جامعة بوليتكنيك فلسطين

الخليل – فلسطين

كلية الهندسة والتكنولوجيا
دائرة الهندسة الكهربائية والحاسوب

اسم المشروع

" لوحة تطبيقات عامة باستعمال المتحكم "

أسماء الطلبة

رسمي سيد احمد

سعدي الحرباوي

عبد الفتاح المحتسب

بناء على نظام كلية الهندسة والتكنولوجيا وأشراف ومتابعة المشرف المباشر على المشروع وموافقة أعضاء اللجنة الممتحنة، تم تقديم هذا المشروع إلى دائرة الهندسة الكهربائية والحاسوب ذلك للوفاء بمتطلبات درجة البكالوريوس في الهندسة تخصص هندسة كهربائية فرع هندسة أنظمة الحاسوب.

توقيع مشرف المشروع

.....

توقيع اللجنة الممتحنة

.....

.....

.....

توقيع رئيس الدائرة

.....

جامعة بوليتكنيك فلسطين

الخليل – فلسطين

كلية الهندسة والتكنولوجيا
دائرة الهندسة الكهربائية والحاسوب

اسم المشروع

" لوحة تطبيقات عامة باستعمال المتحكم "

أسماء الطلبة

رسمي سيد احمد سعدي الحرباوي

عبد الفتاح المحتسب

بناء على نظام كلية الهندسة والتكنولوجيا وأشراف ومتابعة المشرف المباشر على المشروع وموافقة أعضاء اللجنة الممتحنة، تم تقديم هذا المشروع إلى دائرة الهندسة الكهربائية والحاسوب ذلك للوفاء بمتطلبات درجة البكالوريوس في الهندسة تخصص هندسة كهربائية فرع هندسة أنظمة الحاسوب.

توقيع مشرف المشروع

.....

توقيع اللجنة الممتحنة

.....

.....

.....

توقيع رئيس الدائرة

.....

اسم المشروع

" لوحة تطبيقات عامة باستعمال المتحكم "

أسماء الطلبة

رسمي سيد احمد

سعدي الحرباوي

عبد الفتاح المحتسب

المشرف

م. مازن زنوم

تقرير مشروع التخرج

مقدم إلى دائرة الهندسة الكهربائية والحاسوب في كلية الهندسة و التكنولوجيا

جامعة بوليتكنيك فلسطين

للوفاء بجزء من متطلبات الحصول على

درجة البكالوريوس في الهندسة تخصص هندسة كهربائية تطبيقية

جامعة بوليتكنيك فلسطين

الخليل – فلسطين

2007

ملخص المشروع

ABSTRACT

" لوحة تطبيقات عامة باستعمال المتحكم "

رسمي سيد احمد سعدي الحرباوي

عبد الفتاح المحتسب

جامعة بوليتكنيك فلسطين-2007

المشرف: م. مازن زلوم

الملخـــــص

في هذا المشروع تصميم لوحة الكترونية من الناحيتين النظرية والعملية باستعمال المتحكم PIC16F877 الذي يتم توصيلة مع أي آلة كهربائية لسياقه الأحمال الميكانيكية المتوفرة بأي منتج من ماتورات ولمبات وغيرة حيث القطع المبرمجة تلعب دورا هاما في التكنولوجيا الحديثة وهي متوفرة الآن لتغطي المجالات المختلفة في الصناعات.

وبمتابعة الصيانة خلال السنوات السابقة لاحظنا الحاجة الماسة لمثل هذه الدوائر والتي توفر البديل لأصحاب المصانع والمزارع وغيرها من المجالات التي تحتاج الصيانة والتطوير لمنتجاتها حيث يستمر الإنتاج دون انقطاع وبالتالي يستفيد منة الكثيرون وخاصة أصحاب المهن.

هذا التقرير يحتوي تصميم وبرمجة المتحكم من اجل تنفيذ تطبيقات متنوعة وبسيطة تعطي فكرة عن ماهية وكيفية عمل النظام بشكل يسهل على الآخرين الاستفادة منة وتطبيق ما يلزم بالمستقبل.

جـــــــدول المـــــــــــــحتويات
(Table of Contents)

الموضوع	رقم الصفحة
صفحة عنوان المشروع والتواقيع	I
صفحة العنوان الرئيسية	II
صفحة الإهداء	III
صفحة الشكر والتقدير	IV
صفحة ملخص المشروع (Abstract)	V
جدول المحتويات (Table of Contents)	VI
قائمة الجداول (List of Tables)	IX
قائمة الأشكال والرسومات (List of Figures)	X
المصادر والمراجع (References)	XIII
الملحقات (Appendixes)	XV
الفصل الأول: المقدمة (Introduction)	**1**
1.1 نظرة عامة (Overview)	2
1.2 أهمية النظام (Importance of the System)	4
1.3 الدراسات السابقة (Literature Review)	4
1.4 مكونات المشروع (Project Parts)	4
1.4 تكاليف المشروع (Cost Estimation)	5
1.5 خطة العمل (Work Plan)	5
1.6 الجدول الزمني للمشروع (Project Schedule)	6
1.7 المخاطر (Risks)	6
1.8 محتويات التقرير (Report Contents)	7
الفصل الثاني:الخلفية النظرية للنظام (Theoretical Background)	**8**
2.1 مقدمة (Introduction)	9

2.2 أدوات التطوير (Development Tools) 9
2.3 بيئة MPLAB IDE 10
2.4 مجموعة التعليمات للمتحكم (PIC Instruction Set) 10
2.5 مقدمة في البنية للمتحكم PIC 13
2.6 شاشة الكريستال السائلة Liquid Crystal Display (LCD) 23
2.7 الثنائي المشع للضوء LED 25
2.8 الترانزستور Transistor 25
2.9 التريباك Triac 26
2.10 العازل الضوئي Optical Isolator 26
2.11 المرحل (الحاكمة الكهرومغناطيسية) Relay 27
2.12 ماتور الخطوة Stepper Motor 27
2.13 الفرضيات 29
2.14 تكامل المشروع 29

الفصل الثالث:التصميم البنـائي للنظام (Design Concepts) **30**

3.1 المقدمة (Introduction) 31
3.2 أهداف المشروع (System Objectives) 31
3.3 خيارات التصميم 31
3.4 الوصول لتحقيق التصميم 33
3.5 المخطط العام للمشروع (General Block Diagram) 33
3.3.1 أجزاء للنظام 33
3.3.2 المخطط التفصيلي للنظام 34
3.6 طريقة عمل النظام ؟ (How System Works) 34

الفصل الرابع : التصميم العملي للنظام (Hardware System Design) **36**

4.1 مقدمة 37
4.2 التصميم العام لتركيب النظام 40
4.2.1 المتحكم (Microcontroller) 41
4.2.2 دائرة التصفير وإعادة التشغيل (Reset Circuit) 42

4.2.3 دائرة المذبذب (Oscillator Circuit) 43
4.2.4 أطراف المتحكم (Controller Pins & Ports) 43
4.3 لوحة المفاتيح (Hex Keypad) 47
4.4 شاشة الكريستال السائلة (LCD Display) 48
4.5 التطبيقات (Implemented Applications) 48
4.5.1 دائرة إشارات المرور (Traffic Lights) 49
4.5.2 دائرة محرك الخطوة (Stepper Motor Circuit.) 50
4.5.3 دائرة التحكم بشدة الإضاءة (Light Intensity Control Circuit) 50
4.5.4 دائرة تشغيل لمبة 220 فولت (220 VAC Lamp Circuit) 51
4.6 عمل اللوحة المطبوعة (Printed Circuit Board) 51

الفصل الخامس : التصميم البرمجي للنظام (Software System Design) **57**

5.1 مقدمة 58
5.2 أدوات وبرامج التطوير (MPLAB IDE) 58
5.3 المبرمجة وبرنامج (WinPIC800) 59
5.4 المخططات المنهجية وشفرة البرنامج الرئيسي 59
5.4.1 المخطط المنهجي الرئيسي 60
5.4.2 مخطط إشارات المرور 60
5.4.3 مخطط مانور الخطوة 61
5.4.4 مخطط التحكم بشدة الإضاءة 61
5.4.5 مخطط الوميض 61
5.5 جزء من شفرة البرنامج الرئيسي 62

الفصل السادس: فحص النظام (System Testing) **65**

6.1 فحص المبرمجة وعملية تحميل برنامج وتشغيله على PIC16F877 66
6.2 فحص المتحكم 67
6.3 فحص دائرة تكييف الإدخال ولوحة المفاتيح 68
6.4 فحص دوائر تكييف الإخراج وشاشة الكريستال السائلة LCD وإشارات LED's 69
6.5 فحص المحول التشابهي / الرقمي (ADC) 69

6.6 اكتشاف الأخطاء (Trouble Shooting) 71

الفصل السابع:الاستنتاجات والأعمال المستقبلية (Conclusion & Future Works) 73

7.1 الاستنتاجات (Conclusions) 74
7.2 المعوقات (Problems) 74
7.3 الأعمال المستقبلية (Future Work) 75

قائمة الجداول
(List of Tables)

الفصل الأول: المقدمة (Introduction)

الجدول (1.1.1) :مقارنة بين التحكم الصلب والبرمجي 3
الجدول (1.5.1) :تكاليف المشروع (Cost Estimation) 5
الجدول (1.7.1) :الجدول الزمني للمشروع (Project Schedule) 6

الفصل الثاني: الخلفية النظرية للنظام (Theoretical Background)

الجدول (2.4.1) : تفصيلات حقل الترميز للتعليمات 16
(Opcode Field Description)

الفصل السادس: فحص النظام (System Testing)

الجدول (6.1.1) : وصل أطراف المبرمجة 66
الجدول (6.3.1) : مخارج لوحة المفاتيح (Hex Keypad) 68

قائـــــمة الأشكـــال والرســـــــومات
(List of Figures)

الفصل الأول: المقدمة (Introduction)

الفصل الثاني: الخلفية النظرية للنظام (Theoretical Background)

شكل (2.4.1) : تقسيم تعليمة البايت Byte-Instruction 11
شكل (2.4.2) : تقسيم تعليمة الخانة Bit-Instruction 11
شكل (2.4.3) : تقسيم تعليمة التحكم والثوابت Literal & Control Inst. 11
شكل (2.5.1) : أطراف المتحكم الميكروي PIC16F877 Pin Out 14
شكل (2.5.2) : المخطط الصندوقي لـ PIC16F877 15
شكل (2.5.3) : خارطة مسجلات المتحكم Registers File Map 18
شكل (2.5.4) : دائرة المذبذب OSC Circuit 20
شكل (2.5.5) : منافذ المتحكم PIC Ports 20
شكل (2.6.1) : شاشة الكريستال LCD Display 23
شكل (2.6.2) : متحكم شاشة الكريستال من الخلف LCD Display Controller 24
شكل (2.6.3) : مخطط توصيل الشاشة 24
شكل (2.7.1) : الثنائي المشع LED 25
شكل (2.8.1) : الترانزيستور وإحدى استعمالاته 25
شكل (2.9.1) : التريك TRIAC 26
شكل (2.10.1): العازل الضوئي Optical Isolator 26
شكل (2.11.1): المرحل المغناطيسي Relay 27
شكل (2.12.1): أحد أشكال محرك الخطوة Stepper Motor 27
شكل (2.12.2): دائرة تحكم في محرك الخطوة 28
شكل (2.12.3): التركيب الداخلي لمحرك الخطوة 28

الفصل الثالث:التصميم البنـائي للنظام (Design Concepts)

شكل (3.3.1) : المتحكم 16F877 31
شكل (3.5.1) : المخطط الصندوقي للمشروع 33

شكل (3.5.2) : المخطط التفصيلي للنظام 34

الفصل الرابع : التصميم العملي للنظام (Hardware System Design)

شكل (4.1.1) : الربط بالعوازل المنطقية 37
شكل (4.1.2) : الربط بمكبر العمليات 38
شكل (4.1.3) : القيادة بالترانزيستور 38
شكل (4.1.4) : الربط والقيادة بالعوازل الضوئية المنفصلة 39
شكل (4.1.5) : الربط والقيادة بالعوازل الضوئية المتكاملة 39
شكل (4.1.6) : القيادة بالمرحلات الكهرومغناطيسية 39
شكل (4.1.7) : القيادة بالثيريستور و الترياك 40
شكل (4.2.1) : التصميم العام لتركيب النظام 41
شكل (4.2.2) : الشكل التالي مخطط داخلي للمتحكم (16F877) 42
شكل (4.2.3) : دائرة التصفير وإعادة التشغيل (Reset Circuit) 43
شكل (4.2.4) : دائرة المذبذب (Oscillator Circuit) 43
شكل (4.2.5) : أطراف المتحكم (Controller Pins & Ports) 44
شكل (4.2.6) : توصيلات المنفذ "A" 45
شكل (4.2.7) : توصيلات المنفذ "B" , Digital Inputs 45
شكل (4.2.8) : توصيلات المنفذ "C" 46
شكل (4.2.9) : توصيلات المنفذين "D", "E" 46
شكل (4.2.10) : توصيلات المنفذ "B" , Programmer 47
شكل (4.3.1) : المخطط الصندوقي للوحة المفاتيح 47
شكل (4.4.1) : مظهر شاشة الكريستال 48
شكل (4.5.1) : اللوحة التجريبية كاملة لجميع الدوائر 49
شكل (4.5.1.1) : دائرة تجريبية- إشارات ضوئية 49
شكل (4.5.2.1) : دائرة تجريبية- محرك الخطوة 50
شكل (4.5.3.1) : دائرة تجريبية- شدة الإضاءة 50
شكل (4.5.4.1) : دائرة تجريبية- تشغيل لامبة -220V 51
شكل (4.5.4.2) : دائرة تشغيل لمبة 220 فولت 51
شكل (4.6.1) : صورة مقص اللوحات 52
شكل (4.6.2) : صورة ماكينة الأشعة 52
شكل (4.6.3) : صورة ماكينة التحليل 53
شكل (4.6.4) : صورة الثاقب 53

شكل (4.6.5) : اللوحة المطبوعة للمشروع كاملة بعد إنهاء تجميعها 54
شكل (4.6.6) : الخطوط النحاسية (Layout)على اللوحة المطبوعة 55
شكل (4.6.7) : أثناء مخطط الدائرة الإلكترونية للمشروع 56

الفصل الخامس:التصميم البرمجي للنظام (Software System Design)

شكل (5.4.1) : مخطط منهجي- البرنامج الرئيسي 60
شكل (5.4.2) : مخطط منهجي- برنامج إشارات المرور 60
شكل (5.4.3) : مخطط منهجي- برنامج محرك الخطوة 61
شكل (5.4.4) : مخطط منهجي- برنامج التحكم بشدة الإضاءة 61
شكل (5.4.5) : مخطط منهجي- برنامج التحكم بالوميض 62

الفصل السادس: فحص النظام (System Testing)

شكل (6.1.1) : دائرة تجريبية- المبرمج Programmer 66
شكل (6.1.2) : مخطط صندوقي لتوصيل المبرمجة 67
شكل (6.1.3) : نموذج من صفحة لبرنامج التحميل 67
شكل (6.2.1) : دائرة فحص المذبذب 68
شكل (6.3.1) : دائرة مسفر المفاتيح (74922) 68
شكل (6.4.1) : دائرة تجريبية- الشاشة 69
شكل (6.4.2) : مخطط توصيل الشاشة مع منافذ المتحكم (D) و (E) 69
شكل (6.5.1) : دائر فحص المنافذ التشابهية 70
شكل (6.5.2) : شكل المشروع كامل- تجريبي 70
شكل (6.6.1) : نموذج من صفحة لبرنامج التحميل 71
شكل (6.6.2) : احتياطات الأمان عند توصيل دوائر ~220V 72

الفصـــــــــــل الأول

المقـــــــــــــدمة

(Introduction)

1.1 مقدمة (Introduction)

1.2 أهمية المشروع (Importance of the project)

1.3 الدراسات السابقة (Literature Review)

1.4 مكونات المشروع (Project Parts)

1.5 تكاليف المشروع (Cost Estimation)

1.6 خطة العمل (Work Plan)

1.7 الجدول الزمني للمشروع (Project Schedule)

1.8 المخاطر (Risks)

1.9 محتويات التقرير (Report Contents)

الفـــــــــــــصل الأول

المـــــــقدمة

1.1 مقدمة (Introduction)

نظرة عامة (Overview)

المشروع هو دراسة نظرية او عملية (أو الجمع بينهما) معمقة لموضوع معين في مجال الهندسة الكهربائية و الالكترونية و الحاسوب, وذلك بهدف التحقق من أو التعرف على أنظمة أو مشاكل محددة وطرح سبل الاستفادة منها مع إمكانية التطبيق أو وضع خطة للحل الأمثل مستخدما في ذلك المعلومات العلمية التي اكتسبها الطالب أثناء دراسته و المعامل و التجهيزات المتوفرة.

يتمحور موضوع مشروعنا حول استعمال المتحكم في عمليات تصميم الأنظمة المختلفة سواء في مجال الصناعة أو الاتصالات أو الأنظمة الخدمية الأخرى حيث أن التكنولوجيا المعاصرة من أنظمة برمجية متطورة تظهر دور المتحكم كعنصر أساسي.

وحيث شهدت الأونة الأخيرة متغيرات هائلة في عالم الأتمتة واستثمار الأنظمة المعلوماتية وأصبح الخيار الوحيد لجميع الفروع الصناعية هو التسابق على طريق الأتمتة بما يشمل مختلف نواحي العمل ومراحله. وتعتبر الأتمتة بشكل أو بآخر استبدال بعض أو كل التدخل البشري المطلوب لتوجيه عملية التحكم للمنظومة المطلوب تشغيلها.

فالأتمتة تعطي:

- الدقة في العمل. Accuracy.
- السهولة في التعامل. Simplicity.
- الثقة عند التنفيذ. Trust Worthy.
- المرونة في التطوير. Flexibility.
- الاقتصادية في تكلفة البناء والتشغيل. Cost Worthy.
- توفير الوقت اللازم لذلك. Time Worthy.

فالأتمتة تهدف إلى ضمان التحكم في العملية بدون أي تدخل بشري لاسيما وأن الدقة والسرعة هما غاية معظم النظم.

ولهذا يجب أن توفر القطعة المدبرة المتحكمة (CONTROLLER) والتي ستكون بديلا وتشمل القيادة والتحكم حيث يوجه جميع النشاطات في المنظومة ويتميز بقدرته على البدء والتنظيم والتوقيت وذلك بناءا على الاستجابة العالية للمعطيات التي تنقلها الأطراف المتصلة معه (حساسات ومفاتيح وغيرها) لتقوم بمعالجة المعطيات ثم إرسال الأوامر التنفيذية إلى العناصر المنفذة (لمبة إشارة أو محرك أو غيرها).

هناك نوعان من المعلومات المقدمة:

- معلومات رقمية ثنائية. On \ Off.
- ومعلومات تشابهية. Analogue.

يمكن أن تنجز المعالجة لهما بطريقتين:

- التحكم ذو التوصيلات الصلبة. Hard Wired Control.
- التحكم القابل للبرمجة. Programming Control.

حيث وظيفة ذو التوصيلات الصلبة ثابتة, يتم وصل جميع العناصر , في حين وظيفة القابل للبرمجة متغيرة برمجيا (تخزن بذاكرة يعاد برمجتها حسب المطلوب).

وبالمقارنة بين النوعين الصلبة والبرمجية نلاحظ ما يلي:

	الصلبة Hard Wired	البرمجية Programming
الفحوصات والصيانة	صعبة تحتاج وقتا وتكلفة.	مباشرة وبلا تكلفة.
إستراتيجية التحكم	تحتاج أسلاك للتوصيل.	برنامج بالذاكرة.
المعالجة	تحتاج مرحل (Relay).	تحتاج معالج كمبيوتري.
المساحة المشغولة	كبيرة.	سهلة وسريعة بتغير جزء من البرنامج.
التكلفة	كبيرة.	بسيطة.
تكرار النظام	يحتاج لوقت لانجاز نفس التوصيلات.	فقط نسخ برنامج.

جدول 1.1.1

ولهذا جاء اختيارنا للمتحكم PIC المنتج من شركة (Microchip) ولسبب هام هو ما يقدمه من مميزات قليلا ما توجد في متحكمات أخرى فهي توفر محولات (Analogue-Digital Converters) وكذلك تعديل (Pulse Width Modulation) وأنظمة الاتصالات التسلسلية (Serial) وذاكرة المعطيات وأسلوب المحاكاة البرمجة السهلة وهذا اختيار موفق في عمليات تصميم الأنظمة.

ويعرف أن أي نظام تحكم (Control System) يتألف من ثلاثة أقسام رئيسية:

- الإدخال. Input.
- المعالجة. Processing.
- الإخراج. Output.

وتتحدد مهمة قسم المعالجة بالاستجابة لإشارات الدخل والقيام بتحليلها ثم إعطاء الأوامر إلى عناصر الخرج وفق ظروف الدخل.

المتحكمات عبارة عن معالجات (Microprocessors) بالإضافة إلى الذاكرة والأنظمة المحيطة الأخرى كنوافذ الإدخال والإخراج والاتصالات ومحولات تشابهية (Analog /Digital Converter) وبالمقارنة نكتب المساواة التالية:

Microcontroller = Microprocessor + some peripherals

فمشروعنا يشبه إلى حد ما المتحكمات المنطقية القابلة للبرمجة plc فهي متحكمات مدعومة بالمواد الصلبة (Hardware) وبالبرمجة (Software) . ويمكن كتابة المساواة التالية:

PLC = Microcontroller + support units.

1.2 أهمية المشروع (Importance of the project)

- الممارسة العملية لتصميم وبناء وبرمجة القطع الحديثة.
- استبدال نظم التحكم القديمة بأنظمة متطورة.
- السرعة في البرمجة والتوصيل للآلة.
- مساعدة أصحاب المصانع والمعنيين بالتطور التكنولوجي بتشغيل أجهزتهم دون توقف وإيجاد بديل لهم.
- تطوير مشاريع مستقبلية تفيد البيت والمصنع والمزرعة وغيرة.

فالمطلوب من فريق العمل تصميم لوحة متحكم للتطبيقات العامة حيث يمكن أن تكون جزء من آلة تراقب وتتحكم بتلك الآلة ويمكن استعمالها أيضا في المصانع والمدارس والمؤسسات الأخرى كجهاز للتدريب واكتساب الخبرات والمهارات العملية في المجالات الهندسية.

فتوفر مثل هذا الجهاز الالكتروني يوفر التعب والوقت في البناء والتركيب والصيانة للآلات مما يتيح المجال أمام المعنيين للاعتماد على الكفاءات والاستفادة من الخبرات .

1.3 الدراسات السابقة (Literature Review)

في الدوريات (periodicals). العديد من المجلات تطرح دوائر ذات أهداف متخصصة وامتداد لتوسعة نظام الحاسب داخليا من خلال فتحات التوسعة أو خارجيا من خلال منافذ التوازي, الطابعة او التوالي, الفارة. وفي الجامعة يوجد كثير من البطاقات المسماة (Data Acquisition Cards) تعمل بأنظمة تشغيل مختلفة مثل LABWIDOWS و LABVIEW.

في الانترنت يوجد دوائر معظمها تعتمد على استعمال المعالجات وأنواع أخرى من المتحكمات بشكل متخصص ولهدف معين.

وفي الكتب العلمية يوجد العديد من الدوائر التي تستعمل معالجات ومتحكمات لكنها ذات طابع صغير ولهدف توضيح الموضوع بشكل اقرب للنظري.

1.4 مكونات المشروع (Project Parts)

- معالج دقيق من نوع. PIC16F877.
- وحدة البرمجة للمعالج. Programming Unit.

- لوحة مفاتيح, 16- مفتاح. Hex Key Pad.
- وحدة إخراج, شاشة كريستال سائل. LCD Display.
- وحدة إخراج رقمي معزولة ومهيأة. Insulated Digital Output Unit.
- وحدة إدخال رقمي معزولة ومهيأة. Insulated Digital Input Unit.
- مدخل للمعلومات التشابهية. Analogue Voltage Input.
- مخرج للمعلومات التشابهية. Analogue Voltage Output.

1.5 تكاليف المشروع (Cost Estimation)

وتشمل تكاليف القطع اللازمة لبناء الدوائر و تجريبها و التوثيق كما يلي:

تكاليف القطع	S 250
تكاليف اللوحة المطبوعة	S 30
تكاليف تجميع	S 50
تكاليف طباعة ورق وتصوير	S 80
متفرقات	S 40
تكاليف مهندسين	$ 150
تكاليف لوحة المرحلات.	$ 30
تكاليف لوحةBread board	$ 20

جدول 1.5.1

هذا بالإضافة لأجهزة الجامعة لم تأخذ بالحسابات .

أي أن المجموع (S 650) تقريبا .

1.6 خطة العمل (Work Plan)

لضمان إكمال المشروع يجب إكمال الخطوات التالية:

- الدراسة التمهيدية, تم البحث بمواضيع لها صلة بالمشروع وذات علاقة وأهمية.
- تصميم الدوائر اللازمة.
- تجميع الدوائر المختلفة.
- فحص الدوائر والتأكد من عملها.
- عمل التوصيلات للنظام كاملا وفحصها.
- التوثيق للفحوصات التي يتم إجراؤها.
- كتابة التقرير

1.7 الجدول الزمني للمشروع (Project Schedule)

المهمة	الأيام	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
جمع المعطيات اللازمة وتحليلها																	
دراسة التعليمات والتركيب الداخلي																	
تصميم المراحل المختلفة																	
تجميع الدوائر و فحصها																	
توثيق التجارب و البرامج																	
كتابة تقرير المشروع و عمل عرض																	

جدول 1.7.1

1.8 المخاطر (Risks)

أثناء التجارب يتم أحيانا تلف بعض القطع سببه عكس التوصيلات أو زيادة في التيارات ولهذا يجب الحرص والاهتمام أثناء التجارب والتركيز بالحواس, اللمس والسمع والبصر, ومن ناحية أخرى يجب استغلال الوقت حرصا من المفاجئات غير المتوقعة ويجب رصد الميزانية المناسبة للقطع وشرائها بالوقت المناسب.

صعوبات برمجية

- عدم دراسة مواد تتعلق بالمتحكم حيث تم دراسة ذاتية للتركيب الداخلي والتعليمات للمتحكم استغرقت فترة من الزمن.
- مشاكل بتهيئة المتحكم من اجل إدخال الإشارة التماثلية تستغرق وقت لقراءة النشرة الفنية للمتحكم.
- عدم التأكد بما يدور داخل المتحكم نتيجة بعض البرامج المطبقة لا يوجد تعليق مباشر.
- كلما كبر البرنامج نحتاج لطباعته من اجل المتابعة.

صعوبات المكونات المادية

- تلف بعض القطع الالكترونية بالنظام وعدم توفرها بالسوق والحاجة لتوصية للشراء.
- عدم توفر مبرمجة بالجامعة تخص المتحكم الخاص بالمشروع وتم بحمد الله بناء مبرمجة من قبل الفريق بعد فترة من الزمن.
- الحصول على لوحة مطبوعة متأخرة بعد التوصية لشرائها.

صعوبات التقاء الفريق

يتم بشكل أسبوعي فقط وكذلك مرض احد أفراد الفريق يؤثر على سير العمل.

1.9 محتويات التقرير (Report Contents)

كل فصل يحتوي جزءا نظريا أو عمليا من المشروع.

الفصل الأول
مقدمة ووصف عام للنظام وأهميته وتكلفته وزمنه والتخطيط له.

الفصل الثاني
وصف لجميع أجزاء النظام والقطع المستعملة بالرجوع إلى النظريات للمقارنة وللفهم والدراسة والتحليل.

الفصل الثالث
التصميم للمخطط الصندوقي وآلية ربط المراحل والتشغيل.

الفصل الرابع
الدوائر التي جمعت ووصف لعملها.

الفصل الخامس
شرح للبرامج الخاصة بتشغيل الآلة وتحليلها.

الفصل السادس
التأكد من سلامة الدوائر بالفحص وتصحيح الخطاء.

الفصل السابع
الاستنتاجات والنتائج والتوصيات بالإضافة للصعوبات وحلها عمليا.

المراجع والملحقات
تشمل الكتب والمجلات والانترنت بالإضافة إلى نشرات القطع والجداول.

الفصـــــــل الثاني

الخلفية النظرية للنظام

Theoretical background

2.1 مقدمة (Introduction)

2.2 أدوات التطوير (Development Tools)

2.3 بيئة MPLAB IDE

2.4 مجموعة تعليمات متحكمات (PIC Instructions Set)

2.5 مقدمة في البنية للمتحكم PIC

2.6 شاشة الكريستال السائلة Liquid Crystal Display

2.7 الثنائي المشع للضوء LED

2.8 الترانزستور Transistor

2.9 الترياك Triac

2.10 العازل الضوئي Optical Isolator

2.11 المرحل (الحاكمة الكهرومغناطيسية) Relay

2.12 ماتور الخطوة Stepper Motor

2.13 الفرضيات

2.14 تكامل المشروع

الفـــــــــــــصل الثاني

خلفية النظام النظرية

2.1 مقدمة (Introduction)

يتناول هذا الفصل المواضيع ذات الأهمية النظرية للمشروع وما تم الاطلاع عليه خلال فترة ما قبل بناء الدوائر العملية وتشمل وحدات التطوير والبرمجة وأساليب التعامل معها والتركيب الداخلي للمعالج وتعليماته والعلاقة بينهما وطرق كتابة البرنامج على MPLAB وتحميل البرنامج بالمبرمجة وتم التعرف على طريقة برمجة المتحكم وشاشة الكريستال السائلة وغيرها من القطع الالكترونية وتم أيضا التدرب على تمارين لربط البرمجة بالتعليمات من اجل الممارسة والفهم.

عملية التحكم في أي نظام تحتاج دائرة الكترونية وتصميمها يتطلب الخبرة ووضع التصميم وتنفيذه خطوة خطوه وبشكل تراكمي. أي دائرة تلو الأخرى ويتم في كل مرة إضافة البرمجيات المناسبة لكل دائرة للتأكد من عملها.

ومن خلال التواصل ولأهمية المواضيع تم اختيار مواضيع مهمة وذات فائدة تعود علينا أثناء التطبيق العملي وما بعد المشروع بالفائدة.

2.2 أدوات التطوير (Development Tools)

في عملية التصميم وتطوير المشروع في جميع مراحله يوجد مواد برمجية وصلبة مستخدمة عند تنفيذ مراحل التصميم تسمى أدوات التطوير ومنها:

❖ **المحرر**

برنامج يسمح بكتابة الملف المحتوي على عبارات التعليمات بنسق معين بناءا على التصميم وبعد إنهاء الكتابة للبرنامج تقوم بتخزينه على القرص الصلب لتحصل على الملف المصدري ويعطى امتداد asm.

❖ **المجمع**

برنامج يقوم بتحويل الملف المصدري إلى ملف غرضي ويقوم بترجمة التعليمات المختصرة المكتوبة والتي كتبت بالمحرر إلى شفرة ثنائية مقابلة وينتج ملفات obj, .hex, .lst, .err.

❖ **الرابط**

لربط عدة ملفات غرضيه لتشكيل ملف واحد في البرامج الضخمة حيث تقسم إلى وحدات مستقلة اصغر وبعد تجهيزها تربط لتشكل برنامج وظيفي.

❖ **المبرمجة**

هي آخر حلقة في أدوات التطوير وهي لإنتاج كميات قليلة ومن الواجب أن تكون على جودة وثقة عالية بها.

من مميزات المتحكم pic البرمجة ضمن الدائرة حيث يسمح بالبرمجة في التطبيق النهائي دون الحاجة لفك المتحكم من الدائرة وتسمح بتحديث المنتج بسهولة من خلال استبدال البرنامج بنسخة احدث .

ويوجد خمسة خطوط للمبرمجة المتوالية نستطيع بالمبرمجة برمجة كافة المتحكمات عن طريق تغير مواقع الخطوط الخمسة على أطراف المتحكمات حسب كل موديل.

هذه المبرمجة لا تحتاج إلى جهد خارجي فهي تستمد الطاقة من منفذ التوالي في الحاسب.

ونلاحظ وجود نوعين من المبرمجات pic هما مبرمجات الإنتاج ومبرمجات التطوير الفرق بينهما سرعة البرمجة وبرمجة عدة متحكمات بنفس الوقت.

المبرمجة قادرة على برمجة المتحكمات بعلب 8 إلى 40 رجل ويوجد نسخة من برنامج السواقة على موقع الشركة في الانترنت والذي يقوم بتحميل البرنامج المطلوب إلى ذاكرة المتحكم pic .

تتعرف المبرمجة على الملفات التي يولدها المجمع ويتم اختيار الملف المراد نسخة وقبل النسخ يتم مسح الذاكرة وخلوها من المعلومات يمكن تحديث البرنامج من خلال الانترنت وشحنة مجانا ومواكبة التطورات السريعة في المتحكمات وذلك من خلال الموقع Microchip.com واتباع التعليمات المكتوبة.

و تسمح المبرمجة للبرنامج بالانتقال إلى ذاكرة flash المتحكم على شكل كتل وقد تم تصميم واحدة توصل بالحاسب على منفذ التوالي.

أدوات التطوير في المتحكمات تصنف لقسمين برمجية وصلبة.

وبيئة التطوير المتكاملة في المتحكمات تسمح بالتحرير والترجمة وتصحيح الأخطاء.

2.3 بيئة MPLAB IDE

تعمل ضمن تطبيقات ويندوز وهي بيئة متكاملة لتتعامل مع متحكمات PIC التابعة لشركة Microchip بها محرر نصوص ومدير المشروع وأيقونات اختصار ومفاتيح مبرمجة.

تحرير الملفات بطريقتين MPASM, MPLABC ويتم تحديد الأخطاء ويتضمن أدوات مدير المشروع حيث يسمح بإنشاء مشروع جديد والعمل بالملفات المتعلقة بالمشروع.

وهناك خطوات لبرمجة MPLAB منها :

- تهيئة نمط التطوير.
- إنشاء مشروع جديد.
- إنشاء ملف مصدري.
- إدخال الشفرة إلى الملف المصدري.
- تجميع الملف المصدري.
- تنفيذ البرنامج بعد التحميل.

2.4 مجموعة تعليمات متحكمات (PIC Instructions Set)

تتألف مجموعة التعليمات من 35 تعليمة, وكل تعليمة تتكون من 14 خانة ثنائية (14-bit) تسمى كلمة, وكل كلمة تنقسم إلى رمز العمل (Opcode) والذي يحدد نوع التعليمة, وتفصيل العمل (operand) والذي يحدد نوع العملية ووجهتها.

✓ وتصنف التعليمات إلى ثلاثة مجموعات :

1. مجموعة تعليمات البايت (Byte-Instructions)
2. مجموعة تعليمات الخانة (Bit-Instructions)
3. مجموعة تعليمات التحكم والثابت (Literal and Control Instructions)

❖ **مجموعة تعليمات البايت** (Byte-Instructions)

تقسم الكلمة في هذه المجموعة كما في الشكل (2.4.1).

13	8	7	6	0
OPCODE		d	f (FILE #)	

d = 0 for destination W
d = 1 for destination F
f = 7-bit file register address

وتتكون هذه المجموعة من الكلمات التالية:

MOVF, MOVWF, ADDWF, SUBWF, ANDWF, IORWF, XORWF, COMP, DECF, INCF, DECFSZ, INCFSZ, RRF, RLF, SWAPF, CLRF, CLRW, NOP.

❖ **مجموعة تعليمات الخانة** (Bit-Instructions)

تقسم الكلمة في هذه المجموعة كما في الشكل (2.4.2).

13	10	9	7	6	0
OPCODE		B (BIT #)		f (FILE #)	

b = 3-bit bit address
f = 7-bit file register address

وتتكون هذه المجموعة من الكلمات التالية:

BCF, BSF, BTFSC, BTFSS .

❖ **مجموعة الثوابت والتحكم** (Literal & Control Instructions)

تقسم الكلمة في هذه المجموعة كما في الشكل (2.4.3).

13	8	7	0
OPCODE		k (Literal)	

k = 8-bit immediate value

وتتكون هذه المجموعة من الكلمات التالية:

MOVLW, ADDLW, SUBLW, ANDLW, IORLW, XORLW, CLRWDT, SLEEP, RETURN, RETFIE, RETLW, OPTION, TRIS.

اما بالنسبة لـ CALL وGOTO , فهي كالتالي:

13 11	10 0
OPCODE	K (Literal)

k = 11-bit immediate value

✓ تفصيلات حقل رمز التعليمة (Opcode Field descriptions)

Field	Description
f	Register file address (0x00 to 0x7F)
w	Working register (accumulator)
b	Bit address within an 8-bit file register
k	Literal field, constant data or label
x	Don't care location (x= 0 or 1), the assembler will generate code with x = 0
d	Destination select; d = 0: store result in w, d = 1: store result in f, default d = 1
PC	Program Counter
TO	Time-Out bit
PD	Power-Down bit

جدول 2.4.1

** من اجل التصميم الدقيق يجب فهم التعليمات ومعرفة الأعلام (Flags) التي تتأثر بالتعليمة ويعتبر إتقان استخدام التعليمات أساسا للتصميم. فالممارسة المستمرة مع البرمجة والتطبيقات يكسب الشخص الخبرة في استخدامها.

✓ بعض من التعريفات لمصطلحات مهمة

❖ زمن التعليمة

زمن تنفيذ جميع التعليمات دورة ساعة واحدة باستثناء تعليمات التفرع المشروط وغير المشروط الذي يحتاج دورتين وهذا يعطي المعالج قوته ويسهل حساب زمن التنفيذ للبرنامج.

وفي حالة تردد 4mhz فان t=.25us حيث t تأخذ 4 فترات من نبضات الهزاز أي أن t=.25*4=1us أي أن زمن التنفيذ 1us أو 2us حسب نوع التعليمة.

❖ شفرة البايت

تحدد السبع خانات الأولى عنوان المسجل f وتعدون حتى 128 مسجل الخانة الثامنة تحدد أين توضع النتيجة وأين هدفها وعند d=0 النتيجة بالمركم وعند d=1 النتيجة بالملف والخانات الستة الأخيرة تشفير نوع العملية المنفذة.

❖ شفرة الخانة

أول سبع خانات محجوزة لعنوان المسجل أما الثلاث التالية تحدد عنوان الخانة الهدف داخل المسجل f والخانات الأربع الأخيرة تشفر نوع التعليمة.

❖ **شفرة التحكم والثوابت**

لتفرع البرنامج يوجد call, goto تحجز إحدى عشرة خانة لقيمة k الثابتة الذي يمثل عنوان لاقفة والخانات الباقية تمثل قفز أو استدعاء.

وباقي التعليمات منها return , sleep تعتبر تعليمات مباشرة لا علاقة لها بثابت k والتعليمات الأخرى تحتوي قيمة ثابت ثماني الخانات يعبر عن عملية حسابية أو منطقية أو تحميل.

❖ **دورة تنفيذ التعليمة**

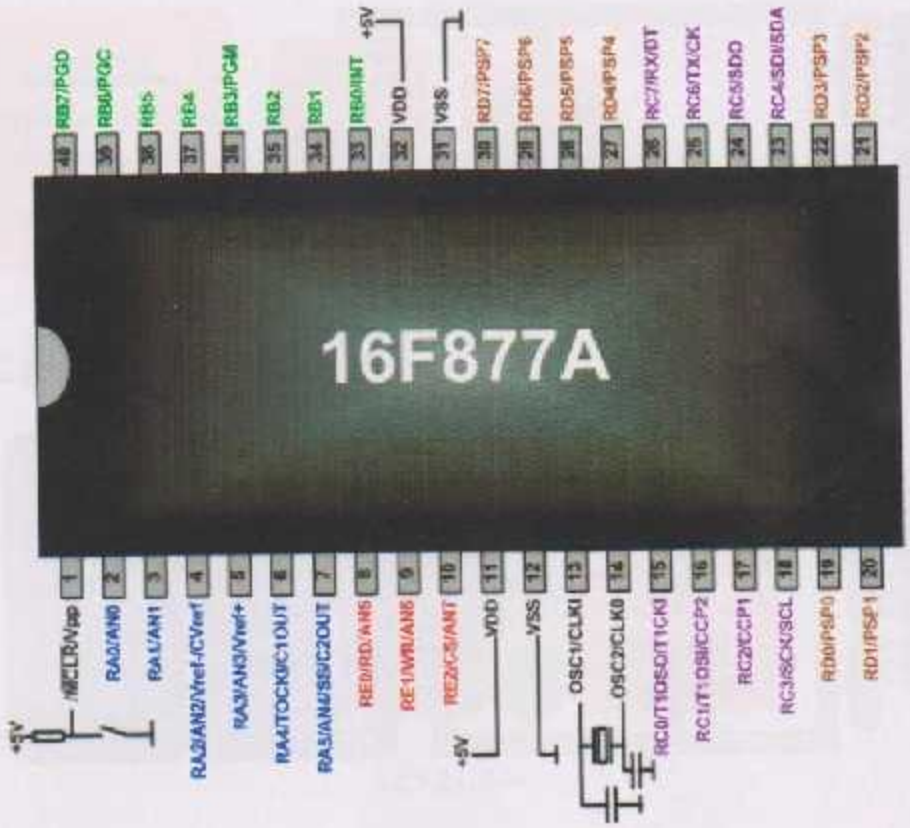
دورة التعليمة 4 فترات من الهزاز tosc تزود المتحكم بالقاعدة الزمنية عند تنفيذ فعالياته قراءة ومعالجة و كتابة وتوزع كالتالي:

- Q1 دورة فك الشفرة.
- Q2 دورة قراءة التعليمة.
- Q3 معالجة المعطيات.
- Q4 دورة كتابة.

2.5 مقدمة في البنية للمتحكم PIC

المتحكم عبارة عن نظام كمبيوتري مبني على شريحة واحدة به مجموعة مكونات لإتمام مهمة التحكم دون الحاجة لمكونات خارجية ويشمل وحدة معالجة وذاكرة بأنواع مختلفة ووحدات اتصال تسلسلي ومتوازي وموقتان ومنافذ تبادل بيانات مع الأجهزة المحيطة به تتنوع في الإمكانيات وتتشابه في مبدأ العمل وتم في المشروع استعمال 16F877 من شركة ميكروشيب.

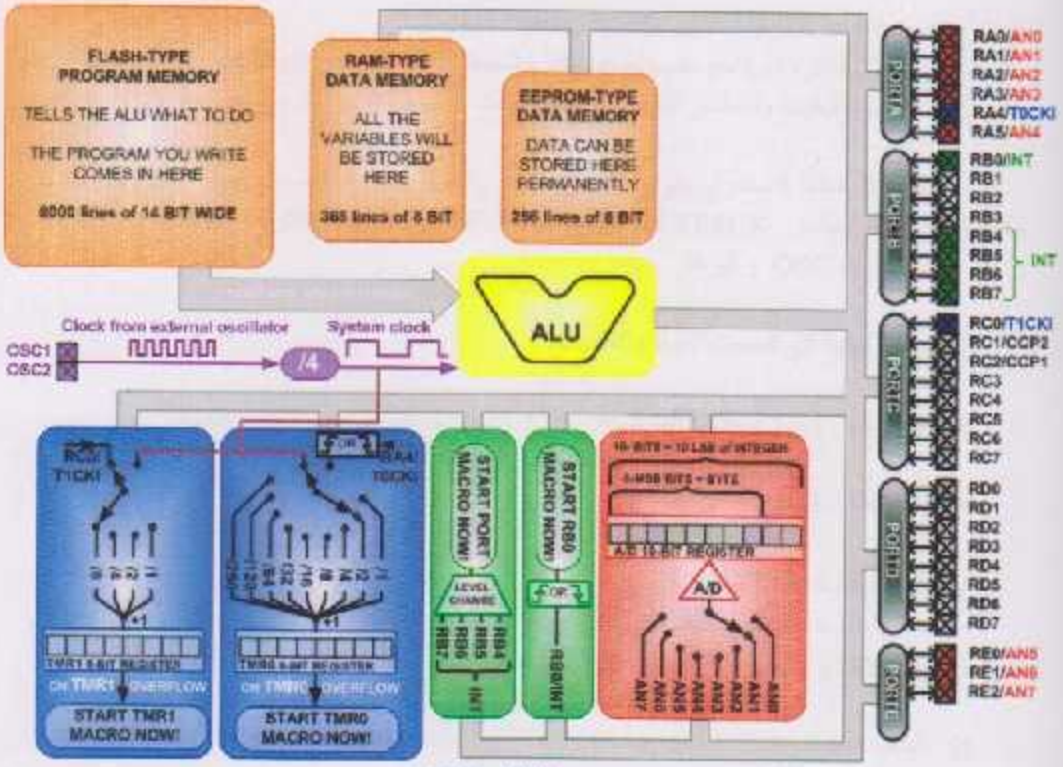
الشكل (2.5.1) يوضح الأطراف حسب الوظائف.



الشكل (2.5.1)

والشكل التالي (2.5.2) يوضح المخطط الداخلي ويظهر بعض المميزات منها:

- ✓ ذاكرة برنامج فلاش بحجم 8K*14 قابلة للمسح.
- ✓ السرعة القصوى 20MHZ .
- ✓ ذاكرة بيانات 256 بايت وكذلك 368 بايت من المسجلات بحجم 8 بتات لتخزين المؤقت.
- ✓ 33 منفذ إدخال وإخراج .
- ✓ محول ADC 10 بتات .
- ✓ استهلاك طاقة منخفض.
- ✓ 35 تعليمة بنظام RISC.
- ✓ سرعة تنفيذ التعليمات تساوي ربع زمن النبضة CLOCK.



الشكل (2.5.2)

إن التزايد في استعمال المتحكم PIC لشركة Microchip سببه المواصفات المتميزة واستعمال أدوات التطوير والسرعة بسبب الوصول المتوازي حيث يوجد ممرين منفصلين للبيانات والتعليمات ومجموعة التعليمات المختزلة والبسيطة تتضمن 35 تعليمة وتحافظ المسجلات على المحتوى عند إيقاف النبضات clock.
يستعمل المتحكم في تطبيقات متنوعة مثل الإنذار و الاتصال عن بعد وأنظمة التحكم الصناعية.

☒ العوامل المميزة لمتحكمات PIC

- مجال حرارة التشغيل.
- تقنية الذاكرة.
- جهد التشغيل.
- تردد التشغيل.
- التغليف.

☒ تقنية RISC (Reduced Instruction Set for Computer)

تتميز بالتالي:

- بنية متوازية.
- التعليمات لها نفس الحجم.
- كل تعليمة تحتاج كلمة واحدة.

- مجموعة التعليمات تكون مخفضة ومتناسقة بينها.
- تكون ذاكرة البرنامج منفصلة عن ذاكرة المعطيات يتم الوصول إليهما عبر ممرين منفصلين يتم جلب التعليمة وإحضار المعطيات بنفس الوقت مما يعني توفير بالزمن وسرعة الأداء.

بالنظر للمخطط الصندوقي يتواجد وحدة الحساب و المنطق ALU ومسجل الحالة STATUS وذاكرة البرنامج والمكدس STACK لتخزين قيم عداد البرنامج عند تغيره وذاكرة RAM ونوافذ A, B, C, D, E وهزاز للتردد OSC وغيرها.

☒ **تنقسم البنية إلى قسمين النواة والمحيطات.**

✓ النواة تشمل وحدة المعالجة المركزية CPU والذاكرة والهزاز والمؤقتات والتصفير.

✓ والمحيطات قسمين:

- ما ينفذ داخليا كالمؤقتات.
- ما ينفذ خارجيا مع العالم الخارجي كمنافذ الإدخال والإخراج ومحولات ADC ووحدات تعديل PWM.

☒ **أقطاب المتحكم هي:**

- مداخل مذبذب كريستالي CLK IN/OUT .
- مدخل جهد برمجي MCLR/VPP .
- مدخل تصفير RESET.
- مداخل تشابهية RA0...7.
- مداخل رقمية RD0..7, RE0...2, RB0...7, RC0...7.

☒ **مزايا المتحكم**

✓ **مزايا متعلقة بالنواة:**

- له 35 تعليمة.
- جميع التعليمات ذات دورة واحدة ما عدا التفرع يحتاج دورتين.
- سرعة التشغيل حتى تردد دخل 20 MHz – DC.
- سعة ذاكرة البرنامج حتى 8K*14 Words.
- سعة ذاكرة المعطيات حتى 386*14 Bytes.
- إمكانية المقاطعة.
- مكدس بعمق 8 مستويات.
- إمكانية العنونة مباشرة وغير مباشرة.
- إمكانية التصفير عند وصل التيار.
- وجود هزاز ومؤقت للإقلاع.
- شفرة حماية.
- وجود مؤقت مراقبة.

- الدخول بنظام الراحة لتوفير الطاقة.
- يتمتع بتقنية CMOS التي تتميز بطاقة منخفضة وسرعة عالية.
- مجال جهد 5.5V - 2.
- استهلاك منخفض للطاقة .

✓ **مزايا متعلقة بالمحيطات:**

- توفير 33 قطب إدخال الخانة.
- مؤقت وعداد ثماني الخانة .
- ثماني قنوات لمحول تشابهي رقمي بعشرة خانات.

جميع عائلات المتحكم PIC لها نفس البنية الداخلية والتركيب وتختلف بأمور تتعلق معظمها بالأنظمة المحيطية التي توجد في بعضها وتفقد بالأخرى.

☒ **تنظيم الذاكرة**

يوجد قسمان هما ذاكرة البرامج وذاكرة المعطيات لكل قسم ممر خاص به ونصل إليهما بنفس دورة التعليمة وهو ما يعرف ببنية هارفارد.

تقسم ذاكرة البرامج لأربع صفحات كل صفحة بسعة 2K*14 Word.

عند التصفير يقوم عداد البرنامج بالتصفير وعند المقاطعة يتم تحميل العداد بالقيمة 4000 للانتقال لتنفيذ روتين المقاطعة.

المكدس مجموعة من ثمانية مستويات دائرية تسمح بتخزين عناوين الاستدعاءات والمقاطعات وتحميل عنوان العودة للبرنامج الرئيسي.

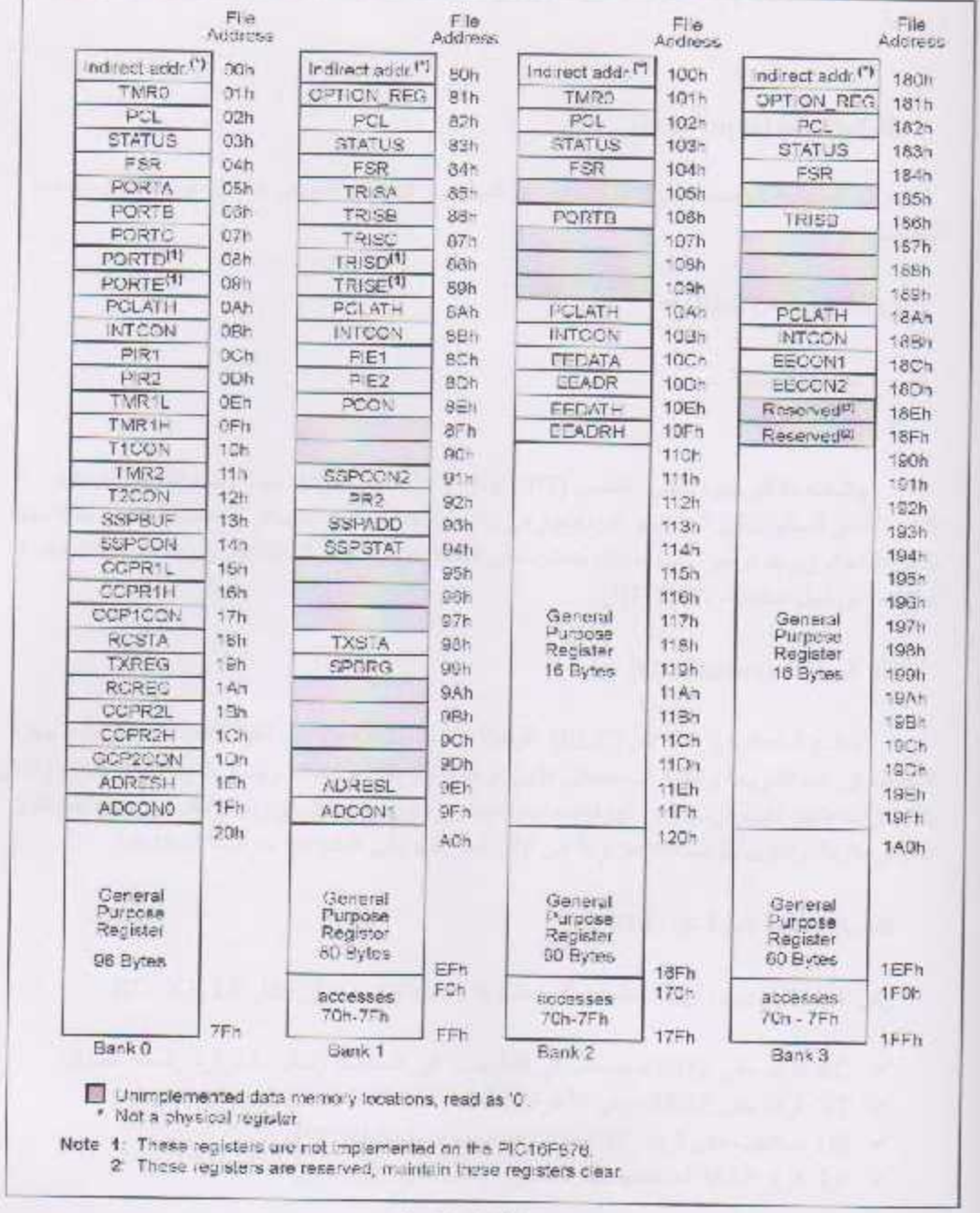
وذاكرة المعطيات تقسم إلى ذاكرة ذات أغراض عامة ومسجلات الوظائف الخاصة وهي تتحكم بنواة المتحكم والمحيطات حسب المخطط في الشكل (2.5.3). ويبدو من الشكل بنوك المسجلات الأربعة وكل منها يحوي 128 بايت (128 Bytes Long).

✓ **تنظيم ذاكرة المعطيات** (Data Memory Organization)

حيث تتألف من حيزين: حيز مسجلات الوظائف الخاصة وهذه المسجلات تحكم عمليات الشريحة من خلال التحكم بوظائف النواة الداخلية أو التحكم بالوظائف المعدة للمحيطات, وحيز مسجلات الأغراض العامة يستخدم لتخزين المعطيات وفق تعريف المستعمل وتلبية لإستراتيجية البرمجة.

يتم تقسيم الذاكرة إلى بنوك يتم الوصول إليها بخانات برمجية في مسجل الحالة يمكن الوصول لأي موقع بالعنونة المباشرة أو غير المباشرة باستعمال مسجل FSR. وفي العنونة غير المباشرة يستعمل عند عنوان ذاكرة معطيات متغيرة باستمرار كما في حالة التعامل مع الكتل (BLOCKS) وللتعامل مع الجداول يتم تهيئة مؤشر بقيمة ابتدائية ثم يعدل.

PIC16F877 REGISTER FILE MAP



الشكل (2.5.3)

☒ التصفير للشرائح أمر ضروري للأسباب التالية:

- ❖ انه يضمن وجود حالة معروفة للمسجلات.
- ❖ السماح باستقرار نظام الساعة على تردد محدود.
- ❖ عند وجود انخفاض في جهد التغذية سيتم الإقلاع ذاتيا للمتحكم.

والتصغير أنواع مختلفة منها لدى وصل التغذية أو بواسطة قطب MCLR أو عند انخفاض التغذية وغيرها.

☒ المقاطعات (Interrupts)

تعرف المقاطعة البرمجية على أنها أي تغير في اتجاه سير البرنامج الطبيعي لانجاز عملية أخرى يحددها المستعمل.

ويوجد نوعين من المقاطعة:

- مقاطعة برمجية.
- مقاطعة صلبة.

والمقاطعة البرمجية تسمى الفحص (POLLED INTERRUPT) حيث تعتمد الفحص المتكرر لانجاز التغير المطلوب في اتجاه سير البرنامج وهي تبنى بواسطة برنامج المتحكم, أما الصلبة فتتميز بأنها مبنية ضمن المتحكم ويوجد نوعين منها ما يتيح حدث داخلي كمقاطعة تغير الأقطاب للمنافذ, ويوجد مسجلات خاصة للمقاطعة من اجل تمكينها (INTCON).

☒ الهزازات (Oscillators)

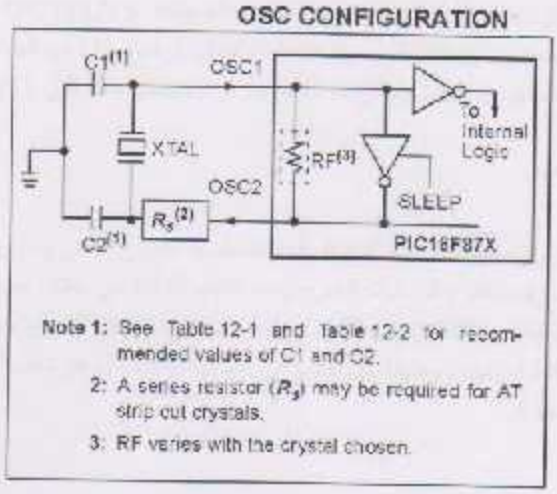
يحتاج المتحكم في عملة إلى (RLC) لتوقيت نبضات ساعته من اجل تنفيذ التعليمات ولخدمة الأجهزة المحيطة في هذه الشريحة والهزازات صنفين طنين, و هزازات مقاومة ومكثف, يمتاز الأول بثبات التردد والثاني يتغير تردده بتغير ثابت الزمن ومن الهزازات الطينية ما يعرف ب كريستال كوارتز يتشكل من أكسيد السيليكون المتوفر بالرمل وتعزى خواصه الاهتزازية إلى الأثر البيزوكهربائي الناتج عن خواصه الميكانيكية.

الدائرة المكافئة عبارة عن RLC .

وفي نظام PIC, يوجد أربعة أنظمة يمكن اختيارها برمجيا وهي: هزاز HS, LP, XT, RC .

- ✓ RC تردد حتى 4MHZ يستعمل في التطبيقات غير الحساسة ويتأثر بالحرارة والسعة الطفيلية.
- ✓ XT تردد حتى 4MHZ وفي الأغراض العامة.
- ✓ HS يستجيب حتى تردد 20MHZ وهو موجود بمتحكمات PIC.
- ✓ LP هزاز الطاقة المنخفضة تياره صغير ويعمل حتى 20 MHZ .

استعملنا في المتحكم PIC دائرة الكريستال لأنها الأكثر استقرارا, حسب الشكل (2.5.4).

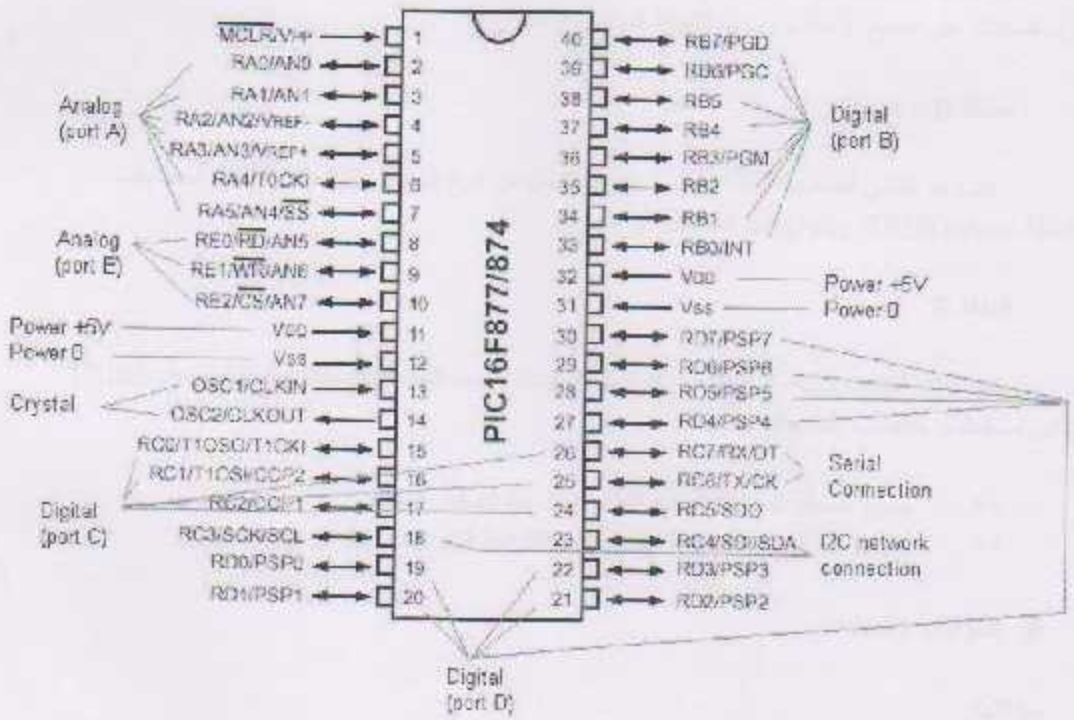


الشكل (2.5.4)

☒ المنافذ (Ports)

يوجد (5) منافذ نتعامل معها كمواقع ذاكرة موجودة ضمن المسجلات الخاصة مهمتها الإدخال والإخراج ولكل منفذ مهمات أخرى يستفاد منها بشكل اختياري. انظر الشكل (2.5.5).

** تم استعمال جميع الامكانيات للمنافذ.



الشكل (2.5.5)

وهي تراقب الإشارات INPUTS وتقود الفعاليات المختلفة OUTPUTS ويجب تعريف الأقطاب دخل أو خرج من خلال مسجلات TRIS التي تحدد اتجاه الأقطاب فوضع (1) في الخانة المقابلة تصبح قطب دخل والمنافذ يوجد ماسك معطيات عندما يتم قراءة المنفذ يتم قراءة مستواه الحالي (1) أو (0).

المنفذ Port – A

يتضمن الأقطاب التشابهية ما عدا RA4 فهو مدخل أو مخرج رقمي ومزود بقادح شميدت عند استخدامه كمدخل وذو مصرف مفتوح في حالة الخرج يحدد قطب النافذة من خلال مسجل TRISA الذي يحدد اتجاه المعطيات فعند تفعيل إحدى خاناته يجعل القطب يعمل كمدخل في حين تصفيره يجعله كقطب خرج.
ويجب تهيئة النافذة أي تحدد وظيفة كل قطب من أقطاب النافذة هل هو دخل أم خرج ويوجد خمسة أقطاب دخل وخرج في منفذ A.

المنفذ Port – B

ذو ثمانية أقطاب ثنائية الاتجاه تحدد اتجاه المعطيات لأقطاب النافذة بواسطة مسجل TRISB وللمنفذ B ميزتين المقاطعة عند تغير الحالة المنطقية لبعض الأقطاب والثانية وجود مقاومات شد علوي Pull Up يتم برمجتها, ويتم تهيئتها كمداخل أو مخارج.

المنفذ Port – C

ذو ثمانية أقطاب ثنائية الاتجاه يتم تحديد اتجاه المعطيات بواسطة مسجل TRISC ميزة النافذة وجود عازل شميدت على جميع الأقطاب ويجب التهيئة كمداخل أو مخارج.

المنفذ Port – D

أيضا ذو ثماني أقطاب ثنائية الاتجاه وعوازل الدخل من نوع شميدت يتم تحديد الاتجاه للمعطيات بواسطة مسجل TRISD ويتم تهيئتها كمداخل أو مخارج.

المنفذ Port – E

ذات ثلاثة أقطاب ثنائية RE0..2 وعوازلها شميدت ويحدد اتجاه المعطيات بواسطة مسجل TRISE ويمكن استخدامها كأقطاب تشابهية.

** **جميع المنافذ السابقة تصبح أقطاب دخل بعد تصفير المتحكم.**
** **الكتابة تتم في نهاية دورة التعليمة أما القراءة فتتم عند بداية كل دورة تعليمة.**

☒ **المؤقتات والعدادات**

ميزاتها:

- ✓ قابلة للقراءة والكتابة.
- ✓ مؤقت عداد ذو ثمانية خانات.
- ✓ مقسم قابل للبرمجة.

- ✓ مصدر نبضات داخلي كموقت أو خارجي كعداد.
- ✓ حدوث مقاطعة عند الطفح للموقت من FF إلى 00.
- ✓ اختيار جبهة القدح صاعدة أو هابطة.
- ✓ يتم زيادة قيمة الموقت في كل دورة تعليمة وتتم كتابة قيمة الضبط حتى يتوقف ويتم تهيئة العداد والموقت بواسطة مسجلات خاصة OPTION وتتم التهيئة في نمط الموقت أو العداد.

الموقت الأول (Timer-1)

عبارة عن موقت عداد 16 خانة ومقسم لمسجلين TMR1, TMR2 قابلان للقراءة والكتابة وتتم زيادة المحتويات من الصفر.

الموقت الثاني (Timer-2)

موقت ثماني الخانة له مسجلين مسجل TMR2 ومسجل الضبط PR2 يمكن القراءة والكتابة للمسجلين وحدوث مقاطعة عند تساوي TMR2 مع PR2 يستعمل الموقت كقاعدة زمنية للتعديل PWM.

☒ **المحول التشابهي الرقمي**

يوجد ثمانية مداخل لهذا المتحكم PIC يقوم بتشكيل القيمة الرقمية التي تمثل مقدار الجهد المقابل وهذا التحويل أمر ضروري بمجال الأتمتة فالإشارات التشابهية أكثر انتشارا في الأوساط الفيزيائية كالصوت والحرارة والضغط وغيرها وليس سهلا التعامل مع هذه الإشارات من حيث التخزين, المعالجة, الاسترجاع أو القيام بعمليات حسابية أو مقارنة عليها.

ويمكن تجاوز هذه الصعوبات عند التعامل مع إشارة رقمية, لذلك فوجود وسيط ملائمة بين الإشارات ضروري وهذا الوسيط يعرف ADC ويكون بشكل دائرة متكاملة IC وهي تعطي الإشارة الرقمية لنظام المعالجة (المتحكم أو المعالج) الذي يقوم بمعالجة هذه الإشارات وإعطاء الأوامر وفق إستراتيجية التحكم المبرمج عليها.

ومتحكم PIC يعطى القوة جزئيا مقارنة مع غيرة من المتحكمات بسبب وجود ثمانية قنوات داخلية Built-in .

من الخصائص الأساسية (Basic Parameters)

دقة التحويل RESOLUTION تحدد بعدد البتات على خرجه وتعطى العلاقة $RES=2\ EXP^{n}$

حيث n عدد البتات على المخرج أو نعبر عنها بقيمة التغير على المدخل المرافق لتغير LSB 1 على المخرج

تقنية التحويل ADC :

- التقريب المتتالي هو المعتمد في متحكمات PIC لأنه يتصف بالسرعة الكبيرة والتصميم الدقيق والكلفة المنخفضة.
- يمتلك المتحكم ثمانية قنوات تشابهية يقوم بتحويل الإشارة على احد قنواته إلى إشارة رقمية ذات عشرة خانات وتعتمد على تقنية التقريب المتتالي.

☒ **مسجلات التحكم:**

يضم محول ADC ثلاثة مسجلات هي:

- ✓ ADCON0 وعنوانه 1F .
- ✓ ADCON1وعنوانه 9F .
- ✓ ADRESH : ADRESL وعنوانهما 9E , 1E .

المسجل ADCON0 يختار المذبذب والقناة وفية علم لحالة التحول وخانة التشغيل.
المسجل ADCON1 يحتوي خانات تهيئة المنافذ التشابهية لتحديدها رقمية أو تشابهية.
المسجل ADRESH , ADRESL يحتوي نتيجة التحويل بعد انتهاء التحويل من اجل قراءة النتيجة واستعمالها في البرنامج من قبل المستعمل.

عمل ADC:

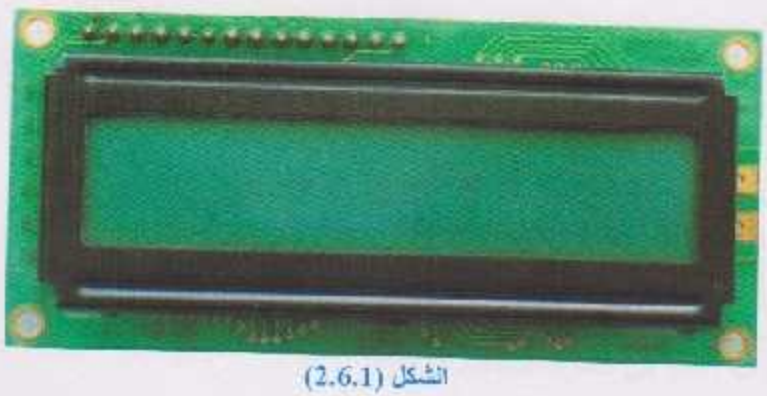
يتم التهيئة برمجيا من خلال ADCON0, ADCON1 حيث نختار نوع الأقطاب للنافذة A بواسطة ADCON1 وبعدها نختار القناة المراد تشغيلها وتحدد نبضات الساعة بواسطة ADCON0 ويجب إعداد المنافذ بواسطة مسجل TRIS كإدخال أو إخراج. وبعدها يبدا التحويل بواسطة بت GO/DONE ويتم تحميل نتيجة التحويل إلى مسجلات ADDRESH:ADRESL ويتم تصفير خانة GO/DONE وتفحص هذه البت لتحديد لحظة انتهاء التحويل تمهيدا للقراءة.

فالخوارزمية تشمل:

- تهيئة عامة للمحول ADC .
- الانتظار حتى ينقضي زمن التحصيل .
- بدء عملية التحويل .
- انتظار إتمام التحويل .
- قراءة مسجلات النتيجة.

2.6 شاشة الكريستال السائلة Liquid Crystal Display

تعمل على إظهار الكتابة (الأرقام والحروف الأبجدية والأشكال) حسب شفرة (ASCII) ويتوفر منها 16 حرف أو 40 حرف موزعة على سطر أو سطرين وسندرس النوع [2Lines X 16 Character] المتوفر بالسوق.

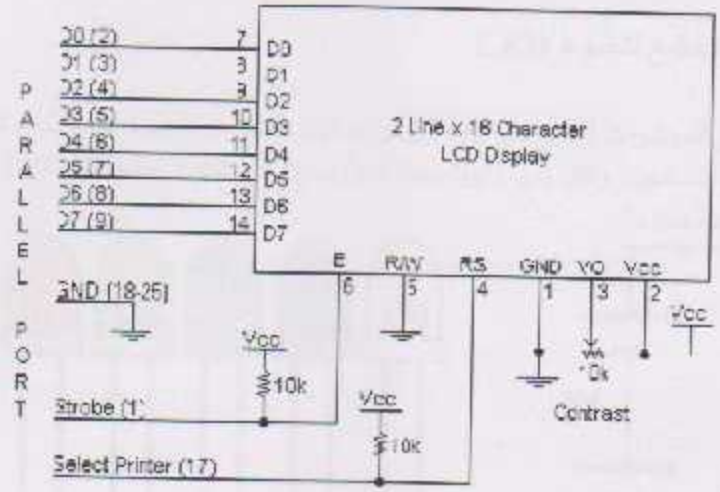


الشكل (2.6.1)

يتكون من سطرين كل سطر به 16 حرف من إنتاج شركة Hitachi يتم التحكم به بواسطة متحكم خاص D44780 مثبت خلف الشاشة و قد يكون من إنتاج شركة أخرى غير انه يكون متوافقا مع منتجات Hitachi.

الشكل (2.6.2)

وحسب الشكل (2.6.3) أدناه فان وظائف الأقطاب للشريحة هي كما يلي:



الشكل (2.6.3)

- طرف 1 ارضي [GND] .
- طرف 2 [+5V] .
- طرف 3 [VO] يستعمل لتغير شدة الإضاءة ويربط مع مقاومة متغيرة.
- طرف 4 [RS] يميز تعليمات أو بيانات.
- طرف 5 [R/W] قراءة وكتابة.
- طرف 6 [E] تمكين.
- طرف 7-14 هي خطوط البيانات.

✓ **الشريحة مزودة بثلاث خطوط للتحكم:**

- خط [RS] يختار التعليمات أو البيانات التي ترسل للشريحة أي يختار مسجل التحكم أو مسجل المعطيات. في حالة HIGH معطيات وفي حالة LOW تعليمات.
- خط [R/W] لتعيين عملية القراءة والكتابة من والى الشاشة وفي المشروع يلزم كتابة ولهذا تربط ارضي.
- خط [E] للتمكين للمسجلات من اجل الكتابة وتفعل بمستوى HIGH .

✓ **كلمات التحكم:**

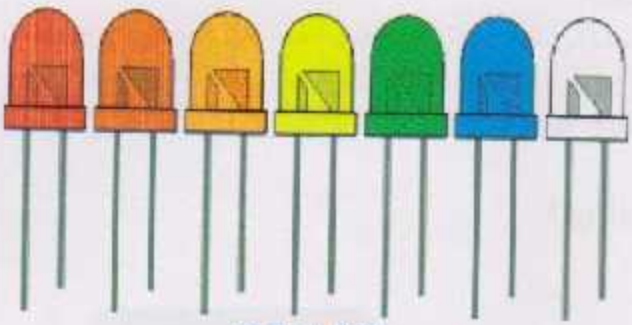
يرسل إلى الشاشة كلمات للتهيئة وتخبر الشاشة عن نمط العمل الحالي المطلوب منها. مثال 38 تعني عدد البتات 8 والخط 7*5 وكذلك 01 تعني مسح الشاشة. لكل حرف على الشاشة عنوان محدد فإرسال 80 تخبر المتحكم أن المعطيات في أقصى اليسار نحتاج تأخير زمني ليهيئ المتحكم نفسه ونحتاج نبضة تمكين على طرف [E] من اجل السماح بالكتابة وتستعمل نظام 8 بت لإرسال التعليمات و المعطيات.

وهناك ترتيب معين يجب إتباعه:

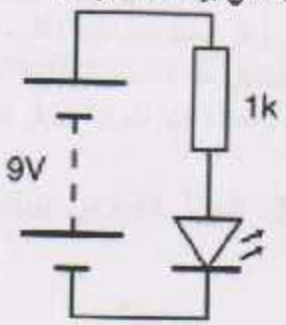
- تهيئة خط [RS] بقيمة HIGH أوLOW .
- عملية تأخير زمنية 40 ميكرو ثانية.
- إرسال المعطيات أو التعليمات.
- تفعيل خط [E] للتمكين.
- تأخير زمني 40 ميكرو ثانية.

2.7 الثنائي المشع للضوء LED

يستعمل في المؤشرات للأغراض العامة يوفر مستوى عالي من الضوء عند تطبيق تيار أمامي ولها أشكال منها الدائري المستطيل ولكل منها زاوية معاينة الأول 30 الى 40 درجة والثاني 100 درجة يتم تقيد التيار الأمامي بواسطة مقاومة .

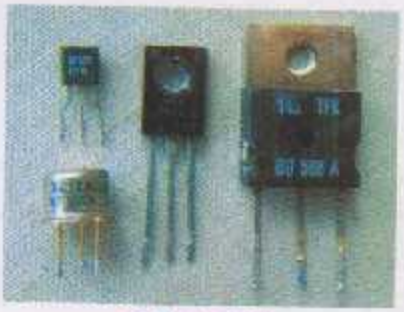


الشكل (2.7.1)

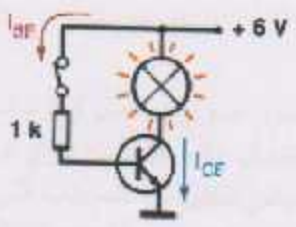


2.8 الترانزستور Transistor

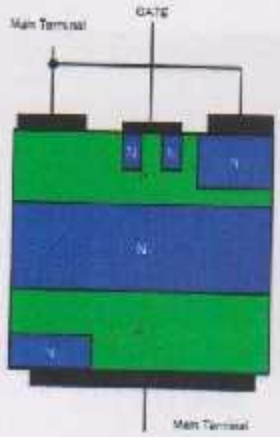
يستخدم في الوصل والفصل يوضع الحمل على المجمع مع خط التغذية مقاومة القاعدة أعلى عشرين مرة من مقاومة الحمل في حالة إشارة دخل صفر يكون الترانزستور في حالة فصل [مفتوح] أما عند جهد عالي على القاعدة يصل إلى حالة الإشباع ويمر تيار في حالة وصل [مغلق].

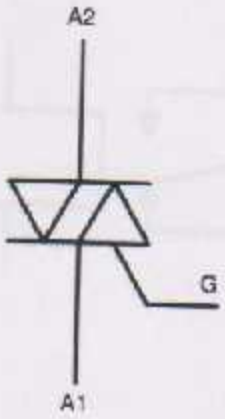


الشكل (2.8.1)



2.9 التريك Triac



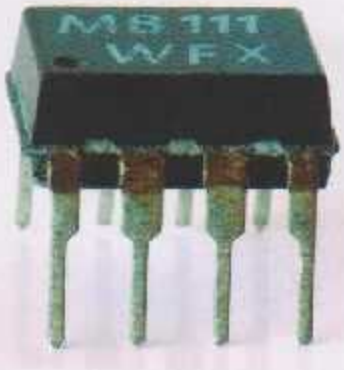


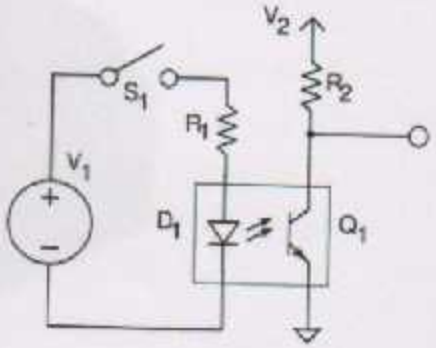
الشكل (2.9.1)

هو عبارة عن ثيرستورين موصولين بشكل منعكس ببوابة واحدة كل ثيروستور يمرر نصف الإشارة الموجب أو السالب أي يوصل التيار في كلا الاتجاهين ويستعمل في التحكم بدوائر الأحمال للتيار المتردد, يتم القدح بتطبيق نبضة على طرف البوابة وذلك لتشغيله.

وهو أيضا مبدل شبة ناقل مخصص للتحكم في التيار المتناوب يوصل نصف دورة موجب أو سالب من الجهد المطبق عند التشغيل له ثلاثة أطراف MT1 طرف رئيسي أول MT2 طرف رئيسي ثاني G بوابة ويتم التشغيل بإعطاء جهد للبوابة ويوفر تحكم كامل للتيار المتناوب.

2.10 العازل الضوئي Optical Isolator





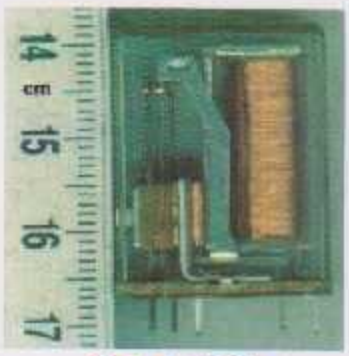
الشكل (2.10.1)

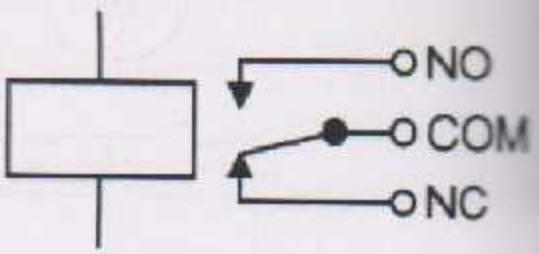
يحتوي ترانزستور ضوئي يستعمل لإدارة الحمل مباشرة ومن خلال دوائر RELAY في حال الأحمال العالية يمكن استعمال عازل ضوئي يحتوي تريك ضوئي بدلا من ترانزستور ضوئي التريك يسمح في هذه الحالة بمرور تيار يكفي للكثير من التطبيقات التي تتعامل مع جهود متناوبة 220V وعند تطبيق صفر من المتحكم فان الدايود الضوئي يكون في حالة عدم إرسال ضوء وبالتالي التريك لن يمرر تيار وعند وضع واحد فان ذلك يؤدي إلى مرور تيار عبر الدايود الضوئي ويطلق شعاع إلى بوابة التريك الضوئي حيث يمر به تيار.

حل العازل الضوئي مكان المرحل الميكانيكي بسبب تمتعه بالسرعة في العمل و متانته و حجمه الصغير و صيانته الطويلة .

بالإضافة للعزل يستعمل جهود مختلفة يجب تغذية كل قسم منفصل عن الآخر.

2.11 المرحل (الحاكمة الكهرومغناطيسية) Relay



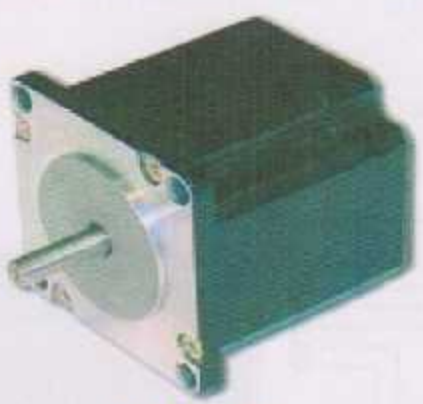


الشكل (2.11.1)

عبارة عن مفتاح يتم التحكم بتماساته بواسطة ملف به قلب حديدي يغذي الملف بجهد مستمر يؤدي إلى مغنطة وجذب التماسات وعند فصل الجهد تحرر التماسات يستفاد من الحاكمة في قيادة الأحمال العالية تمثل كعنصرين منفصلين ملف و تماسات إما مفتوحة أو مغلقة تعمل بجهود مستمرة أو متناوبة.

2.12 ماتور الخطوة Stepper Motor

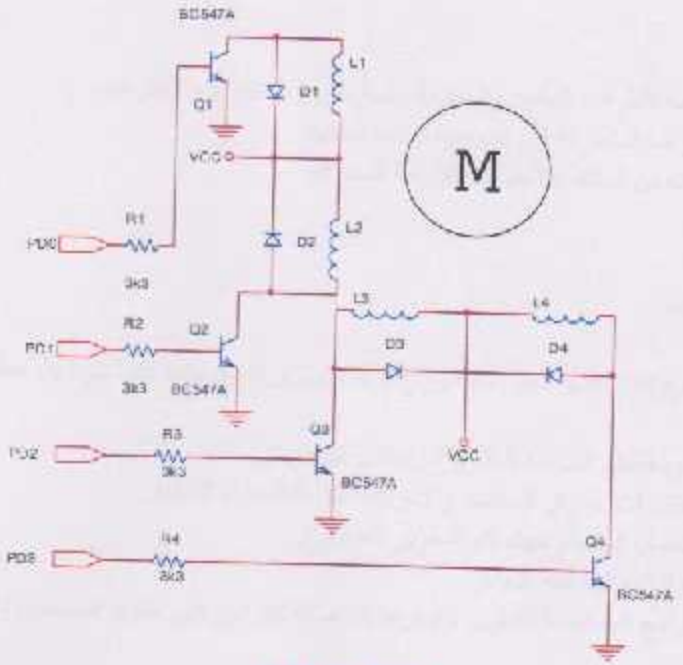
يستعمل في كثير من الأجهزة والتطبيقات اليومية ويوجد في الطابعة وسواقة الأقراص والذراع الآلي وهو يحول الطاقة الكهربائية لميكانيكية من خلال الكهرومغناطيسية المتولدة بالملفات والتيار يحرك الماتور باتجاه عقارب الساعة أو عكس عقارب الساعة, يوجد بأحجام وأشكال مختلفة.



الشكل (2.12.1)

الماتور يدور عدد من الدرجات لكل خطوة يتم تطبيقها ثم يتوقف تحدد الماتورات بعدد الخطوات لتكمل 360 درجة مثلا ماتور 15 درجة يحتاج 24 خطوة.

لسياقه الماتور يطبق جهود متتالية إلى الملفات الأربعة لتدور خطوة ويجب المحافظة على النبضات ليعمل الماتور ويوجد لكل ماتور شكل معين من النبضات ويتم ربط الماتور بمخارج المتحكم حيث يعطى النبضات, والشكل (2.12.2) يوضح دائرة سياقه الماتور.

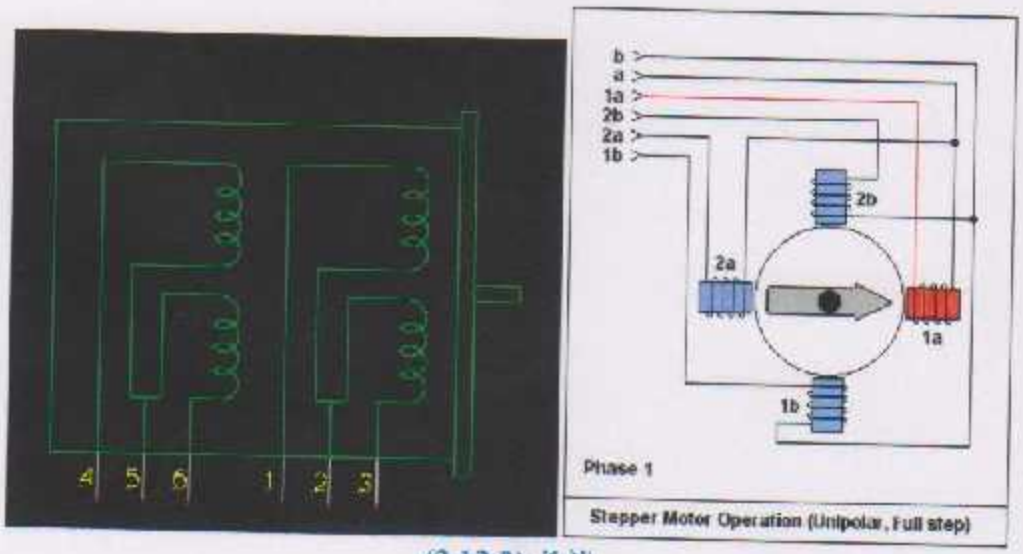


الشكل (2.12.2)

يوجد دوائر لربط الماتور بالمتحكم حيث يستخدم ترانزستور كمفتاح يمرر التيار للماتور ON/OFF يمكن التحكم بسرعة الماتور بواسطة التحكم بزمن النبضة تعتمد الخطوات على عدد المسننات على المحور الدوار فزيادة عدد الأسنان يعني خطوات زاوية اصغر. لتجنب الضجيج على خط التغذية يوصل الماتور منفصلا بتغذيته عن المتحكم.

يربط دايود لحماية الترانزستور من الجهد الحثي المتولد بالملفات خلال الدوران. القاعدة تربط من خلال مقاومة لتحد تيار القاعدة المتصل بالمتحكم , الأطراف الوسطى للملفات تربط بالموجب Vcc للتغذية. كما بالشكل (2.12.2).

✓ **خطوات التوصيل للملفات :**



الشكل (2.12.3)

- قياس المقاومة لأطراف الملفين والمقاومة متساوية بين المشترك والأطراف.
- وصل الأطراف المشتركة إلى الموجب لوحدة التغذية.
- تتحكم 4 بتات من المنافذ بالأطراف الأربعة للمحرك.

2.13 الفرضيات

هناك مواضيع ذات أهمية تتعلق بالمشروع لا بد من توفر المعلومات عنها من اجل استمرار العمل وهي:

- فرضية وجود القطع اللازمة للمشروع وإمكانية تشغيلها.
- فرضية المختبرات وتوفر المعدات والأدوات اللازمة للعمل والتطبيق.
- فرضية استعمال المتحكم حيث يتم التطوير للمشروع.
- فرضية العوازل والملائمة للدوائر.
- فرضية البرامج المستعملة للتطوير وتوفرها بالإضافة للبرامج التي يكتبها المستعمل باللغات الأخرى.

2.14 تكامل المشروع

المشروع يساعد الكثيرين من أصحاب المهن الصناعية والزراعية وغيرها ويجب الالتزام بالأمور التالية:

- يجب أن لا يتعارض المشروع مع الدين والعادات والتقاليد والأخلاق لتلك المجتمعات.
- يجب أن لا يخالف قوانين الدولة ودول المنطقة التي يتم فيها التطوير.
- يجب أن يعمل ضمن جهود وإشارات لا تضر بالبيئة والأفراد.
- أن يتمشى المشروع مع أنظمة المؤسسة التي يتم فيها بناء المشروع ولا يسيء لأفراد الفريق الذي يعمل بالمشروع.

الفصـــل الثالث

التصميم البنـــــــــائي للنظام
design concepts

3.1 المقدمة (Introduction)

3.2 أهداف المشروع (System Objectives)

3.3 خيارات التصميم

3.4 الوصول لتحقيق التصميم

3.5 المخطط العام للمشروع (General Block Diagram)

3.5.1 أجزاء للنظام

3.5.2 المخطط التفصيلي للنظام

3.6 طريقة عمل النظام (How System Works?)

الفصـــــــــــل الثالث

التصميم البنـــــــــائي للنظام

3.1 المقدمة (Introduction)

البداية كانت لدى الفريق فكرة تصميم بطاقة توضع بالحاسب من اجل جمع البيانات وتشغيل تطبيقات يتم السيطرة عليها بالحاسب وفكرة تصميم لوحة تطبيقات عامة من المواضيع التي يتناولها المشروع بعد دراسة تمهيدية استغرقت فترة من الوقت الفكرة ترجمت لهدف وتم البدء بخطوات عملية واضحة وفي النهاية تم تطبيق لعدد من الدوائر الالكترونية من اجل توضيح عمل اللوحة.

واستعمال المتحكم بدل الحاسب له ميزاته خاصة عند التعامل مع أجهزة المصانع والمزارع وغيرة حيث المساحة الصغيرة الحجم وكذلك البرمجة والتطوير أثناء التوصيل.

3.2 أهداف المشروع (System Objectives)

قبل تنفيذ المشروع تم وضع الأهداف التالية والتي كانت مشجعة من الناحية المعنوية والمادية ولهذا بدئنا بالعمل الجاد وبخطوات مرتبة والأهداف هي:

- من اجل اكتساب المهارات العملية والتزود بالعلوم الحديثة تم التعامل مع قطع الكترونية حديثة كالمتحكمات PIC .
- بالنسبة للآلات والأجهزة بالمصانع وغيرها تحتاج إلى استبدال للأنظمة القديمة بأنظمة مبرمجة ومتطورة تعطي تسهيل للأداء.
- تصغير حجم اللوحات, حيث تقليل عدد القطع يؤدي إلى استهلاك طاقة اقل وكذلك التوصيلات تقل.
- تطوير مشاريع مستقبلية من قبل المستعمل للنظام حيث يتم تطوير تطبيقات متنوعة.

3.3 خيارات التصميم

☒ المتحكم

الشكل (3.3.1)

من اجل النجاح في أي مشروع لا بد من توفير البديل ويتم ذلك بدراسة مواصيع متنوعة من المتحكمات وتحليل ما تم متابعته من اجل التميز بين الأنواع المختلفة ورؤية الخصائص لكل نوع وتحديد المطلوب للتعامل معه والخيارات دائما تتم على أساس تقليل التكلفة وتحسين الأداء والجودة ناهيك عن الخصائص والمميزات والتي هي الأساس وتم دراسة أنواع مختلفة من المتحكمات منها (18F4520) و (16F877).

وتم استعمال (16F877) للميزات والخواص التالية:

- توفره بالسوق المحلي ولا يحتاج لتوصية وكذالك كثرة استخدامه بالعديد من أجهزة الاتصالات والأجهزة الطبية وغيرها.
- سعره حوالي 50 شيكل.
- به ثمانية قنوات تشابهية ADC .
- به ثلاث وثلاثون طرف لمنافذ الإدخال والإخراج .
- له 35 تعليمة .
- له ذاكرة فلاش للبرامج 8 K BYTE .
- له 40 طرف بغلاف من نوع DIP .
- البرمجة متوفرة تم بناءها من قبل الفريق المصمم وتوصل مع الدائرة تحت الفحص واستعملت برنامج (Winpic800) لتحميل ذاكرة البرامج للمتحكم.
- تستعمل المجمع المتوفر ببرنامج (MPLAB) من شركة ميكروشيب.

وبالنسبة لهذا المتحكم فهو المفضل لدى الفريق علما أن برمجته بلغة التجميع وهي قريبة من لغة الآلة و يمكن برمجته بلغات عليا مثل لغة © باستخدام (Compiler) مناسب. مقارنة بالمتحكم 18F4520 والذي يشبه إلى حد كبير المتحكم 16F877 باستثناء عدم توفره بالسوق المحلي و يحتاج لتوصية سعره أكثر من 100 شيكل.

- به ثلاثة عشر قناة تشابهية ADC .
- به ثلاث وثلاثون طرف لمنافذ الإدخال والإخراج.
- له 75 تعليمة + 8 إضافية.
- له ذاكرة فلاش للبرنامج 32 K BYTE .
- له 40 طرف بغلاف من نوع DIP .
- البرمجة متوفرة واستعملت برنامج التحميل WINPIC 800 .
- تستعمل لغة © المتوفر ببرنامج MPLAB من شركة ميكروشيب.

لقد وفقنا الله بالاختيار للمتحكم بعد الاطلاع على النشرة الفنية له من خلال الانترنت حيث كان جزءا مهما من المشروع وتم بحمد الله عمل مبرمجة له وكانت السبب في الاستمرار بالتقدم الذي وصلنا إليه .

☒ المفاتيح

وحدة المفاتيح (F-0) أيضا كانت من خلال مشغر (74922) بدل استعمال طريقة المسح المباشرة بواسطة المنافذ مما يسهل عملية البرمجة.

☒ الشاشة

3.4 الوصول لتحقيق التصميم

قمنا باستعمال طريقة لف الأسلاك (Wire Rapping) على لوحة مخرمة كمرحلة تمهيدية سبقت عمل لوحة مطبوعة وكانت معظم التوصيلات جربت على لوحة تجارب صغيرة شملت دراسة مكثفة لجميع أجزاء المشروع للشاشة ولوحة المفاتيح والمبرمجة وغيرها.

3.5 المخطط العام للمشروع

يوضح هذا الجزء المخطط الصندوقي العام حيث يظهر المتحكم موصولا مع الوحدات المختلفة من ضمنها المبرمجة المتصلة بالحاسب.

الشكل (3.5.1)

3.5.1 أجزاء للنظام

يتكون النظام من الأجزاء التالية:

- وحدات الأدخال :
  - ✓ لوحة المفاتيح Keypad
  - ✓ وحدات إدخال تماثلي Analog I/P's
  - ✓ وحدة إدخال ثنائي Digital I/P's
- المتحكم :
  - ✓ والمكونة من (PIC16F877).
- أجهزة الأخراج :

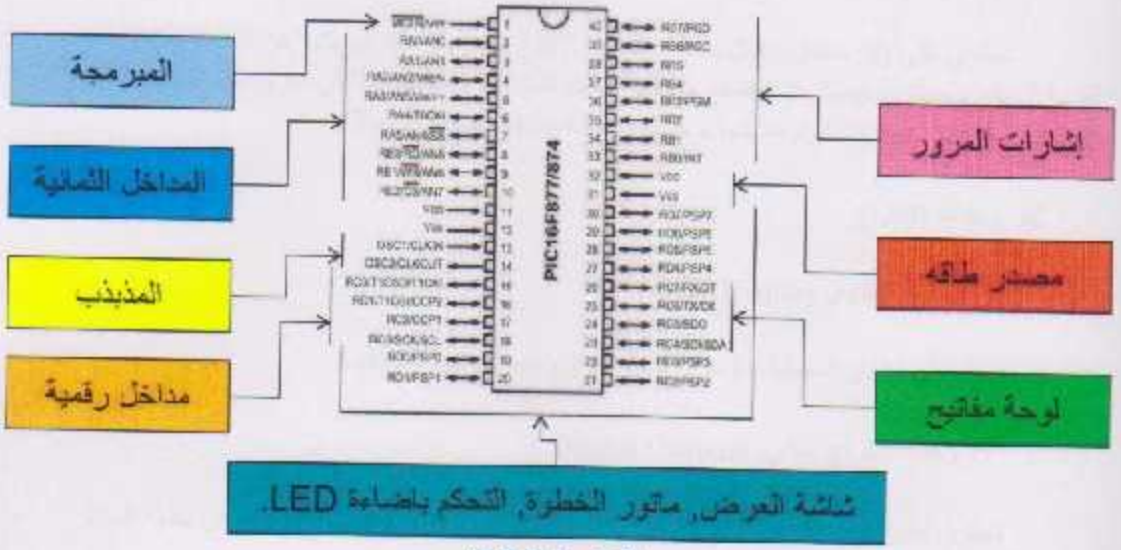
- ✓ شاشة الاظهار LCD
- ✓ وحدة إخراج ثنائي Digital O/P's

❖ **أجهزة المبرمجة:**

- ✓ يتم تحميل البرنامج من خلال الحاسب المتصل بالمبرمجة الموصولة بالمتحكم.

3.5.2 المخطط التفصيلي للنظام

الشكل التالي يوضح المخطط التفصيلي للنظام ربط الأجزاء مع المتحكم [PIC] .



الشكل (3.5.2.1)

3.6 طريقة عمل النظام (How System Works)

بعد أن يتم تنزيل برنامج التحكم, وحسب الرغبة للقيام بعملية أو مجموعة عمليات تحكم, إلى ذاكرة المتحكم الميكروي من جهاز الحاسب الشخصي عبر وحدة البرمجة الموجودة على اللوحة نفسها, وبعد بدء تشغيل المتحكم, يعمل المتحكم على تنفيذ البرنامج.

☒ **وحدة التحكم الميكروي**

قسم المتحكم يتحكم بوظائف البرنامج المختلفة الموجود في ذاكرة المتحكم حيث يتم التحليل ومعالجة المعطيات الواردة من وحدات الإدخال وإرسال النتائج لوحدات الإخراج المختلفة.

☒ **وحدات الإدخال**

✓ **لوحة المفاتيح Keypad**

يؤدي كل مفتاح وظيفة محددة له بناءا على برنامج المراقبة ويتم برمجة المفاتيح تبعا لطبيعة الآلة وعملها فبضغط المفاتيح تتبدل المهمات وتتنوع حسب رغبة المستخدم.

يؤدي كل مفتاح وظيفة محددة له بناءا على برنامج المراقبة ويتم برمجة المفاتيح تبعا لطبيعة الالة وعملها فبضغط المفاتيح تتبدل المهمات وتتنوع حسب رغبة المستخدم.

✓ **وحدة الإدخال التماثلي Analog Inputs**

تحتوي على مدخلين تماثليين, أحدهما يتعامل مع إشارة التيار المباشر, والآخر يتعامل مع إشارة الجهد المباشر.

يعمل المتحكم الميكروي على مراقبة الإشارات الواردة من هذين المدخلين, حسب برنامج العمل إن كان ذلك من مهامه, والتعامل مع هذه الإشارات وتنفيذ المطلوب منه حسب الشروط.

✓ **وحدة الإدخال الثنائي Digital Inputs**

تحتوي على (8) مداخل, تعمل بالنظام الثنائي(0/1), وهي معزولة كهربائيا عن التغذية الداخلية للوحة التحكم, وحيث يتم إيصال الحساسات ومفاتيح التحكم للمنتج أو الآلة بهذه الأطراف, ويعمل المتحكم الميكروي بمراقبة الإشارات الواردة منها, وحسب رغبة المستخدم, وتنفيذ الأعمال.

☒ **وحدات الإخراج**

✓ **شاشة الإظهار LCD Display**

تعمل على إظهار المعطيات (حروف وأرقام), وحسب رغبة المستخدم.

✓ **وحدة الإخراج الثنائي Digital Outputs**

تحتوي على (8) مخارج, تعمل بالنظام الثنائي (0/1), وهي أيضا معزولة كهربائيا عن تغذية الدوائر الداخلية للوحة التحكم.

يعمل المتحكم الميكروي, وحسب برنامج التحكم, يعمل على إخراج إشارات عبر هذه الأطراف للتحكم بحركات أو وظائف المنتج أو الآلة المتصلة بهذه الأطراف.

الفصـــــل الرابع

التصميم العملي للنظام
hardware system design

4.1 المقدمة

4.2 التصميم العام لتركيب النظام

4.2.1 المتحكم (Microcontroller)

4.2.2 دائرة التصفير وإعادة التشغيل (Reset Circuit)

4.2.3 دائرة المذبذب (Oscillator Circuit)

4.2.4 أطراف المتحكم (Controller Pins & Ports)

4.3 لوحة المفاتيح (Hex Keypad)

4.4 شاشة الكريستال السائلة (LCD Display)

4.5 التطبيقات (Implemented Applications)

4.5.1 دائرة إشارات المرور (Traffic Lights)

4.5.2 دائرة ماتور الخطوة (Stepper Motor Circuit)

4.5.3 دائرة التحكم بشدة الإضاءة (Light Intensity Control)

4.5.4 دائرة تشغيل لمبة 220 فولت

4.6 عمل اللوحة المطبوعة (Printed Circuit Board)

للنظام العملي التصميم

4.1 المقدمة

لسهولة وسلامة تصميم النظام الالكتروني يتم تقسيمه إلى أقسام يمثل كل قسم مرحلة من مراحل سير الإشارات ضمن الدوائر تمر الإشارة ضمن مراحل متعددة وتقوم كل مرحلة بمهمة تؤدي لتغير في الإشارة كما هو مطلوب لكن نقل الإشارة لا يتم بأمانة حيث تتعرض أثناء المراحل لممانعة منخفضة في مداخل الدوائر وممانعة مرتفعة في المخارج.

حيث تفقد الإشارة بعض المعلومات التي تحويها, إن الممانعة المنخفضة سيكون لها تأثير كبير على الإشارة حيث تعمل على تقسيم الجهد بنسبة ممانعة الخرج للمرحلة السابقة والدخل للمرحلة التالية.

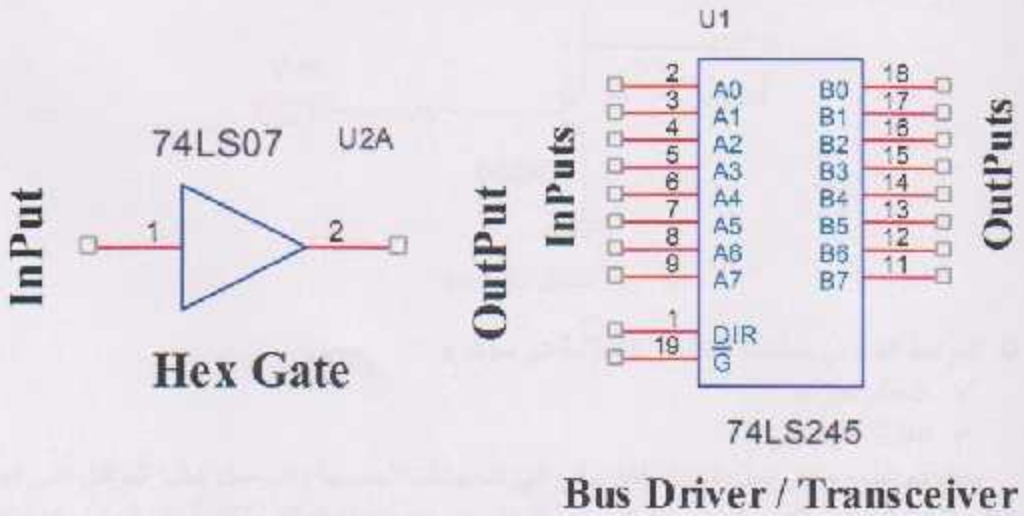
ويعتبر الجهد للمدخل غير كافي لاعتباره منطق (1) ويمكن اعتباره (0) بدل ذلك وقد يؤدي أحيانا لإلغاء دور الدائرة.

الحل لهذه المشاكل هو وضع دائرة عازل تقود المرحلة اللاحقة حيث مقاومة مدخلة كبيرة لا تؤثر على خرج الإشارة وكذلك مقاومة خرجه صغيرة مقارنة مع المدخل اللاحق ولا تؤثر على الإشارة أيضا.

ومشكلة أخرى يتعرض لها انتقال الإشارة من مرحلة لأخرى هي اختلاف الجهود بين المراحل فمثلا مرحلة تعمل ب 5 فولت والأخرى ب (12) فولت فقيمة (5) فولت تعتبر بالأخرى منطق (0) مما يؤثر على عمل النظام نحتاج في دوائرنا إلى موافقة الجهود المنطقية بين مرحلة منطقية وأخرى وفي مجال قيادة الأحمال فان معظم الأحمال لا تتناسب مع الجهود المنطقية المهم أن يكون نقل الإشارة دون أي خسارة في قدرتها وبالتالي يجب تساوي الممانعات.

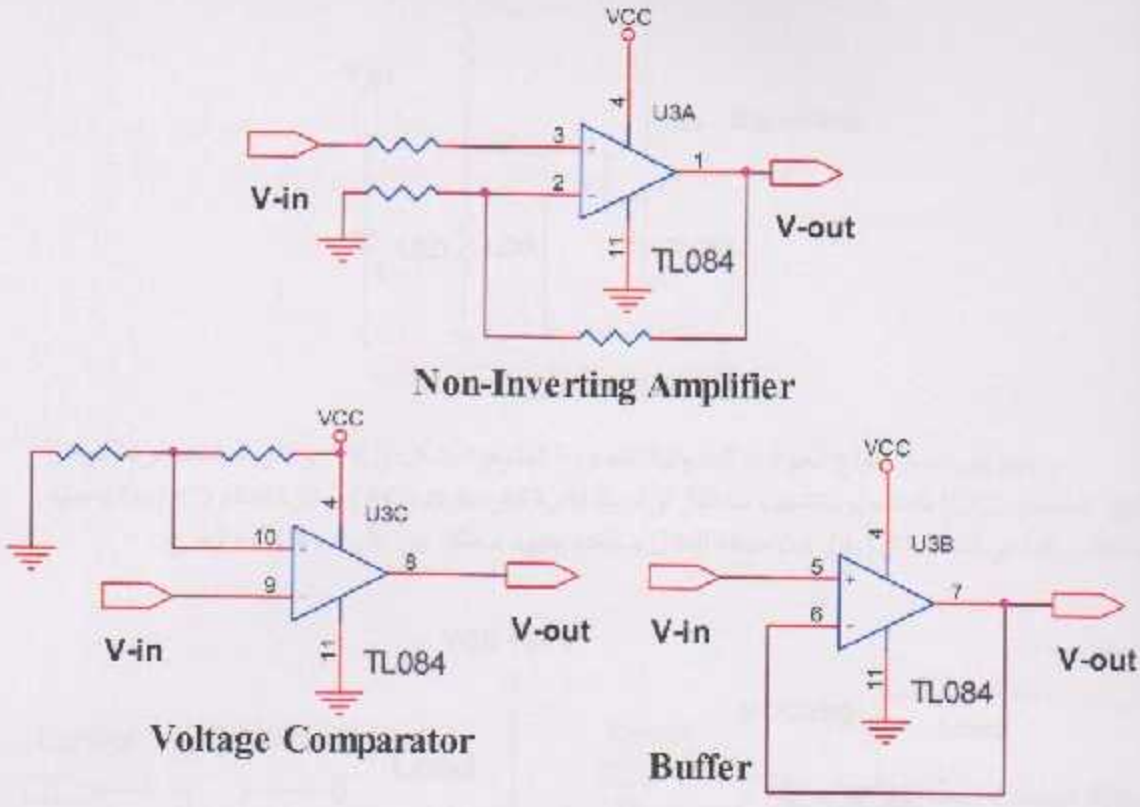
وهناك العديد من دوائر الربط منها:

- الربط بالعوازل المنطقية مثل (74LS07, 74LS245) تستعمل لقيادة عدة خطوط من منبع واحد لتامين التيار المطلوب.



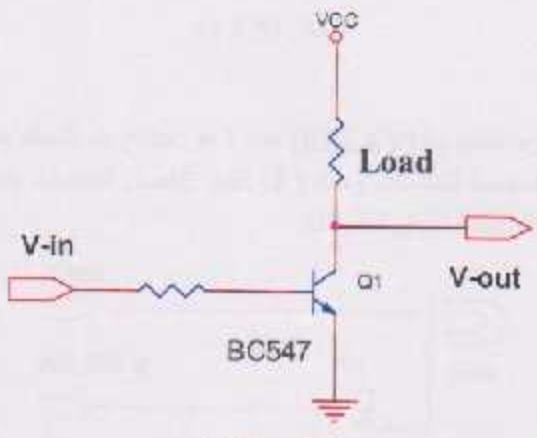
الشكل (4.1.1)

❖ الربط بواسطة مكبر العمليات يستعمل للموافقة بين المراحل المختلفة أو لجهود مختلفة يستعمل المكبر غير العاكس ويستعمل المقارن لجهود اكبر من جهد القيادة.



الشكل (4.1.2)

❖ القيادة بالترانزستور تستعمل لقيادة جهد كبير 24 فولت بواسطة جهد 5 فولت TTL .



الشكل (4.1.3)

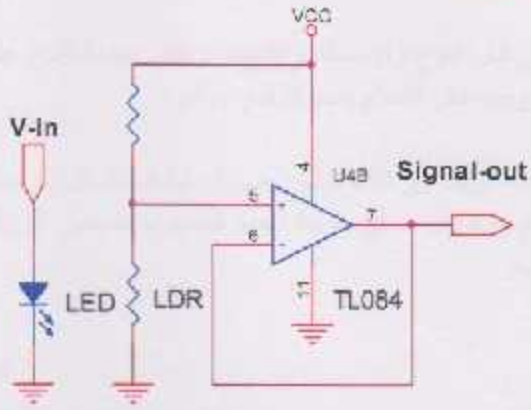
❖ الترابط الضوئي يستخدم العناصر الضوئية في مجالين:

✓ التحكم عن بعد.

✓ العزل الكهربائي.

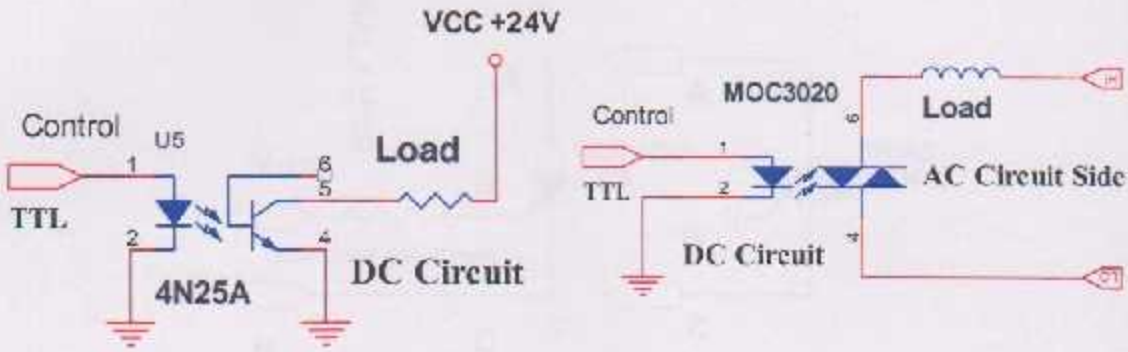
يستخدم الضوء من اجل العزل الكهربائي في التطبيقات الهندسية وتستعمل حاليا النواقل التي تعمل بالأشعة تحت الحمراء في كثير من الأجهزة البرمجية للتحكم عن بعد وهناك دوائر متكاملة مثل العازل 4N25 .

حل العازل الضوئي محل الوسائل القديمة (Relay) لأنه يتمتع بسرعة العمل ومتانته الميكانيكية وحجمه الصغير وفترة عملة الطويلة.



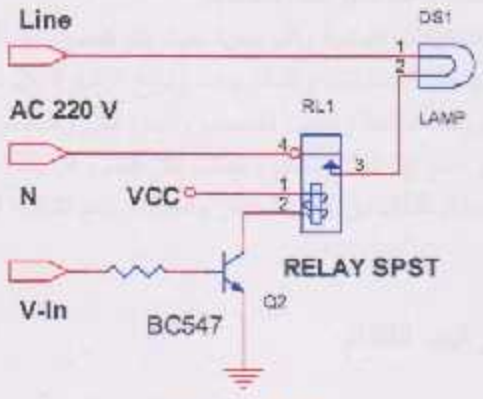
الشكل (4.1.4)

و فيما يلي بعض أنواع العوازل الضوئية التجارية المتوفرة بشكل (IC) . والتي تستخدم لربط دوائر التيار المستمر (DC) ذات جهود تشغيل مختلفة, أو لربط دائرة تيار متردد (AC) بدائرة تحكم (DC) ذات جهد منخفض. كما في الشكل (4.1.5). فبالإضافة للعزل يستخدم جهود مختلفة بين أطراف الدخل والخرج.



الشكل (4.1.5)

- قيادة الحاكمة الكهرومغناطيسية (RELAY) عبارة عن مفتاح يتم التحكم بتماسته بواسطة ملف يغذى بجهد مستمر يؤدي لمغنطة التماسات وعند إزالة التيار تنفصل التماسات بفعل زنبرك. يستفاد منة لقيادة الأحمال العالية وكذلك أحمال بجهود مختلفة.

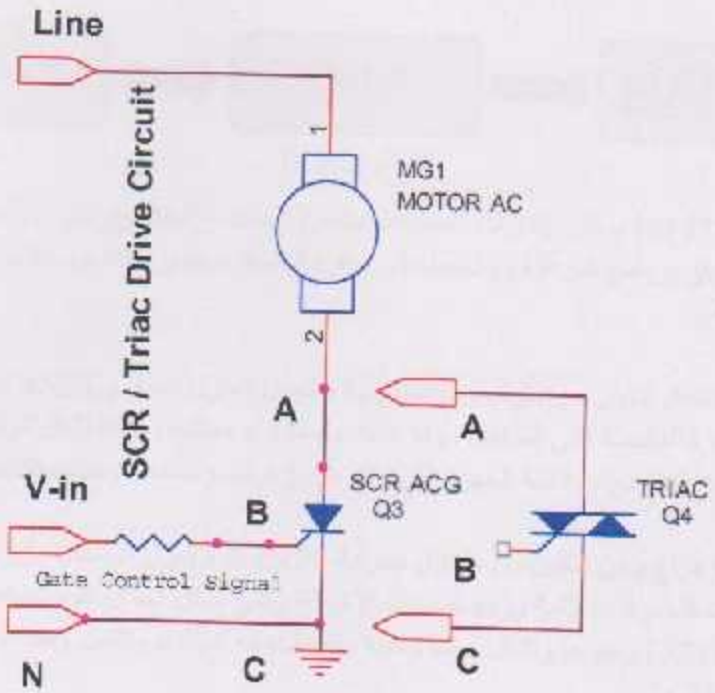


الشكل (4.1.6)

❖ القيادة ب الثيريستور هو بديل للترانزستور الذي يقود الأحمال الكبيرة وله القدرة على قيادة جهود وتيارات كبيرة يتألف من أربع طبقات من أنصاف الموصلات هي NPNP .

** النشرات الفنية تعطي تيار القدح والإمساك والانهيار ويكفي نبضة للقدح على البوابة يستعمل في دوائر التحكم للأحمال ذات الجهد الموجب مثل التحكم بمحرك تيار مباشر.

❖ القيادة الترياك يشبه الثيريستور لكنة مكون من 5 طبقات تشكل ثيرستورين متعاكسين التيار يمر بالاتجاهين يتم التحكم به خلال نصفي موجة الجهد المتناوب يستعمل الترياك في توصيل الأحمال التي تعمل بالتيار المتناوب.



الشكل (4.1.8)

☒ المكونات المادية تتم من خلال خطوات التطوير التالية:

- ✓ تعريف بمدى المشروع ماذا سيعمل وكيف سيعمل وهذه الأسئلة تطرح عند بدء تصميم مشروع ويتضمن المواصفات واهم الميزات المطلوبة.
- ✓ تصميم وتخطيط المكونات المادية والبرمجية حيث يتم تفصيل إضافي للمخطط الصندوقي بتفاصيل أكثر حتى يصبح يشمل المدخلات والمخرجات ونوع الإشارة لكل مرحلة.
- ✓ بناء وفحص المكونات المادية وتشمل التصميم والبناء لكل وحدة من الوحدات على حدة.
- ✓ لكتابة وفحص البرنامج يتم البناء بشكل وحدات لكل قسم وهذا يقلل من الصعوبات.
- ✓ فحص وتشغيل النظام للتأكد من عمل الجهاز وفعاليته. يتم تشغيله لفترة زمنية وهذا مهم قبل تسليم المنتج للزبون.

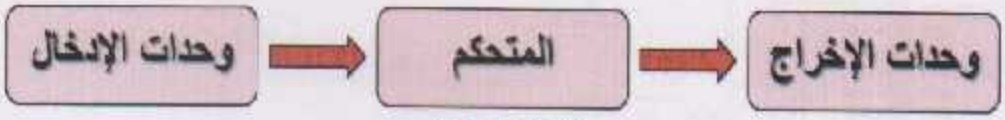
4.2 التصميم العام لتركيب النظام

تكوين النظام

يتكون النظام من وحدات هي:

- ✓ المتحكم.
- ✓ وحدات الإدخال.
- ✓ وحدات الإخراج.
- ✓ المبرمجة.
- ✓ دائرة التغذية (Power Supply)

الشكل التالي عبارة عن مخطط عام للنظام والذي تم تصميمه وبناءة ويشمل عدة وحدات أساسية.



الشكل (4.2.1)

- ❖ **المتحكم** 16F877 يستقبل إشارات الدخل القادمة من وحدات الإدخال ويرسل الأوامر إلى وحدات الإخراج وفق برنامج المراقبة يتم تحميله إلى ذاكرة المتحكم ويتم برمجته من خلال أدوات التطوير (المبرمجة).

- ❖ **وحدات الإدخال** تتكون من دائرة عزل الكترونية تستعمل العازل الضوئي 4N25 حيث تعزل المتحكم عن الأجهزة المتصلة على المداخل سواء كانت مجسات أو مفاتيح وكذلك تشكل دوائر واقية لحماية المتحكم من الضجيج وملائمة الجهود التي تزيد عن 5 فولت وتستعمل وحدات الإدخال لوحة مفاتيح.

- ❖ **وحدات الاخراج** وهي تتكون من عوازل ضوئية 4N25 تقوم بعزل المتحكم عن وحدات الإخراج وبالتالي تشكل دوائر ملائمة وربط لوحدات الإخراج والتي تشكل أحمال تقوم بسياقه المحركات ولمبات الإشارة LED's وغيرها وتشكل أيضا وسيلة وقاية لحماية المتحكم وتشمل وحدات الإخراج شاشة كريستال LCD .

4.2.1 المتحكم (Microcontroller)

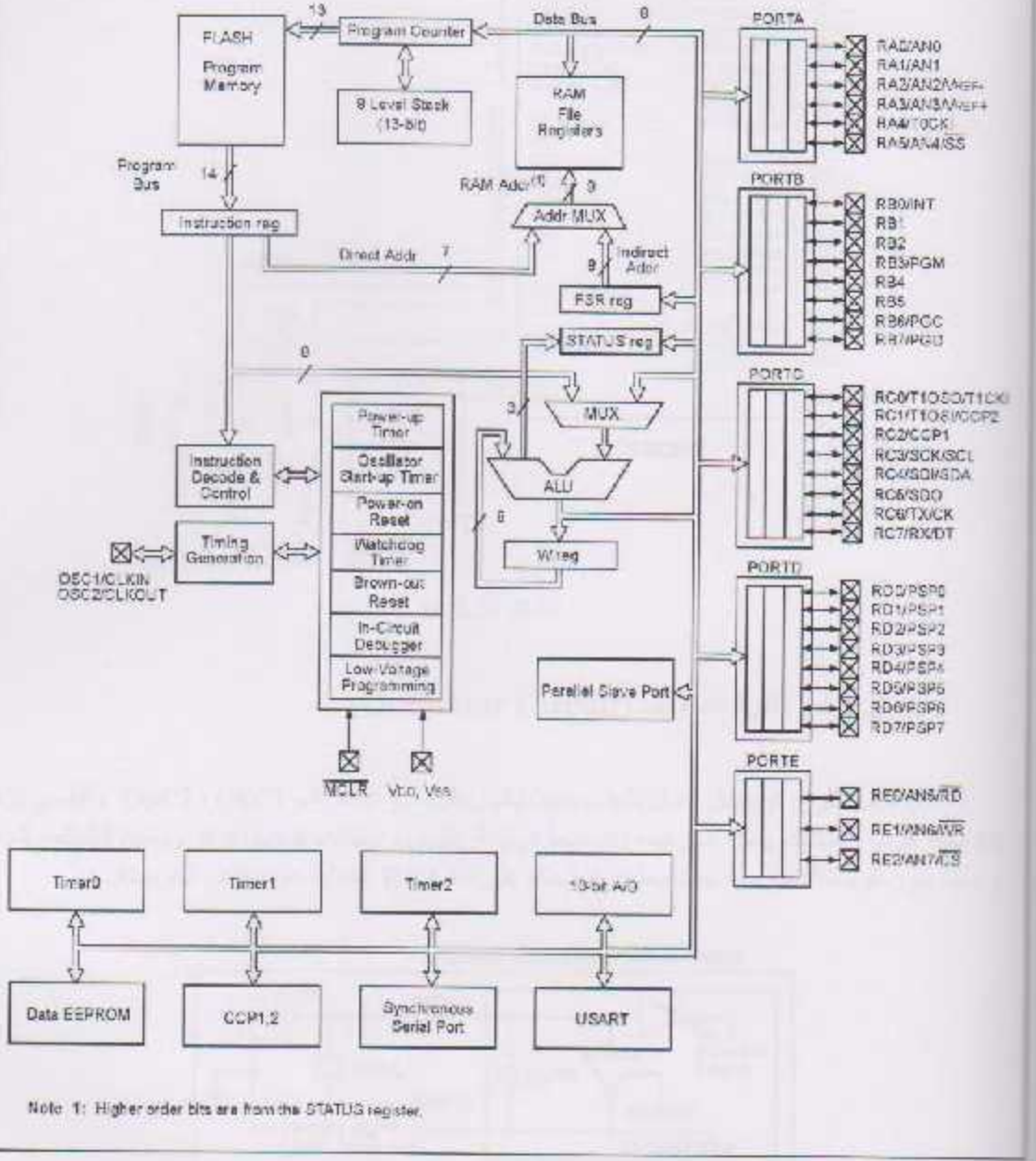
تم اختيار استخدام المتحكم الميكروي **PIC16F877** والذي يحوي المواصفات التالية:

- خمسة منافذ A, B, C, D, E .
- ثمانية قنوات لإشارات تماثلية ADC .
- جهد مصدر واحد مقداره (5) فولت.
- له ذاكرة برنامج Program Memory 8 KB.
- له عدة مستويات للمقاطعة Multi Level Interrupt .
- برمجة من خلال طرفين هما نبضة ساعة وخط البيانات.
- يتم تصفيره من خلال كبسة مفتاح.
- غلاف بأربعين طرف.
- تتم برمجته من خلال المبرمجة وبرنامج تحميل.
- سعره (15) دولار.

الشكل التالي مخطط داخلي للمتحكم (16F877) .

PIC16F877 BLOCK DIAGRAM

Device	Program FLASH	Data Memory	Data EEPROM
PIC16F874	4K	192 Bytes	128 Bytes
PIC16F877	8K	368 Bytes	256 Bytes

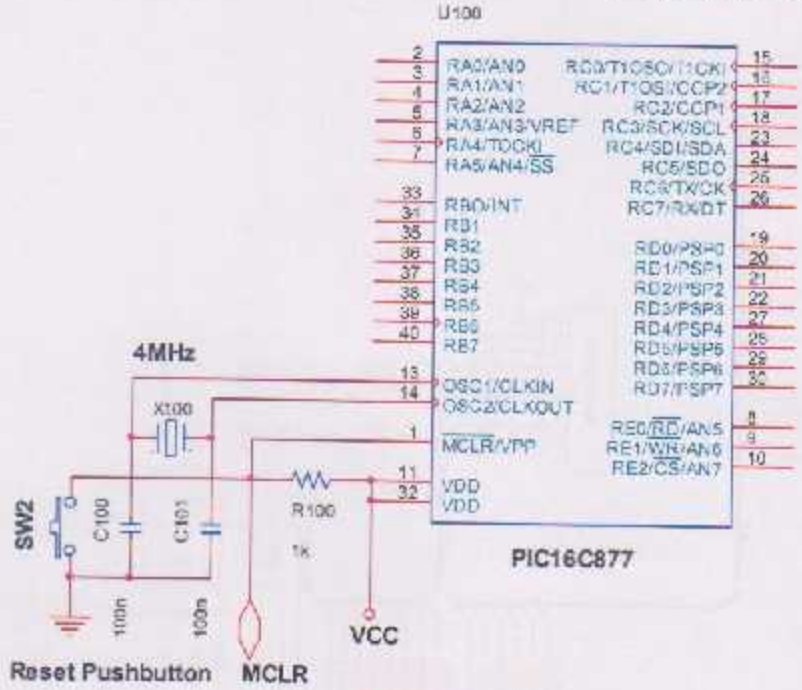


الشكل (4.2.2)

هناك توصيلات للمتحكم يجب التأكد من توصيلها لأنها مهمة وهي كالتالي:

4.2.2 دائرة التصفير وإعادة التشغيل (Reset Circuit)

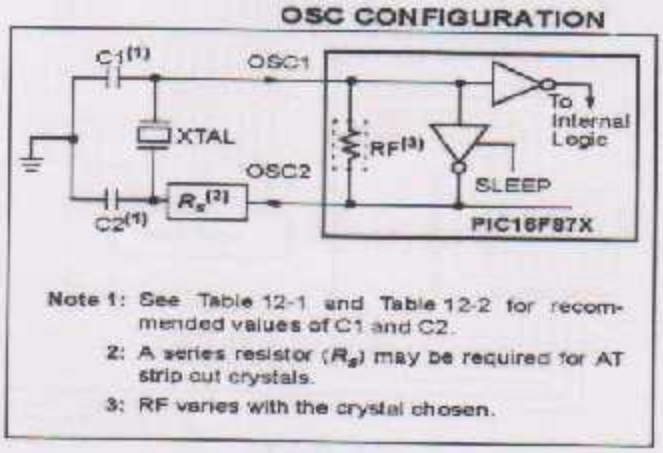
تقوم بتصفير المسجلات داخل المتحكم ليبدأ النظام من الوضع المبدائي للتشغيل ويتم ذلك حسب إرادة المستعمل حيث يربط طرف MCLR إلى مستوى منخفض باستعمال مفتاح كبسة فعند مستوى منخفض يتم تصفير المتحكم والشكل يوضح ذلك.



الشكل (4.2.3)

4.2.3 دائرة المذبذب (Oscillator Circuit)

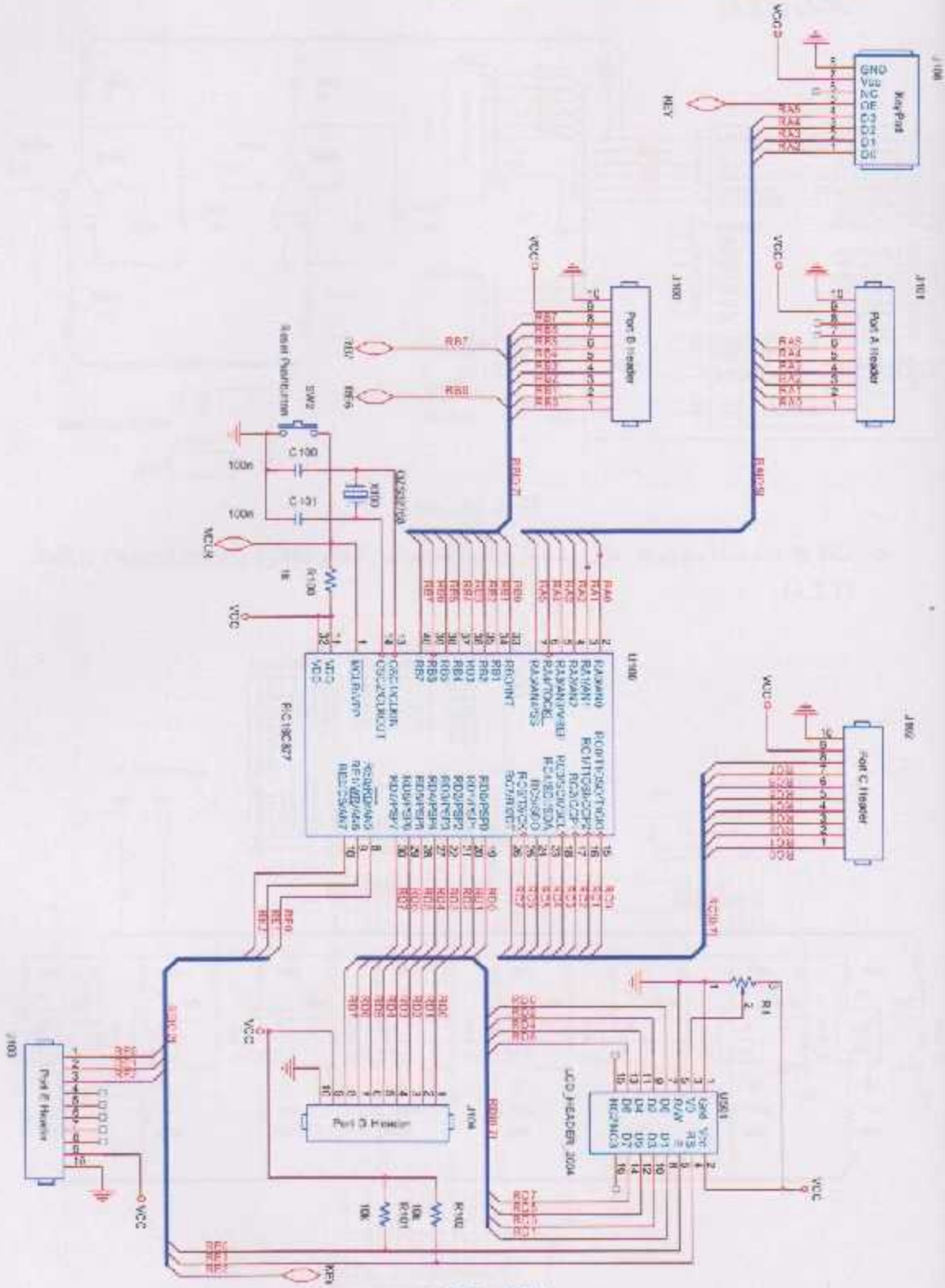
يستعمل بلورة كريستال لعمل تذبذب حيث يتم ربطها مع الأطراف OSC1 وOSC2 وأقصى تردد 40 ميجا هرتز والمتحكم يعمل على قيمة 20 ميجا هرتز أو أقل وتم استخدام 4 ميجاهرتز ويمكن التحكم بالتردد برمجيا بدون كريستال خارجية حيث يحتوي المتحكم على دائرة RC داخلية عوضا عن الكريستال.



الشكل (4.2.4)

4.2.4 أطراف المتحكم (Controller Pins & Ports)

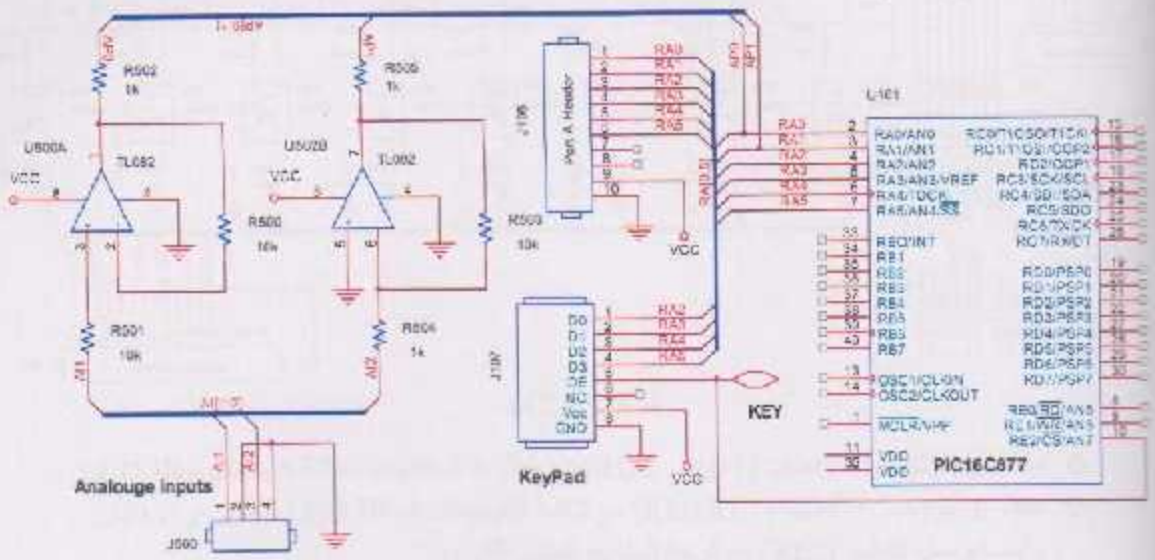
الشكل (4.2.5) أدناه يبين مخطط تفصيل منافذ المتحكم و نقاط توصيل شاشة الكريستال السائلة ولوحة المفاتيح, وكذلك دائرة التصفير (Reset) ودائرة المذبذب (Oscillator) .



الشكل (4.2.5)

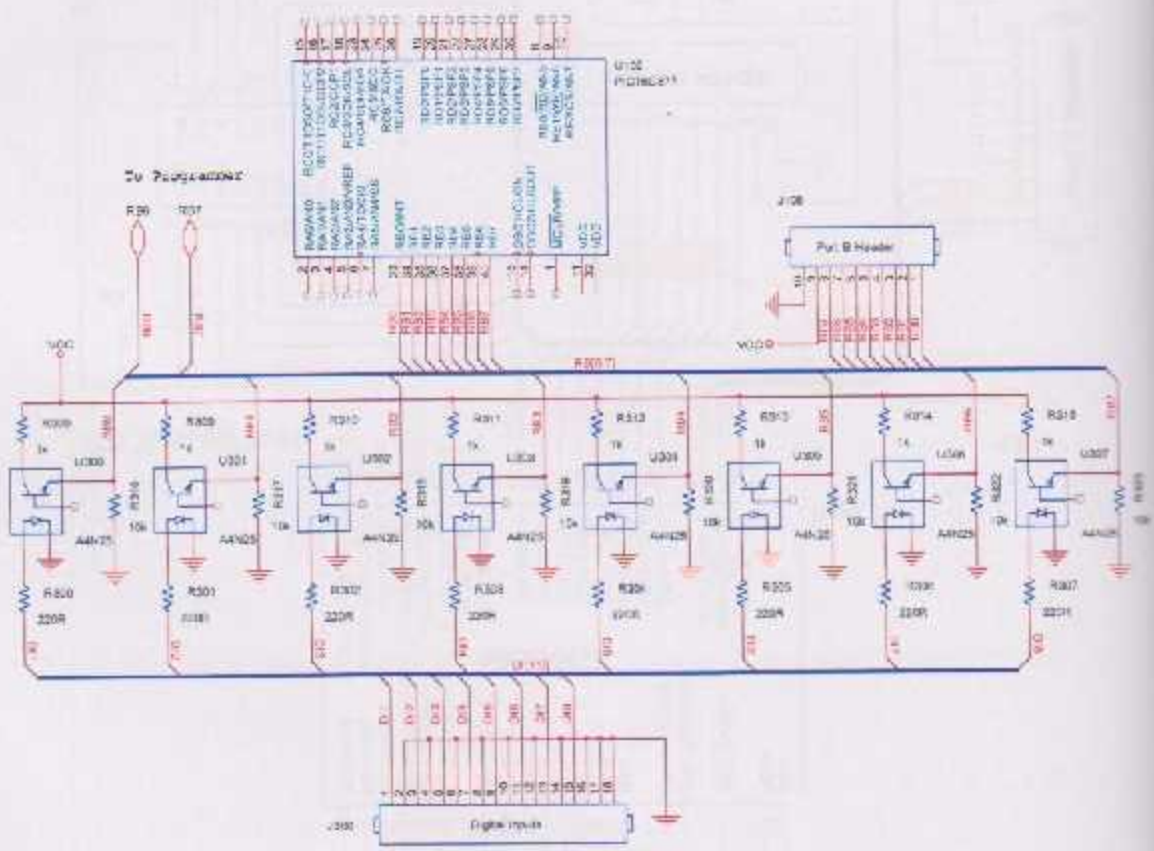
تم توصيل المنافذ مع دوائر التطبيقات كما يلي:

❖ منفذ A الأقطاب [RA2...RA5] تم وصلها مع لوحة المفاتيح, والأقطاب [RA0-RA1] بواسطة دوائر مكبر العمليات لإدخال إشارات تشابهية أو ربط مقاومات متغيرة, مجس حرارة, ... كما هو مبين بالشكل (4.2.6) .



الشكل (4.2.6)

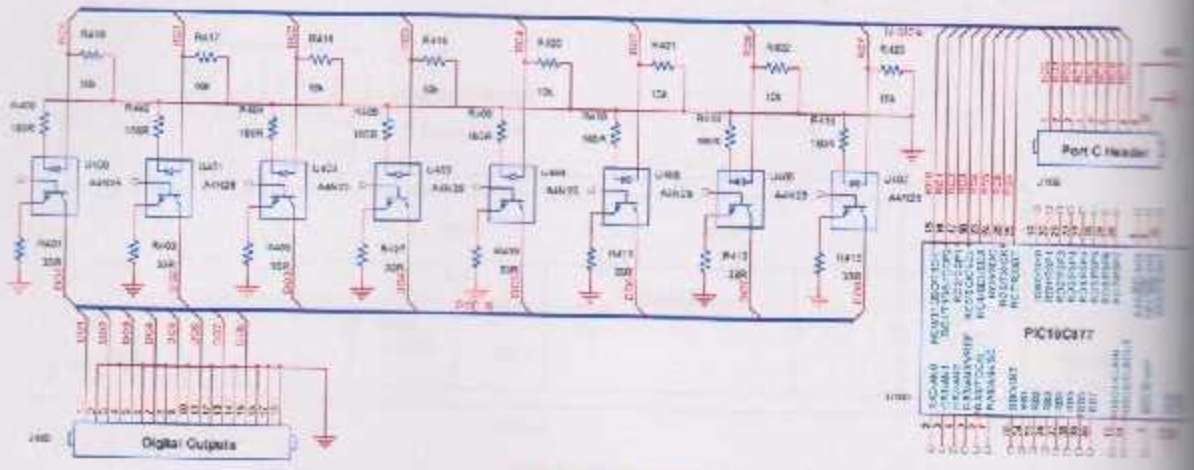
❖ منفذ B تم وصلة مع دوائر عزل ومداخل رقمية للمجسات بالنظام الثنائي(Digital Inputs), الشكل (4.2.7)



الشكل (4.2.7)

❖ الطرفين B6 و B7 متصلين بالمبرمجة عن طريق مجموعة مفاتيح SW4.

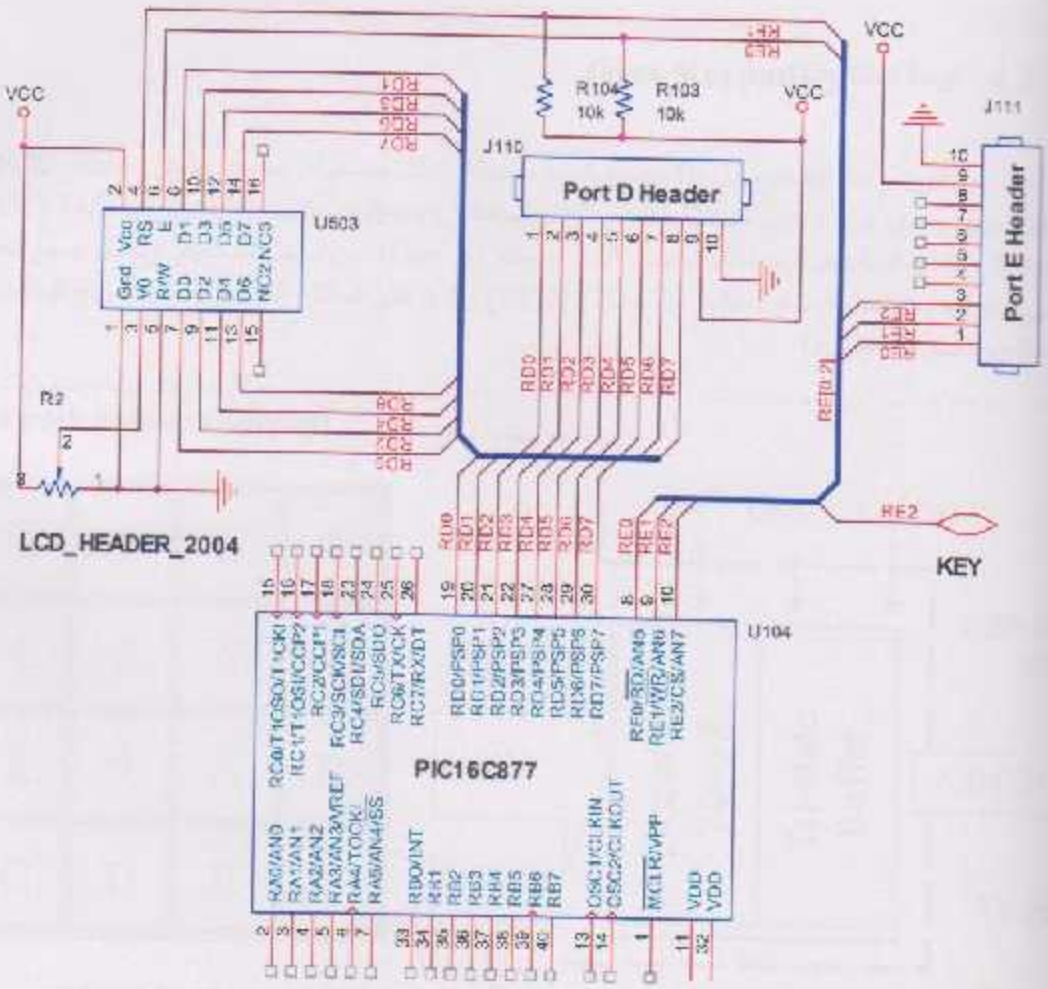
❖ **منفذ C** تم وصلة مع عوازل الإخراج إلى لمبات إشارة.



الشكل (4.2.8)

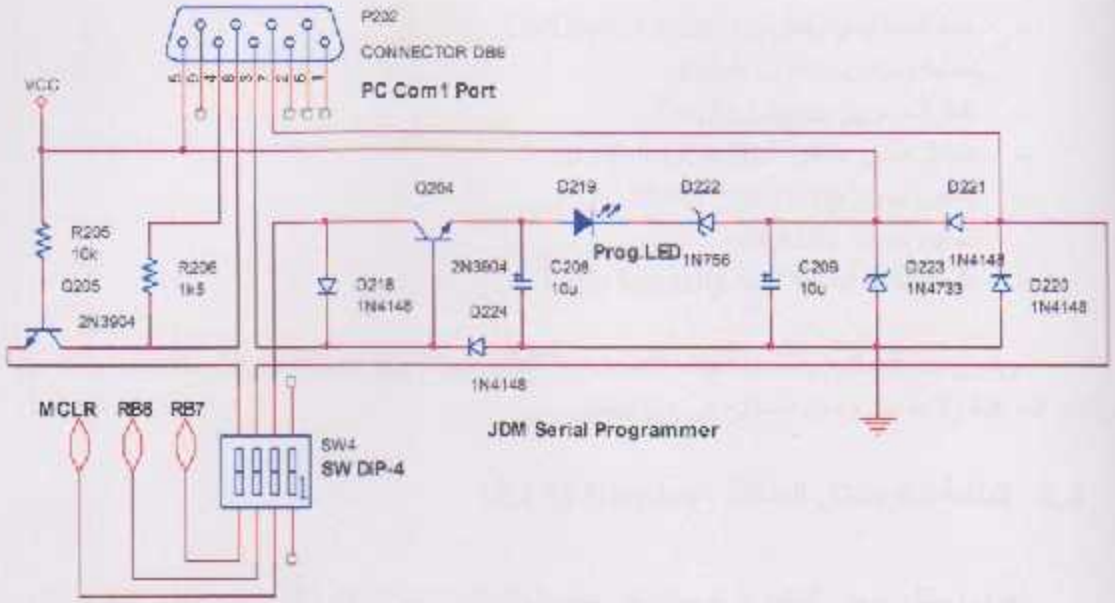
❖ **منفذ D** تم توصيل الأقطاب [RD0...RD7] مع خطوط المعطيات لشاشة كريستال سائلة LCD .

❖ **منفذ E** تم وصل الأقطاب [RE0,RE1] مع شاشة الكريستال السائلة LCD للتمكين و الاختيار.
وأيضا وصل القطب [RE2] مع لوحة المفاتيح لتمكين القراءة.



الشكل (4.2.9)

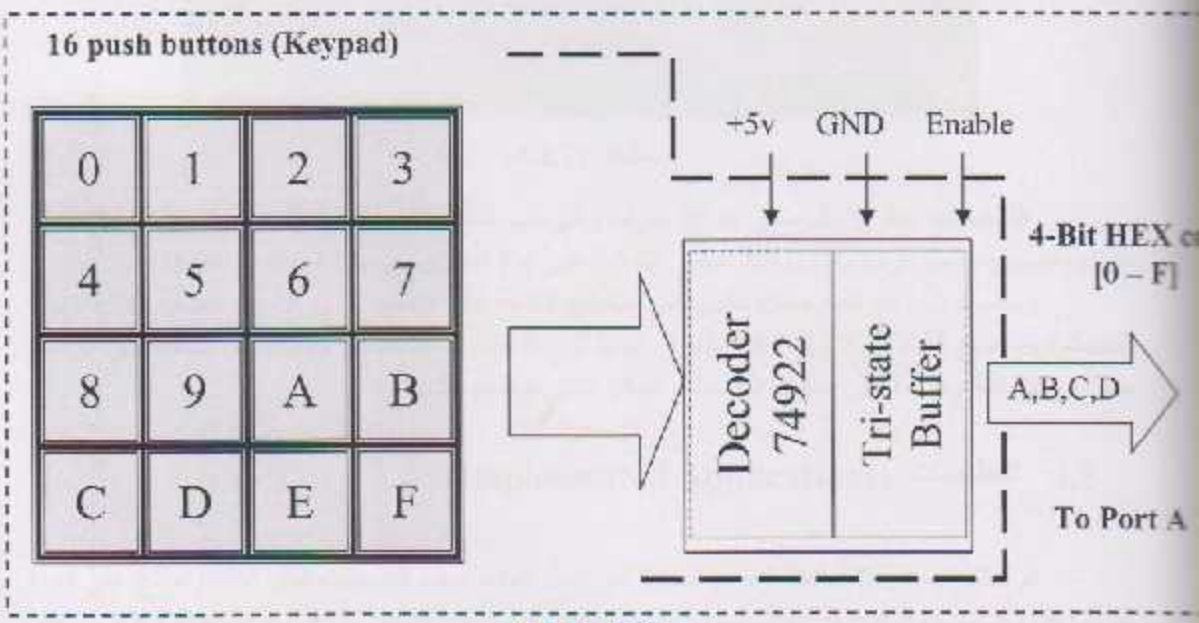
❖ المبرمجة تتصل بطرفي المتحكم B6 وB7 عن طريق مجموعة مفاتيح SW4 من جهة ومن جهة أخرى مع مدخل تسلسلي للحاسوب كما هو في الشكل (4.2.10).



الشكل (4.2.10)

4.3 لوحة المفاتيح (Hex Keypad)

تتكون لوحة المفاتيح من 16 مفتاح كبسة متصلة بشكل مصفوفة لمداخل مشفر Hex (74922 Encoder) والذي يقوم بتحويل ضغطة المفتاح إلى ترقيم ثنائي (Hex) من القيمة [0000] إلى القيمة [1111] ويأخذ كل مفتاح قيمة معينة حيث يتم توصيل الخارج بمنفذ (Port A) من مدخل المتحكم وتعمل جميع القطع على 5 فولت ويتم عملية مسح للمفاتيح من خلال (74922) وبناءا على المفتاح المضغوط يتم إخراج قيمة تمثل المفتاح وتتصل بالمنفذ (A) .



الشكل (4.3.1)

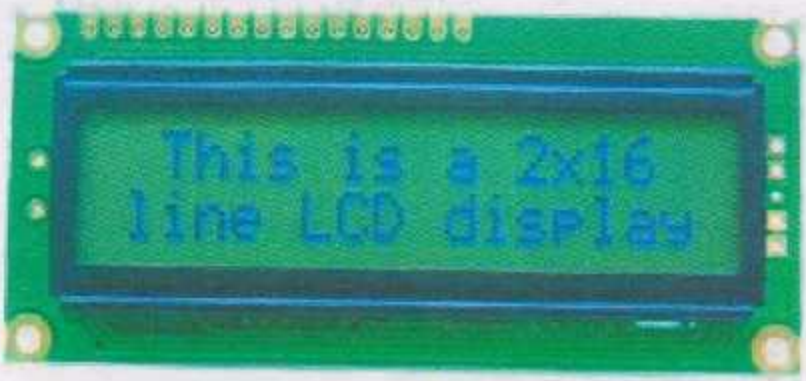
** يتم برمجة المفاتيح من 0 إلى F بمهمات ووظائف متعددة حيث يعطي كل مفتاح وظيفة تسند إلية والوظائف التي تم اختيارها موضحة ببرنامج المراقبة حيث تم اختيار تطبيقات معينة من اجل التعامل معها وهي كالتالي:

- عداد تصاعدي وتنازلي Up/Down Counter.
- عملية وميض Flash Lights.
- إشارات مرور Traffic Lights.
- تشغيل ماتور خطوة Step-Motor Control.
- تشغيل ماتور DC Motor Start/Stop.
- تشغيل لمبات 220فولت.
- التحكم بشدة إضاءة لامبة Light Intensity.

وبدون هذه المفاتيح يصعب أحيانا التعامل مع النظام حيث نريد أحيانا تغير قيم متغيرات يستعملها برنامج المراقبة ولا بد من وجود المفاتيح في هذه الحالة.

4.4 شاشة الكريستال السائلة (LCD Display)

إحدى وسائل إظهار النتائج أو الرسائل هو استعمال الشاشة ذات الأرقام والحروف وهي تحتوي على متحكم نستطيع برمجته من اجل إظهار الأحرف والأرقام بشكل له معنى ومدلول فمثلا يمكن كتابة كلمات أثناء تشغيل الماتور تدل على اتجاه حركته لليمين أو الشمال وتم توصيل هذا المتحكم من خلال منفذي D و E في المتحكم وتم برمجتها بشكل يتناسب والتطبيقات المطلوب تأديتها.



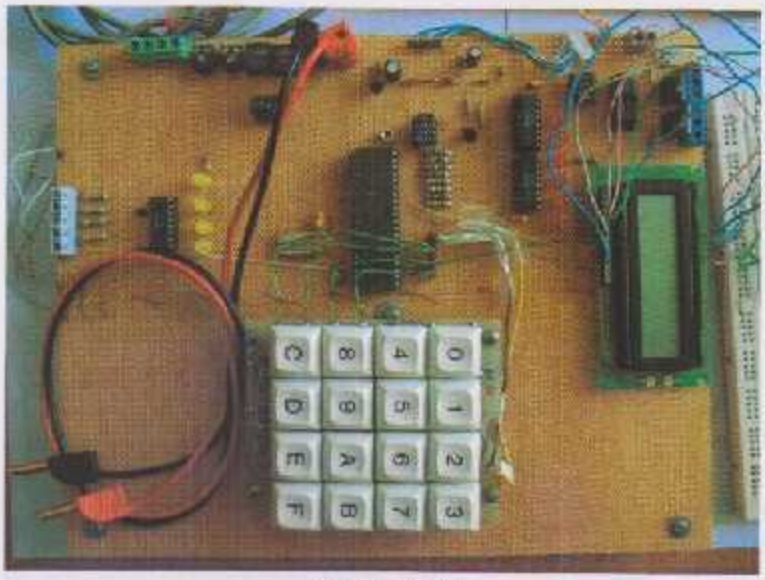
الشكل (4.4.1)

الشاشة لها سطرين كل سطر به 16 حرف وهي تفي بالتطبيقات لهذا المشروع ويوجد أنواع أخرى منها وبعضها يستعمل الرسومات ويعتمد اختيار الشاشة على نوع التطبيق والمهمة المطلوب تنفيذها .
ويجب ترتيب البرنامج بشكل معين حتى نستطيع الكتابة على الشاشة ومن الأمور المهمة عمل التهيئة للمتحكم ويتم مسح الشاشة أولا وإضاءة المشيرة وتحديد نوع الخط وتحديد السطر وبعدها يتم الكتابة في موضع معين من الشاشة وهكذا تظهر أحرف الكلمات والشكل التالي يوضح ذلك.

4.5 التطبيقات (Implemented Applications)

تم اختيار بعض التطبيقات لتعطي صورة عن عمل النظام وهذه التطبيقات تمثل أمثلة ونماذج على قدرة الفريق على البرمجة والنجاح في عمل المشروع وتم اختيار التطبيقات لتشمل دوائر تيار متناوب وتيار مستمر

ومحركات ولمبات إشارة وإشارات مرور ويمكن إضـافة تطبيقات أخرى بالمستقبل والشكل التالي يبين اللوحة التجريبية كاملة لجميع الدوائر.



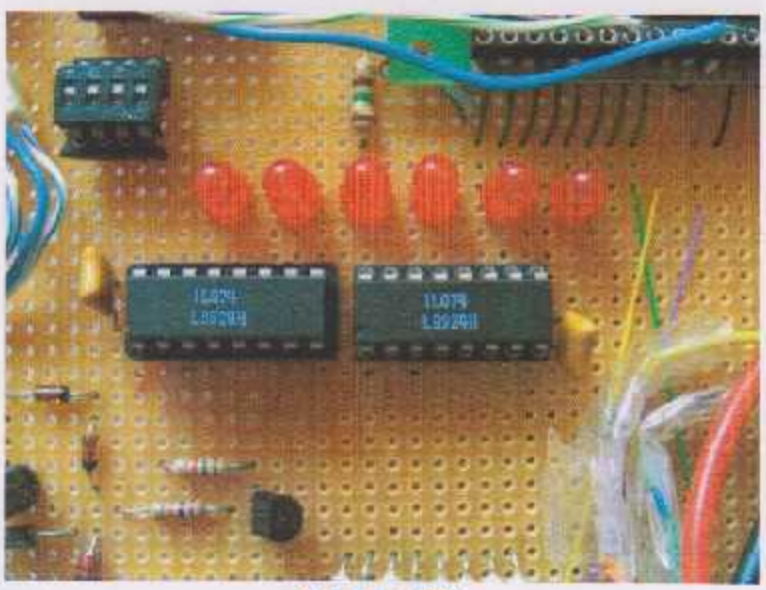
الشكل (4.5.1)

لكن سيتم توضيح البعض ومنها ما يلي:

4.5.1 إشارات المرور (Traffic Lights)

يعطي هذا القسم تطبيقا لتقاطع طرق حيث تم اختيار ستة إشارات لتمثل مجموعتين R1Y1G1 و R2Y2G2 ويتم التحكم بهذه الإشارات زمنيا بواسطة المتحكم عن طريق منفذ (C) ومن خلال برنامج مراقبة حيث يتم تغير الإشارات بتسلسل محدد. انظر الشكل (4.5.1.1).

وتم عزل الدائرة عن المتحكم وقد تم كتابة جدول يمثل ويربط العلاقة الزمنية والإشارات ويتم تشغيل الإشارات أو توقفها من خلال لوحة المفاتيح على مدخل المتحكم فالمتحكم يسيطر على نظام الإشارات زمنيا.

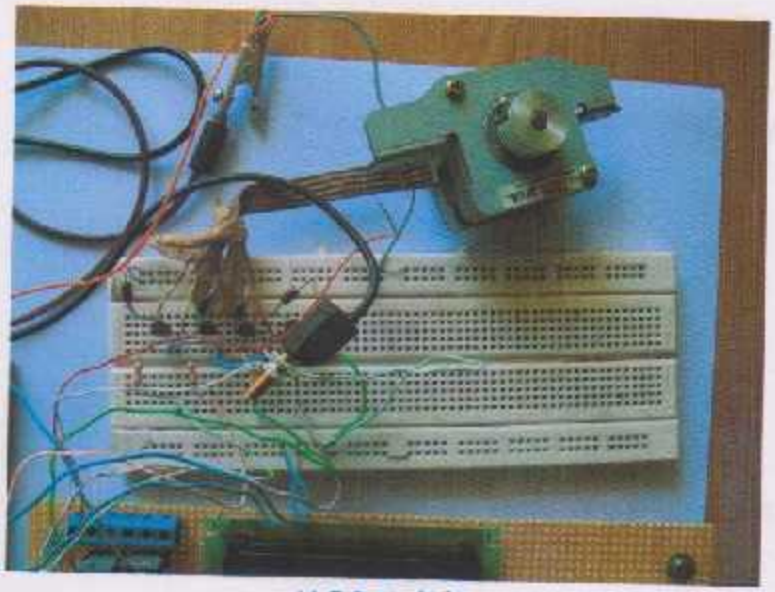


الشكل (4.5.1.1)

جامعة بوليتكنك فلسطين
Palestine Polytechnic University
(PPU)
The Library المكتبة

4.5.2 ماتور الخطوة (Stepper Motor Circuit)

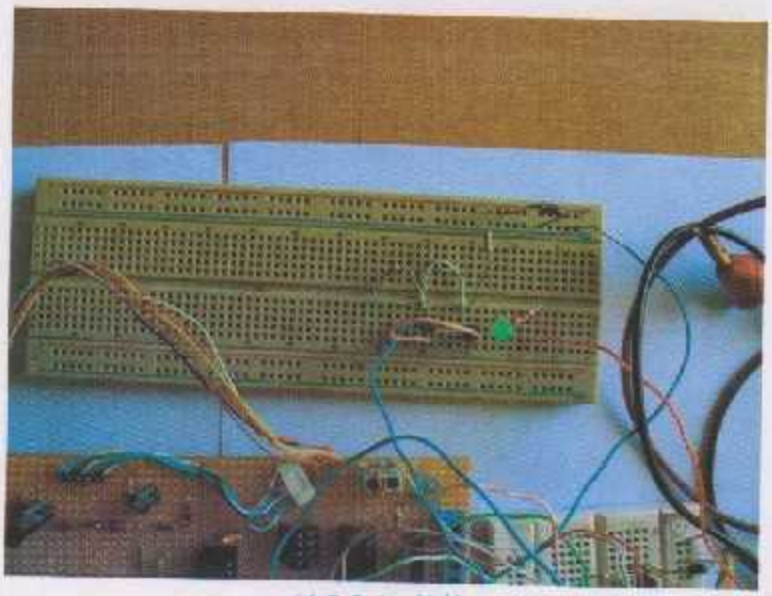
يتصل ماتور الخطوة إلى منفذ (C) من المتحكم ويتم تحديد الاتجاه من خلال النبضات التي يصدرها المتحكم ويتم تشغيل الماتور وإطفائه من خلال لوحة المفاتيح و الستور يمكن أن يكون جزء من آلة والشكل التالي يوضح ذلك.



الشكل (4.5.2.1)

4.5.3 التحكم بشدة الإضاءة (Light Intensity Control)

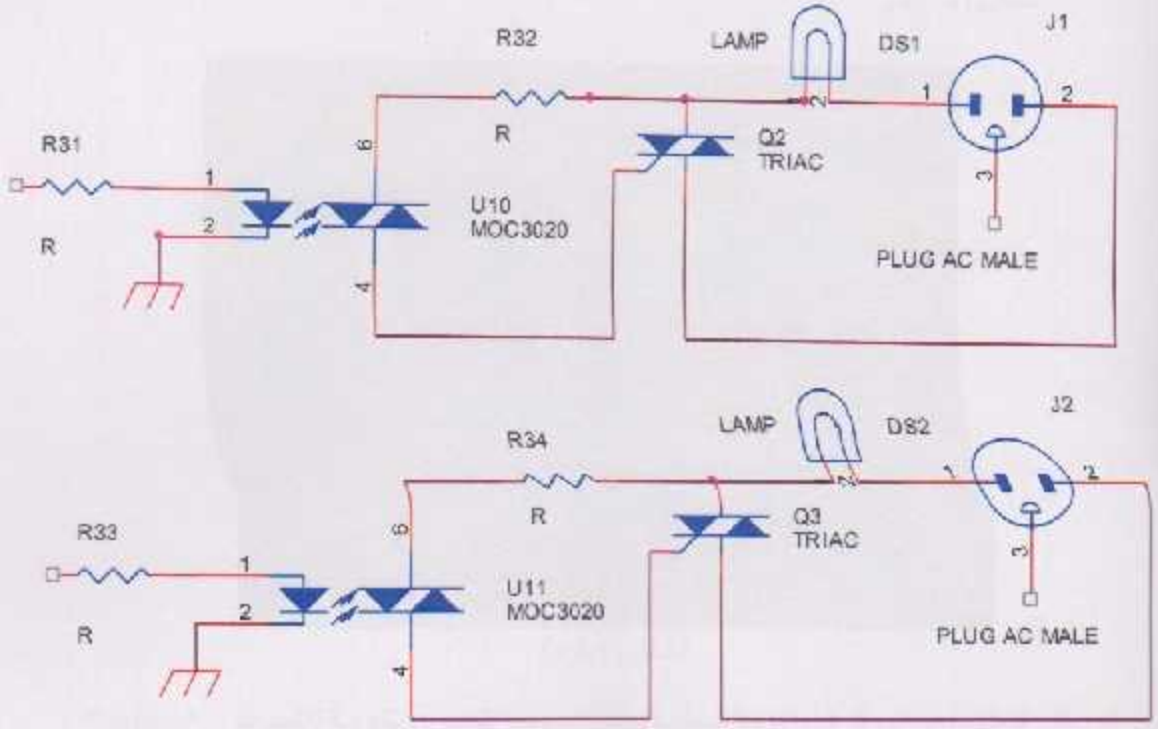
يتم التحكم من خلال توصيل LED إلى احد المنافذ (C) حيث يتم التحكم بعرض النبضة والنسبة Duty Cycle تحدد شدة الإضاءة والتي تعتمد على التيار والشكل التالي يوضح ذلك.



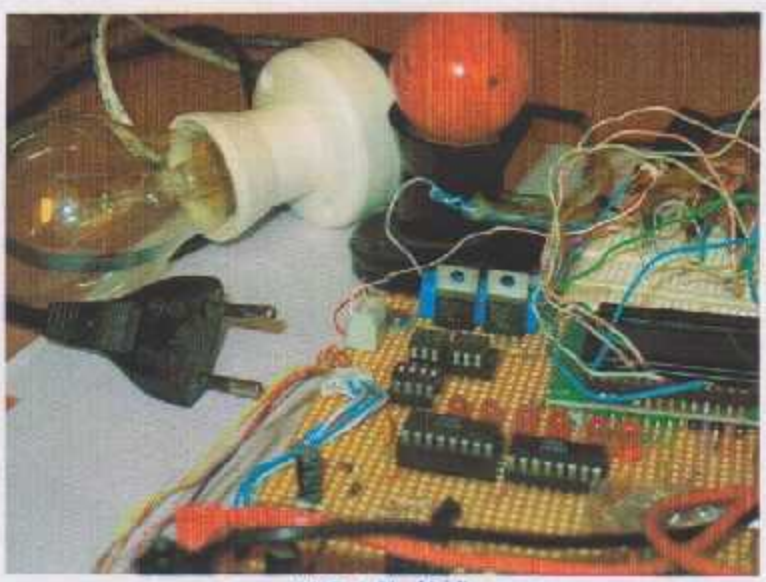
الشكل (4.5.3.1)

4.5.4 دائرة تشغيل لمبة 220 فولت

تتكون الدائرة من عنصرين هما العازل الضوئي MOC 3020 و التريـاك ويتم التشغيل أو الإطفاء من خلال المفاتيح المبرمجة و الشكل (4.5.4.2) يوضح ذلك, ويجب إضافة (Traic) عندما يكون الحمل كبير, حسب المخطط في الشكل (4.5.4.1)



الشكل (4.5.4.1)

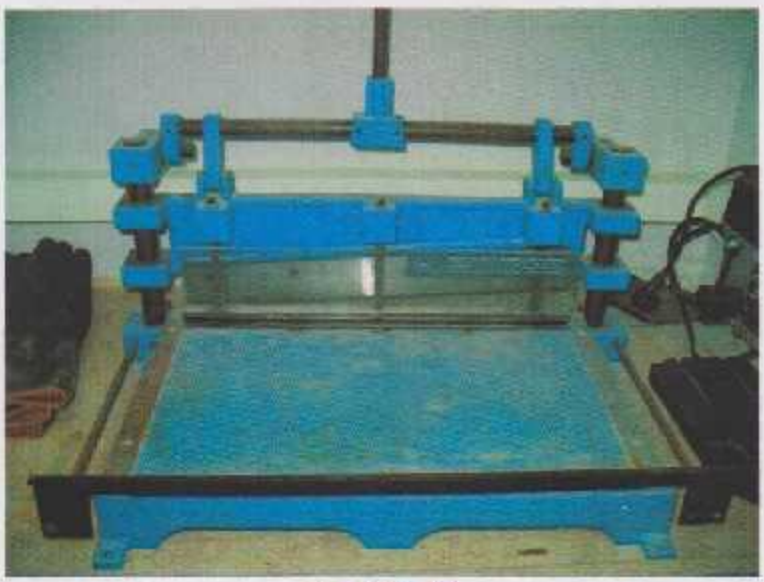


الشكل (4.5.4.2)

4.6 عمل اللوحة المطبوعة (Printed Circuit Board)

خطوات عمل اللوحة المطبوعة تشمل ما يلي:

1. تصميم الدائرة الالكترونية بالحاسب من خلال برامج منتشرة، ومتوفرة بالجامعة مثل (ORCAD) مشتملا تحويل المخطط من منطقي (Wiring Schematic) إلى فيزيائي (Layout Schematic) .
2. طباعة مخطط (Layout Schematic) من خلال طابعة ليزر على ورق خاص للرسم (Tracing Paper) .
3. قص الحجم المطلوب للوحة بناءا على المخطط (19cm X 14cm) بواسطة مقص خاص،مبين في الشكل (4.6.1).



الشكل (4.6.1)

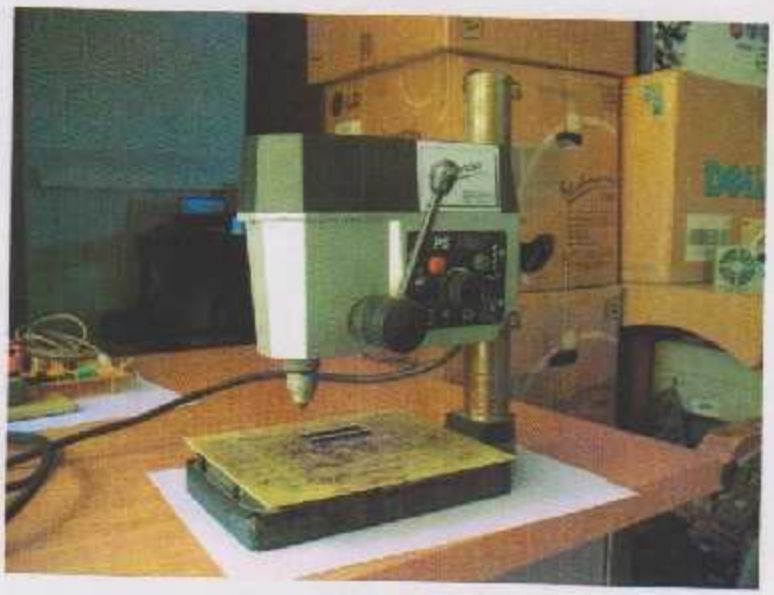
4. نقل المخطط من الورق إلى اللوحة المطلية بطبقة حساسة للضوء ومقاومة للأحماض ("Positive" Photo Sensitive Coating) بواسطة الأشعة فوق البنفسجية ويحتاج فترة زمنية مقدارها 4 دقائق باستخدام جهاز متوفر بالجامعة يسمى (Exposure Unit) كما يظهر بالشكل (4.6.2) وبالنظر إلى اللوحة نرى تأثير الخطوط بالعين بعد إخراجها من الجهاز.

الشكل (4.6.2)

5. وضع اللوحة بالمحلول (Photo Developer) لفترة 10 ثواني ثم رفعها وغسلها بالماء حتى لا يبقى أي اثر للمحلول الخاص بزالة المادة الزرقاء التي تفاعلت مع الأشعة وتصحح الخطوط غير الواضحة إن وجدت بأقلام حبر سوداء (Permanent) وبالنظر يظهر شكل المسارات على النحاس.
6. وضع اللوحة في حمض كلوريد الحديد ($FeCl_3$ [Ferric Chloride]). (الحمض) لإزالة النحاس غير المغطى بالحبر من باستخدام جهاز متوفر بالجامعة يسمى (Etching Machine) كما يظهر بالصورة ويتغير لون المحلول من الأصفر للبني بتأثير النحاس والتفاعل ثم تغسل اللوحة من آثار المحلول.

الشكل (4.6.3)

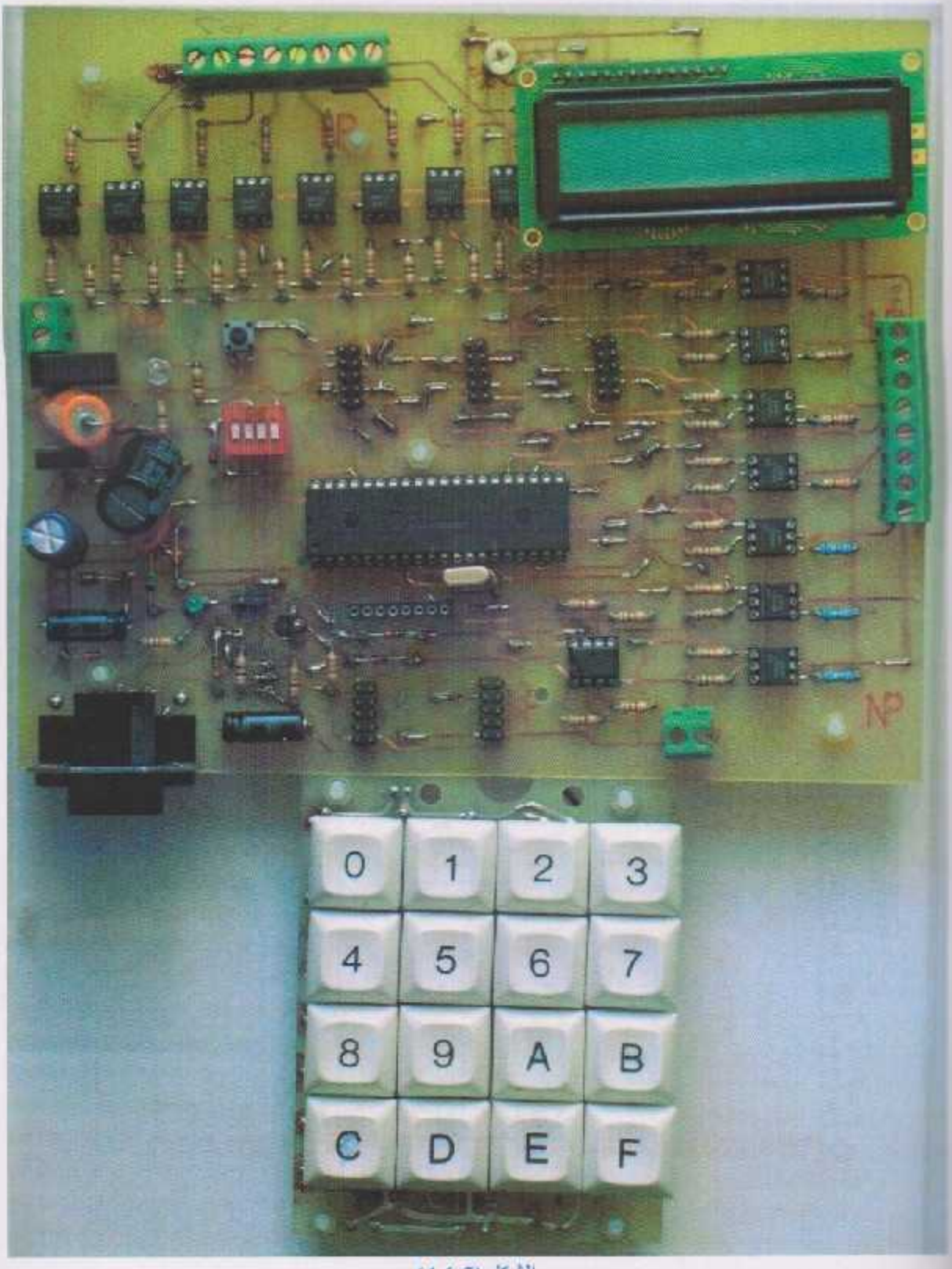
7. تثقيب أماكن تثبيت القطع الالكترونية والقواعد للدوائر المتكاملة بواسطة مثقب (*Drill*) خاص يتم تغير سرعته لتتناسب مع الريشة متوفر بالجامعة كما يظهر بالصورة أدناه.



الشكل (4.6.4)

8. لحام القطع المطلوبة للنظام بواسطة كاوية لحام ذات طرف مدبب ودقيق ثم فحص المسرات بواسطة الاستمرارية (Continuity Tester) والتدقيق في اللحام .
9. طلاء اللوحة بالدهان حتى لا يصدأ المسارات النحاسية واللحام.

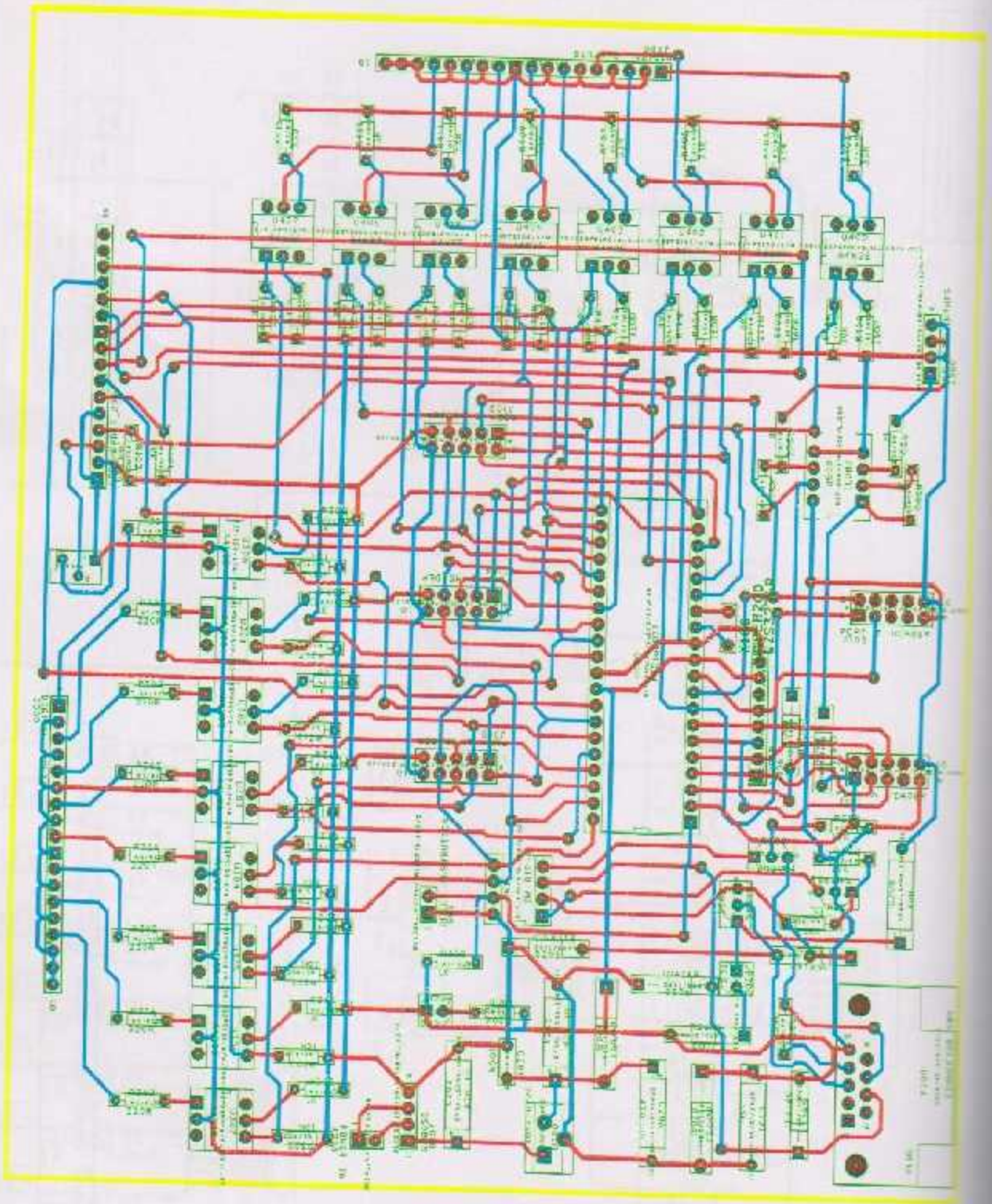
و فيما يلي صورة اللوحة المطبوعة للمشروع كاملة بعد إنهاء تجميعها و تثبيت القطع عليها.



الشكل (4.6.5)

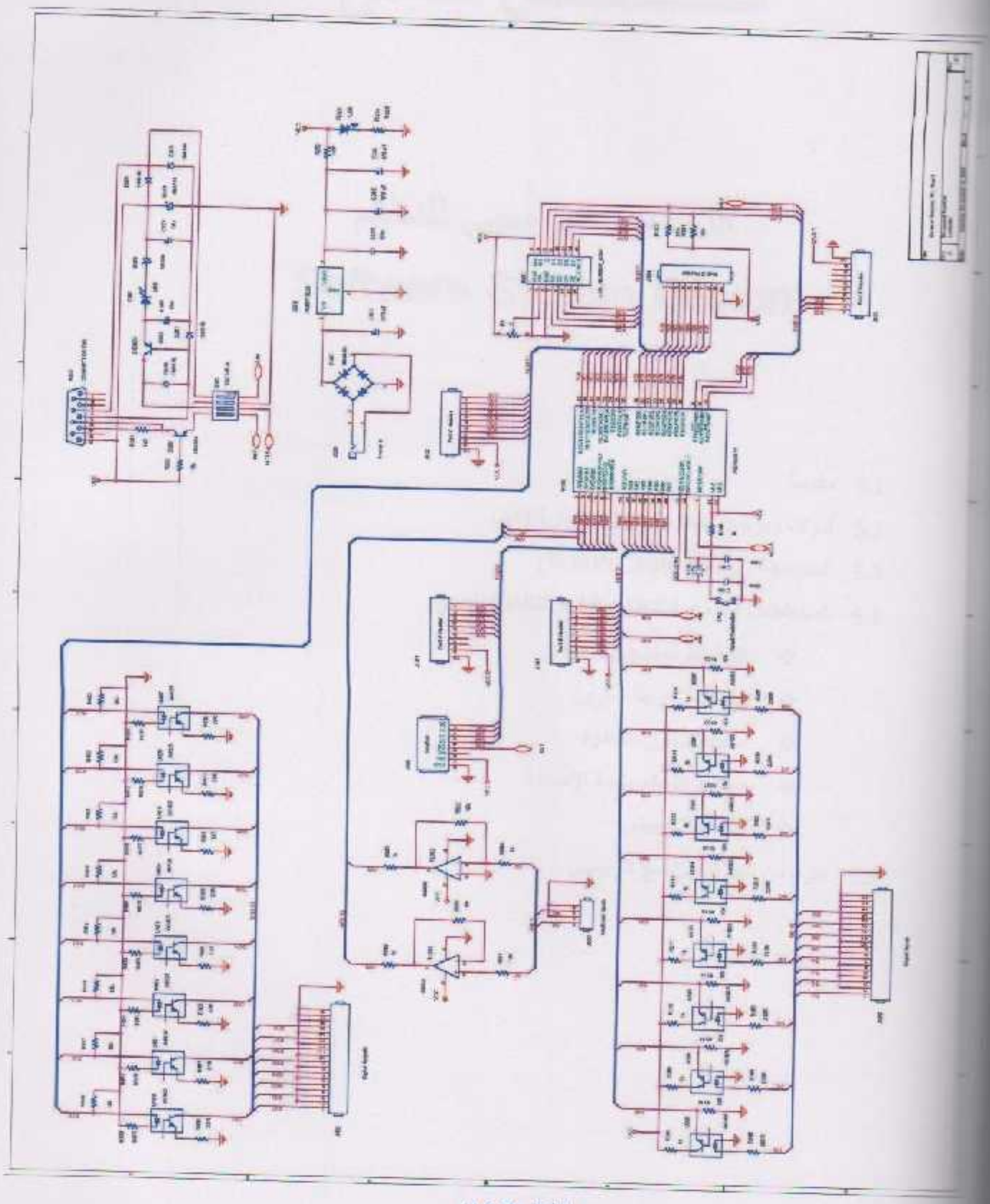
** حجم اللوحة يساوي أربعة أضعاف حجم القطع, كما يظهر بالصورة.

و في الشكل التالي تبين شكل الخطوط النحاسية (Layout)على اللوحة المطبوعة, حيث ان الخطوط الحمراء تكون على الوجه السفلي للوحة, بينما تظهر الخطوط الخضراء على الوجه العلوي, جهة القطع.



الشكل (4.6.6)

و في الشكل أدناه مخطط الدائرة الالكترونية لهذه اللوحة كما تم رسمه باستخدام برنامج ال ORCAD.



الشكل (4.6.7)

الفصـــــل الخامس

التصميم البرمجي للنظام

Software System Design

5.1 مقدمة

5.2 أدوات وبرامج التطوير (MPLAB IDE)

5.3 المبرمجة وبرنامج (WinPIC800)

5.4 المخططات البرمجية للنظام وشفرة النظام الرئيسي

- ❖ المخطط المنهجي الرئيسي
- ❖ مخطط إشارات المرور
- ❖ مخطط ماتور الخطوة
- ❖ مخطط التحكم بشدة الإضاءة
- ❖ مخطط الوميض

5.5 جزء من شفرة البرنامج الرئيسي

الفـــــــــــــصل الخامس

التصميم البرمجي للنظام

5.1 مقدمة

✓ **للتعامل مع أي متحكم برمجيا يجب إتباع الخطوات التالية:**

- الفهم الصحيح للنظام المصمم بشكل واضح وشامل ويشمل ذلك فهم المكونات المادية وترابطها مع بعضها ومن خلال الوصف العام يجب تحديد الشروط والميزات والخصائص المطلوبة لهذا النظام.
- تحديد المدخلات والمخرجات للمتحكم الذي يقود النظام ويتم توضيح ذلك على المخطط الصندوقي.
- بناء المخطط المنهجي بناءا على المرحلتين السابقتين ويحدد شروط التفرع والبرامج الفرعية واستمرار المسح والمخطط المنهجي يشمل عدة مخططات جزئية ومخطط رئيسي وأحيانا يتضمن المخطط الفرعي مخططات فرعية أخرى تستدعى أكثر من مرة ومن أي نقطة .
- صياغة البرنامج حيث يترجم المخطط المنهجي بسهولة إلى شفرة برمجية فيها تعليمات المتحكم والمخطط الفرعي يحدد شروط الانتقال إليه وشروط العودة منه.
- تنقيح وتصحيح البرنامج للتأكد من فعاليته وتشغيله.

☒ تنظيم البرنامج

✓ **لتنظيم برنامج المتحكم له صيغة عامة تشمل ما يلي:**

- التروسة العامة.
- التوجيهات العامة والخاصة.
- تعريف المنافذ والمسجلات والخانات.
- تحديد نقطة الانطلاق.
- تهيئة النوافذ.
- البرنامج الرئيسي.
- البرامج الفرعية وتحوي تعليمة العودة للرئيسي.
- تحديد نهاية البرنامج END.

من خطوات تطوير المكونات المادية كتابة وفحص البرنامج حيث يبنى بشكل وحدات منفصلة وهذا يقلل من صعوبات المشروع.

5.2 أدوات وبرامج التطوير (MPLAB IDE)

يستعمل برنامج MPLAB من شركة ميكرو شيب لتطوير برامج المتحكمات في بناء التطبيقات المتنوعة باستعمال متحكمات PIC ويسمى البرنامج بيئة التطوير المتكاملة لأنه يستعمل في بناء وتطوير أنظمة محددة من المتحكمات, تسمح بيئة التطوير بالتحرير والترجمة وتصحيح الأخطاء.

✓ **أدوات التطوير هي مواد برمجية مستخدمة عند تنفيذ مراحل التصميم وتشمل ما يلي:**

- **المحرر** (EDITOR) يسمح بكتابة الملف المحتوي على التعليمات بنص معين بناءا على تصميم محدد ويتم تخزينه للحصول على ملف مصدري بامتداد asm. .
- **المجمع** (COMPILER) يقوم بتحويل الملف المصدري asm. إلى ملف عرضي obj. , حيث يترجم التعليمات التي كتبت بالمحرر إلى شفرة ثنائية مقابلة للغة الآلة وينتج عنها ملف hex.
- **المبرمجة** (PROGRAMMER) **هي** آخر حلقة في أدوات التطوير ومن ميزات متحكم PIC البرمجة ضمن الدائرة حيث يسمح بالبرمجة في التطبيق النهائي دون الحاجة لفك المتحكم من الدائرة ويسمح بتحديث المنتج بسهولة من خلال نسخة احدث للبرنامج يتم تحميلها للمتحكم قبل تسليم المنتج للزبون.

5.3 المبرمجة وبرنامج (WinPIC800)

وتحتاج البرمجة إلى برنامج (WINPIC800) من شركة ميكروشيب. يقوم بتحميل البرنامج الى المتحكم وقد تم بناء مبرمجة بنجاح من نوع (JDM) من قبل الفريق المصمم تتوافق مع البرنامج (WINPIC800) كما يتوافق البرنامج مع أنواع أخرى من المبرمجات يتم اختيارها قبل ربط المبرمجة للحاسب ويتم وصل المبرمجة بمنفذ التوالي للحاسب من طرف ومن الطرف الأخر يوصل بالمتحكم ليقوم بتحميل البرنامج.

ويجب تحديد اسم المبرمجة المستعملة قبل وصلها بالمنفذ وتتعدد المبرمجات بسبب وجود أنواع مختلفة من المتحكمات لكن العمل واحد وهو تحميل البرنامج للمتحكم.

يتم مسح الذاكرة قبل تحميل البرنامج وفي المبرمجة يتم التعرف على الملفات التي ينتجها المجمع ويختار الملف المراد نسخة حيث يسمح للبرنامج بالانتقال إلى ذاكرة فلاش داخل المتحكم على شكل كتل.

البرمجة المطلوبة هي لمتحكم (16F877) وقد تم استعمال المجمع في برنامج (MPLAB) ويوفر البرنامج أسلوبين اما اللغات عالية المستوى مثل لغة (C) أو لغة التجميع لكن البرنامج لا يدعم لغة (C) مما جعلنا نكتب بلغة التجميع وهي قريبة من لغة الآلة وتحتاج للممارسة والأساليب برمجية أثناء الكتابة وأحيانا تستخدم الخدع ولغة التجميع تفي لبرمجة المتحكم إلا أنها تحتاج لجهد كبير لكتابة البرامج حيث تعتمد على تفاصيل دقيقة تتعلق بالمتحكم المستعمل والمتحكم المستعمل مخصص لمهمة ووظيفة محددة ويعتبر المشروع نظام يمكن تكريسه لمهمة معينة يحددها الجهاز.

المتحكم هو وحدة معالجة مركزية بالإضافة إلى وحدات إضافية منها الذاكرة ووحدات الإدخال والإخراج في غلاف واحد حيث يربط المتحكم مع قطع خارجية ضمن آلة لتقوم ببعض الوظائف ويتم برمجتها من اجل مهمة محددة.

المتحكم به برنامج ثابت له وظيفة واحدة وتغير البرنامج يتم بتغير الآلة أو إجراء تغيرات وإضافات عليها ولهذا يسمى متحكم مضمن أو مكرس مثل الطابعة أو الغسالة حيث يتم استعماله فيها.

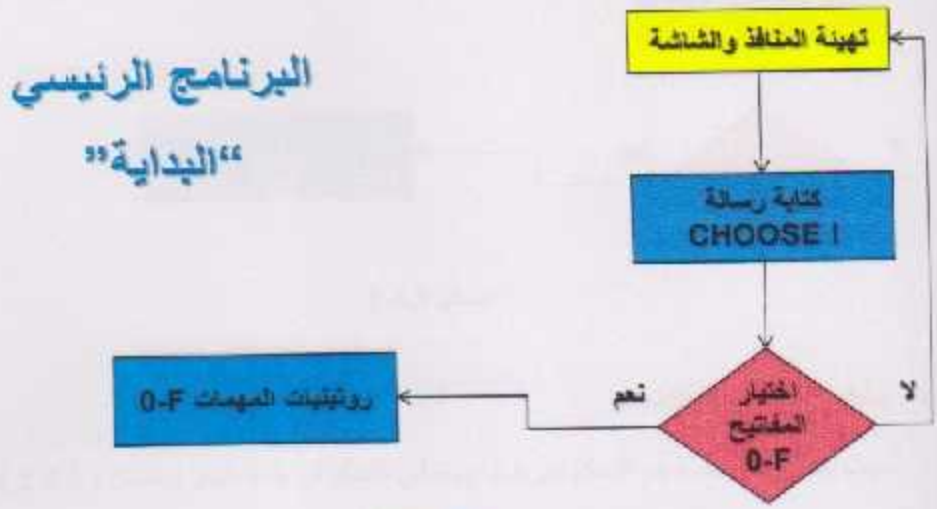
5.4 المخططات البرمجية للنظام وشفرة النظام الرئيسي

هي وصف لعمل البرنامج بشكل رسومي يوضح خطوات تنفيذ البرنامج بشكل يساهم في تتبعه بسهولة وبشكل صحيح ويؤدي مهمة معينة, بمعنى أخر تمثيل بياني أو رسومي لخطوات الخوارزمية.

من فوائدة, انه يوضح طريقة البرنامج من خلال المعالجة والمخرجات وتوثيق منطق البرنامج مثلا لحساب مساحة المستطيل نحتاج الطول والعرض فالمساحة هي مخرجات, والطول والعرض مدخلات أما المعالجة فهي قانون المستطيل = الطول * العرض.

☒ المخطط المنهجي الرئيسي

يتم تهيئة المتحكم والشاشة في البداية وتحدد المهمة من خلال لوحة المفاتيح التي تعطي عدة وظائف وبناءا على طبيعة الآلة يتم برمجة المفاتيح كل له وظيفته الخاصة به وبناءا على ضغط مفتاح يتم تشغيل الوظيفة التي يجب تأديتها على المخارج ويجب تكرار مسح المفاتيح لمعرفة المفتاح الفعال وبالتالي الوظيفة المطلوبة. والشكل (5.4.1) يوضح البرنامج الرئيسي.



الشكل 5.4.1

☒ مخطط إشارات المرور

هو احد التطبيقات المستعملة حيث يتم تهيئة المنافذ وإخراج قيم بشكل دوري مع زمن تأخير يعتمد على الإشارة والمخطط في الشكل (5.4.2) يوضح ذلك.

الشكل 5.4.2

☒ مخطط ماتور الخطوة

ويتم تحريكه بكلى الاتجاهين يمين أو شمال حسب المهمة المطلوبة والمخطط في الشكل (5.4.3) يوضح ذلك.

الشكل 5.4.3

❖ مخطط التحكم بشدة الإضاءة

حيث يتم إرسال نبضة يتم التحكم بعرضها وبالتالي التحكم في شدة التيار والشكل (5.4.4) يوضح ذلك.

الشكل 5.4.4

☒ مخطط الوميض

يتم إخراج قيم "00" و "FF" إلى احد المنافذ بالتتالي مع تأخير زمني, والشكل (5.4.5) يوضح ذلك.

الشكل 5.4.5

5.5 جزء من شفرة البرنامج الرئيسي

PIC 16F877 Program Listing

يقوم هذا البرنامج بأداء الوظائف التالية:-

- تشغيل ماتور الخطوة Stepper Motor.
- تشغيل ماتور DC Motor.
- تشغيل إشارات مرور Traffic Lights.
- تشغيل وميض Blinking LED's.
- عداد تصاعدي Up Counter.
- عداد تنازلي Down Counter.
- محول تشابهي ADC 1, ADC 2.
- عرض رسائل على الشاشة.

```
_CONFIG _LVP_OFF & _XT_OSC & _WDT_OFF & _PWRTE_ON & _CP_OFF &
 BODEN_OFF
LIST P=16F877
INCLUDE "P16F877.INC"
;
ORG 0
        ;-----------------       برنامج رئيسي :
BEGIN   BSF 0X03,5
        BCF 0X03,6              اختيار بنك 1 :
        MOVLW 0XFF
        MOVWF 0X07
        MOVWF 0X05              تهيئة المنافذ :
        MOVLW 0X00
        MOVWF 0X06
        MOVWF 0X08
```

```
        MOVWF 0X09
        MOVLW 0X02
        MOVWF 0X1F
        BCF 0X03,5          ; اختيار بنك 0
        MOVLW 0XFF          ; تهيئة المنافذ
        MOVWF 0X05
        MOVWF 0X07
        MOVLW 0X00
        MOVWF 0X06
        MOVWF 0X08
        MOVWF 0X09
        MOVLW 0X01          ; تهيئة الشاشة
        CALL EI
        CALL DELAY1
        MOVLW 0X38
        CALL EI
        MOVLW  0X0E
        CALL EI
        MOVLW 0X06
        CALL EI
        MOVLW  0X80
        CALL EI
        MOVLW 0X01
        CALL EI
        CALL DELAY1
        MOVLW 0X80
        CALL EI
        MOVLW 'C'           ; إظهار كلمة "CHOOSE !" على الشاشة
        CALL EC
        MOVLW 'H'
        CALL EC
        MOVLW 'O'
        CALL EC
        MOVLW 'O'
        CALL EC
        MOVLW 'S'
        CALL EC
        MOVLW 'E'
        CALL EC
        MOVLW ' '
        CALL EC
        MOVLW '!'
        CALL EC
        CALL DELAY4
        CALL DELAY4
ZERO    MOVLW 0XF0          ; فحص مفتاح 0
        ANDWF 0X07,1
        MOVLW 0X00
        SUBWF 0X07,0
        BTFSC 0X03,2
```

```
        GOTO START
ONE     MOVLW 0XF0          ; فحص مفتاح ١
        ANDWF 0X07,1
        MOVLW 0X10
        SUBWF 0X07,0
        BTFSC 0X03,2
        GOTO  TASK1
        :
        :
        :
        :
FIFTEEN MOVLW 0XF0          ; فحص مفتاح ١٥
        ANDWF 0X07,1
        MOVLW 0XF0
        SUBWF 0X07,0
        BTFSC 0X03,2
        GOTO  TASK15
        GOTO BEGIN          ; الرجوع للبداية
```

** كما نود الإشارة هنا إلى أننا أدرجنا في الملحقات(Appendix G) بعض التطبيقات العملية والتي تدخل في مجال التحكم الصناعي، حيث قمنا باستخدام اللوحة للتحكم بحزام ناقل(Conveyor Belt)، وعلى أكثر من وجه، وقد أدرجنا الدائرة الكهربائية والبرامج لها(Connection Diagram & Program).

الخوارزمية مجموعة من القواعد والعمليات المعروفة جيدا لحل المشكلة في عدد محدد من الخطوات.

وخواص الخوارزمية السليمة هي :

١. تعريف كل خطوة جيدا.
٢. أن تؤدي العمليات لحل المسالة.
٣. توقف العمليات بعد عدد من الخطوات.

وهذا الترقيم لخوارزمية برنامج التحكم:

```
        INITIALIZE   PORTS          التهيئة:
        ADC
           LCD
CYCLE:  GET MESSAGE  LCD            إظهار رسالة:
        GET KEYS
        SCAN KEYS                   مسح المفاتيح:
        IF SCAN KEYS=KEYS VALUE
        GET TASKS (0-F)  SUBROUTINES  اختيار الروتين الفرعي:
        DISPLAY  TASKS  LCD
        ELSE SCAN KEYS AGAIN
        GOTO CYCLE                  استمرار المسح من جديد:
        SUBROUTINES                 الروتين الفرعي:
        TASK1
           TASK2
              TASK3
                 UNTIL.....
                    TASK15
```

الفصـــــل السادس

فحص النظام
system testing

6.1 فحص المبرمجة وعملية تحميل برنامج وتشغيله على PIC 16F877.

6.2 فحص المتحكم.

6.3 فحص دائرة تكييف الإدخال ولوحة المفاتيح .

6.4 فحص دوائر تكييف الإخراج وشاشة الكريستال السائلة LCD وإشارات LED's .

6.5 فحص المحول التشابهي / الرقمي (ADC) .

6.6 اكتشاف الأخطاء (Trouble Shooting)

الفـــــــــــصل السادس

فحص النظام

بناء أي مشروع يتم بشكل تراكمي فالبناء الناجح يتم خطوة بخطوة وليس دفعة واحدة وفهم المكونات المادية ومعرفة خصائص القطع مهم لتسهيل كتابة البرامج, ومن اجل بناء نظام ناجح يجب أولا التعرف على القطع المكونة للمشروع حيث يتم فحص كل واحدة منها على انفراد ونستعين بالنشرات الفنية لتوضيح كيفية عملها وطريقة توصيلها من الناحيتين الميكانيكية والالكترونية .

ومراحل النظام تحتاج لفحص لكل مرحلة عن الأخرى وهذا مهم لتتبع الإشارات من ناحية المكونات المادية ومن ناحية البرمجة وبالتالي نستطيع تحديد الأخطاء إن وجدت بسهولة ويسهل ربط المراحل مع بعضها البعض دون صعوبات حيث يصعب المتابعة وتحديد الأخطاء ويستهلك ذلك وقت ليس قليلا.

6.1 فحص المبرمجة وعملية تحميل برنامج وتشغيله على PIC 16F877.

تم بناء المبرمجة JDM الشكل (6.1.1) بشكل أولي على لوحة تجارب (Bread Board) للتأكد من صحة التوصيلات وإمكانية التشغيل حيث تم وصل بعض أطراف المتحكم بالمبرمجة من جهة وكذلك وصلت المبرمجة بالحاسب من الجهة الأخرى حسب ما هو مبين بالجدول (6.1.1) التالي:

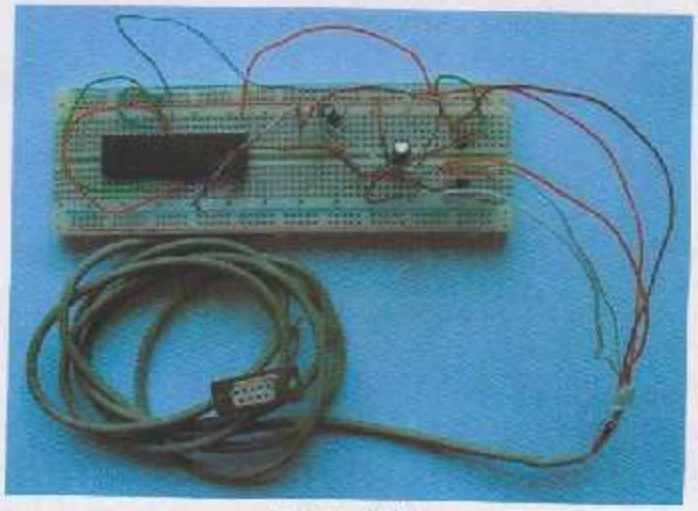
"المتحكم PIC 16F877"

رقم الطرف	وصف العمل
12	الأرضي (GND)
1	جهد المبرمجة (V_{PP})
39	نبضة الساعة (PGC)
40	بيانات التوالي (PGD)

"PC Com Port"

رقم الطرف	وصف العمل
7	RTS
5	الأرضي (GND)
3	TXD
8	CTS
4	DTR

جدول (6.1.1)



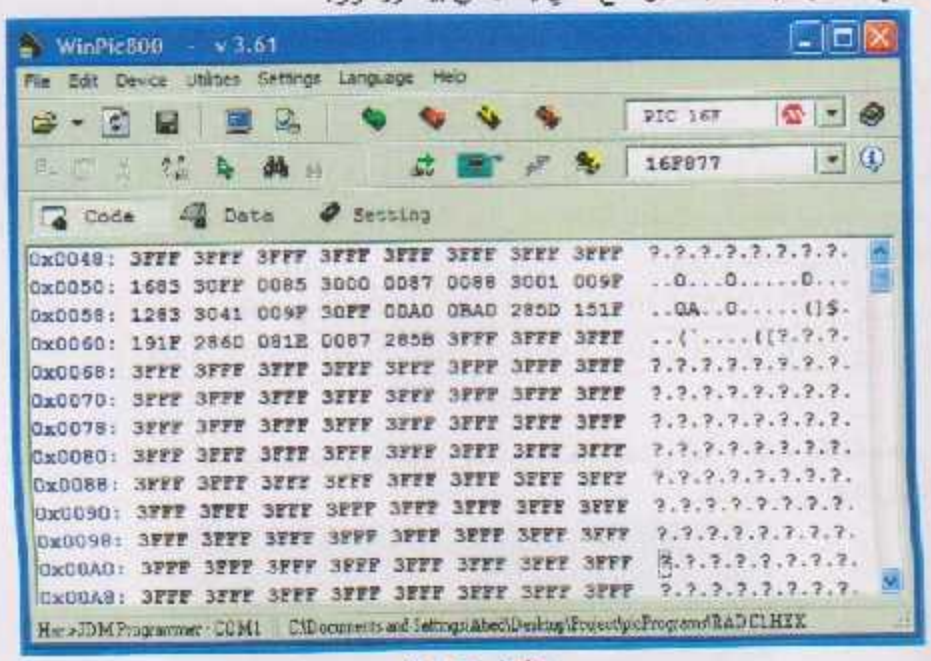
الشكل (6.1.1)

والشكل التالي يوضح ذلك.

الشكل (6.1.2)

والبرنامج الذي تم استعماله بلغة التجميع في فحص المبرمجة هو القيام بعمل إضاءة LED ثم إطفاءه بشكل مرئي للعين أي ومضة وتم تحميله للمتحكم بواسطة المبرمجة وثبت انه يعمل من خلال رؤية ال LED وشعرنا بالفرحة لانه كان أول خطوات العمل بالمشروع.

سبق عملية تحميل البرنامج خطوات للتدرب على المجمع ضمن برنامج (MPLAB) لشركة ميكروشيب حيث اخذ جهد ووقت في معرفة تشغيله وخاصة أن هناك تعريف في بداية البرنامج للتعرف على المتحكم وكذلك تم التعرف على برنامج المبرمجة المسمى (WinPic800) والذي يقوم بتحميل البرنامج للمتحكم والشكل التالي يبين واجهة تشغيل البرنامج الذي يعمل في بيئة ويندوز.

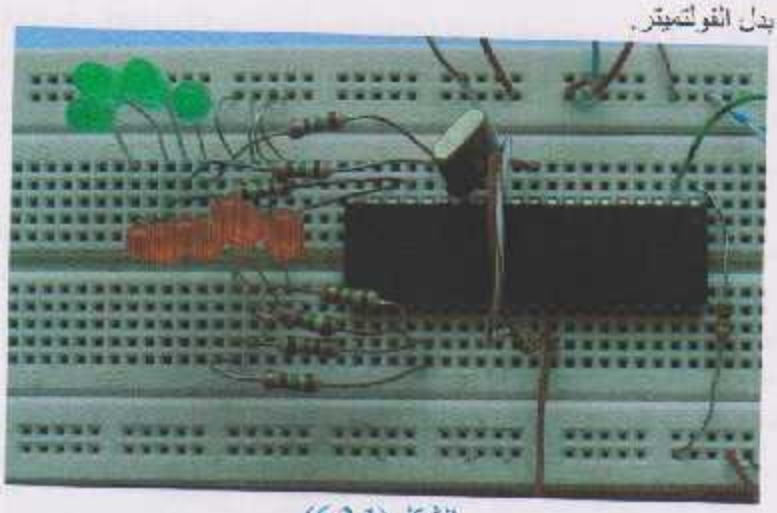


الشكل (6.1.3)

6.2 فحص المتحكم.

اعتمدنا في التركيب لدائرة المذبذب والتصفير على بيانات من النشرة الفنية لشركة ميكروشيب حيث تم وصل كريستال إلى الأطراف 14و 13 بالمعالج وكذلك مقاومة بين طرف 1 وخط التغذية ويوجد مفتاح للتصفير ولتزويد المتحكم بجهد 5 فولت تم قياسه قبل التوصيل بالمتحكم بواسطة فولتميتر بعدها تم كتابة برنامج لتشغيل المنافذ بقيم (55 – AA) وبجهاز الفولتميتر تأكدنا من القيم وأعطت نتائج ممتازة لقد تم اختيار قيم مميزة للتأكد من وضع المنافذ وتسهيل الفحص وكانت صحيحة والمنافذ التي تم فحصها هي منفذ A 6 بتات ومنفذ B, C, D

كل واحد 8 بتات ومنفذ E 3 بتات أي ما مجموعة 33 طرف وجميعها أعطت نتائج كما نريد والنتائج التي حصلت دليل على عمل المتحكم ودائرة المذبذب والتصفير والشكل التالي يوضح استعمال LED's لبيان تغير إشارات الخروج بدل الفولتميتر.



الشكل (6.2.1)

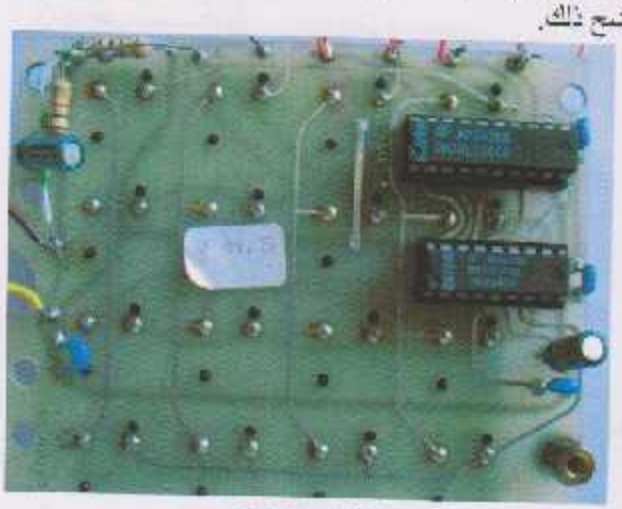
6.3 فحص دائرة تكييف الإدخال ولوحة المفاتيح .

تم استعمال احد المنافذ وربط مفتاح معه من خلال دائرة عزل باستعمال (4N25) لمنفذ (B) وتم كتابة برنامج يفحص وضع المفتاح حيث في وضع المفتاح (HIGH) يضيء (LED) على احد أطراف منفذ الإخراج (C) وعند وضع المفتاح (LOW) يطفئ (LED) وهذه النتائج تدل على أن العازل صحيح وتم فحص بقية المنافذ بواسطة فولتميتر وكذلك تم توصيل لوحة المفاتيح [0-F] للمنفذ (A) وتم التأكد من صحتها كتابة برنامج وتحميله للمتحكم ولاحظنا النتائج على احد المنافذ بالترقيم (HEX) وكانت كالتالي وتم فحصها من خلال (LED's) على المنفذ (C).

0000	0001	0010	0011	0100	0101	0110	0111
1000	1001	1010	1011	1100	1101	1110	1111

الجدول(6.3.1)

وهذه النتائج ممتازة, تحوي دائرة المفاتيح مشفر (74922) متصل مع ستة عشرة مفتاح كل له مهمة محددة والشكل التالي يوضح ذلك.



الشكل (6.3.1)

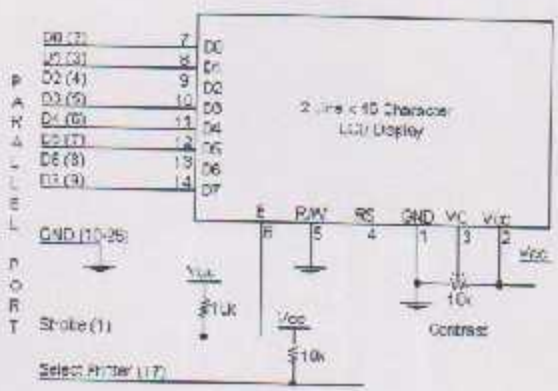
6.4 فحص دوائر تكييف الإخراج وشاشة الكريستال السائلة LCD وإشارات LED's .

تم ربط المنفذ (C) إلى مجموعة شارت (LED's) بواسطة عوازل 4N25 وتم كتابة برنامج يعمل وميض (BLINK) بالقيم [00 – FF] حيث شاهدنا النتائج من خلال شارت (LED's) وهذا دليل على سلامة العوازل ودائرة الشارات (LED's). تم أيضا تجربة بقية المنافذ بنفس الأسلوب بعد تغير البرمجة حيث فحصت المنافذ A,B,C,D,E.

وتم أيضا فحص شاشة الكريستال السائلة (LCD) والتي تحوي متحكم خاص على خلفها يحتاج لبرمجة حيث تم وصلة بمنفذي (E,D) وتم كتابة البرنامج ليكتب كلمة (RASMI !) على الشاشة ومن الخطوات للتهيئة: أوامر المسح للشاشة, وامر إظهار المشيرة, وأمر تحديد نوع الخط, يلي ذلك أوامر الكتابة للشاشة و يتم إعطاء نبضات لمتحكم الشاشة في كل مرة يتم فيها كتابة أمر أو حرف لطرف التمكين (E) أما الطرف (RS) فهو يميز معطيات البيانات و الأوامر حسب المنطق علية.

الشكل (6.4.1)

والشكل التالي يوضح ذلك



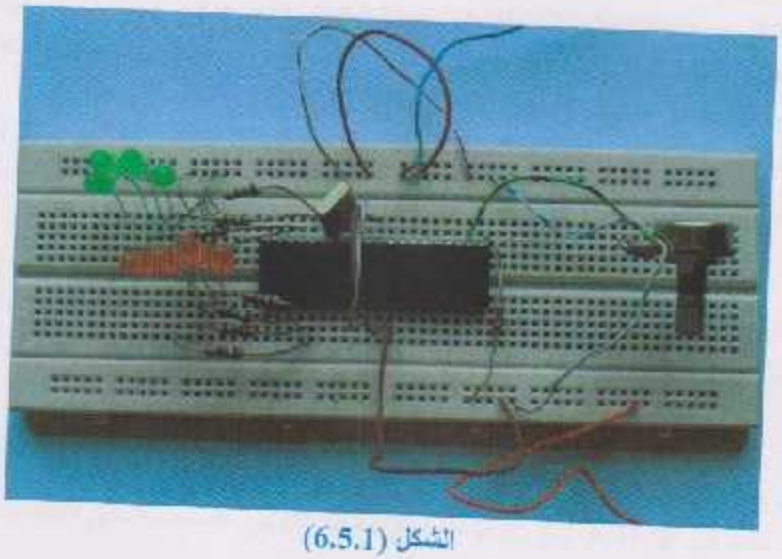
الشكل (6.4.2)

6.5 فحص المحول التشابهي ADC .

هو جزء من التركيب الداخلي للمتحكم وتم كتابة برنامج اخذ وقت وجهد كبيرين من اجل التهيئة ومعرفة كيفية التعامل مع المسجلات الداخلية حيث يحتاج لعدد من الخطوات المرتبة والدقيقة لتشغيله وتم كتابة

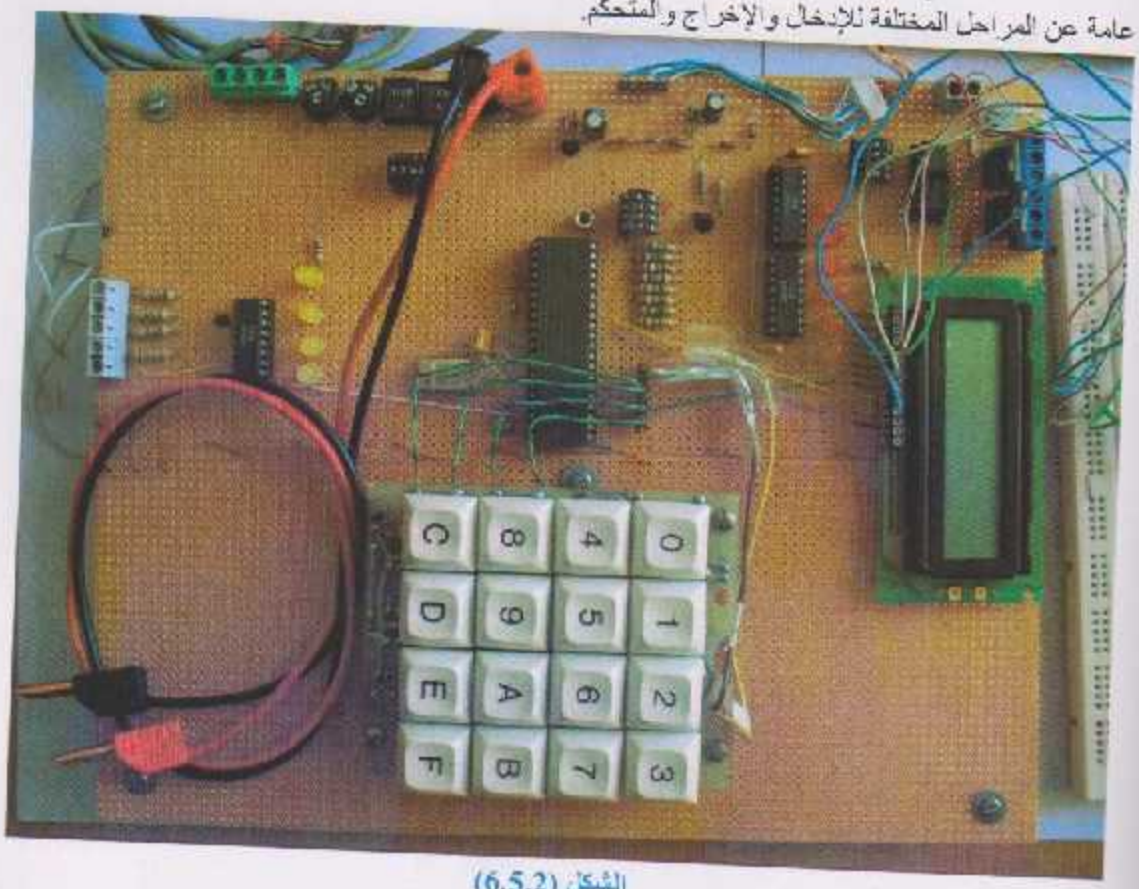
برنامج يقرأ احد القنوات (CH0) طرف 2 في منفذ (A) وتم إظهار نتيجة التحويل على منفذ (C). ولتغير الجهد على المدخل تم توصيل مقاومة متغيرة كمجزئ جهد وأعطت تغيرا من 1 فولت حتى 5 فولت بعد التنفيذ للبرنامج رأينا تغيرا على المنفذ (C) ويمثل القيم بالثماني وتراوحت قيمة بين [00000000] و [11111111].

أي من [0] حتى [F] ولم تظهر الخانة الأخيرة لأننا استعملنا فقط 8 بتات كما جربنا جميع القنوات الأخرى بنفس البرنامج مع تعديل بسيط على اختيار القناة من خلال تغير المسجل الخاص باختيار القناة والنتائج كانت ممتازة والشكل (6.5.1) التالي يوضح ذلك وتم تطوير برنامج يختار القناة من خلال لوحة المفاتيح .



الشكل (6.5.1)

الشكل التالي يوضح توصيل الأجزاء والمراحل المختلفة للنظام كاملا بصورته التجريبية ويوضح فكرة عامة عن المراحل المختلفة للإدخال والإخراج والمتحكم.



الشكل (6.5.2)

6.6 اكتشاف الأخطاء (Trouble Shooting)

من خلال المخطط الصندوقي للمتحكم هناك ثلاث مراحل رئيسية هي الإدخال - المتحكم - الإخراج.
المتحكم يجعل الخرج يستجيب لتغيرات الإدخال تحت سيطرة البرنامج.

❖ **فحص الإدخال**

إذا لم تعطي مرحلة الإدخال الإشارات الصحيحة للمتحكم فالخرج لا يستجيب بشكل صحيح قبل فحص الإدخال والإخراج من المفضل إزالة المعالج من الدائرة مع إطفاء مصدر الطاقة ويتم إزالة المتحكم بمقط خاص للإزالة بسهولة وهذا مهم في مراحل التطوير .

من اجل فحص الإدخال والإخراج للمتحكم نعتبر الدوائر التي تم بنائها, المفاتيح تشغل الليدات ولفحص الدخل الجهد على أطراف الدخل للمعالج يجب أن تكون (HIGH) أو (LOW) عند تحريك أو ضغط المفتاح.

❖ **فحص الإخراج**

المتحكم يعطي 5 فولت لتشغيل الإخراج وللتأكد أن الخرج موصول صحيحا نطبق 5 فولت إلى كل طرف بالتتابع للتأكد أن الليدات تستجيب فعند تطبيق جهد على طرف فان الليد يضئ وهكذا وإذا لم يضئ ربما تكون المقاومات غير صحيحة أو الليدات خاطئة أو موصولة عكسيا.

❖ **فحص جهد المصدر**

عندما نتأكد من الإدخال والإخراج أنة صحيح نفحص الجهود الصحيحة على الأطراف 5 فولت على V_{dd} وطرف MCLR وصفر على طرف Vss.

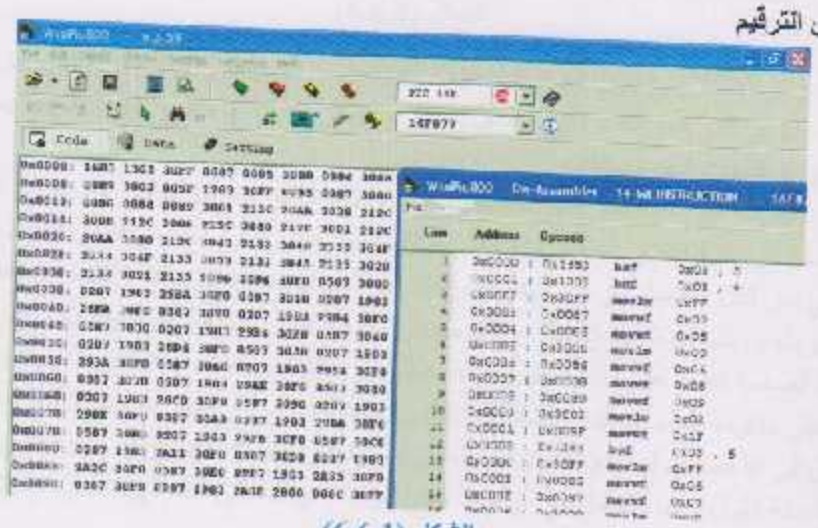
❖ **فحص المذبذب**

نفحص أن المذبذب يعمل بمراقبة الإشارة بواسطة سكوب أو عداد واختيار المكثفات مهم جدا عند تردد الكريستال وعندما يكون كل شيء تمام فان الخطأ ينحصر في المتحكم أو البرنامج.

❖ **فحص المتحكم**

إذا لم يعمل البرنامج يكون الخطأ هو المتحكم ونحاول تجريب أخر ويتم التأكد منة بوضع برنامج (FLASHER) حيث يضئ ليد ويطفئه لمدة ثانية مثلا حيث لا يستخدم إدخال و فقط إخراج إلى ليد.

❖ **فحص الترقيم**



الشكل (6.6.1)

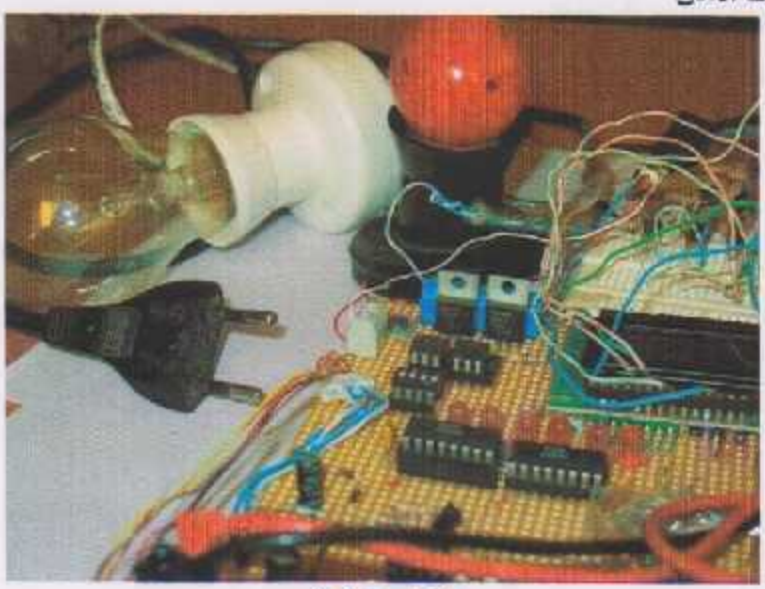
إذا لم توجد أخطاء في المكونات المادية تكون المشكلة في البرنامج وفي البداية من المفيد استعمال أضاءه ليد وإطفاءه ثانية واحدة وعندما يعمل هذا نتأكد أن المعالج صحيح ونتأكد أن المذبذب ومصدر الطاقة يعملان جيدا ونفحص بعدها إضاءة الليدات من قبل المفاتيح حيث يتم تقسيم الترقيم إلى جزأين من المنتصف تقريبا ونظر أين يتوقف البرنامج لفحص منطقة الخطأ وعند متابعة برنامج يضئ الليد نلاحظ ان البرنامج علق في مكان ما حيث تزال التعليمات غير الصحيحة وعندها يعمل البرنامج.

❖ أخطاء شائعة

هناك أخطاء شائعة مثل:

- ✓ نسيان مصدر الطاقة وعدم تشغيله.
- ✓ عكس القطع من ناحية الاتجاه.
- ✓ برمجة برنامج خاطئ في التحكم.
- ✓ تصحيح الخطأ مع نسيان عمل تجميع له مرة أخرى وبالتالي اخذ الترقيم السابق hex.. برمجة فيوزات غير صحيحة مثلا OSC أو WDT.

❖ احتياطات الأمان



الشكل (6.6.2)

في الدوائر الالكترونية يجب أن تأخذ الحيطة لك ولمن حولك ويجب الانتباه لذلك فالدوائر تمثل خطورة كبيرة حتى في الدوائر التي تبدو آمنه فأي توصيل خاطئ بمصدر الطاقة أو وضع مكون بالخطأ يسبب حدوث حريق أو انفجار أو انبعاث أبخرة سامة.

يجب التعرف على المخاطر المحتملة حتى يمكن تجنبها فأكثر من 50 فولت يجب اتخاذ القرار فالإهمال يتسبب في صدمة كهربائية فالتيار المتغير قادر على التأثير على عمل القلب الطبيعي فلمس الموصلات الرئيسية ذو الجهد العالي أمر قاتل فالمسار من اليد لليد اخطر منة إلى القدم فيجب إغلاق مفتاح التشغيل وفصل التيار بنزع التيار من الكهرباء ويجب إبعاد اليد الثانية عن أي مصدر بما فيه هيكل الجهاز الموصول بالأرضي.

قوة الصدمة تعتمد على شدة التيار وكونه مستمر أو متناوب وكذلك مساره عبر الجسم ويعتمد التيار على الجهد وعلى مقاومة الجسم ومقدار الطاقة في الجسم يعتمد على مرور التيار به وفترة التعرض للتيار هامة وقد تسبب شلل في الأعصاب أو عدم التحكم في التنفس أو ارتعاش عضلة القلب أو قد تسبب حروق.

فخلاصة القول يجب التعامل مع أي جهد أعلى من 50 فولت على أنة شيء خطير ومن الحكمة التعامل مع الدوائر الالكترونية والكهربائية بحرص شديد.

الفصـــــــل السابع

الأستنتاجات و الأعمال المستـــــــقبلية

conclusions & future works

7.1 الاستنتاجات (Conclusions)

7.2 المعوقات (Problems)

7.3 الأعمال المستقبلية (Future Work)

الفـــــــــــصل الســـابع

الإستنتاجات والأعمال المستـــقبلية

في هذا الفصل وصف بنظرة شاملة على الصعوبات أثناء التوصيل للمشروع وكذلك الاستنتاجات خلال تطوير البرنامج وطريقة السير والاستفادة بالمستقبل فهذا ملخص لبعض النتائج والملاحظات الهامة التي تم التوصل لها أثناء التصميم والبناء فبالتحضير المستمر وسهر الليالي تم بحمد الله اكتساب المعرفة العلمية والخبرة والإلمام بموضوع حديث نسبيا لكنة عمل مميز يعبر عما وصلت إليه التكنولوجيا الحديثة هذه الأيام فكان المشروع تحدي كبير حيث لا يوجد أي خلفية بالمتحكمات لكن الإصرار والتصميم للوصول إلى الهدف منذ البداية كان السبب في التقدم.

7.1 الاستنتاجات (Conclusions)

أثناء التصميم تم وضع خطة شاملة من اجل انجاز المشروع بالوقت المناسب ومن أهم الأمور تحليل ودراسة للمتحكم من حيث آلية عملة وهذه الاستنتاجات الكثير منها متوقع وهي كالتالي:

- استخدام المتحكم يعني مجموعة قطع الكترونية داخل غلاف واحد وبالتالي مساحة محدودة على اللوحة وكذلك تخلصنا من صعوبات تزامن الإشارات بالقراءة والكتابة للمنافذ وأيضا استهلاك اقل الطاقة.
- احتاج الأمر لدراسة تحليلية للداخل حيث درسنا التركيب الداخلي والتعليمات بشكل يسهل علينا التصميم لكن إجراء تجارب علية كان مهم لسد ثغرات بالتصميم.
- كثير من المتحكمات يتشابه احد ما من الداخل لكن كل نوع له خصوصياته حيث لاحظنا احد الفروق هو الملحقات الداخلية فمثلا بعضها يحتوي توصيلا إلى منفذ USB بالحاسب.
- اهم المراحل كان تكييف وملائمة الإشارة حيث يتم ربط المتحكم ذو الجهد 5 فولت إلى دوائر ذات إشارات وجهود مختلفة بواسطة عوازل وبالتالي المحافظة على المتحكم والبرمجة المتصلة بالحاسب من اية أضرار.
- ميزة مهمة وهي البرمجة أثناء توصيل الدوائر حيث يبقى المتحكم بالدائرة دون أخذه لمبرمجة خارجية وبالتالي التسبب بتلف أطرافه كل ما هو مطلوب التوصيل مع الحاسب وتنزيل البرنامج الى المتحكم بمعنى آخر سهولة وسرعة التنزيل للبرنامج.
- عدم الحاجة إلى تحويل من رقمي إلى تماثلي للإشارة حيث يوجد نظام بديل وهو تعديل عرض النبضة وتمكنا من عمل تحكم للمدة إشارة LED تم تغير شدة الإضاءة لها.
- يجب العد حتى عشرة قبل توصيل الدائرة لمصدر التيار بمعنى التأكد من توصيلات الدائرة حرصا على سلامة الشخص والقطع من التلف.
- لغة التجميع قريبة لفهم الآلة لكنها تحتاج تركيز وفهم للآلة فهي تكسب المصمم الخبرة والمهارات الفنية في البرمجة والمكونات للنظام.

7.2 المعوقات (Problems)

خلال فترة التصميم والبناء ظهرت بالبرمجة والمكونات المادية تحديات أعاقت العمل جزئيا حيث تم تعديل المخططات عدة مرات وكذلك تم فك وتوصيل للدوائر مما استغرق فترة إضافية أضيفت لخطوات المشروع وكانت الصعوبات حافزا للاستمرار والجدية بالتغلب عليها وبالتحليل المنطقي وفهم القطع والنشرات الفنية تم الانجاز بحمد الله ومن المعوقات ما احتاج للتوقف فترة من اجل استعمال البديل.

- دراسة تحليلية لمبرمجة مختبر المشاريع حيث تم التعامل معها بالبداية وتم تصميم واحدة مشابهة لكن تحتاج لمصدر تغذية خارجي وكذلك فك وتركيب المتحكم من الدائرة وهي صعبة التعامل بالنسبة لمشروعنا وهذه سببات بالمبرمجة وقد وفقنا الله لتجميع مبرمجة تلاشت السيئات السابقة وعملت ضمن نظام المشروع وهذا انجاز مهم بحد ذاته وقد استغرق ذلك أكثر من شهر حيث تم الاتصال مع الشركات وكان السعر غالي وفترة إحضارها يستغرق وقت إضافي ولهذا قمنا بتجميعها.
- تلف جزئي لبعض أطراف المتحكم مما استدعى الاستبدال لها وكذلك تلف بعض العوازل والمهم هنا هو فحص القطع الجديدة لان بعضها فاقد لخواصه ولا يعمل بالشكل المطلوب وهذا ما لاحظناه.
- الحيرة في اختيار بعض القطع حيث يتواجد أكثر من صنف لكن المهم هو كيفية الاختيار والخطوات المطلوبة لذلك فطبيعة المهمة والتطبيق وخصوصياته تؤدي إلى اختيار الأهم ونود ذكر الأهم وهو خصائص القطع المستعملة حيث يحتوي بعضها على حجم كبير للذاكرة وهذه تعتمد على التطبيق المراد تنفيذه.
- عدم لمس أطراف المتحكم لان الشحنات الإستاتيكية توقف عملة وهذا حدث لنا ويجب التخلص من هذه الشحنات بالتفريغ ذلك بلمس اليدين لجسم معدني كيد الخزانة.
- بالنسبة للبرمجة تم استبدال و تعديل أجزاء من البرنامج حيث لا نخرج من بعض الروتينات الفرعية بسبب تصرف التعليمات بداخل المتحكم ولان الحواس لا تلمس ذلك على الرغم من صحة المنطق للتعليمات بداخل البرنامج كما حدث لنا بمسح المفاتيح وتغلبنا علية باستبدال ذلك الجزء بالية أخرى.
- صعوبة متابعة البرنامج حيث نضطر احيانا للطباعة وإعادة التحليل للبرنامج وهذا يأخذ وقت ليس قليلا .
- امر مهم نود أن نذكره وهو أن الفريق ليس قريب بالمسكن من بعضة واللقاءات هي أسبوعية وهذا جزء من التأخير بالعمل على الرغم من تبادل المعلومات بشكل مستمر.

7.3 الأعمال المستقبلية (Future Work)

- يتم التطوير بالمشروع بعد تشغيله لفترة زمنية والتطوير يشمل إضافات مكونات مادية وبرمجية جديدة مهمة لتحسين المنتج الذي يتم إنتاجه بالآلة فالتحديث سمة التطور في هذه الأيام وفي المستقبل فالإضافات الخارجية تحتاج أحيانا لإعادة التصميم أو استبدال جزء من المخطط فمثلا يمكن تمديد وزيادة عدد المنافذ ليتناسب وعدد المدخلات والمخرجات بالآلة.
- قمنا بدراسة بعض خواص المتحكم ولكن الكثير بقي بحاجة للتدرب علية وهذا يحتاج مزيدا من الوقت فمثلا يستطيع الفرد أن يصل هذه اللوحة مع تلفون ويتصل عن بعد للتحكم بالآلة أو أن يجمع معلومات عنها من خلال الاتصال اللاسلكي وإرسال رسائل إلى الجهة المعنية بالصيانة.
- نعتبر الخبرة واكتساب المهارات مهم جدا ويعتمد على الاستمرار والمتابعة وإجراء المزيد من التجارب التي لم ولن تنتهي بسبب المجالات الواسعة للتطبيقات والتي تشمل جميع نواحي التخصصات الهندسية فمثلا يمكن إضافة هذا المشروع لتجهيزات في مزرعة لري النباتات أو في سيارة للتحكم بها ولحمايتها من السرقات أو في المدارس لقرع الجرس للحصص أو في المساجد للتحكم بالإنارة والتهوية وأجهزة المكبرات وغيرها.
- بناءا على ما يطلبه الزبون نستطيع التعامل مع هذه اللوحة والتي تعتبر الأساس لتطبيقات واسعة تفيد الناس في أعمالهم المستقبلية.
- نعيش حاليا عصر تقني يمثل ثورة تركت آثارها في جميع المجالات حيث اعتمدت على الدوائر المتكاملة التي اختصرت حجوم الأجهزة إلى حد كبير حيث تشمل العشرات من العناصر فالمتحكمات تقدمت في مجالات متعددة خاصة الأتمتة الصناعية تم تصميم متحكمات سميت بالأجيال المرنة بسبب وجود المبرمجات التي تساعد على التصرف ضمن بيئة ثابتة لتحقيق الوظيفة المطلوبة فنجاح المشروع يعتمد على القدرة في المضي قدما لتحقيق الأهداف.
- ومن إيماننا بضرورة توفر مرجع يعطي الخبرة والمهارات الفنية نضع بين أيدي القراء والمهتمين من طلبة وعاملين هذه المواضيع لتكون مرجع في فهم بعض أسرار التكنولوجيا الحديثة.

والله الموفق

المصادر والمراجع
References

[1] http://www.winpic800.com

[2] http://www.electro-tech-online.com/micro-controllers/21841-help-winpic800-david-tait-programmer.html

[3] www.microchip.com

[MPLAB user guide].

http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/51519a.pdf

[MPLAB quick start].

http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/51281d.pdf

[PIC datasheet].

[4] Optoelectronics Device Data, Motorola Semiconductor Products Sector, printed in USA, 1993.

[5] تصميم النظم باستخدام متحكمات PIC للمهندس نزار محمد-خطيب, 2001.

[6] http://en.wikipedia.org/wiki/Transistor

[7] http://www.kpsec.freeuk.com/components/connect.htm

[8] http://www.geocities.com/vsurducan/electro/PIC/pic.htm

[9] المحاسبات و طرق الربط إلى أنظمة التحكم المبرمج, للمهندس عبده هلالي و المهندس عامر عود, 2000.

[10] دارات التحكم بالاستطاعة, عمار عرجان, 2001.

[11] المؤثر الالكترونية, مايك تولي, ترجمة خالد العامري, 2004

[12] التعامل مع الحاسب, محمد إبراهيم العدوي, 2004.

[13] تطبيقات المتحكمات الدقيقة, عبد الحميد بسيوني, 2004.

[14] مقدمة في معالجة الإشارة التماثلية و الرقمية, د. سعد عبد الوهاب شعبان, 1999.

[15] http://www.hobbyprojects.com/quick_circuits_reference/microcontroller_based_schematics.html

[16] http://www.discovercircuits.com/C/comp-interf5.htm

[17] http://www.picguide.org

[18] http://www.arabelect.net/doityou/035.htm

[19] http://www.picguide.org/category/uncategorized/page/4/

[20] http://www.thestudentproject.com/project_list_/the_st_Proj_Digital.htm

[21] http://www.thestudentproject.com/project_list_/the_st_Proj_PIC-MC.htm

[22] http://www.satsleuth.com/Data%20Acquisition.htm

[23] http://books.mcgraw-hill.com/engineering/updatezone/predko/html/ledon.htm

[24] http://www.geocities.com/vsurducan/electro/PIC/f877.html

[25] http://www.wimb.net/index.php?s=electr&page=7

[26] http://www.machinegrid.com/content/view/51/1/

[27] http://www.societyofrobots.com/robot_omni_wheel.shtml

[28] http://www.societyofrobots.com/robot_omni_wheel.shtml

[29] https://www.ecs.umass.edu/ece/tessier/courses/354/lab-intro/lab-intro.html

الملحقات

Appendices

Appendix A:	PIC 16F877 Datasheet.
Appendix B:	4N25 Datasheet.
Appendix C:	MOC 3020 Datasheet.
Appendix D:	TL082 Datasheet.
Appendix E:	*MM74C922 16-Key Encoder Datasheet.*
Appendix F:	*2N3904 NPN switching transistors Datasheet.*
Appendix G:	*Practical Applications.*

الملحقات
Appendix
A

الملحق ا

Appendix A

MICROCHIP

PIC16F87X

28/40-Pin 8-Bit CMOS FLASH Microcontrollers

Devices Included in this Data Sheet:

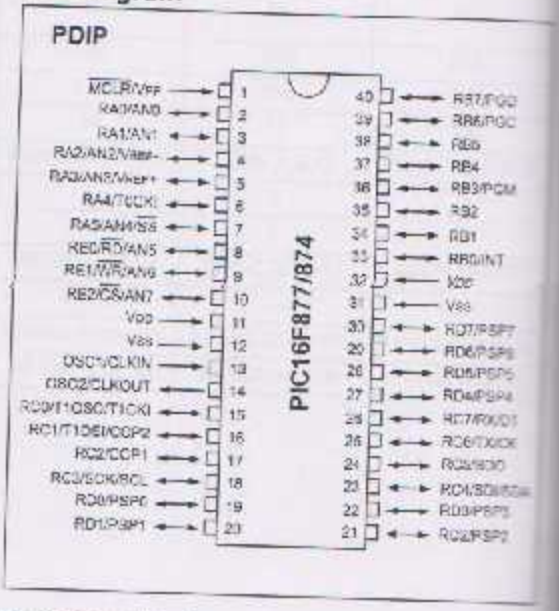
- PIC16F873
- PIC16F874
- PIC16F876
- PIC16F877

Microcontroller Core Features:

- High performance RISC CPU
- Only 35 single word instructions to learn
- All single cycle instructions except for program branches which are two cycle
- *Operating speed: DC - 20 MHz clock input*
  DC - 200 ns instruction cycle
- Up to 8K x 14 words of FLASH Program Memory,
  Up to 368 x 8 bytes of Data Memory (RAM)
  Up to 256 x 8 bytes of EEPROM Data Memory
- Pinout compatible to the PIC16C73B/74B/76/77
- Interrupt capability (up to 14 sources)
- Eight level deep hardware stack
- Direct, indirect and relative addressing modes
- Power-on Reset (POR)
- Power-up Timer (PWRT) and
  Oscillator Start-up Timer (OST)
- Watchdog Timer (WDT) with its own on-chip RC oscillator for reliable operation
- *Programmable code protection*
- Power saving SLEEP mode
- Selectable oscillator options
- Low power, high speed CMOS FLASH/EEPROM technology
- Fully static design
- In-Circuit Serial Programming™ (ICSP) via two pins
- Single 5V In-Circuit Serial Programming capability
- In-Circuit Debugging via two pins
- Processor read/write access to program memory
- Wide operating voltage range: 2.0V to 5.5V
- High Sink/Source Current: 25 mA
- Commercial, Industrial and Extended temperature ranges
- Low-power consumption:
  - < 0.6 mA typical @ 3V, 4 MHz
  - 20 µA typical @ 3V, 32 kHz
  - < 1 µA typical standby current

Pin Diagram

PDIP



Peripheral Features:

- Timer0: 8-bit timer/counter with 8-bit prescaler
- Timer1: 16-bit timer/counter with prescaler, can be incremented during SLEEP via external crystal/clock
- Timer2: 8-bit timer/counter with 8-bit period register, prescaler and postscaler
- Two Capture, Compare, PWM modules
  - Capture is 16-bit, max. resolution is 12.5 ns
  - Compare is 16-bit, max. resolution is 200 ns
  - PWM max. resolution is 10-bit
- 10-bit multi-channel Analog-to-Digital converter
- Synchronous Serial Port (SSP) with SPI™ (Master mode) and I²C™ (Master/Slave)
- Universal Synchronous Asynchronous Receiver Transmitter (USART/SCI) with 9-bit address detection
- Parallel Slave Port (PSP) 8-bits wide, with external RD, WR and CS controls (40/44-pin only)
- Brown-out detection circuitry for Brown-out Reset (BOR)

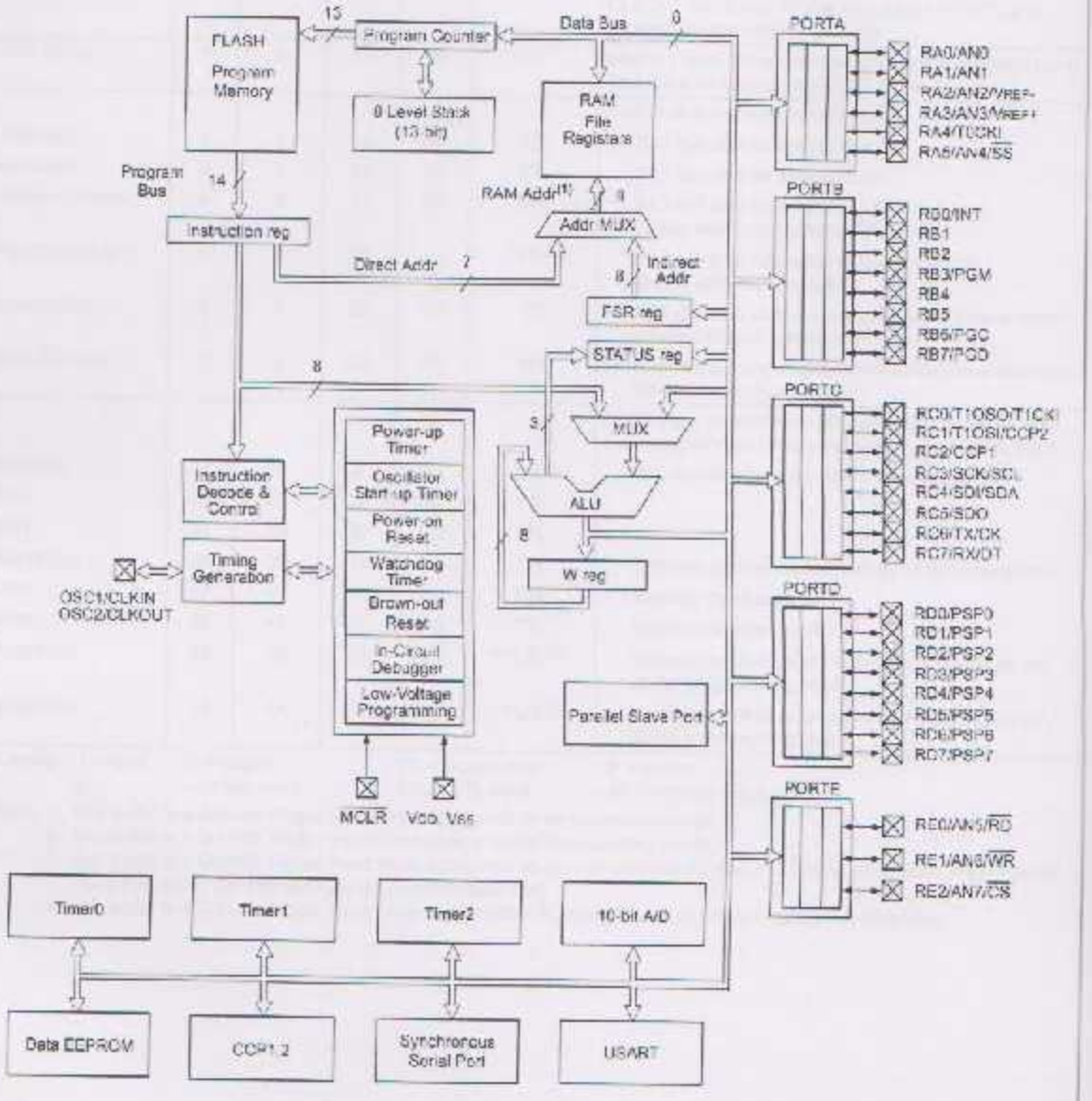
© 2001 Microchip Technology Inc.

Key Features PICmicro™ Mid-Range Reference Manual (DS33023)	PIC16F873	PIC16F874	PIC16F876	PIC16F877
Operating Frequency	DC - 20 MHz	DC - 20 MHz	DC - 20 MHz	DC - 20 MHz
RESETS (and Delays)	POR, BOR (PWRT, OST)	POR, BOR (PWRT, OST)	POR, BOR (PWRT, OST)	POR, BOR (PWRT, OST)
FLASH Program Memory (14-bit words)	4K	4K	8K	8K
Data Memory (bytes)	192	192	368	368
EEPROM Data Memory	128	128	256	256
Interrupts	13	14	13	14
I/O Ports	Ports A,B,C	Ports A,B,C,D,E	Ports A,B,C	Ports A,B,C,D,E
Timers	3	3	3	3
Capture/Compare/PWM Modules	2	2	2	2
Serial Communications	MSSP, USART	MSSP, USART	MSSP, USART	MSSP, USART
Parallel Communications	—	PSP	—	PSP
10-bit Analog-to-Digital Module	5 input channels	8 input channels	5 input channels	8 input channels
Instruction Set	35 instructions	35 instructions	35 instructions	35 instructions

© 2001 Microchip Technology Inc.

FIGURE 1-2: PIC16F874 AND PIC16F877 BLOCK DIAGRAM

Device	Program FLASH	Data Memory	Data EEPROM
PIC16F874	4K	192 Bytes	128 Bytes
PIC16F877	8K	368 Bytes	256 Bytes



Note 1: Higher order bits are from the STATUS register.

© 2001 Microchip Technology Inc.

TABLE 1-2: PIC16F874 AND PIC16F877 PINOUT DESCRIPTION

Pin Name	DIP Pin#	PLCC Pin#	QFP Pin#	I/O/P Type	Buffer Type	Description
OSC1/CLKIN	13	14	30	I	ST/CMOS(4)	Oscillator crystal input/external clock source input.
OSC2/CLKOUT	14	15	31	O	—	Oscillator crystal output. Connects to crystal or resonator in crystal oscillator mode. In RC mode, OSC2 pin outputs CLKOUT which has 1/4 the frequency of OSC1, and denotes the instruction cycle rate.
$\overline{MCLR}$/VPP	1	2	18	I/P	ST	Master Clear (Reset) input or programming voltage input. This pin is an active low RESET to the device.
						PORTA is a bi-directional I/O port.
RA0/AN0	2	3	19	I/O	TTL	RA0 can also be analog input0.
RA1/AN1	3	4	20	I/O	TTL	RA1 can also be analog input1.
RA2/AN2/VREF-	4	5	21	I/O	TTL	RA2 can also be analog input2 or negative analog reference voltage.
RA3/AN3/VREF+	5	6	22	I/O	TTL	RA3 can also be analog input3 or positive analog reference voltage.
RA4/T0CKI	6	7	23	I/O	ST	RA4 can also be the clock input to the Timer0 timer/counter. Output is open drain type.
RA5/$\overline{SS}$/AN4	7	8	24	I/O	TTL	RA5 can also be analog input4 or the slave select for the synchronous serial port.
						PORTB is a bi-directional I/O port. PORTB can be software programmed for internal weak pull-up on all inputs.
RB0/INT	33	36	5	I/O	TTL/ST(1)	RB0 can also be the external interrupt pin.
RB1	34	37	9	I/O	TTL	
RB2	35	38	10	I/O	TTL	
RB3/PGM	36	39	11	I/O	TTL	RB3 can also be the low voltage programming input.
RB4	37	41	14	I/O	TTL	Interrupt-on-change pin.
RB5	38	42	15	I/O	TTL	Interrupt-on-change pin.
RB6/PGC	39	43	16	I/O	TTL/ST(2)	Interrupt-on-change pin or In-Circuit Debugger pin. Serial programming clock.
RB7/PGD	40	44	17	I/O	TTL/ST(2)	Interrupt-on-change pin or In-Circuit Debugger pin. Serial programming data.

Legend: I = input O = output I/O = input/output P = power
— = Not used TTL = TTL input ST = Schmitt Trigger input

Note 1: This buffer is a Schmitt Trigger input when configured as an external interrupt.
2: This buffer is a Schmitt Trigger input when used in Serial Programming mode.
3: This buffer is a Schmitt Trigger input when configured as general purpose I/O and a TTL input when used in the Parallel Slave Port mode (for interfacing to a microprocessor bus).
4: This buffer is a Schmitt Trigger input when configured in RC oscillator mode and a CMOS input otherwise.

© 2001 Microchip Technology Inc.

TABLE 1-2: PIC16F874 AND PIC16F877 PINOUT DESCRIPTION (CONTINUED)

Pin Name	DIP Pin#	PLCC Pin#	QFP Pin#	I/O/P Type	Buffer Type	Description
RC0/T1OSO/T1CKI	15	16	32	I/O	ST	PORTC is a bi-directional I/O port. RC0 can also be the Timer1 oscillator output or a Timer1 clock input.
RC1/T1OSI/CCP2	16	18	35	I/O	ST	RC1 can also be the Timer1 oscillator input or Capture2 input/Compare2 output/PWM2 output.
RC2/CCP1	17	19	36	I/O	ST	RC2 can also be the Capture1 input/Compare1 output/PWM1 output.
RC3/SCK/SCL	18	20	37	I/O	ST	RC3 can also be the synchronous serial clock input/output for both SPI and I^2C modes.
RC4/SDI/SDA	23	25	42	I/O	ST	RC4 can also be the SPI Data In (SPI mode) or data I/O (I^2C mode).
RC5/SDO	24	26	43	I/O	ST	RC5 can also be the SPI Data Out (SPI mode).
RC6/TX/CK	25	27	44	I/O	ST	RC6 can also be the USART Asynchronous Transmit or Synchronous Clock.
RC7/RX/DT	26	29	1	I/O	ST	RC7 can also be the USART Asynchronous Receive or Synchronous Data.
RD0/PSP0	19	21	38	I/O	ST/TTL(3)	PORTD is a bi-directional I/O port or parallel slave port when interfacing to a microprocessor bus.
RD1/PSP1	20	22	39	I/O	ST/TTL(3)	
RD2/PSP2	21	23	40	I/O	ST/TTL(3)	
RD3/PSP3	22	24	41	I/O	ST/TTL(3)	
RD4/PSP4	27	30	2	I/O	ST/TTL(3)	
RD5/PSP5	28	31	3	I/O	ST/TTL(3)	
RD6/PSP6	29	32	4	I/O	ST/TTL(3)	
RD7/PSP7	30	33	5	I/O	ST/TTL(3)	
RE0/$\overline{RD}$/AN5	8	9	25	I/O	ST/TTL(3)	PORTE is a bi-directional I/O port. RE0 can also be read control for the parallel slave port, or analog input5.
RE1/$\overline{WR}$/AN6	9	10	26	I/O	ST/TTL(3)	RE1 can also be write control for the parallel slave port, or analog input6.
RE2/$\overline{CS}$/AN7	10	11	27	I/O	ST/TTL(3)	RE2 can also be select control for the parallel slave port, or analog input7.
Vss	12,31	13,34	6,29	P	—	Ground reference for logic and I/O pins.
VDD	11,32	12,35	7,28	P	—	Positive supply for logic and I/O pins.
NC	—	1,17,28, 40	12,13, 33,34		—	These pins are not internally connected. These pins should be left unconnected.

Legend: I = input O = output I/O = input/output P = power
— = Not used TTL = TTL input ST = Schmitt Trigger input

Note 1: This buffer is a Schmitt Trigger input when configured as an external interrupt.
2: This buffer is a Schmitt Trigger input when used in Serial Programming mode.
3: This buffer is a Schmitt Trigger input when configured as general purpose I/O and a TTL input when used in the Parallel Slave Port mode (for interfacing to a microprocessor bus).
4: This buffer is a Schmitt Trigger input when configured in RC oscillator mode and a CMOS input otherwise.

© 2001 Microchip Technology Inc.

2.0 MEMORY ORGANIZATION

There are three memory blocks in each of the PIC16F87X MCUs. The Program Memory and Data Memory have separate buses so that concurrent access can occur and is detailed in this section. The EEPROM data memory block is detailed in Section 4.0.

Additional information on device memory may be found in the PICmicro™ Mid-Range Reference Manual, (DS33023).

2.1 Program Memory Organization

The PIC16F87X devices have a 13-bit program counter capable of addressing an 8K x 14 program memory space. The PIC16F877/876 devices have 8K x 14 words of FLASH program memory and the PIC16F873/874 devices have 4K x 14. Accessing a location above the physically implemented address will cause a wraparound.

The RESET vector is at 0000h and the interrupt vector is at 0004h.

FIGURE 2-1: PIC16F877/876 PROGRAM MEMORY MAP AND STACK

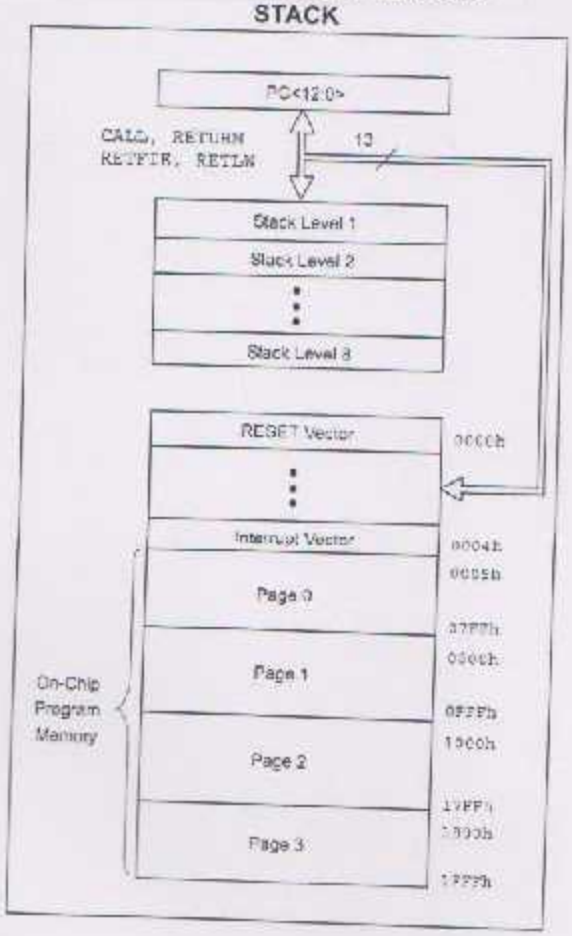
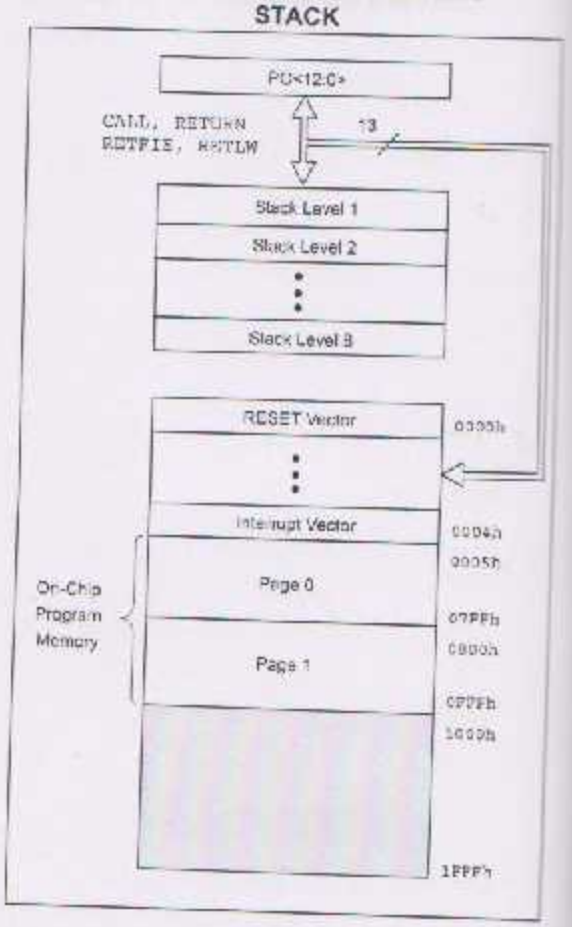


FIGURE 2-2: PIC16F874/873 PROGRAM MEMORY MAP AND STACK



2.2 Data Memory Organization

The data memory is partitioned into multiple banks which contain the General Purpose Registers and the Special Function Registers. Bits RP1 (STATUS<6>) and RP0 (STATUS<5>) are the bank select bits.

RP1:RP0	Bank
00	0
01	1
10	2
11	3

Each bank extends up to 7Fh (128 bytes). The lower locations of each bank are reserved for the Special Function Registers. Above the Special Function Registers are General Purpose Registers, implemented as static RAM. All implemented banks contain Special Function Registers. Some frequently used Special Function Registers from one bank may be mirrored in another bank for code reduction and quicker access.

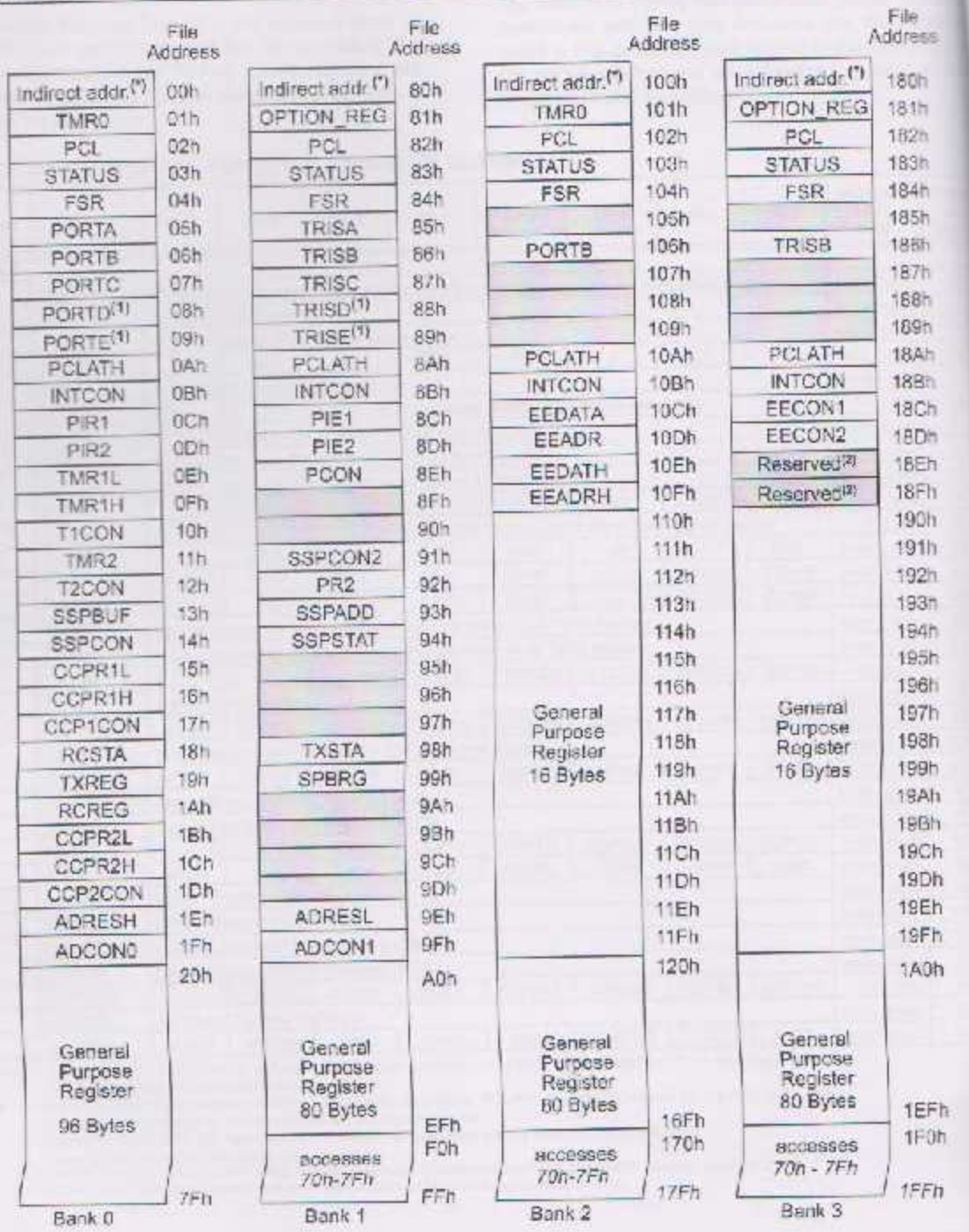
Note:	EEPROM Data Memory description can be found in Section 4.0 of this data sheet.

2.2.1 GENERAL PURPOSE REGISTER FILE

The register file can be accessed either directly, or indirectly through the File Select Register (FSR).

© 2001 Microchip Technology Inc.

FIGURE 2-3: PIC16F877/876 REGISTER FILE MAP



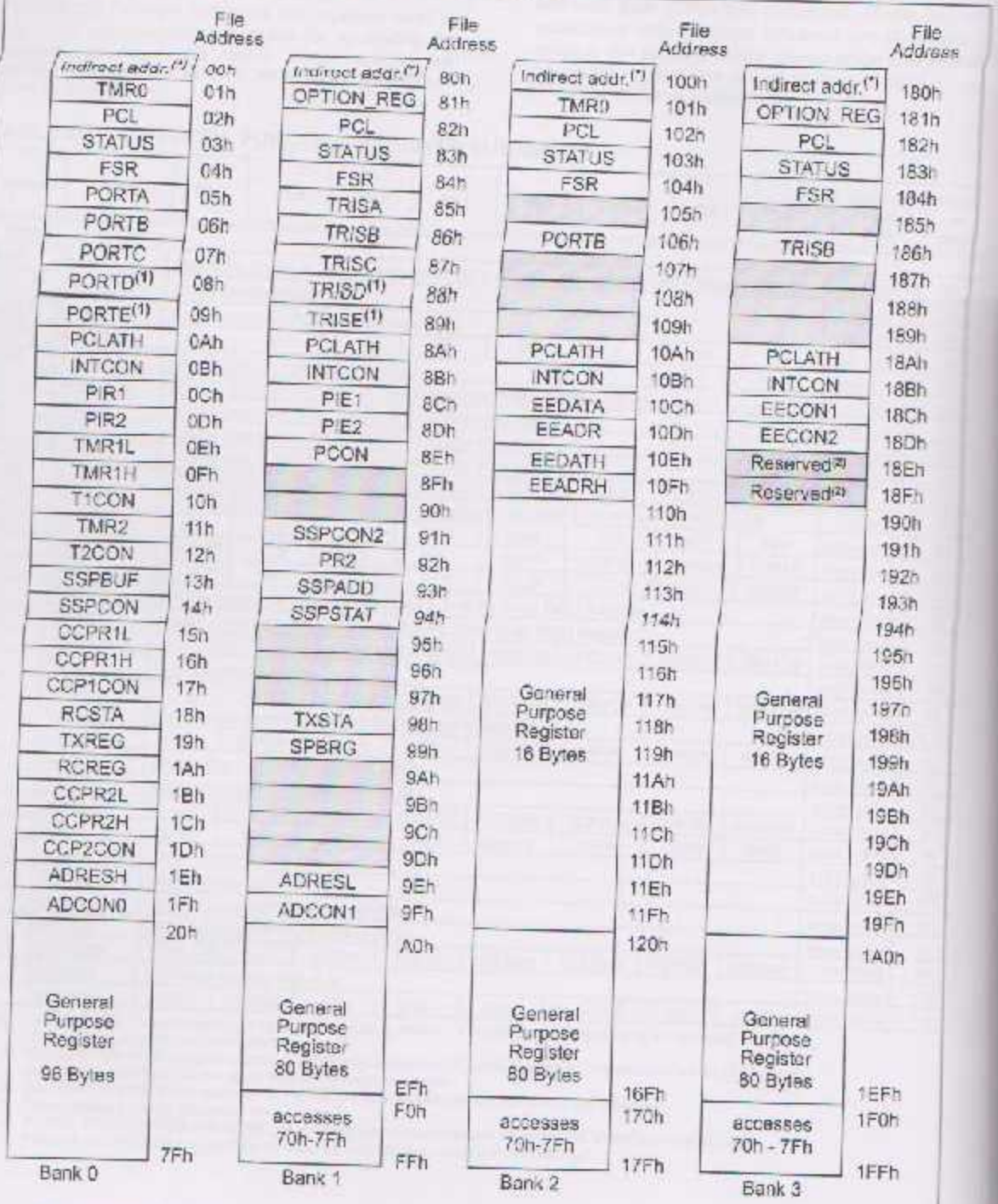
Unimplemented data memory locations, read as '0'.

* Not a physical register.

Note 1: These registers are not implemented on the PIC16F876.

2: These registers are reserved, maintain these registers clear.

FIGURE 2-3: PIC16F877/876 REGISTER FILE MAP



Unimplemented data memory locations, read as '0'.
* Not a physical register.

Note 1: These registers are not implemented on the PIC16F876.
2: These registers are reserved, maintain these registers clear.

2.2.2 SPECIAL FUNCTION REGISTERS

The Special Function Registers are registers used by the CPU and peripheral modules for controlling the desired operation of the device. These registers are implemented as static RAM. A list of these registers is given in Table 2-1.

The Special Function Registers can be classified into two sets: core (CPU) and peripheral. Those registers associated with the core functions are described in detail in this section. Those related to the operation of the peripheral features are described in detail in the peripheral features section.

TABLE 2-1: SPECIAL FUNCTION REGISTER SUMMARY

Address	Name	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0	Value on: POR, BOR	Details on page:
Bank 0											
00h(3)	INDF	Addressing this location uses contents of FSR to address data memory (not a physical register)								0000 0000	27
01h	TMR0	Timer0 Module Register								xxxx xxxx	47
02h(3)	PCL	Program Counter (PC) Least Significant Byte								0000 0000	26
03h(3)	STATUS	IRP	RP1	RP0	$\overline{TO}$	$\overline{PD}$	Z	DC	C	0001 1xxx	16
04h(3)	FSR	Indirect Data Memory Address Pointer								xxxx xxxx	27
05h	PORTA	—	—	PORTA Data Latch when written: PORTA pins when read						--0x 0000	29
06h	PORTB	PORTB Data Latch when written: PORTB pins when read								xxxx xxxx	31
07h	PORTC	PORTC Data Latch when written: PORTC pins when read								xxxx xxxx	33
08h(4)	PORTD	PORTD Data Latch when written: PORTD pins when read								xxxx xxxx	35
09h(4)	PORTE	—	—	—	—	—	RE2	RE1	RE0	---- -xxx	36
0Ah(1,3)	PCLATH	—	—	—	Write Buffer for the upper 5 bits of the Program Counter					---0 0000	26
0Bh(3)	INTCON	GIE	PEIE	T0IE	INTE	RBIE	T0IF	INTF	RBIF	0000 000x	20
0Ch	PIR1	PSPIF(2)	ADIF	RCIF	TXIF	SSPIF	CCP1IF	TMR2IF	TMR1IF	0000 0000	22
0Dh	PIR2	—	(5)	—	EEIF	BCLIF	—	—	CCP2IF	-r-0 0 -0	24
0Eh	TMR1L	Holding register for the Least Significant Byte of the 16-bit TMR1 Register								xxxx xxxx	52
0Fh	TMR1H	Holding register for the Most Significant Byte of the 16-bit TMR1 Register								xxxx xxxx	52
10h	T1CON	—	—	T1CKPS1	T1CKPS0	T1OSCEN	T1SYNC	TMR1CS	TMR1ON	--00 0000	51
11h	TMR2	Timer2 Module Register								0000 0000	55
12h	T2CON	—	TOUTPS3	TOUTPS2	TOUTPS1	TOUTPS0	TMR2ON	T2CKPS1	T2CKPS0	-000 0000	55
13h	SSPBUF	Synchronous Serial Port Receive Buffer/Transmit Register								xxxx xxxx	70, 73
14h	SSPCON	WCOL	SSPOV	SSPEN	CKP	SSPM3	SSPM2	SSPM1	SSPM0	0000 0000	67
15h	CCPR1L	Capture/Compare/PWM Register1 (LSB)								xxxx xxxx	57
16h	CCPR1H	Capture/Compare/PWM Register1 (MSB)								xxxx xxxx	57
17h	CCP1CON	—	—	CCP1X	CCP1Y	CCP1M3	CCP1M2	CCP1M1	CCP1M0	--00 0000	58
18h	RCSTA	SPEN	RX9	SREN	CREN	ADDEN	FERR	OERR	RX9D	0000 000x	96
19h	TXREG	USART Transmit Data Register								0000 0000	99
1Ah	RCREG	USART Receive Data Register								0000 0000	101
1Bh	CCPR2L	Capture/Compare/PWM Register2 (LSB)								xxxx xxxx	57
1Ch	CCPR2H	Capture/Compare/PWM Register2 (MSB)								xxxx xxxx	57
1Dh	CCP2CON	—	—	CCP2X	CCP2Y	CCP2M3	CCP2M2	CCP2M1	CCP2M0	--00 0000	58
1Eh	ADRESH	A/D Result Register High Byte								xxxx xxxx	116
1Fh	ADCON0	ADCS1	ADCS0	CHS2	CHS1	CHS0	GO/$\overline{DONE}$	—	ADON	0000 00-0	111

Legend: x = unknown, u = unchanged, q = value depends on condition, - = unimplemented, read as '0', r = reserved. Shaded locations are unimplemented, read as '0'.

Note 1: The upper byte of the program counter is not directly accessible. PCLATH is a holding register for the PC<12:8> whose contents are transferred to the upper byte of the program counter.
2: Bits PSPIE and PSPIF are reserved on PIC16F873/876 devices; always maintain these bits clear.
3: These registers can be addressed from any bank.
4: PORTD, PORTE, TRISD, and TRISE are not physically implemented on PIC16F873/876 devices, read as '0'.
5: PIR2<6> and PIE2<6> are reserved on these devices; always maintain these bits clear.

TABLE 2-1: SPECIAL FUNCTION REGISTER SUMMARY (CONTINUED)

Address	Name	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0	Value on: POR, BOR	Details on page:
Bank 1											
80h(3)	INDF	Addressing this location uses contents of FSR to address data memory (not a physical register)								0000 0000	27
81h	OPTION_REG	RBPU	INTEDG	T0CS	T0SE	PSA	PS2	PS1	PS0	1111 1111	19
82h(3)	PCL	Program Counter (PC) Least Significant Byte								0000 0000	26
83h(3)	STATUS	IRP	RP1	RP0	TO	PD	Z	DC	C	0001 1xxx	18
84h(3)	FSR	Indirect Data Memory Address Pointer								xxxx xxxx	27
85h	TRISA	—	—	PORTA Data Direction Register						--11 1111	29
86h	TRISB	PORTB Data Direction Register								1111 1111	31
87h	TRISC	PORTC Data Direction Register								1111 1111	33
88h(4)	TRISD	PORTD Data Direction Register								1111 1111	35
89h(4)	TRISE	IBF	OBF	IBOV	PSPMODE	—	PORTE Data Direction Bits			1111 1111	36
8Ah(1,3)	PCLATH	—	—	—	Write Buffer for the upper 5 bits of the Program Counter					0000 -111	37
8Bh(3)	INTCON	GIE	PEIE	T0IE	INTE	RBIE	T0IF	INTF	RBIF	---0 0000	26
8Ch	PIE1	PSPIE(2)	ADIE	RCIE	TXIE	SSPIE	CCP1IE	TMR2IE	TMR1IE	0000 0000	20
8Dh	PIE2	—	(5)	—	EEIE	BCLIE	—	—	CCP2IE	-r-0 0--0	21
8Eh	PCON	—	—	—	—	—	—	POR	BOR	---- --qq	25
8Fh	—	Unimplemented								—	—
90h	—	Unimplemented								—	—
91h	SSPCON2	GCEN	ACKSTAT	ACKDT	ACKEN	RCEN	PEN	RSEN	SEN	0000 0000	69
92h	PR2	Timer2 Period Register								1111 1111	55
93h	SSPADD	Synchronous Serial Port (I^2C mode) Address Register								0000 0000	73, 74
94h	SSPSTAT	SMP	CKE	D/A	P	S	R/W	UA	BF	0000 0000	68
95h	—	Unimplemented								—	—
96h	—	Unimplemented								—	—
97h	—	Unimplemented								—	—
98h	TXSTA	CSRC	TX9	TXEN	SYNC	—	BRGH	TRMT	TX9D	0000 -010	99
99h	SPBRG	Baud Rate Generator Register								0000 0000	97
9Ah	—	Unimplemented								—	—
9Bh	—	Unimplemented								—	—
9Ch	—	Unimplemented								—	—
9Dh	—	Unimplemented								—	—
9Eh	ADRESL	A/D Result Register Low Byte								xxxx xxxx	116
9Fh	ADCON1	ADFM	—	—	—	PCFG3	PCFG2	PCFG1	PCFG0	0--- 0000	112

Legend: x = unknown, u = unchanged, q = value depends on condition, - = unimplemented, read as '0', r = reserved. Shaded locations are unimplemented, read as '0'.

Note 1: The upper byte of the program counter is not directly accessible. PCLATH is a holding register for the PC<12:8> whose contents are transferred to the upper byte of the program counter.
2: Bits PSPIE and PSPIF are reserved on PIC16F873/876 devices; always maintain these bits clear.
3: These registers can be addressed from any bank.
4: PORTD, PORTE, TRISD, and TRISE are not physically implemented on PIC16F873/876 devices; read as '0'.
5: PIR2<6> and PIE2<6> are reserved on these devices; always maintain these bits clear.

© 2001 Microchip Technology Inc.

3.0 I/O PORTS

Some pins for these I/O ports are multiplexed with an alternate function for the peripheral features on the device. In general, when a peripheral is enabled, that pin may not be used as a general purpose I/O pin.

Additional information on I/O ports may be found in the PICmicro™ Mid-Range Reference Manual, (DS33023).

3.1 PORTA and the TRISA Register

PORTA is a 6-bit wide, bi-directional port. The corresponding data direction register is TRISA. Setting a TRISA bit (= 1) will make the corresponding PORTA pin an input (i.e., put the corresponding output driver in a Hi-Impedance mode). Clearing a TRISA bit (= 0) will make the corresponding PORTA pin an output (i.e., put the contents of the output latch on the selected pin).

Reading the PORTA register reads the status of the pins, whereas writing to it will write to the port latch. All write operations are read-modify-write operations. Therefore, a write to a port implies that the port pins are read, the value is modified and then written to the port data latch.

Pin RA4 is multiplexed with the Timer0 module clock input to become the RA4/T0CKI pin. The RA4/T0CKI pin is a Schmitt Trigger input and an open drain output. All other PORTA pins have TTL input levels and full CMOS output drivers.

Other PORTA pins are multiplexed with analog inputs and analog VREF input. The operation of each pin is selected by clearing/setting the control bits in the ADCON1 register (A/D Control Register1).

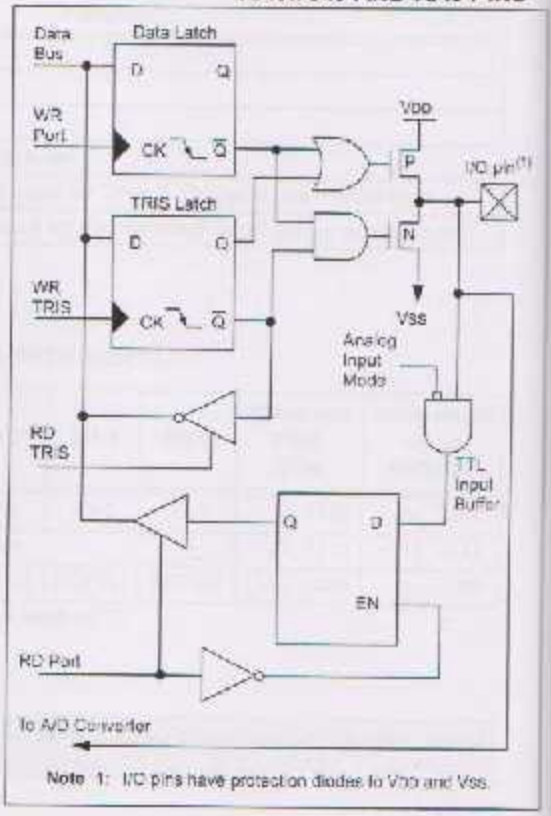
Note:	On a Power-on Reset, these pins are configured as analog inputs and read as '0'.

The TRISA register controls the direction of the RA pins, even when they are being used as analog inputs. The user must ensure the bits in the TRISA register are maintained set when using them as analog inputs.

EXAMPLE 3-1: INITIALIZING PORTA

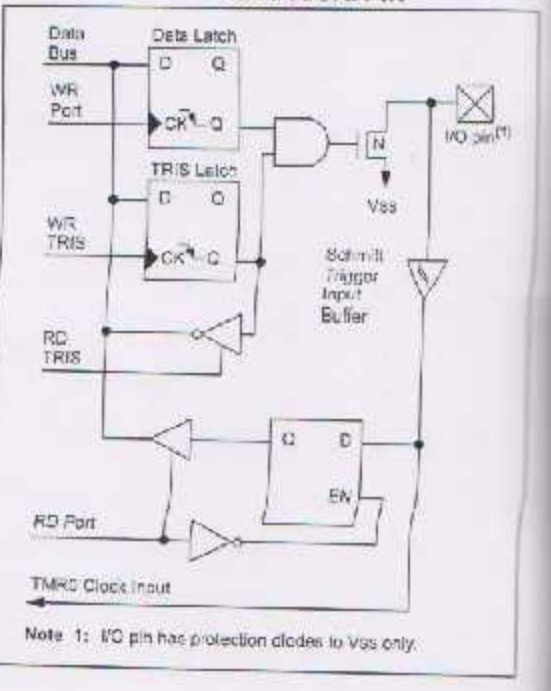
```
BCF     STATUS, RP0     ;
BCF     STATUS, RP1     ; Bank0
CLRF    PORTA           ; Initialize PORTA by
                        ; clearing output
                        ; data latches
BSF     STATUS, RP0     ; Select Bank 1
MOVLW   0x06            ; Configure all pins
MOVWF   ADCON1          ; as digital inputs
MOVLW   0xCF            ; Value used to
                        ; initialize data
                        ; direction
MOVWF   TRISA           ; Set RA<3:0> as inputs
                        ; RA<5:4> as outputs
                        ; TRISA<7:6>are always
                        ; read as '0'.
```

FIGURE 3-1: BLOCK DIAGRAM OF RA3:RA0 AND RA5 PINS



Note 1: I/O pins have protection diodes to VDD and VSS.

FIGURE 3-2: BLOCK DIAGRAM OF RA4/T0CKI PIN



Note 1: I/O pin has protection diodes to VSS only.

TABLE 3-1: PORTA FUNCTIONS

Name	Bit#	Buffer	Function
RA0/AN0	bit0	TTL	Input/output or analog input.
RA1/AN1	bit1	TTL	Input/output or analog input.
RA2/AN2	bit2	TTL	Input/output or analog input.
RA3/AN3/VREF	bit3	TTL	Input/output or analog input or VREF.
RA4/T0CKI	bit4	ST	Input/output or external clock input for Timer0. Output is open drain type.
RA5/SS/AN4	bit5	TTL	Input/output or slave select input for synchronous serial port or analog input.

Legend: TTL = TTL input, ST = Schmitt Trigger input

TABLE 3-2: SUMMARY OF REGISTERS ASSOCIATED WITH PORTA

Address	Name	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0	Value on: POR, BOR	Value on all other RESETS
05h	PORTA	—	—	RA5	RA4	RA3	RA2	RA1	RA0	--0x 0000	--0u 0000
85h	TRISA	—	—	PORTA Data Direction Register						--11 1111	--11 1111
9Fh	ADCON1	ADFM	—	—	—	PCFG3	PCFG2	PCFG1	PCFG0	--0- 0000	--0- 0000

Legend: x = unknown, u = unchanged, - = unimplemented locations read as '0'.
Shaded cells are not used by PORTA.

Note: When using the SSP module in SPI Slave mode and $\overline{SS}$ enabled, the A/D converter must be set to one of the following modes, where PCFG3:PCFG0 = 0100, 0101, 011x, 1101, 1110, 1111.

© 2001 Microchip Technology Inc.

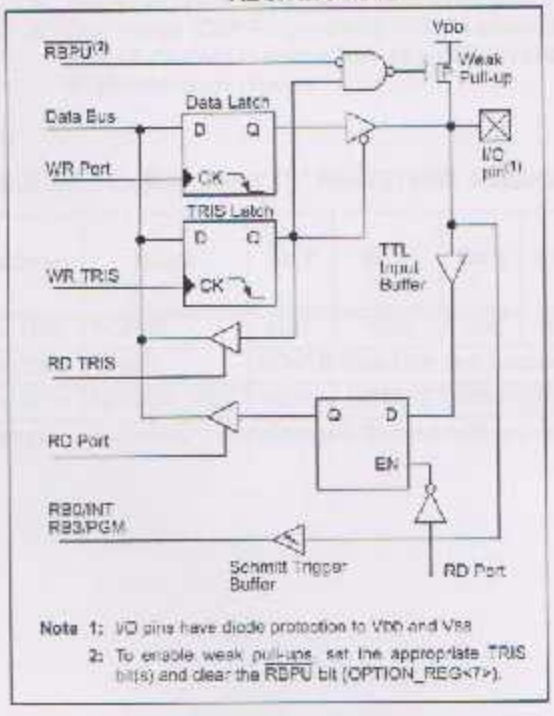
3.2 PORTB and the TRISB Register

PORTB is an 8-bit wide, bi-directional port. The corresponding data direction register is TRISB. Setting a TRISB bit (= 1) will make the corresponding PORTB pin an input (i.e., put the corresponding output driver in a Hi-Impedance mode). Clearing a TRISB bit (= 0) will make the corresponding PORTB pin an output (i.e., put the contents of the output latch on the selected pin).

Three pins of PORTB are multiplexed with the Low Voltage Programming function: RB3/PGM, RB6/PGC and RB7/PGD. The alternate functions of these pins are described in the Special Features Section.

Each of the PORTB pins has a weak internal pull-up. A single control bit can turn on all the pull-ups. This is performed by clearing bit $\overline{\text{RBPU}}$ (OPTION_REG<7>). The weak pull-up is automatically turned off when the port pin is configured as an output. The pull-ups are disabled on a Power-on Reset.

FIGURE 3-3: BLOCK DIAGRAM OF RB3:RB0 PINS



Note 1: I/O pins have diode protection to VDD and VSS.
2: To enable weak pull-ups, set the appropriate TRIS bit(s) and clear the $\overline{\text{RBPU}}$ bit (OPTION_REG<7>).

Four of the PORTB pins, RB7:RB4, have an interrupt-on-change feature. Only pins configured as inputs can cause this interrupt to occur (i.e., any RB7:RB4 pin configured as an output is excluded from the interrupt-on-change comparison). The input pins (of RB7:RB4) are compared with the old value latched on the last read of PORTB. The "mismatch" outputs of RB7:RB4 are OR'ed together to generate the RB Port Change Interrupt with flag bit RBIF (INTCON<0>).

This interrupt can wake the device from SLEEP. The user, in the Interrupt Service Routine, can clear the interrupt in the following manner:

a) Any read or write of PORTB. This will end the mismatch condition.
b) Clear flag bit RBIF.

A mismatch condition will continue to set flag bit RBIF. Reading PORTB will end the mismatch condition and allow flag bit RBIF to be cleared.

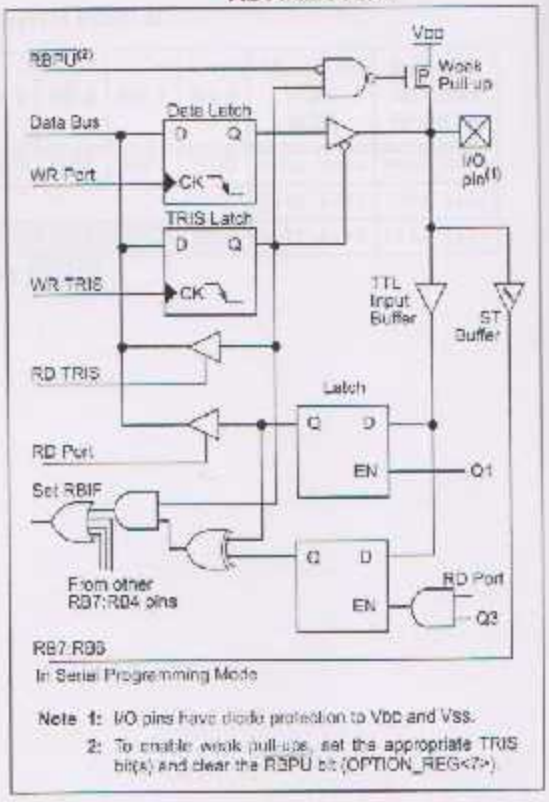
The interrupt-on-change feature is recommended for wake-up on key depression operation and operations where PORTB is only used for the interrupt-on-change feature. Polling of PORTB is not recommended while using the interrupt-on-change feature.

This interrupt-on-mismatch feature, together with software configureable pull-ups on these four pins, allow easy interface to a keypad and make it possible for wake-up on key depression. Refer to the Embedded Control Handbook, *"Implementing Wake-up on Key Strokes"* (AN552).

RB0/INT is an external interrupt input pin and is configured using the INTEDG bit (OPTION_REG<6>).

RB0/INT is discussed in detail in Section 12.10.1.

FIGURE 3-4: BLOCK DIAGRAM OF RB7:RB4 PINS



Note 1: I/O pins have diode protection to VDD and VSS.
2: To enable weak pull-ups, set the appropriate TRIS bit(s) and clear the $\overline{\text{RBPU}}$ bit (OPTION_REG<7>).

TABLE 3-3: PORTB FUNCTIONS

Name	Bit#	Buffer	Function
RB0/INT	bit0	TTL/ST(1)	Input/output pin or external interrupt input. Internal software programmable weak pull-up.
RB1	bit1	TTL	Input/output pin. Internal software programmable weak pull-up.
RB2	bit2	TTL	Input/output pin. Internal software programmable weak pull-up.
RB3/PGM(3)	bit3	TTL	Input/output pin or programming pin in LVP mode. Internal software programmable weak pull-up.
RB4	bit4	TTL	Input/output pin (with interrupt-on-change). Internal software programmable weak pull-up.
RB5	bit5	TTL	Input/output pin (with interrupt-on-change). Internal software programmable weak pull-up.
RB6/PGC	bit6	TTL/ST(2)	Input/output pin (with interrupt-on-change) or In-Circuit Debugger pin. Internal software programmable weak pull-up. Serial programming clock.
RB7/PGD	bit7	TTL/ST(2)	Input/output pin (with interrupt-on-change) or In-Circuit Debugger pin. Internal software programmable weak pull-up. Serial programming data.

Legend: TTL = TTL input, ST = Schmitt Trigger input

Note 1: This buffer is a Schmitt Trigger input when configured as the external interrupt.

2: This buffer is a Schmitt Trigger input when used in Serial Programming mode.

3: Low Voltage ICSP Programming (LVP) is enabled by default, which disables the RB3 I/O function. LVP must be disabled to enable RB3 as an I/O pin and allow maximum compatibility to the other 28-pin and 40-pin mid-range devices.

TABLE 3-4: SUMMARY OF REGISTERS ASSOCIATED WITH PORTB

Address	Name	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0	Value on: POR, BOR	Value on all other RESETS
06h, 106h	PORTB	RB7	RB6	RB5	RB4	RB3	RB2	RB1	RB0	xxxx xxxx	uuuu uuuu
86h, 186h	TRISB	PORTB Data Direction Register								1111 1111	1111 1111
81h, 181h	OPTION_REG	RBPU	INTEDG	T0CS	T0SE	PSA	PS2	PS1	PS0	1111 1111	1111 1111

Legend: x = unknown, u = unchanged. Shaded cells are not used by PORTB.

© 2001 Microchip Technology Inc.

3.3 PORTC and the TRISC Register

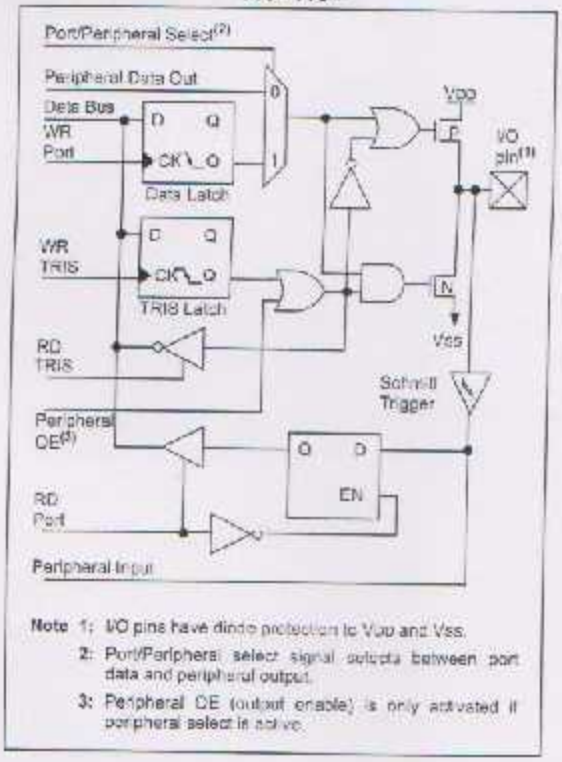
PORTC is an 8-bit wide, bi-directional port. The corresponding data direction register is TRISC. Setting a TRISC bit (= 1) will make the corresponding PORTC pin an input (i.e., put the corresponding output driver in a Hi-Impedance mode). Clearing a TRISC bit (= 0) will make the corresponding PORTC pin an output (i.e., put the contents of the output latch on the selected pin).

PORTC is multiplexed with several peripheral functions (Table 3-5). PORTC pins have Schmitt Trigger input buffers.

When the I^2C module is enabled, the PORTC<4:3> pins can be configured with normal I^2C levels, or with SMBus levels by using the CKE bit (SSPSTAT<6>).

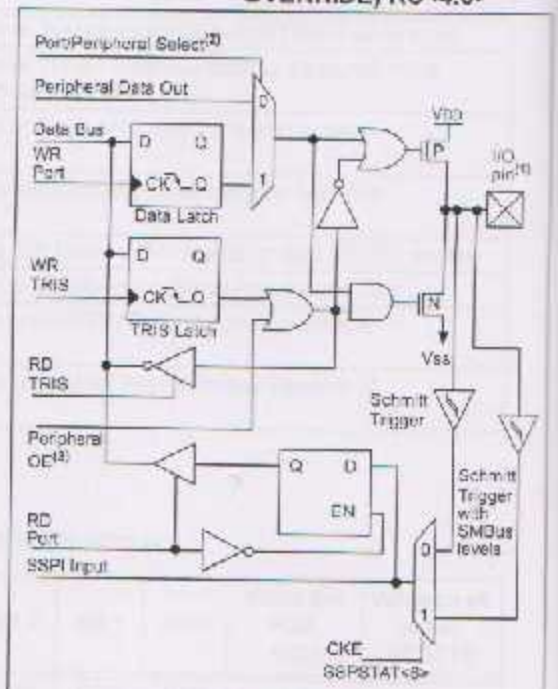
When enabling peripheral functions, care should be taken in defining TRIS bits for each PORTC pin. Some peripherals override the TRIS bit to make a pin an output, while other peripherals override the TRIS bit to make a pin an input. Since the TRIS bit override is in effect while the peripheral is enabled, read-modify-write instructions (`BSF`, `BCF`, `XORWF`) with TRISC as destination, should be avoided. The user should refer to the corresponding peripheral section for the correct TRIS bit settings.

FIGURE 3-5: PORTC BLOCK DIAGRAM (PERIPHERAL OUTPUT OVERRIDE) RC<2:0>, RC<7:5>



Note 1: I/O pins have diode protection to Vdd and Vss.
2: Port/Peripheral select signal selects between port data and peripheral output.
3: Peripheral OE (output enable) is only activated if peripheral select is active.

FIGURE 3-6: PORTC BLOCK DIAGRAM (PERIPHERAL OUTPUT OVERRIDE) RC<4:3>



Note 1: I/O pins have diode protection to Vdd and Vss.
2: Port/Peripheral select signal selects between port data and peripheral output.
3: Peripheral OE (output enable) is only activated if peripheral select is active.

TABLE 3-5: PORTC FUNCTIONS

Name	Bit#	Buffer Type	Function
RC0/T1OSO/T1CKI	bit0	ST	Input/output port pin or Timer1 oscillator output/Timer1 clock input.
RC1/T1OSI/CCP2	bit1	ST	Input/output port pin or Timer1 oscillator input or Capture2 input/ Compare2 output/PWM2 output.
RC2/CCP1	bit2	ST	Input/output port pin or Capture1 input/Compare1 output/ PWM1 output.
RC3/SCK/SCL	bit3	ST	RC3 can also be the synchronous serial clock for both SPI and I^2C modes.
RC4/SDI/SDA	bit4	ST	RC4 can also be the SPI Data In (SPI mode) or data I/O (I^2C mode).
RC5/SDO	bit5	ST	Input/output port pin or Synchronous Serial Port data output.
RC6/TX/CK	bit6	ST	Input/output port pin or USART Asynchronous Transmit or Synchronous Clock.
RC7/RX/DT	bit7	ST	Input/output port pin or USART Asynchronous Receive or Synchronous Data.

Legend: ST = Schmitt Trigger input

TABLE 3-6: SUMMARY OF REGISTERS ASSOCIATED WITH PORTC

Address	Name	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0	Value on: POR, BOR	Value on all other RESETS
07h	PORTC	RC7	RC6	RC5	RC4	RC3	RC2	RC1	RC0	xxxx xxxx	uuuu uuuu
87h	TRISC	PORTC Data Direction Register								1111 1111	1111 1111

Legend: x = unknown, u = unchanged

© 2001 Microchip Technology Inc.

3.4 PORTD and TRISD Registers

PORTD and TRISD are not implemented on the PIC16F873 or PIC16F876.

PORTD is an 8-bit port with Schmitt Trigger input buffers. Each pin is individually configureable as an input or output.

PORTD can be configured as an 8-bit wide microprocessor port (parallel slave port) by setting control bit PSPMODE (TRISE<4>). In this mode, the input buffers are TTL.

FIGURE 3-7: PORTD BLOCK DIAGRAM (IN I/O PORT MODE)

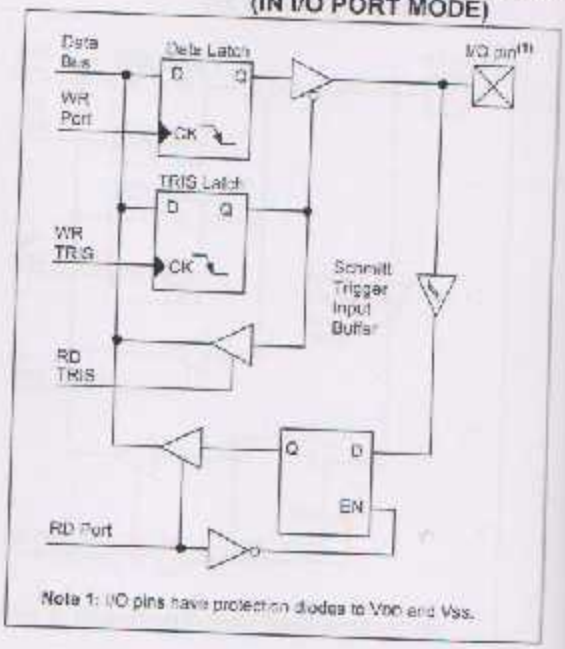


TABLE 3-7: PORTD FUNCTIONS

Name	Bit#	Buffer Type	Function
RD0/PSP0	bit0	ST/TTL(1)	Input/output port pin or parallel slave port bit0.
RD1/PSP1	bit1	ST/TTL(1)	Input/output port pin or parallel slave port bit1.
RD2/PSP2	bit2	ST/TTL(1)	Input/output port pin or parallel slave port bit2.
RD3/PSP3	bit3	ST/TTL(1)	Input/output port pin or parallel slave port bit3.
RD4/PSP4	bit4	ST/TTL(1)	Input/output port pin or parallel slave port bit4.
RD5/PSP5	bit5	ST/TTL(1)	Input/output port pin or parallel slave port bit5.
RD6/PSP6	bit6	ST/TTL(1)	Input/output port pin or parallel slave port bit6.
RD7/PSP7	bit7	ST/TTL(1)	Input/output port pin or parallel slave port bit7.

Legend: ST = Schmitt Trigger input, TTL = TTL input

Note 1: Input buffers are Schmitt Triggers when in I/O mode and TTL buffers when in Parallel Slave Port mode.

TABLE 3-8: SUMMARY OF REGISTERS ASSOCIATED WITH PORTD

Address	Name	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0	Value on: POR, BOR	Value on all other RESETS
08h	PORTD	RD7	RD6	RD5	RD4	RD3	RD2	RD1	RD0	xxxx xxxx	uuuu uuuu
88h	TRISD	PORTD Data Direction Register								1111 1111	1111 1111
89h	TRISE	IBF	OBF	IBOV	PSPMODE	—	PORTE Data Direction Bits			0000 -111	0000 -111

Legend: x = unknown, u = unchanged, - = unimplemented, read as '0'. Shaded cells are not used by PORTD.

© 2001 Microchip Technology Inc.

3.5 PORTE and TRISE Register

PORTE and TRISE are not implemented on the PIC16F873 or PIC16F876.

PORTE has three pins (RE0/$\overline{RD}$/AN5, RE1/$\overline{WR}$/AN6, and RE2/$\overline{CS}$/AN7) which are individually configureable as inputs or outputs. These pins have Schmitt Trigger input buffers.

The PORTE pins become the I/O control inputs for the microprocessor port when bit PSPMODE (TRISE<4>) is set. In this mode, the user must make certain that the TRISE<2:0> bits are set, and that the pins are configured as digital inputs. Also ensure that ADCON1 is configured for digital I/O. In this mode, the input buffers are TTL.

Register 3-1 shows the TRISE register, which also controls the parallel slave port operation.

PORTE pins are multiplexed with analog inputs. When selected for analog input, these pins will read as '0's.

TRISE controls the direction of the RE pins, even when they are being used as analog inputs. The user must make sure to keep the pins configured as inputs when using them as analog inputs.

Note:	On a Power-on Reset, these pins are configured as analog inputs, and read as '0'.

FIGURE 3-8: PORTE BLOCK DIAGRAM (IN I/O PORT MODE)

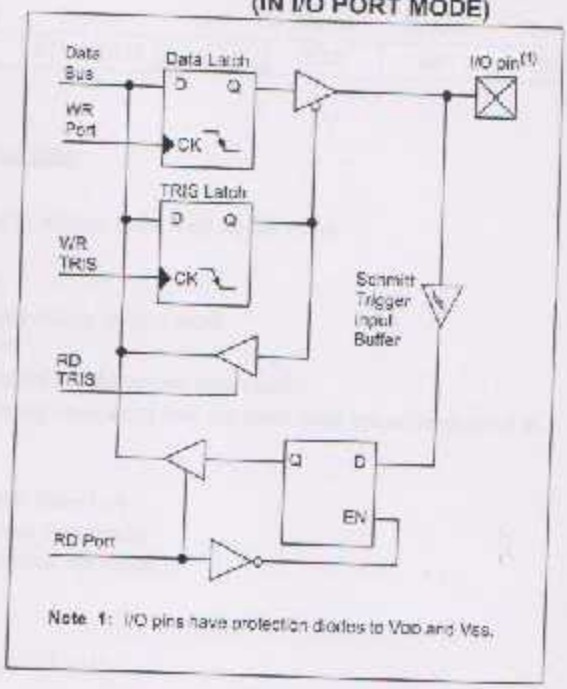


TABLE 3-9: PORTE FUNCTIONS

Name	Bit#	Buffer Type	Function
RE0/$\overline{RD}$/AN5	bit0	ST/TTL(1)	I/O port pin or read control input in Parallel Slave Port mode or analog input: $\overline{RD}$ 1 = Idle 0 = Read operation. Contents of PORTD register are output to PORTD I/O pins (if chip selected)
RE1/$\overline{WR}$/AN6	bit1	ST/TTL(1)	I/O port pin or write control input in Parallel Slave Port mode or analog input: $\overline{WR}$ 1 = Idle 0 = Write operation. Value of PORTD I/O pins is latched into PORTD register (if chip selected)
RE2/$\overline{CS}$/AN7	bit2	ST/TTL(1)	I/O port pin or chip select control input in Parallel Slave Port mode or analog input: $\overline{CS}$ 1 = Device is not selected 0 = Device is selected

Legend: ST = Schmitt Trigger input, TTL = TTL input

Note 1: Input buffers are Schmitt Triggers when in I/O mode and TTL buffers when in Parallel Slave Port mode.

TABLE 3-10: SUMMARY OF REGISTERS ASSOCIATED WITH PORTE

Address	Name	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0	Value on: POR, BOR	Value on all other RESETS
09h	PORTE	—	—	—	—	—	RE2	RE1	RE0	---- -xxx	---- -uuu
89h	TRISE	IBF	OBF	IBOV	PSPMODE	—	PORTE Data Direction Bits			0000 -111	0000 -111
9Fh	ADCON1	ADFM	—	—	—	PCFG3	PCFG2	PCFG1	PCFG0	--0- 0000	--0- 0000

Legend: x = unknown, u = unchanged, - = unimplemented, read as '0'. Shaded cells are not used by PORTE.

© 2001 Microchip Technology Inc.

REGISTER 3-1: TRISE REGISTER (ADDRESS 89h)

R-0	R-0	R/W-0	R/W-0	U-0	R/W-1	R/W-1	R/W-1
IBF	OBF	IBOV	PSPMODE	—	Bit2	Bit1	Bit0
bit 7							bit 0

Parallel Slave Port Status/Control Bits:

bit 7 **IBF:** Input Buffer Full Status bit
1 = A word has been received and is waiting to be read by the CPU
0 = No word has been received

bit 6 **OBF:** Output Buffer Full Status bit
1 = The output buffer still holds a previously written word
0 = The output buffer has been read

bit 5 **IBOV:** Input Buffer Overflow Detect bit (in Microprocessor mode)
1 = A write occurred when a previously input word has not been read (must be cleared in software)
0 = No overflow occurred

bit 4 **PSPMODE:** Parallel Slave Port Mode Select bit
1 = PORTD functions in Parallel Slave Port mode
0 = PORTD functions in general purpose I/O mode

bit 3 **Unimplemented:** Read as '0'

PORTE Data Direction Bits:

bit 2 **Bit2:** Direction Control bit for pin RE2/$\overline{CS}$/AN7
1 = Input
0 = Output

bit 1 **Bit1:** Direction Control bit for pin RE1/$\overline{WR}$/AN6
1 = Input
0 = Output

bit 0 **Bit0:** Direction Control bit for pin RE0/$\overline{RD}$/AN5
1 = Input
0 = Output

Legend:			
R = Readable bit	W = Writable bit	U = Unimplemented bit, read as '0'	
- n = Value at POR	'1' = Bit is set	'0' = Bit is cleared	x = Bit is unknown

الملحق
ب
Appendix
B

Agilent 4N25
Phototransistor Optocoupler
General Purpose Type
Data Sheet

Description

The 4N25 is an optocoupler for general purpose applications. It contains a light emitting diode optically coupled to a phototransistor. It is packaged in a 6-pin DIP package and available in wide-lead spacing option and lead bend SMD option. Response time, t_r, is typically 3 µs and minimum CTR is 20% at input current of 10 mA.

Ordering Information

Specify part number followed by Option Number (if desired).

4N25-XXXE

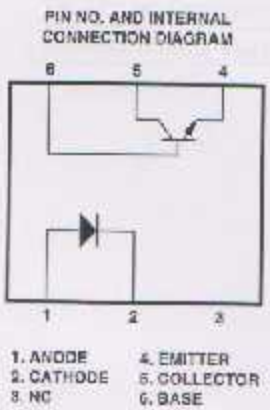
Lead Free Option Number

000 = No Options
060 = IEC/EN/DIN EN 60747-5-2 Option
W00 = 0.4" Lead Spacing Option
300 = Lead Bend SMD Option
500 = Tape and Reel Packaging Option

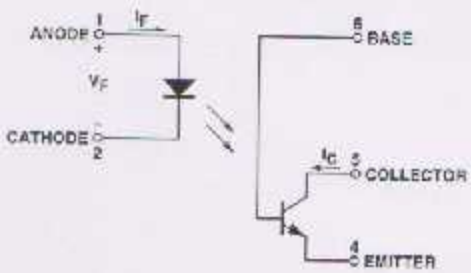
Features

- Response time (t_r typ., 3 µs at V_{CE} = 10 V, I_C = 2 mA, R_L = 100 Ω)
- Current Transfer Ratio (CTR: min. 20% at I_F = 10 mA, V_{CE} = 10 V)
- Input-output isolation voltage (V_{iso} = 2500 Vrms)
- Dual-in-line package
- UL approved
- CSA approved
- IEC/EN/DIN EN 60747-5-2 approved
- Options available:
  - Leads with 0.4" (10.16 mm) spacing (W00)
  - Leads bends for surface mounting (300)
  - Tape and reel for SMD (500)
  - IEC/EN/DIN EN 60747-5-2 approvals (060)

Functional Diagram



Schematic



Applications

- I/O interfaces for computers
- System appliances, measuring instruments
- Signal transmission between circuits of different potentials and impedances

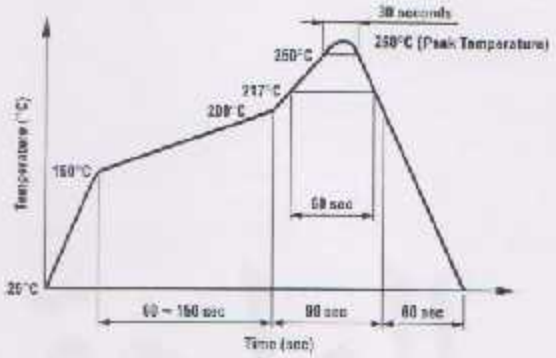
CAUTION: It is advised that normal static precautions be taken in handling and assembly of this component to prevent damage and/or degradation which may be induced by ESD.

Agilent Technologies

Solder Reflow Temperature Profile

1) One-time soldering reflow is recommended within the condition of temperature and time profile shown at right.

2) When using another soldering method such as infrared ray lamp, the temperature may rise partially in the mold of the device. Keep the temperature on the package of the device within the condition of (1) above.



Absolute Maximum Ratings

Storage Temperature, T_S	−55°C to +150°C
Operating Temperature, T_A	−55°C to +100°C
Lead Solder Temperature, max. (1.5 mm below seating plane)	260°C for 10 s
Average Forward Current, I_F	80 mA
Reverse Input Voltage, V_R	6 V
Input Power Dissipation, P_I	150 mW
Collector Current, I_C	100 mA
Collector-Emitter Voltage, V_{CEO}	30 V
Emitter-Collector Voltage, V_{ECO}	7 V
Collector-Base Voltage, V_{CBO}	70 V
Collector Power Dissipation	150 mW
Total Power Dissipation	250 mW
Isolation Voltage, V_{iso} (AC for 1 minute, R.H. = 40 ~ 60%)	2500 Vrms

الملحق

ج

Appendix

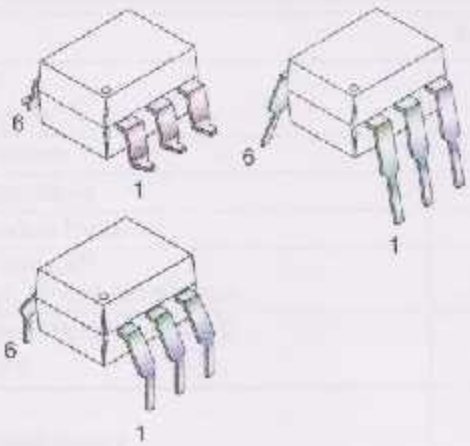
C

FAIRCHILD
SEMICONDUCTOR®

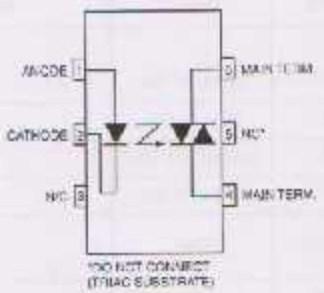
6-PIN DIP RANDOM-PHASE OPTOISOLATORS TRIAC DRIVER OUTPUT (250/400 VOLT PEAK)

MOC3010M MOC3011M MOC3012M MOC3020M MOC3021M MOC3022M MOC3023M

PACKAGE



SCHEMATIC



DESCRIPTION

The MOC301XM and MOC302XM series are optically isolated triac driver devices. These devices contain a GaAs infrared emitting diode and a light activated silicon bilateral switch, which functions like a triac. They are designed for interfacing between electronic controls and power triacs to control resistive and inductive loads for 115 VAC operations.

FEATURES

- Excellent I_{FT} stability—IR emitting diode has low degradation
- High isolation voltage—minimum 5300 VAC RMS
- Underwriters Laboratory (UL) recognized—File #E90700
- Peak blocking voltage
  - 250V-MOC301XM
  - 400V-MOC302XM
- VDE recognized (File #94766)
  - Ordering option V (e.g. MOC3023VM)

APPLICATIONS

- Industrial controls
- Traffic lights
- *Vending machines*
- *Solid state relay*
- Lamp ballasts
- Solenoid/valve controls
- Static AC power switch
- *Incandescent lamp dimmers*
- *Motor control*

© 2005 Fairchild Semiconductor Corporation

FAIRCHILD
SEMICONDUCTOR®

6-PIN DIP RANDOM-PHASE OPTOISOLATORS TRIAC DRIVER OUTPUT (250/400 VOLT PEAK)

MOC3010M MOC3011M MOC3012M MOC3020M MOC3021M MOC3022M MOC3023M

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS (T_A = 25°C unless otherwise noted)

Parameters	Symbol	Device	Value	Units
TOTAL DEVICE				
Storage Temperature	T_{STG}	All	-40 to +150	°C
Operating Temperature	T_{OPR}	All	-40 to +85	°C
Lead Solder Temperature	T_{SOL}	All	260 for 10 sec	°C
Junction Temperature Range	T_J	All	-40 to +100	°C
Isolation Surge Voltage[1] (peak AC voltage, 60Hz, 1 sec duration)	V_{ISO}	All	7500	Vac(pk)
Total Device Power Dissipation @ 25°C	P_D	All	330	mW
Derate above 25°C			4.4	mW/°C
EMITTER				
Continuous Forward Current	I_F	All	60	mA
Reverse Voltage	V_R	All	3	V
Total Power Dissipation 25°C Ambient	P_D	All	100	mW
Derate above 25°C			1.33	mW/°C
DETECTOR				
Off-State Output Terminal Voltage	V_{DRM}	MOC3010M/1M/2M MOC3020M/1M/2M/3M	250 400	V
Peak Repetitive Surge Current (PW = 1 ms, 120 pps)	I_{TSM}	All	1	A
Total Power Dissipation @ 25°C Ambient	P_D	All	300	mW
Derate above 25°C			4	mW/°C

Note

1. Isolation surge voltage, V_{ISO}, is an internal device dielectric breakdown rating. For this test, Pins 1 and 2 are common, and Pins 4, 5 and 6 are common.

© 2005 Fairchild Semiconductor Corporation

6-PIN DIP RANDOM-PHASE OPTOISOLATORS TRIAC DRIVER OUTPUT (250/400 VOLT PEAK)

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (T_A = 25°C Unless otherwise specified)

INDIVIDUAL COMPONENT CHARACTERISTICS

Parameters	Test Conditions	Symbol	Device	Min	Typ	Max	Units
EMITTER							
Input Forward Voltage	I_F = 10 mA	V_F	All		1.15	1.5	V
Reverse Leakage Current	V_R = 3 V, T_A = 25°C	I_R	All		0.01	100	µA
DETECTOR							
Peak Blocking Current,Either Direction	Rated V_{DRM}, I_F = 0 (note 1)	I_{DRM}	All		10	100	nA
Peak On-State Voltage,Either Direction	I_{TM} = 100 mA peak, I_F = 0	V_{TM}	All		1.8	3	V

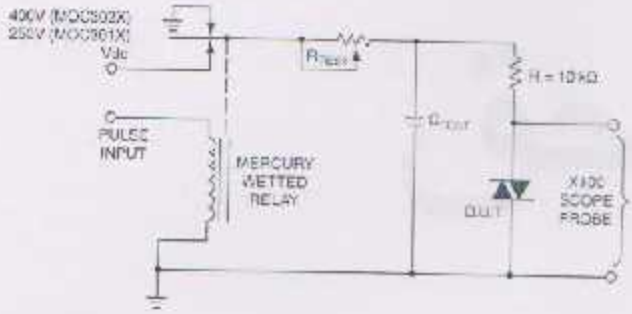
TRANSFER CHARACTERISTICS (T_A = 25°C Unless otherwise specified.)

DC Characteristics	Test Conditions	Symbol	Device	Min	Typ	Max	Units
LED Trigger Current	Voltage = 3V (note 3)	I_{FT}	MOC3020M			30	mA
			MOC3010M			15	
			MOC3021M				
			MOC3011M			10	
			MOC3022M				
			MOC3012M			5	
			MOC3023M				
Holding Current, Either Direction		I_H	All		100		µA

Note

1. Test voltage must be applied within dv/dt rating.
2. This is static dv/dt. See Figure 5 for test circuit. Commutating dv/dt is a function of the load-driving thyristor(s) only.
3. All devices are guaranteed to trigger at an I_F value less than or equal to max I_{FT}. Therefore, recommended operating I_F lies between max I_{FT} (30 mA for MOC3020M, 15 mA for MOC3010M and MOC3021M, 10 mA for MOC3011M and MOC3022M, 5 mA for MOC3012M and MOC3023M) and absolute max I_F (60 mA).

© 2005 Fairchild Semiconductor Corporation



1. The mercury wetted relay provides a high speed repeated pulse to the D.U.T.
2. 100x scope probes are used, to allow high speeds and voltages.
3. The worst-case condition for static dv/dt is established by triggering the D.U.T. with a normal LED input current, then removing the current. The variable R_{TEST} allows the dv/dt to be gradually increased until the D.U.T. continues to trigger in response to the applied voltage pulse, even after the LED current has been removed. The dv/dt is then decreased until the D.U.T. stops triggering. τ_{PC} is measured at this point and recorded.

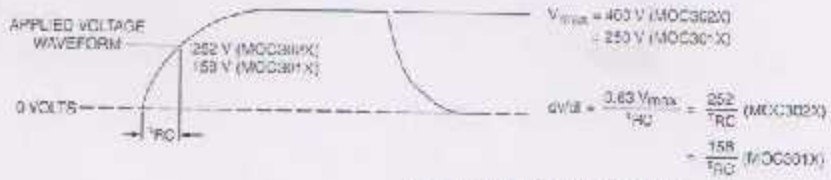


Figure 5. Static dv/dt Test Circuit

Note: This optoisolator should not be used to drive a load directly. It is intended to be a trigger device only.

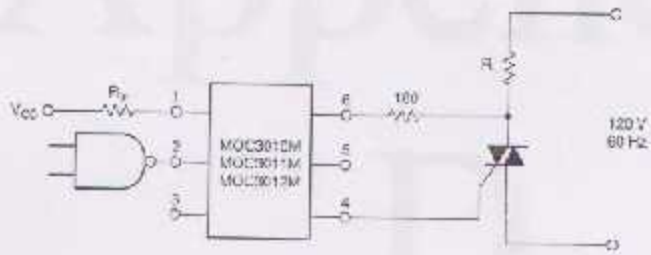


Figure 6. Resistive Load

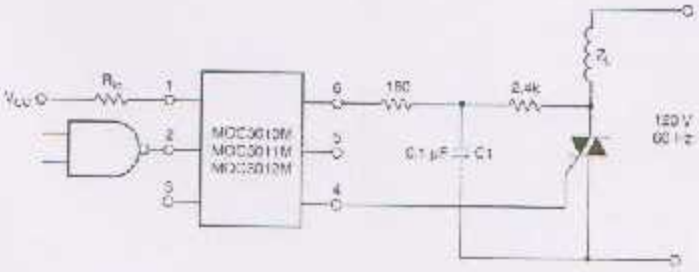


Figure 7. Inductive Load with Sensitive Gate Triac ($I_{GT} \leq 15$ mA)

الملحق

د

Appendix

D

National Semiconductor

August 2000

TL082

Wide Bandwidth Dual JFET Input Operational Amplifier

General Description

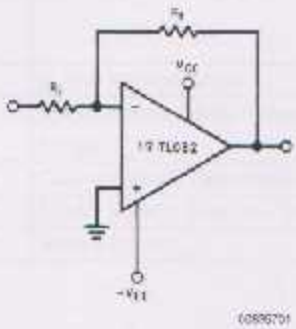
These devices are low cost, high speed, dual JFET input operational amplifiers with an internally trimmed input offset voltage (BI-FET II™ technology). They require low supply current yet maintain a large gain bandwidth product and fast slew rate. In addition, well matched high voltage JFET input devices provide very low input bias and offset currents. The TL082 is pin compatible with the standard LM1558 allowing designers to immediately upgrade the overall performance of existing LM1558 and most LM358 designs.

These amplifiers may be used in applications such as high speed integrators, fast D/A converters, sample and hold circuits and many other circuits requiring low input offset voltage, low input bias current, high input impedance, high slew rate and wide bandwidth. The devices also exhibit low noise and offset voltage drift.

Features

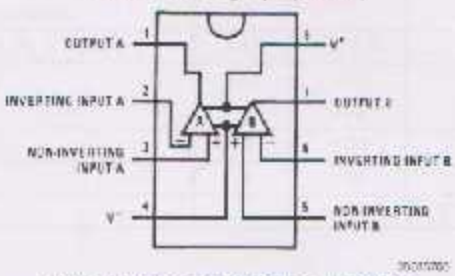
■ Internally trimmed offset voltage:	15 mV
■ Low input bias current:	50 pA
■ Low input noise voltage:	16nV/√Hz
■ Low input noise current:	0.01 pA/√Hz
■ Wide gain bandwidth:	4 MHz
■ High slew rate:	13 V/µs
■ Low supply current:	3.6 mA
■ High input impedance:	$10^{12}\Omega$
■ Low total harmonic distortion:	≤0.02%
■ Low 1/f noise corner:	50 Hz
■ Fast settling time to 0.01%:	2 µs

Typical Connection



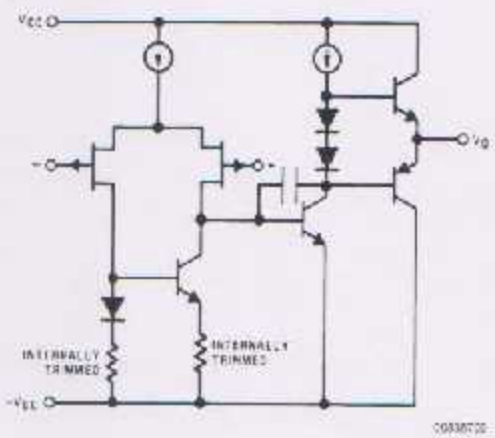
Connection Diagram

DIP/SO Package (Top View)



Order Number TL082CM or TL082CP
See NS Package Number M08A or N08E

Simplified Schematic



BI-FET II™ is a trademark of National Semiconductor Corp.

© 2004 National Semiconductor Corporation

Absolute Maximum Ratings (Note 1)

If Military/Aerospace specified devices are required, please contact the National Semiconductor Sales Office/ Distributors for availability and specifications.

Supply Voltage	±18V
Power Dissipation	(Note 2)
Operating Temperature Range	0°C to +70°C
$T_{j(MAX)}$	150°C
Differential Input Voltage	±30V
Input Voltage Range (Note 3)	±15V
Output Short Circuit Duration	Continuous
Storage Temperature Range	−65°C to +150°C
Lead Temp. (Soldering, 10 seconds)	260°C
ESD rating to be determined.	

Note 1: "Absolute Maximum Ratings" indicate limits beyond which damage to the device may occur. Operating Ratings indicate conditions for which the device is functional, but do not guarantee specific performance limits.

DC Electrical Characteristics (Note 5)

Symbol	Parameter	Conditions	TL082C			Units
			Min	Typ	Max	
V_{OS}	Input Offset Voltage	R_S = 10 kΩ, T_A = 25°C Over Temperature		5	15 20	mV mV
$\Delta V_{OS}/\Delta T$	Average TC of Input Offset Voltage	R_S = 10 kΩ		10		μV/°C
I_{OS}	Input Offset Current	T_j = 25°C, (Notes 5, 6) $T_j \leq$ 70°C		25	200 4	pA nA
I_B	Input Bias Current	T_j = 25°C, (Notes 5, 6) $T_j \leq$ 70°C		50	400 8	pA nA
R_{IN}	Input Resistance	T_j = 25°C		10^{12}		Ω
A_{VOL}	Large Signal Voltage Gain	V_S = ±15V, T_A = 25°C V_O = ±10V, R_L = 2 kΩ Over Temperature	25 15	100		V/mV V/mV
V_O	Output Voltage Swing	V_S = ±15V, R_L = 10 kΩ	±12	±13.5		V
V_{CM}	Input Common-Mode Voltage Range	V_S = ±15V	±11	+15 −12		V V
CMRR	Common-Mode Rejection Ratio	$R_S \leq$ 10 kΩ	70	100		dB
PSRR	Supply Voltage Rejection Ratio	(Note 7)	70	100		dB
I_S	Supply Current			3.6	5.6	mA

AC Electrical Characteristics (Note 5)

Symbol	Parameter	Conditions	TL082C			Units
			Min	Typ	Max	
	Amplifier to Amplifier Coupling	T_A = 25°C, f = 1Hz-20 kHz (Input Referred)		−120		dB
SR	Slew Rate	V_S = ±15V, T_A = 25°C	8	13		V/μs
GBW	Gain Bandwidth Product	V_S = ±15V, T_A = 25°C		4		MHz
e_n	Equivalent Input Noise Voltage	T_A = 25°C, R_S = 100Ω, f = 1000 Hz		25		nV/√Hz
i_n	Equivalent Input Noise Current	T_j = 25°C, f = 1000 Hz		0.01		pA/√Hz
THD	Total Harmonic Distortion	A_V = +10, R_L = 10k, V_O = 20 V_{p-p} BW = 20 Hz-20 kHz		<0.02		%

Note 2: For operating at elevated temperature, the device must be derated based on a thermal resistance of 115 C/W junction to ambient for the N package.

Note 3: Unless otherwise specified the absolute maximum negative input voltage is equal to the negative power supply voltage.

Note 4: The power dissipation limit, however, cannot be exceeded.

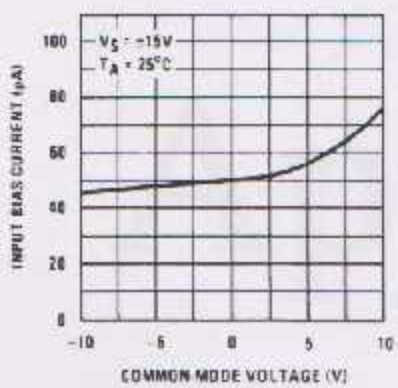
Note 5: These specifications apply for V_S = ±15V and 0°C ≤ T_A ≤ +70°C. V_{OS}, I_B and I_{OS} are measured at V_{CM} = 0.

Note 6: The input bias currents are junction leakage currents which approximately double for every 10°C increase in the junction temperature, T_j. Due to the limited production test time, the input bias currents measured are correlated to junction temperature. In normal operation the junction temperature rises above the ambient temperature as a result of internal power dissipation, P_D. $T_j = T_A + \theta_{jA} P_D$ where θ_{jA} is the thermal resistance from junction to ambient. Use of a heat sink is recommended if input bias current is to be kept to a minimum.

Note 7: Supply voltage rejection ratio is measured for both supply magnitudes increasing or decreasing simultaneously in accordance with common practice. V_S = ±6V to ±15V.

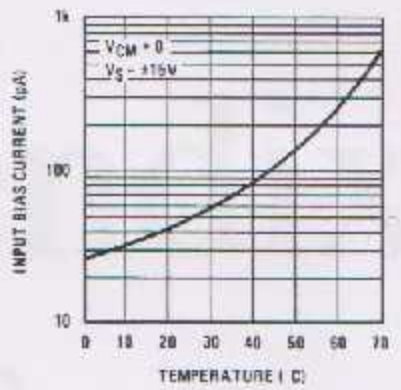
Typical Performance Characteristics

Input Bias Current



C0805715

Input Bias Current



الملحق ه

Appendix E

National Semiconductor

July 1993

MM54C922/MM74C922 16-Key Encoder
MM54C923/MM74C923 20-Key Encoder

General Description

These CMOS key encoders provide all the necessary logic to fully encode an array of SPST switches. The keyboard scan can be implemented by either an external clock or external capacitor. These encoders also have on-chip pull-up devices which permit switches with up to 50 kΩ on resistance to be used. No diodes in the switch array are needed to eliminate ghost switches. The internal debounce circuit needs only a single external capacitor and can be defeated by omitting the capacitor. A Data Available output goes to a high level when a valid keyboard entry has been made. The Data Available output returns to a low level when the entered key is released, even if another key is depressed. The Data Available will return high to indicate acceptance of the new key after a normal debounce period; this two-key rollover is provided between any two switches.

An internal register remembers the last key pressed even after the key is released. The TRI-STATE® outputs provide for easy expansion and bus operation and are LPTTL compatible.

Features

- 50 kΩ maximum switch on resistance
- On or off chip clock
- On-chip row pull-up devices
- 2 key rollover
- Keybounce elimination with single capacitor
- Last key register at outputs
- TRI-STATE output LPTTL compatible
- Wide supply range 3V to 15V
- Low power consumption

Connection Diagrams

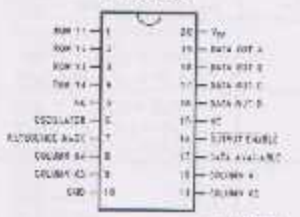
Pin Assignment for Dual-In-Line Package

TL/F/9037–1

Top View

Order Number MM54C922 or MM74C922

Pin Assignment for SOIC



TL/F/9037–14

Top View

Order Number MM74C922

Pin Assignment for DIP and SOIC Package

TL/F/9037–2

Top View

Order Number MM54C923 or MM74C923

TRI-STATE® is a registered trademark of National Semiconductor Corporation.

© 1993 National Semiconductor Corporation

RRD-B30M105/Printed in U. S. A.

Absolute Maximum Ratings (Note 1)

If Military/Aerospace specified devices are required, please contact the National Semiconductor Sales Office/Distributors for availability and specifications.

Voltage at Any Pin V_{CC} −0.3V to V_{CC} + 0.3V

Operating Temperature Range
- MM54C922, MM54C923 −55°C to +125°C
- MM74C922, MM74C923 −40°C to +85°C

Storage Temperature Range −65°C to +150°C

Power Dissipation (P_D)
- Dual-In-Line 700 mW
- Small Outline 500 mW

Operating V_{CC} Range 3V to 15V

V_{CC} 18V

Lead Temperature (Soldering, 10 seconds) 260°C

DC Electrical Characteristics Min/Max limits apply across temperature range unless otherwise specified

Symbol	Parameter	Conditions	Min	Typ	Max	Units
CMOS TO CMOS						
V_{T+}	Positive-Going Threshold Voltage at Osc and KBM Inputs	V_{CC} = 5V, $I_{IN} \geq$ 0.7 mA V_{CC} = 10V, $I_{IN} \geq$ 1.4 mA V_{CC} = 15V, $I_{IN} \geq$ 2.1 mA	3.5 6.2 8.0	3.8 6.8 10	4.3 8.6 12.9	V V V
V_{T-}	Negative-Going Threshold Voltage at Osc and KBM Inputs	V_{CC} = 5V, $I_{IN} \geq$ 0.7 mA V_{CC} = 10V, $I_{IN} \geq$ 1.4 mA V_{CC} = 15V, $I_{IN} \geq$ 2.1 mA	0.7 1.4 2.1	1.4 3.2 5	2.0 4.0 6.0	V V V
$V_{IN(1)}$	Logical "1" Input Voltage, Except Osc and KBM Inputs	V_{CC} = 5V V_{CC} = 10V V_{CC} = 15V	3.5 8.0 12.5	4.5 9 13.5		V V V
$V_{IN(0)}$	Logical "0" Input Voltage, Except Osc and KBM Inputs	V_{CC} = 5V V_{CC} = 10V V_{CC} = 15V		0.5 1 1.5	1.5 2 2.5	V V V
I_{1P}	Row Pull-Up Current at Y1, Y2, Y3, Y4 and Y5 Inputs	V_{CC} = 5V, V_{IN} = 0.1 V_{CC} V_{CC} = 10V V_{CC} = 15V		−2 −10 −22	−5 −20 −45	μA μA μA
$V_{OUT(1)}$	Logical "1" Output Voltage	V_{CC} = 5V, I_O = −10 μA V_{CC} = 10V, I_O = −10 μA V_{CC} = 15V, I_O = −10 μA	4.5 9 13.5			V V V
$V_{OUT(0)}$	Logical "0" Output Voltage	V_{CC} = 5V, I_O = 10 μA V_{CC} = 10V, I_O = 10 μA V_{CC} = 15V, I_O = 10 μA			0.5 1 1.5	V V V
R_{ON}	Column "ON" Resistance at X1, X2, X3 and X4 Outputs	V_{CC} = 5V, V_O = 0.5V V_{CC} = 10V, V_O = 1V V_{CC} = 15V, V_O = 1.5V		500 300 200	1400 700 500	Ω Ω Ω
I_{CC}	Supply Current Osc at 0V, (one Y low)	V_{CC} = 5V V_{CC} = 10V V_{CC} = 15V		0.55 1.1 1.7	1.1 1.9 2.6	mA mA mA
$I_{IN(1)}$	Logical "1" Input Current at Output Enable	V_{CC} = 15V, V_{IN} = 15V		0.005	1.0	μA
$I_{IN(0)}$	Logical "0" Input Current at Output Enable	V_{CC} = 15V, V_{IN} = 0V	−1.0	−0.005		μA
CMOS/LPTTL INTERFACE						
$V_{IN(1)}$	Logical "1" Input Voltage, Except Osc and KBM Inputs	54C, V_{CC} = 4.5V 74C, V_{CC} = 4.75V	V_{CC} − 1.5 V_{CC} − 1.5			V V
$V_{IN(0)}$	Logical "0" Input Voltage, Except Osc and KBM Inputs	54C, V_{CC} = 4.5V 74C, V_{CC} = 4.75V			0.8 0.8	V V
$V_{OUT(1)}$	Logical "1" Output Voltage	54C, V_{CC} = 4.5V I_O = −360 μA 74C, V_{CC} = 4.75V I_O = −360 μA	2.4 2.4			V V
$V_{OUT(0)}$	Logical "0" Output Voltage	54C, V_{CC} = 4.5V I_O = −360 μA 74C, V_{CC} = 4.75V I_O = −360 μA			0.4 0.4	V V

Note 1: "Absolute Maximum Ratings" are those values beyond which the safety of the device cannot be guaranteed. Except for "Operating Temperature Range" they are not meant to imply that the devices should be operated at these limits. The table of "Electrical Characteristics" provides conditions for actual device operation.

DC Electrical Characteristics

Min/Max limits apply across temperature range unless otherwise specified (Continued)

Symbol	Parameter	Conditions	Min	Typ	Max	Units
OUTPUT DRIVE (See 54C/74C Family Characteristics Data Sheet) (Short Circuit Current)						
I_{SOURCE}	Output Source Current (P-Channel)	V_{CC} = 5V, V_{OUT} = 0V, T_A = 25°C	−1.75	−3.3		mA
I_{SOURCE}	Output Source Current (P-Channel)	V_{CC} = 10V, V_{OUT} = 0V, T_A = 25°C	−8	−16		mA
I_{SINK}	Output Sink Current (N-Channel)	V_{CC} = 5V, V_{OUT} = V_{CC}, T_A = 25°C	1.75	3.6		mA
I_{SINK}	Output Sink Current (N-Channel)	V_{CC} = 10V, V_{OUT} = V_{CC}, T_A = 25°C	8	16		mA

AC Electrical Characteristics*

T_A = 25°C, C_L = 50 pF, unless otherwise noted

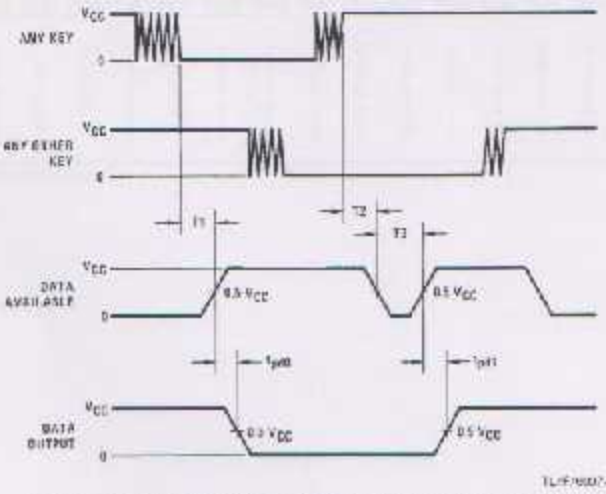
Symbol	Parameter	Conditions	Min	Typ	Max	Units
t_{pd0}, t_{pd1}	Propagation Delay Time to Logical "0" or Logical "1" from D, A	C_L = 50 pF *(Figure 1)* V_{CC} = 5V V_{CC} = 10V V_{CC} = 15V		60 30 25	150 80 60	ns ns ns
t_{0H}, t_{1H}	Propagation Delay Time from Logical "0" or Logical "1" into High Impedance State	R_L = 10k, C_L = 10 pF *(Figure 2)* V_{CC} = 5V, R_L = 10k V_{CC} = 10V, C_L = 10 pF V_{CC} = 15V		80 55 50	200 150 110	ns ns ns
t_{H0}, t_{H1}	Propagation Delay Time from High Impedance State to a Logical "0" or Logical "1"	R_L = 10k, C_L = 50 pF *(Figure 2)* V_{CC} = 5V, R_L = 10k V_{CC} = 10V, C_L = 50 pF V_{CC} = 15V		100 55 40	250 125 90	ns ns ns
C_{IN}	Input Capacitance	Any Input (Note 2)		5	7.5	pF
C_{OUT}	TRI-STATE Output Capacitance	Any Output (Note 2)		10		pF

*AC Parameters are guaranteed by DC correlated testing.

Note 1: "Absolute Maximum Ratings" are those values beyond which the safety of the device cannot be guaranteed. Except for "Operating Temperature Range" they are not meant to imply that the devices should be operated at these limits. The table of "Electrical Characteristics" provides conditions for actual device operation.

Note 2: Capacitance is guaranteed by periodic testing.

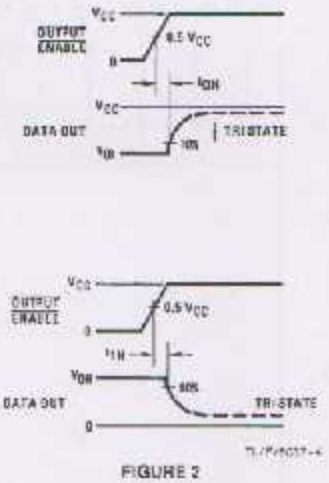
Switching Time Waveforms



TL/F/5027–3

T1 = T2 = RC, T3 = 0.7 RC, where R = 10k and C is external capacitor at KBM input.

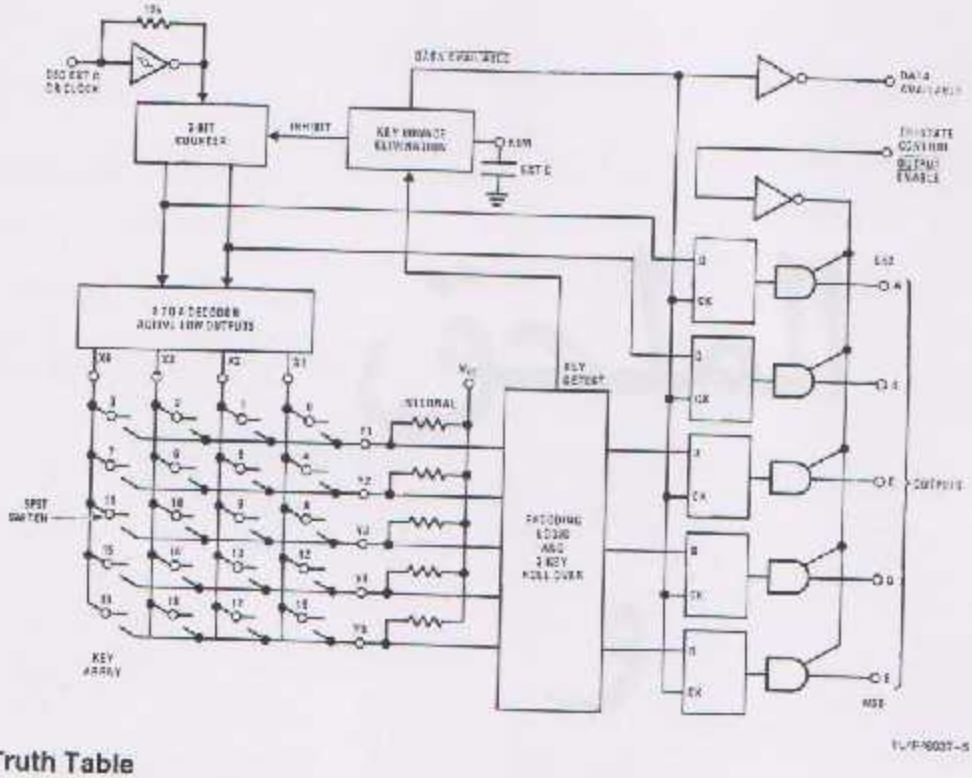
FIGURE 1



TL/F/5027–4

FIGURE 2

Block Diagram



TL/F/6027–5

Truth Table

Switch Position		0 Y1,X1	1 Y1,X2	2 Y1,X3	3 Y1,X4	4 Y2,X1	5 Y2,X2	6 Y2,X3	7 Y2,X4	8 Y3,X1	9 Y3,X2	10 Y3,X3	11 Y3,X4	12 Y4,X1	13 Y4,X2	14 Y4,X3	15 Y4,X4	16 Y5*,X1	17 Y5*,X2	18 Y5*,X3	19 Y5*,X4
D																					
A	A	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
T	B	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1
A	C	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0
O	D	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
U	E*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
T																					

*Omit for MM54C922/MM74C922

الملحق

و

Appendix

F

NPN switching transistor — 2N3904

FEATURES

- Low current (max. 200 mA)
- Low voltage (max. 40 V).

APPLICATIONS

- High-speed switching.

DESCRIPTION

NPN switching transistor in a TO-92; SOT54 plastic package. PNP complement: 2N3906.

PINNING

PIN	DESCRIPTION
1	collector
2	base
3	emitter

Fig.1 Simplified outline (TO-92; SOT54) and symbol.

LIMITING VALUES

In accordance with the Absolute Maximum Rating System (IEC 134).

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN.	MAX.	UNIT
V_{CBO}	collector-base voltage	open emitter	–	60	V
V_{CEO}	collector-emitter voltage	open base	–	40	V
V_{EBO}	emitter-base voltage	open collector	–	6	V
I_C	collector current (DC)		–	200	mA
I_{CM}	peak collector current		–	300	mA
I_{BM}	peak base current		–	100	mA
P_{tot}	total power dissipation	$T_{amb} \leq 25$ °C; note 1	–	500	mW
T_{stg}	storage temperature		−65	+150	°C
T_j	junction temperature		–	150	°C
T_{amb}	operating ambient temperature		−65	+150	°C

Note

1. Transistor mounted on an FR4 printed-circuit board.

الملحق
ز
Appendix
G

Appendix G

الملحق - ز -

Practical Applications

تطبيقات عملية

لقد ورد في الفصل الأول الحديث عن أهمية المشروع، وكان كالتالي:

}}

1.2 أهمية المشروع (Importance of the project)

- ممارسة العملية لتصميم وبناء وبرمجة القطع الحديثة.
- استبدال نظم التحكم القديمة بأنظمة متطورة.
- السرعة في البرمجة والتوصيل للآلة.
- مساعدة أصحاب المصانع والمعنيين بالتطور التكنولوجي بتشغيل أجهزتهم دون توقف وايجاد بديل لهم.
- تطوير مشاريع مستقبلية تفيد البيت والمصنع والمزرعة وغيرة.

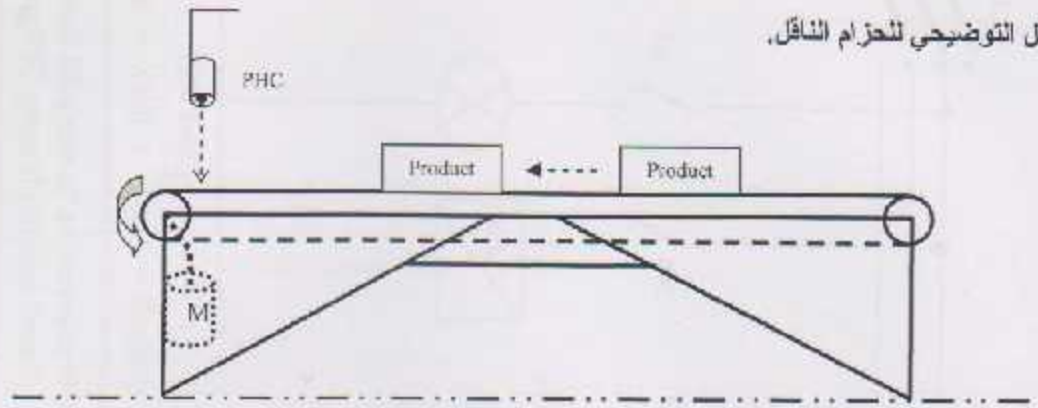
فالمطلوب من فريق العمل تصميم لوحة متحكم للتطبيقات العامة حيث يمكن أن تكون جزء من آلة تراقب وتتحكم بتلك الآلة ويمكن استعمالها أيضا في المصانع والمدارس والمؤسسات الأخرى كجهاز للتدريب واكتساب الخبرات والمهارات العملية في المجالات الهندسية.

فتوفر مثل هذا الجهاز الالكتروني يوفر التعب والوقت في البناء والتركيب والصيانة للآلات مما يتيح المجال أمام المعنيين للاعتماد على الكفاءات والاستفادة من الخبرات . {{

وللتأكيد على ذلك فقد قمنا بعمل تجارب عملية باستخدام لوحة المشروع كوسيلة للتحكم، فقد أحضرنا حزاما ناقلا (Conveyor Belt)، والذي يمثل جزءا مهما في أغلب الصناعات، وقمنا بالتحكم في حركته وعلى أكثر من نظام، وذلك بعد إضافة حساس ضوئي(Photo Cell Sensor' PHC ') في نهاية الحزام، حيث يستشعر الحساس وجود المنتج المعين الذي يتم نقله عبر الحزام بعد تشغيله.

الرسم التالي يوضح شكل التجربة، والتي قمنا بعمل نظامين للتحكم بها وعلى نفس التركيب، ويليه المخطط التفصيلي للدائرة والتوصيلات الكهربائية.

الشكل التوضيحي للحزام الناقل.



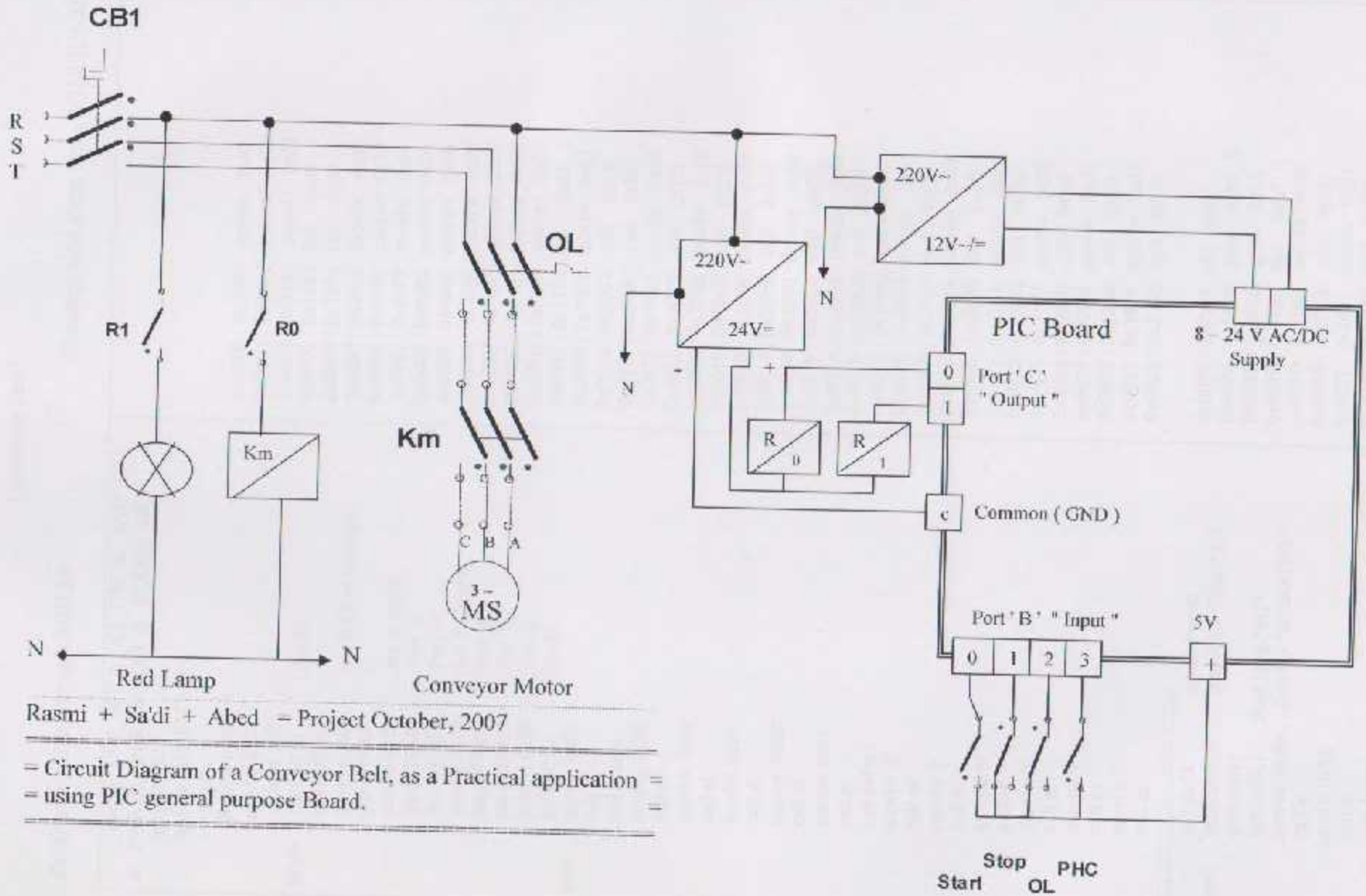
مبدأ العمل:

١- النظام الأول وطريقة عمله كالتالي:

- تشغيل النظام عن طريق الضغط على مفتاح البدء(Start)، فيبدأ الحزام بالدوران.
- تعمل لوحة التحكم على مراقبة مفتاح الإيقاف(Stop) وفحص حالة الحماية للمحرك(Over Load ' OL ')، حيث يتم إيقاف العمل عند الطلب أو حصول حمل زائد على محرك الحزام، مع ظهور رسالة مناسبة على الشاشة.
- تعمل أيضا على فحص وصول المنتج إلى نهاية الحزام عن طريق الحساس(PHC)، وفي هذه الحالة تعمل حساب كمية الإنتاج وعند الوصول إلى العدد المطلوب يتم إيقاف الحزام وإعطاء أمر بتشغيل لامبة حمراء للدلالة على الإنتهاء من هذه المرحلة.
- للعودة مرة أخرى يلزم تشغيل النظام بالضغط على مفتاح البدء.

٢- النظام الثاني وعلى نفس البناء، فبعد تشغيل النظام كما في السابق، عند وصول المنتج إلى الحساس يتوقف الحزام وتضاء اللامبة الحمراء إشارة إلى وجود المنتج، وبعد إزالة المنتج عن الحزام يعود الحزام إلى العمل مرة أخرى، مع الأخذ بعين الإعتبار لعملية فحص مفتاح الإيقاف والحماية باستمرار.

أما بالنسبة لبرنامج التحكم لكلا النظامين، الأول(Convtest1) والثاني(Convtest2)، فهما مبينان بالتفصيل بعد المخطط التفصيلي للدائرة الكهربائية.



Rasmi + Sa'di + Abed = Project October, 2007

= Circuit Diagram of a Conveyor Belt, as a Practical application =
= using PIC general purpose Board. =

Program written through MBLab

```
    __config _LVP_OFF & _XT_OSC & _WDT_OFF
&  _PWRTE_ON & _CP_OFF & _BODEN_OFF
      list p=16f877
      include "p16f877.inc"
          org 0
          movlw 0x09
          movwf 0x20
          movwf 0x21
begin     bsf 0x03,5          ;bank1
          bcf 0x03,6
          movlw 0x0e          ;set RA0 as analoge
          movwf 0x1f          ;
          movlw 0xff          ;set as Input
          movwf 0x05          ;Port 'A'
          movwf 0x06          ;Port 'B'
          movlw 0x00          ;Set as Output
          movwf 0x07          ;Port 'C'
          movwf 0x08          ;Port 'D'
          movwf 0x09          ;Port 'E'
          bcf 0x03,5          ;bank0
start     movlw 0x01
          call ei
          call delay1
          movlw 0x38
          call ei
          movlw  0x0e
          call ei
          movlw 0x06
          call ei
          movlw  0x80
          call ei
          movlw 0x01
          call ei
          call delay1
          movlw 'S'
          call ec
          movlw 't'
          call ec
          movlw 'a'
          call ec
          movlw 'r'
          call ec
          movlw 't'
          call ec
          movlw '?'
          call ec
;.....
          clrf 0x07           ;clear Port C
start1    btfss 0x06,0        ;check for "Start",B0
          goto start1
          bcf 0x07,1     ;Red lamp "off"
          movlw  0x80  ; Display "WORKING"
          call ei
         movlw 0x01
          call ei
          call delay1
          movlw 'W'
```

Disassembled steps from WINPIC800

```
0x0000 : 0x3009  movlw  0x09
0x0001 : 0x00A0  movwf  0x20
0x0002 : 0x00A1  movwf  0x21
0x0003 : 0x1683  bsf    0x03 , 5
0x0004 : 0x1303  bcf    0x03 , 6
0x0005 : 0x300E  movlw  0x0E
0x0006 : 0x009F  movwf  0x1F
0x0007 : 0x30FF  movlw  0xFF
0x0008 : 0x0085  movwf  0x05
0x0009 : 0x0086  movwf  0x06
0x000A : 0x3000  movlw  0x00
0x000B : 0x0087  movwf  0x07
0x000C : 0x0088  movwf  0x08
0x000D : 0x0089  movwf  0x09
0x000E : 0x1283  bcf    0x03 , 5
0x000F : 0x3001  movlw  0x01
0x0010 : 0x20CE  call   0xCE
0x0011 : 0x20BC  call   0xBC
0x0012 : 0x3038  movlw  0x38
0x0013 : 0x20CE  call   0xCE
0x0014 : 0x300E  movlw  0x0E
0x0015 : 0x20CE  call   0xCE
0x0016 : 0x3006  movlw  0x06
0x0017 : 0x20CE  call   0xCE
0x0018 : 0x3080  movlw  0x80
0x0019 : 0x20CE  call   0xCE
0x001A : 0x3001  movlw  0x01
0x001B : 0x20CE  call   0xCE
0x001C : 0x20BC  call   0xBC
0x001D : 0x3053  movlw  0x53
0x001E : 0x20D5  call   0xD5
0x001F : 0x3074  movlw  0x74
0x0020 : 0x20D5  call   0xD5
0x0021 : 0x3061  movlw  0x61
0x0022 : 0x20D5  call   0xD5
0x0023 : 0x3072  movlw  0x72
0x0024 : 0x20D5  call   0xD5
0x0025 : 0x3074  movlw  0x74
0x0026 : 0x20D5  call   0xD5
0x0027 : 0x303F  movlw  0x3F
0x0028 : 0x20D5  call   0xD5

0x0029 : 0x0187  clrf   0x07
0x002A : 0x1C06  btfss  0x06 , 0
0x002B : 0x282A  goto   0x2A
0x002C : 0x1087  bcf    0x07 , 1
0x002D : 0x3080  movlw  0x80
0x002E : 0x20CE  call   0xCE
0x002F : 0x3001  movlw  0x01
0x0030 : 0x20CE  call   0xCE
0x0031 : 0x20BC  call   0xBC
0x0032 : 0x3057  movlw  0x57
```

```
        call ec
        movlw 'o'
        call ec
        movlw 'r'
        call ec
        movlw 'k'
        call ec
        movlw 'i'
        call ec
        movlw 'n'
        call ec
        movlw 'g'
        call ec
        movlw ' '
        call ec
        movf 0x20,0      ;display count
        iorlw 0x30
        call ec
start2  btfss 0x06,2     ;Check for "O.L",B2
        goto ol2
        btfss 0x06,1     ;Check for "Stop",B1
        goto off
        bsf 0x07,0       ;Set motor "On"
        bcf 0x07,1
        btfss 0x06,3     ;Check for Product  "phc",B3
        goto start2
press0  btfss 0x06,3
        goto press0
release0 btfsc 0x06,3
        goto release0
count   decf 0x20,1
        movf 0x20,w
        movwf 0x20
        movlw  0x80      ; Display "WORKING"
        call ei
        movlw 0x01
        call ei
        call delay1
        movlw 'W'
        call ec
        movlw 'o'
        call ec
        movlw 'r'
        call ec
        movlw 'k'
        call ec
        movlw 'i'
        call ec
        movlw 'n'
        call ec
        movlw 'g'
        call ec
        movlw ' '
        call ec
        movf 0x20,0
        iorlw 0x30
        call ec
        movf 0x20,0
        sublw 0x00
        btfss 0x03,2     ;check 0 flag,"count?= 0"
        goto start2      ; if NOT
        bcf 0x07,0       ; if = 0 then Stop Motor
        movf 0x21,0
```

```
0x0033 : 0x20D5  call  0xD5
0x0034 : 0x306F  movlw  0x6F
0x0035 : 0x20D5  call  0xD5
0x0036 : 0x3072  movlw  0x72
0x0037 : 0x20D5  call  0xD5
0x0038 : 0x306B  movlw  0x6B
0x0039 : 0x20D5  call  0xD5
0x003A : 0x3069  movlw  0x69
0x003B : 0x20D5  call  0xD5
0x003C : 0x306E  movlw  0x6E
0x003D : 0x20D5  call  0xD5
0x003E : 0x3067  movlw  0x67
0x003F : 0x20D5  call  0xD5
0x0040 : 0x3020  movlw  0x20
0x0041 : 0x20D5  call  0xD5
0x0042 : 0x0820  movf  0x20 , W
0x0043 : 0x3830  iorlw  0x30
0x0044 : 0x20D5  call  0xD5
0x0045 : 0x1D06  btfss  0x06 , 2
0x0046 : 0x2875  goto  0x75
0x0047 : 0x1C86  btfss  0x06 , 1
0x0048 : 0x2894  goto  0x94
0x0049 : 0x1407  bsf  0x07 , 0
0x004A : 0x1087  bcf  0x07 , 1
0x004B : 0x1D86  btfss  0x06 , 3
0x004C : 0x2845  goto  0x45
0x004D : 0x1D86  btfss  0x06 , 3
0x004E : 0x284D  goto  0x4D
0x004F : 0x1986  btfsc  0x06 , 3
0x0050 : 0x284F  goto  0x4F
0x0051 : 0x03A0  decf  0x20 , F
0x0052 : 0x0820  movf  0x20 , W
0x0053 : 0x00A0  movwf  0x20
0x0054 : 0x3080  movlw  0x80
0x0055 : 0x20CE  call  0xCE
0x0056 : 0x3001  movlw  0x01
0x0057 : 0x20CE  call  0xCE
0x0058 : 0x20BC  call  0xBC
0x0059 : 0x3057  movlw  0x57
0x005A : 0x20D5  call  0xD5
0x005B : 0x306F  movlw  0x6F
0x005C : 0x20D5  call  0xD5
0x005D : 0x3072  movlw  0x72
0x005E : 0x20D5  call  0xD5
0x005F : 0x306B  movlw  0x6B
0x0060 : 0x20D5  call  0xD5
0x0061 : 0x3069  movlw  0x69
0x0062 : 0x20D5  call  0xD5
0x0063 : 0x306E  movlw  0x6E
0x0064 : 0x20D5  call  0xD5
0x0065 : 0x3067  movlw  0x67
0x0066 : 0x20D5  call  0xD5
0x0067 : 0x3020  movlw  0x20
0x0068 : 0x20D5  call  0xD5
0x0069 : 0x0820  movf  0x20 , W
0x006A : 0x3830  iorlw  0x30
0x006B : 0x20D5  call  0xD5
0x006C : 0x0820  movf  0x20 , W
0x006D : 0x3C00  sublw  0x00
0x006E : 0x1D03  btfss  0x03 , 2
0x006F : 0x2845  goto  0x45
0x0070 : 0x1007  bcf  0x07 , 0
0x0071 : 0x0821  movf  0x21 , W
```

```
        movwf 0x20      ;Reload Counter
       bsf 0x07,1       ;Turn On Red lamp" C1 "
        goto off
o12     movlw 0x80
        call ei
        movlw 0x01
        call ei
        call delay1
        movlw 'O'
       call ec
        movlw 'v'
        call ec
        movlw 'e'
       call ec
        movlw 'r'
        call ec
        movlw ' '
        call ec
        movlw 'L'
        call ec
        movlw 'o'
        call ec
        movlw 'a'
        call ec
        movlw 'd'
        call ec
x1      bsf 0x07,1
        bcf 0x07,0
        call delay4
        bcf 0x07,1
        call delay4
        btfss 0x06,0
        goto x1
        goto start1
off     bcf 0x07,0
        bsf 0x07,1
        movlw  0x80
        call ei
        movlw 0x01
        call ei
        call delay1
        movlw 'E'
        call ec
        movlw 'n'
        call ec
        movlw 'd'
        call ec
        movlw ' '
        call ec
        movlw 'S'
        call ec
        movlw 't'
        call ec
        movlw 'a'
        call ec
        movlw 'r'
        call ec
        movlw 't'
        call ec
        movlw '?'
        call ec
       goto start1
delay4  movwf 0x0c      ;st
```

```
0x0072 : 0x00A0  movwf  0x20
0x0073 : 0x1487  bsf    0x07 , 1
0x0074 : 0x2894  goto   0x94
0x0075 : 0x3080  movlw  0x80
0x0076 : 0x20CE  call   0xCE
0x0077 : 0x3001  movlw  0x01
0x0078 : 0x20CE  call   0xCE
0x0079 : 0x20BC  call   0xBC
0x007A : 0x304F  movlw  0x4F
0x007B : 0x20D5  call   0xD5
0x007C : 0x3076  movlw  0x76
0x007D : 0x20D5  call   0xD5
0x007E : 0x3065  movlw  0x65
0x007F : 0x20D5  call   0xD5
0x0080 : 0x3072  movlw  0x72
0x0081 : 0x20D5  call   0xD5
0x0082 : 0x3020  movlw  0x20
0x0083 : 0x20D5  call   0xD5
0x0084 : 0x304C  movlw  0x4C
0x0085 : 0x20D5  call   0xD5
0x0086 : 0x306F  movlw  0x6F
0x0087 : 0x20D5  call   0xD5
0x0088 : 0x3061  movlw  0x61
0x0089 : 0x20D5  call   0xD5
0x008A : 0x3064  movlw  0x64
0x008B : 0x20D5  call   0xD5
0x008C : 0x1487  bsf    0x07 , 1
0x008D : 0x1007  bcf    0x07 , 0
0x008E : 0x20B0  call   0xB0
0x008F : 0x1087  bcf    0x07 , 1
0x0090 : 0x20B0  call   0xB0
0x0091 : 0x1C06  btfss  0x06 , 0
0x0092 : 0x288C  goto   0x8C
0x0093 : 0x282A  goto   0x2A
0x0094 : 0x1007  bcf    0x07 , 0
0x0095 : 0x1487  bsf    0x07 , 1
0x0096 : 0x3080  movlw  0x80
0x0097 : 0x20CE  call   0xCE
0x0098 : 0x3001  movlw  0x01
0x0099 : 0x20CE  call   0xCE
0x009A : 0x20BC  call   0xBC
0x009B : 0x3045  movlw  0x45
0x009C : 0x20D5  call   0xD5
0x009D : 0x306E  movlw  0x6E
0x009E : 0x20D5  call   0xD5
0x009F : 0x3064  movlw  0x64
0x00A0 : 0x20D5  call   0xD5
0x00A1 : 0x3020  movlw  0x20
0x00A2 : 0x20D5  call   0xD5
0x00A3 : 0x3053  movlw  0x53
0x00A4 : 0x20D5  call   0xD5
0x00A5 : 0x3074  movlw  0x74
0x00A6 : 0x20D5  call   0xD5
0x00A7 : 0x3061  movlw  0x61
0x00A8 : 0x20D5  call   0xD5
0x00A9 : 0x3072  movlw  0x72
0x00AA : 0x20D5  call   0xD5
0x00AB : 0x3074  movlw  0x74
0x00AC : 0x20D5  call   0xD5
0x00AD : 0x303F  movlw  0x3F
0x00AE : 0x20D5  call   0xD5
0x00AF : 0x282A  goto   0x2A
0x00B0 : 0x008C  movwf  0x0C
```

```
delay11  movlw 0xff
         movwf 0x0d
delay12  movlw 0xff
         movwf 0x0e
delay13  decfsz 0x0c,1
         goto delay13
         decfsz 0x0d,1
         goto delay12
         decfsz 0x0c,1
         goto delay11
         return
;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;
delay1   movlw 0x03
         movwf 0x22
         movlw 0x05
         movwf 0x23
loop2    decfsz 0x23,1
         goto loop2
         decfsz 0x22,1
         goto loop2
         return
delay2   movlw 0x01
         movwf 0x24
         movlw 0x05
         movwf 0x25
loop3    decfsz 0x25,1
         goto loop3
         decfsz 0x24,1
         goto loop3
         return
ei       movwf 0x08
         bcf 0x09,1          ;RE1,disable LCD Registers
         bsf 0x09,0          ;RE0,RS=Data
         call delay2
         bcf 0x09,0
         call delay2
         return
cc       movwf 0x08
         bsf 0x09,1          ;RE1,Enable LCD
         bsf 0x09,0          ;RE0,RS=Data
         call delay2
         bcf 0x09,0
         call delay2
         return
         end
```

```
0x00B1 : 0x30FF  movlw   0xFF
0x00B2 : 0x008D  movwf   0x0D
0x00B3 : 0x30FF  movlw   0xFF
0x00B4 : 0x008E  movwf   0x0E
0x00B5 : 0x0B8E  decfsz  0x0E , F
0x00B6 : 0x28B5  goto    0xB5
0x00B7 : 0x0B8D  decfsz  0x0D , F
0x00B8 : 0x28B3  goto    0xB3
0x00B9 : 0x0B8C  decfsz  0x0C , F
0x00BA : 0x28B1  goto    0xB1
0x00BB : 0x0008  return

0x00BC : 0x3003  movlw   0x03
0x00BD : 0x00A2  movwf   0x22
0x00BE : 0x3005  movlw   0x05
0x00BF : 0x00A3  movwf   0x23
0x00C0 : 0x0BA3  decfsz  0x23 , F
0x00C1 : 0x28C0  goto    0xC0
0x00C2 : 0x0BA2  decfsz  0x22 , F
0x00C3 : 0x28C0  goto    0xC0
0x00C4 : 0x0008  return
0x00C5 : 0x3001  movlw   0x01
0x00C6 : 0x00A4  movwf   0x24
0x00C7 : 0x3005  movlw   0x05
0x00C8 : 0x00A5  movwf   0x25
0x00C9 : 0x0BA5  decfsz  0x25 , F
0x00CA : 0x28C9  goto    0xC9
0x00CB : 0x0BA4  decfsz  0x24 , F
0x00CC : 0x28C9  goto    0xC9
0x00CD : 0x0008  return
0x00CE : 0x0088  movwf   0x08
0x00CF : 0x1089  bcf     0x09 , 1
0x00D0 : 0x1409  bsf     0x09 , 0
0x00D1 : 0x20C5  call    0xC5
0x00D2 : 0x1009  bcf     0x09 , 0
0x00D3 : 0x20C5  call    0xC5
0x00D4 : 0x0008  return
0x00D5 : 0x0088  movwf   0x08
0x00D6 : 0x1489  bsf     0x09 , 1
0x00D7 : 0x1409  bsf     0x09 , 0
0x00D8 : 0x20C5  call    0xC5
0x00D9 : 0x1009  bcf     0x09 , 0
0x00DA : 0x20C5  call    0xC5
0x00DB : 0x0008  return
```

Program written through MBLab

```
    __config _LVP_OFF & _XT_OSC & _WDT_OFF
& _PWRTE_ON & _CP_OFF & _BODEN_OFF
      list p=16f877
      include "p16f877.inc"
          org 0
          movlw 0x01
          movwf 0x20
          movlw 0x00
          movwf 0x21
begin     bsf 0x03,5          ;bank1
          bcf 0x03,6
          movlw 0x0e
          movwf 0x1f
          movlw 0xff
          movwf 0x05
          movwf 0x06
          movlw 0x00
          movwf 0x07
          movwf 0x08
          movwf 0x09
          bcf 0x03,5          ;bank0
start     movlw 0x01
          call ei
          call delay1
          movlw 0x38
          call ei
          movlw  0x0e
          call ei
          movlw 0x06
          call ei
          movlw  0x80
          call ei
          movlw 0x01
          call ei
          call delay1
          movlw 'S'
          call ec
          movlw 'r'
          call ec
          movlw 'a'
          call ec
          movlw 'r'
          call ec
          movlw 't'
          call ec
          movlw '?'
          call ec
;.....
          clrf 0x07           ;clear Port C
start1    btfss 0x06,0        ;check for "Start",B0
          goto start1
          bcf 0x07,1          ;Red lamp "off"
Restart   movlw  0x80         ; Display "WORKING"
          call ei
          movlw 0x01
          call ei
          call delay1
          movlw 'W'
```

Disassembled steps from WINPIC800

```
0x0000 : 0x3001  movlw  0x01
0x0001 : 0x00A0  movwf  0x20
0x0002 : 0x3000  movlw  0x00
0x0003 : 0x00A1  movwf  0x21
0x0004 : 0x1683  bsf    0x03 , 5
0x0005 : 0x1303  bcf    0x03 , 6
0x0006 : 0x300E  movlw  0x0E
0x0007 : 0x009F  movwf  0x1F
0x0008 : 0x30FF  movlw  0xFF
0x0009 : 0x0085  movwf  0x05
0x000A : 0x0086  movwf  0x06
0x000B : 0x3000  movlw  0x00
0x000C : 0x0087  movwf  0x07
0x000D : 0x0088  movwf  0x08
0x000E : 0x0089  movwf  0x09
0x000F : 0x1283  bcf    0x03 , 5
0x0010 : 0x3001  movlw  0x01
0x0011 : 0x20C7  call   0xC7
0x0012 : 0x20B5  call   0xB5
0x0013 : 0x3038  movlw  0x38
0x0014 : 0x20C7  call   0xC7
0x0015 : 0x300E  movlw  0x0E
0x0016 : 0x20C7  call   0xC7
0x0017 : 0x3006  movlw  0x06
0x0018 : 0x20C7  call   0xC7
0x0019 : 0x3080  movlw  0x80
0x001A : 0x20C7  call   0xC7
0x001B : 0x3001  movlw  0x01
0x001C : 0x20C7  call   0xC7
0x001D : 0x20B5  call   0xB5
0x001E : 0x3053  movlw  0x53
0x001F : 0x20CE  call   0xCE
0x0020 : 0x3074  movlw  0x74
0x0021 : 0x20CE  call   0xCE
0x0022 : 0x3061  movlw  0x61
0x0023 : 0x20CE  call   0xCE
0x0024 : 0x3072  movlw  0x72
0x0025 : 0x20CE  call   0xCE
0x0026 : 0x3074  movlw  0x74
0x0027 : 0x20CE  call   0xCE
0x0028 : 0x303F  movlw  0x3F
0x0029 : 0x20CE  call   0xCE

0x002A : 0x0187  clrf   0x07
0x002B : 0x1C06  btfss  0x06 , 0
0x002C : 0x282B  goto   0x2B
0x002D : 0x1087  bcf    0x07 , 1
0x002E : 0x3080  movlw  0x80
0x002F : 0x20C7  call   0xC7
0x0030 : 0x3001  movlw  0x01
0x0031 : 0x20C7  call   0xC7
0x0032 : 0x20B5  call   0xB5
0x0033 : 0x3057  movlw  0x57
```

```
        call ec
        movlw 'o'
        call ec
        movlw 'r'
        call ec
        movlw 'k'
        call ec
        movlw 'i'
        call ec
        movlw 'n'
        call ec
        movlw 'g'
        call ec
        movlw ' '
        call ec
        movf 0x21,0
        iorlw 0x30
        call ec
start2  btfss 0x06,2    ;Check for "O.L",B2
        goto ol2
        btfss 0x06,1    ;Check for "Stop",B1
        goto off
        bsf 0x07,0              ;Set motor "On"
        bcf 0x07,1
press0  btfss 0x06,3    ;Check for Product "phe",B3
        goto start2
release0 bcf 0x07,0
        call delay4
        bsf 0x07,1
        movlw  0x80     ; Display "Remove !!"
        call ei
        movlw 0x01
        call ei
        call delay1
        movlw 'R'
        call ec
        movlw 'e'
        call ec
        movlw 'm'
        call ec
        movlw 'o'
        call ec
        movlw 'v'
        call ec
        movlw 'e'
        call ec
        movlw '!'
        call ec
        movlw '!'
        call ec
        movf 0x20,0
        iorlw 0x30
        call ec
        btfsc 0x06,3
        goto release0
        call delay4
        bsf 0x07,0
        goto Resturt
ol2     movlw 0x80
        call ei
        movlw 0x01
        call ei
        call delay1
```

```
0x0034 : 0x20CE  call  0xCE
0x0035 : 0x306F  movlw  0x6F
0x0036 : 0x20CE  call  0xCE
0x0037 : 0x3072  movlw  0x72
0x0038 : 0x20CE  call  0xCE
0x0039 : 0x306B  movlw  0x6B
0x003A : 0x20CE  call  0xCE
0x003B : 0x3069  movlw  0x69
0x003C : 0x20CE  call  0xCE
0x003D : 0x306E  movlw  0x6E
0x003E : 0x20CE  call  0xCE
0x003F : 0x3067  movlw  0x67
0x0040 : 0x20CE  call  0xCE
0x0041 : 0x3020  movlw  0x20
0x0042 : 0x20CE  call  0xCE
0x0043 : 0x0821  movf  0x21 , W
0x0044 : 0x3830  iorlw  0x30
0x0045 : 0x20CE  call  0xCE
0x0046 : 0x1D06  btfss  0x06 , 2
0x0047 : 0x286E  goto  0x6E
0x0048 : 0x1C86  btfss  0x06 , 1
0x0049 : 0x288D  goto  0x8D
0x004A : 0x1407  bsf  0x07 , 0
0x004B : 0x1087  bcf  0x07 , 1
0x004C : 0x1D86  btfss  0x06 , 3
0x004D : 0x2846  goto  0x46
0x004E : 0x1007  bcf  0x07 , 0
0x004F : 0x20A9  call  0xA9
0x0050 : 0x1487  bsf  0x07 , 1
0x0051 : 0x3080  movlw  0x80
0x0052 : 0x20C7  call  0xC7
0x0053 : 0x3001  movlw  0x01
0x0054 : 0x20C7  call  0xC7
0x0055 : 0x20B5  call  0xB5
0x0056 : 0x3052  movlw  0x52
0x0057 : 0x20CE  call  0xCE
0x0058 : 0x3065  movlw  0x65
0x0059 : 0x20CE  call  0xCE
0x005A : 0x306D  movlw  0x6D
0x005B : 0x20CE  call  0xCE
0x005C : 0x306F  movlw  0x6F
0x005D : 0x20CE  call  0xCE
0x005E : 0x3076  movlw  0x76
0x005F : 0x20CE  call  0xCE
0x0060 : 0x3065  movlw  0x65
0x0061 : 0x20CE  call  0xCE
0x0062 : 0x3021  movlw  0x21
0x0063 : 0x20CE  call  0xCE
0x0064 : 0x3021  movlw  0x21
0x0065 : 0x20CE  call  0xCE
0x0066 : 0x0820  movf  0x20 , W
0x0067 : 0x3830  iorlw  0x30
0x0068 : 0x20CE  call  0xCE
0x0069 : 0x1986  btfsc  0x06 , 3
0x006A : 0x284E  goto  0x4E
0x006B : 0x20A9  call  0xA9
0x006C : 0x1407  bsf  0x07 , 0
0x006D : 0x282E  goto  0x2E
0x006E : 0x3080  movlw  0x80
0x006F : 0x20C7  call  0xC7
0x0070 : 0x3001  movlw  0x01
0x0071 : 0x20C7  call  0xC7
0x0072 : 0x20B5  call  0xB5
```

```
        movlw 'O'
        call ec
        movlw 'v'
        call ec
        movlw 'e'
        call ec
        movlw 'r'
        call ec
        movlw ' '
        call ec
        movlw 'L'
        call ec
        movlw 'o'
        call ec
        movlw 'a'
        call ec
        movlw 'd'
        call ec
x1      bsf 0x07,1
        bcf 0x07,0
        call delay4
        bcf 0x07,1
        call delay4
        btfss 0x06,0
        goto x1
        goto start1
off     bcf 0x07,0
        bsf 0x07,1
        movlw  0x80
        call ei
        movlw 0x01
        call ei
        call delay1
        movlw 'E'
        call ec
        movlw 'n'
        call ec
        movlw 'd'
        call ec
        movlw ' '
        call ec
        movlw 'S'
        call ec
        movlw 't'
        call ec
        movlw 'a'
        call ec
        movlw 'r'
        call ec
        movlw 't'
        call ec
        movlw '!'
        call ec
        goto start1
delay4  movwf 0x0c              ;sr
delay11 movlw 0xff
        movwf 0x0d
delay12 movlw 0xff
        movwf 0x0e
delay13 decfsz 0x0e,1
        goto delay13
        decfsz 0x0d,1
        goto delay12
```

```
0x0073 : 0x304F  movlw  0x4F
0x0074 : 0x20CE  call   0xCE
0x0075 : 0x3076  movlw  0x76
0x0076 : 0x20CE  call   0xCE
0x0077 : 0x3065  movlw  0x65
0x0078 : 0x20CE  call   0xCE
0x0079 : 0x3072  movlw  0x72
0x007A : 0x20CE  call   0xCE
0x007B : 0x3020  movlw  0x20
0x007C : 0x20CE  call   0xCE
0x007D : 0x304C  movlw  0x4C
0x007E : 0x20CE  call   0xCE
0x007F : 0x306F  movlw  0x6F
0x0080 : 0x20CE  call   0xCE
0x0081 : 0x3061  movlw  0x61
0x0082 : 0x20CE  call   0xCE
0x0083 : 0x3064  movlw  0x64
0x0084 : 0x20CE  call   0xCE
0x0085 : 0x1487  bsf    0x07 , 1
0x0086 : 0x1007  bcf    0x07 , 0
0x0087 : 0x20A9  call   0xA9
0x0088 : 0x1087  bcf    0x07 , 1
0x0089 : 0x20A9  call   0xA9
0x008A : 0x1C06  btfss  0x06 , 0
0x008B : 0x2885  goto   0x85
0x008C : 0x282B  goto   0x2B
0x008D : 0x1007  bcf    0x07 , 0
0x008E : 0x1487  bsf    0x07 , 1
0x008F : 0x3080  movlw  0x80
0x0090 : 0x20C7  call   0xC7
0x0091 : 0x3001  movlw  0x01
0x0092 : 0x20C7  call   0xC7
0x0093 : 0x20B5  call   0xB5
0x0094 : 0x3045  movlw  0x45
0x0095 : 0x20CE  call   0xCE
0x0096 : 0x306E  movlw  0x6E
0x0097 : 0x20CE  call   0xCE
0x0098 : 0x3064  movlw  0x64
0x0099 : 0x20CE  call   0xCE
0x009A : 0x3020  movlw  0x20
0x009B : 0x20CE  call   0xCE
0x009C : 0x3053  movlw  0x53
0x009D : 0x20CE  call   0xCE
0x009E : 0x3074  movlw  0x74
0x009F : 0x20CE  call   0xCE
0x00A0 : 0x3061  movlw  0x61
0x00A1 : 0x20CE  call   0xCE
0x00A2 : 0x3072  movlw  0x72
0x00A3 : 0x20CE  call   0xCE
0x00A4 : 0x3074  movlw  0x74
0x00A5 : 0x20CE  call   0xCE
0x00A6 : 0x3021  movlw  0x21
0x00A7 : 0x20CE  call   0xCE
0x00A8 : 0x282B  goto   0x2B
0x00A9 : 0x008C  movwf  0x0C
0x00AA : 0x30FF  movlw  0xFF
0x00AB : 0x008D  movwf  0x0D
0x00AC : 0x30FF  movlw  0xFF
0x00AD : 0x008E  movwf  0x0E
0x00AE : 0x0B8E  decfsz 0x0E , F
0x00AF : 0x28AE  goto   0xAE
0x00B0 : 0x0B8D  decfsz 0x0D , F
0x00B1 : 0x28AC  goto   0xAC
```

```
        decfsz 0x0c,1
        goto delay11
        return
:::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::
delay1  movlw 0x03
        movwf 0x22
        movlw 0x05
        movwf 0x23
loop2   decfsz 0x23,1
        goto loop2
        decfsz 0x22,1
        goto loop2
        return
delay2  movlw 0x01
        movwf 0x24
        movlw 0x05
        movwf 0x25
loop3   decfsz 0x25,1
        goto loop3
        decfsz 0x24,1
        goto loop3
        return
ei      movwf 0x08
        bcf 0x09,1
        bsf 0x09,0
        call delay2
        bcf 0x09,0
        call delay2
        return
ec      movwf 0x08
        bsf 0x09,1
        bsf 0x09,0
        call delay2
        bcf 0x09,0
        call delay2
        return

        end
```

```
0x00B2 : 0x0B8C  decfsz 0x0C , F
0x00B3 : 0x28AA  goto   0xAA
0x00B4 : 0x0008  return

0x00B5 : 0x3003  movlw  0x03
0x00B6 : 0x00A2  movwf  0x22
0x00B7 : 0x3005  movlw  0x05
0x00B8 : 0x00A3  movwf  0x23
0x00B9 : 0x0BA3  decfsz 0x23 , F
0x00BA : 0x28B9  goto   0xB9
0x00BB : 0x0BA2  decfsz 0x22 , F
0x00BC : 0x28B9  goto   0xB9
0x00BD : 0x0008  return
0x00BE : 0x3001  movlw  0x01
0x00BF : 0x00A4  movwf  0x24
0x00C0 : 0x3005  movlw  0x05
0x00C1 : 0x00A5  movwf  0x25
0x00C2 : 0x0BA5  decfsz 0x25 , F
0x00C3 : 0x28C2  goto   0xC2
0x00C4 : 0x0BA4  decfsz 0x24 , F
0x00C5 : 0x28C2  goto   0xC2
0x00C6 : 0x0008  return
0x00C7 : 0x0088  movwf  0x08
0x00C8 : 0x1089  bcf    0x09 , 1
0x00C9 : 0x1409  bsf    0x09 , 0
0x00CA : 0x20BE  call   0xBE
0x00CB : 0x1009  bcf    0x09 , 0
0x00CC : 0x20BE  call   0xBE
0x00CD : 0x0008  return
0x00CE : 0x0088  movwf  0x08
0x00CF : 0x1489  bsf    0x09 , 1
0x00D0 : 0x1409  bsf    0x09 , 0
0x00D1 : 0x20BE  call   0xBE
0x00D2 : 0x1009  bcf    0x09 , 0
0x00D3 : 0x20BE  call   0xBE
0x00D4 : 0x0008  return
```