu a que són els microcontroladors que utilitzem a l'empresa i ja hi ha una pràctica en la seva programació.

El model escollit és el **PIC 16F887** que consta de 44 pins on, 36 d'ells són pins d'entrades i sortides; 4 pins són d'alimentació i 4 pins no s'utilitzen. El número just de pins necessaris, s'ha aconseguit gràcies a estalviar pins del microcontrolador a través del multiplexor (es passa de 8 a 4 pins utilitzats) i del bus de dades de la pantalla LCD (de 8 a 4 bits). Per a més informació, consultar el seu *datasheet* a l'annex I.

Hi ha models de PIC amb més pins i que estalviarien la utilització del multiplexor i de la configuració de 4 bits per a la pantalla LCD, però el seu encapsulat és molt reduït i les soldadures complicades.

L'encapsulat del PIC 16F887 és de forma quadrada amb 11 potes a cada costat. A continuació es mostra el diagrama de pins d'aquest microcontrolador:

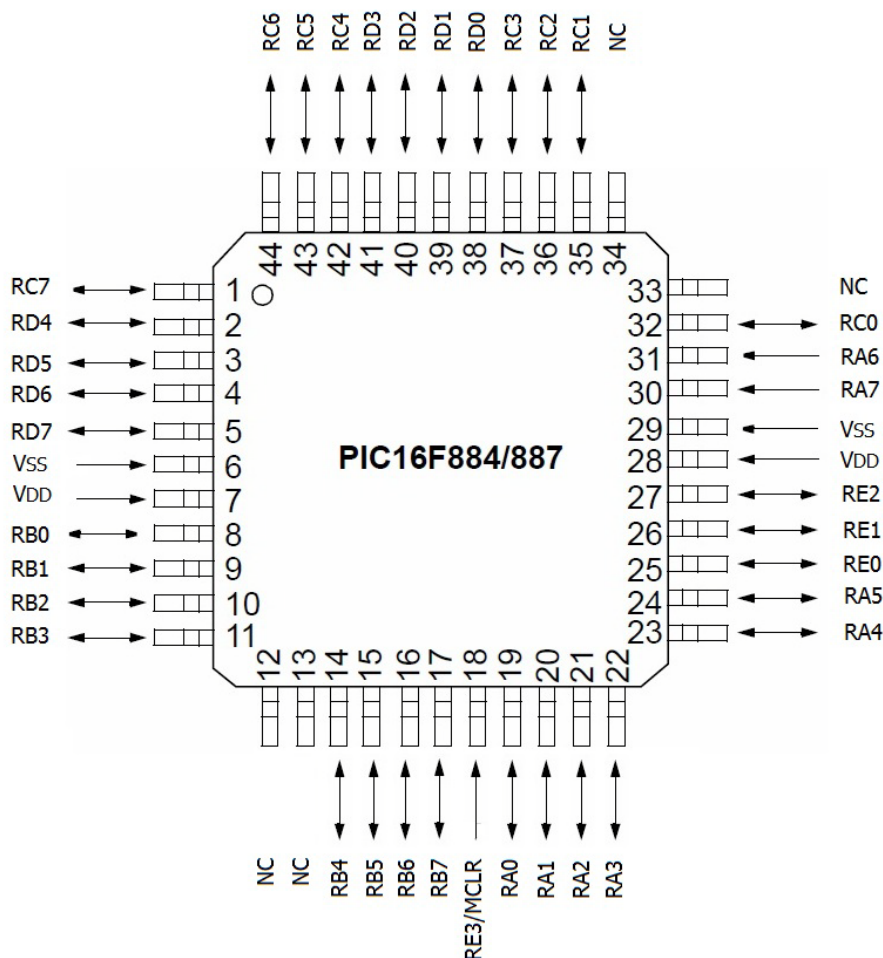


Figura 5.1.22 – Distribució pins PIC 16F887

Els pins 'NC', formen part de l'encapsulat del PIC 16F887 però no tenen cap aplicació. Principalment es fa per aprofitar aquest encapsulat per versions següents que tinguin més pins d'entrades i sortides.

En els pins 6, 7, 28 i 29 hi ha les entrades d'alimentació 5 Volts continuus i massa (VDD i VSS). Aquests pins estan connectats internament, tot i que és aconsellable tenir els 2 pins de massa i els 2 pins de tensió connectats externament. A part d'això, entre VDD i VSS, s'ha col·locat un condensador de tàntal d'1 μF . Com a tots els integrats, es necessita un condensador per estabilitzar-ne el senyal a l'entrada de l'alimentació.

Les entrades i sortides dels PIC (RA1, RB1, etc.), venen organitzades per ports (busos de dades) i consten normalment de 4 o 8 pins. En el PIC 16F887 tenim 5 ports:

- **Port A.** De RA0 a RA7.
- **Port B.** De RB0 a RB7.
- **Port C.** De RC0 a RC7.

- **Port D.** De RD0 a RD7.
- **Port E.** De RE0 a RE3.

Tots aquests pins poden ser utilitzats tant d'entrada com de sortida del PIC, excepte el pin RE3 que és només d'entrada, això és degut a que aquest està compartit per l'entrada MCLR (Master Clear). És utilitzat com a 'reset' del PIC i també a l'hora de gravar-lo. Es pot utilitzar sense cap mena de problema com a una entrada normal.

En el nostre cas, aquest pin serà utilitzat com a una entrada més i també en el procés de gravació del PIC junt a 2 pins més, que són RB6 i RB7.

Pins de gravació del PIC

Els pins de gravació del PIC serveixen per poder fer canvis en el software i després poder-los gravar al PIC a través d'aquests pins. Si no hi fossin, el PIC hauria de ser dessoldat, gravat i ressoldat a la placa per cada canvi de software; amb el risc i temps que això comporta.

La gravació es fa a través d'un mòdul gravador dissenyat per Microchip (Mplab) per tal de transferir el software que s'està programant, de l'ordinador al PIC. El cable que transfereix les dades consta de 5 cables i per fer contacte amb la placa acaba en 5 punxes.

Aquests són els pins que són necessaris per fer la gravació. En la placa hi ha 5 PADS que serveixen per acoblar-hi les punxes que venen del mòdul gravador.

RB6	RB7	5 volts	RE3/MCLR	Massa
------------	------------	----------------	-----------------	--------------

RB6 i RB7, no pateixen cap tipus de restricció i poden ser utilitzats com a entrada o sortida. En canvi, RE3 només pot ser utilitzat com a entrada.

Esbós placa

Un cop s'ha triat el PIC i les vies per on es gravarà, es fa una distribució aproximada dels components principals que el rodegen. Per tant, es fa un esbós de la placa i es distribueix la part de potència, pantalla LCD, bornes, relés i PIC. Un cop fet això, s'assignen els ports del PIC a les entrades i sortides que van i venen del suport.

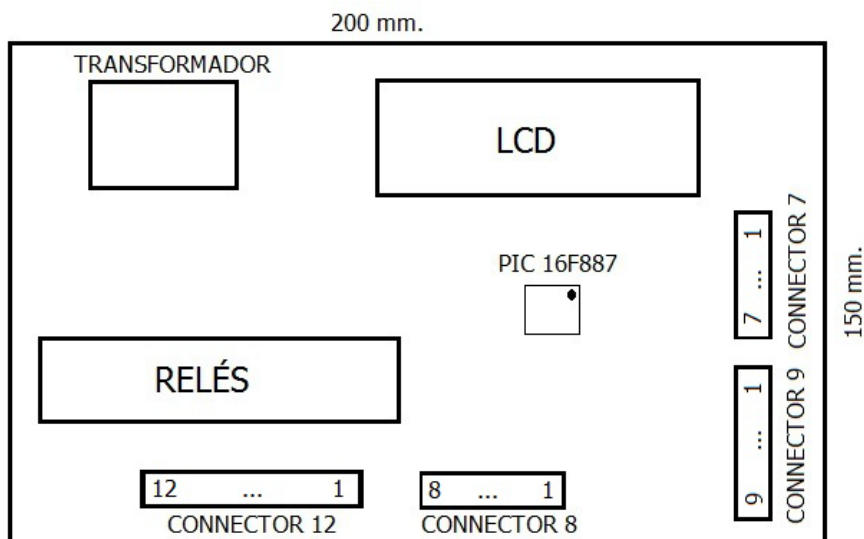


Figura 5.1.23 – Distribució aproximada de la placa de control

Un cop hi ha l'esbós fet i els components principals estan distribuïts, s'assignen els pins del PIC. Com es pot observar, el PIC té un punt a dalt a la dreta. S'ha fet així, perquè els pins RB6, RB7 i MCLR; quedin encarats cap avall. És la zona on hi ha més espai i s'hi pot col·locar els PADS de gravació i el pulsador. Finalment, recordar que el multiplexor es col·loca entre el connector de 8 i el PIC i els 2 integrats ULN2003 entre el PIC i els relés.

En la següent taula es mostra la connexió dels pins del PIC, segons la distribució proposada:

Nº PIN	PIN	ENTRADA/SORTIDA	NºPIN	PIN	ENTRADA/SORTIDA
1	RC7	ELECTRO-TANCAMENT	23	RA4	O (MULTIPLEXOR)
2	RD4	RS (LCD)	24	RA5	S2 (MULTIPLEXOR)
3	RD5	READ/WRITE (LCD)	25	RE0	S1
4	RD6	ENABLE (LCD)	26	RE1	S0
5	RD7	DB4 (LCD)	27	RE2	PAS PER ZERO
6	VSS	MASSA	28	VDD	+5 VOLTS
7	VDD	+5 VOLTS	29	VSS	MASSA
8	RB0	DB5 (LCD)	30	RA7	TRIAC2
9	RB1	DB6 (LCD)	31	RA6	TRIAC1
10	RB2	DB7 (LCD)	32	RC0	POTENCIÒMETRE 3

11	RB3	FCC2	33	NC	-
12	NC	-	34	NC	-
13	NC	-	35	RC1	POTENCIÒMETRE 2
14	RB4	FCA2	36	RC2	POTENCIÒMETRE 1
15	RB5	COSTA	37	RC3	12 VAC
16	RB6	FOTOCÈL·LULA	38	RD0	24 VAC
17	RB7	FCC1	39	RD1	VDD
18	RE3	POLSADOR	40	RD2	5 VDC
19	RA0	FCA1	41	RD3	MOTOR1
20	RA1	STOP	42	RC4	SENTIT
21	RA2	PEATONAL	43	RC5	MOTOR2
22	RA3	START	44	RC6	LLUM

Esquema

Finalment s'assignen tots els noms que s'han obtingut en les diferents parts dels esquemes electrònics als pins corresponents del PIC, mitjançant la taula anterior on es mostra cada un d'aquests pins el nom que li pertany. Com es pot observar en l'esquema, l'única diferència amb la taula de pins, és que alguns dels noms assignats són abreujats, i n'hi ha que no hi són perquè ja van connectats directament als pins del PIC (LCD i pins gravadors).

En els pins RA7 i RA6, s'hi pot connectar un oscil·lador extern. Aquest serveix per donar la freqüència de treball que necessita el PIC. En aquest projecte, s'ha optat per l'oscil·lador intern que es configura a través de software. En condicions inicials, el PIC 16F887 treballa a una freqüència de 4 MHz.

Finalment es connecten els pins gravadors directament a les entrades del PIC 16F887 que són necessàries per gravar-lo.

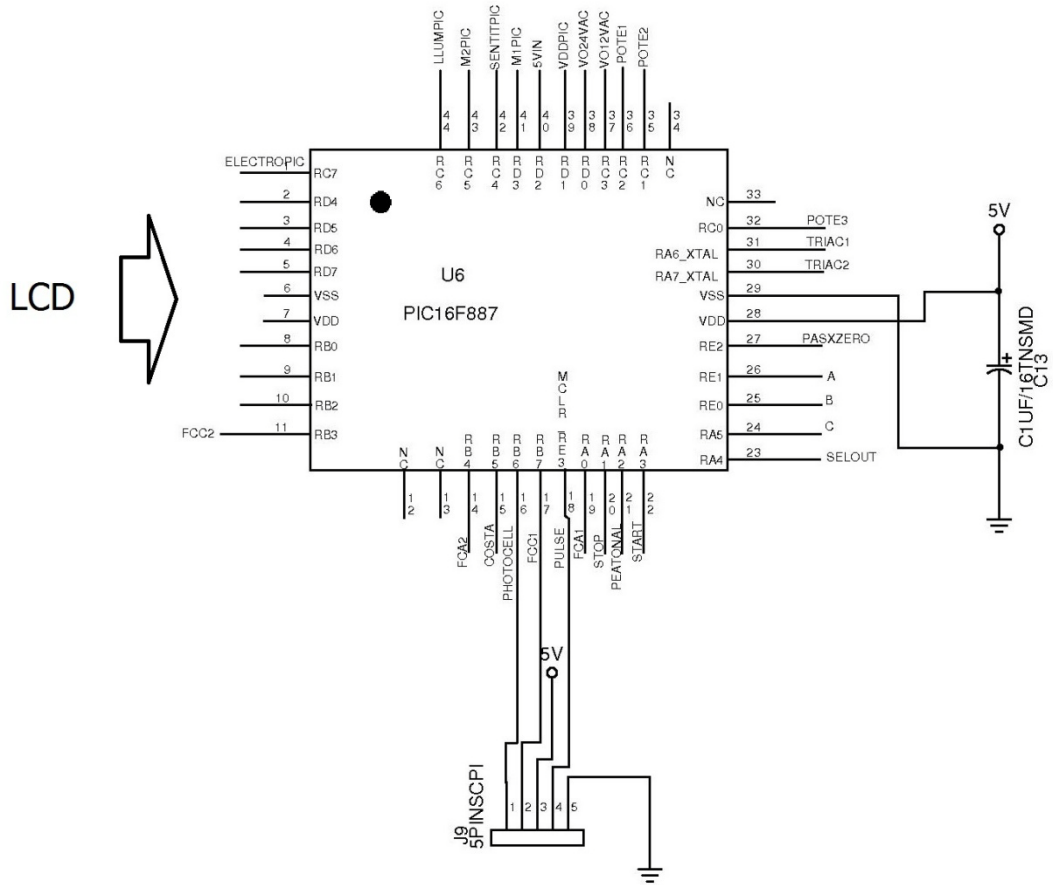


Figura 5.1.24 – Esquema connexió PIC 16F887 i pins gravadors

5.2 Esquemes de connexió

Per fer els esquemes electrònics i els circuits impresos amb ordinador, s'utilitza el programa *TANGO*. S'utilitza perquè és el software de disseny que es fa servir a AERF, d'aquesta manera les llibreries dels components ja estaran fetes i el disseny serà molt més ràpid.

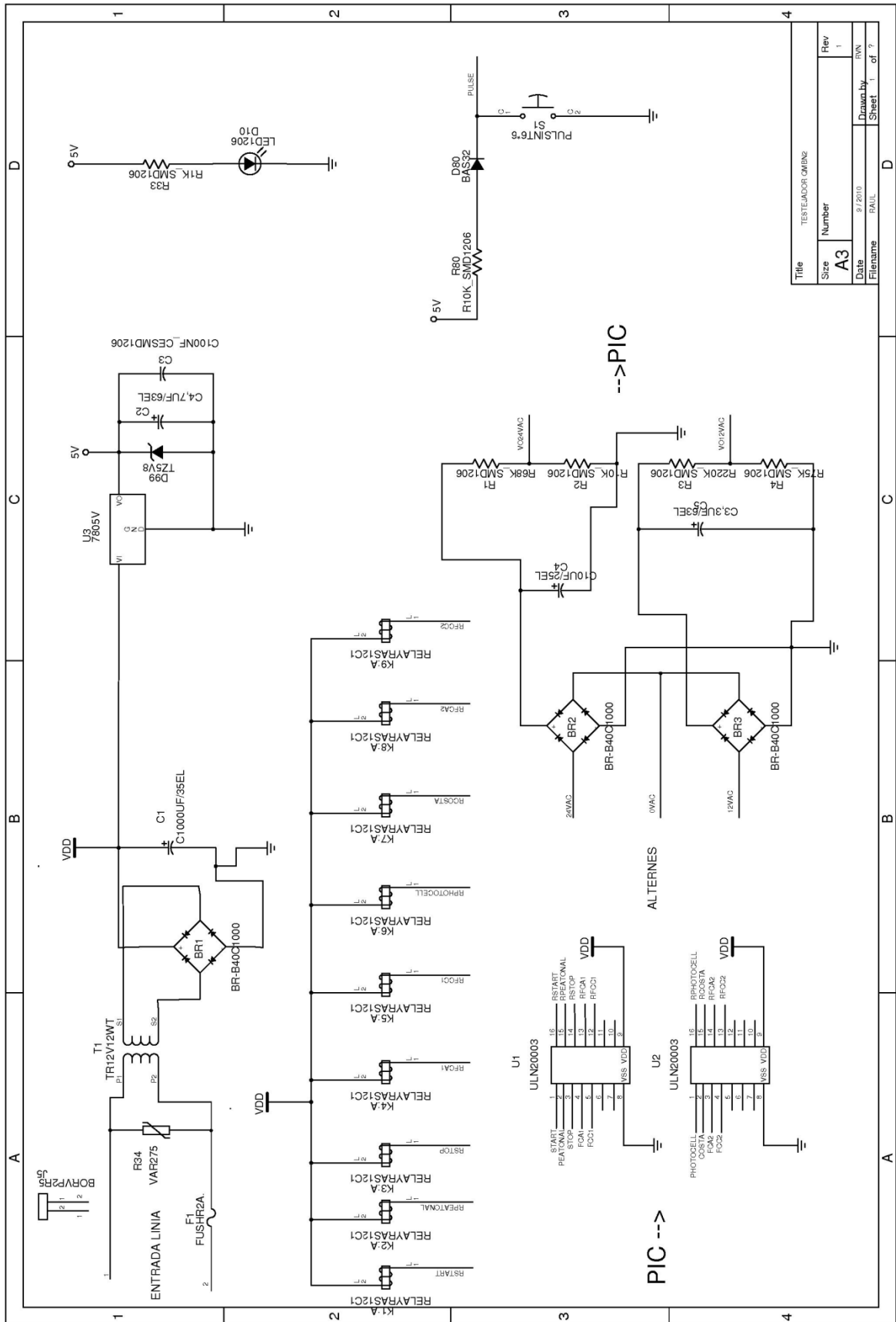
És un programa bastant antic i senzill de manejar. Consta d'una part per dissenyar esquemes electrònics (SCH) i una part de disseny de plaques (PCB). Aquest dos estan units per el *netlist* (llista de components i connexions) que es genera un cop s'han acabat tots els esquemes i s'han compilat. Després es carrega en el PCB i aquest genera tots els components i les seves connexions. A partir d'aquí s'organitzaran i es dibuixaran les pistes que siguin necessàries.

La major part dels components que s'utilitzen són en format *SMD* i d'encapsulat *1206* (resistències i condensadors de 3,2 x 1,6mm). Permeten reduir el pes i les dimensions, els costos de producció són menors, la placa no s'ha de foradar i ens permet treballar per les dues capes de la placa. El format *SMD* és possible en aquest projecte perquè les potències de treball que es necessiten són molt petites. Amb l'encapsulat *1206* les resistències tenen una potència típica d'1/4 de watt.

Els esquemes ocupen un total de 3 pàgines i estan organitzades per:

- **Esquema 1.** Font d'alimentació, tensions alternes i una part dels relés.
- **Esquema 2.** Inclou els 4 connectors de bornes i les parts que els formen.
- **Esquema 3.** La pantalla LCD, el PIC 16F887 i els pins gravadors per al PIC.

Esquema 1



Title	TESTEJADOR GABINE		
Size	Number	Rev	
A3		1	
Date	8/2010	Drawn by	RWN
Filename	RAUL	Sheet	1 of ?

Figura 5.2.1 – Esquema general de connexió 1

Esquema 2

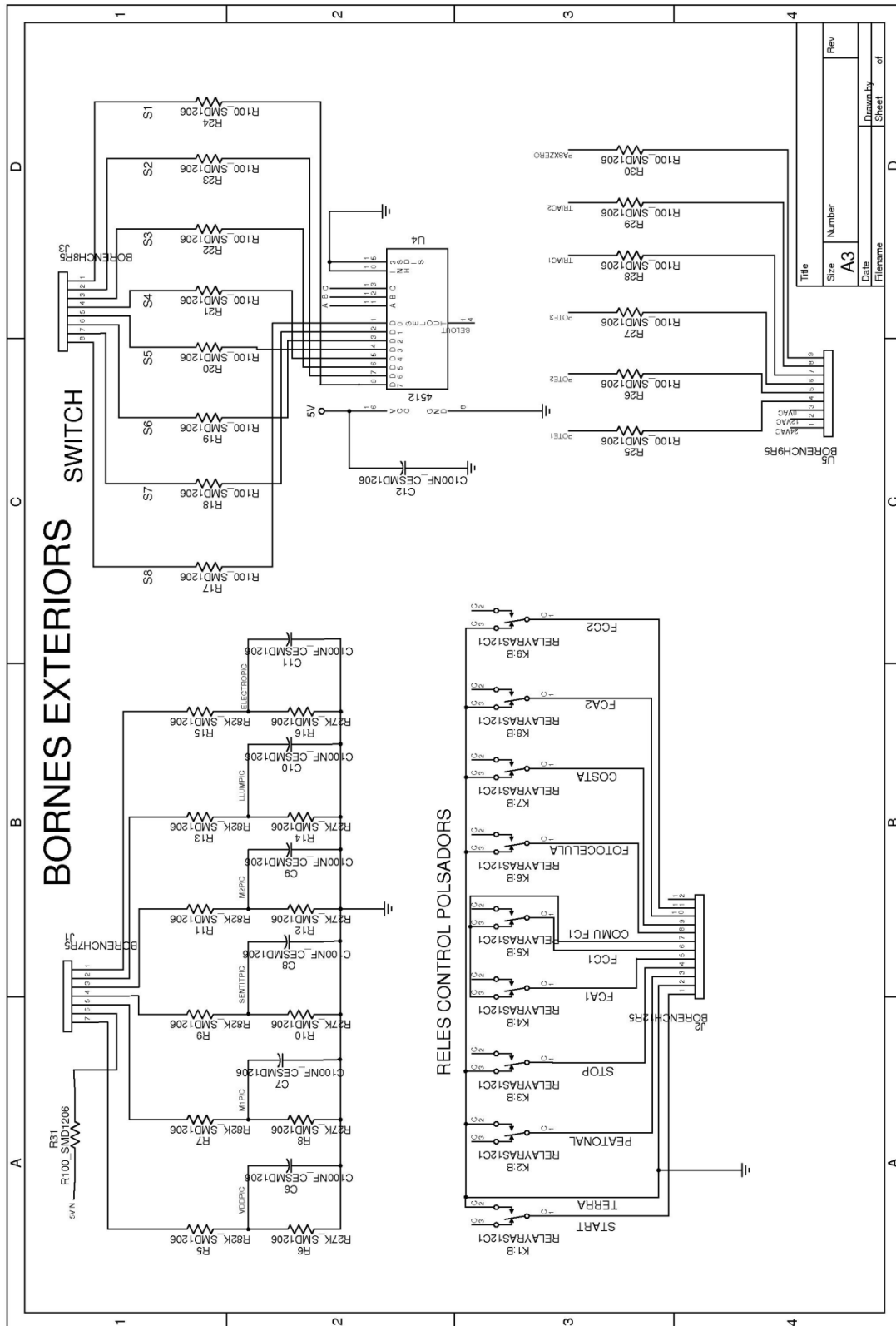


Figura 5.2.2 – Esquema general de connexió 2

Esquema 3

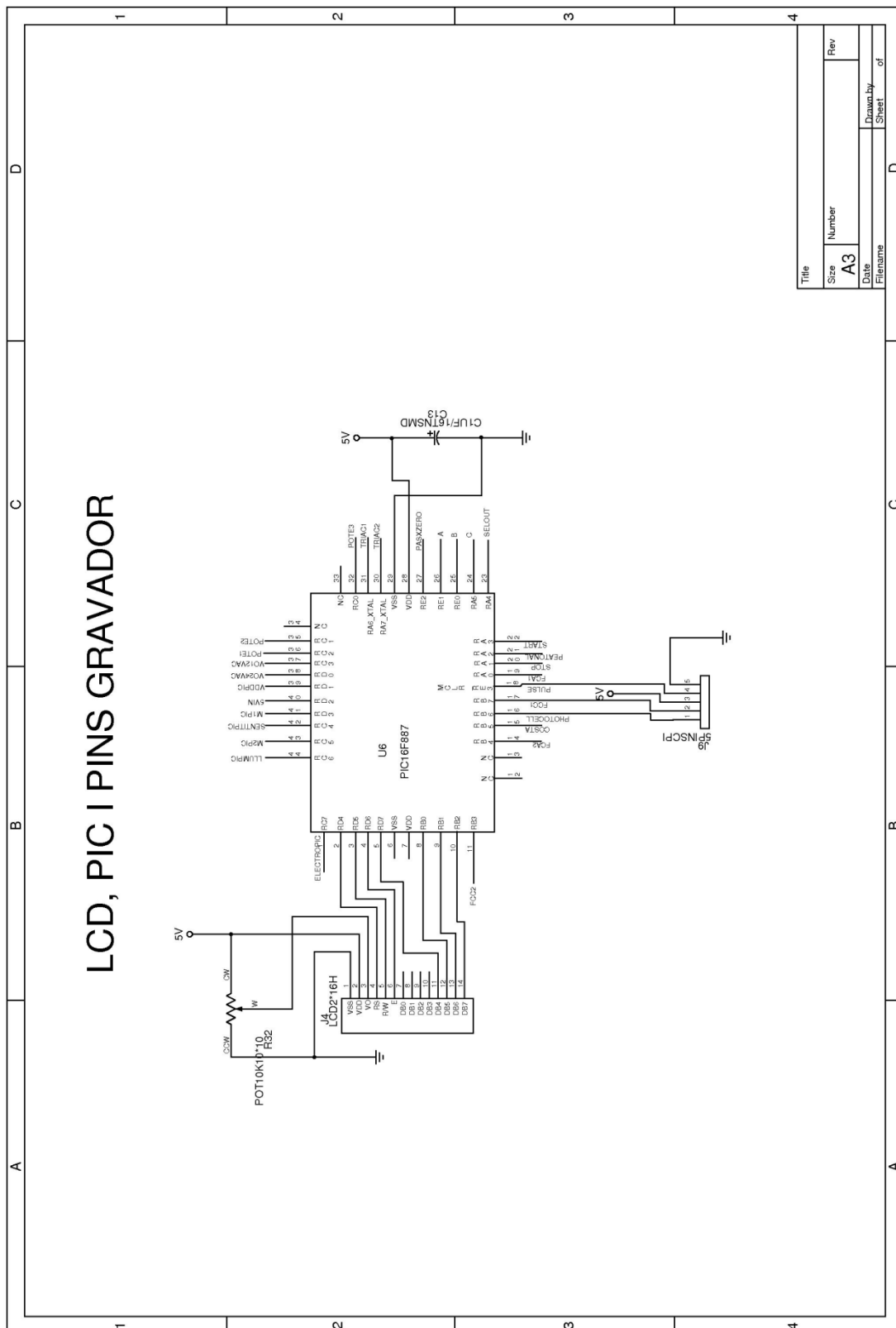


Figura 5.2.3 – Esquema general de connexió 3

Un cop dibuixats tots els esquemes, es compilen i es genera l'arxiu *report*. Aquest arxiu mostra quines connexions estan a l'aire, per tant, no s'han connectat correctament. Aquests errors s'han de corregir i tornar a generar l'arxiu fins que en aquest, no s'hi trobi cap error.

Amb els errors solucionats es genera l'arxiu *netlist*. Aquest arxiu és el que dona el llistat de components i les seves connexions i que el programa de disseny plaques necessita per carregar totes les parts dibuixades en els esquemes.

5.3 PCB

En aquest apartat es veurà el disseny de la placa de control. Es començarà pel seu disseny amb ordinador a través del programa *TANGO*, passant pel muntatge dels components que el formen i finalment es mostraran les modificacions que ha petit la placa un cop acabada.

5.3.1 Disseny PCB

Es carrega l'arxiu *netlist* al programa de disseny de plaques i els components queden distribuïts aleatòriament i amb les connexions fetes entre ells amb línies. Aquestes línies no són pistes de la placa, només informen a quins llocs van connectats els components.

Si la placa dissenyada és per fer-ne una producció en sèrie i de quantitats elevades, optimitzar l'espai és bàsic per reduir costos. En el cas del present projecte, les dimensions no són importants i hi ha llibertat per donar-li la forma i les dimensions que es vulgui. El més estàndard és dibuixar la placa de forma rectangular.

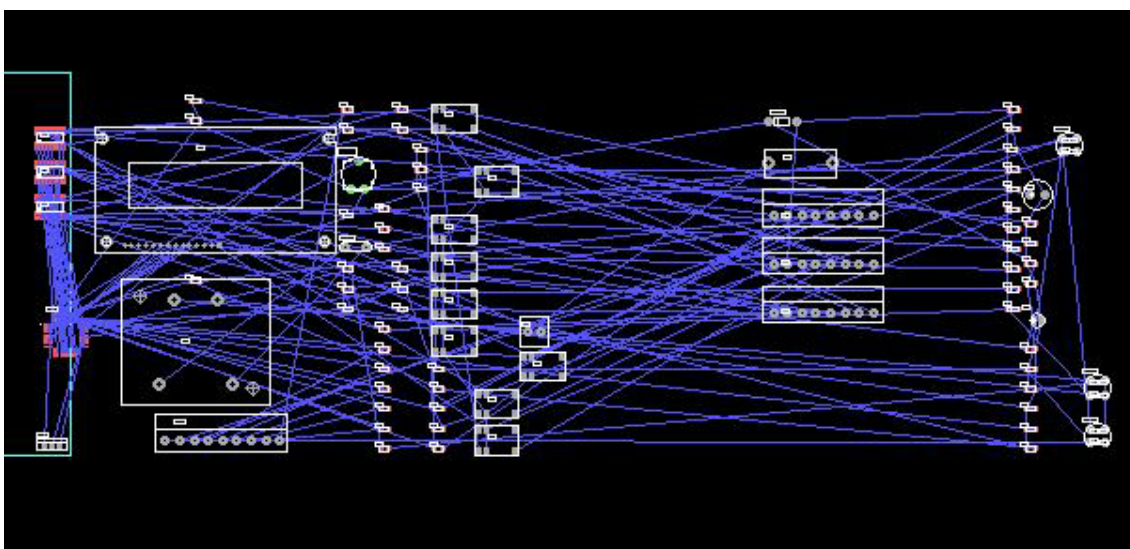


Figura 5.3.1 – Impressió pantalla inici disseny de la PCB del programa *TANGO*

Per començar es dibuixa el rectangle que delimita la zona de la placa i on tots els components hi seran col·locats. A partir d'aquí es comença la distribució feta en l'esbós dels components principals *Figura 4.2.3*. Veient la distribució es pot reduir una mica més els límits de la placa per ajustar-ne les dimensions que es necessiten. Les dimensions de la placa no són importants, però tampoc cal que sobri molta placa.

A les 4 puntes de la placa s'hi col·loquen els forats que serviran per subjectar la placa a través de cargols en la superfície que es desitgi. Aquests forats s'han de fer abans de dibuixar les pistes, ja que aleshores seria més difícil trobar un espai lliure per dibuixar els forats.

Com es pot observar en la Figura 5.3.2, una bona distribució dels components fa que les línies agafin unes formes més estètiques i no tant caòtiques com al principi del disseny. Això fa que a l'hora de dibuixar les pistes, sigui molt més senzill i no s'abusi molt de la part posterior de la placa per traçar pistes.

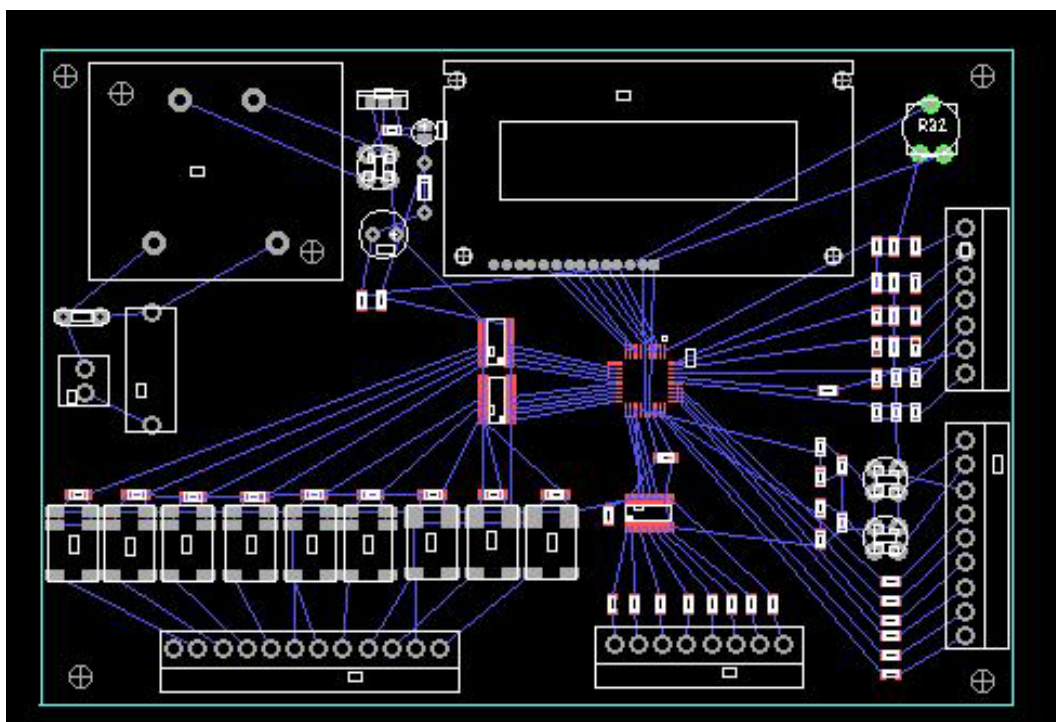


Figura 5.3.2 – Impressió pantalla PCB amb els components distribuïts

Amb tots els components distribuïts es procedeix al dibuix de les pistes. Les pistes poden ser dibuixades per doble cara, o sigui, per la cara superior (TOP) i per la cara posterior (BOTTOM). El programa de disseny TANGO, no té la opció de dibuixar les pistes automàticament, o sigui que s'han dibuixar manualment.

Abans de començar a dibuixar les pistes, s'ha de tenir en compte quines amplades han de tenir aquestes pistes i quina distància mínima hi pot haver-hi entre elles. Tot això és molt important per tal d'evitar que es cremin pistes per un excés de corrent (poca amplada) i que es creïn arcs voltaics (poca separació) que generarien curtcircuits entre les pistes. La distància mínima entre les pistes on hi circularan baixes tensions és de 0,01 polzades. En el sistema mètric representen 0,25mm. Per la zones d'alimentació de 220V, hi ha d'haver una distància mínima d'unes 0,5 polzades

(12,5mm.) amb les zones de baixa tensió. Pel que fa a les amplades de les pistes seran de:

- 0,06 polzades (1,5 mm.) per a pistes 220V i contactes dels relés.
- 0,024 polzades (0,6 mm.) per a l'alimentació VDD.
- 0,016 polzades (0,4 mm.) per a tensions de 5 Volts.

En la Figura 5.3.3, s'observa que totes les pistes estan connectades i han desaparegut totes les línies blaves que marcaven a on es connectava cada component. Es fa un compilat per veure si hi ha alguna pista que no respecta la distància mínima o si s'ha connectat malament i es corregeix.

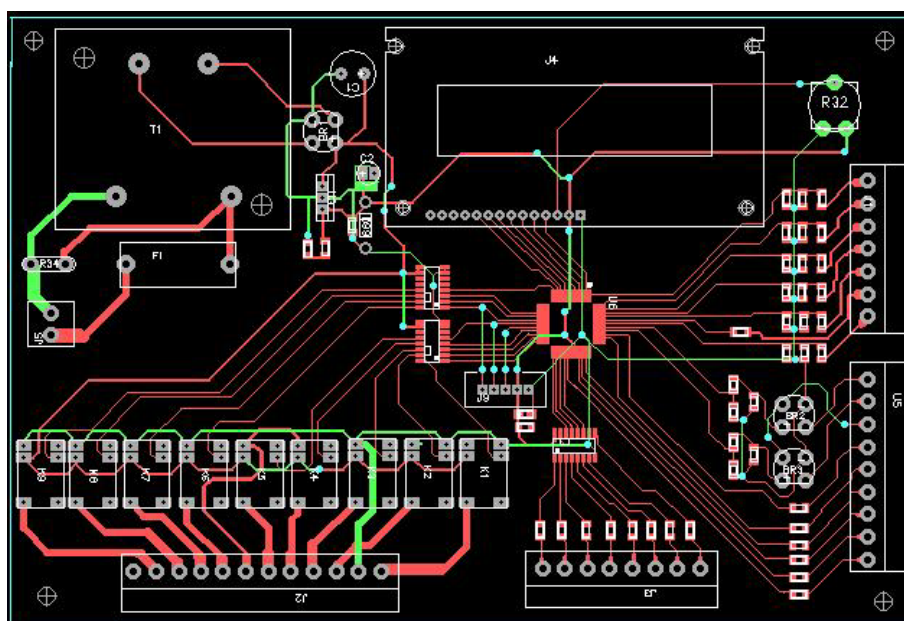


Figura 5.3.3 – Impressió pantalla amb totes les pistes dibuixades

Quan tot sigui correcte, i per acabar, es dibuixa el pla de massa (zones verdes i vermelles). S'aprofiten tots els espais lliures per ubicar-hi el pla de massa, que principalment, queda repartit en la part posterior de la placa. El pla de massa s'utilitza per tenir una referència forta, evitar corrents parasitàries i reduir sorolls. No és obligatori, però si molt recomanable, sobretot en plaques de dues cares. La massa no es dibuixa en la zona de la font d'alimentació i s'hi ha de deixar la distància mínima que són 12,5mm.

En Figura 5.3.4, es mostra la part posterior de la placa (BOTTOM), amb algunes pistes i el pla de massa.

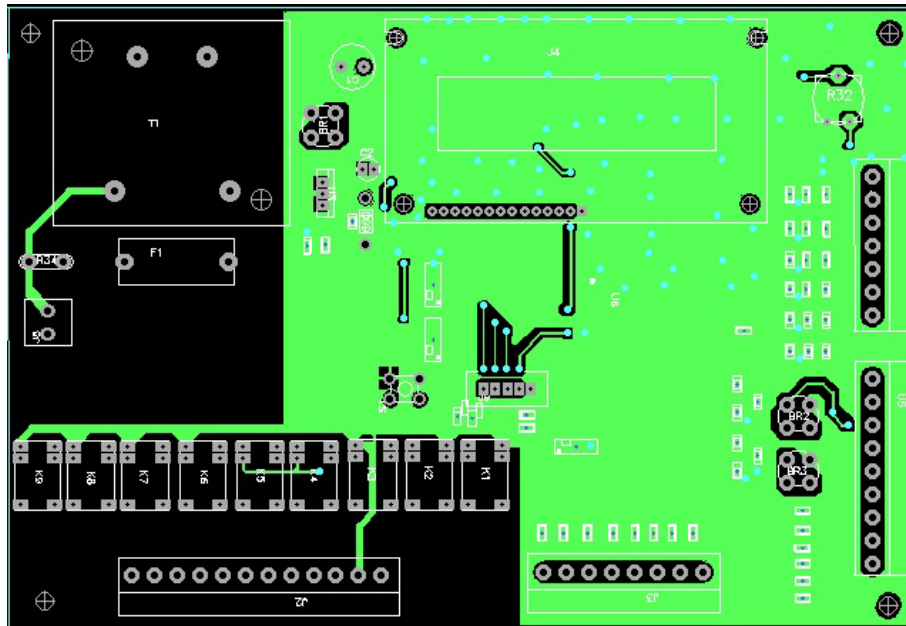


Figura 5.3.4 – Impressió pantalla cara inferior PCB (BOTTOM)

En la Figura 5.3.5 es mostra la cara superior de la placa, amb la gran part de pistes de la placa i una part del pla de massa.

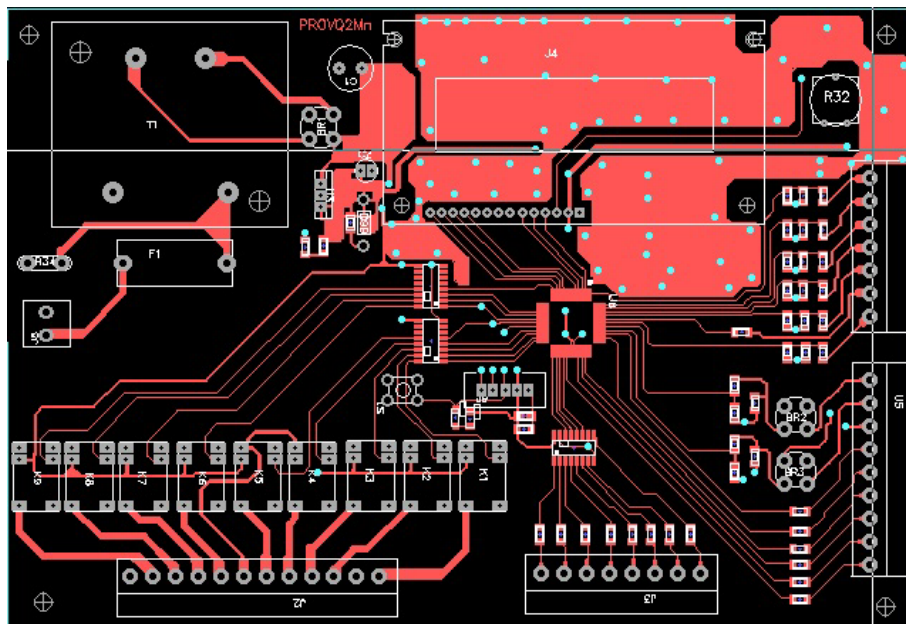


Figura 5.3.5 – Impressió pantalla cara superior PCB (TOP)

5.3.2 Muntatge

Amb el disseny de la placa finalitzat amb ordinador, el següent pas és el de insolar la placa per fer-ne el muntatge físic. Insolar una placa a doble cara és complicat, requereix de certa habilitat i pràctica. Com que no era una de les parts que més interessava a l'hora de fer el present projecte i tenint a l'abast una empresa on insolen plaques de manera professional, es va escollir aquesta segona opció.

L'únic que necessita l'empresa on insolen les plaques, és l'arxiu amb el disseny acabat de la placa. A partir d'aquí, et retornen la quantitat de còpies de la placa que se n'hagin demanat, amb tots els PADS foradats i a punt per soldar tots els components. La diferència amb una placa insolada a mà, és molt gran. Les pistes estan recobertes i per tant, la vida de la placa serà molt més gran.

Per al projecte actual, s'han demanat 8 còpies de la placa comprovadora. En la Figura 5.3.6 es pot veure la qualitat de les plaques.

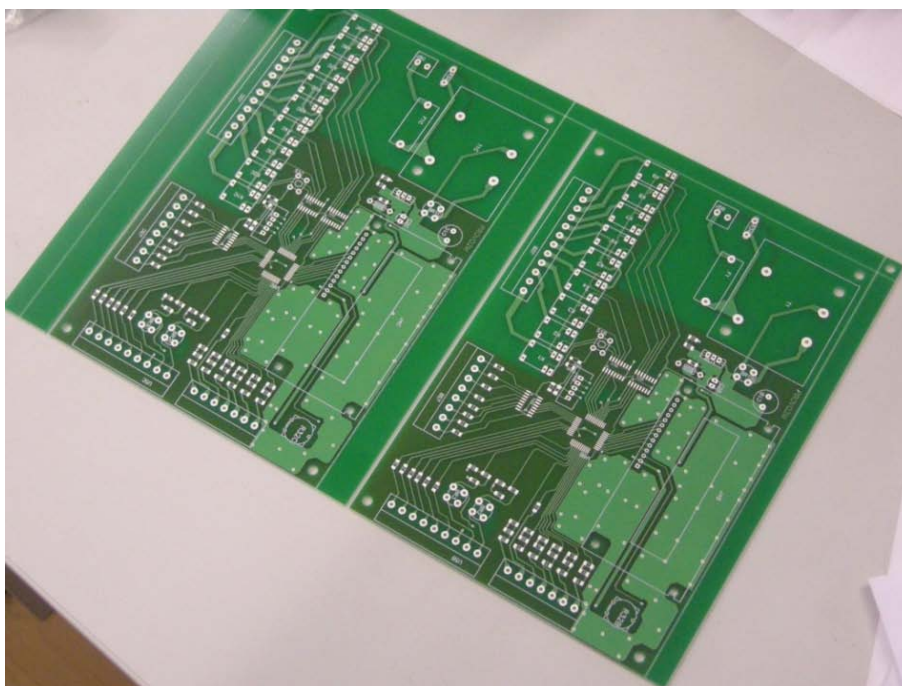


Figura 5.3.6 – Fotografia plaques sense components

Per començar a soldar components, el més recomenat és soldar primer els components més petits (SMD). Per tant, es comença per les resistències, els condensadors, els circuits integrats, etc.

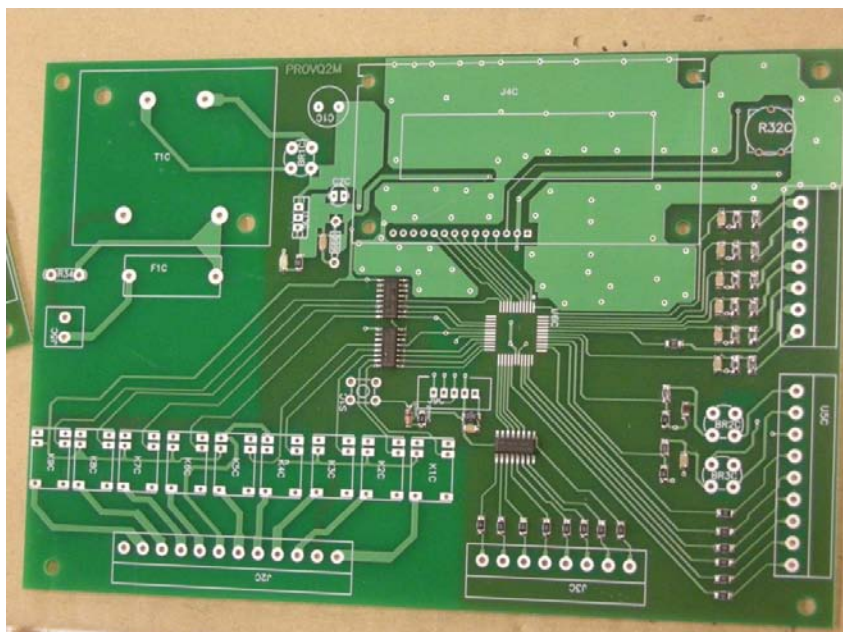


Figura 5.3.7 – Fotografia placa amb components SMD soldats

S'han muntat dues plaques, una per utilitzar-la en el moment de fer la programació del PIC i fer les proves corresponents i una altre com a comprovador final. En la placa per fer les proves, no s'hi solda el PIC, ja que per fer les proves a través de l'ordinador, es necessita un sòcol per connectar-hi l'emulador. L'emulador és el que interacciona entre l'ordinador i la placa i simula diferents tipus de microcontroladors PIC. L'avantatge de l'emulador és que es poden fer canvis en el programa i provar-los a l'acte. El sòcol per a l'emulador es solda al final de tot del muntatge.

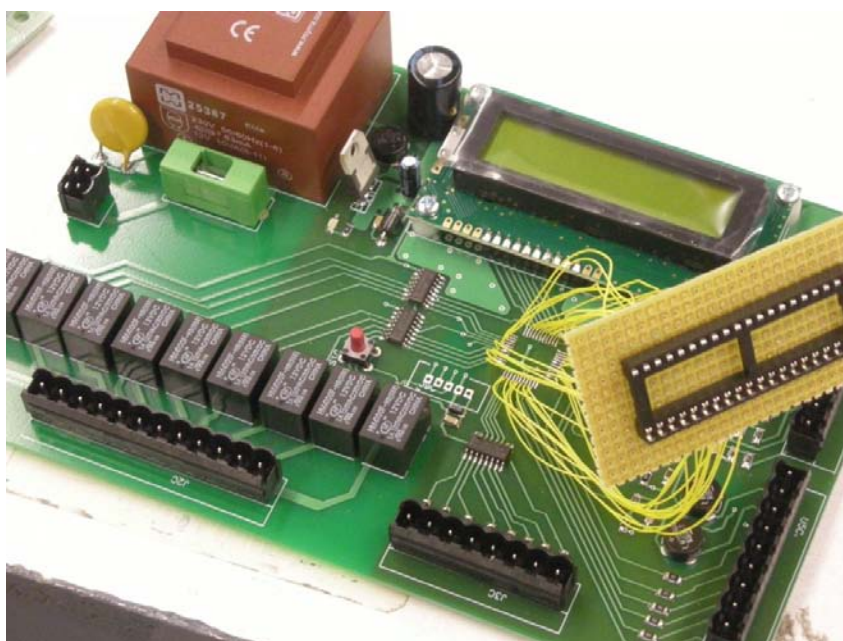


Figura 5.3.8 – Fotografia placa amb sòcol per a l'emulador

Per últim es mostra la placa que s'utilitzarà per comprovar els Q2MNB amb tots els components soldats Figura 5.3.9. Un cop es tingui la part de la programació del PIC acabada i provada amb la placa destinada a l'emulador, es podrà gravar el programa en aquesta placa.

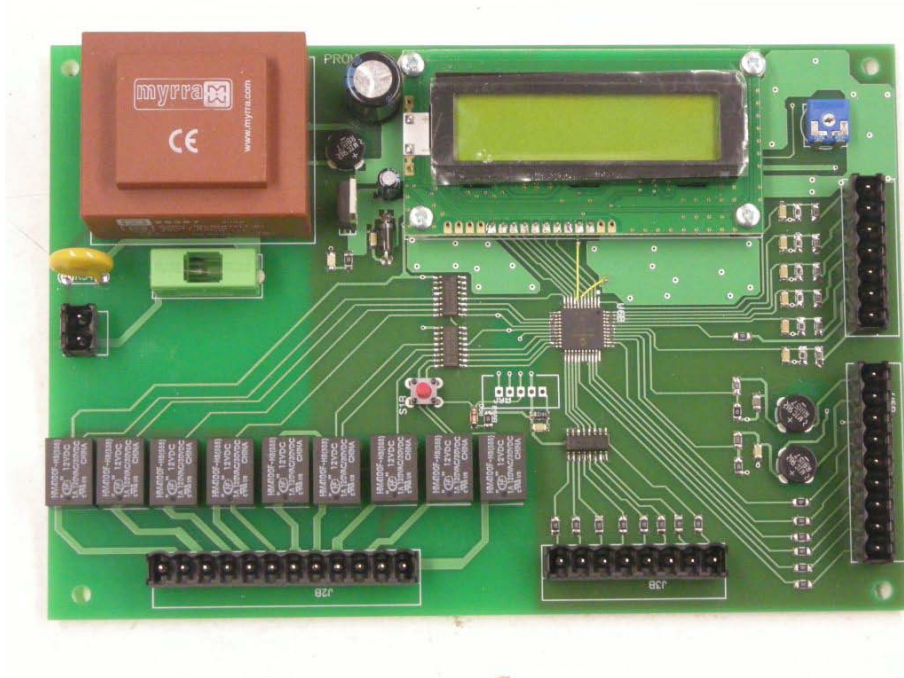


Figura 5.3.9 – Fotografia placa comprovadora final

5.3.3 Modificacions de la placa

Amb la placa muntada i a punt per a ser programada, s'han hagut de fer algunes modificacions per errors de disseny. S'ha optat per corregir aquests errors sobre la mateixa placa muntada i s'ha desestimat tornar-la a insolar de nou amb els canvis. Les modificacions que cal fer són:

- Alimentació PIC.
- Tallar pistes LCD.
- Pins gravadors.
- Ponts de díodes de les entrades alternes.

Alimentació PIC

El PIC 16F887 disposa de dues entrades per a l'alimentació de 5 volts i dues més per entrades de massa. En un principi s'han connectat només un pin d'alimentació i un de massa ja que tant els pins d'alimentació com els de massa estan connectats internament.

És recomanable que aquests pins a més a més estiguin connectats externament a alimentació i massa i és el que s'ha fet. En la modificació es pot observar com un dels pins va connectat a massa i l'altre a l'alimentació de 5 volts.

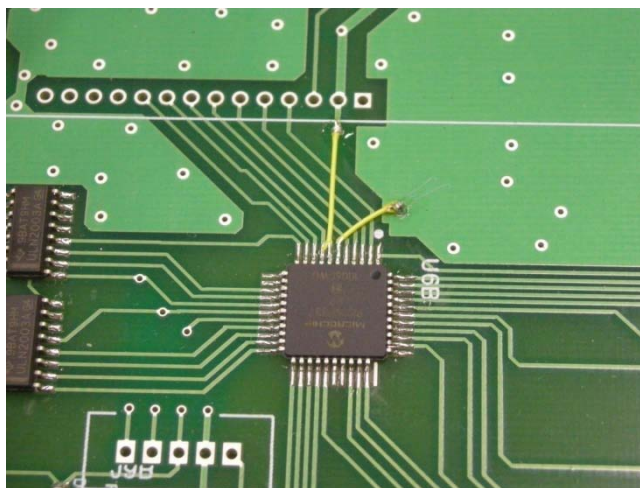


Figura 5.3.10 – Fotografia modificació alimentació PIC

Tallar pistes LCD

Pel que fa a la LCD s'ha connectat el bus de dades de DB0 a DB3. Però per fer funcionar la LCD amb bus de dades de 4 bits, s'utilitza la part alta del bus (DB4 a DB7). Així doncs s'han tallat les pistes que anaven del PIC a la part baixa de la LCD i s'han connectat de nou a la part alta.

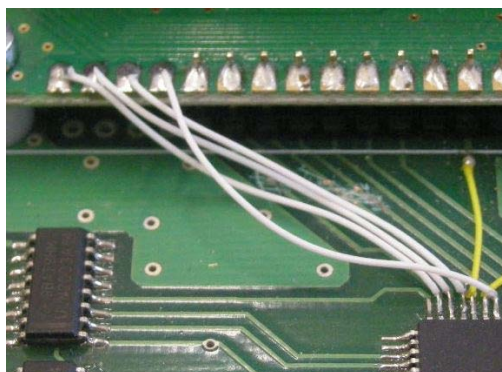


Figura 5.3.11 – Fotografia de la modificació en pantalla LCD

Pins gravadors

En la part dels pins gravadors s'han canviat el pin d'alimentació 5 volts per el pin RE3/MCLR, ja que en un principi s'havien connectat al revés.

Ponts de díodes de les entrades alternes

En la part de les entrades alternes, hi ha un problema amb els ponts de díodes. A la sortida dels ponts de díodes dels 24VAC i dels 12 VAC hi ha la mateixa tensió. Cosa incorrecta ja que en els càlculs hi haurien d'haver uns 38 i 19 volts continus respectivament. El problema és que hi ha una realimentació procedent d'aquests ponts de díodes i s'ha optat per eliminar-los i aplicar-hi un rectificador de mitja ona (només un díode).

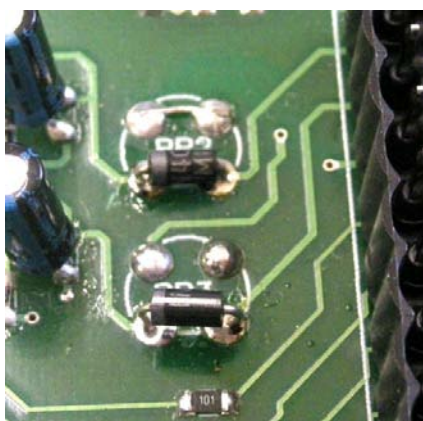


Figura 5.3.12 – Fotografia modificació ponts de díodes entrades alternes

6. SOFTWARE

6.1 PIC 16F887

Primer de tot i abans de la programació del PIC, es decideix quin tipus de llenguatge es farà servir per programar-lo. Hi ha dues opcions, el llenguatge ensamblador (baix nivell) i el llenguatge amb codi C (mig nivell). Com que en l'empresa s'utilitza molt el llenguatge ensamblador i ja s'hi ha programat anteriorment, s'ha escollit utilitzar-lo per programar el PIC.

Aquest llenguatge té una sèrie d'avantatges i inconvenients:

Avantatges:

- Utilització de memòria més reduïda.

Inconvenients:

- Temps de programació.
- Programes font grans.
- Facilitat de cometre errors en la programació.
- Portabilitat.

S'utilitza el software de programació *MPLAB IDE v8.60* de la casa Microchip per fer-ne la programació. A partir d'aquest, s'utilitza l'emulador *MPLAB ICE 2000*, que permet simular a temps real el software programat.

Aquest emulador es connecta per un cantó a l'ordinador a través del port paral·lel i per l'altre banda al sòcol de la placa de control destinada a les proves de la programació. Un cop estigui tot connectat, es pot començar a programar.



Figura 6.1.1 – Impressió de pantalla del software de programació MPLAB



Figura 6.1.2 – Fotografia emulador MPLAB ICE 2000

6.1.1 Estructura interna

El microcontrolador PIC 16F887 consta de 35 instruccions per programar-lo. Treballa en un rang de freqüències de 8MHz a 31KHz, que es seleccionen per programa i on en estat inicial treballa a 4MHz.

El PIC 16F887 conté 3 tipus de memòries diferents:

- Memòria ROM o memòria de programa.
- Memòria EEPROM per a dades.
- Memòria RAM.

Memòria ROM

La memòria de programa o ROM, serveix per emmagatzemar el programa que es farà. Consta de 8 Kb de memòria i és una informació que només podrà ser llegida per el PIC (llegeix i executa les instruccions). Aquesta memòria no s'esborra ni a l'apagar el PIC ni a l'hora d'aplicar-li un *reset*. Està fabricada amb tecnologia *FLASH* i els seu contingut es pot canviar al proporcionar-li un voltatge especial de programació de 13V (a través dels pins gravadors).

Les posicions de memòria van des de la 0000h fins a la posició 1FFFh (8192 posicions en decimal). A la posició 0000h hi ha el vector de *reset* que és on es dirigirà el PIC després d'encendre'l o d'aplicar-li un *reset* i a la posició 0004h hi ha el vector d'interrupcions. El "PC" i els "Stack Level" són utilitzats per el PIC i no s'hi té accés.

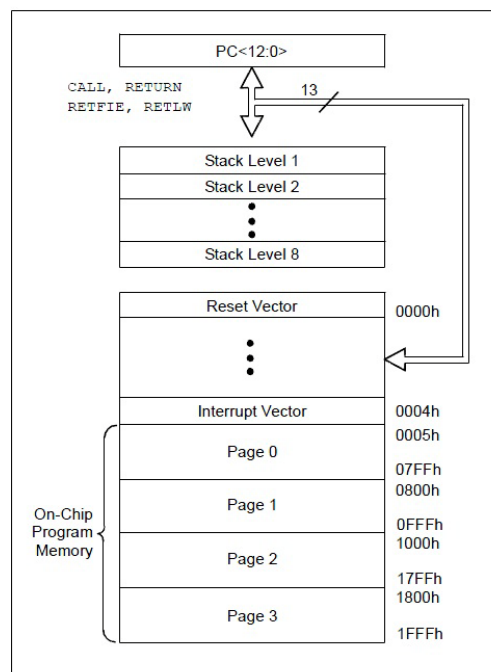


Figura 6.1.3 – Esquema memòria de programa

Memòria EEPROM

La memòria EEPROM per a dades, és un espai reservat per a guardar variables que es volen conservar a l'apagar el PIC. Consta de 256 bytes de memòria. A diferència de la ROM, el contingut de la EEPROM es pot canviar durant el funcionament del PIC.

S'accedeix a ella a través d'instruccions especials del PIC i és molt útil per conservar variables que s'han creat en diferents accions del programa.

Memòria RAM

La memòria RAM la formen dues parts: els registres per a propòsits generals i els registres de funcions especials (SFR). Aquests registres es posen a zero un cop s'ha apagat o se li ha aplicat un *reset* al PIC.

Aquests registres estan organitzats en 4 bancs diferents i s'escollirà el banc on es vol programar a través del registre *Status*.

Registres per a propòsits generals

En aquests registres s'hi guardaran totes les variables que es necessitin en el programa. El PIC16F887 té un total de 368 registres de 8 bits (368 bytes).

Registres SFR

Aquests registres estan situats a la part baixa dels bancs de la memòria RAM. A diferència dels registres per a propòsits generals, el seu propòsit ve predeterminat de fàbrica i no es poden canviar. Estan lligats a funcions especials del PIC com poden ser els temporitzadors, ports, interrupcions, etc. Els registres més utilitzats com l'*Status*, tenen la particularitat de d'estar en els 4 bancs a la vegada per accedir-hi més fàcilment.

Els registres SFR tenen noms assignats tant al registre (byte) com a cada un dels seus bits. Això fa que a l'hora de programar sigui molt més senzill.

Dir.	Nombre	Dir.	Nombre	Dir.	Nombre	Dir.	Nombre
00h	INDF	80h	INDF	100h	INDF	180h	INDF
01h	TMR0	81h	OPTION_REG	101h	TMR0	181h	OPTION_REG
02h	PCL	82h	PCL	102h	PCL	182h	PCL
03h	STATUS	83h	STATUS	103h	STATUS	183h	STATUS
04h	FSR	84h	FSR	104h	FSR	184h	FSR
05h	PORTA	85h	TRISA	105h	WDTCON	185h	SRCON
06h	PORTB	86h	TRISB	106h	PORTB	186h	TRISB
07h	PORTC	87h	TRISC	107h	CM1CON0	187h	BAUDCTL
08h	PORTD	88h	TRISD	108h	CM2CON0	188h	ANSEL
09h	PORTE	89h	TRISE	109h	CM2CON1	189h	ANSELH
0Ah	PCLATH	8Ah	PCLATH	10Ah	PCLATH	18Ah	PCLATH
0Bh	INTCON	8Bh	INTCON	10Bh	INTCON	18Bh	INTCON
0Ch	PIR1	8Ch	PIE1	10Ch	EEDAT	18Ch	EECON1
0Dh	PIR2	8Dh	PIE2	10Dh	EEADR	18Dh	EECON2
0Eh	TMR1L	8Eh	PCON	10Eh	EEDATH	18Eh	No utilizado
0Fh	TMR1H	8Fh	OSCCON	10Fh	EEADRH	18Fh	No utilizado
10h	T1CON	90h	OSCTUNE	110h		190h	
11h	TMR2	91h	SSPCON2				
12h	T2CON	92h	PR2				
13h	SSPBUF	93h	SSPADD				
14h	SSPCON	94h	SSPSTAT				
15h	CCPR1L	95h	WPUB				
16h	CCPR1H	96h	IOCB				
17h	CCP1CON	97h	VRCON				
18h	RCSTA	98h	TXSTA				
19h	TXREG	99h	SPBRG				
1Ah	RCREG	9Ah	SPBRGH				
1Bh	CCPR2L	9Bh	PWM1CON		Registros de propósito general		Registros de propósito general
1Ch	CCPR2H	9Ch	ECCPAS				
1Dh	CCP2CON	9Dh	PSTRCON				
1Eh	ADRESH	9Eh	ADRESL		96 bytes		96 bytes
1Fh	ADCON0	9Fh	ADCON1				
20h		A0h					
	Registros de propósito general		Registros de propósito general				
7Fh	96 bytes	FFh	80 bytes	17Fh		1EFh	
Banco 0		Banco 1		Banco 2		Banco 3	

Figura 6.1.4 – Registres memòria RAM

La memòria RAM la formen 4 bancs que van des de el registre 000h fins al 1EFh, que en total són 496 registres, dels quals 368 estan destinats per a propòsits generals.

A l'annex I es pot ampliar la informació amb el seu *datasheet*.

6.2 Pantalla LCD

La pantalla LCD té predefinides una sèrie de comandes i caràcters que en faciliten la seva programació. En aquest apartat es mostra la taula de comandes i la taula de caràcters.

El *datasheet* de la pantalla LCD, es troba a l'annex I.

6.2.1 Taula de comandes

Comanda	RS	R/W	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0	HEX	Descripció	Freqüència (270 KHz)
Esborrar pantalla	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	01	Borra la pantalla i posa el cursor a la posició 1 de la pantalla.	1,52ms
Anar a inici	0	0	0	0	0	0	0	0	1	x	02	Cursor i el display a la posició inicial.	1,52ms
Mode	0	0	0	0	0	0	0	1	I/D	S	04-07	Direcció desplaçament del cursor i desplaçament pantalla.	37us
Cursor i display on-off	0	0	0	0	0	0	1	D	C	B	08-0F	Activa o desactiva el cursor, la pantalla i la intermitència.	37us
Desplaçar cursor pantalla	0	0	0	0	0	1	S/C	R/L	x	x	10-1F	Desplaçament del cursor o de la pantalla i sentit de desplaçament.	37us
Configuració	0	0	0	0	1	DL	N	D	x	x	20-3F	Mode 8bits o 4 bits, nombre de línies del display i dimensions dels caràcters 5x7 o 5x10.	37us
Direcció CGRAM	0	0	0	1	CGRAM						40-7F	Establir direcció memòria CGRAM	37us
Direcció DDRAM	0	0	1	DDRAM						80-FF	Establir direcció memòria DDRAM	37us	
BUSY - AC	0	1	BF	AC							Llegir flag BUSY i el contingut del comptador de memòria AC.	0us	
Escriure dada	1	0	Dada a escriure							Escriure dada en CGRAM o DDRAM	37us		
Llegir dada	1	1	Dada a llegir							Llegir dada de CGRAM o DDRAM	37us		

Taula 6.2.1 – Comandes pantalla LCD

CODIS	0	1
I/D	Decrement de la posició del cursor	Incrementa la posició del cursor
S	Display fix	Desplaçament del display
D	Display apagat	Display encès
C	Cursor apagat	Cursor encès
B	Cursor sense intermitència	Cursor amb intermitència
S/C	Mou el cursor	Desplaça el display
R/L	Desplaçament a l'esquerra	Desplaçament a la dreta
DL	Bus de dades de 4 bits	Bus de dades de 8 bits
N	LCD d'una línia	LCD de dos línies
F	Caràcters de 5x7 punts	Caràcters de 5x10 punts
BF	Controlador lliure	Controlador ocupat

Taula 6.2.2 – Definició de les variables de la taula de comandes

6.2.2 Taula de caràcters

Higher-Order Bits Lower-Order Bits 4 bit	0000	0010	0011	0100	0101	0110	0111	1010	1011	1100	1101	1110	1111
xxxx0000	CG RAM (1)		0	0	P	\	P	-	9	ε	α	ρ	
xxxx0001	(2)	!	1	A	Q	a	q	u	7	†	4	ä	q
xxxx0010	(3)	"	2	B	R	b	r	ı	ı	ı	ı	ı	ı
xxxx0011	(4)	#	3	C	S	c	s	ı	ı	ı	ı	ı	ı
xxxx0100	(5)	\$	4	D	T	d	t	\	ı	ı	ı	ı	ı
xxxx0101	(6)	%	5	E	U	e	u	ı	ı	ı	ı	ı	ı
xxxx0110	(7)	&	6	F	V	f	v	ı	ı	ı	ı	ı	ı
xxxx0111	(8)	'	7	G	W	g	w	ı	ı	ı	ı	ı	ı
xxxx1000	(1)	(	8	H	X	h	x	ı	ı	ı	ı	ı	ı
xxxx1001	(2)	)	9	I	Y	i	y	ı	ı	ı	ı	ı	ı
xxxx1010	(3)	*	#	J	Z	j	z	ı	ı	ı	ı	ı	ı
xxxx1011	(4)	+	;	K	[	k	[	ı	ı	ı	ı	ı	ı
xxxx1100	(5)	,	<	L	#	ı	ı	ı	ı	ı	ı	ı	ı
xxxx1101	(6)	-	=	M	]n	)	ı	ı	ı	ı	ı	ı	ı
xxxx1110	(7)	.	>	N	^	n	ı	ı	ı	ı	ı	ı	ı
xxxx1111	(8)	/	?	O	_	o	ı	ı	ı	ı	ı	ı	ı

Taula 6.2.3 – Caràcters predefinits de la pantalla LCD

6.3 Seqüència test comprovador

Per facilitar la programació es confecciona una seqüència dels passos que seguirà el comprovador per cada un dels automatismes. Aquesta seqüència dóna una idea general per començar a dissenyar els diagrames de flux del programa.

La seqüència del comprovador s'organitza en diferents punts, on primer en negreta es troba l'acció que realitza l'operari, i en segon terme i en cursiva, l'acció que realitza el comprovador de manera autònoma.

- **Inici test a través del polsador.**
Comprovació tensions inicials.
- **Abaixem potenciòmetres al mínim i selectors 1, 2, 4, 6 i 8 en ON i premem polsador (en aquest ordre).**
Comprovació tensions selectors i potenciòmetres.
- **Potenciòmetres al màxim i premem polsador per continuar.**
Comprovació potenciòmetres...
- **Selectors 2, 3, 5 i 7 en ON i premem polsador.**
Comprovació selectors.
- **Selectors al mínim menys Selector 2 i premem polsador.**
Següent pas...
- **Gravem emissor (si n'hi ha) i iniciem seqüència amb emissor o Start.**
Es prova botonera.
- **Fi comprovació equip Q2MNB.**
Test OK! Següent equip!

Aquesta és la seqüència ideal del comprovador, o sigui que només s'hi contempla la comprovació dels automatismes quan aquests funcionin correctament.

6.4 Diagrames de flux

L'organització dels diagrames de flux anirà representada per un programa principal, i a partir d'aquest s'aniran representant la resta de diagrames que el formen. Per últim es veurà la inicialització de la pantalla LCD i el diagrama de flux d'escriure-hi una dada.

6.4.1 Programa principal

El funcionament del programa principal és molt bàsic. Un cop es connecta la placa de control a la tensió de línia, el programa farà una sèrie d'inicialitzacions dels ports i dels registres que utilitza. També configura la pantalla LCD amb el bus de dades de 4 bits.

A partir d'aquí el programa consta de 4 estats:

- Test inicial (E0).
- Test switch on i potenciòmetres al mínim (E1).
- Test potenciòmetres màxim i switch off (E2).
- Test botonera (E3).

En cada estat es fa una comprovació de les tensions corresponents i si és correcte passa al següent estat. Un cop finalitzat tots els estats, retorna a l'estat E0 per comprovar el següent automatisme.

Si es produeix algun error en la comprovació, el programa es queda en el mateix estat fins que es soluciona l'error o es desconnecta la placa de control.

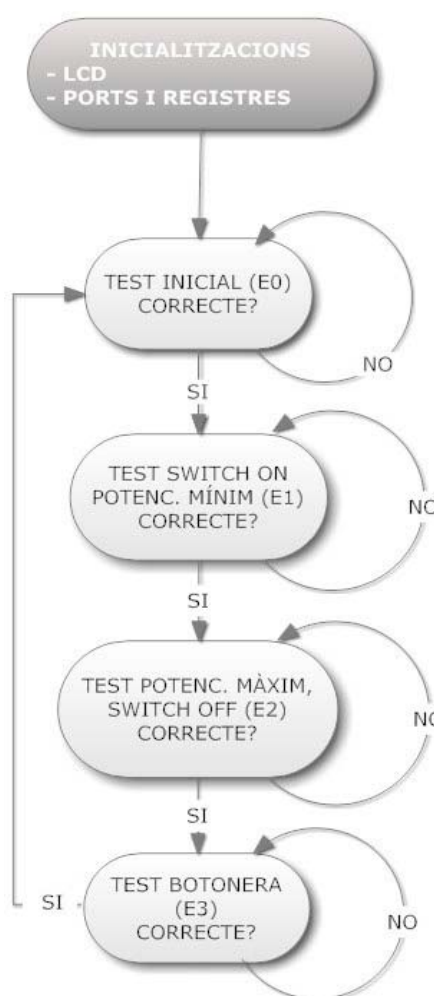


Figura 6.4.1 – Diagrama de flux del programa principal

ESTAT E0

Abans de comentar el diagrama, cal dir que hi ha diferents colors per als blocs del diagrama. D'aquesta manera serà més senzill i més visual veure què fa cada diagrama. Els colors són aquests:

- **Lila.** Fan referència al text que es visualitzarà a la pantalla LCD. Per mostrar aquest text, es farà una crida a una rutina especial per la LCD.
- **Groc.** Crides a altres rutines. Aquestes rutines formen part d'aquest estat i tenen també el seu diagrama de flux.
- **Vermell.** Rutines de retard.

Un cop dit això, rutina de l'estat E0, començarà amb la visualització del text "Pulsador per inici test". Quan l'operari premi el pulsador de la placa de control, es faran les crides a les rutines de la comprovació del pas per zero i de Error_E0.

Aquestes rutines serveixen per comprovar si les tensions inicials són correctes. Si no ho són, es mostrarà per la pantalla LCD de quin error es tracte. Un cop s'ha tornat d'aquestes rutines, es fa un retorn a l'estat E1.



Figura 6.4.2 – Diagrama de flux de l'estat E0

Rutina de pas per zero

Aquesta rutina comprova que el senyal de pas per zero sigui el correcte. Si és correcte, posa un "1" al bit de pas per zero de la variable "PORTEOK".

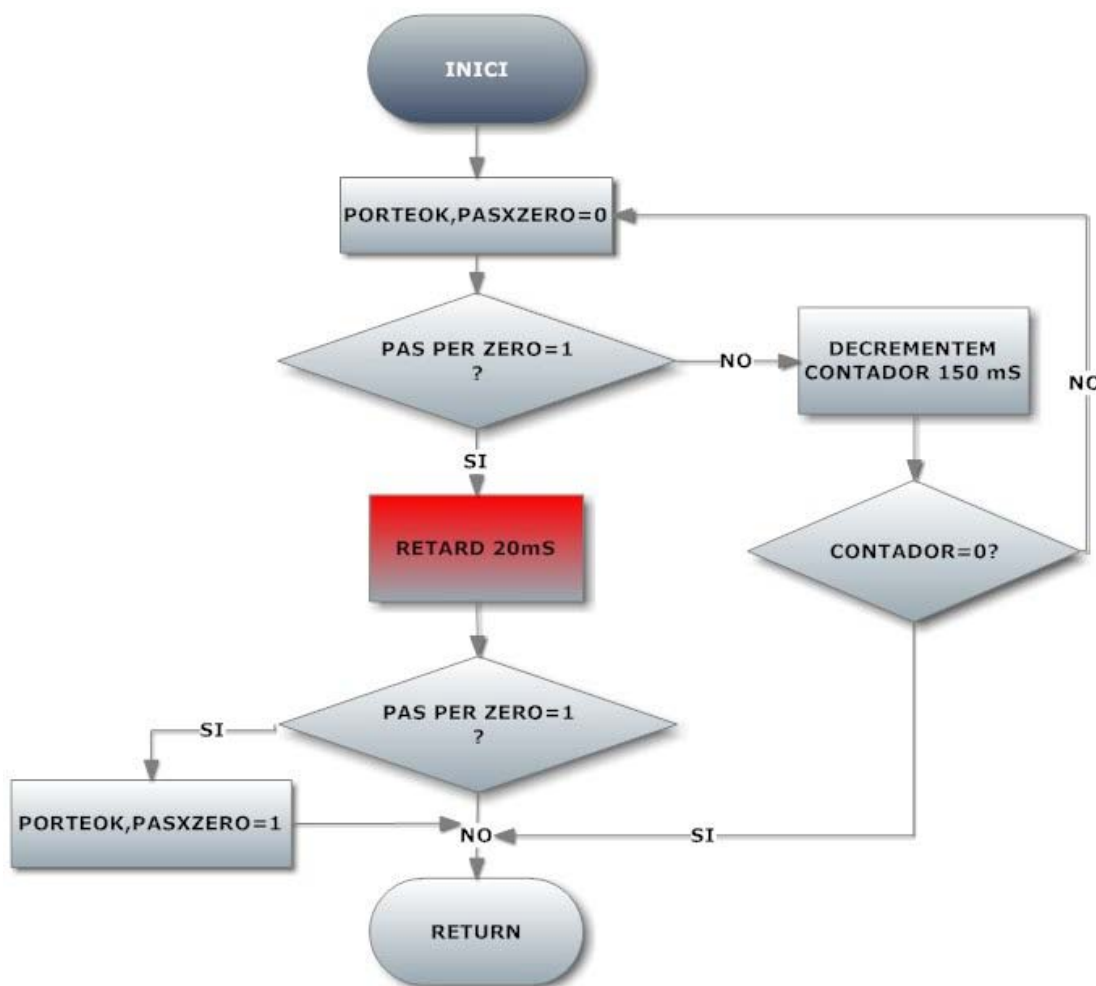


Figura 6.4.3 – Diagrama de flux rutina de pas per zero

Rutina Error_E0

La rutina d'errors de l'estat E0, comprova totes les tensions inicials. Si n'hi ha alguna d'incorrecte, mostra l'error per pantalla.

Primer comença per les tensions alternes, més tard per la tensió VDD i per últim amb la tensió continua de 5 volts.

En segon lloc, comprova la resta de tensions.

Com es pot observar, en el següent diagrama, primer es mostraran els errors d'alimentació i finalment els errors de les diferents tensions.

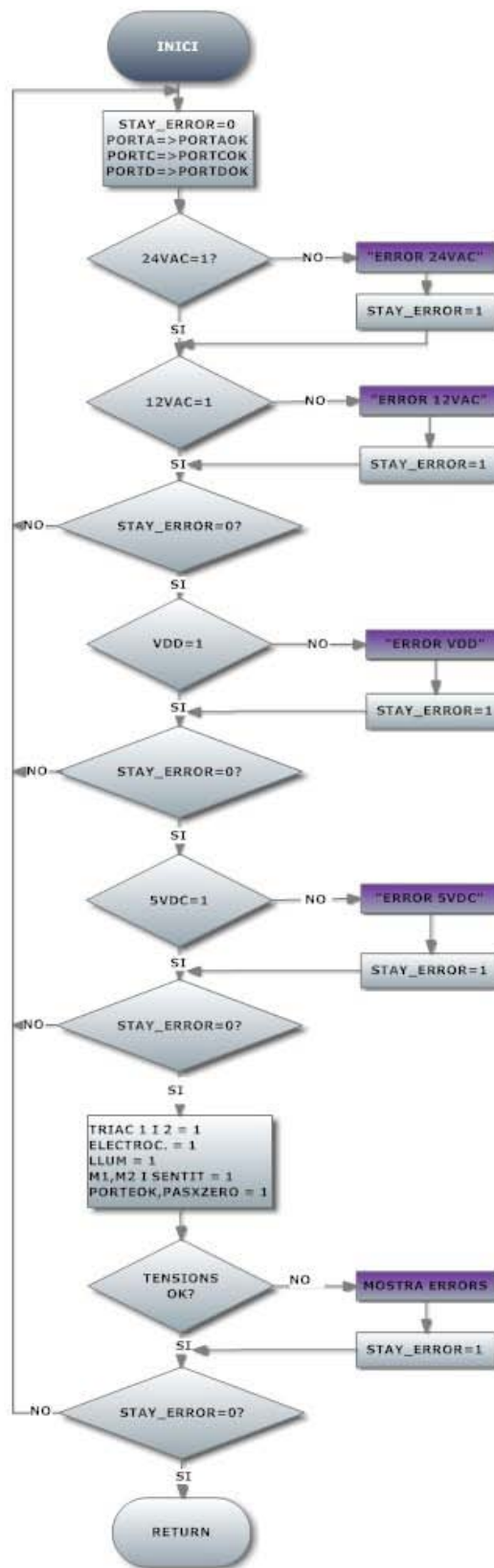


Figura 6.4.4 – Diagrama de flux rutina Error_E0

ESTAT E1 (test potenciòmetres i selectores I)

L'estat E1 està format per la comprovació de les tensions dels potenciòmetres quan estan al mínim i dels selectores d'opcions. S'inicia el test a través del polsador de la placa de control.

Tenim una subrutina (Error_E1) que és la que fa la comprovació d'aquestes parts i s'hi ha algun error el mostra per pantalla. Vegem les dues rutines que formen aquest estat:



Figura 6.4.5 – Diagrama de flux de l'estat E1

Rutina Error_E1

Aquesta rutina comprova que les tensions dels potenciòmetres i les dels selectors d'opcions en la posició de l'estat 1 siguin correctes. Si no ho són es mostrarà l'error per la pantalla LCD.

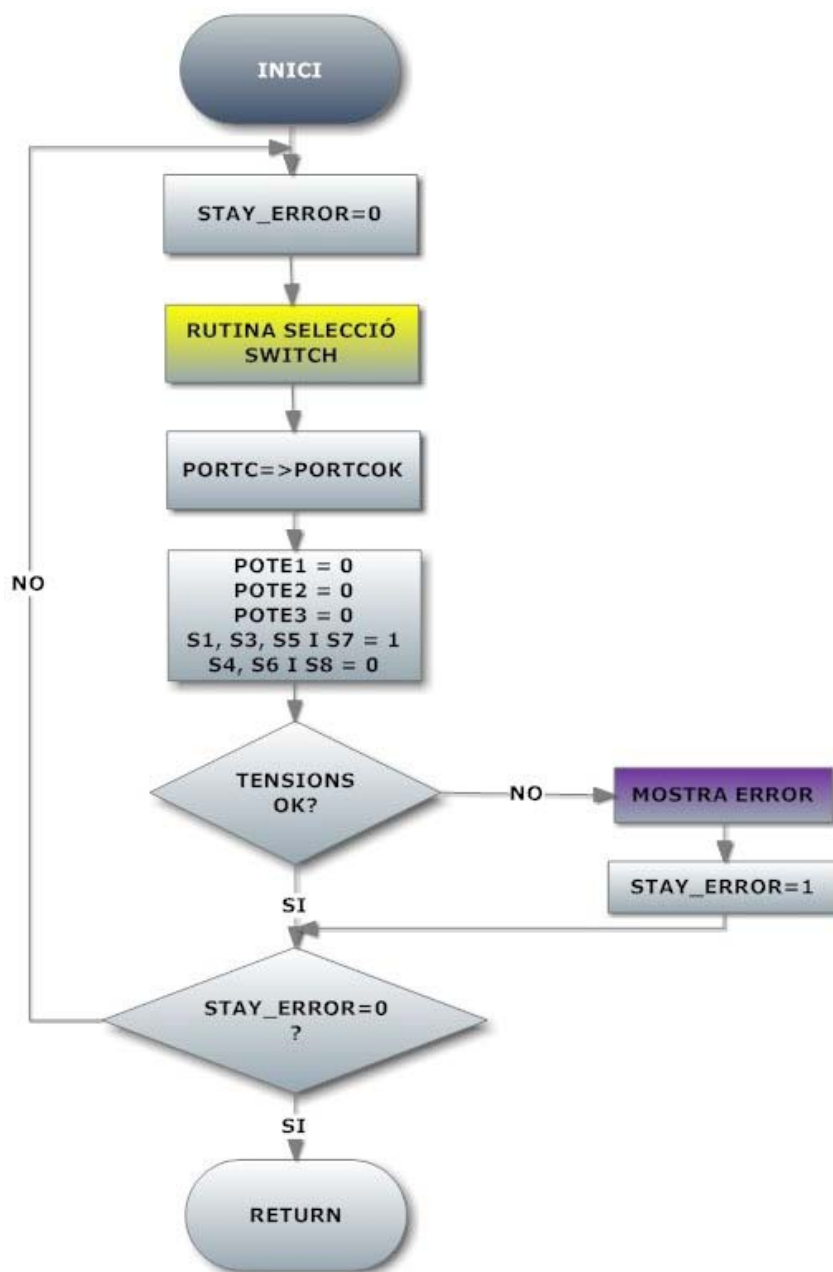


Figura 6.4.6 – Diagrama de flux rutina Error_E1

Rutina Selecció Switch

Aquesta rutina es troba en el diagrama de flux anterior. S'utilitza per guardar en la variable "Switch" els valors dels selectors d'opcions. Com s'ha vist, aquest selectors estan connectats a un multiplexor i aquest és controlat per el PIC.

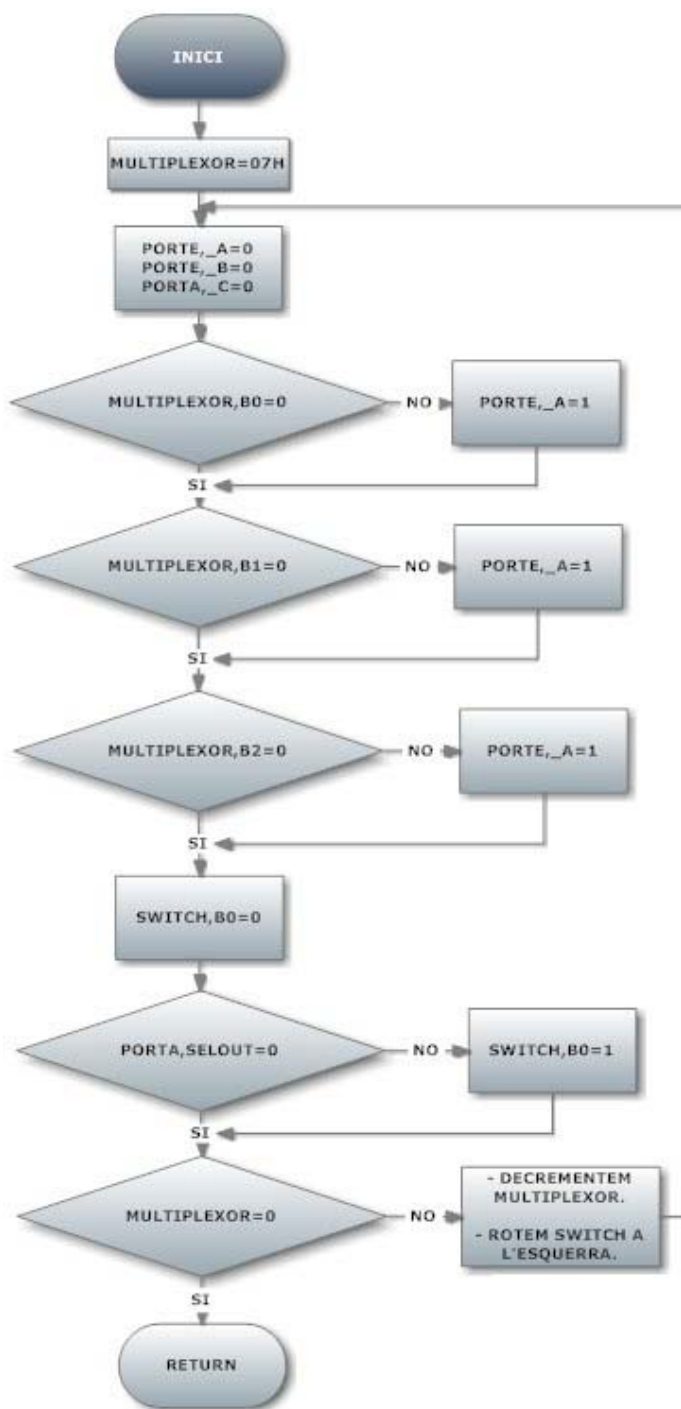


Figura 6.4.7 – Diagrama de flux rutina selecció switch

ESTAT E2 (test potenciòmetres i selectors II)

En aquest estat es fa la comprovació dels potenciòmetres al màxim i dels selectors d'opcions en la posició invertida a l'estat anterior. La comprovació comença primer pels potenciòmetres i després pels selectors.

Per començar la comprovació dels potenciòmetres es fa a través del polsador. Un cop comprovats aquests i a través del polsador també, es comprovaran els selectors d'opcions. Si tot és correcte, s'abaixaran tots els selectors menys els selector 2 (com indicarà la pantalla) i es saltarà a l'estat E3.

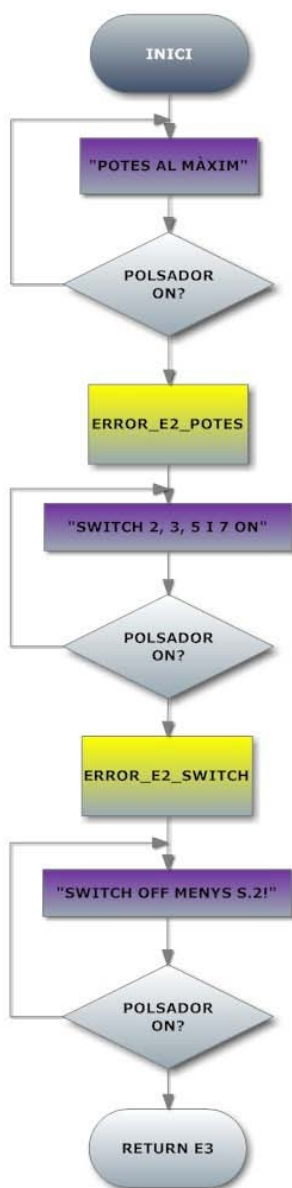


Figura 6.4.8 – Diagrama de flux estat E2

Rutina Error_E2_potes

Verifica que les tensions dels potenciómetres són les correctes per a l'estat 2.

Si no ho són, mostra l'error per la pantalla.

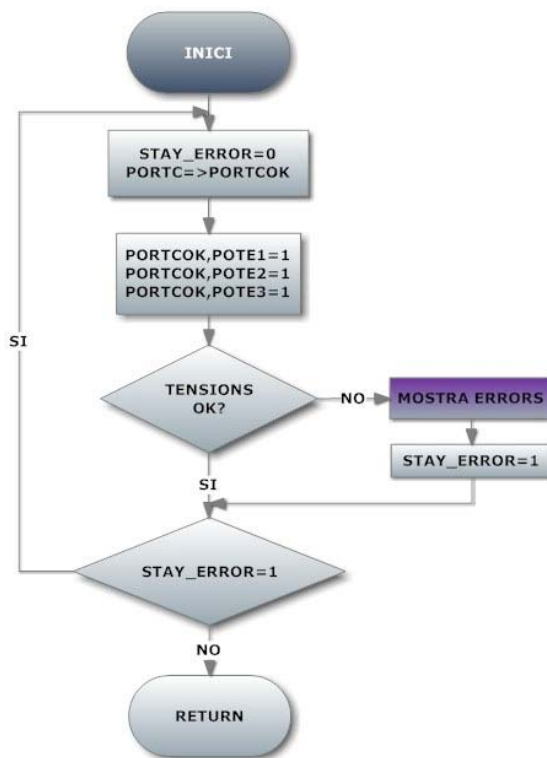


Figura 6.4.9 – Diagrama de flux Error_E2 potenciómetres

Rutina Error_E2_Switch

Comprova que els selectors d'opcions tinguin la tensió correcta. Conté la rutina de selecció de switch vista anteriorment.

Si no és correcte, ho mostra per pantalla.

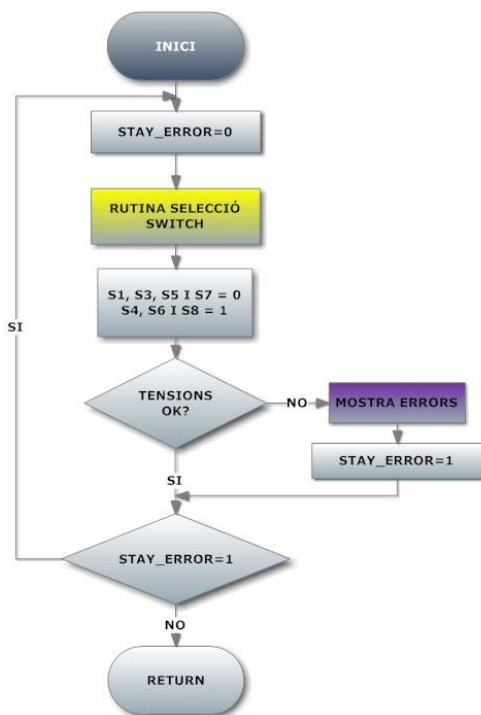


Figura 6.4.10 – Diagrama de flux Error_E2 selectors

ESTAT E3 (test botonera control)

L'estat E3 consta de la seqüència de comprovació dels polsadors normalment oberts d'start i peatonal, i dels polsadors normalment tancats dels contactes de seguretat i dels finals de carrera. Per poder fer aquest test, el comprovador simula diferents accions per tal d'activar tots aquests polsadors i n'espera els resultats en diferents punts de test del Q2MNB. Si els resultats no són els correctes, mostra per pantalla que hi ha un error en aquell polsador.

Hi ha diferents rutines de retard i per a detecció d'errors. Aquestes últimes són semblants entre elles. També la forma una rutina especial per als triacs i una per al selector d'opcions 2, ja que necessiten una comprovació especial.

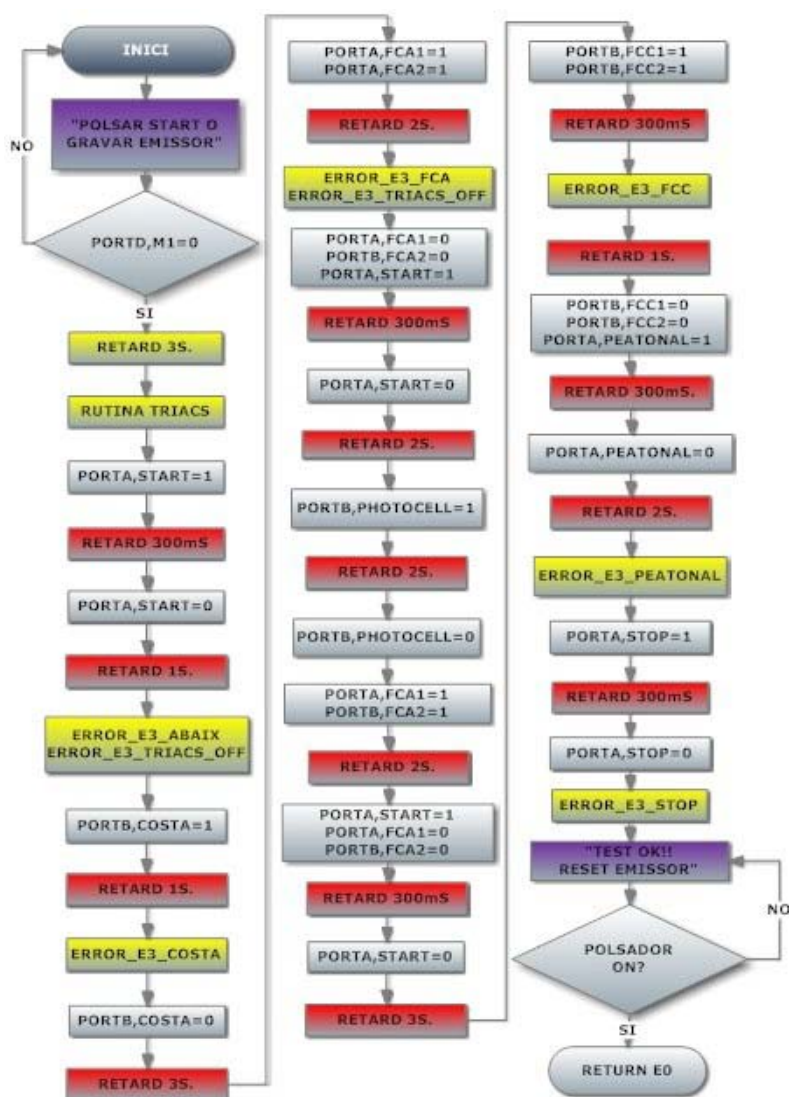


Figura 6.4.11 – Diagrama de flux estat E3

Rutina triacs

La rutina triacs, rastreja el senyal dels triacs. Si són correctes posa el bit "Triac1" i "Triac2" de la variable "PORTAOK" a 0.

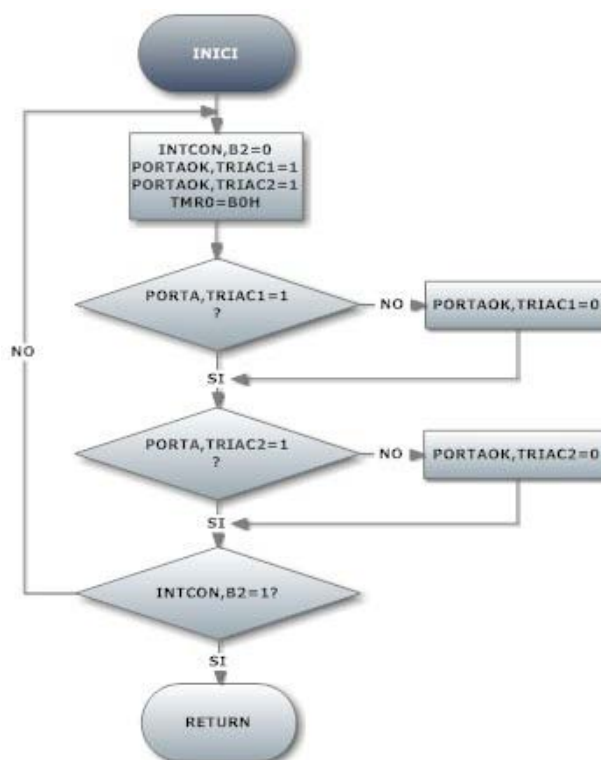
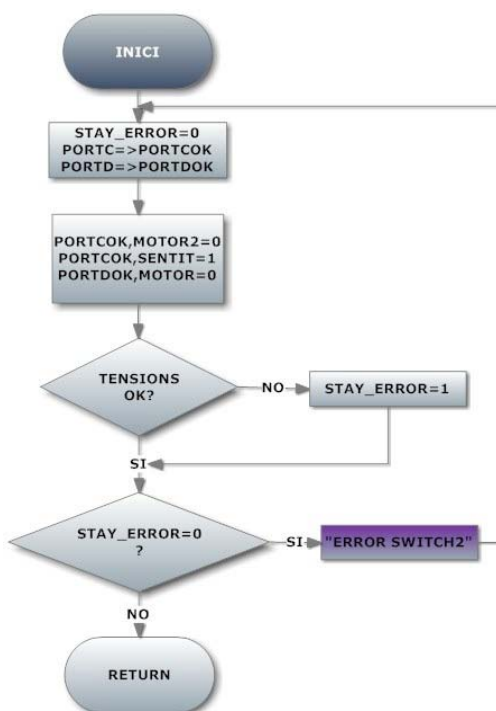


Figura 6.4.12 – Diagrama de flux comprovació triacs.

Rutina Error_E3_Abaix



Comprova que el selector d'opcions nº2 funciona correctament.

Si no és així, mostra per pantalla que hi ha un error en aquest selector.

Figura 6.4.13 – Diagrama de flux d'error en selector d'opcions nº2

Rutina Error_E3_Triacs_OFF

Rutina que mostra per pantalla s'hi ha un error en els triacs quan hi ha els motors en marxa.

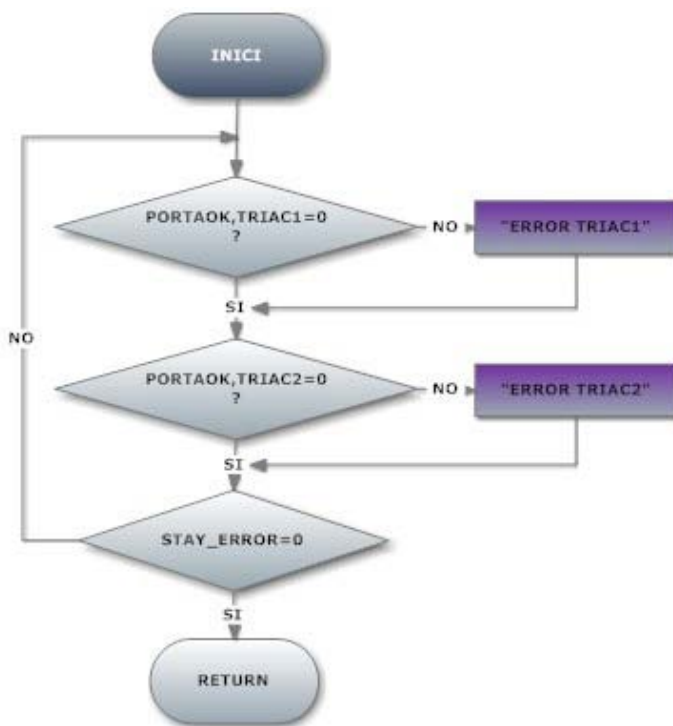


Figura 6.4.14 – Diagrama de flux comprovació d'error triac 1 i 2 motors en marxa

Rutina Error_E3_Costa

Aquesta rutina mostra per pantalla si hi ha error en el polsador “Costa”.

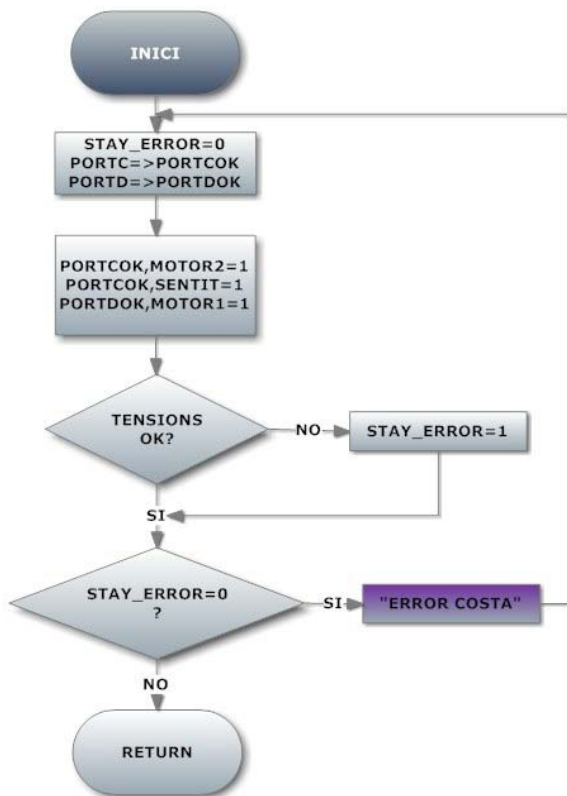


Figura 6.4.15 – Diagrama de flux d'error en contacte de seguretat “Costa”

Rutina Error_E3_FCA

Rutina de comprovació d'error en els finals de carrera d'obrir.

Si algun final de carrera d'obrir que no funciona correctament, ho mostra per la pantalla LCD.

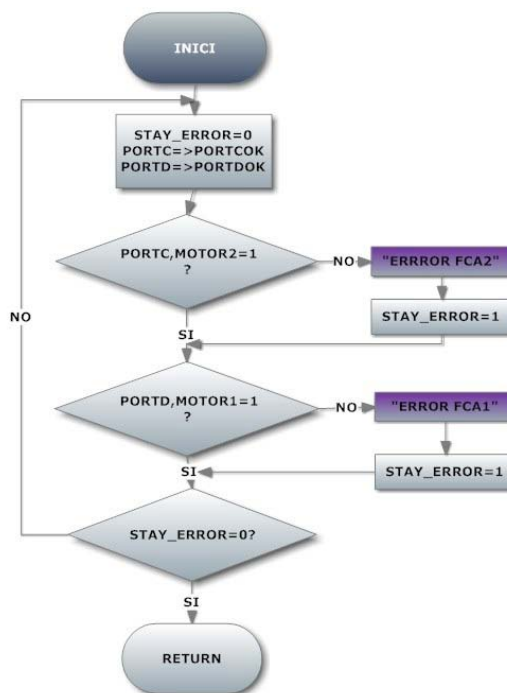
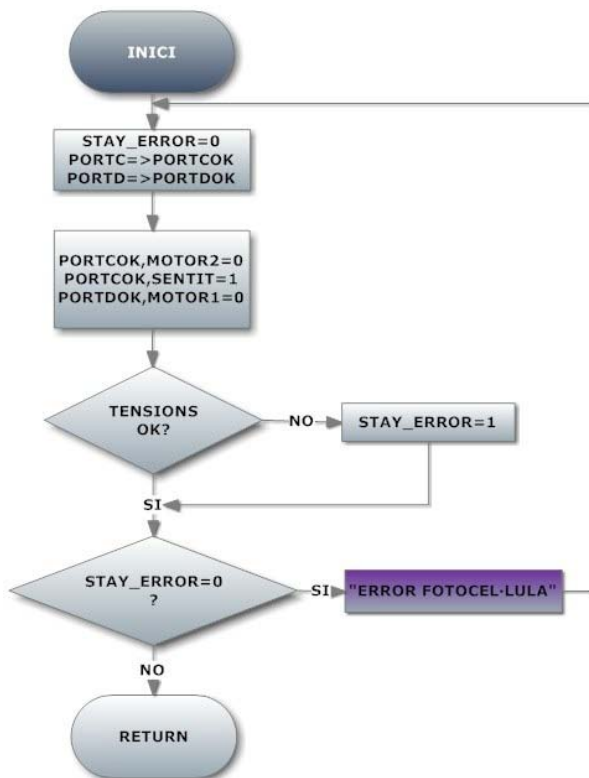


Figura 6.4.16 – Diagrama de flux d'error en finals de carrera d'obrir

Rutina Error_E3_Photocell



Rutina per a la detecció d'error en el contacte de la fotocèl·lula.

Si hi ha error, ho mostra per la LCD.

Figura 6.4.17 – Diagrama de flux d'error en fotocèl·lula

Rutina Error_E3_FCC

Rutina per a la detecció d'errors ens els finals de carrera de tancar.

Si troba algun final de carrera de tancar que no funciona correctament, ho fa saber a través de la pantalla LCD.

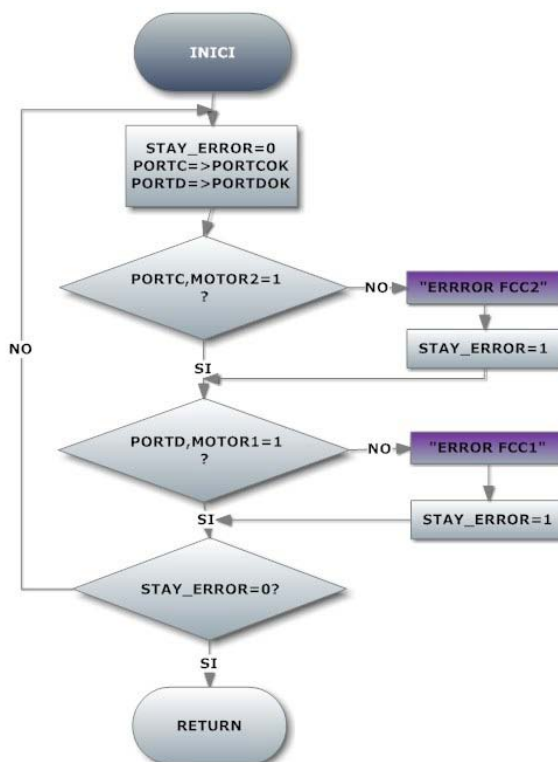
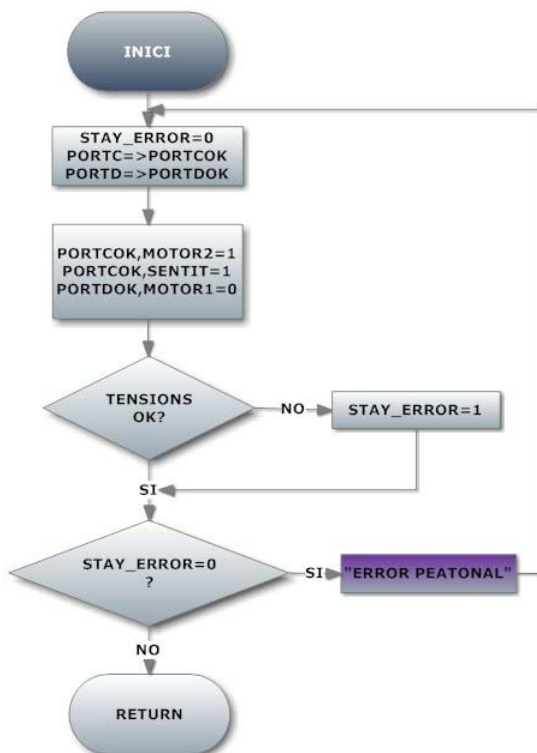


Figura 6.4.18 – Diagrama de flux d'error en finals de carrera de tancar

Rutina Error_E3_Peatonal



Rutina per a la detecció d'errors en el polsador "Peatonal".

Si hi ha error ho mostra per la LCD.

Figura 6.4.19 – Diagrama de flux d'error en polsador "Peatonal".

Rutina_E3_Stop

Rutina de comprovació d'errors en el polsador de parada total "Stop".

Si aquest polsador falla, s'adverteix a través de la pantalla LCD.

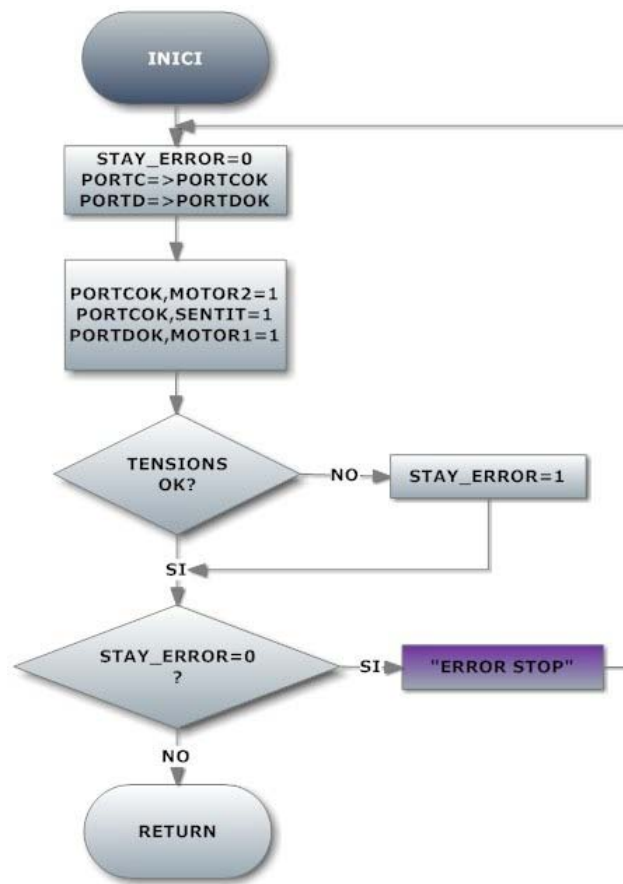


Figura 6.4.20 – Diagrama de flux d'error en polsador "Stop"

6.4.2 Pantalla LCD

La pantalla LCD necessita primer de tot ser inicialitzada per tal de configurar-la en mode de 4 bits. Per altre banda, s'ha creat una rutina que escriu dades a la pantalla.

INICIALITZACIÓ EN MODE 4 BITS

Per inicialitzar la LCD s'ha de seguir els següent procés. Es comença un cop s'ha encès el PIC i s'han de complir els temps mínims d'espera indicats. La transferència dels bits es fa a través del bus de dades (DB7 – DB4). Els bits RS i Read/Write, es mantindran en estat baix durant aquesta inicialització.

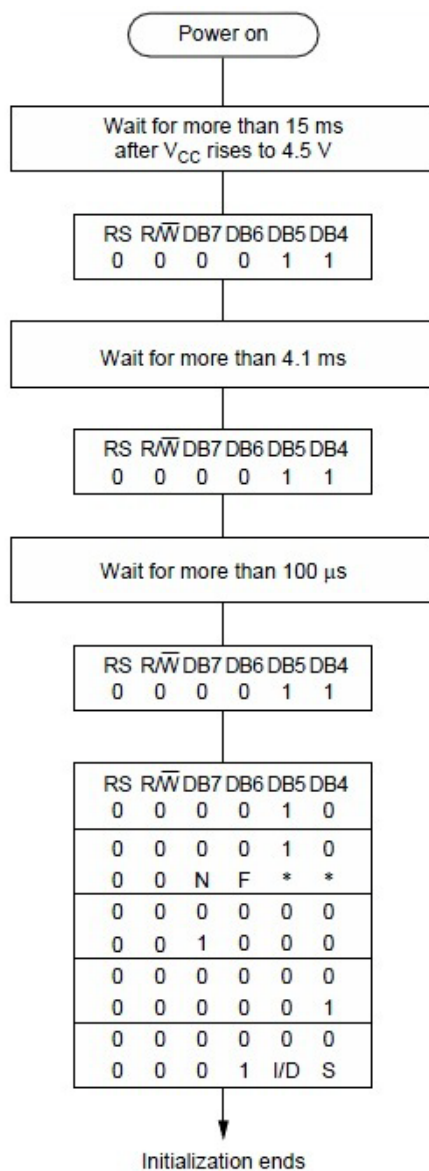


Figura 6.4.21 – Esquema inicialització LCD en mode 4 bits extret del seu datasheet.

Rutina LCD_Escriure_Dada

Aquesta rutina s'utilitza per transferir un caràcter o una comanda a la LCD. Així es pot escriure un caràcter predefinit o enviar una ordre a la pantalla LCD, carregant-lo a la variable *CHAR*. La rutina automàticament transfereix aquest byte a la LCD, primer la part alta i després la part baixa. La subrutina *LCD_ENABLE* activa i desactiva la transferència de dades a la pantalla per a la part alta del byte i per a la part baixa.

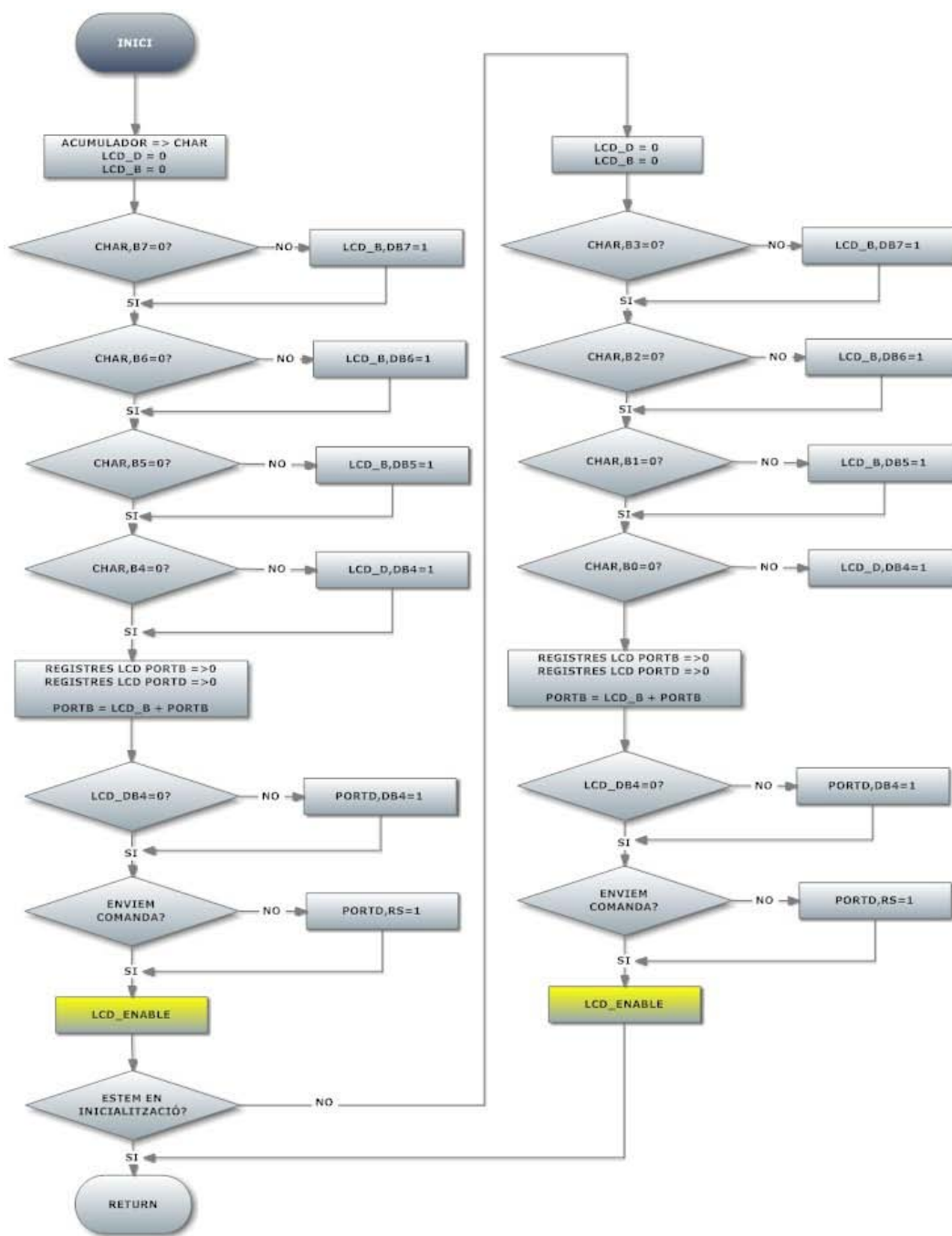


Figura 6.4.22 – Diagrama de flux d'enviar caràcter o comanda a la pantalla LCD

7. Material Utilitzat

En les següents taules es mostren els materials utilitzats en la confecció del suport, i els components utilitzats en la placa de control.

7.1 Suport

Material	Unitats	Material	Unitats
Placa Q2MNB	2	Alces plàstic	8
Pin serrat	43	Caixa de plàstic	1
Pin punxa	3	Cable 1,5 mm ²	15 metres
Borna 7	1	Barreta ferro	0,5 metres
Borna 8	1	Cargols 3,9 x 9,5	3
Borna 9	1	Regleta de niló	8
Borna 12	1	Brida	11

Taula 7.1.1 – Material utilitzat per al suport

7.2 Placa de control

S'han muntat dues plaques de control. Una per a fer proves amb l'emulador sense PIC i una altra amb PIC per a utilitzar-la com a comprovador final. Per tant, per a cada component les unitats utilitzades estan multiplicades per dos, excepte per el PIC.

Component	Unitats	Component	Unitats
Multiplexor HEF4512BP	2	C. tàntal 1µF	2
Regulador LM7805	2	C. electrolític 4,7µF	2
Díode BAS32	2	C. electrolític 1000µF	2
Connector 7	2	C. electrolític 3,3µF	2
Connector 8	2	C. electrolític 10µF	2
Connector 9	2	C. 100nF SMD1206	16
Connector 12	2	R. 1kΩ SMD1206	2
Connector 2	2	R. 10 kΩ SMD1206	4
Pont de díodes B40C1000	6	R. 27 kΩ SMD1206	12
Fusible 2A.	2	R. 68 kΩ SMD1206	2
LCD 16x2	2	R. 82 kΩ SMD1206	12

LED SMD1206	2	R. 75 kΩ SMD1206	2
PIC16F887	1	R. 100 Ω SMD1206	30
Sòcol emulador	1	R. 220 kΩ SMD1206	2
Potenciòmetre 10kΩ	2	Relé 12v.	18
Polsador 6*6	2	Díode Zener 5V8	2
Transformador 12V 12W	2	Varistor 275v.	2
ULN2003	4		

Taula 7.2.1 – Components utilitzats en el muntatge de les dues plaques del comprovador

8. RESULTATS I CONCLUSIONS

Pel que fa als objectius plantejats al principi del projecte, tant en l'aspecte funcional del comprovador, com en l'aspecte d'aprenentatge, s'han assolit amb bons resultats.

Comprovador

El principal objectiu del projecte era que fos útil per a l'empresa. Fins a finals de maig de 2011, el comprovador s'ha utilitzat al dia a dia de l'empresa durant els últims 2 mesos, comprovant aproximadament un total de 300 automatismes del model *Q2MNB*.

El comprovador ha reduït el temps de test en pràcticament un 60% del temps de comprovació de la forma manual per part d'un operari. Si en verificar manualment un *Q2MNB* es tardava aproximadament 4 minuts, amb el comprovador es tarda entre 1,5 i 2 minuts. Si ho multipliquem pel total d'automatismes comprovats, suposa un estalvi de temps en un operari de 10 a 12 hores en els últims 2 mesos.

El comprovador troba errors en l'automatisme i els mostra per la pantalla. Això fa que la reparació d'aquests sigui molt més ràpida, ja que, delimita la zona de l'error.

Aprenentatge

S'ha aconseguit dominar i agafar una bona experiència amb el programa de disseny electrònic *TANGO*. S'ha millorat l'agilitat tant en el programa de disseny d'esquemes (SCH), com en la part de disseny de plaques (PCB).

S'ha ampliat l'experiència i el coneixement en la programació en llenguatge ensamblador i que es podrà fer servir per a projectes futurs vinculats a un microcontrolador PIC.

8.1 Possibles millores

Hi ha un sèrie de millores per al projecte que caldria tenir en compte per al futur:

- Que la placa de control tingués més d'un polsador. D'aquesta manera es podria programar en la pantalla LCD un menú, que es governaria a través d'aquests polsadors.
- Caldria un sistema de pressió per a l'automatisme. A vegades s'ha d'aplicar una pressió extra al *Q2MNB* quan s'introdueix al suport, ja que algun dels pins de test a vegades fa mal contacte durant la comprovació.
- Fer una caixa per a la placa de control. Així s'evitarien accidents i curtcircuits per sota d'aquesta placa.
- Faltaria un pin de test en la part de la llum de cortesia de l'equip. En l'actual comprovador no es verifica i podria ser important.
- També es podria introduir un pin de test per a la verificació de la zona de radiofreqüència.
- Programar la part de l'electro-tancament. En la placa de control aquest contacte té la seva entrada, però per software no es prova.
- En la part de software dels errors de l'estat 3, es podria crear una rutina que englobés tots els errors. Els errors són molt similars i es podria crear una nova rutina que estalviés una part important del codi. No és una millora molt important, ja que sobra molta memòria del PIC.
- Introduir les modificacions fetes a la placa en la part de disseny de la PCB. Un cop dissenyat, tornar a fer i muntar la placa de nou amb les modificacions ja fetes.

9. BIBLIOGRAFIA

Manuals

Using tango PCB to design for manufacture
PCB Design Tutorial

Adreces d'Internet

http://www.microchip.com/wwwproducts/Devices.aspx?dDocName=en02656	5/2/11
1	
http://es.wikipedia.org/wiki/Microcontrolador_PIC	8/2/11
http://perso.wanadoo.es/luis_ju/pic/ind_pic.html	10/2/11
http://www.r-luis.xbot.es/pic1/ind_pic.html	11/2/11
http://www.mikroe.com/eng/chapters/view/81/capitulo-3-microcontrolador-pic16f887/	11/2/11
http://members.fortunecity.es/electronico/tutoriales/tutopic16f84/p3.html	12/2/11
http://perso.wanadoo.es/pictob/instrucciones.htm	15/2/11
http://www.powertip.com.tw/products_2.php?product_id=1171043123&area_id=1170985616	11/3/11
http://www.monigot.com/tutoriales/LCD/	12/3/11
http://todopic.mforos.com/85505/4083876-control-lcd-4-bits-en-asm/	13/3/11
http://www.scribd.com/doc/18946526/Datasheet-Lcd-16x2	15/3/11
http://www.todopic.com.ar/foros/index.php?topic=16371.0	16/3/11
http://www.caveo.com.ar/LCD_comandos_hard.htm	17/3/11
http://www.zonabot.com/electronica/8-displaylcd/8-comandos-lcd.html	18/3/11
http://www.scribd.com/doc/18946526/Datasheet-Lcd-16x2	18/3/11
www.farnell.com	-
www.alldatasheets.com	-
www.microchip.com	-

ANNEX

Índex annex CD

I. Datasheet's

- PIC 16F887
- LCD 16x2
- Multiplexor 4512
- Relé HM4100F
- ULN2003

II. Manual d'ús *Q2MNB*

III. Codi del programa

