

Escola Universitària Politécnica de Mataró

Centre adscrit a:



UNIVERSITAT POLITÈCNICA
DE CATALUNYA

**Enginyeria Tècnica Industrial,
Especialitat Electrònica Industrial**

**KIT DE MÒDULS PERIFÈRICS PER A ENTRENADOR AMB
MICROCONTROLADOR 8051.**

Memòria

Jordi Argelich Coll

PONENT: Julián Horrillo Tello

TARDOR 2011



**TecnoCampus
Mataró-Maresme**

Dedicatòria

A la meva família i amics.

Agraïments

En primer lloc donar les gràcies al professor Julián Horrillo Tello per la orientació i el recolzament que m'ha donat al llarg d'aquest treball final de carrera, al tutor Vicenç Delós i Cot per a la seva aportació de coneixements en la matèria d' utilització de la plataforma de treball i idees de disseny del prototip.

A tots els professors que en la seva tasca de formar professionals m'han ajudat a arribar fins aquí i que sense ells no hauria aconseguit.

Un agraïment especial a la meva parella per a la paciència i comprensió que ha tingut al llarg d'aquests anys.

Resum

El projecte tracta del disseny i muntatge de 4 mòduls perifèrics adaptats per treballar amb la plataforma de laboratori MCLS MODULAR. Els mòduls es realitzen per duplicat, un primer mòdul està compost per un teclat matricial de 4x4 amb 4 visualitzadors 7 segments amb entrades i sortides digitals, també és d'utilitat un segon mòdul perifèric de comunicacions que permet la comunicació en mode RS232 i RS485, aquests mòduls estan dissenyats amb la màxima versatilitat possible dins de les possibilitats d'operació que ofereix el conjunt de treball de MCLS MODULAR.

Resumen

El proyecto trata del diseño y montaje de 4 módulos periféricos adaptados para trabajar con la plataforma de laboratorio MCLS MODULAR. Los módulos se realizan por duplicado, un primer módulo está compuesto por un teclado matricial de 4x4 con 4 visualizadores 7 segmentos con entradas y salidas digitales, también es de utilidad un segundo módulo periférico de comunicaciones el cual permite la comunicación en modo RS232 y RS485, estos módulos están diseñados con la máxima versatilidad posible dentro de las posibilidades de operación que ofrece el conjunto de trabajo de MCLS MODULAR.

Abstract

The project covers the design and assembly 4 peripheral modules adapted to work with laboratory platform MODULAR MCLS. The modules are run in duplicate, a first module consists an a 4x4 matrix keypad, 7 segments displays with 4 digital inputs and outputs, it is also useful to a second module communication peripheral which allows communication RS232 and RS485 mode, these modules are designed with maximum flexibility possible within the scope of operation offered by all MCLS MODULAR work.

Índex.

Índex de figures.	V
Índex de taules.	VII
Glossari de termes	IX
1. Propòsit del projecte.	1
2. Finalitat.	1
3. Objecte del projecte.	3
4. Abast.	5
5. Planificació.	7
5.1 Diagrama de Gantt.	8
5.2 Planificació del projecte.	9
6. Introducció a la plataforma de MCLS Modular.	15
6.1 Descripció del sistema.	15
6.2 Descripció del hardware.	16
6.2.1 La plataforma S04000-1F.	17
6.2.2 Unitat adaptadora.	18
6.2.3 El mòdul PSD1-Flash.	19
6.3 Descripció del software.	20
6.3.1 L'entorn de desenvolupament integrat (IDE).	20
7. Solució tecnològica.	25
7.1 Introducció.	25
7.2 Mòdul teclat i displays 7 segments amb I/O digitals.	27
7.2.1 Teclat ECO 4x4 i key-encoder MM74C922.	27
7.2.2 El registre latch 74HC374N.	33
7.2.3 El descodificador BCD / 7 segments HD74LS48.	36
7.2.4 Visualitzador display 7 segments.	37
7.2.5 Array de transistors Darlington ULN2803A.	39

7.2.6 Les E/S digitals del mòdul 1.....	40
7.3 Mòdul de comunicacions RS232 i RS485.....	44
7.3.1 La comunicació RS232 del mòdul 2.....	44
7.3.2 La comunicació RS485 del mòdul 2.....	48
7.4 Integració dels Mòduls a la plataforma de treball.....	50
8. Estudi d'aplicacions.....	53
8.1 Estudi d'aplicacions per al mòdul de teclat i displays 7 segments.....	53
8.2 Estudi d'aplicacions per al mòdul de comunicació RS232 i RS485.....	56
9. Valoració de l' impacte medi ambiental.....	57
9.1 Estudi d'impacte ambiental.....	57
9.2 Principals alternatives considerades.....	57
9.3 Avaluació dels efectes previsibles del projecte.....	58
9.4 Mesures previstes per reduir o eliminar els efectes nocius.....	59
10. Conclusions i propostes de millora.....	61
11.Referències.....	62

Índex de figures.

Figura 6.1 Kit hardware Mcls-modular.	16
Figura 6.2 Plataforma de treball.	17
Figura 6.3 Unitat adaptadora 8 bits.....	18
Figura 6.4 Mòdul PSD1-Flash.....	19
Figura 6.5 Diagrama de blocs Interfícies de l' IDE.....	20
Figura 6.6 Prestacions del programa IDE 3.10.....	21
Figura 6.7 Programa IDE 3.10.....	22
Figura 6.8 Perfil d'eina.....	24
Figura 7.1 Diagrama de blocs del projecte.....	26
Figura 7.2 Teclat matricial ECO 4x4.....	28
Figura 7.3 Encapsulat del MM74C922N.....	29
Figura 7.4 Gràfiques de freqüència del key-encoder.....	29
Figura 7.5 Connexió del key-encoder al sistema.....	30
Figura 7.6 Diagrama de blocs del MM74C922N amb el teclat matricial 4x4.....	32
Figura 7.7 Tipus de registres de desplaçament.....	33
Figura 7.8 Encapsulat del registre latch.....	34
Figura 7.9 Connexió dels registres latch.....	35
Figura 7.10 Diagrama funcional del registre 74HC374N.....	36
Figura 7.11 Diagrama de blocs HD74LS48P.....	36
Figura 7.12 Connexió HD74LS48P als busos del circuit.....	37
Figura 7.13 Caràcters de visualització del HD74LS48P.....	37
Figura 7.14 Disposició dels displays 7 segments.....	38
Figura 7.15 Pins de connexió display 7 segments.....	38
Figura 7.16 Connexió ULN2803A en el circuit.....	39

Figura 7.17 Pins de connexió del 74HC125.....	40
Figura 7.18 Connexió del buffer tri-state 74HC125.....	41
Figura 7.19 Patillatge del optoacobrador TIL111.....	41
Figura 7.20 Detall del sistema E/S digitals del mòdul 1.....	43
Figura 7.21 Mòdul 1 complet.	43
Figura 7.22 Connexió tipus mòdem nul.	44
Figura 7.23 Connexió del PSD1-Flash al PC.	45
Figura 7.24 Configuració del MAX232.....	46
Figura 7.25 Connexió del MAX232 al circuit del mòdul 2.	47
Figura 7.26 Connexió del Sn75179BP al mòdul 2.	48
Figura 7.27 Mòdul de comunicacions al detall.....	49
Figura 7.28 Mòdul de comunicacions al detall(part inferior).....	49
Figura7.29 Integració del mòdul 1.....	50
Figura7.30 Integració del mòdul 1 (vista alçada).	51
Figura7.31 Integració del mòdul 2.....	51
Figura7.32 Integració del mòdul 2 (vista al complet).....	52
Figura 8.1 Vista del programa de prova d'interrupció externa.....	54
Figura 8.2 Procés de muntatge del fitxer INT2.	54
Figura 8.3 Procés d'assemblatge.	55
Figura 8.4 Procés convertidor.....	55
Figura 8.5 Mostra de connexionat del mòdul2.	56

Índex de taules.

Taula 5.1. Taula de la planificació dels recursos del projecte.	7
Taula 7.2 Relació codi binari amb tecles del teclat matricial.	32
Taula 7.3 Taula de la veritat del 74HC374N.	34
Taula 7.1 Pins de connexió DB9 mascle(cable comunicació).	44
Taula 9.1 Causes i efectes medi ambientals.	58

Glossari de termes.

CI	Circuit Integrat
CO_MO	Camp d'endoll per a la connexió d'unitats del microcontrolador.
DA	Data Available → dada disponible
D I/O	Entrades i sortides digitals
EUPMT	Escola Universitària Politècnica de Mataró
JUMPERS	Ponts de connexió
IDE	Entorn Desenvolupament Integrat
KEY-ENCODER	Codificador de clau (tecla)
KIT	Joc de peçes, varietat d'equips
M1	Mòdul perifèric 1
M2	Mòdul perifèric 2
OE	Output Enable → Sortida activable.
ON-CHIP	Connexió tipus inserció de l'un sobre l'altre.
PFC	Projecte Final de Carrera.
S.O.	Sistema Operatiu
SMD	Dispositiu de muntatge superficial (<i>Surface Mounted Device</i>).
TFC	Treball Final de Carrera.
USB	Universal Serial Bus
VCC	Tensió d'alimentació.
W	Mètode de cablejat per a connexions de circuits integrats

1. Propòsit del projecte.

Disseny i construcció de dos mòduls perifèrics per la plataforma de treball MCLS Modular amb microcontrolador Infineon C515C de la família dels microprocessadors 8051.

2. Finalitat.

Per les característiques del projecte s'ha de construir la duplicitat dels mòduls proposats, en total quatre mòduls dos per a la visualització i dos per a la comunicació amb la finalitat d'integrar dos mòduls perifèrics d'experimentació per a l'entorn o plataforma de treball MCLS Modular de LUCAS NÜLLE, establir comunicació de dues plataformes mitjançant el hardware dissenyat i construït. Tanmateix, permetre la visualització de dades provinents de dispositius externs com ara un teclat matricial. També s'ha cregut necessari la implementació d'un sistema d'entrades i sortides digitals en el primer dels dos mòduls.

A més de proporcionar als futurs estudiants de EUPMT les pautes i eines necessàries per a poder desenvolupar o reproduir per complet el hardware proposat en aquest projecte, o per contra, realitzar practiques de laboratori amb l'entorn de treball modular, mitjançant els mòduls perifèrics que en aquest projecte es realitzen.

3. Objecte del projecte.

L'objecte d'aquest projecte, consistent en tres documents, memòria, plànols i estudi econòmic, dona al lector, els coneixements i eines necessaris a nivell tècnic de hardware per a realitzar els *kits* de mòduls perifèrics proposats i poder treballar amb l'entorn Mcls Modular de mode experimental, a fi i efecte de donar als futurs estudiants del Tecnocampus, la possibilitat de poder desenvolupar pràctiques amb l'entorn d'aquesta plataforma modular.

Concretament s'ha realitzat, d'una banda, el disseny i construcció d'un mòdul conjunt teclat matricial 4x4 amb quatre visualitzadors set segments i quatre registres connectats en sèrie, capaç d'interactuar amb l'entorn Mcls modular. Aquest mòdul s'integra a la plataforma mitjançant clavilles d'inserció per a l'alimentació i amb cables de connexió per a treballar amb la unitat adaptadora de 8 bits necessària i que més endavant ja es descriu detalladament el funcionament i el perquè és un component molt important, en aquest primer mòdul a més s'ha implementat un sistema d'entrades i sortides digitals, (D I/O), perquè s'ha cregut necessari disposar d'un sistema d'aquestes característiques mitjançant registres i una entrada/sortida aïllada elèctricament utilitzant un optoacoblador.

El mòdul perifèric 1 construït, d'ara en endavant M1, ha de ser capaç de visualitzar les dades entrades per teclat en els visualitzadors de 7 segments directament per configuració de connexió hardware veure esquema elèctric del mòdul perifèric 1 (config B) o per contra permetre la indicació d'informacions de 4 dígitos en components d'indicació de 7 segments indirectament, és a dir, mitjançant les connexions externes dels ports del microcontrolador dels quals disposa la unitat adaptadora de 8 bits. Així doncs, anirà a l'elecció de l'usuari el mode en que es visualitzaran les dades a més per mitjà dels casquets d'entrada D0-D3 es realitza la selecció de la posició d'indicació. Cada component d'indicació és connectat en sèrie amb els registres de 8 bits, realitzant la transmissió de dades corresponent al registre amb un flanc 0-1 en l'entrada assignada (D0-D3). D'altra banda, també s'ha dissenyat i construït un mòdul de comunicació, que ha de ser capaç, mitjançant una comunicació sèrie, transferir dades d'una plataforma Mcls Modular a una altre, a través d'una interfície de comunicació RS232 i/o RS485 la qual es podrà seleccionar amb quin mode es desitja configurar la comunicació

mitjançant ponts de connexió (jumpers). En aquest mòdul també s'implementa un sistema de visualització led simplement per a indicar d'un mode lluminós de quan s'està escrivint una dada o llegint.

Amb aquests dos mòduls que són quatre en total, es pretén oferir un “kit” fàcil d'utilitzar i amb bones prestacions, tot integrat en quatre plaques a un preu assequible.

4. Abast.

L'abast d'aquest projecte es centra en el desenvolupament de dos mòduls perifèrics per a la plataforma Mcls Modular i Lucas Nülle.

Un primer mòdul (m1) amb teclat, visualitzadors 7 segments i D I/O ha de ser capaç de visualitzar les tecles premudes per teclat, i permetre un tractament de les tecles premudes mitjançant algun dispositiu extern com pot ser un microcontrolador.

Per aquest motiu aquest mòdul es pot dir que és versàtil ja que s'ha dissenyat pensant amb la idea de crear un mòdul perifèric per a microcontrolador, capaç de visualitzar les tecles premudes per teclat, directament, gracies al xip integrat codificador de tecles (key-encoder) que incorpora el mòdul 1, permet controlar un teclat matricial de 16 tecles i enviar el codi de la tecla premuda per quatre línies de sortida del xip les quals l'usuari pot connectar al port del microcontrolador. D'aquesta manera es redueixen les línies utilitzables del port del microcontrolador.

Si per contra es vol utilitzar com a dispositiu per a visualitzar les tecles premudes directament, el mòdul 1 integra un descodificador BCD per a poder descodificar el codi de la tecla que el key-encoder envia per a les quatre línies de sortida, ara bé, tot i que el mòdul 1 permet a l'usuari múltiples opcions per a visualitzar dades, haurà de controlar l'escriptura de dades als registres que incorpora el mòdul, mitjançant software per crear una senyal de rellotge, ja que si no es fa, el mòdul 1 no visualitzarà res en els displays 7 segments.

Un altre mòdul és el de comunicacions, que permet la comunicació entre dos dispositius microcontroladors C515C, a través dels modes de configuració dels que disposa.

S' utilitza la línia de disseny del mòdul 1, amb jumpers de connexió s'escull el mode en que és vol comunicar. Aquest mòdul ofereix dos tipus de comunicació RS232 i RS485. Tanmateix disposa d'uns dispositius lluminosos per indicar si les dades són transferides o rebudes via RS232 o via RS485.

En aquest projecte també es fa un estudi d'aplicacions a mode d'exemple de funcionament per als dos mòduls dissenyats que poden servir d'exemple per a entendre millor el funcionament de tot el sistema que aquest projecte abasta.

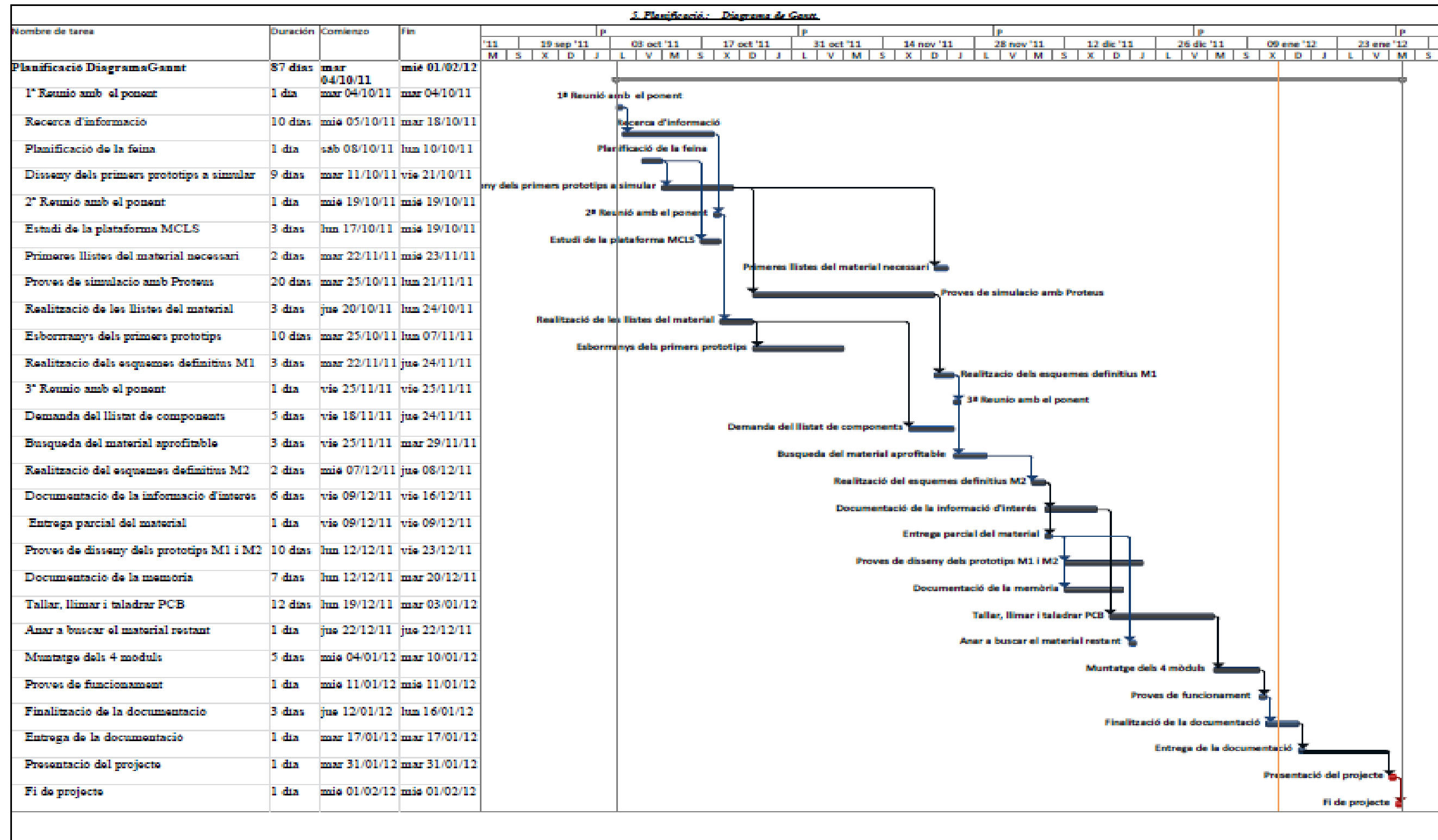
5. Planificació.

En aquest punt s'explica detalladament la planificació del projecte. En la següent taula es mostra la identificació de la tasca, la duració, començament i final.

<i>Nom de la tasca</i>	<i>Duració</i>	<i>Començament</i>	<i>Finalització</i>
Planificació Diagrama Gantt	87 dies	mar 04/10/11	Dim 01/02/12
1ª Reunió amb el ponent	1 dia	mar 04/10/11	mar 04/10/11
Recerca d'informació	10 dies	mié 05/10/11	mar 18/10/11
Planificació de la feina	1 dia	sab 08/10/11	lun 10/10/11
Disseny dels primers prototips a simular	9 dies	mar 11/10/11	vie 21/10/11
2ª Reunió amb el ponent	1 dia	mié 19/10/11	mié 19/10/11
Estudi de la plataforma MCLS	3 dies	lun 17/10/11	mié 19/10/11
Primeres llistes del material necessari	2 dies	mar 22/11/11	mié 23/11/11
Proves de simulació amb Proteus	20 dies	mar 25/10/11	lun 21/11/11
Realització de les llistes del material	3 dies	jue 20/10/11	lun 24/10/11
Esborrany dels primers prototips	10 dies	mar 25/10/11	lun 07/11/11
Realització dels esquemes definitius M1	3 dies	mar 22/11/11	jue 24/11/11
3ª Reunió amb el ponent	1 dia	vie 25/11/11	vie 25/11/11
Demanda del llistat de components	5 dies	vie 18/11/11	jue 24/11/11
Búsqueda del material aprofitable	3 dies	vie 25/11/11	mar 29/11/11
Realització del esquemes definitius M2	2 dies	mié 07/12/11	jue 08/12/11
Documentació de la informació d'interès	6 dies	vie 09/12/11	vie 16/12/11
Entrega parcial del material	1 dia	vie 09/12/11	vie 09/12/11
Proves de disseny dels prototips M1 i M2	10 dies	lun 12/12/11	vie 23/12/11
Documentació de la memòria	7 dies	lun 12/12/11	mar 20/12/11
Tallar, llimar i taladrar PCB	12 dies	lun 19/12/11	mar 03/01/12
Anar a buscar el material restant	1 dia	jue 22/12/11	jue 22/12/11
Muntatge dels 4 mòduls	5 dies	mié 04/01/12	mar 10/01/12
Proves de funcionament	1 dia	mié 11/01/12	mié 11/01/12
Finalització de la documentació	3 dies	jue 12/01/12	lun 16/01/12
Entrega de la documentació	1 dia	mar 17/01/12	mar 17/01/12
Presentació del projecte	1 dia	mar 31/01/12	mar 31/01/12
Fi de projecte	1 dia	mié 01/02/12	mié 01/02/12

Taula 5.1. Taula de la planificació dels recursos del projecte.

5.1 Diagrama de Gantt.



5.2 Planificació del projecte.

En aquest apartat s'explica la planificació de 87 dies vista que s'ha realitzat per a assolir l'objectiu final, la fi del propi.

La duració de cada tasca s'ha fet per a una planificació en el pitjor dels casos, moltes activitats planificades s'han dut a terme correctament, malgrat algun que altre contratemps amb el material tot ha anat de la manera especificada, tal i com mostra a continuació, les tasques realitzades numerades i una breu descripció de la taula 5.1 anteriorment vista.

- **1ª Reunió amb el ponent.**

Es parla del projecte, característiques generals, objectius, planificació, desenvolupament i termes generals per a iniciar a projectar.

Duració planificada: 1 dia.

Duració real: 2 hores.

- **Recerca d'informació.**

Es busca antecedents en projectes de la biblioteca del tecnocampus que tinguin relació amb el microcontrolador 8051, o altres components com teclats displays 7 segments etc... per la xarxa (internet), també en llibres d'enginyeria electrònica, (recerca de llibres, datasheets etc.).

Duració planificada: 10 dies

Duració real: de 8 a 10 dies.

- **Planificació de la feina.**

Un cop finalitat la tasca anterior, no completament, es fa la planificació de l'abast del projecte fixant els objectius principals, com ara el disseny, muntatge, documentació com a rellevants, no sobrepasant el temps establert per a cada tasca.

Duració planificada: 1 dia

Duració real: 1 dia

- **Disseny dels primers prototips a simular.**

Es fa el disseny amb el programa Isis de proteus, aquest programa permet la simulació de components electrònics, per a anar sobre segur és recomanable l'ús d'alguna eina d'aquestes característiques ja que acostumen a ser bastant fiables.

Duració planificada: 9 dies

Duració real: de 5 a 7 dies

- **2^a Reunió amb el ponent.**

Es parla de procés de disseny, i qüestions tècniques, dubtes i planificació a curt termini de les tasques futures.

Duració planificada: 1 dia

Duració real: 1 hora

- **Estudi de la plataforma MCLS.**

Es comença a tenir els primers contactes amb la plataforma, s'esbrinen característiques que impliquen canvis en el disseny dels mòduls.

Duració planificada: 3 dies

Duració real: de 3 dies

- **Primeres llistes del material necessari.**

Després de tenir el disseny pràcticament definitiu, es realitzen les primeres llistes de material necessari per a la construcció dels prototips. I es mira l'estoc de la web de materials disponibles, per a major aprofitament de components i altres.

Duració planificada: 2 dies

Duració real: 2 dies

- **Proves de simulació amb Proteus.**

Després de fer moltes proves amb prototips de dissenys dels dos mòduls, es comença a fer ja les proves de simulació amb només 3 dissenys per a cada mòdul.

Duració planificada: 20 dies

Duració real: 19 dies

- **Realització de les llistes del material.**

Es fan les llistes definitives de material en format d'arxius *.xls de office i es comprova que tot el material estarà disponible, almenys el que es té disponible del tecnocampus.

Duració planificada: 3 dies

Duració real: 3 dies

- **Esborrans dels primers prototips.**

Es treballa sobre 2 esquemes definits per a cada mòdul.

Duració planificada: 10 dies

Duració real: 10 dies

- **Realització dels esquemes definitius M1.**

Documentació dels esquemes elèctrics revisats i preparació del volum de contingut d'una part del projecte (Plànols)

Duració planificada: 3 dies

Duració real: 3 dies

- **3ª Reunió amb el ponent.**

Es parla de la documentació realitzada, a fer, la previsió i al compte enrere del objectiu.

Duració planificada: 1 dia

Duració real: 1,5 hores

- **Demanda del llistat de components.**

Es demana el material d'entrega, tot i que està disponible al tecnocampus cal seguir un ordre i provoca la pèrdua de temps, tot i que menys del que es planifica.

Duració planificada: 5 dies

Duració real: 3 dies

- **Realització del esquemes definitius M2.**

Un cop revisats es realitzen els plànols dels esquemes elèctrics dels mòduls 1 i 2 de la documentació del projecte present.

Duració planificada: 2 dies

Duració real: 2 dies

- **Documentació de la informació d'interès.**

S'inicia una recopilació de tota la informació de que es disposa i es fa una selecció de les dades rellevants.

Duració planificada: 6 dies

Duració real: 6 dies

- **Entrega parcial del material.**

Es comptabilitza aquesta tasca ja que realment suposa una pèrdua de temps no significativa a curt termini però si quan són accions que es van repetint al llarg del temps.

Duració planificada: 1 dia

Duració real: 1 dia

Proves de disseny dels prototips M1 i M2.

Es fan proves de funcionament dels principals circuits amb plaques del tipus protoboard i es comprova que realment el que s'ha simulat anteriorment amb el programa Isis de proteus funcioni com es descriu.

Duració planificada: 10 dies

Duració real: 10 dies

- **Documentació de la memòria.7**

Cal dir, que aquesta tasca s'ha anat realitzant al llarg dels 60 dies restants a la finalització de la entrega de la documentació, però que s'ha intensificat en els últims dies arrel de modificacions d'última hora en la documentació i fe de errades comeses.

Duració planificada: 7 dies

Duració real: 7 dies

- **Tallar, llimar i taladrar PCB.12**

Es prepara i processa tot el material disponible entregat per a donar forma al cos dels mòdul dissenyats.

Duració planificada: 12 dies

Duració real: 12 dies

- **Anar a buscar el material restant.**

Entrega de l'últim pack de material que resta per a completar el disseny.

Duració planificada: 1 dia

Duració real: 1dia

- **Muntatge dels 4 mòduls.**

Començament al muntatge dels dos mòduls, es fa per fases per no errar cap connexió ja que es munta amb el sistema wire – wrap que es un sistema que ajuda a escurçar el muntatge perquè no necessita de una placa de circuit imprès

Duració planificada: 5 dies

Duració real: 5dies

- **Proves de funcionament.**

Es fan les proves de funcionament corresponent al mòdul 1 i el mòdul 2, s'estableix la comunicació sèrie entre la plataforma i el PC i s'estudia el comportament dels components principals.

Duració planificada: 1 dia

Duració real: 1 dia

- **Finalització de la documentació.**

Finalització y realització de tots els documents del projecte, segons normativa UPC.

Duració planificada: 3 dies

Duració real: 3dies

- **Entrega de la documentació.**

- **Presentació del projecte.**

- **Fi de projecte.**

* Cal esmentar que hi ha proves de programació que es preveuen fer més endavant i que els programes utilitzats en el document annex adjunt poden ser o no els mateixos que els del dia de la presentació del projecte.

* Tanmateix aquest fet manca d'importància, ja que aquest projecte te com a finalitat el disseny i muntatge de hardware de perifèrics per el s microcontroladors de la família del 8051, i no de la programació software que l'usuari pot realitzar de manera personalitzada.

6. Introducció a la plataforma de MCLS Modular.

En aquest projecte, es obí fer una explicació detallada de què és i com funcionen certs elements de la plataforma de treball MCLS Modular, ja que al llarg d'aquest projecte es desenvolupen dos mòduls perifèrics que han de funcionar adaptant-se a les especificacions físiques i a les característiques tècniques d'aquesta plataforma.

6.1 Descripció del sistema.

Situació actual.

Avui en dia la demanda per cursos de formació en microcontroladors d'alt nivell i orientats a la pràctica és cada vegada més gran, però les institucions d'ensenyament disposen de pressupostos cada vegada menors per a l'equip d'ensenyament que ha de ser renovat freqüentment a causa de la rapidesa amb que apareixen nous xips al mercat. En casos extrems pot passar que l'equip d'experimentació recentment adquirit als pocs mesos ja no pugui satisfer les noves exigències: l'interval de temps entre cada adquisició és cada vegada més curt augmentant els costos d'inversió.

El que vol disposar de d'experimentació només té dues possibilitats sobre la base de l'oferta actual del mercat: adquirir un " kit de microcontrolador" dels que s'ofereixen de diferents fabricants amb diferents prestacions de rendiment i preus econòmics, o decidir-se per un dels pocs sistemes professionals d'entrenament en microprocessadors.

Una última opció que és l'objecte d'aquest projecte és la de dissenyar i construir el teu propi " kit de mòduls" per a l'entrenador, aquesta opció només serveix per a aquells que tenen formació tècnica específica.

6.2 Descripció del hardware.

A continuació es mostra la plataforma de treball amb alguns mòduls que MCLS-modular posa a disposició de l'usuari.

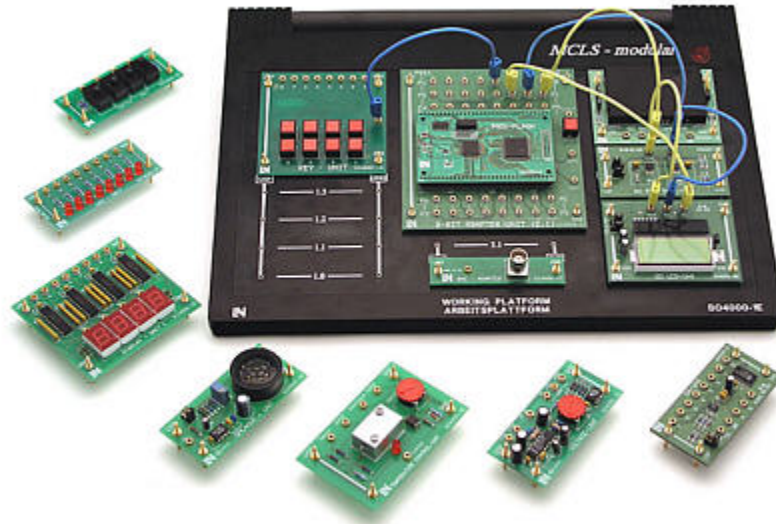


Figura 6.1 Kit hardware Mcls-modular.

La plataforma d'experimentació en forma de pupitre, és un panell de connexions per inserir les unitats de microcontrolador i dels mòduls experimentals.

Mcls modular ofereix un gran nombre de sortits modulars de diferents caires dins del camp de l'electrònica, i en especial en l'apartat de l'electrònica experimental o de laboratori, permet microcontroladors, microprocessadors i processadors digitals de senyals de diferents fabricants, una estructura configurable per la realització d'experiments i assaigs i un requeriment baix d'espai de memòria per a treballa amb qualsevol estació de treball connectada a l'ordinador mitjançant una interfície d'usuari (IDE) per Windows NT,2000 i el XP.

Per a sistemes operatius més nous, la sol.lució es crear una màquina virtual per poder treballar amb la interfície.

De tota aquesta gamma d'accessoris ens fixarem en els mòduls que són rellevants per a complir l'objectiu d'aquest projecte.

6.2.1 La plataforma S04000-1F.

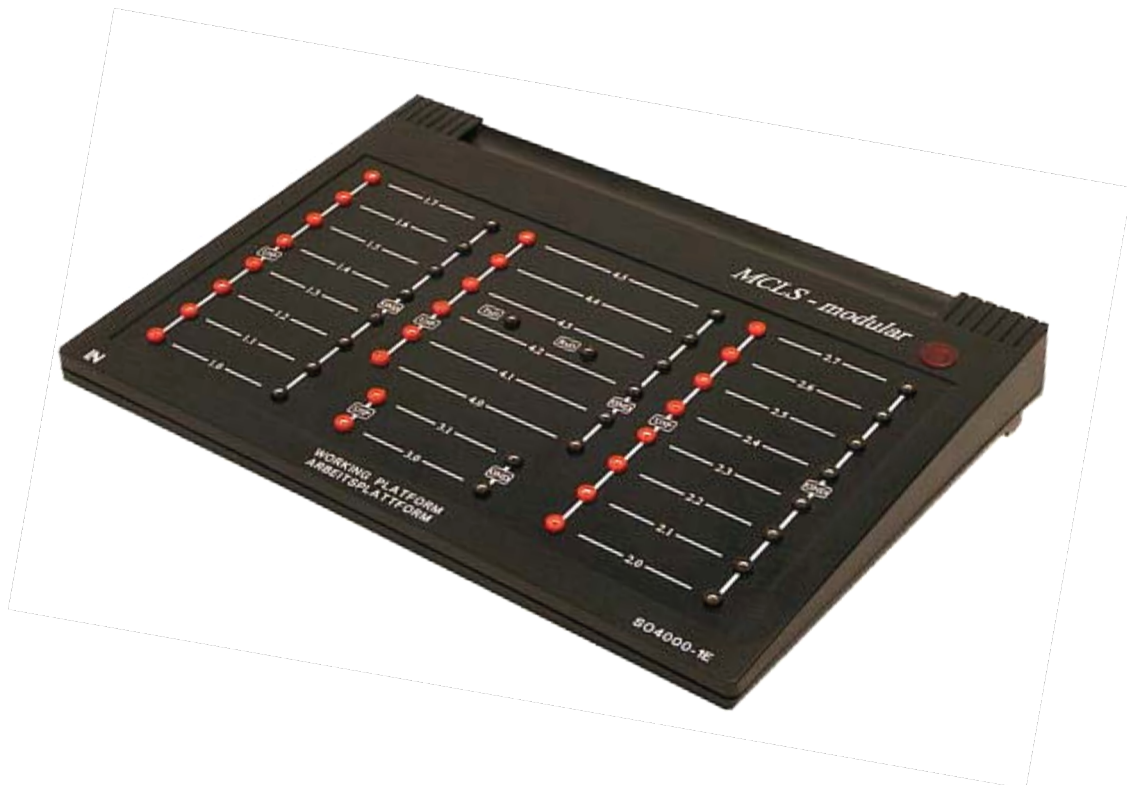


Figura 6.2 Plataforma de treball.

S'utilitza una caixa plana amb inclinació regulable, la cara superior (aproximadament de 310mm x 166 mm) està formada per connexions *co-mo* camp d'endoll per a la connexió de les unitats de microcontrolador i dels mòduls experimentals (indirectament per mitjà d'unitats d'adaptador).

Per a la connexió segura de les unitats i dels mòduls en el camp d'endoll i per a la connexió entre ells s'empra un sistema de connexió per endoll de laboratori de 2mm.

En aquesta caixa hi ha instal·lada una font de corrent secundària a prova de curtcircuits. Per a alimentar els mòduls amb una tensió de servei de +5V, els potencials U5P y GND internament estan connectats en fileres de camp d'endoll CO-MO amb les clavilles del panell per a la alimentació de la tensió de servei dels mòduls d'experimentació.

Les altres tensions necessàries es poden generar per mitjà d'un mòdul d'experimentació especial o es poden alimentar des de l'exterior.

A la cara dorsal de la plataforma estan ubicats els casquets per a l'alimentació de la tensió contínua bruta d'un regulador de connexió i el casquet SUB-D de 9 pols per a la connexió en sèrie amb l'ordinador principal (Host-PC).

Com a unitat d'alimentació primària es recomana emprar la unitat d'alimentació SO4000-1F, ja que aquesta està adaptada a l'estabilització interna de tensió de +5 V. Un augment de la potència de la unitat d'alimentació primària no condueix a un augment de la potència en els casquets d'alimentació de corrent de la plataforma de treball per als mòduls.

6.2.2 Unitat adaptadora.

Les unitats adaptadores s'utilitzen per a la col·locació dels mòduls del microcontrolador inserits, essent la seva funció principal la connexió per contacte dels perifèrics 'on-chip'.

La següent figura mostra la imatge real de la unitat adaptadora necessària per treballar amb el microcontrolador.

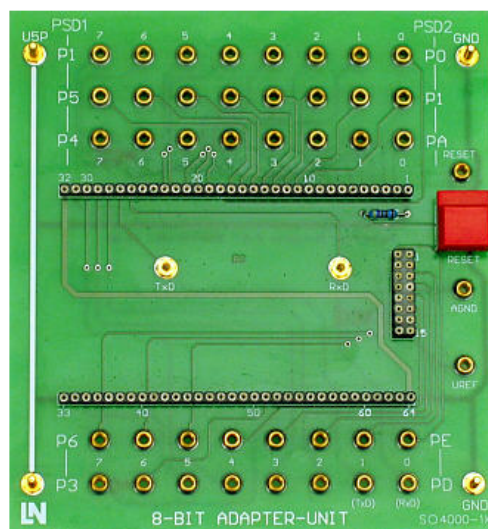


Figura 6.3 Unitat adaptadora 8 bits.

Aquesta unitat permet funcions com la connexió sèrie del mòdul microcontrolador amb la plataforma d'experimentació, també incorpora un botó de 'reset' per als mòduls d'experimentació que l'usuari utilitzi.

6.2.3 El mòdul PSD1-Flash.

Aquest mòdul és un dels més importants i delicats que presenta una tecnologia SMD d la mida d'una tarja de crèdit amb el microcontrolador C515C.



Figura 6.4 Mòdul PSD1-Flash.

La freqüència en que treballa el microcontrolador C515C es de 6Mhz, això es tradueix amb un temps d'execució per a un cycle de màquina de 1 μ s.

Gràcies al xip PSD854F2 que es un microcontrolador programable de STMelectronics, les connexions externes del C515C han estat reduïdes a un mínim de 20 línies de port programables, el PSD854F2 ofereix 256KB de memòria flash en 8 blocs de 32 KB, 23KB de sRAM i una interfície JTAG per a la programació del sistema.

6.3 Descripció del software.

6.3.1 L'entorn de desenvolupament integrat (IDE).

Les principals tasques de la plataforma IDE són:

- Integració de les eines de desenvolupament necessàries.
- Gestió de projectes.
- Disposició d'interfícies per a l' integració flexible d'eines de desenvolupament.

En la següent figura es mostra el diagrama de blocs de les interfícies disponibles a l' IDE.

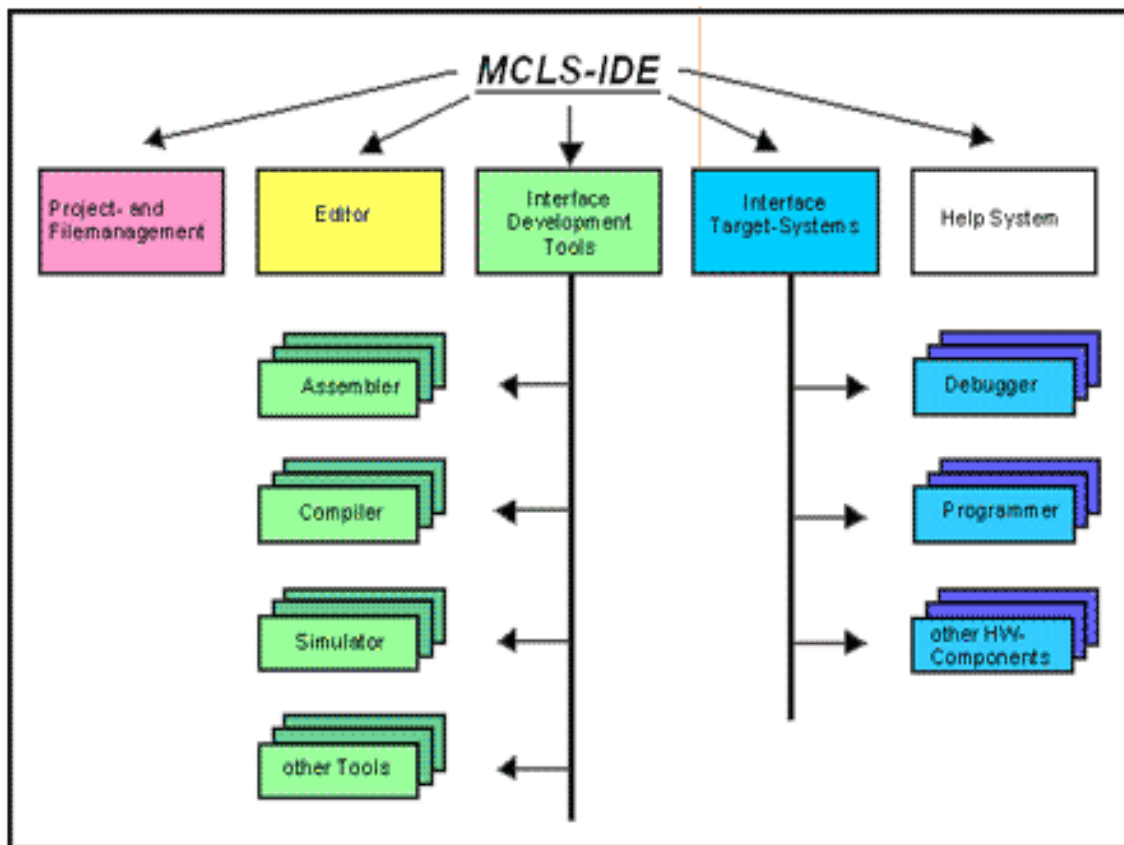


Figura 6.5 Diagrama de blocs Interfícies de l' IDE.

* Cal recordar que el software no treballa amb sistemes operatius moderns com ara el Windows7 sinó que ho fa sota S.O. més antics.

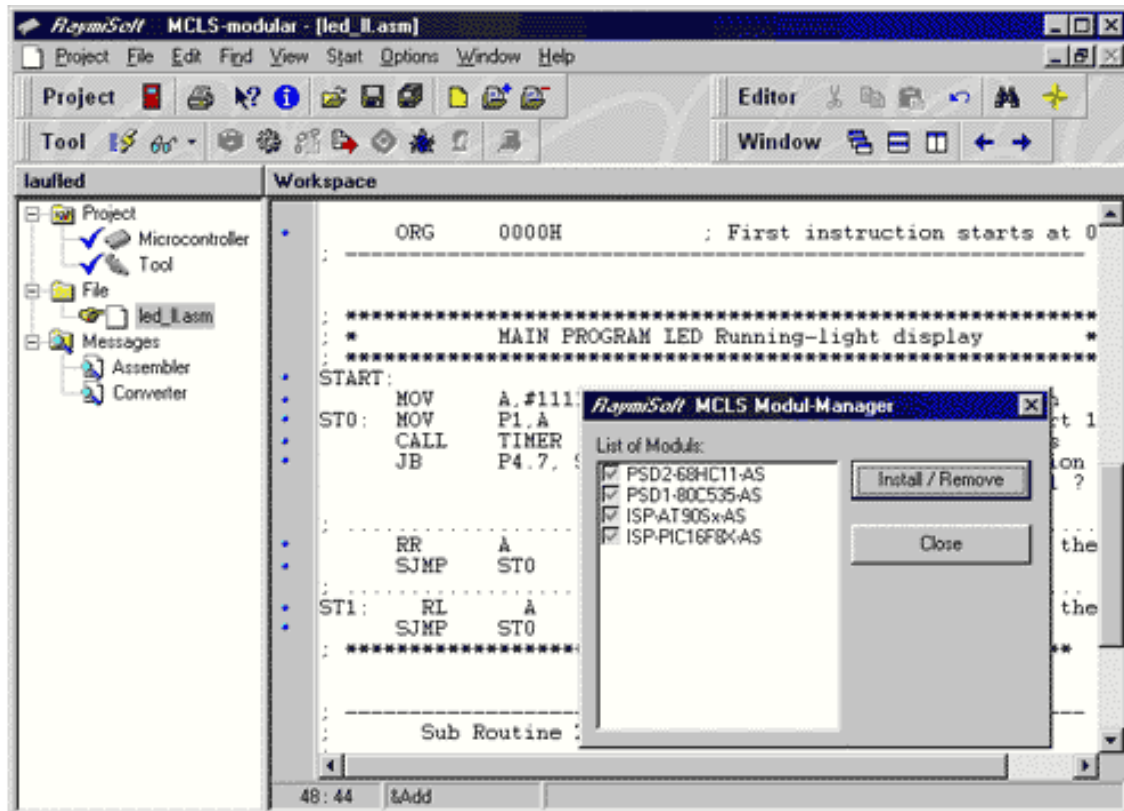


Figura 6.6 Prestacions del programa IDE 3.10.

Entre les eines de desenvolupament es troben a disposició un compilador, un ensamblador, un simulador i un depurador, entre d'altres. L'eina a ser utilitzada dependrà del sistema de destinació i de la decisió de l'usuari. La configuració estàndard del MCLS-modular inclou eines apropiades per als microcontroladors respectius. No obstant això, l'usuari pot integrar les eines que desitgi a l'entorn l'IDE.

L'IDE del sistema d'experimentació és tan funcional, que permet a l'usuari reaccionar de manera molt flexible i ràpida davant els problemes més diversos durant la realització de projectes amb diferents microcontroladors.

Les definicions configurades per l'usuari per les eines de desenvolupament i la resta de configuracions que formen part d'un projecte poden ser molt fàcilment canviades o guardades per a la seva reutilització.

Això permet a l'usuari preparar diverses definicions de projectes per a diferents aplicacions, i carregar immediatament quan desitgi treballar-hi.

L'IDE compta amb les següents funcions:

- Administració de projectes i dades.
- Editor amb funció de navegació.
- Interfície per a la integració d'eines de desenvolupament específiques d'un projecte.
- Funció de terminal integrada.
- Avaluació d'errors en el codi font per l'assemblador.
- Accés als llocs web de l' MCLS-modular.
- Gràcies a les funcions operacionals basades en Windows, l' IDE és molt fàcil de d'utilitzar i no es requereixen coneixements especials. L'usuari pot seleccionar les ordres a través de menús desplegable o botons amb símbols (icones).

En la següent figura es mostra el software IDE 3.10 que s'utilitza.

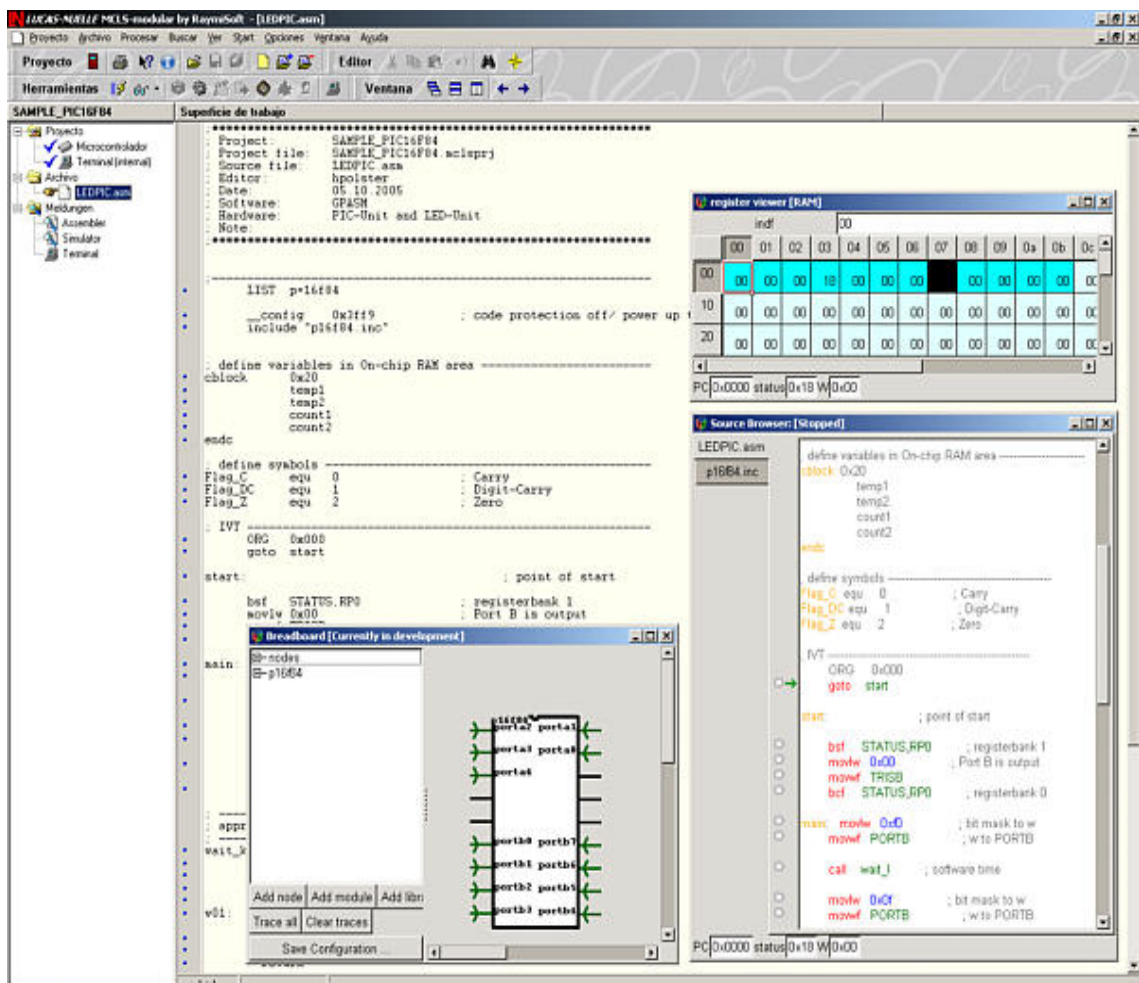


Figura 6.7 Programa IDE 3.10.

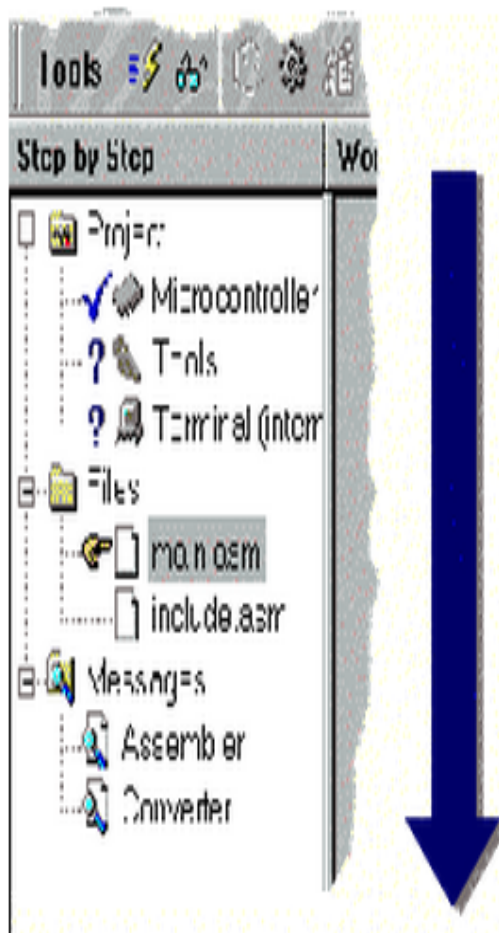
El procés que es segueix per a poder carregar arxius al programa es el següent.

- Activar l'opció per desar automàticament els fitxers de codi font abans d'una nova execució del assemblador / compilador a través del menú Opcions / IDE / Propietats.
- Activar a la carpeta "Editor" del diàleg l'opció "Guardar tots els arxius sense confirmació".
- Obrir el projecte d'exemple desitjat al directori \ Exemples \.
- Començar la cadena d'eines del programa d'exemple amb la comanda "Make".
- Muntar el maquinari per a l'exercici segons els comentaris en el programa d'exemple seleccionat.
- Connectar el PC amb la plataforma d'experimentació utilitzant el cable d'interfície (preferentment COM1).¹
- Connectar la font d'alimentació externa a la plataforma (unitat d'alimentació endollable).
- Carregar el codi de programa des del PC cap a la memòria de programa del microcontrolador usant les següents eines segons el dispositiu de destinació: el depurador, si la destinació és el mòdul PSD1 o PSD2 del programari de programació, per a la unitat ISP de Atmel.
(Start>> Eines>> User-Tool>> programar la memòria Flash on-xip).
- Iniciar el programa per al mòdul de microcontrolador seleccionat. 'Comando' F9 per iniciar el depurador, si la destinació és PSD1 o PSD2.

Quan s'hagin completat tots aquests passos, es podrà començar amb els programes propis sense cap problema.

² (Si hi ha dificultats per establir la comunicació entre el PC i el dispositiu de destinació, es pot recórrer a un altre port COM del PC.).

6.4 Ajust del perfil d'eina.



En l'elaboració d'un projecte es recomana observar l'ordre de la configuració segons la direcció de la fletxa a l'esquerra.

1. Fer clic en la ramificació Microcontrolador per a la selecció o l'ajust d'un perfil d'eina de microcontrolador.
2. Fer clic en la ramificació Eines (Tools) per a la inserció de les eines necessàries.
3. Com a opció fer clic a la ramificació Terminal per a l'ajustament dels paràmetres de terminal, si es va a emprar el terminal integrat.
4. Escriure els textos de programa per al projecte.

Figura 6.8 Perfil d'eina.

La finestra per a la configuració del perfil d'eina de microcontrolador es pot sol·licitar mitjançant el menú Opcions al punt de menú Projecte o per mitjà de la selecció en l'arbre de menú fent clic a la ramificació Microcontrolador.

7. Solució tecnològica.

7.1 Introducció.

Arribats en aquest punt, s'expliquen les solucions adoptades per a integrar kits de mòduls perifèrics amb la versatilitat descrita anteriorment, sense excloure cap funcionalitat, i amb el mòdul 2, aconseguim que la plataforma de treball adquireixi una nova funció, com és la de poder connectar dispositius entre si, obrin nous ventalls de possibilitats que van des de compartir informació fins a controlar altres dispositius.

Per explicar una mica amb paraules clares, per part de la casa MCLS modular, s'incorpora una plataforma de treball, una unitat adaptadora de 8 bits, i la tarja del microcontrolador C515C (família del μ 8051) PSD1-Flash.

La part pròpia del projecte incorpora dos mòduls complets de teclat i displays 7 segments amb I/O digitals, i dos mòduls complets de comunicació RS232 & RS485.

Tenint els quatre mòduls més la part Mcls modular, es pretén connectar mitjançant els dispositius descrits les dues plataformes de forma sèrie amb el mòdul de comunicacions i aquest amb l'altre, del segon mòdul es connectarà a la segona plataforma.

El mòdul 1 es connecta amb el mòdul 2 i els altres dispositius a través de la plataforma de treball per a l'alimentació, com el mòdul 2 de comunicacions i a través de les línies de port de la tarja PSD1-Flash extretes per la unitat adaptadora de 8 bits que es disposa.

En la figura següent es mostra d'un mode gràfic el diagrama de blocs funcional del projecte, amb tots els dispositius necessaris per a complir amb el que s'ha explicat fins ara.

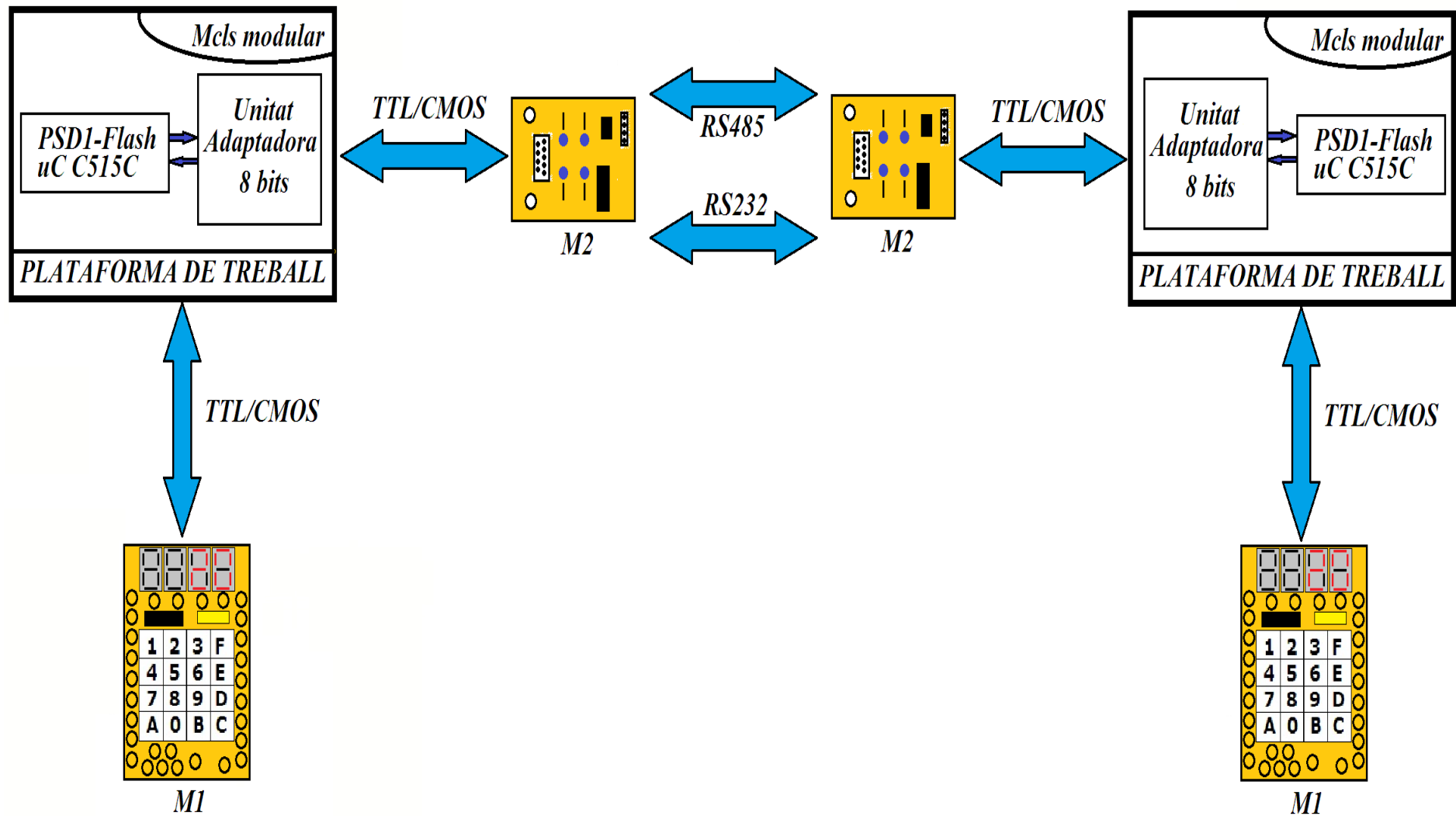


Figura 7.1 Diagrama de blocs del projecte.

7.2 Mòdul teclat i displays 7 segments amb I/O digitals

Aquest mòdul està compost d'uns components importants, els quals l'elecció encertada és clau ja que són components que condicionen l' integració d' altres elements del circuit.

En els següents subapartats es detallen de major a menor importància tots els components principals del mòdul.

7.2.1 Teclat ECO 4x4 i key-encoder MM74C922.

Sovint en molts processos de caire electrònic, es necessita transmetre certa informació a un dispositiu com ara un microprocessador o microcontrolador, una forma de solucionar aquest problema és utilitzant polsadors o selectors, és una solució molt senzilla, però només és bona quan es vol transmetre dades simples, quan requereix interactuar amb informació de més contingut, llavors el més habitual és utilitzar teclats matricials.

El mòdul de teclat i displays 7 segments integra un teclat de 4 files x 4 columnes disposats de forma matricial com el que es mostra a la figura 7.2.1.1



Figura 7.2 Teclat matricial ECO 4x4

Aquest tipus de teclat es pot controlar de dues maneres, una d'elles es la de connectar cada pin 8 en total, a les 8 línies d'entrades i sortides a més es necessita d'una circuiteria externa com ara resistències de pull-up o díodes de protecció per l' anti-rebot dels polsadors etc.. L'altre opció que és la que s'escull en aquest projecte es la de utilitzar un codificador de tecla.

Alhora d'escollir un integrat hi ha varis fabricants, però hem escollit el MM74C922 de *Fairchild Semiconductor* ja que el mòdul s'ha d'integrar a la plataforma de MCLS MODULAR i aquesta proporciona una alimentació de 5V entre els seus borns de connexió, però no s'escull només per aquesta característica aquest dispositiu incorpora unes característiques molt interessants les quals han fet que ens inclinéssim per aquest xip. I que són les següents.

- Ampli marge de tensió d'alimentació que va de 3Vcc a 15Vcc.
- Té resistències de pull-up integrades.
- Detecció de tecla polsada en cas de pulsació simultània.
- Sortida tri-state compatible amb nivells TTL de baixa potència.
- Baix consum de 0,55mA a 1,1 mA.
- Eliminació d'anti-rebots mitjançant un condensador extern.
- Oscil·lador excitat per un condensador extern.
- Memorització tecla polsada en registre latch connectat a les sortides.

El dispositiu MM74C922 incorpora electrònica de lògica digital necessària per a les interfícies entre sistemes digitals i el teclat matricial 4x4 tecles. Aquest xip converteix la tecla polsada en un valor a nivell de nibble de 4 bits.



Figura 7.3 Encapsulat del MM74C922N.

Aquest integrat permet fixar una freqüència d'escaneig del teclat en funció del valor de un dels dos condensadors externs que anirà a l'elecció de l'usuari. L'altre condensador extern serveix per a establir un temps d'anti-rebot del les tecles fent d'aquesta manera un integrat versàtil per a combinar amb molts teclats diferents.

En la figura 7.2.3, la gràfica de l'esquerra mostra la freqüència d'escaneig que s'obté del sistema en funció del valor de un dels condensadors externs. Mentre que la gràfica de la dreta mostra el temps d'anti-rebot que s'obindrà en funció del valor del segon condensador extern que es posi.

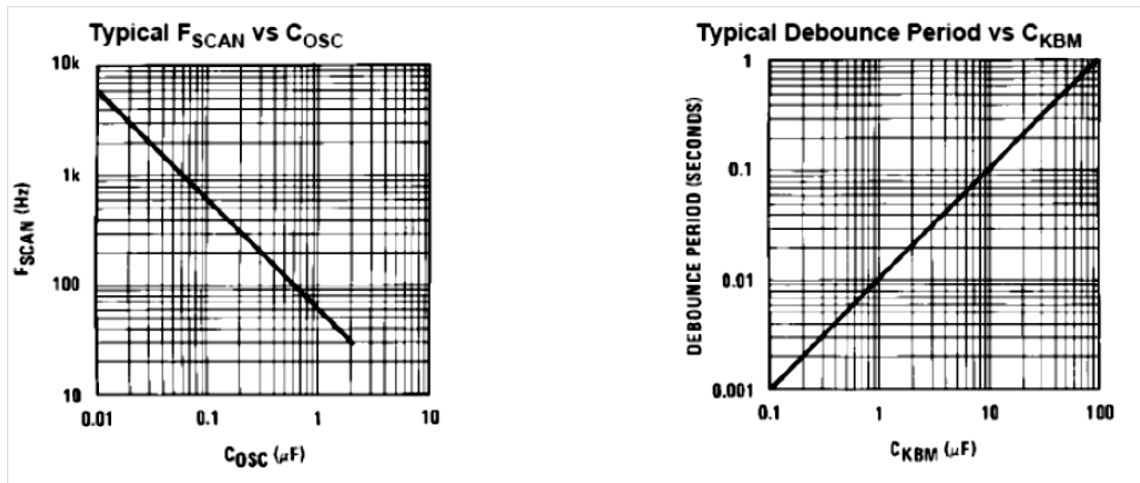


Figura 7.4 Gràfiques de freqüència del key-encoder.

En els cas que ocupa, per obtenir una freqüència d'escaneig màxima de 6 KHz es posa un condensador de $0,01\mu\text{F} \rightarrow 10\text{nF}$, s'escull aquesta freqüència d'escaneig per la simple raó de dotar el teclat de pulsació ràpida, però si es vol o el sistema requereix d'una freqüència inferior només s'ha de substituir el condensador de 10nF per un de 100nF i s'obté un valor de freqüència de 600Hz . D' igual forma per una freqüència mínima posant un condensador de $1000\text{nF} \rightarrow 1\mu\text{F}$ s'obté 60Hz .

Òbviament aquests valors de màxima i mínima freqüència els dona el fabricant, si es configura amb els valors dels condensadors fora del rang, l' integrat no funcionarà correctament o simplement no ho farà. En el nostre cas, fer treballar l' integrat al límit suposa un risc assumible ja que si no funciona es canvia per un de $100\text{nF} \rightarrow 600\text{Hz}$ en el mòdul 1.

D' igual mètode s'obté el temps d' anti-rebot de les tecles, en aquest projecte s' imposa un temps de 10ms integrant un condensador de $1\mu\text{F}$ que es el que diu el fabricant, 10ms es un temps normal en la taula de rang.

Els rangs màxims i mínims del temps d' anti-rebots de la tecla s'obtenen a partir de:

$$C = 0,1\mu\text{F} \rightarrow 100\text{nF} \text{ llavors } T = 1\text{ms} ; C = 100\mu\text{F} \rightarrow 0,1\text{mF} \text{ llavors } T = 1\text{s}$$

En la figura següent es mostra la connexió del teclat 4x4 a key-encoder i la configuració dels condensadors establerta anteriorment.

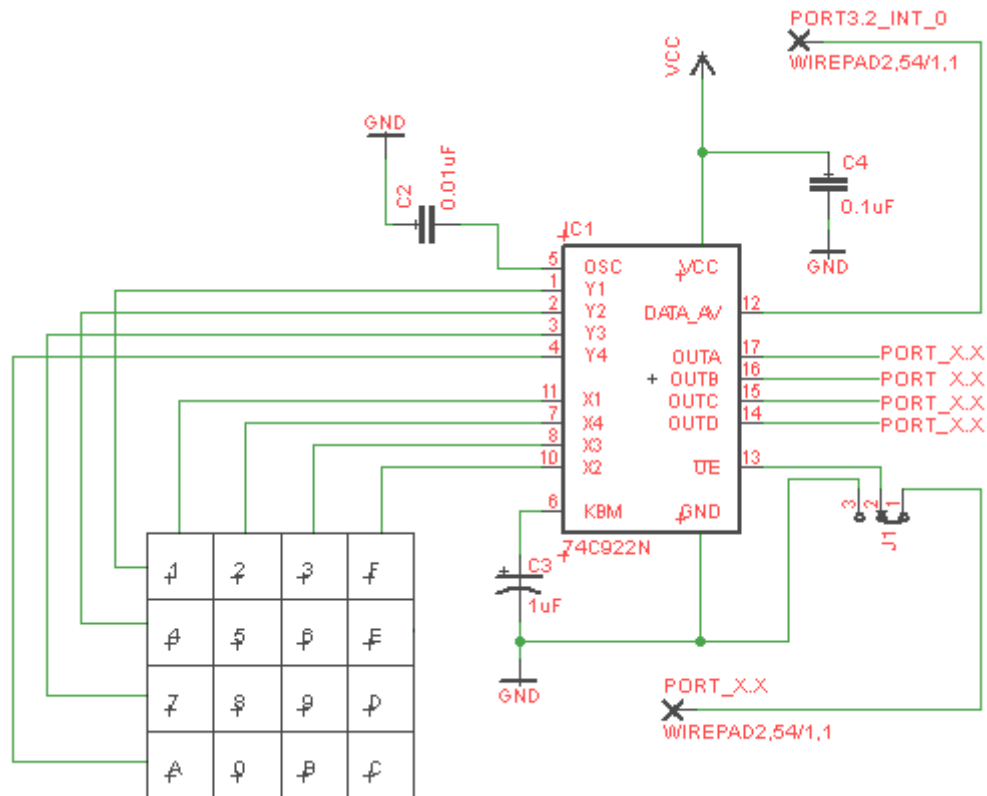


Figura 7.5 Connexió del key-encoder al sistema.

El jumper 1 (J1) que es posa a l' OE (output enable) del MM74C922 és simplement per dotar el mòdul 1 de versatilitat, en la posició del jumper J1₍₃₂₎ a massa (nivell TTL 0), s'aconsegueix tenir sempre les sortides A,B,C,D habilitades i la dada de la tecla polsada disponible sempre, ara bé si es passa a la posició del jumper 1 a J1₍₂₁₎ llavors l'usuari podrà triar quan habilitar o no les sortides mitjançant un senyal d'habilitació proporcionat per un dispositiu extern com ara el microcontrolador de la plataforma Mcl8 Modular.

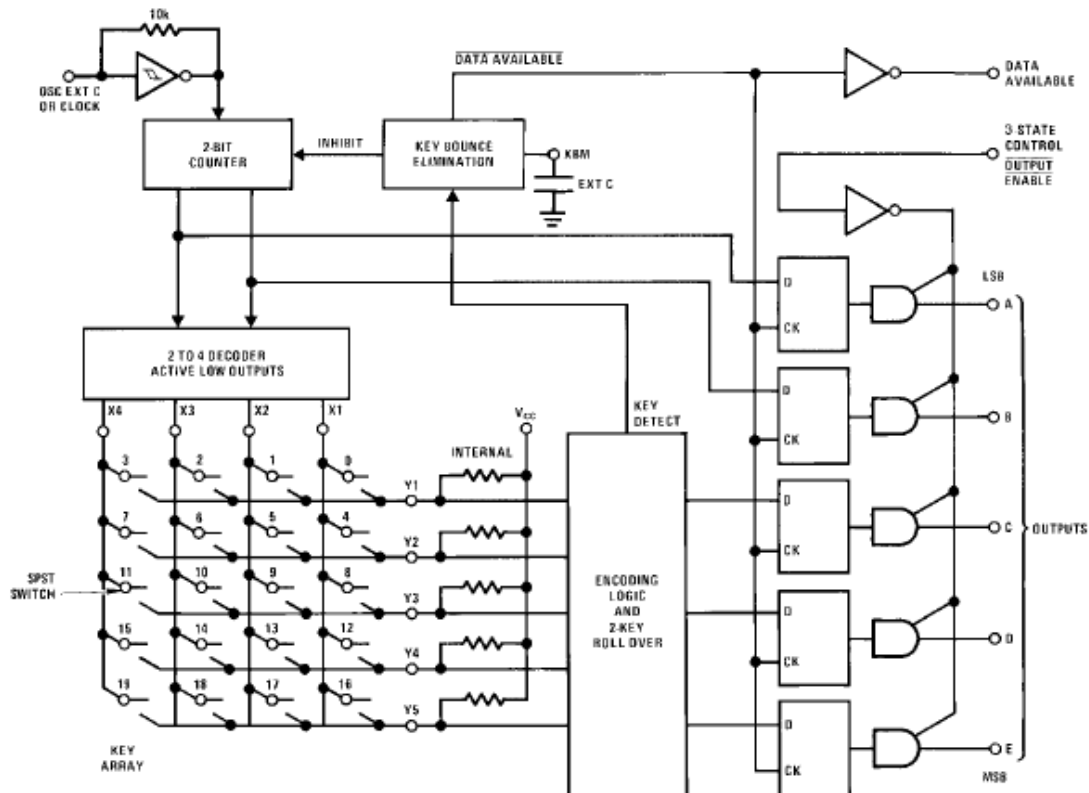


Figura 7.6 Diagrama de blocs del MM74C922N amb el teclat matricial 4x4.

Quan el teclat està en repòs, no hi ha cap tecla pulsada, les files Y1,Y2,Y4,Y4, es mantenen en estat alt per l'acció de les resistències internes de pull-up, mentre que les sortides de les columnes X1,X2,X3,X4, es troben amb un '0' lògic que es va desplaçant a través de les sortides de forma seqüencial.

La freqüència d'escaneig controlada per un oscil·lador *Schmitt trigger* un descodificador de 4 bits i un comptador de 2 bits permet desplaçar el '0' lògic per les sortides que són de drenador obert i estan $\frac{1}{4}$ del temps en estat baix i les altre $\frac{3}{4}$ parts del temps es troben en estat d'alta impedància. Això en definitiva permet un menor consum de l'integrat.

Si ara la tecla 5 és pulsada, no passa res fins en el moment que el temps d'escaneig llegeix la columna X2, en aquest instant quan la sortida X2 es posa en estat baix i l'entrada Y3 també ho fa el comptador es desactiva mantenint X2 en estat baix, seguidament s'activa el circuit d'anti-rebots de tecla i automàticament es bloquegen

totes les entrades en l'estat que estiguin, llavors el codi representat per la fila Y3 i la columna X2 combinats representen el codi de la tecla.

Un cop acabat tot aquest procés, a les sortides del MM74C922N que són A,B,C,D, s'obté el codi de la tecla expressat en binari, i quan el temps establert per configuració de l'anti-rebot s'esgota el registre latch intern format per 4 bàscules D grava el codi de la tecla i el pin de sortida DA passa a l'estat alt, que en el cas del mòdul 1 dissenyat, s'aprofita per connectar aquest senyal al pin del microcontrolador que activa la interrupció externa del C515C de MCLS MODULAR.

A la següent taula es mostra la relació del codi segons la tecla polsada.

<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>D</i>	<i>Tecla</i>
0	0	0	0	1
0	0	0	1	2
0	0	1	0	3
0	0	1	1	F
0	1	0	0	4
0	1	0	1	5
0	1	1	0	6
0	1	1	1	E
1	0	0	0	7
1	0	0	1	8
1	0	1	0	9
1	0	1	1	D
1	1	0	0	A
1	1	0	1	0
1	1	1	0	B
1	1	1	1	C

Taula 7.2 Relació codi binari amb tecles del teclat matricial.

Per acabar recordar que el pin *output enable* permet l'activació de les sortides del latch intern del key-encoder i que el mòdul 1 permet escollir si es volen sempre activades o controlar-les mitjançant un senyal del microcontrolador generat per software, tot això amb el jumper 1 J1 que incorpora el mòdul.

7.2.2 El registre latch 74HC374N.

En el processament digital de dades cal amb freqüència retenir les dades en certes ubicacions intermèdies de l'emmagatzematge temporal, amb l'objecte de realitzar algunes manipulacions específiques.

Dels dispositius digitals s'obté aquest emmagatzematge temporal, i que es coneixen com registres de corriment o registres de desplaçament. Atès que la memòria i el desplaçament d'informació són les característiques bàsiques, els registres són circuits seqüencials constituïts per bàscules flip-flops, on cada una d'elles controla un bit de la paraula binària.

Hi ha diferents tipus d'entrades i sortides en els registres de desplaçament, en la següent figura es mostra els tipus que existeixen.

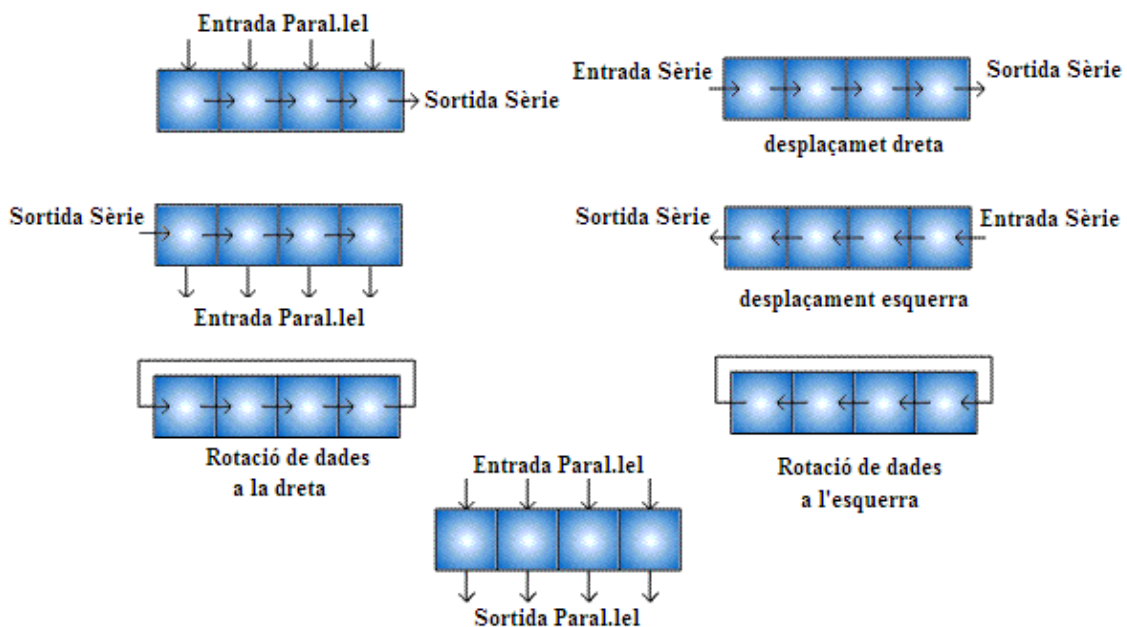


Figura 7.7 Tipus de registres de desplaçament.

El mòdul 1 s'ha dissenyat pensant en registres de desplaçament paral·lel/paral·lel, el 74HC374N és un registre de desplaçament que té integrat un conjunt de 8 bàscules *flip-flops* tipus D amb sortides tri-state sensibles al flanc de pujada d'una senyal de rellotge, en la següent figura es mostra l'encapsulat de l' integrat utilitzat en aquest projecte.



Figura 7.8 Encapsulat del registre latch.

El control d'escriptura de les entrades a les sortides del latch es pot aconseguir de dues maneres. La següent taula mostra la taula de la veritat que aquest integrat proporciona en funció de les senyals de control que incorpora.

ENTRADES			SORTIDES
\overline{OE}	CP	Dn	Qn
L	↑	H	H
L	↑	L	L
L	L	X	Q0
H	X	X	Z

Taula 7.3 Taula de la veritat del 74HC374N.

Una manera seria col·locar un integrat oscil·lador per generar el pols de rellotge com ara el conegut timer NE555N, i habilitar les sortides o no a voluntat, per mitjà d'una senyal que controla el microcontrolador connectada al pin OE del registre, però aquesta opció no es contempla en aquest projecte, encara que amb aquest mètode s'elimina una línia de control al microcontrolador, la manera en què el mòdul 1 obté el control, es per mitjà de dos senyals del microcontrolador e515c del mòdul PSD1-flash que incorpora la plataforma MCLS modular, els quals estan connectats a les entrades OE i CP, permeten així generar el pols de rellotge necessari per software i habilitar les sortides a voluntat també per programa el qual l'usuari ha de crear i carregar en el microcontrolador.

D'aquesta manera s'obté un control total de les entrades i sortides del registre, per part de l'usuari. La següent figura mostra la connexió en el circuit dels registres latch 74HC374N amb el microcontrolador del PSD1-Flash utilitzats pel mòdul 1.

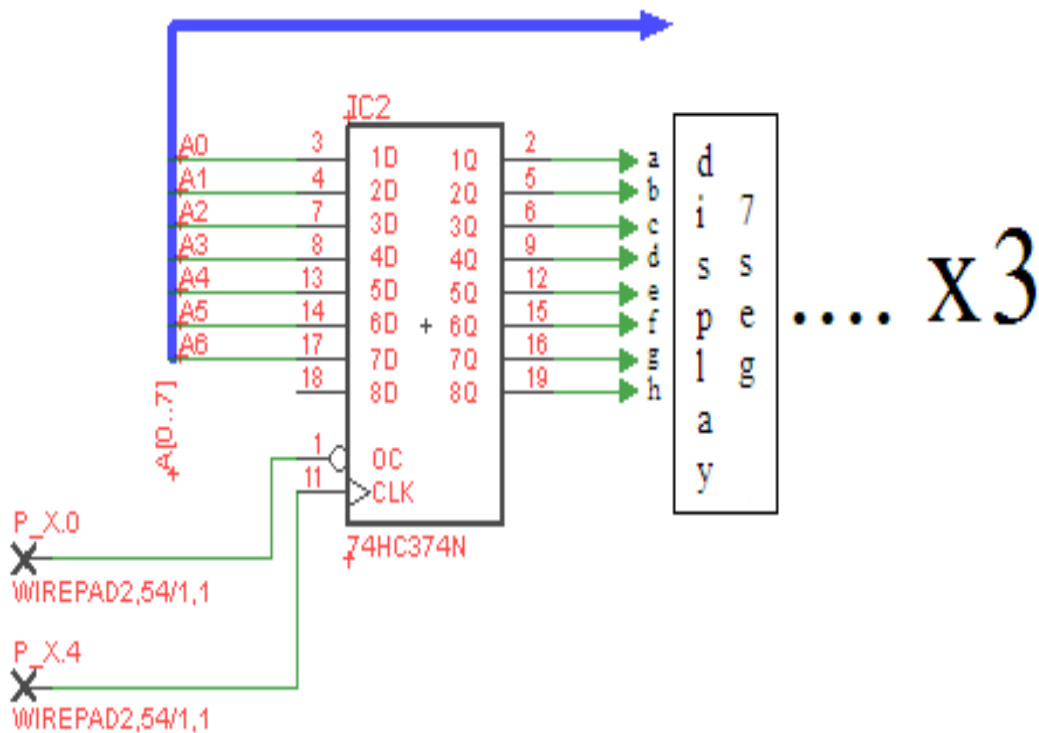


Figura 7.9 Connexió dels registres latch.

L'inconvenient d'utilitzar aquest mètode es l'increment de les línies de ports del microcontrolador C515C cada vegada que s'afegeix un registre en el circuit.

El mòdul 1 reuneix un total de 4 registres i per tant són necessàries un total de 4 línies de control per l'habilitació del registre més 1 línia per el senyal de rellotge, però el fet d'integrar la possibilitat de controlar els registres de manera individual, mitjançant un programa de control definit per l'usuari al C515C dóna al mòdul 1 la versatilitat objectada en aquest projecte.

Per acabar es mostra a la figura següent el diagrama funcional del registre latch 74HC374N que utilitza el mòdul1 (Teclat i display 7 segments).

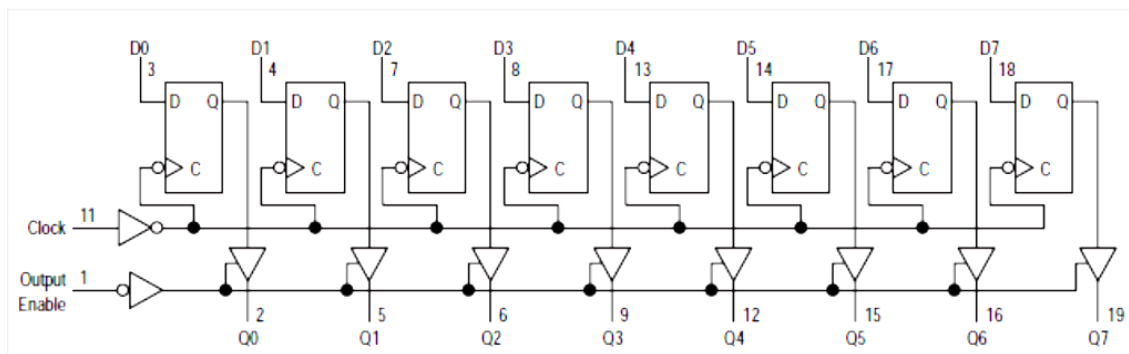


Figura 7.10 Diagrama funcional del registre 74HC374N.

7.2.3 El decodificador BCD / 7 segments HD74LS48.

Aquest dispositiu s'ha inclòs en el mòdul 1, per raons d'estalvi de les línies de port del microcontrolador, si no es posa un dispositiu d'aquest tipus, es necessiten 7 línies on es representarà el codi binari per visualitzar la tecla pulsada per el display 7 segments, en la següent figura es mostra el diagrama de blocs.

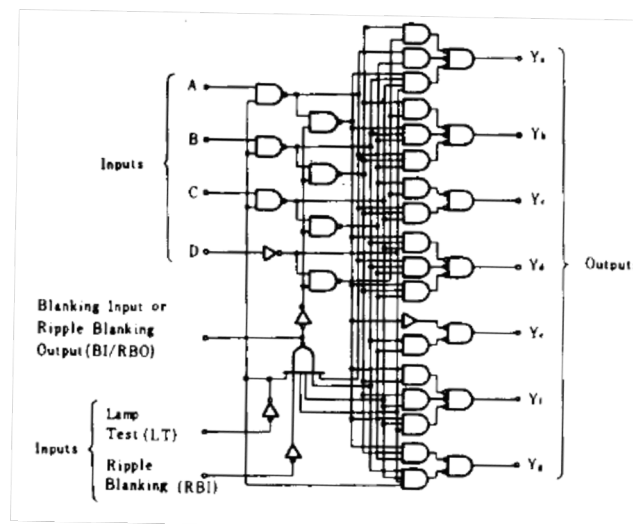


Figura 7.11 Diagrama de blocs HD74LS48P.

Les entrades LT i RBI no s'utilitzen, tampoc la sortida BI/RBO, en la següent figura es mostra al detall la connexió en el circuit.

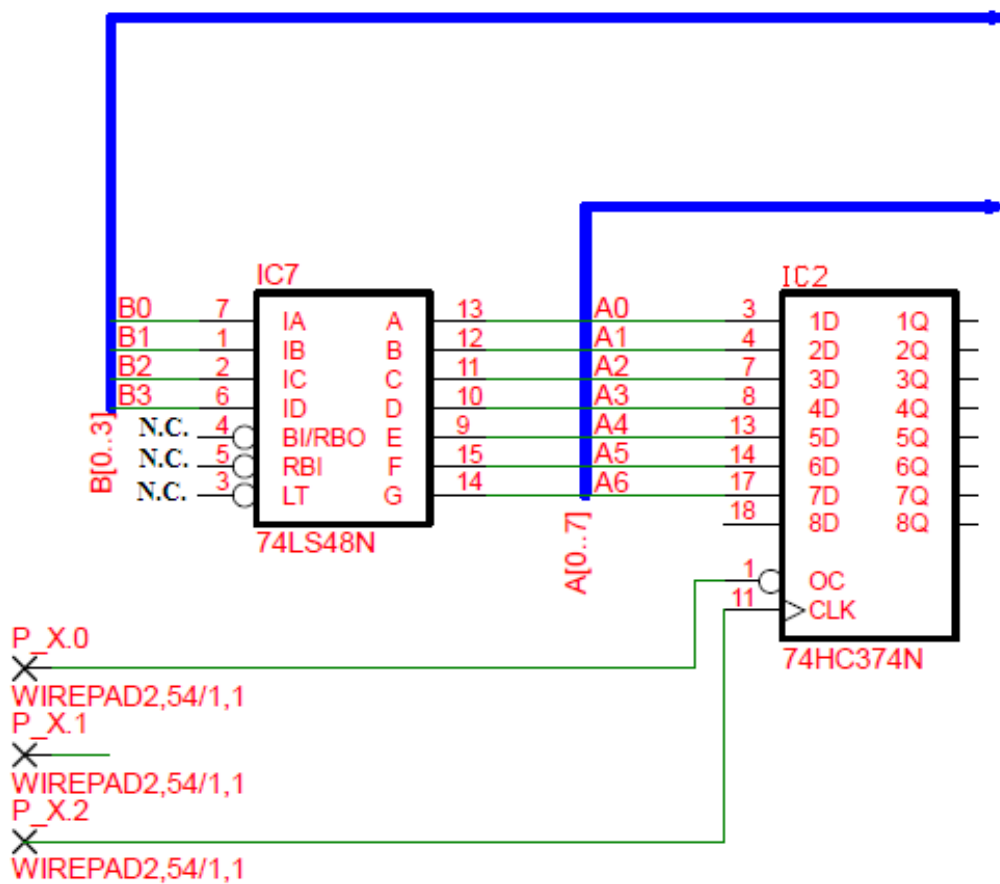


Figura 7.12 Connexió HD74LS48P als busos del circuit.

Malauradament, incorporant aquest dispositiu al mòdul 1, no totes les tecles es podran representar ja que per les lletres del teclat després del número nou, A,B,C,D,E,F, el display 7 segments visualitzarà els següents caràcters.



Figura 7.13 Caràcters de visualització del HD74LS48P.

El que es pot fer per solucionar aquest problema, es afegint línies de connexió del port, tampoc faria falta el key-encoder, ja que directament es connectaria les línies de port del microcontrolador a les entrades del registre latch 74hc374.

Aquesta solució no està implementada en aquest projecte ni en el mòdul 1.

7.2.4 Visualitzador display 7 segments.

El mòdul 1 incorpora quatre displays 7 segments, l'únic destacable d'aquest component és el seu consum, que cal tenir en compte, a part d'aquest inconvenient el visualitzador 7 segments permet una visualització clara de dades representables en BCD. En la següent figura es mostra la disposició dels displays en el mòdul 1 i la corresponent connexió al microcontrolador per a fer la selecció d'activació mitjançant un ULN2803A que s'explica en el pròxim apartat.

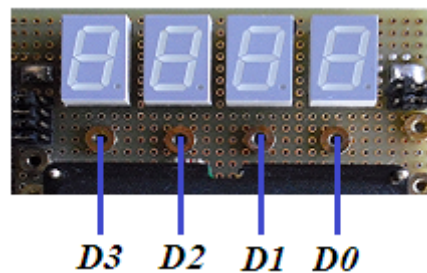


Figura 7.14 Disposició dels displays 7 segments.

D'aquest tipus de displays 7 segments, existeixen de dos tipus, el d' ànode comú o càtode comú, el mòdul 1 utilitza display de tipus càtode comú, és a dir amb un zero lògic s'activa. A continuació es mostra la relació entre els pins de connexió amb els corresponents segments.

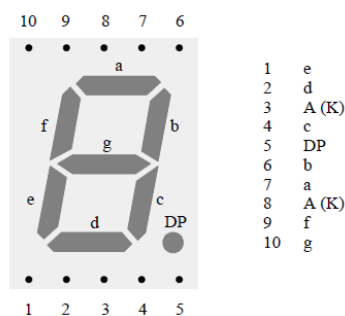


Figura 7.15 Pins de connexió display 7 segments.

El display que utilitza el mòdul és el TDSR5150/5160 de color vermell, aquest display no té res de particular, s'escull aquest tipus de display no per cap motiu en especial, la raó és la de reutilitzar material disponible del Tecno-campus.

7.2.5 Array de transistors Darlington ULN2803A.

Aquest component s'escull per solucionar el problema de subministrament de corrent necessari per als displays 7 segments que es de 10mA per segment, es a dir 70mA més 10mA del punt DP, això fa un total de 80mA.

El ULN2803A és una matriu de transistors Darlington d'alta tensió. El dispositiu consisteix en vuit parells Darlington PNP que compten amb sortides de càtode comú i brida de díodes per a la commutació de càrregues inductives. El registre de corrent de col·lector de cada parell Darlington és 500mA. Els parells Darlington es poden connectar en paral·lel per a una major capacitat de corrent. El ULN2803A incorpora una resistència en sèrie de 2,7 kW de base per a cada parell de Darlington per a l'operació directament amb TTL o dispositius CMOS de 5V. A la sortida del ULN2803A del mòdul 1, s'han incorporat array de resistències de 100Ω per a quan s'hagi d'activar el display que toqui, ho faci sense problemes.

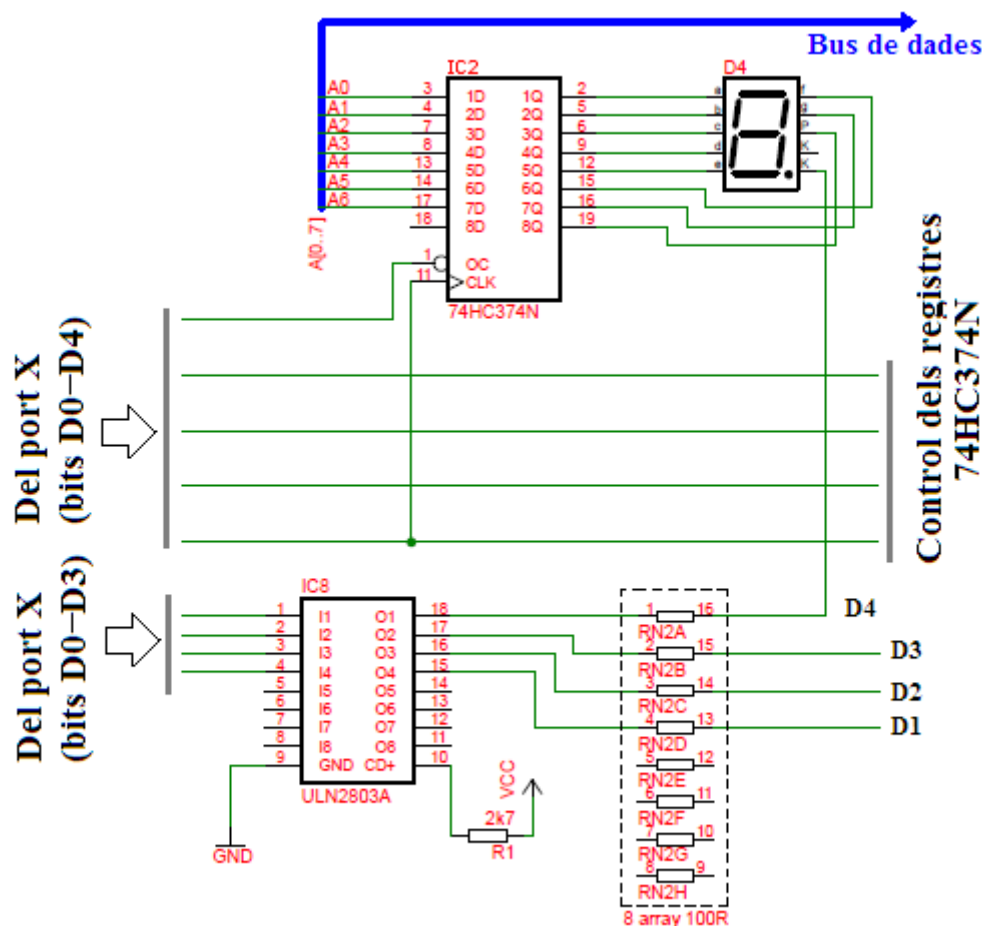


Figura 7.16 Connexió ULN2803A en el circuit.

7.2.6 Les E/S digitals del mòdul 1.

En un mòdul on l'àrea de treball és el laboratori d'experimentació, la majoria de vegades quan es vol posar en pràctica el funcionament d'algunes característiques de circuits elèctrics, es necessita d'una circuiteria externa.

El mòdul 1 incorpora dos integrats per a poder interconexionar físicament circuits externs al mòdul, un d'aquests integrats es el PC74HC125P.

Aquest dispositiu, és un buffer tri-state, que s'utilitza com a dispositiu de entrades i sortides digitals.

En la següent figura es mostra la disposició de les entrades i sortides del les que disposa aquest integrat.

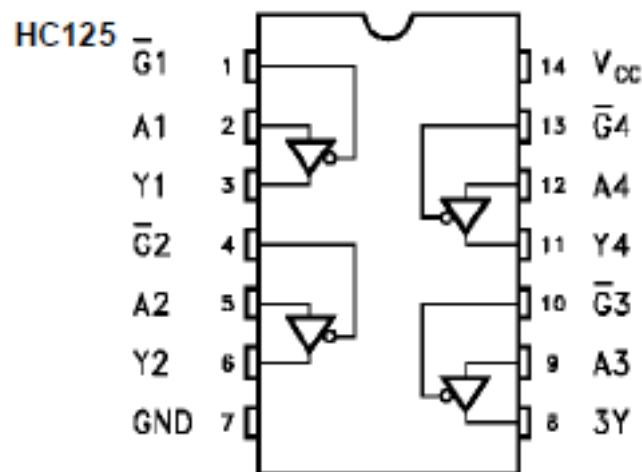


Figura 7.17 Pins de connexió del 74HC125.

Els pins 1,4,10 i 13 de l' integrat del sistema d'E/S digitals del mòdul 1 es connecten a massa, posant així un '0' lògic als pins negats, activant permanentment les sortides del xip.

El mòdul 1, permet la connexió amb dues sortides del port del microcontrolador ocupant dos dels quatre busos del 74HC125 conduint la senyal cap a circuits externs digitals com per exemple un sistema de indicació led, o registres latch per memorització de dades etc...,tanmateix es pot fer a l'inversa, utilitzant els dos busos

restants del 74HC125, fent la connexió de circuits externs cap als ports del microcontrolador.

El mòdul 1, aplica aquest mètode de la següent manera.

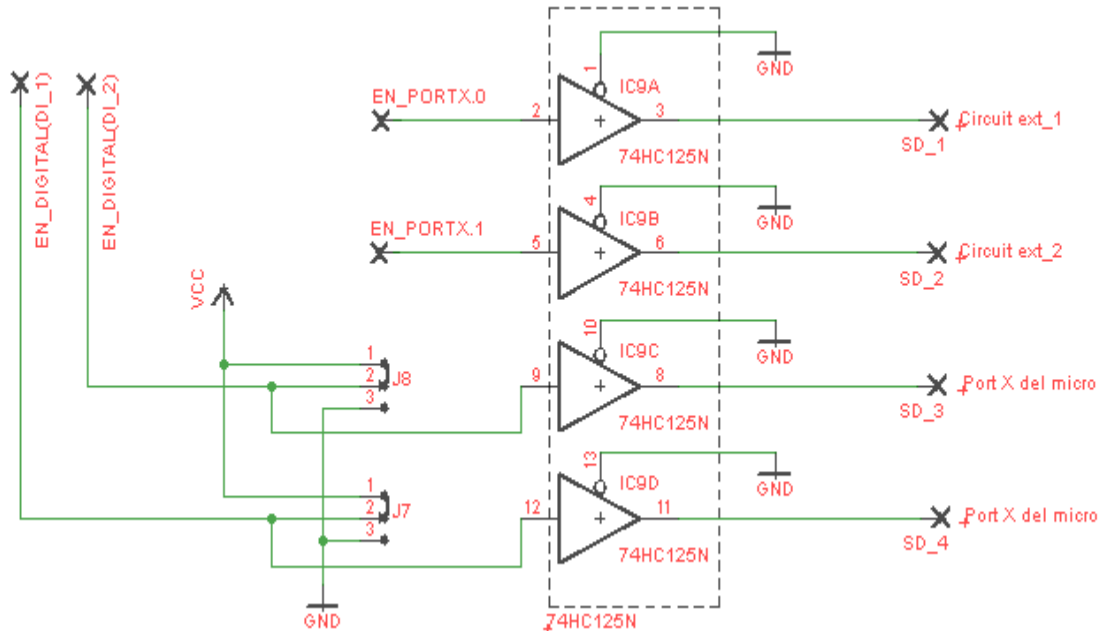


Figura 7.18 Connexió del buffer tri-state 74HC125.

Els jumpers de connexió J7 i J8 es posen en el mòdul simplement per fer una senzilla comprovació de mostreig sense haver de connectar cap circuit extern, la forma de configuració per a realitzar el mostreig es senzilla, l'usuari només haurà d'inserir el jumper J7 o J8 en la posició corresponent a Vcc per a un '1' lògic a les sortides SD_3 i SD_4 o bé a Gnd per a un '0' lògic a les sortides SD_3 i SD_4.

L'altre circuit integrat del que disposa el mòdul és un TIL 111, aquest integrat és un optoacoblador de propòsit general, el seu esquema elèctric es mostra a continuació.

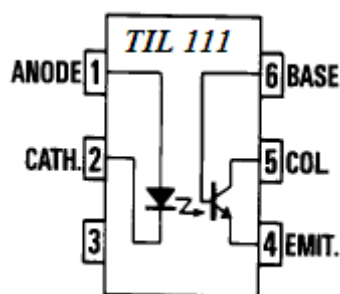
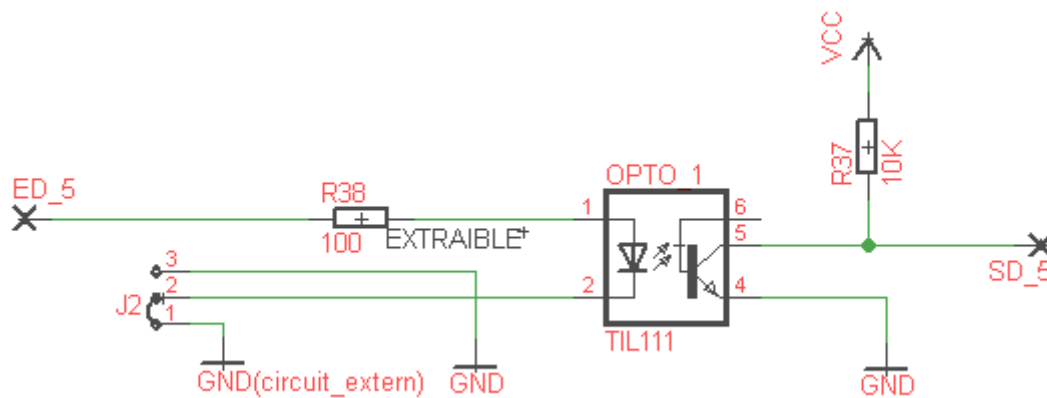


Figura 7.19 Patillatge del optoacoblador TIL111.

Aquest xip permet dotar al mòdul 1 d'una E/S opto acoblada, a la següent figura es mostra la connexió del l' integrat en el circuit.



No se encontraron elementos de tabla de contenido. La R38 de 100Ω es extraíble donant així la versatilitat de connectar múltiples circuits externs de diferents càrregues al mòdul 1, ja que si varia la tensió d'entrada, també ho fa la intensitat de llum del fotodiode, i la tensió de sortida també baixa en funció de la de l'entrada, per aquesta raó, es posa una resistència canviable.

El jumper J2 s'utilitza només per a connexionar la massa (GND) del circuit extern al càtode (pin 2) del dispositiu opto acoblador en cas de que s'utilitzi.

Si per contra no s'utilitza cap circuit extern el TIL111 ofereix una entrada i sortida digital opto acoblada al mòdul 1. I el J2 estarà obligatòriament en la posició J₃₂.

L'entrada opto acoblada sempre es d'interès ja que el TIL111 es un opto acoblador d'emissió i recepció que funciona com a un interruptor excitat per mitjà de llum emesa per el díode led que satura el fototransistor, d'aquest mode s'aconsegueix l'aïllament elèctric entre el circuit extern d'entrada i el de sortida, aquest tipus d'aïllament són útils en aplicacions de tensió més elevada, en la que la diferència de potencial entre un circuit extern i el mòdul 1 poden ser molt diferents.

En general poden substituir als relés, ja que la velocitat de commutació es major i no existeix el rebot. Per tots aquests motius s'ha decidit incorporar una E/S digital optoacoplada.

Finalment en la següent figura es mostra tot el sistema d'entrades i sortides que incorpora el mòdul 1 al complet.

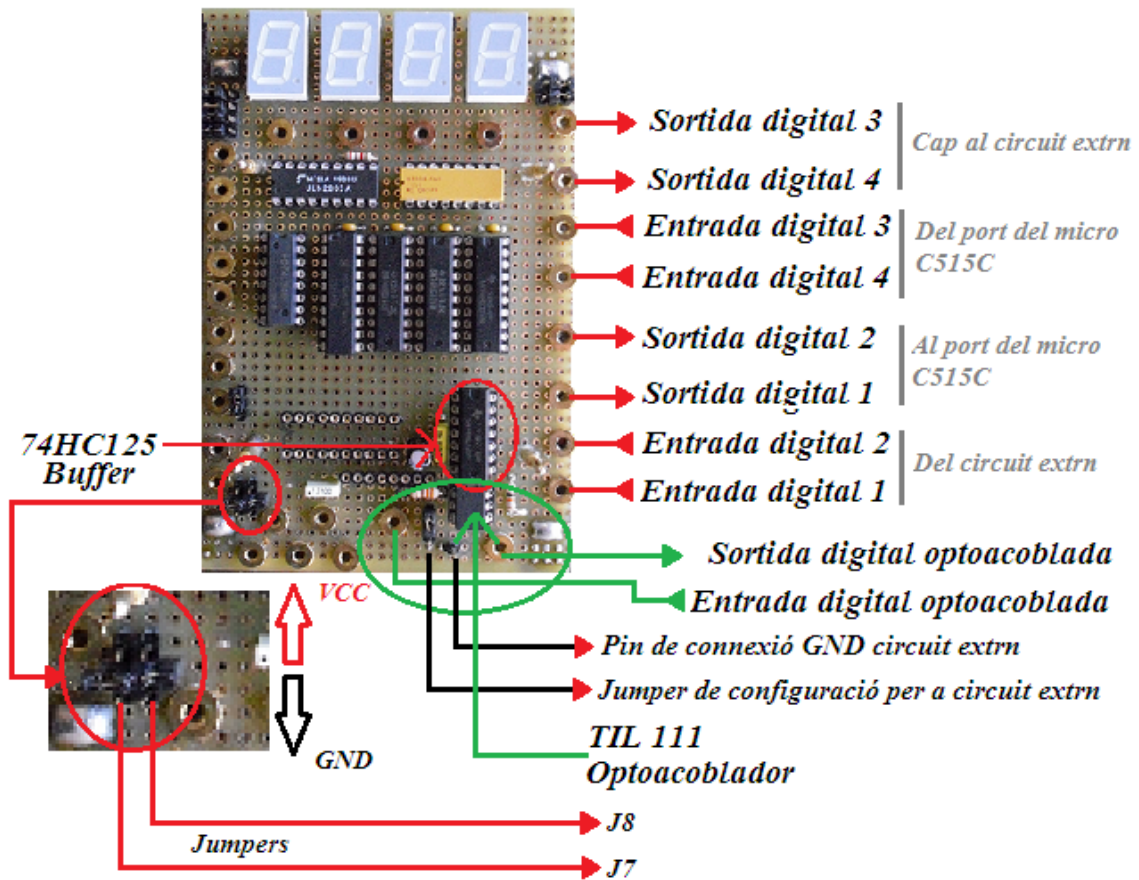


Figura 7.20 Detall del sistema E/S digitals del mòdul 1.

Per finalitzar l'apartat del mòdul teclat i displays 7 segments amb I/O digitals es mostra el mòdul 1 al complet.

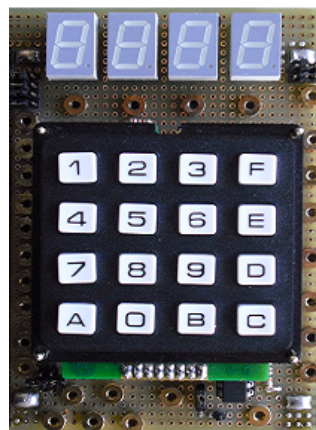


Figura 7.21 Mòdul 1 complet.

7.3 Mòdul de comunicacions RS232 i RS485.

El mòdul de comunicacions, està compost de 2 integrats per a realitzar la connexió RS232 i RS485, amb dos jumpers de connexió es fa la selecció del tipus de comunicació que es vol portar a terme.

7.3.1 La comunicació RS232 del mòdul 2.

La forma més senzilla de connectar dos terminals és mitjançant un cable de mòdem nul RS232. L'únic problema és la gran varietat de cables de mòdem RS232 disponibles en mode de mòdem nul.

El mòdul 2 permet la comunicació entre mòduls i per tant entre plataformes de MCLS Modular, per a connexions simples com aquesta, un cable de tres línies de connexió RS232 del terra (GND), del senyal de recepció (RxD), i del senyal de transmissió (TxD) de les línies és suficient.

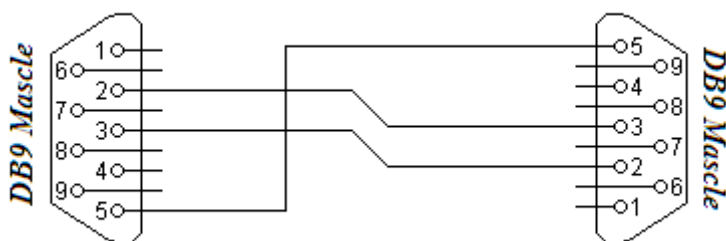


Figura 7.22 Connexió tipus mòdem nul.

Connector DB9 (esquerra)	Connector DB9 (dreta)	Funció
2	3	RxD←TxD
3	2	TxD→RxD
5	5	Senyal de terra (Gnd)

Taula 7.1 Pins de connexió DB9 mascle(cable comunicació).

Per a la versió simple de mòdem nul, la norma RS232 requereix dels següents nivells de tensió:

- Un '1' lògic per a un nivell comprès entre -5 i -15V en la línia del transmissor i entre -3 i -25v en la línia del receptor.

- Un '0' lògic per a un nivell comprès entre +5 i +15V en la línia del transmissor i entre +3 i +25v en la línia del receptor.

El UART del microcontrolador en el cas de la plataforma de MCLS Modular, no es pot utilitzar, ja que es utilitza per connectar el mòdul PSD1-flash de Mcls Modular de la següent manera:

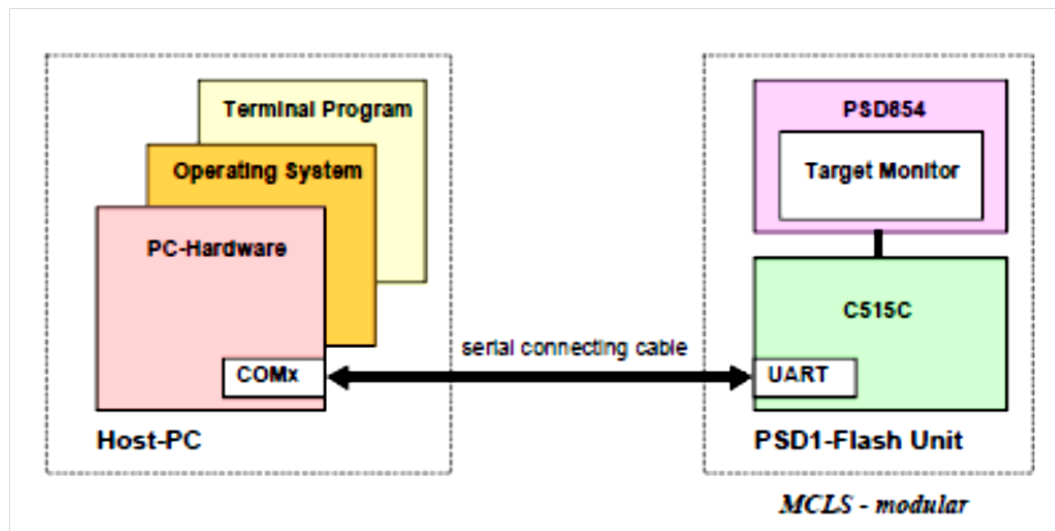


Figura 7.23 Connexió del PSD1-Flash al PC.

Aquest fet suposa un problema per a la comunicació del mòdul 2 ja que no es podrà utilitzar mentre l'usuari connecti la plataforma a l'ordinador mitjançant el cable RS232 que incorpora la plataforma, ja que el mòdul de comunicacions utilitza les línies de port Rx i Tx del port 3.0 i 3.1 respectivament.

Així doncs, els passos que haurà de seguir l'usuari per a utilitzar el mòdul de comunicacions, seran els següents:

- Realitzar les connexions pertinents per a poder carregar el programa dissenyat per l'usuari al microcontrolador, per a establir la comunicació RS232 entre mòduls (2).
- Un cop carregat el programa al micro C515C, s'ha de desconnectar la plataforma MCLS Modular del PC.
- Juntament amb el mòdul 1 realitzar les connexions necessàries per a la transmissió i recepció de dades (mirar el diagrama de blocs del projecte)
- Comprovar el funcionament.

- e) Un cop realitzats els passos anteriors significa que el mòdul 2 està funcionant, el UART (de l'anglès Universal Asynchronous Receiver Transmitter) treballa amb nivells de tensió TTL, això implica adaptar el nivells TTL a l'estàndard RS232, que s'aconsegueix integrant el xip MAX232.

Aquest circuit integrat permet adaptar els nivells de tensió sobre les línies RS232. Aquesta solució es assequible per a aplicacions electròniques on no es disposa de una font d'alimentació de $\pm 12V$ simètrica.

El MAX232 funciona amb una tensió d'alimentació $V_{CC} = +5V$ i cinc condensadors de $1\mu F$. Internament disposa d'un elevador de tensió que converteix la tensió de $+5V$ a una de simètrica de $\pm 10V$.

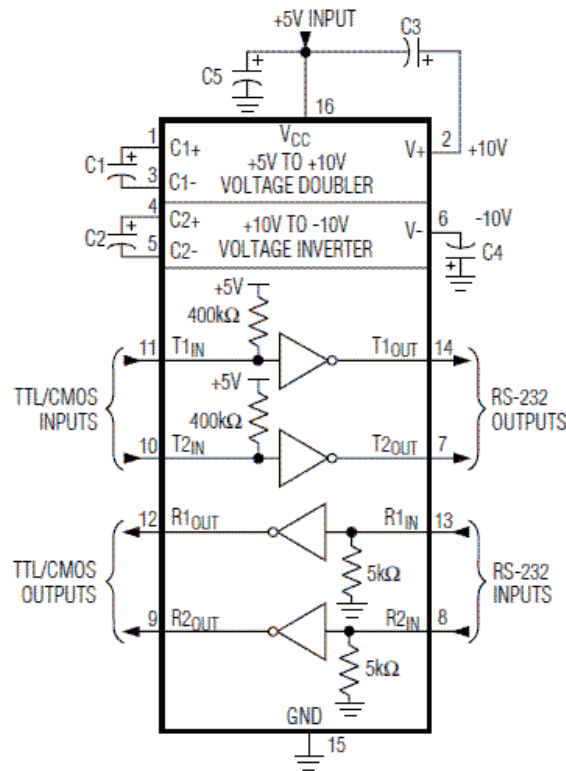


Figura 7.24 Configuració del MAX232.

A més dels cinc condensadors de $1\mu F$ necessaris. En la següent figura es mostra la connexió del MAX232 al circuit del mòdul 2.

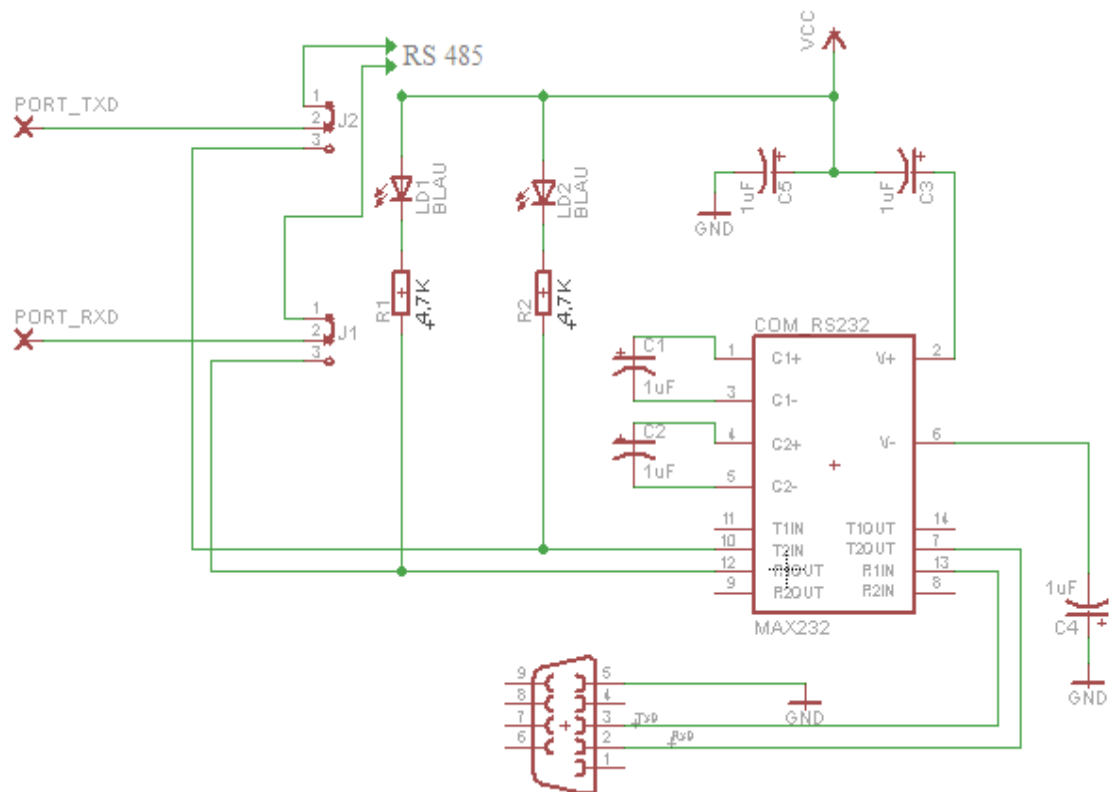


Figura 7.25 Connexió del MAX232 al circuit del mòdul 2.

Per mitjà dels jumpers de connexió J1 i J2 es configura el mòdul 2 per a la comunicació RS232 de les línies Txd i Rxd, la posició d'aquests és la següent J2 (connexió J₂₃), J1(connexió J₂₃), es imprescindible que l'usuari configurei els dos jumpers simultàniament. Per un tipus de connexió RS232 o RS485.

7.3.2 La comunicació RS485 del mòdul 2.

Un dels principals problemes amb la comunicació RS-232 és la manca d'immunitat de soroll a les línies de senyal.

El transmissor i el receptor, que comparen les tensions de les línies de dades, o l'encaixada de mans amb una línia de zero comú (massa), poden tenir efectes desastrosos. Per tant el nivell d'activació de la interfície RS232 es troba relativament alta en ± 3 volts i el soroll és fàcil de recollir i limita la distància màxima i la velocitat de comunicació.

Per aquest motiu el mòdul 2 integra un SN75179BP, aquest xip permet la comunicació de l'estàndard EIA485.

Els senyals RS485 són flotants i cada senyal es transmet a través d'una línia SIG + i una línia de SIG -. El receptor RS485 compara la diferència de tensió entre les dues línies, en lloc del nivell de tensió absoluta d'una línia de senyal. Això funciona bé i evita l'existència de llaços de terra, una font comuna de problemes de comunicació.

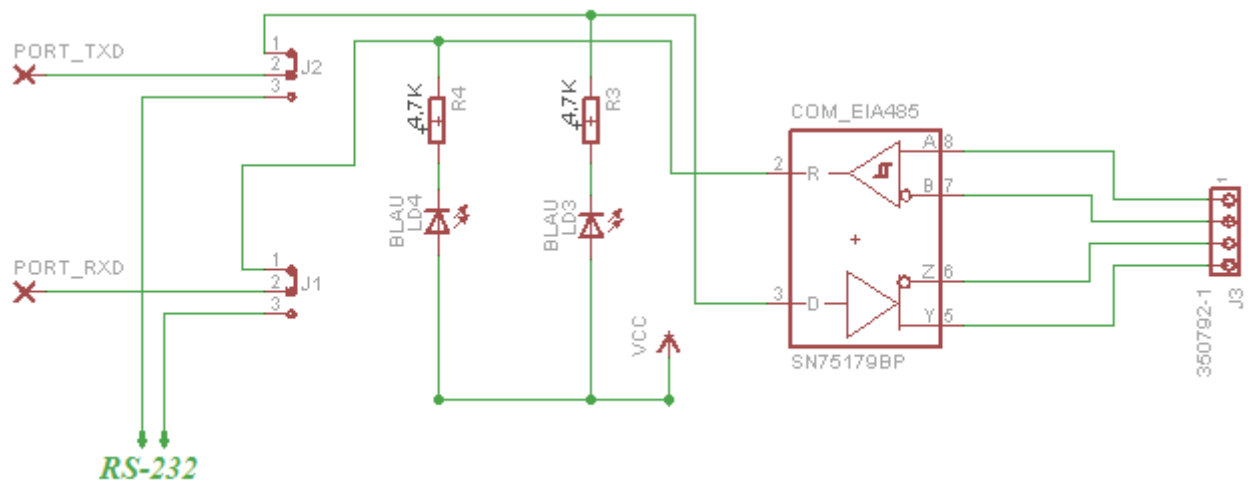


Figura 7.26 Connexió del Sn75179BP al mòdul 2.

Els jumpers J1 i J2 ara a la posició J1₍₁₂₎ i J2₍₁₂₎ configuren el mòdul per a aquesta comunicació. S'afegeixen leds a mode d'indicació per a de la transmissió i recepció de dades.

Per finalitzar aquest apartat, en la següent figura es mostra el mòdul 2 al detall.

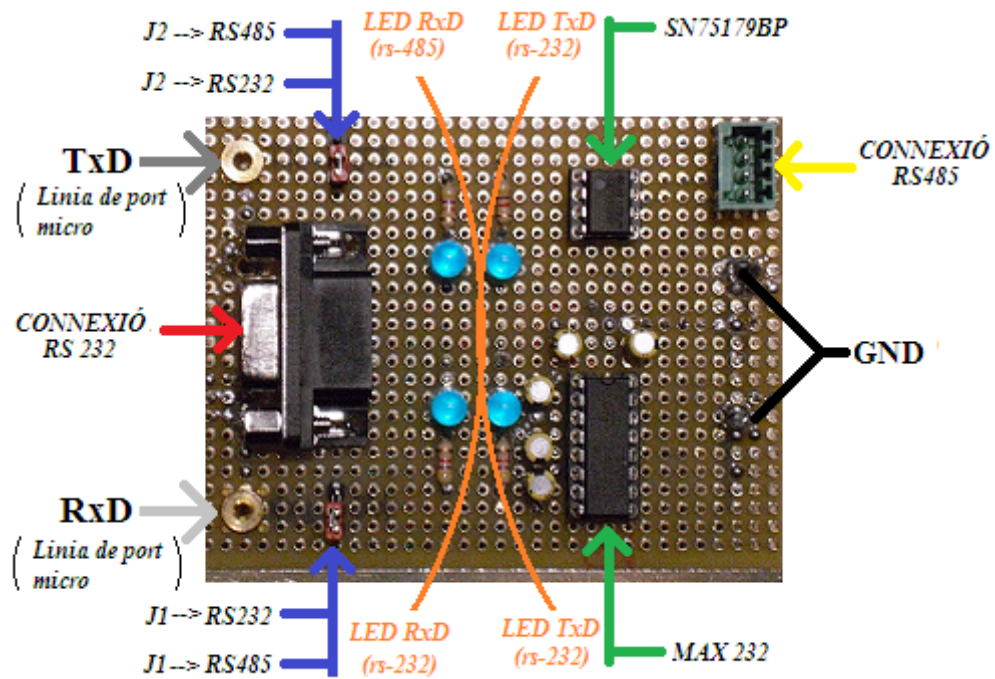


Figura 7.27 Mòdul de comunicacions al detall.

La connexió d'alimentació que en la figura anterior no pot apreciar, es perquè queda a sota de la connexió RS232 (connector DB9).

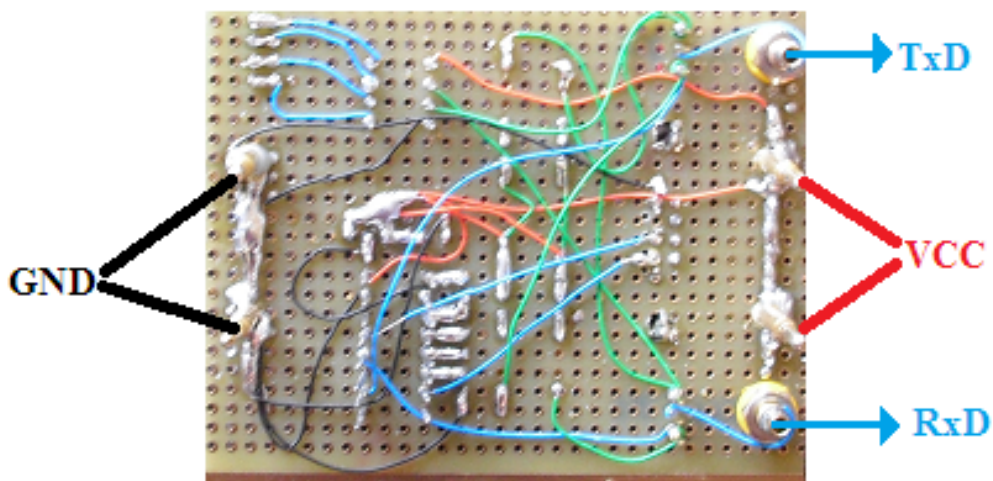


Figura 7.28 Mòdul de comunicacions al detall(part inferior).

7.4 Integració dels Mòduls a la plataforma de treball.

En aquest punt s'explica el perquè del disseny dels mòduls construïts.

El propòsit és dissenyar un mòdul que permeti la integració més òptima, amb el menor espai possible, ja que com que es vol fer servir el mateix sistema de disseny que el que s'utilitza en la plataforma Mcls modular, és a dir tan el mòdul 1 com el mòdul 2 tenen unes mides similars a les dels mòduls perifèrics que integra el kit de la plataforma.

Tanmateix, el mòdul 1 ofereix la possibilitat de treball compatibles amb els mòduls de Mcls modular, per contra, el mòdul 2 per a les seves pròpies característiques d'estructura no es compatible amb cap kit de mòduls, però si que ho és òbviament per a la unitat adaptadora i la tarja PSD1-Flash explicats en el capítol anterior.

En la següent figura es mostra la inserció del mòdul 1 amb la plataforma.

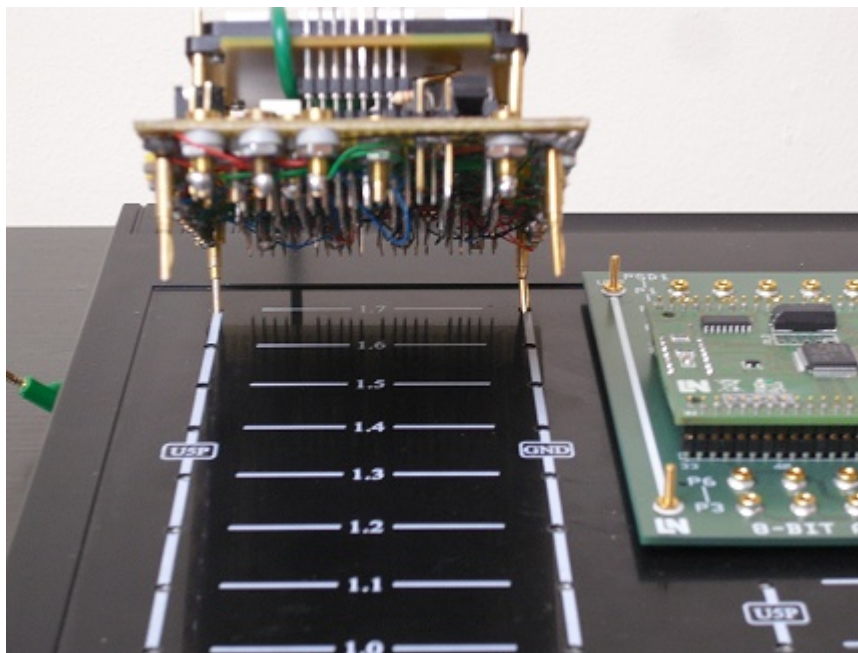
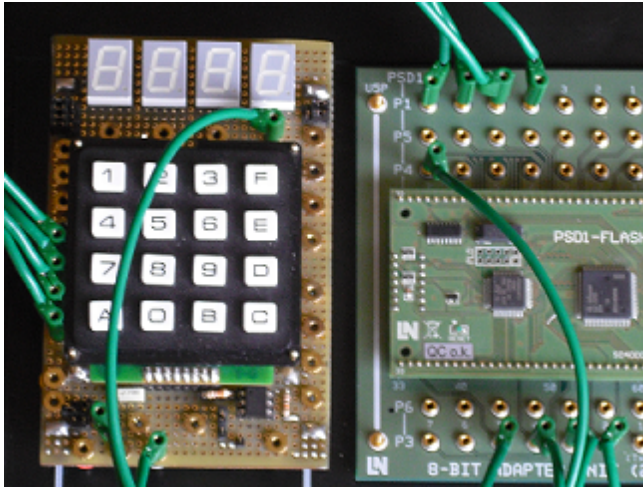


Figura7.29 Integració del mòdul 1.

Com es pot veure a la figura 7.29 la integració es fa mitjançant la inserció del mòdul 1 a la plataforma, pressionant lleugerament el mòdul contra la plataforma, les dos clavetes d'inserció de 2mm de diàmetre, van aparellades de forma que les dues clavetes de l'esquerra de la imatge, són les de tensió de USP (5V), mentre que les altres dues són per la massa (gnd) de tot el circuit (sistema).



En aquesta altre imatge es mostra el mòdul 1 completament inserit a la plataforma MCLS modular.

També es poden apreciar cables de connexió entre la unitat adaptadora de 8 bits amb el mòdul.

Figura7.30 Integració del mòdul 1 (vista alçada).

En la següent figura es mostra la inserció del mòdul 2 amb la plataforma.

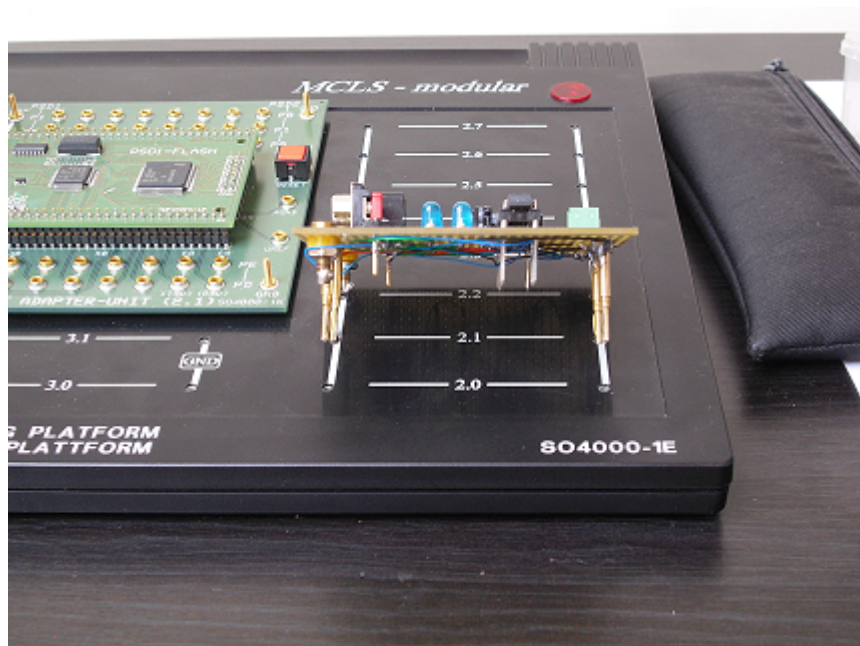


Figura7.31 Integració del mòdul 2.

D'igual forma que el mòdul 1 s'introdueix el mòdul 2 de comunicacions a la plataforma de treball.

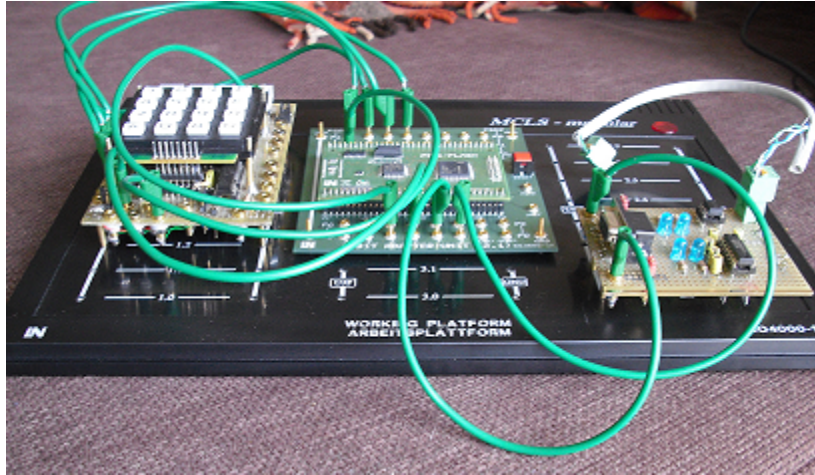


Figura7.32 Integració del mòdul 2 (vista al complet).

La figura 7.32 mostra tot el sistema, que representaria la meitat del diagrama de blocs (figura 7.1) mostrat a l' inici del capítol.

8. Estudi d'aplicacions.

S'ha cregut necessari i convenient, encara que no és l'objectiu del projecte, explicar el funcionament dels mòduls 1 i 2 d'una forma més 'digital', a fi i efecte de mostrar a l'usuari les possibilitats que abasten els dos dispositius dissenyats.

Com tot programa primer s'ha de fer una descripció del què es vol programar al microcontrolador.

8.1 Estudi d'aplicacions per al mòdul de teclat i displays 7 segments.

El primer programa serveix només per a proves de funcionament dels displays i del teclat, proves que inclouen el funcionament de xips importants del dispositiu com ara el convertidor BCD/7SEG o l'escriptura mitjançant les línies de port que controlen l'habilitació de les sortides(OE) juntament amb una senyal de rellotge(CLK).

El set d'instruccions que utilitza el microcontrolador C515C, és molt similar al del $\mu 8051$, i per tant excepte les llibreries que s'han d'incloure en l'arxiu perquè el microcontrolador reconegui instruccions o arxius INC (include), que són per a registres de funcions estàndards.

En la següent figura es mostra el programa que es prova per a una interrupció externa del teclat. Cal recordar que el mòdul 1 incorpora una connexió femella integrada a la part inferior esquerra que externalitza la senyal del key-encoder data available (DA), la qual s'haurà de connectar a la línia de port que extreu la unitat adaptadora del microcontrolador on està assignada l'entrada de interrupció externa INT, aquest microcontrolador integra dos línies d'entrada de perifèrics externs INT0 i INT1, els quals anirà a gust de l'usuari.

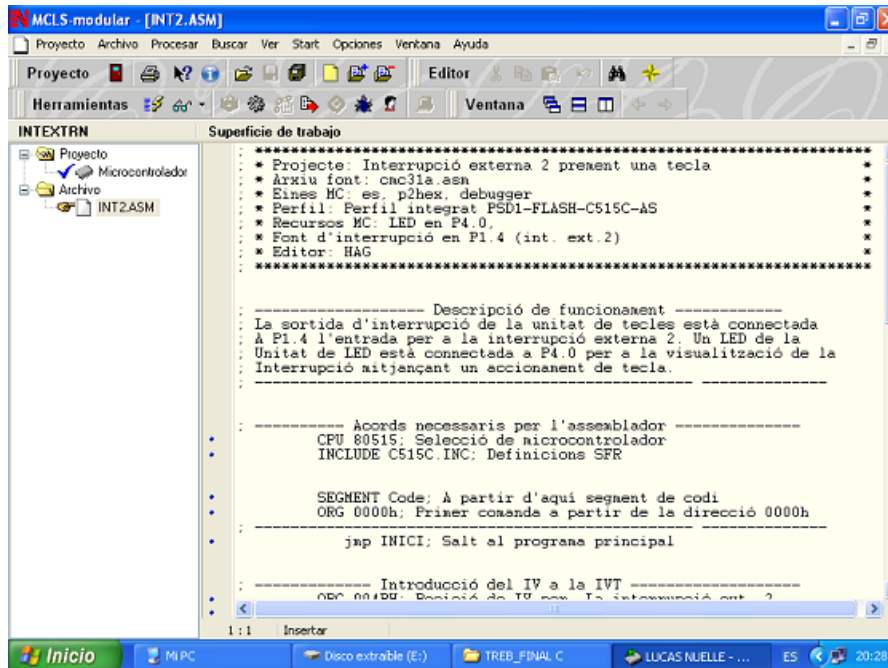


Figura 8.1 Vista del programa de prova d'interrupció externa.

Un segon programa esdevindrà de l'acció de l'usuari al pulsar una tecla del teclat matricial, aquest visualitzarà la tecla en el primer dels displays 7 segments i seguidament, entrarà en funcionament el mòdul 2 que enviarà mitjançant comunicació sèrie per les línies de port escollides per l'usuari a l'altre dispositiu mòdul 2 construït, aquest rebrà la informació de la tecla i la mostrarà en el segon dels mòduls 1.

El procés per a fer l'assemblatge i la compilació és el que mostren les següents figures.

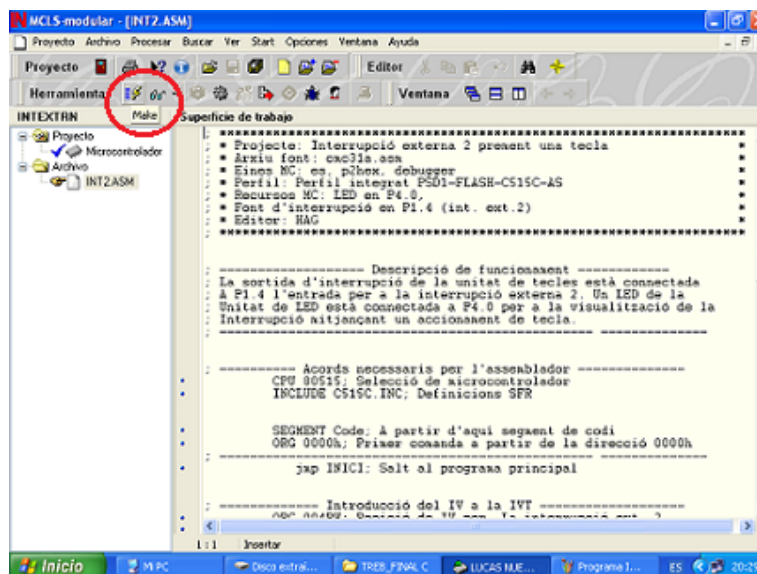


Figura 8.2 Procés de muntatge del fitxer INT2.

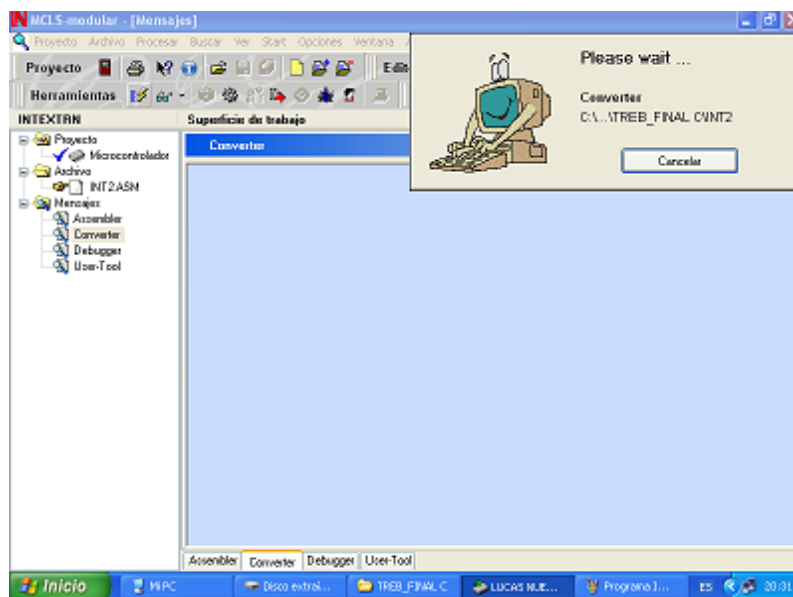


Figura 8.3 Procés d'assemblatge.

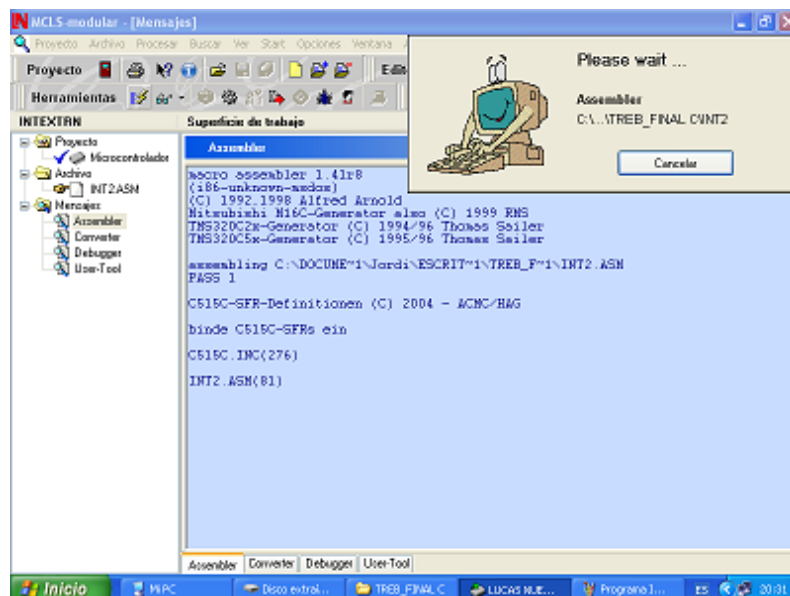


Figura 8.4 Procés convertidor.

L'arxiu que es genera, es el que després en el procés de depuració s'acaba per carregar en el microcontrolador, llavors amb la comunicació establerta entre l'ordinador i el programa² permet executar les instruccions de programa pas per pas.

² programa complet adjunt a l'annex.

8.2 Estudi d'aplicacions per al mòdul de comunicació RS232 i RS485.

El mòdul dos te la carecterística de driver/reciver, per a la comunicació sèrie, per comprovar que funciona, malauradament, el port UART (Universal Asynchronous Reciver Transmitter del microcontrolador no està disponible, encara que a la unitat adaptadora de 8 bit integri les senyals Txd i Rxd , el port P3 només té a la disposició de l'usuari els bits 2345, els bits 0,1 i 6,7 no es possible utilitzar-los.

Atès que el problema no té més complicació que fer servir del port SPI del que disposa el microcontrolador, en el cas d'aquest projecte, s'utilitzen dues línies de port normals, ja que utilitzar el port SPI implicaria també utilitzar per a la comunicació més línies de comunicació per habilitar els senyals de control. I només funciona en distàncies curtes,per aquest motiu es comprovarà que el mòdul 2 funcioni connectant les dues línies de port a l'entrada i sortida del digital que disposa el mòdul 1.

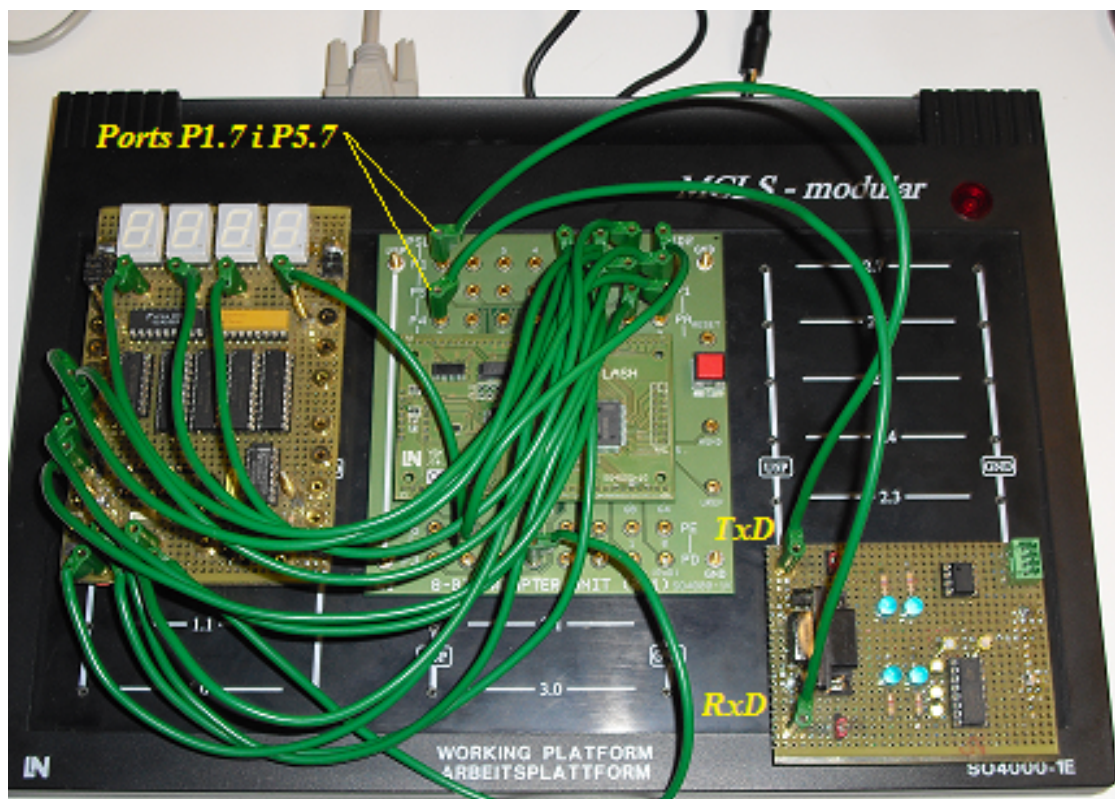


Figura 8.5 Mostra de connexionat del mòdul 2.

9. Valoració de l' impacte medi ambiental.

9.1 Estudi d'impacte ambiental

L'actual projecte es basa en la construcció de quatre prototips per a treballar amb la plataforma de MCLS Modular. Això provoca que l' impacte ambiental derivat del projecte sigui molt baix i, per tant, sigui compatible amb l'entorn, ja que el fet més pertorbador del procés es deu als materials de construcció dels prototips. El desenvolupament d' aplicacions software que se'n deriva és un procés puntual i que no genera un impacte apreciable. Els processos de fabricació dels materials emprats en els dispositius electrònic i la forma d'eliminar aquests mateixos materials són els únics punts que cal considerar per un estudi d'impacte ambiental.

9.2 Principals alternatives considerades

Les alternatives que s'han considerat estan relacionades, per una banda, en l'elecció de materials, que en aquest cas són o bé materials plàstics (polímers) o bé metàl·lics.

Els materials plàstics són clarament més contaminants i més difícils de reciclar que els metàl·lics, en alguns casos també s'ha pensat una alternativa per reduir el seu impacte residual, com ara la reutilització de components.

El fet de construir aquests prototips de mòduls per a la plataforma MCLS Modular amb materials els quals la gran majoria ja han estat utilitzats no ha reduït la qualitat del seu funcionament requerit i amb cap cas no ha suposat un augment del seu cost de construcció, sinó tot el contrari l'ha disminuït.

Per altra banda, existeix un conjunt d'elements electrònics, principalment, l'ordinador, la pròpia plataforma de treball etc., elements d'aquesta naturalesa són absolutament imprescindibles i les seves possibles alternatives no farien variar de forma significativa el seu impacte ambiental a petita escala, tot i que els materials utilitzats són els que requereix el sistema per a un funcionament i rendiment satisfactoris, són contaminants a gran escala.

9.3 Avaluació dels efectes previsibles del projecte.

Tal com s'ha comentat prèviament, la part del projecte que suposa un possible risc ambiental és l'electrònica que l'acompanya. Aquesta part consta de diversos elements construïts de diversos materials, els efectes dels quals s'exposen a continuació.

Impacte ambiental	Descripció	Implicacions	Producte/material
<i>Contaminació atmosfèrica</i>	<i>Emissió de gasos tòxics a l'atmosfera</i>	<i>Emissions a través del cicle de vida del producte: extracció de materials, processament, fabricació del producte, distribució, utilització, reciclatge i tractament final.</i>	<i>Productes elèctrics i electrònics.</i>
<i>Destrucció del sòl</i>	<i>La destrucció del sòl inclou diverses formes: la desforestació, l'erosió, la salinització, els abocaments, etc.</i>	<i>Abocament de residus sòlids, com per exemple l'abocament d'equips elèctrics i electrònics, mobiliari, envasos. Residus de la construcció i dels enderrocs.</i>	<i>Productes elèctrics i electrònics.</i>
<i>ELIMINACIÓ DE RECURSOS</i>	<i>Molts dels nostres recursos d'energia i matèries primeres no són renovables, són limitats i s'estan exhaurint a gran velocitat.</i>	<i>Utilització de materials escassos, finits i amenaçats o de recursos naturals no renovables.</i>	<i>Productes elèctrics i electrònics.</i>

Taula 9.1 Causes i efectes medi ambientals.

9.4 Mesures previstes per reduir o eliminar els efectes nocius.

La millor forma de reduir l'efecte nociu dels plàstics un cop utilitzats és tractar-los de forma específica o tornar a reutilitzar-los sempre que sigui possible. En el cas dels components electrònics utilitzats, l'ús que se li ha donat, el 75% del material prové d'una utilització anterior.

Referent a la plataforma de treball, és un material reciclable però tots els components són de plàstic o metàl·lics i això fa difícil la convergència d'aquest amb el medi ambient i implica l'haver de reutilitzar el màxim de components difícils o cars de reciclar.

Les parts metàl·liques que formen part dels prototip són fàcilment reutilitzables i reciclables. En cas de que les necessitats de modificació variessin per exemple per a futures ampliacions o millores no siguin les adequades, la forma per solucionar aquest problema és fer un disseny dels prototips el qual permeti la reutilització de components que són difícils de reutilitzar per a poder canviar-los o reutilitzar-los en altres sistemes electrònics com per exemple els teclats, displays 7 segments i tots els circuits integrats utilitzats.

10. Conclusions i propostes de millora.

En la realització d'aquest projecte s'han realitzat el disseny i la construcció del mòdul perifèric, els quals es pot dir que el seu funcionament es satisfactori, permeten la compatibilitat i versatilitat que es desitja per aquests prototips.

És clar que tan els dos mòduls de teclat i displays 7 segments amb I/O digitals, juntament amb els dos mòduls de comunicacions han estat dissenyats per realitzar funcions limitades, ja que la versatilitat de la plataforma juntament amb el potencial del microcontrolador C515C permeten establir infinitat de possibilitats, tan a nivell hardware com a nivell software.

Si parlem a nivell de hardware cal dir que tan en el mòdul 1 com en el mòdul 2 es poden fer millores significatives, per fer una segona versió, en l'apartat de la generació del senyal de rellotge dels registres latch74HC374N es proposa com a millora la integració d'un oscil·lador, com pot ser el conegut NE555, però si que es cert que s'eliminarà una línia de control del microprocessador, però es malgastaria un espai a la placa electrònica i això avui dia en l'electrònica es molt preuat.

El que si que podria ser una millora és la substitució del display 7 segments juntament amb el decodificador BCD/7SEG i posar un display alfanumèric, d'aquesta manera es podria aprofitar millor totes les tecles del teclat matricial.

En el mòdul de comunicacions la millora podria venir per part de la comunicació sèrie, poden incorporar un sistema més modern com la comunicació usb, encara que s'hauria d'estudiar bé quina seria la millor forma de comunicació, segons l'entorn en el que es treballi, ja sigui per aplicacions industrials o d'experimentació.

Com a possible continuació d'aquest projecte seria interessant aprofundir més en la part de programació, i poder afegir alguna memòria RAM com a dispositiu extern, sens dubte cal dir que en tot cas tan a la part de software com de hardware ofereixen un ventall de opcions molt ampli per triar.

11.Referències.

Datasheets:

- [1] www.alldatasheet.com
- [2] datasheetcatalog.net/es/datasheets_pdf/7/4/C/9/74C922.shtm
- [3] [MM74HCT374N Datasheet pdf - Flip-flop Octal Del D-Tipo 3-state](#)
- [4] [Mcls-software.](#)
- [5] [trabajando con el IDE \(MCLS-OHS\),Microcontroller Profile.](#)
- [6] [TDSR5160F datasheet, TDSR5160F. pdf - ALLDATASHEET.COM](#)
- [7] [SN74HC125PWR datasheet pdf datenblatt - Texas Instruments - QUADRUPLE BUS BUFFER GATES WITH 3-STATE OUTPUTS](#)

Webs:

- [8] [www.mcls modular.](http://www.mcls modular)
- [9] [Mikrocomputertechnik mit dem Intel 80851.](#)
- [10] [Lucas-Nülle Lehrsysteme, Mikrocomputer, Mikrocontroller, Digitaltechnik.](#)
- [11] [www.alldatasheet.com.](http://www.alldatasheet.com)
- [12] [IrDA and RS-232: A Match Made in Silicon - Maxim.](#)
- [13] [PSD1-Flash-Modul \(Controller C515C\)](#)

Altres Informacions:

- [12] [Debugger for PSD1-Module \(OHS\)](#)