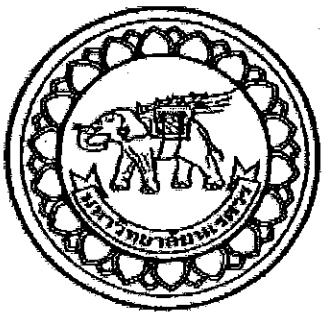


ระบบการควบคุมแสงสว่างด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์

A LIGHTING CONTROL SYSTEM BY USING A MICROCONTROLLER

นายพฤทธพงศ์	เรืองฤทธิ์	รหัส 46361713
นายเฉลิมชนม์	พาครุฑ	รหัส 46361812
นางสาวพรวิภา	อรเนตรพงษ์	รหัส 46363321

i 508 1294 e.2

ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์
วันที่รับ 7 พ.ย. 2550
เลขทะเบียน 5000097
เลขเรียกหนังสือ
มหาวิทยาลัยนเรศวร

วร.
ว495ร
2549

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

ปีการศึกษา 2549

ใบรับรองโครงงานวิศวกรรม

หัวข้อโครงงาน	ระบบการควบคุมแสงสว่างด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์
ผู้ดำเนินโครงการ	นายพฤทธพงศ์ เรืองฤทธิ์ รหัส 46361713
	นายเฉลิมชนม์ พาครุฑ รหัส 46361812
	นางสาวพรวิภา อรเนตรพงษ์ รหัส 46363321
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุชาติ แย้มเม่น
สาขาวิชา	วิศวกรรมไฟฟ้า
ภาควิชา	วิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์
ปีการศึกษา	2549

.....

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร อนุมัติให้โครงงานฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

คณะกรรมการสอบโครงงานวิศวกรรม

.....ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุชาติ แย้มเม่น)

.....กรรมการ

(ดร.สมยศ เกียรติวนิชวิไล)

.....กรรมการ

(อาจารย์ปิยดนัย ภาชนะพรรณ์)

หัวข้อโครงงาน	ระบบการควบคุมแสงสว่างด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์		
ผู้ดำเนินโครงงาน	นายพฤทธพงศ์	เรืองฤทธิ์	รหัส 46361713
	นายเฉลิมชนม์	พาครุฑ	รหัส 46361812
	นางสาวพรวิภา	อรเนตรพงษ์	รหัส 46363321
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุชาติ แย้มเม่น		
สาขาวิชา	วิศวกรรมไฟฟ้า		
ภาควิชา	วิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์		
ปีการศึกษา	2549		

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์โครงงานเพื่อพัฒนาระบบควบคุมการเปิด - ปิดหลอดฟลูออเรสเซนต์ด้วยการใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมตามความส่องสว่างของแต่ละพื้นที่ใช้งาน การทำงานของระบบนี้เริ่มจากอุปกรณ์วัดความส่องสว่างส่งค่าความส่องสว่างแต่ละพื้นที่ใช้งานไปยังตัวควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877 ซึ่งทำหน้าที่ควบคุมวงจรหลอดฟลูออเรสเซนต์ให้มีปริมาณความส่องสว่างเหมาะสม

ผลการทดลองการใช้ระบบนี้ในช่วงเวลาทำงาน 63 ชั่วโมง พบว่า หลอดฟลูออเรสเซนต์เปิด 3 วงจร บริเวณกลางพื้นที่ใช้งาน เนื่องจากริมพื้นที่ใช้งานมีแสงสว่างจากธรรมชาติเข้ามาช่วยเสริม ทำให้เปิดหลอดฟลูออเรสเซนต์ 24 หลอด จากเดิมเปิด 72 หลอด นำไปสู่การประหยัดพลังงานไฟฟ้า 19.87 กิโลวัตต์*ชั่วโมง/วัน คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้ 21,760 บาท/ปี โดยมีค่าใช้จ่ายในการติดตั้งระบบ 16,000 บาท ทำให้คืนทุน 0.74 ปี และทำให้บริษัทฯ เสียค่าใช้จ่ายพลังงานไฟฟ้าลดลง 67% พร้อมทั้งสามารถประยุกต์ใช้งานระบบนี้ในบริเวณที่มีแสงสว่างจากธรรมชาติเข้าถึง

Project Title	A Lighting Control System by Using a Microcontroller		
Name	Mr. Pruettapong	Ruangrit	ID. 46361713
	Mr. Chalermchon	Pacrut	ID. 46361812
	Miss Pornvipa	Oranetphong	ID. 46363321
Project Advisor	Assistant Professor Suchart Yammen, Ph.D.		
Major	Electrical Engineering		
Department	Electrical and Computer Engineering		
Acadamic Year	2006		

ABSTRACT

The purpose of the project is to develop a fluorescent lamp switching control system by using a microcontroller which controls the luminance of each used area. The function of this system begins with the measured luminance of each used area transmitting to PIC 16F877 microcontroller which controls fluorescent lamp circuits for suitable luminance.

From experimental result during 63 hours, it had found that only 3 circuits of fluorescent lamp in the middle area turn on because there is the natural light in the edge of area; therefore, one-third of 72 fluorescent lamps turn on. This leads to save the electric energy 19.87 kWh/day or 21,760 baht/year. The cost of the developed system is 16,000 baht and the capital will be returned to company in 0.74 year. This system makes the electric energy cost of the company decrease 67%, and can be applied in the area where natural light can approach.

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีด้วยความช่วยเหลือจากบุคคลหลายฝ่ายโดยเฉพาะอย่างยิ่งขอขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุชาติ แย้มเม่น ในฐานะอาจารย์ที่ปรึกษาที่ได้ให้แนวคิดและข้อแนะนำที่มีคุณค่าและมีประโยชน์ต่อการทำโครงงานอย่างมาก ตลอดจนเสียสละเวลาทำงานและเวลาครอบครัวในการตรวจร่างรายงานและแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ในรายงานฉบับนี้ด้วยความเต็มใจและไม่รู้สึกเหน็ดเหนื่อย

นอกจากนี้ผู้จัดทำขอขอบคุณสำนักงานโครงการ IRPUS ฝ่ายอุตสาหกรรม สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ที่ได้ให้ทุนอุดหนุนในการทำโครงงาน

ท้ายสุดนี้ คณะผู้จัดทำขอขอบคุณสุชาติ กุลเจริญ ผู้จัดการฝ่าย ฝ่ายประกันคุณภาพและพนักงานของบริษัท ไทยเอโรว์ จำกัด (พิษณุโลก) ทุกท่าน ที่มีส่วนร่วมให้อำนวยสถานที่ในการทำโครงงานเป็นอย่างดียิ่ง

พร้อมทั้งขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา คณาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่านที่ได้อบรมสั่งสอน ให้ความรู้ ให้คำแนะนำ ให้คำปรึกษาที่มีคุณค่า แก่คณะผู้จัดทำด้วยดีเสมอมา

คณะผู้จัดทำโครงงาน

นายพฤทธพงศ์ เรืองฤทธิ์

นายเฉลิมชนม์ พาครุฑ

นางสาวพรวิภา อรเนตรพงษ์

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ก

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ข

กิตติกรรมประกาศ ..... ค

สารบัญ ..... ง

สารบัญตาราง ..... ฉ

สารบัญรูป ..... ช

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงงาน 1

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน 1

1.3 ขอบข่ายของโครงงาน 1

1.4 ขั้นตอนการดำเนินโครงงาน 2

1.5 แผนการดำเนินโครงงาน 3

1.6 ผลลัพธ์ที่คาดว่าจะได้รับ 4

1.7 งบประมาณของโครงงาน 4

บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการทำงาน

2.1 หลักการทำงานของหลอดฟลูออเรสเซนต์ 5

2.2 หลักการทำงานของอุปกรณ์วัดความส่องสว่าง 7

2.3 ไมโครคอนโทรลเลอร์ 8

2.4 การเขียนโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์ 15

บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน

3.1 การศึกษาการทำงาน 17

3.2 การออกแบบชิ้นงานและการสร้างชิ้นงาน 19

3.3 การทดลองชิ้นงาน 27

3.4 รวบรวมข้อมูลทั้งหมดเข้ารูปเล่มพร้อมรายงาน 27

บทที่ 4 การทดสอบและผลการประหยัดพลังงานที่ได้รับ 28

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 5 บทสรุป

5.1 สรุป 31

5.2 ข้อเสนอแนะ 31

เอกสารอ้างอิง 32

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก คู่มือการใช้งานของระบบการควบคุมแสงสว่าง
ด้วยคอนไมโครคอนโทรลเลอร์ 34

ภาคผนวก ข วิธีการใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล PIC 47

ภาคผนวก ค โปรแกรมระบบการควบคุมแสงสว่างด้วยคอนไมโครคอนโทรลเลอร์ 66

ประวัติผู้เขียนโครงงาน 88

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1.1 แผนการดำเนินโครงงาน	3
2.1 แสดงชื่อขา ตำแหน่งขา ชนิดขา และรายละเอียดการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877	12
4.1 แสดงสถานะภาพการทำงาน 9 วงจรหลอดฟลูออเรสเซนต์ของระบบที่ไม่เลือกโหมดอัตโนมัติ	28
4.2 แสดงสถานะภาพการทำงาน 9 วงจรหลอดฟลูออเรสเซนต์ของระบบที่เลือกโหมดอัตโนมัติ	29

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 แสดงหลอดฟลูออเรสเซนต์	5
2.2 แสดงภายในหลอดฟลูออเรสเซนต์	6
2.3 แสดงการต่อใช้งานของหลอดฟลูออเรสเซนต์	7
2.4 แสดงโครงสร้าง LDR	8
2.5 แสดงหลักการใช้ LDR ต่อวงจรแบ่งแรงดันของวงจรเปิด-ปิดสวิทช์	8
2.6 แสดงชิพที่สามารถทำการโปรแกรมได้ครั้งเดียว	9
2.7 แสดงชิพที่สามารถเขียนโปรแกรมเข้าไปแล้วสามารถลบได้โดยแสงอัลตร้าไวโอเลต	9
2.8 แสดงชิพที่สามารถอ่านหรือเขียนด้วยสัญญาณทางไฟฟ้า	10
2.9 แสดงชื่อและตำแหน่งขาของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877	11
3.1 สภาพก่อนการปรับปรุง จะเห็นว่ามีการเปิดหลอดไฟทุกหลอดในเวลาทำงาน ซึ่งเป็นช่วงกลางวันที่มีแสงสว่างจากภายนอกมาก	17
3.2 แผนภาพการทำงานของระบบการควบคุมแสงสว่างด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์	18
3.3 การใช้สวิทช์ของวงจรเดิมและปรับปรุง	19
3.4 แผนภาพผังวงจรควบคุมหลอดฟลูออเรสเซนต์ตามแนวขวาง	20
3.5 ตำแหน่งหัววัด LDR บริเวณพื้นที่ทำงาน 6 จุด (S1, S2, S3, S4, S5 และ S6)	20
3.6 แผนภาพวงจรควบคุมหลอดฟลูออเรสเซนต์ตามแนวขวางและแนวสลับฟันปลา	21
3.7 ภาพภายในตู้ควบคุมไฟฟ้ากำลัง	21
3.8 โครงสร้างการเชื่อมต่อ LDR เข้ากับขาต่างๆ ของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F716	22
3.9 ภาพภายในกล่องอุปกรณ์ความส่องสว่าง	23
3.10 โครงสร้างการเชื่อมต่อขาต่างๆ ของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877	23
3.11 กล่องควบคุมหลักที่บรรจุไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877 พร้อมแป้นคีย์บอร์ด	24
3.12 ภาพภายในกล่องควบคุมหลักที่บรรจุไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877 พร้อมแป้นคีย์บอร์ด	24
3.13 แผนผังลำดับการทำงานของระบบการควบคุมแสงสว่าง ด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877	25
3.14 แผนผังลำดับการทำงานของอุปกรณ์วัดความส่องสว่าง ด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F716	26
3.15 ภาพการติดตั้งตู้ควบคุมภายในบริเวณพื้นที่โรงซ่อมบำรุง	27

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงงาน

เนื่องด้วยกลุ่มผู้จัดทำโครงงานได้มีโอกาสเยี่ยมชมระบบการผลิตอุปกรณ์เกี่ยวกับสายไฟในรถยนต์ของ บริษัท ไทยแอโรว์ จำกัด (พิษณุโลก) กลุ่มผู้จัดทำโครงงานได้สังเกตเห็นนโยบายการประหยัดพลังงานที่เกี่ยวกับการใช้แสงสว่างเฉพาะที่ที่จำเป็น ซึ่งพนักงานเป็นผู้ดำเนินการด้วยตนเอง โดยพิจารณาจากการมองเห็น ซึ่งเป็นนโยบายที่ดี ที่ปลูกฝังในเรื่องการประหยัดพลังงาน แต่บางครั้งพนักงานอาจเกิดความหลงลืม เนื่องจากต้องปฏิบัติหน้าที่ประจำของตนเอง ดังนั้น กลุ่มผู้จัดทำโครงงานจึงคำนึงถึงความสำคัญของนโยบายการประหยัดพลังงานของบริษัทฯนี้ จึงได้คิดระบบการควบคุมแสงสว่างด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ขึ้นมา โดยมีการทำงานเปิด-ปิดอัตโนมัติ อาศัยอุปกรณ์วัดแสงสว่างเป็นตัวรับแสงสว่างที่มีส่วนควบคุมการปิด-เปิดซึ่งวัดตามค่ามาตรฐานตามที่กำหนดไว้ ทำให้พนักงานไม่เกิดความกังวลในการเปิด-ปิดหลอดไฟ และพนักงานยังสามารถทำงานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ อีกทั้งยังช่วยให้บริษัทลดค่าใช้จ่ายทางด้านพลังงาน ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของต้นทุนในการผลิตอีกด้วย

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1.2.1 เพื่อการประหยัดพลังงานโดยระบบการควบคุมแสงสว่างด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งทำให้เกิดความสะดวกสบายภายในสถานที่ทำงาน

1.2.2 เพื่อค้นหาวิธีประหยัดพลังงานให้ได้มากที่สุด โดยใช้ระบบการควบคุมแสงสว่างด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์

1.2.3 เพื่อออกแบบ สร้าง และทดลองระบบการควบคุมแสงสว่างด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์

1.2.4 เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการนำไปใช้ในชีวิตจริงของระบบการควบคุมแสงสว่างด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์

1.3 ขอบข่ายของโครงงาน

1.3.1 สร้างระบบการควบคุมแสงสว่างด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยควบคุมแสงสว่างได้ตามที่กำหนดค่า (มาตรฐานที่ตั้งไว้)

1.3.2 ทดสอบการทำงานของระบบการควบคุมแสงสว่างด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์

1.4 ขั้นตอนการดำเนินโครงงาน

1.4.1 ศึกษาการทำงาน

1.4.1.1 หลักการทำงานของอุปกรณ์วัดความส่องสว่าง

1.4.1.2 หลักการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์

1.4.1.3 หลักการเขียนโปรแกรมด้วยภาษา PICBASIC PRO

1.4.2 การออกแบบ

1.4.2.1 ออกแบบวงจรไฟฟ้าของระบบการควบคุมแสงสว่างด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์

1.4.2.2 ออกแบบวงจรการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์

1.4.2.3 ออกแบบโปรแกรมการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์

1.4.3 การสร้าง

1.4.3.1 สร้างตู้ควบคุมของระบบการควบคุมแสงสว่างด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์

1.4.3.2 สร้างตัวระบบการควบคุมแสงสว่างด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ขึ้นมาใหม่

1.4.4 การทดลองโดยนำไปติดตั้งงานจริง

บริษัท ไทยแอโรว์ จำกัด (พิษณุโลก)

230 หมู่ 7 ตำบลหัวรอ อำเภอเมือง

จังหวัดพิษณุโลก 65000

1.4.5 รวบรวมข้อมูลทั้งหมดเข้ารูปเล่มพร้อมรายงาน

1.5 แผนการดำเนินโครงงาน

กิจกรรม	ระยะเวลาดำเนินการ(เดือน)									ผู้รับผิดชอบ	หมายเหตุ
	2549						2550				
	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.		
1. ศึกษาการทำงาน											
1.1 หลักการทำงานของอุปกรณ์วัดความส่องสว่าง											*
1.2 หลักการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์											*
1.3 หลักการเขียนโปรแกรมด้วยภาษา PICBASIC PRO											*
2. การออกแบบ										นายพฤทธพงศ์ เรืองฤทธิ์	
2.1 ออกแบบวงจรไฟฟ้าของระบบการควบคุมแสงสว่าง										นายเฉลิมชนม์ พาครุฑ	*
2.2 ออกแบบวงจรการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์										นางสาวพรวิภา อรเนตรพงษ์	*
2.3 ออกแบบโปรแกรมการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์											*
3. การสร้าง											*
4. การทดลองโดยการติดตั้งและสังเกตจากสถานที่จริง											**
5. รวบรวมข้อมูลทั้งหมดเข้ารูปเล่มพร้อมรายงาน											*,**

* ปฏิบัติที่ภาควิชาฯ

** ปฏิบัติที่ห้องทดลองของบริษัทฯ

1.6 ผลลัพธ์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.6.1 นักศึกษาได้มีโอกาสออกแบบ สร้างระบบควบคุมแสงสว่าง และทดลองใช้งานจริง

1.6.2 ทำให้เกิดการประหยัดพลังงาน โดยวิธีการใช้ระบบการควบคุมแสงสว่างด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์

1.6.3 นักศึกษาสามารถนำระบบการควบคุมแสงสว่างด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์นี้ไปประยุกต์ใช้งานในชีวิตประจำวันได้

1.7 งบประมาณของโครงงาน

1.7.1 ค่าวัสดุสร้างชิ้นงาน	6,500 บาท
1.7.2 ค่าวัสดุคอมพิวเตอร์	5,000 บาท
1.7.3 ค่าวัสดุอื่นๆ	2,500 บาท
1.7.4 ค่าถ่ายเอกสารและจัดทำรูปเล่ม	2,000 บาท
รวมเป็นเงิน	16,000 บาท
	(หนึ่งหมื่นหกพันบาทถ้วน)

หมายเหตุ:

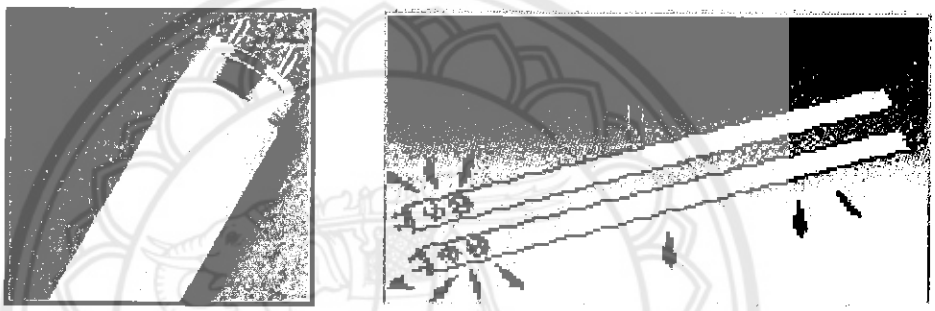
(ค่าใช้จ่ายทั้งหมดได้รับการสนับสนุนจากคณะวิศวกรรมศาสตร์เป็นจำนวนเงิน 3,000 บาท และได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจาก สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (ฝ่ายอุตสาหกรรม) เป็นจำนวนเงิน 13,000 บาท)

บทที่ 2

ทฤษฎีและหลักการทำงาน

2.1 หลักการทำงานของหลอดฟลูออเรสเซนต์

หลอดฟลูออเรสเซนต์ เป็นหลอดไฟฟ้าที่จัดได้ว่า เป็นต้นกำเนิดแสงสว่างที่ได้รับความนิยมแพร่หลายมากที่สุด ถูกนำไปใช้ทดแทนแหล่งกำเนิดแสงสว่างเดิมคือ หลอดมีไส้ (Incandescent) สำหรับให้ความสว่างทั่วไป ยกเว้นกรณีของไฟที่ใช้ประดับประดาและการใช้ตามบ้านเรือนเท่านั้น เพราะหลอดฟลูออเรสเซนต์มีประสิทธิภาพในการให้แสงสว่างสูงพอสมควร และคุณภาพของแสงเป็นแสงสีขาวนวล ซึ่งเหมาะสำหรับการให้แสงสว่างทั่วๆ ไป



รูปที่ 2.1 แสดงหลอดฟลูออเรสเซนต์

หลอดฟลูออเรสเซนต์ทำด้วยหลอดแก้วที่สูบอากาศออกจนหมดแล้วบรรจุไอปรอทไว้เล็กน้อย มีไส้ที่ปลายหลอดทั้งสองข้าง ส่วนประกอบและการทำงานของหลอดฟลูออเรสเซนต์ มีดังนี้

1. ตัวหลอด ภายในสูบอากาศออกจนหมด แล้วบรรจุไอปรอทและก๊าซอาร์กอนเล็กน้อย ด้านในของหลอดฟลูออเรสเซนต์ฉาบด้วยสารเรืองแสงชนิดต่างๆ แล้วแต่ความต้องการให้เรืองแสงเป็นสีใด เช่น ถ้าต้องการให้เรืองแสงสีเขียว ต้องฉาบด้วยสารซิงค์ซิลิเคต แสงสีขาวแกมฟ้าฉาบด้วยแมกนีเซียมทังสเตน แสงสีชมพูฉาบด้วยแคดเนียมบอเรต เป็นต้น

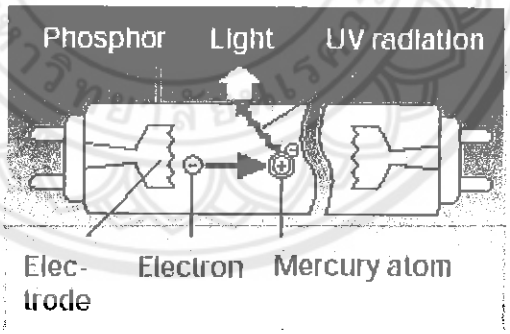
2. ไส้หลอด ทำด้วยทังสเตนหรือวุลแฟรมอยู่ที่ปลายทั้งสองข้างเมื่อกระแสไฟฟ้าผ่านไส้หลอดจะทำให้ไส้หลอดร้อนขึ้น ความร้อนที่เกิดขึ้นจะทำให้ไอปรอทที่บรรจุไว้ในหลอดกลายเป็นไอมากขึ้น แต่ขณะนั้นกระแสไฟฟ้ายังผ่านไอปรอทไม่สะดวก เพราะปรอทยังเป็นไอน้อยทำให้ความต้านทานของหลอดสูง

3. สตาร์ตเตอร์ ทำหน้าที่เป็นสวิตช์ไฟฟ้าอัตโนมัติของวงจรโดยต่อขนานกับหลอด ทำด้วยหลอดแก้วภายในบรรจุก๊าซนีออนและแผ่นโลหะคู่ที่งอตัวได้ เมื่อได้รับความร้อนกระแสไฟฟ้าผ่าน

ก๊าซนีออน ก๊าซนีออนจะติดไฟเกิดความร้อนขึ้น ทำให้แผ่นโลหะคู่งอจนแตะติดกันทำให้กลายเป็นวงจรปิดทำให้กระแสไฟฟ้าผ่านแผ่นโลหะได้ครบวงจร ก๊าซนีออนที่ติดไฟอยู่จะดับและเย็นลง แผ่นโลหะคู่จะแยกออกจากกันทำให้เกิดความต้านทานสูงขึ้นอย่างทันทีซึ่งขณะเดียวกันระแสไฟฟ้าจะผ่านไส้หลอดได้มากขึ้นทำให้ไส้หลอดร้อนขึ้นมาก ปรอทก็จะเป็นไอมากขึ้นจนพอที่นำกระแสไฟฟ้าได้

4. บาลาสต์ เป็นขดลวดที่พันอยู่บนแกนเหล็กขณะกระแสไฟฟ้าไหลผ่านจะเกิดการเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้าทำให้เกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำขึ้น เมื่อแผ่นโลหะคู่ในสตาร์ตเตอร์แยกตัวออกจากกันนั้นจะเกิดวงจรเปิดชั่วขณะ แรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำที่เกิดขึ้นในบาลาสต์จึงทำให้เกิดความต่างศักย์ระหว่างไส้หลอดทั้งสองข้างสูงขึ้นเพียงพอที่จะทำให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านไอปรอทจากไส้หลอดข้างหนึ่งไปยังไส้หลอดอีกข้างหนึ่งได้ แรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำที่เกิดจากบาลาสต์นั้นจะทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำไหลสวนทางกับกระแสไฟฟ้าที่เข้าสู่วงจรของหลอดฟลูออเรสเซนต์ลดลง

เมื่อกระแสไฟฟ้าผ่านไอปรอทจะคายพลังงานไฟฟ้าให้อะตอมไอปรอท ทำให้อะตอมของไอปรอทอยู่ในสภาวะถูกกระตุ้น (Excited state) และอะตอมของปรอทจะคายพลังงานออกมาเพื่อลดระดับพลังงาน ในรูปของรังสีอัลตราไวโอเลต ซึ่งอยู่ในช่วงของแสงที่มองไม่เห็น เมื่อรังสีนี้กระทบสารเรืองแสงที่ฉาบไว้ที่ผิวหลอด สารเรืองแสงจะเปล่งแสงสีต่างๆ ตามชนิดของสารเรืองแสงที่ฉาบไว้ในหลอดนั้น ดังแสดงไว้ในรูปที่ 2.2

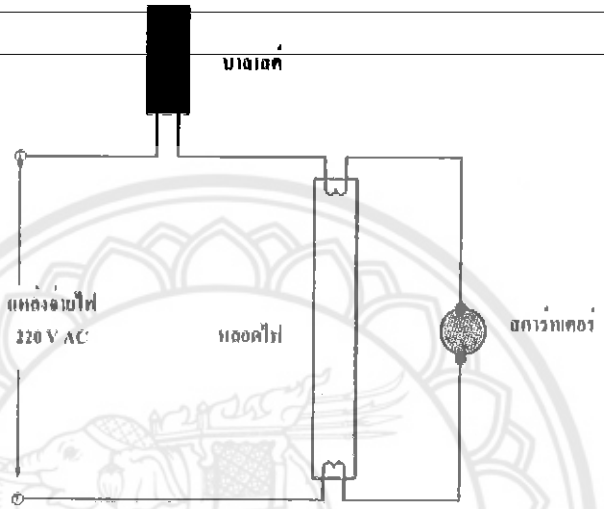


รูปที่ 2.2 แสดงภายในหลอดฟลูออเรสเซนต์

ตัวเลขที่ปรากฏบนหลอดไฟฟ้าธรรมดาและหลอดเรืองแสงซึ่งบอก "กำลังไฟฟ้า" เป็นวัตต์ เป็นการบอกถึงปริมาณ "พลังงานไฟฟ้า" ที่ใช้ไปใน 1 วินาที เช่น 20 วัตต์ หมายถึง หลอดไฟฟ้านี้จะใช้พลังงานไป 20 จูลในเวลา 1 วินาที ดังนั้นหลอดฟลูออเรสเซนต์ที่มีกำลังไฟฟ้ามาก เมื่อใช้งานมากก็ยิ่งสิ้นเปลืองกระแสไฟฟ้ามาก ทำให้เสียค่าใช้จ่ายมากขึ้นด้วย ปัจจุบันมีการผลิตหลอดไฟ

พร้อมอุปกรณ์ประกอบ เช่น บาลาสต์แบบประหยัดพลังงานขึ้นมาใช้หลายชนิด เช่น หลอดตะเกียบ หลอดผอม บาลาสต์เบอร์ 5 เป็นต้น

การต่อวงจรใช้งานเริ่มจากต่อสายไฟ 220 VAC เส้นหนึ่งต่อเข้ากับบาลาสต์ จากบาลาสต์ต่อไปยังขั้วหลอดหนึ่ง ขั้วหลอดสองต่อไปยังสตาร์ทเตอร์และต่อเข้าขั้วหลอดอีกด้านหนึ่งจากขั้วหลอดจะต่อเข้าไฟ AC อีกเส้นหนึ่งจนครบวงจรดังรูป แสดงการต่อวงจรหลอดฟลูออเรสเซนต์เพื่อใช้งาน ดังแสดงไว้ในรูปที่ 2.3

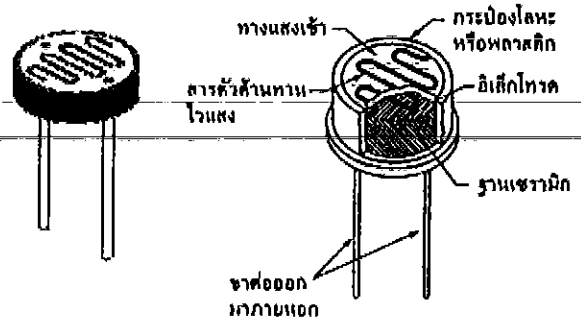


รูปที่ 2.3 รูปแสดงการต่อใช้งานของหลอดฟลูออเรสเซนต์

2.2 หลักการทำงานของอุปกรณ์วัดความส่องสว่าง

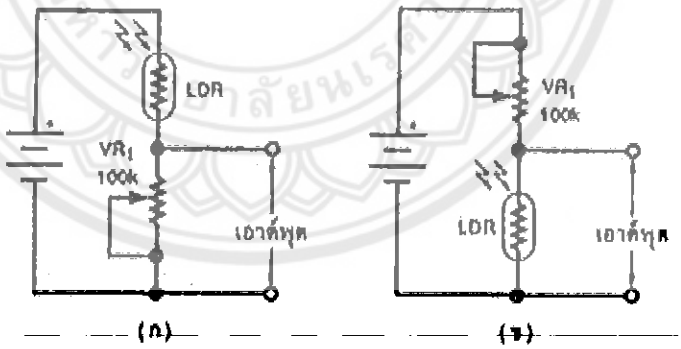
อุปกรณ์วัดความส่องสว่าง ทำจาก Light Dependent Resistor (LDR) มีคุณสมบัติเปลี่ยนค่าความต้านทานตามความเข้มของแสงที่ตกกระทบผิวหน้าของ LDR จากหลักการดังกล่าวจึงนำ LDR มาสร้างเป็นอุปกรณ์วัดความส่องสว่าง

LDR มีชื่อเรียกอีกหลายชื่อ เช่น โฟโต้คอนดักทีฟเซล (Photoconductive cell) หรือ ตัวต้านทานไวแสง (LSR - light sensitive resistor) ส่วนใหญ่ทำจาก สารแคดเมียมซัลไฟด์ (CdS) หรือแคดเมียมซีนิไนด์ (CdSe) ซึ่งทั้งสองตัวนี้เป็นสารประเภทกึ่งตัวนำ โดยการนำสารเหล่านี้มาฉาบลงบนแผ่นเซรามิกที่ใช้เป็นฐานรอง แล้วต่อขาจากสารที่ฉาบไว้ออกมา รูปร่างของ LDR จะเห็นได้ดังแสดงไว้ในรูปที่ 2.4 ส่วนที่ขดเป็นแนวเล็กๆ สีดำ ทำหน้าที่เป็นตัวต้านทานไวแสง และแนวสีดำนี้จะแบ่งพื้นที่ของตัวมันออกเป็น 2 ข้าง ซึ่งถ้าดูของจริงจะเห็นว่าออกสีทอง ซึ่งจะเป็นตัวนำไฟฟ้าทำหน้าที่สัมผัสกับตัวต้านทานไวแสง เป็นส่วนสำหรับต่อขาออกมาภายนอก หรือเรียกว่า อิเล็กโทรด ส่วนที่เหลือจะเป็นฐานเซรามิก และอุปกรณ์สำหรับห่อหุ้ม ซึ่งมีได้หลายแบบ



รูปที่ 2.4 แสดงโครงสร้าง LDR

การนำตัวตัวต้านทาน Light Dependent Resistor (LDR) มาใช้งานกับวงจรควบคุมการเปิด-ปิดหลอดฟลูออเรสเซนต์ด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ เราจะนำมาใช้เพียง 2 ลักษณะเท่านั้น คือ มีแสงสว่างมากและมีแสงสว่างน้อย โดยทั่วไปจะนำ LDR มาต่อแบบอนุกรมเข้ากับตัวต้านทานหนึ่งตัว แล้วต่อเป็นวงจรแบ่งแรงดันออกมา ซึ่งมีการทำงาน คือ ถ้ามีแสงสว่างมาก LDR จะมีความต้านทานต่ำ ทำให้แรงดันส่วนใหญ่มาตกคร่อม R1 ทั้งหมด แรงดันเอาต์พุต จึงสูงเกือบเท่ากับแรงดันไฟเลี้ยง และถ้ามีแสงสว่างน้อย LDR จะมีความต้านทานสูง แรงดันส่วนใหญ่จะไปตกคร่อมที่ LDR แรงดันเอาต์พุต จึงเกือบเป็น 0 โวลต์ ดังแสดงไว้ในรูปที่ 2.5 (ก) ส่วนในรูปที่ 2.5 (ข) วงจรจะทำงานในทางตรงข้าม เพียงแต่สลับที่ระหว่าง LDR กับ R1 เวลามีแสงสว่างมาก เอาต์พุตก็จะเกือบเป็น 0 โวลต์ เวลามีแสงสว่างน้อย เอาต์พุตก็เกือบเท่าแรงดันไฟเลี้ยง จะเห็นได้ว่าตรงข้ามกับกรณีแรก



รูปที่ 2.5 แสดงหลักการใช้ LDR ต่อวงจรแบ่งแรงดันของวงจรเปิด-ปิดสวิทช์

2.3 ไมโครคอนโทรลเลอร์

เป็นอุปกรณ์ไอซี (IC: Integrated Circuit) ที่สามารถเขียนโปรแกรมการทำงานได้ซับซ้อน สามารถรับข้อมูลในรูปสัญญาณดิจิตัลเข้าไปทำการประมวลผลแล้วส่งผลลัพธ์ข้อมูลดิจิตัลออกมาเพื่อนำไปใช้งานตามที่ต้องการได้ ไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นไมโครโพรเซสเซอร์ชนิดหนึ่ง เช่นเดียวกับหน่วยประมวลผลกลาง (CPU: Central Processing Unit) ที่ใช้ในคอมพิวเตอร์ แต่ได้รับ

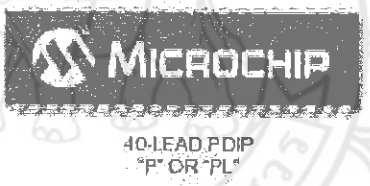
การพัฒนารวมวงจรที่จำเป็น เช่น หน่วยความจำ ส่วนอินพุต และเอาต์พุต บางส่วนเข้าไปในไอซีตัวเดียวกัน และเพิ่มวงจรบางอย่างเข้าไปเพื่อให้มีความสามารถเหมาะสมกับการใช้ในงานควบคุม เช่น วงจรตั้งเวลา วงจรการสื่อสารอนุกรม และวงจรแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นดิจิตัล เป็นต้น

ไมโครคอนโทรลเลอร์มีหลายยี่ห้อ หลายตระกูล และหลายเบอร์ด้วยกัน ซึ่งแต่ละเบอร์ก็จะมีโครงสร้างภายในและความสามารถในการทำงานที่แตกต่างกัน ไมโครคอนโทรลเลอร์ที่นิยมใช้งาน คือ MCS51, PIC และ AVR เป็นต้น

ไมโครคอนโทรลเลอร์ในตระกูล PIC สามารถแบ่งออกตามชนิดของ PROGRAM MEMORY ได้ 3 แบบ คือ

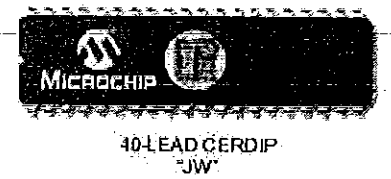
1. OTP (One Time Programmable)
2. EPROM (Erasable Programmable Read Only Memory)
3. EEPROM / Flash (Electronically Erasable Programmable Read Only Memory)

1. OTP เป็นชิพที่สามารถทำการลงโปรแกรมได้เพียงแค่ครั้งเดียวเท่านั้นดังแสดงไว้ในรูปที่ 2.6 หลังจากชิพได้ถูกโปรแกรมไปแล้วจะไม่สามารถโปรแกรมเข้าไปใหม่ได้อีก ดังนั้นชิพประเภทนี้จะนิยมใช้หลังจากได้พัฒนาโปรแกรมจนกระทั่งแก้ไขจุดบกพร่องต่างๆ ในโปรแกรมแล้ว จะมีตัวอักษร C แสดงบนตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ เช่น 16C84 และ 16C74 เป็นต้น



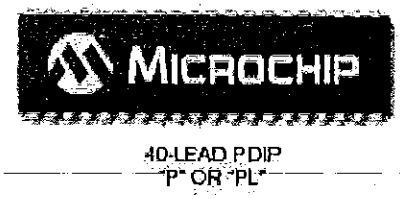
รูปที่ 2.6 แสดงชิพที่สามารถทำการโปรแกรมได้ครั้งเดียว

2. EPROM เป็นชิพที่สามารถเขียนโปรแกรมเข้าไปแล้วโปรแกรมใหม่ด้วยการลบโปรแกรมเดิมโดยให้แสงอัลตร้าไวโอเลต ส่องผ่านเข้าไปยังชิพ ประมาณ 5-10 นาทีดังแสดงไว้ในรูปที่ 2.7 ดังนั้นที่ด้านบนของชิพจะมีกรอบกระจกเพื่อให้แสงอัลตร้าไวโอเลต สามารถส่องผ่านเข้าไปในตัวชิพได้ แต่ก็มีจำนวนครั้งในการลบโปรแกรม เมื่อลบโปรแกรมด้วยแสงอัลตร้าไวโอเลต มากๆ จะเกิดอาการด้านทำให้ไม่สามารถโปรแกรมได้อีก จะมีตัวอักษร JW แสดงบนตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ หรือมีกรอบกระจกอยู่บนตัวไมโครคอนโทรลเลอร์



รูปที่ 2.7 แสดงชิพที่สามารถเขียนโปรแกรมเข้าไปแล้วสามารถลบได้โดยแสงอัลตร้าไวโอเลต

3. EEPROM / Flash เป็นชิพที่สามารถอ่านหรือเขียนข้อมูลด้วยสัญญาณทางไฟฟ้าดังแสดงไว้ในรูปที่ 2.8 ใช้เวลาในการ ลบข้อมูลไม่กี่วินาที และสามารถลบ และเขียนใหม่ได้หลายพันครั้ง มีตัวอักษร F แสดงบนตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ เช่น 16F84 และ 16F877 เป็นต้น



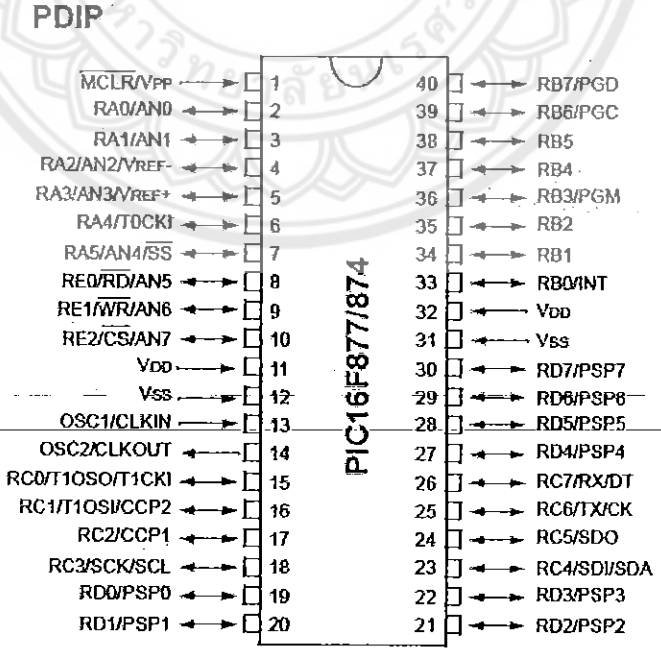
รูปที่ 2.8 แสดงชิพที่สามารถอ่านหรือเขียนด้วยสัญญาณทางไฟฟ้า

คุณสมบัติของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877

- ซีพียูเป็นแบบ RISC (Reduced Instruction-Set Computer) มีคำสั่งใช้งาน 35 คำสั่ง
- สามารถกระทำคำสั่งโดยใช้สัญญาณเพียงหนึ่งลูก ยกเว้นคำสั่งการกระโดด
- ความถี่สัญญาณนาฬิกา ตั้งแต่ไฟตรงถึง 20 MHz
- หน่วยความจำโปรแกรม 8 กิโลเวิร์ด
- หน่วยความจำข้อมูลแรมหรือรีจิสเตอร์ 368 ไบต์
- ขนาดหน่วยความจำข้อมูลอีอีพรอม 256 ไบต์
- มีสแต็ก 8 ระดับ
- มีวงจรเพาเวอร์ออนรีเซต (POR)
- มีเพาเวอร์อัปไทเมอร์ (PWRT) และออสซิลเลเตอร์สตาร์อัปไทเมอร์ (OST)
- มีวงจรวอชด็อกไทเมอร์ (WDT) ที่มีวงจรออสซิลเลเตอร์ในตัว
- เลือกป้องกันข้อมูลทั้งในหน่วยความจำโปรแกรมและหน่วยความจำข้อมูลสามารถเลือกระดับการป้องกันได้
- มีโหมดประหยัดพลังงาน
- สามารถโปรแกรมโดยใช้แรงดัน +5V ได้
- แก้ไขข้อมูลในหน่วยความจำโปรแกรมด้วยกระบวนการ ICD (In-circuit Debugger) ผ่านทางพอร์ทเพียง 2 ขา
- ซีพียูสามารถอ่านและเขียนหน่วยความจำโปรแกรมได้
- ไฟเลี้ยง +2 ถึง +5.5V
- กระแสซิงก์และซอร์สของพอร์ท 25 mA
- การใช้พลังงานไฟฟ้าในกรณีไม่ขับโหลด
  - น้อยกว่า 2 mA ที่ไฟเลี้ยง +5V และสัญญาณนาฬิกา 4 MHz

- 20 μA ที่ไฟเลี้ยง +3V และสัญญาณนาฬิกา 32 kHz
- น้อยกว่า 1 μA ในโหมดประหยัดพลังงานหรือสแตนด์บาย

- มีวงจรแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นดิจิตัล 10 บิต
- มีวงจรเชื่อมต่ออุปกรณ์อนุกรมทั้ง SPI และบัส I^2C
- มีวงจรสื่อสารข้อมูลอนุกรม (USART) พร้อมการตรวจจับแอดเดรส 9 บิต
- มีวงจรตรวจจับระดับแรงดันไฟเลี้ยง (บราวเอาต์ดีเท็กชั่น : Brown-out detection) เพื่อการรีเซตซีพียู หรือเรียกว่า บราวเอาต์รีเซต (Brown-out reset : BOR)
- มีโมดูล CCP 2 ชุด โดย
  - ส่วนตรวจจับสัญญาณหรือแคปเจอร์ (Capture) มีขนาด 16 บิต ความละเอียดสูงสุด 12.5 นาโนวินาที
  - ส่วนเปรียบเทียบสัญญาณ (Compare) มีขนาด 16 บิต ความละเอียดสูงสุด 200 นาโนวินาที
  - วงจร PWM มีความละเอียดสูงสุด 10 บิต
- ไทเมอร์ 3 ตัว คือ ไทเมอร์ 0 ขนาด 8 บิต มีปรีสเกลเลอร์ขนาด 8 บิตในตัว ไทเมอร์ 1 ขนาด 16 บิต พร้อมปรีสเกลเลอร์ และไทเมอร์ 2 ขนาด 8 บิต มีปรีสเกลเลอร์ โพสต์สเกลเลอร์ และรีจิสเตอร์คาบเวลา (period register) ขนาด 8 บิต



รูปที่ 2.9 แสดงชื่อและตำแหน่งขาของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877

ตารางที่ 2.1 แสดงชื่อขา ตำแหน่งขา ชนิดขา และรายละเอียดการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877

ชื่อขา	ตำแหน่งขา	ชนิดของขา	รายละเอียดการทำงาน
OSC1/CLKIN	13	อินพุต	- ขาต่อคริสตอล / รับสัญญาณนาฬิกาจากภายนอก
OSC2/CLKOUT	14	เอาต์พุต	- ขาต่อคริสตอล / ในโหมด RC เป็นขาเอาต์พุตสัญญาณนาฬิกาความถี่ 1/4 ของสัญญาณที่ขา OSC1
$\overline{\text{MCLR}}$/Vpp	1	อินพุต	- ขารับสัญญาณรีเซตหลักทำงานที่ลอจิก "0" - ขารับแรงดันโปรแกรม
RA0/AN0	2	อินพุต/เอาต์พุต	- ขาพอร์ท RA0 - อินพุตวงจรแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นดิจิตัลช่อง 0
RA1/AN1	3	อินพุต/เอาต์พุต	- ขาพอร์ท RA1 - อินพุตวงจรแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นดิจิตัลช่อง 1
RA2/AN2/V_{REF-}	4	อินพุต/เอาต์พุต	- ขาพอร์ท RA2 - อินพุตวงจรแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นดิจิตัลช่อง 2 - อินพุตแรงดันอ้างอิงลบของวงจรแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นดิจิตัล
RA3/AN3/V_{REF+}	5	อินพุต/เอาต์พุต	- ขาพอร์ท RA3 - อินพุตวงจรแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นดิจิตัลช่อง 3 - อินพุตแรงดันอ้างอิงบวกของวงจรแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นดิจิตัล
RA4/T0CKI	6	อินพุต/เอาต์พุต	- ขาพอร์ท RA4 - อินพุตสัญญาณนาฬิกาของไทเมอร์ 0
RA5/AN4/$\overline{\text{SS}}$	7	อินพุต/เอาต์พุต	- ขาพอร์ท RA5 - อินพุตวงจรแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นดิจิตัลช่อง 4 - ขาสัญญาณ Slave Select ใช้ในการสื่อสารข้อมูล

ตารางที่ 2.1(ต่อ) แสดงชื่อขา ตำแหน่งขา ชนิดขาและรายละเอียดการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877

ชื่อขา	ตำแหน่งขา	ชนิดของขา	รายละเอียดการทำงาน
			อนุกรมแบบซิงโครนัส
RB0/INT	33	อินพุต/เอาต์พุต	- ขาพอร์ท RB0 - อินพุตรับสัญญาณอินเตอร์รัปต์จากภายนอก
RB1	34	อินพุต/เอาต์พุต	- ขาพอร์ท RB1
RB2	35	อินพุต/เอาต์พุต	- ขาพอร์ท RB2
RB3/PGM	36	อินพุต/เอาต์พุต	- ขาพอร์ท RB3 - อินพุตรับแรงดันโปรแกรมต่ำถ้าเอ็นเอเบิลไว้
RB4	37	อินพุต/เอาต์พุต	- ขาพอร์ท RB4
RB5	38	อินพุต/เอาต์พุต	- ขาพอร์ท RB5
RB6/PGC	39	อินพุต/เอาต์พุต	- ขาพอร์ท RB6 - ขาสัญญาณนาฬิกาของการดีบักในวงจร
RB7/PGD	40	อินพุต/เอาต์พุต	- ขาพอร์ท RB7 - ขาสัญญาณนาฬิกาของการดีบักในวงจร
RC0/T1OSO/T1CKI	15	อินพุต/เอาต์พุต	- ขาพอร์ท RB7 - เอาต์พุตวงจรออสซิลเลเตอร์ของไทเมอร์1 - อินพุตสัญญาณนาฬิกาของไทเมอร์ 1
RC1/T1OSI/CCP2	16	อินพุต/เอาต์พุต	- ขาพอร์ท RC1 - อินพุตวงจรออสซิลเลเตอร์ของไทเมอร์1 - อินพุตวงจรแคปเจอร์/เอาต์พุตวงจรเปรียบเทียบ/เอาต์พุต PWM สำหรับโมดูล CCP2
RC2/CPP1	17	อินพุต/เอาต์พุต	- ขาพอร์ท RC2 - อินพุตวงจรแคปเจอร์/เอาต์พุตวงจรเปรียบเทียบ/เอาต์พุต PWM สำหรับโมดูล CCP1

ตารางที่ 2.1(ต่อ) แสดงชื่อขา ตำแหน่งขา ชนิดขาและรายละเอียดการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877

ชื่อขา	ตำแหน่งขา	ชนิดของขา	รายละเอียดการทำงาน
RC3/SCK/SCL	18	อินพุต/เอาต์พุต	- ขาพอร์ท RC3 - ขาสัญญาณนาฬิกาของวงจร SPI และระบบบัส I^2C
RC4/SDI/SDA	23	อินพุต/เอาต์พุต	- ขาพอร์ท RC4 - ขาข้อมูลอินพุตวงจร SPI - ขาข้อมูลอนุกรมของระบบบัส I^2C
RC5/SDO	24	อินพุต/เอาต์พุต	- ขาพอร์ท RC5 - ขาข้อมูลเอาต์พุตวงจร SPI
RC6/TX/CK	25	อินพุต/เอาต์พุต	- ขาพอร์ท RC6 - ขาเอาต์พุตวงจร USART สำหรับเชื่อมต่อพอร์ทอนุกรม
RC7/RX/DT	26	อินพุต/เอาต์พุต	- ขาพอร์ท RC7 - ขาอินพุตวงจร USART สำหรับเชื่อมต่อพอร์ทอนุกรม
RD0/PSP0	19	อินพุต/เอาต์พุต	- ขาพอร์ท RD0 - ขาขยายพอร์ทแบบขนานบิต 0
RD1/PSP1	20	อินพุต/เอาต์พุต	- ขาพอร์ท RD1 - ขาขยายพอร์ทแบบขนานบิต 1
RD2/PSP2	21	อินพุต/เอาต์พุต	- ขาพอร์ท RD2 - ขาขยายพอร์ทแบบขนานบิต 2
RD3/PSP3	22	อินพุต/เอาต์พุต	- ขาพอร์ท RD3 - ขาขยายพอร์ทแบบขนานบิต 3
RD4/PSP4	27	อินพุต/เอาต์พุต	- ขาพอร์ท RD4 - ขาขยายพอร์ทแบบขนานบิต 4
RD5/PSP5	28	อินพุต/เอาต์พุต	- ขาพอร์ท RD5 - ขาขยายพอร์ทแบบขนานบิต 5
RD6/PSP6	29	อินพุต/เอาต์พุต	- ขาพอร์ท RD6 - ขาขยายพอร์ทแบบขนานบิต 6

ตารางที่ 2.1(ต่อ) แสดงชื่อขา ตำแหน่งขา ชนิดขาและรายละเอียดการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877

ชื่อขา	ตำแหน่งขา	ชนิดของขา	รายละเอียดการทำงาน
RD7/PSP7	30	อินพุต/เอาต์พุต	- ขาพอร์ท RD7 - ขาขยายพอร์ทแบบขนานบิต 7
RE0/$\overline{RD}$/AN5	8	อินพุต/เอาต์พุต	- ขาพอร์ท RE0 - อินพุตวงจรแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นดิจิตัลช่อง 5 - ขาสัญญาณ RD ส่วนขยายพอร์ทแบบขนาน
RE1/$\overline{WR}$/AN6	9	อินพุต/เอาต์พุต	- ขาพอร์ท RE1 - อินพุตวงจรแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นดิจิตัลช่อง 6 - ขาสัญญาณ WR ส่วนขยายพอร์ทแบบขนาน
RE2/$\overline{CS}$/AN7	10	อินพุต/เอาต์พุต	- ขาพอร์ท RE2 - อินพุตวงจรแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นดิจิตัลช่อง 7 - ขาสัญญาณ CSn ส่วนขยายพอร์ทแบบขนาน
V_{DD}	11,32	อินพุต	- ขาต่อไฟเลี้ยง ใช้ได้ตั้งแต่ +2 ถึง +5.5V
V_{SS}	12,31	อินพุต	- ขาต่อกราวด์

2.4 การเขียนโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์

รูปแบบการเขียนโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์สามารถแบ่งได้ 3 แบบคือ

1. เขียนด้วยภาษาแอสเซมบลี (Assembly) แบบไฟล์เดียว หลังจากนั้นจะทำการคอมไพล์ด้วย Assembler ของ ไมโครคอนโทรลเลอร์ตัวนั้นโดยไฟล์ที่ได้มา มีได้หลายชนิดแต่ส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปของ Hex file

2. ใช้ภาษา Assembly แต่แบ่งเป็นหลายๆ ไฟล์ หลังจากนั้นจะทำการคอมไพล์ แต่ละไฟล์ให้ออกมาเป็น Object files และทำการรวมกันด้วย Linker ในขณะทำการ link ก็จะมี script file ของไมโครคอนโทรลเลอร์ตัวนั้นประกอบ หลังจากทำการ Link แล้วไฟล์ที่ได้จะอยู่ในรูป Hex file

3. การเขียนด้วยภาษาสูง โดยทั่วไปภาษาที่ใช้เขียนจะเป็นภาษาซี (C) หรือภาษาเบสิก (Basic) เป็นต้น ซึ่งอาจจะเขียนร่วมกับภาษา Assembly โดยไฟล์ที่เขียนจะถูกทำให้กลายเป็น Object files โดย Assembler สำหรับภาษา Assembly และคอมไพล์ โดยตัวคอมไพล์สำหรับภาษาสูง จากนั้นก็

ทำการ Link เข้าด้วยกันด้วย Linker ซึ่งขณะทำการ Link ก็จะมีการรวมเอา Library ที่ถูกเรียกใช้ในโปรแกรมเข้าไปรวมด้วยกัน สุดท้ายจะอยู่ในรูป Hex file หลังจากได้ Hex file แล้วจะทำการอัดโปรแกรมเข้าสู่ชิพด้วยตัวโปรแกรมเมอร์ส่วนใหญ่จะมีรูปแบบคือ มี Software บนคอมพิวเตอร์สำหรับใช้ในการควบคุมการอ่าน เขียน หรือ ลบ โดยส่วนใหญ่จะเชื่อมต่อไปยัง Programmer ด้วยพอร์ทอนุกรม หรือพอร์ทขนาน เมื่ออัดโปรแกรมเข้าชิพแล้วไมโครคอนโทรลเลอร์ก็สามารถนำไปใช้งานตามที่ได้ออกแบบไว้ สามารถศึกษาวิธีการใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล PIC ได้จากภาคผนวก ข และ ค

PICBASIC PRO

ตัวแปลภาษา PICBASIC PRO เป็นตัวคอมไพล์ภาษาเบสิกที่ใช้ในการพัฒนาโปรแกรมให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล PIC ของทางบริษัท ไมโครชิพ โดยภาษา PICBASIC PRO มีรูปแบบของภาษาที่ง่ายต่อการเรียนรู้ มีชุดคำสั่งต่างๆ สำเร็จรูป ทำให้สะดวกต่อการใช้งาน ซึ่งผู้ใช้งานไม่จำเป็นต้องมีความรู้ในส่วนของโครงสร้างฮาร์ดแวร์ภายในต่างๆ ของไมโครคอนโทรลเลอร์มากนักก็สามารถเขียนได้ อีกทั้งตัวคำสั่งต่างๆ ของภาษาเบสิกยังมีชื่อเรียกที่สื่อให้เข้าใจได้ง่ายกว่าชื่อคำสั่งของภาษาแอสเซมบลี

ตัวอย่างชุดคำสั่ง PICBASIC PRO

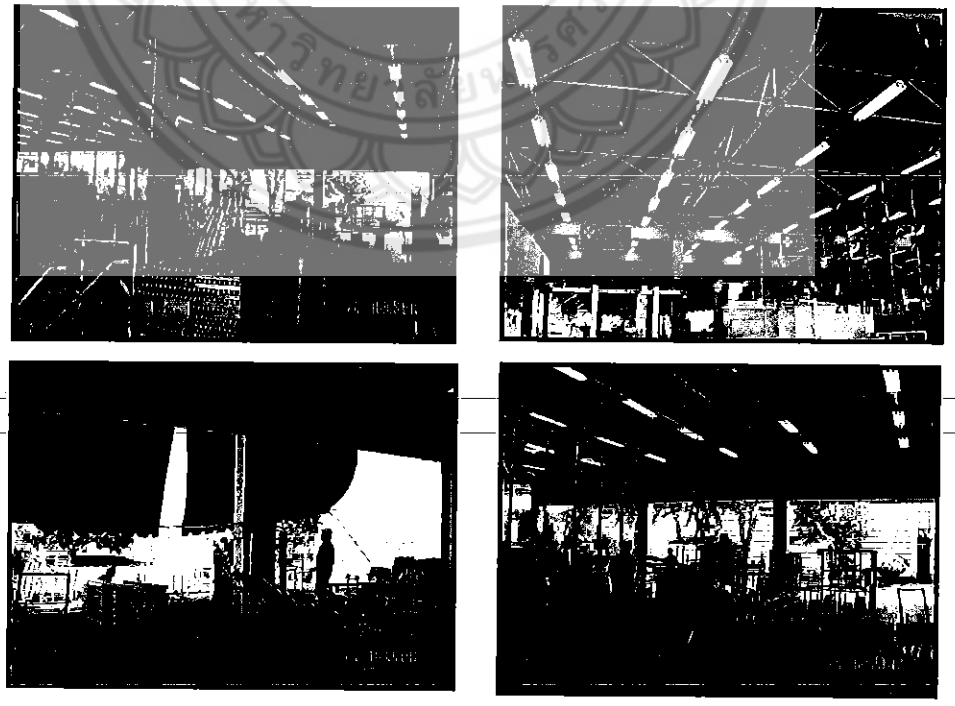
DISABLE INTERRUPT	เป็นคำสั่งให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC ยกเลิกการตอบสนองการอินเตอร์รัปต์
ENABLE INTERRUPT	เป็นคำสั่งให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ตอบสนองการอินเตอร์รัปต์
GOTO	เป็นคำสั่งให้โปรแกรมกระโดดไปทำคำสั่งตาม ลาเบลที่กำหนด
HIGH	เป็นคำสั่งกำหนดให้ขาพอร์ทของไมโครคอนโทรลเลอร์มีลอจิก "1" โดยจะกำหนดให้ขาพอร์ทนั้นๆ เป็นเอาต์พุตโดยอัตโนมัติ
LOW	เป็นคำสั่งกำหนดให้ขาพอร์ทของไมโครคอนโทรลเลอร์มีลอจิก "0" โดยจะกำหนดให้ขาพอร์ทนั้นๆ เป็นเอาต์พุตโดยอัตโนมัติ
IF...THEN	เป็นคำสั่งตรวจสอบเงื่อนไข
INPUT	เป็นคำสั่งกำหนดให้ขาพอร์ทเป็นอินพุต
LOOKUP	เป็นคำสั่งที่ใช้ในการเปิดตารางข้อมูล
OUTPUT	เป็นคำสั่งกำหนดให้ขาพอร์ทเป็นเอาต์พุต
OWIN	เป็นคำสั่งรับข้อมูลจากระบบบัส 1 สายของ Dallas Semiconductor
OWOUT	เป็นคำสั่งส่งข้อมูลไปยังอุปกรณ์ระบบบัส 1 สายของ Dallas Semiconductor
PAUSE	เป็นคำสั่งหน่วงเวลาในหน่วยมิลลิวินาที

บทที่ 3
วิธีการดำเนินงาน

วิธีการดำเนินการออกแบบและสร้างระบบการควบคุมแสงสว่างด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อใช้ในการเปิด - ปิดหลอดฟลูออเรสเซนต์ ตามค่ามาตรฐานความส่องสว่างของแต่ละพื้นที่ใช้งาน ด้วยการใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877 ผ่านอุปกรณ์วัดความส่องสว่าง เป็นตัวประมวลผล มีวิธีการดำเนินงาน 4 ส่วนหลักๆ ดังนี้ คือ การศึกษาการทำงาน การออกแบบและสร้างชิ้นงาน การทดสอบและผลการประหยัดพลังงานที่ได้รับ และรวบรวมข้อมูลทั้งหมดเข้ารูปเล่มพร้อมรายงาน

3.1 การศึกษาการทำงาน

การศึกษาค้นคว้าข้อมูลความส่องสว่างเพื่อนำมาวิเคราะห์และจัดทำระบบการควบคุมแสงสว่างด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์นี้ กลุ่มผู้จัดทำโครงงานได้สังเกตเห็นว่าโรงซ่อมบำรุงของทาง บริษัท ไทยแอโรว์ จำกัด (พิษณุโลก) มีการเปิดหลอดฟลูออเรสเซนต์ภายในบริเวณพื้นที่โรงซ่อมบำรุง ช่วงเวลากลางวันทุกดวง ซึ่งภายในบริเวณพื้นที่นี้สามารถรับแสงสว่างจากธรรมชาติได้ในปริมาณมากเกินความจำเป็นต่อการปฏิบัติงาน ดังแสดงไว้ในรูปที่ 3.1 จึงไม่มีความจำเป็นต้องเปิดหลอดฟลูออเรสเซนต์ในบริเวณนี้

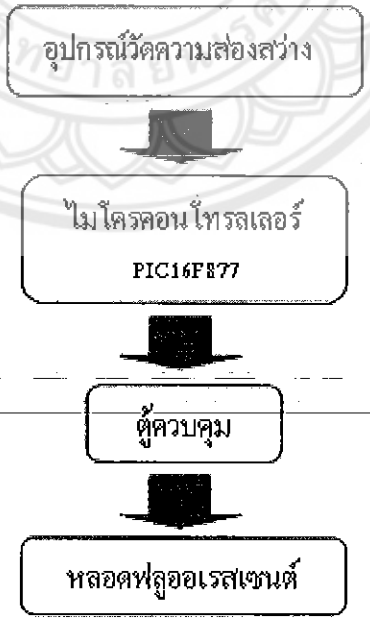


รูปที่ 3.1 สภาพก่อนการปรับปรุง จะเห็นว่ามีการเปิดหลอดไฟทุกหลอดในเวลาทำงาน ซึ่งเป็นช่วงกลางวันที่มีแสงสว่างจากภายนอกมาก

กลุ่มผู้จัดทำโครงงาน จึงได้ทำการเก็บข้อมูลค่าความส่องสว่างภายในบริเวณพื้นที่ใช้งานโรงซ่อมบำรุงภายในบริษัท ไทยแอโรว์ จำกัด (พิษณุโลก) ตั้งแต่เวลา 08.00 น. - 17.00 น. โดยการใช้เครื่องวัดความส่องสว่างของแสง (LUX METER) ทำให้ทราบว่าบริเวณขอบของพื้นที่ใช้งานนั้นสามารถที่จะทำการลดจำนวนหลอดฟลูออเรสเซนต์ได้ตลอดทั้งแถวตามแนวทางเข้าของแสงสว่างจากธรรมชาติ เนื่องจากแสงสว่างที่ส่องเข้ามาภายในบริเวณพื้นที่นี้มากเกินความจำเป็น

กลุ่มผู้จัดทำโครงงานจึงได้ทำการออกแบบระบบควบคุมการเปิด - ปิด หลอดฟลูออเรสเซนต์โดยอัตโนมัติขึ้นมา เพื่อเป็นการช่วยทางบริษัท ฯ ประหยัดพลังงานไฟฟ้าแสงสว่างตามนโยบายของทางบริษัทฯ การทำงานของระบบการควบคุมแสงสว่างด้วยคอนโทรลเลอร์ จะประกอบด้วย 4 ส่วนหลักดังแสดงไว้ในรูปที่ 3.2 โดยมีส่วนประกอบ ดังนี้ อุปกรณ์วัดความส่องสว่าง Light Dependent Resistor (LDR) ตู้ควบคุม หลอดฟลูออเรสเซนต์ และไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877 ซึ่งมีหลักการทำงานของระบบควบคุมฯ โดยสรุปดังนี้

เมื่ออุปกรณ์วัดความส่องสว่าง (LDR) รับข้อมูลแสงสว่างจากธรรมชาติของแต่ละพื้นที่ใช้งานภายในบริเวณโรงซ่อมบำรุงในรูปสัญญาณอนาลอกและทำการแปลงเป็นสัญญาณดิจิตัลเข้ามาที่ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877 ต่อจากนั้นไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877 จะทำการประมวลผลสัญญาณ และสั่งควบคุมการเปิด - ปิด หลอดฟลูออเรสเซนต์ ตามปริมาณความต้องการความส่องสว่างแต่ละพื้นที่ใช้งาน สามารถศึกษาวิธีการใช้งานระบบการควบคุมแสงสว่างด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ ได้จาก ภาคผนวก ก



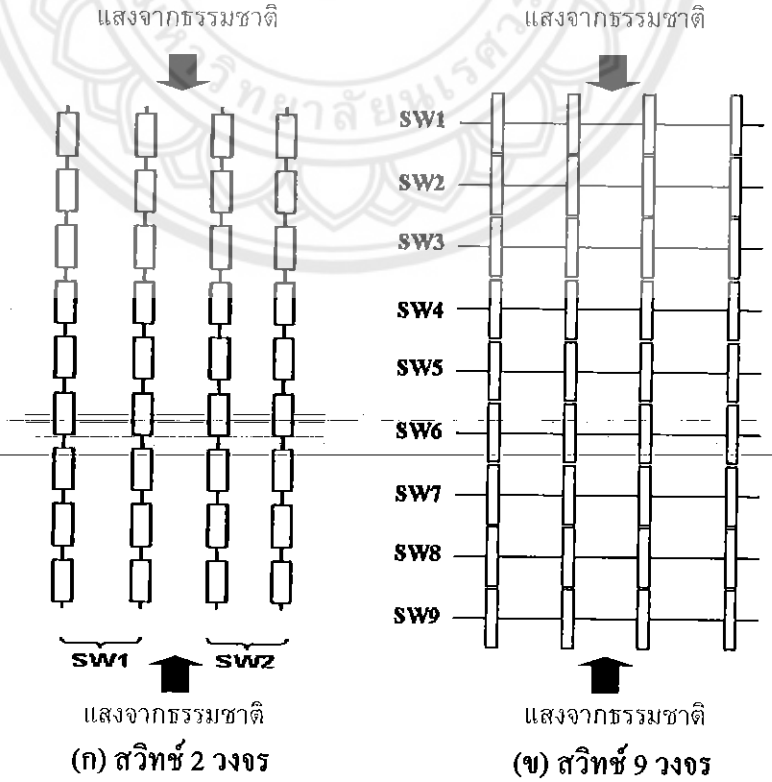
รูปที่ 3.2 แผนภาพการทำงานของระบบการควบคุมแสงสว่างด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์

3.2 การออกแบบชิ้นงานและการสร้างชิ้นงาน

ในการออกแบบและสร้างระบบการควบคุมแสงสว่างด้วยคอนโทรลเลอร์เพื่อเปิด - ปิด หลอดฟลูออเรสเซนต์ให้เป็นไปตามมาตรฐานความส่องสว่างของพื้นที่ใช้งาน ด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877 ผ่านอุปกรณ์วัดความส่องสว่าง ได้มีการออกแบบและสร้างชิ้นงานทั้งในส่วนฮาร์ดแวร์ (Hardware) และซอร์ฟแวร์ (Software)

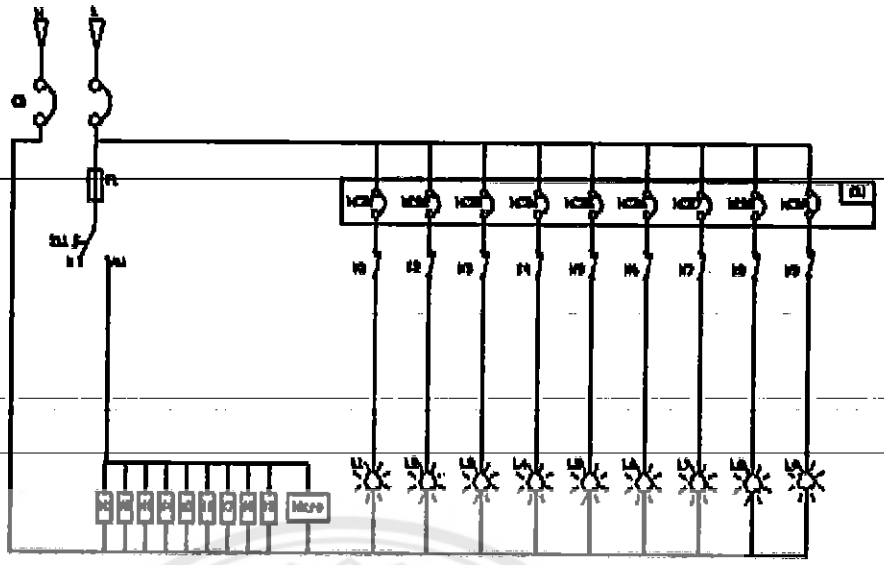
3.2.1 การออกแบบและสร้างชิ้นงานในส่วนฮาร์ดแวร์

ในส่วนของฮาร์ดแวร์ จากเดิมภายในบริเวณพื้นที่การใช้งานของโรงซ่อมบำรุงนี้ได้มีการเปิดหลอดฟลูออเรสเซนต์ภายในโรงซ่อมบำรุงจำนวน 36 โคม (4 แถว แถวละ 9 โคม) แต่ละโคมมีหลอดฟลูออเรสเซนต์ 2 หลอด รวมหลอดไฟทั้งหมดเป็น 72 หลอด แต่ละหลอดมีขนาด 46 วัตต์ (รวมขนาดบาลาสต์) โดยการใช้สวิทช์ทางกลจำนวน 2 ตัว สำหรับควบคุม 2 วงจร ดังแสดงไว้ในรูปที่ 3.3(ก) ทางผู้จัดทำได้ออกแบบวงจรควบคุมการเปิด - ปิด หลอดฟลูออเรสเซนต์โดยการเปลี่ยนมาใช้เป็นสวิทช์ 9 ตัว สำหรับควบคุม 9 วงจร ดังแสดงในรูปที่ 3.3(ข) โดยการนำแสงสว่างจากธรรมชาติเข้ามาใช้ภายในบริเวณพื้นที่ใช้งานดังกล่าว ทำให้สามารถลดจำนวนการใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์ลงได้ถึง 6 วงจร พร้อมกับนำไปสู่การประหยัดพลังงานไฟฟ้าแสงสว่าง จากนั้นได้มีการออกแบบให้สวิทช์ 9 วงจร ควบคุมวงจรหลอดฟลูออเรสเซนต์ตามแนวขวางกับแสงธรรมชาติ โดยการใช้รีเลย์ K1 ถึง K9 ดังแสดงไว้ในรูปที่ 3.4 และสวิทช์ทั้ง 9 ตัว ได้ถูกควบคุมตามตัววัดแสง LDR ที่ตำแหน่ง S1, S2, S3, S4, S5 และ S6 ดังแสดงไว้ในรูปที่ 3.5

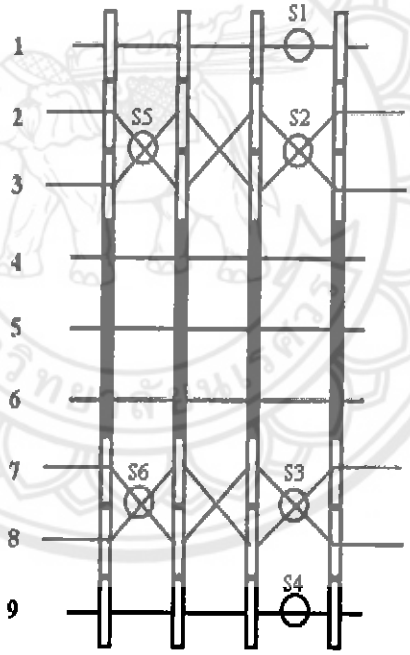


(ก) สวิทช์ 2 วงจร (ข) สวิทช์ 9 วงจร

รูปที่ 3.3 การใช้สวิทช์ของวงจรเดิมและปรับปรุง



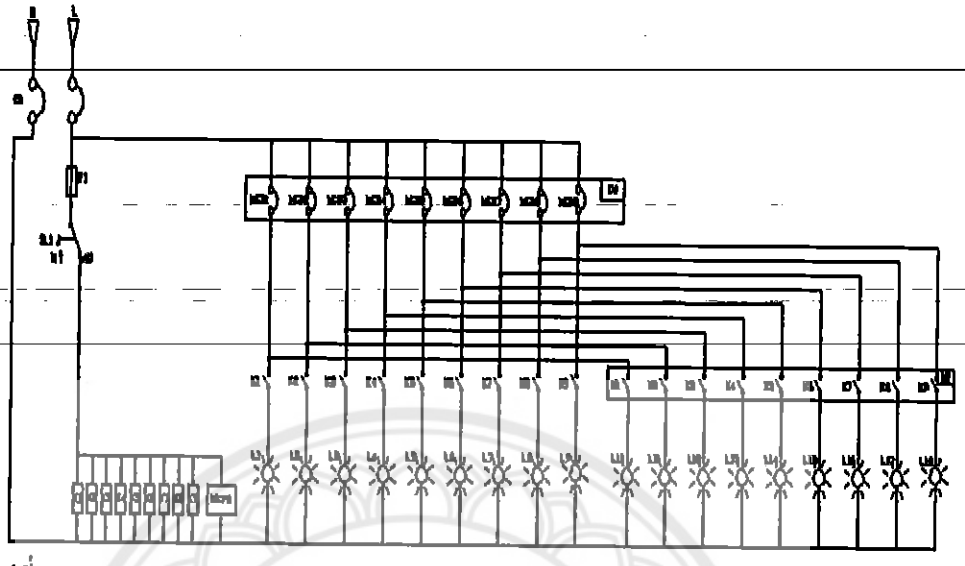
รูปที่ 3.4 แผนภาพผังวงจรควบคุมหลอดฟลูออเรสเซนต์ตามแนวขวาง



รูปที่ 3.5 ตำแหน่งหัววัด LDR บริเวณพื้นที่ทำงาน 6 จุด (S1, S2, S3, S4, S5 และ S6)

จากการเก็บข้อมูลตลอดทั้งวัน ตั้งแต่เวลา 08.00 น. - 17.00 น. พบว่ามีแสงสว่างจากธรรมชาติเข้ามาภายในบริเวณพื้นที่ใช้งานตามแนววงจรที่ 2, 3, 7 และ 8 บางส่วนมีแสงสว่างมากเพียงพอ จึงไม่จำเป็นต้องเปิดหลอดฟลูออเรสเซนต์ตลอดทั้งแนว ทางกลุ่มผู้จัดทำโครงงานจึงได้ดำเนินการจัดกลุ่มหลอดฟลูออเรสเซนต์ใหม่ โดยให้เปิด - ปิดหลอดฟลูออเรสเซนต์เป็นไปตามลักษณะสลับฟันปลา ดังแสดงไว้ในรูปที่ 3.5 พร้อมทั้งได้ทำการออกแบบวงจรควบคุมสวิทช์ให้เปิด - ปิดวงจรตามที่

กำหนดใหม่ ดังแสดงไว้ในรูปที่ 3.6 และวงจรควบคุมหลอดฟลูออเรสเซนต์ตามแนวขวางและแนวสลับฟันปลาได้ถูกประกอบอยู่ในตู้ควบคุมไฟฟ้ากำลัง ดังแสดงไว้ในรูปที่ 3.7

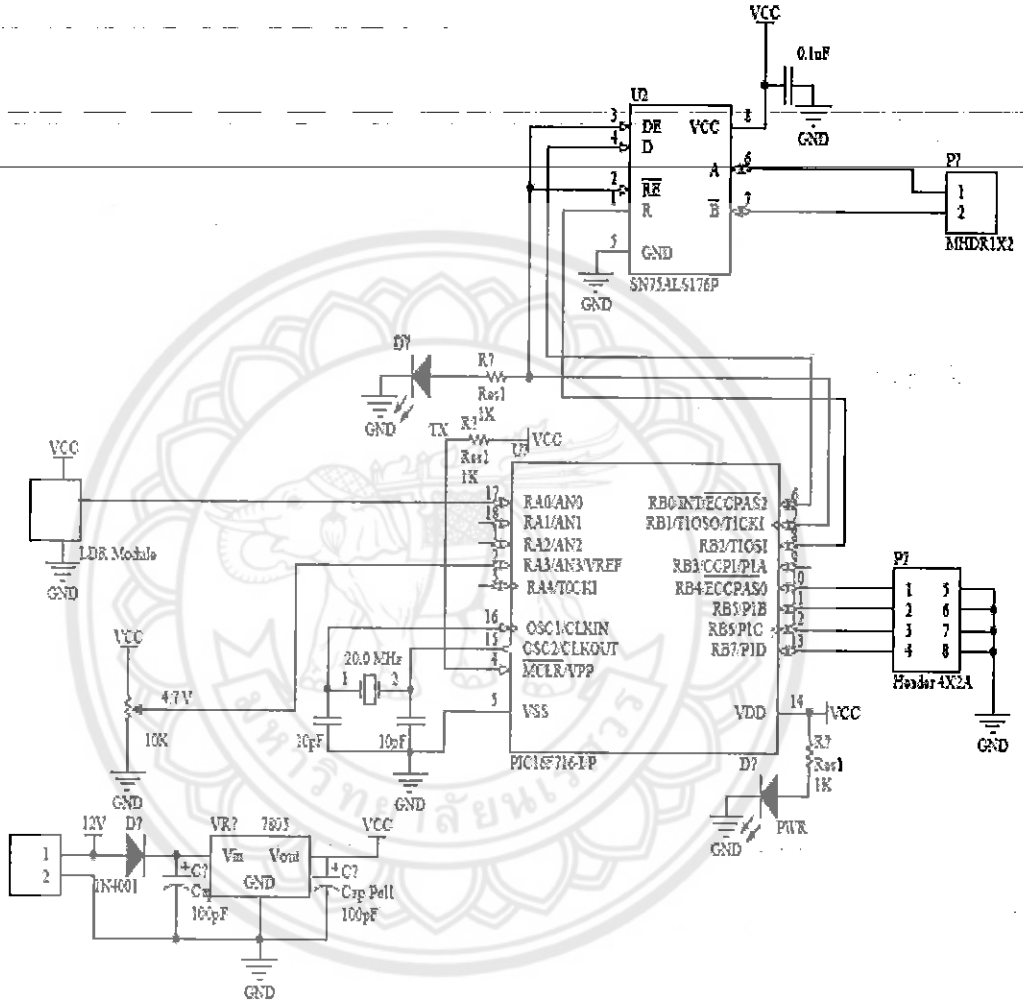


รูปที่ 3.6 แผนภาพวงจรควบคุมหลอดฟลูออเรสเซนต์ตามแนวขวางและแนวสลับฟันปลา

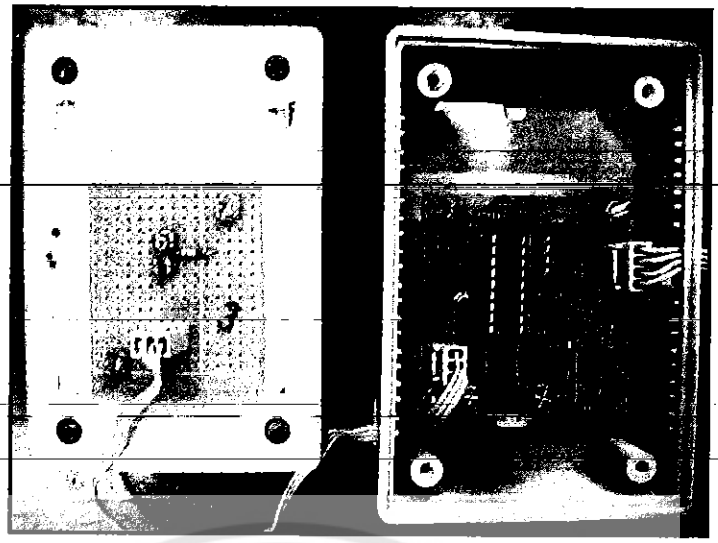
รูปที่ 3.7 ภาพภายในตู้ควบคุมไฟฟ้ากำลัง

เมื่ออุปกรณ์วัดความส่องสว่าง LDR รับข้อมูลแสงสว่างจากธรรมชาติของแต่ละพื้นที่ใช้งานภายในบริเวณโรงซ่อมบำรุง จากนั้นจะทำการเปลี่ยนพลังงานแสงให้เป็นพลังงานไฟฟ้าในรูปแบบสัญญาณอนาลอก ต่อมาสัญญาณอนาลอกนี้ จะทำการส่งผ่านไปยังพอร์ท A0 ซึ่งอยู่ภายในตัวควบคุมของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F716 ซึ่งไมโครคอนโทรลเลอร์ตัวนี้จะทำการเปลี่ยนเป็น

สัญญาณดิจิตัลขาออกส่งต่อไปยังพอร์ท B0 เพื่อทำการเชื่อมต่อไปยังวงจรควบคุมแสงสว่างด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877 ผ่านทางไอซีเบอร์ RS485 (ซึ่งไอซีเบอร์ RS485 นี้มีคุณสมบัติในการส่งสัญญาณดิจิตัลในระยะทางไกลๆ ได้เป็นอย่างดี) ตามแผนภาพวงจรการทำงาน ดังแสดงไว้รูปที่ 3.8 พร้อมทั้งได้ประกอบชิ้นงานบรรจุลงในกล่องอุปกรณ์วัดความส่องสว่าง ดังแสดงไว้ในรูปที่ 3.9

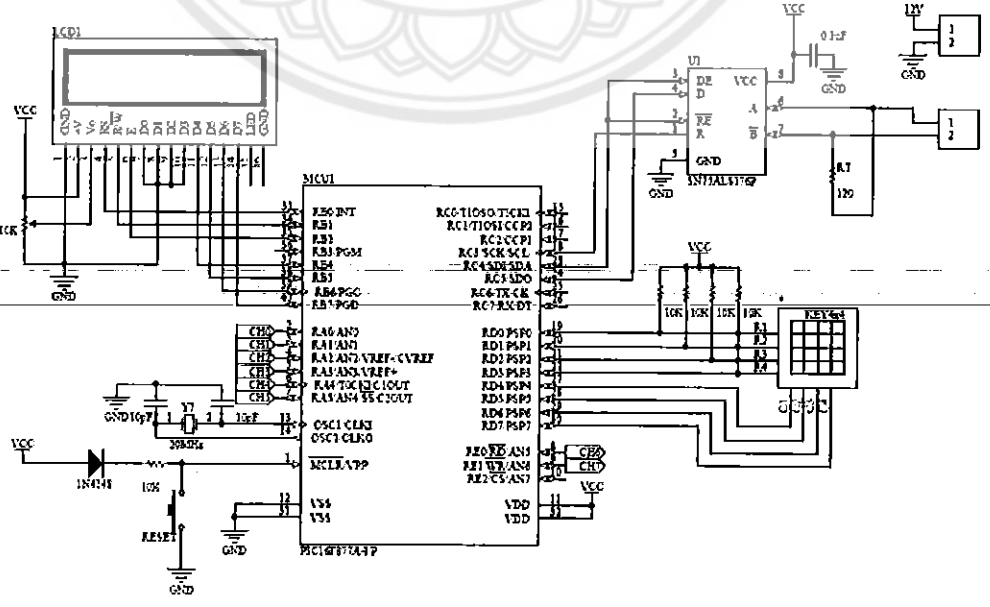


รูปที่ 3.8 โครงสร้างการเชื่อมต่อ LDR เข้ากับขาต่างๆ ของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F716

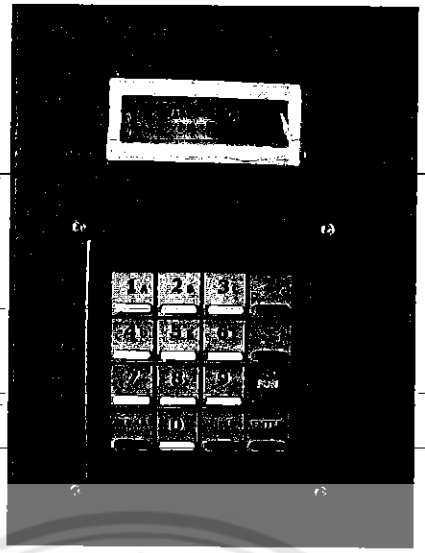


รูปที่ 3.9 ภาพภายในกล่องอุปกรณ์ความส่องสว่าง

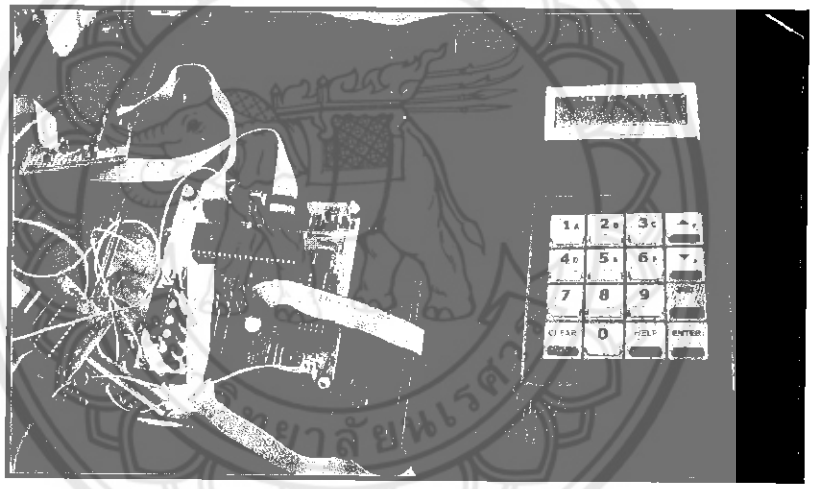
ค่าความส่องสว่างที่ผ่านเข้ามาและได้ทำการแปลงให้อยู่ในรูปแบบของสัญญาณดิจิตัลของแต่ละพื้นที่ใช้งาน จากไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F716 จะส่งเข้าทางพอร์ท C3 ของตัวควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877 และทำการประมวลผลสัญญาณและควบคุมการเปิด - ปิด วงจรหลอดฟลูออเรสเซนต์แต่ละพื้นที่ (สั่งออกทางพอร์ท A0 ถึง A5 และพอร์ท E0, E1) ตามค่าความส่องสว่างที่ตั้งค่าไว้ โดยมีวงจรการทำงานดังแสดงไว้ในรูปที่ 3.10 นอกจากนี้ ยังสามารถปรับตั้งค่าความส่องสว่างตามความต้องการของผู้ใช้ในแต่ละพื้นที่ใช้งานภายในบริเวณ โรงซ่อมบำรุง พร้อมกับสั่งเปิด - ปิดหลอดฟลูออเรสเซนต์ผ่านทางคีย์บอร์ด และแสดงผลสถานะหลอดไฟบนจอ LCD ซึ่งได้ประกอบชิ้นงานไว้ในกล่องควบคุมหลัก ดังแสดงไว้ในรูปที่ 3.11 และ 3.12



รูปที่ 3.10 โครงสร้างการเชื่อมต่อขาต่างๆ ของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877



รูปที่ 3.11 กล่องควบคุมหลักที่บรรจุไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC 16F877 พร้อมแป้นคีย์บอร์ด



รูปที่ 3.12 ภาพภายในกล่องควบคุมหลักที่บรรจุไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC 16F877 พร้อมแป้นคีย์บอร์ด

3.2.2 การออกแบบโปรแกรมในส่วนของซอร์ฟแวร์

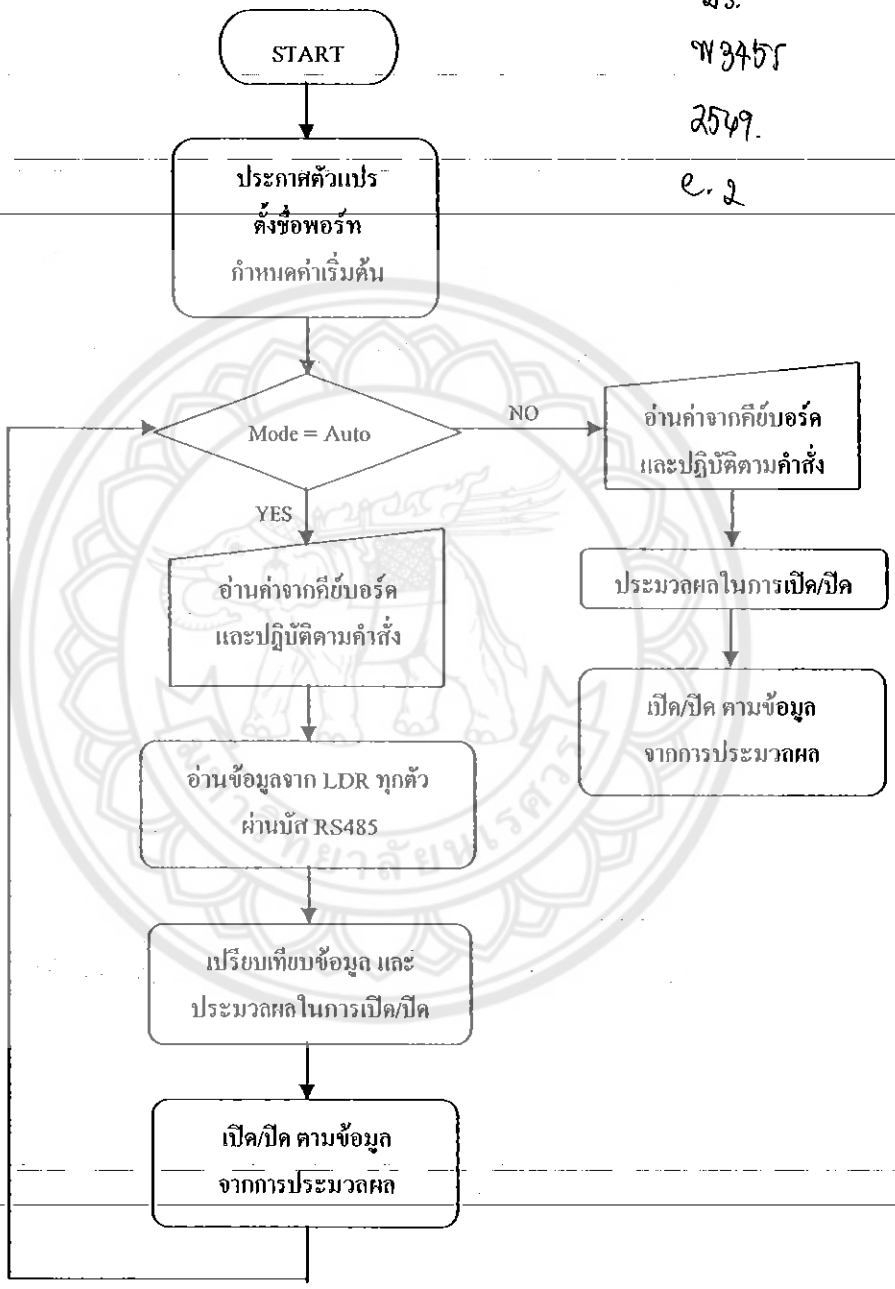
การทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877 จะถูกสั่งการด้วยโปรแกรม PICBASIC PRO ตามแผนผังการทำงาน ดังแสดงไว้ในรูปที่ 3.13 ซึ่งเริ่มต้นโปรแกรมด้วยการกำหนดตัวแปรและค่าเริ่มต้น จากนั้นจะตรวจสอบการทำงานของระบบว่าอยู่ในโหมดอัตโนมัติหรือไม่

ถ้าเลือกโหมดอัตโนมัติ ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877 จะรับค่าความส่องสว่างของแต่ละพื้นที่ ผ่านทางคีย์บอร์ดโดยผู้ใช้งาน พร้อมกับอ่านค่าความส่องสว่างของแต่ละพื้นที่ผ่านตัววัดความส่องสว่าง LDR และไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877 จะนำข้อมูลค่าความส่องสว่างของทั้งสองมาเปรียบเทียบกัน เพื่อทำการเปิด- ปิดวงจรควบคุมหลอดฟลูออเรสเซนต์

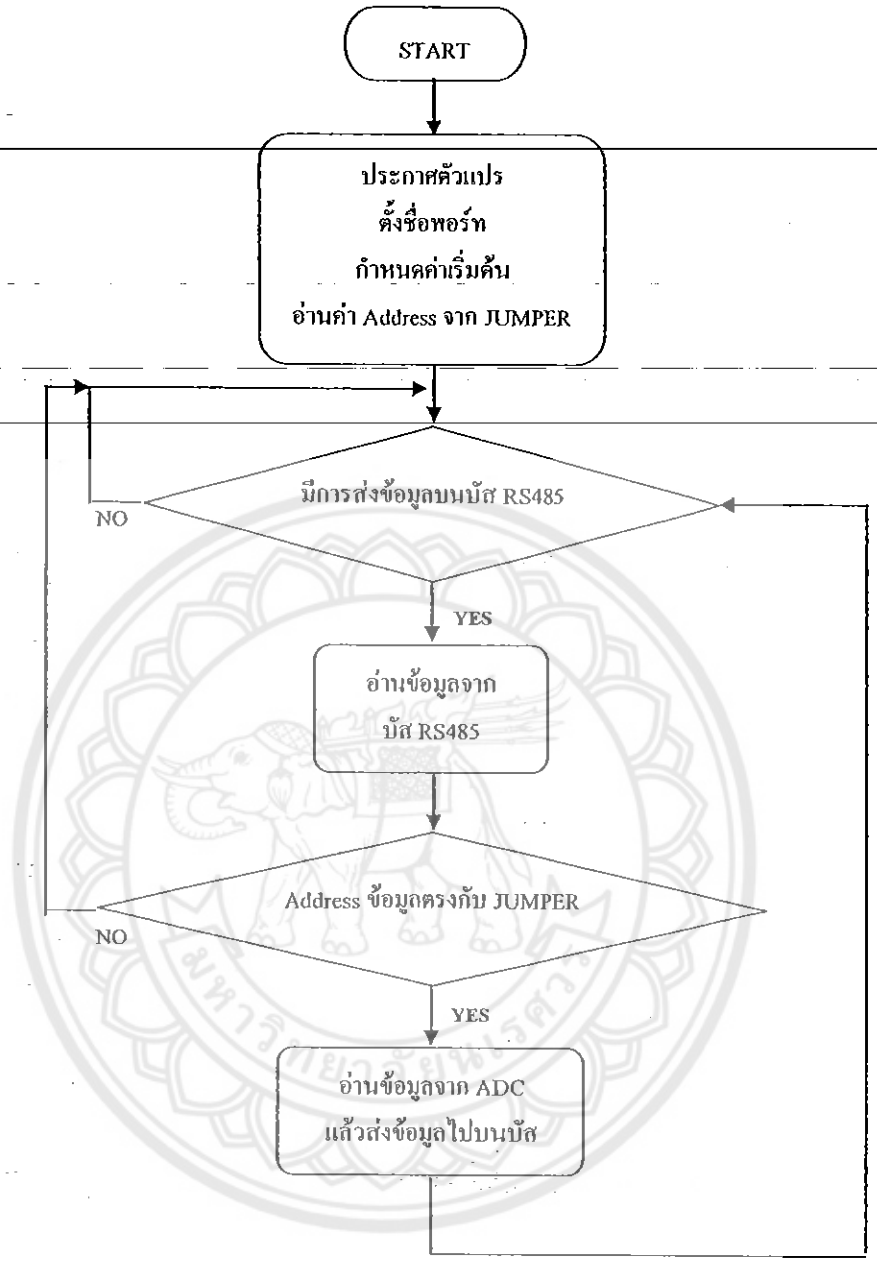
ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์
1 5081294

ถ้าไม่เลือกโหมดอัตโนมัติ การควบคุมของวงจรหลอดฟลูออเรสเซนต์ สามารถถูกกำหนดโดยผู้ใช้งานผ่านสวิทช์ทางกลภายในตู้ควบคุมไฟฟ้ากำลังดังแสดงไว้ในรูปที่ 3.7 หรือคีย์บอร์ดบนหน้ากล่องควบคุมหลักดังแสดงไว้ในรูปที่ 3.11

5000097
ปร.
พ345ร
2549
e.2



รูปที่ 3.13 แผนผังลำดับการทำงานของระบบการควบคุมแสงสว่างด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877



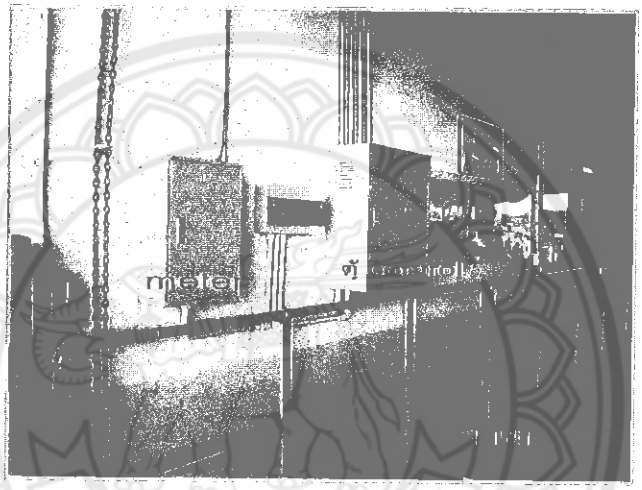
รูปที่ 3.14 แผนผังลำดับการทำงานของอุปกรณ์วัดความส่องสว่างด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F716

ส่วนโปรแกรมในการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F716 ซึ่งทำหน้าการรับ-ส่งข้อมูลความส่องสว่าง เขียนด้วย PICBASIC PRO ตามแผนผังในรูปที่ 3.14 โดยเริ่มต้นด้วยการประกาศค่าประจำตำแหน่งของอุปกรณ์วัดความส่องสว่าง LDR และรอรับสัญญาณประจำตำแหน่งจากตัวควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877 เพื่อตรวจสอบว่าอุปกรณ์วัดตัวใดมีค่าที่ตรงกับค่าประจำตำแหน่งที่ต้องการหรือไม่

- ถ้าค่าประจำตำแหน่งตรงกัน แล้วไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F716 จะส่งข้อมูลความส่องสว่างมาให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877

- ถ้าค่าประจำตำแหน่งไม่ตรงกัน แล้วไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F716 จะไม่ส่งข้อมูลความส่องสว่างมาให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877 และรอให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877 ส่งสัญญาณประจำตำแหน่งมาให้ใหม่

หลังจากที่ได้ทำการออกแบบวงจรระบบการควบคุมแสงสว่างด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ ทั้งในส่วนของฮาร์ดแวร์และซอร์ฟแวร์เรียบร้อยแล้ว จึงได้นำมาติดตั้งที่ตู้ควบคุมภายในบริเวณพื้นที่โรงซ่อมบำรุงของ บริษัท ไทยแอโรว์ จำกัด (พิษณุโลก) ดังแสดงไว้ในรูปที่ 3.15



รูปที่ 3.15 ภาพการติดตั้งตู้ควบคุมภายในบริเวณพื้นที่โรงซ่อมบำรุง

3.3 การทดลองชิ้นงาน

การทดลองชิ้นงานเป็นการทดลองการทำงานของระบบการควบคุมแสงสว่างด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ที่สร้างขึ้นสำหรับควบคุมการเปิด – ปิด หลอดฟลูออเรสเซนต์จำนวน 36 โคม รวมทั้งสิ้น 72 หลอด (แบ่งเป็น 4 แถว แถวละ 9 โคม) ซึ่งทดสอบโดยสังเกตการทำงานของหลอดฟลูออเรสเซนต์และเปรียบเทียบค่าที่ได้จากการแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นสัญญาณดิจิตัล เป็นเวลา 8 ชั่วโมง ตั้งแต่เวลา 08.00 - 17.00 น.

3.4 รวบรวมข้อมูลทั้งหมดเข้ารูปเล่มพร้อมรายงาน

ในหัวข้อนี้เป็นการนำข้อมูลทั้งหมด ซึ่งประกอบไปด้วย ทฤษฎีและหลักการทำงานที่เกี่ยวข้องกับการทำโครงงาน การออกแบบและสร้างชิ้นงาน การทดสอบและผลการประหยัดพลังงานที่ได้รับ

บทที่ 4
การทดสอบและผลการประหยัดพลังงานที่ได้รับ

ในบทนี้ จะกล่าวถึงการทดสอบ ผลการทดสอบ และผลการประหยัดพลังงานที่ได้รับของระบบการควบคุมแสงสว่างด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ที่สร้างขึ้น เพื่อการประหยัดพลังงานไฟฟ้าของทางบริษัท ไทยแอโรว์ จำกัด (พิษณุโลก) ในการวัดประสิทธิภาพของระบบการควบคุมแสงสว่างด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ ได้ทดสอบระบบการควบคุมแสงสว่างกับหลอดฟลูออเรสเซนต์จำนวนทั้งหมด 72 หลอด โดยการไม่เลือกโหมดอัตโนมัติ ตั้งแต่เวลา 08.00 น. - 17.00 น. ดังแสดงสถานะภาพของหลอดไว้ในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 แสดงสถานะภาพการทำงาน 9 วงจรหลอดฟลูออเรสเซนต์ของระบบที่ไม่เลือกโหมดอัตโนมัติ

เวลา	Circuit								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
8.00 น.	/	/	/	/	/	/	/	/	/
8.30 น.	/	/	/	/	/	/	/	/	/
9.00 น.	/	/	/	/	/	/	/	/	/
9.30 น.	/	/	/	/	/	/	/	/	/
10.00 น.	/	/	/	/	/	/	/	/	/
10.30 น.	/	/	/	/	/	/	/	/	/
11.00 น.	/	/	/	/	/	/	/	/	/
11.30 น.	/	/	/	/	/	/	/	/	/
12.00 น.	/	/	/	/	/	/	/	/	/
12.30 น.	/	/	/	/	/	/	/	/	/
13.00 น.	/	/	/	/	/	/	/	/	/
13.30 น.	/	/	/	/	/	/	/	/	/
14.00 น.	/	/	/	/	/	/	/	/	/
14.30 น.	/	/	/	/	/	/	/	/	/
15.00 น.	/	/	/	/	/	/	/	/	/
15.30 น.	/	/	/	/	/	/	/	/	/
16.00 น.	/	/	/	/	/	/	/	/	/
16.30 น.	/	/	/	/	/	/	/	/	/
17.00 น.	/	/	/	/	/	/	/	/	/

จากผลการทดสอบ พบว่า วงจรหลอดฟลูออเรสเซนต์ของระบบที่ไม่เลือกโหมดอัตโนมัติทั้งหมดทำงานตลอดช่วงเวลาทดสอบ หลอดฟลูออเรสเซนต์ที่ทำงานมีจำนวนทั้งหมด 72 หลอด วงจรที่ 1-8 ทำงานครบทุกวงจร ผลรวมกำลังไฟฟ้าของหลอดฟลูออเรสเซนต์กับบาลาสต์มีค่าเท่ากับ 46 วัตต์/หลอด และค่าพลังงานเฉลี่ย 3.00 บาท/กิโลวัตต์*ชั่วโมง เราสามารถคำนวณการใช้พลังงานไฟฟ้าก่อนการติดตั้งระบบการควบคุมฯ ได้ดังนี้

- พลังงานไฟฟ้าที่ใช้เท่ากับ 9 ชั่วโมง/วัน x 72 หลอด x 46 วัตต์/หลอด x (1/1000) หรือ 29.80 กิโลวัตต์*ชั่วโมง/วัน หรือ 10,879.92 กิโลวัตต์*ชั่วโมง/ปี
- คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้เท่ากับ 365 วัน/ปี x 29.80 กิโลวัตต์*ชั่วโมง/วัน x 3 บาท/กิโลวัตต์*ชั่วโมง หรือ 32,640 บาท/ปี

นอกจากนี้ได้ทำการทดสอบระบบด้วยการเลือกโหมดอัตโนมัติ ตั้งแต่เวลา 08.00 - 17.00 น. ดังแสดงสถานะภาพของหลอดไว้ในตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 แสดงสถานะภาพการทำงาน 9 วงจรหลอดฟลูออเรสเซนต์ของระบบที่เลือกโหมดอัตโนมัติ

เวลา	Senser				Circuit								
	S1	S2	S3	S4	1	2	3	4	5	6	7	8	9
8.00 น.	242	241	209	222				/	/	/			
8.30 น.	245	240	212	225				/	/	/			
9.00 น.	245	240	211	225				/	/	/			
9.30 น.	244	238	216	228				/	/	/			
10.00 น.	239	236	222	231				/	/	/			
10.30 น.	232	234	227	233				/	/	/			
11.00 น.	231	234	229	234				/	/	/			
11.30 น.	230	234	231	236				/	/	/			
12.00 น.	227	231	234	239				/	/	/			
12.30 น.	227	232	236	241				/	/	/			
13.00 น.	227	230	238	243				/	/	/			
13.30 น.	229	229	240	245				/	/	/			
14.00 น.	229	229	241	246				/	/	/			
14.30 น.	231	229	242	247				/	/	/			
15.00 น.	232	229	244	248				/	/	/			
15.30 น.	231	229	245	249				/	/	/			
16.00 น.	229	227	245	249				/	/	/			
16.30 น.	223	218	223	241				/	/	/			
17.00 น.	218	212	227	238				/	/	/			

จากผลการทดสอบระบบการควบคุมแสงสว่างด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์โดยการเลือกโหมดอัตโนมัติ พบว่า หลอดฟลูออเรสเซนต์ทำงานเพียง 24 หลอด (วงจรที่ 4, 5 และ 6 ทำงาน ส่วนวงจรที่เหลืออีก 6 วงจร จะไม่ทำงาน เนื่องจากมีค่าความส่องสว่างมากเพียงพอ) ตลอดช่วงเวลาทดสอบ แสดงว่า แสงสว่างจากธรรมชาติที่เข้ามาภายในบริเวณพื้นที่ใช้งานของโรงซ่อมบำรุงมีค่ามากเกินความจำเป็น เพราะเมื่อเราติดตั้งระบบการควบคุมฯ เรียบร้อยแล้วจะทำให้สามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าแสงสว่างได้เป็นอย่างมาก ดังจะเห็นได้จากการคำนวณผลการประหยัดพลังงานที่ได้รับต่อไป

ในการวิเคราะห์ผลการประหยัดพลังงานที่ได้รับหลังจากการใช้ระบบการควบคุมแสงสว่างด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ เป็นเวลา 7 วัน ระหว่างช่วงเวลา 08.00 น. - 17.00 น. พบว่า หลอดฟลูออเรสเซนต์ทำงานเพียง 24 หลอด วงจรที่ทำงานคือ วงจรที่ 4, 5 และ 6 ส่วนวงจรที่ 1, 2, 3, 7, 8 และ 9 จะ

ไม่ทำงาน อันเนื่องมาจากวงจร 4, 5 และ 6 อยู่ตรงบริเวณกลางพื้นที่อาคารซึ่งมีแสงสว่างจากธรรมชาติเข้ามาช่วยเสริม ถ้าผลรวมกำลังไฟฟ้าหลอดฟลูออเรสเซนต์กับบาลาสต์มีค่าเท่ากับ 46 วัตต์/หลอด และค่าพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย 3.00 บาท/กิโลวัตต์*ชั่วโมง แล้วทำให้ลดจำนวนการใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์จากเดิม 72 หลอด เป็น 24 หลอด ทำให้ประหยัดการใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์ได้ 48 หลอด เราสามารถคำนวณผลการประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ดังนี้

- พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้เท่ากับ 9 ชั่วโมง/วัน x 48 หลอด x 46 วัตต์/หลอด x (1/1000) หรือ 19.87 กิโลวัตต์*ชั่วโมง/วัน หรือ 7,253.28 กิโลวัตต์*ชั่วโมง/ปี
- คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้เท่ากับ 365 วัน/ปี x 19.872 กิโลวัตต์*ชั่วโมง/วัน x 3 บาท/กิโลวัตต์*ชั่วโมง หรือ 21,760 บาท/ปี
- ค่าใช้จ่ายติดตั้งระบบทั้งหมด 16,000 บาท
- ระยะเวลาคืนทุน 16,000/21,760 = 0.74 ปี
- ค่าใช้จ่ายพลังงานไฟฟ้าแสงสว่างสำหรับอาคารนี้ลดลงถึง (48/72) x 100 = 67%

บทที่ 5
บทสรุป

จากผลการทดลองระบบการควบคุมแสงสว่างด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ในบทที่ 4 นำมาสรุปและมีข้อเสนอแนะดังนี้

5.1 สรุป

ระบบการควบคุมแสงสว่างด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ ที่พัฒนาขึ้นนี้ สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับพื้นที่ และ/หรืออาคารที่มีแสงสว่างจากธรรมชาติเข้าถึงพื้นที่ทำงานมากเกินความจำเป็น ทำให้ประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ 7,253.28 กิโลวัตต์*ชั่วโมง/ปี คิดเป็นเงิน 21,760 บาท/ปี หรือร้อยละ 67 สามารถคืนทุนได้ในระยะเวลา 0.74 ปี

5.2 ข้อเสนอแนะ

สำหรับพื้นที่บริเวณวงจร 4, 5 และ 6 ดังแสดงไว้ในรูปที่ 3.4 สามารถติดอุปกรณ์วัดความส่องสว่างและรีเลย์สวิทช์เพิ่มขึ้นได้อีกอย่างละ 2 ชุด เมื่อมีแสงสว่างจากธรรมชาติเข้าถึงพื้นที่ดังกล่าวมากกว่าอาคารที่ใช้ทดสอบ อันจะส่งผลให้เกิดการประหยัดพลังงานไฟฟ้าแสงสว่างมากขึ้นกว่าเดิมอีกด้วย

เอกสารอ้างอิง

[1] นภัทร วัจนเทพินทร์. วงจรไอซีและการประยุกต์ใช้งาน. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : บริษัท สกายบุ๊กส์ จำกัด. 2547

[2] ทีมงานสมาร์ทเลิร์นนิ่ง. **Easy Electronic เรียนรู้จากการทดลอง.** พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : บริษัท ด่านสุทธาการพิมพ์ จำกัด. 2549

[3] ณัฏฐพล วงศ์สุนทรชัย และ ชัยวัฒน์ ลิ้มพรจิตรวิไล. **ปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F87x.** กรุงเทพฯ : บริษัท อินโนเวตีฟ เอ็กเพอริเมนต์ จำกัด. 2547

[4] กฤษดา ใจเย็น, ณัฏฐพล วงศ์สุนทรชัย และ ชัยวัฒน์ ลิ้มพรจิตรวิไล. **เรียนรู้และใช้งาน PIC - BASIC PRO คอมไพเลอร์ เขียนโปรแกรมภาษาเบสิกควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC.** กรุงเทพฯ: บริษัท อินโนเวตีฟ เอ็กเพอริเมนต์ จำกัด. 2547

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
คู่มือการใช้งานของระบบการควบคุมแสงสว่างด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์

คู่มือ

ระบบการควบคุมแสงสว่างด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์

A Lighting Control System By Using a Microcontroller

คำนำ

คู่มือการใช้ระบบการควบคุมแสงสว่างด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์เล่มนี้ จัดทำขึ้นเพื่อนำเสนอวิธีการใช้งานระบบการควบคุมฯ และรายละเอียดต่างๆ ของระบบการควบคุมฯ ให้กับผู้ที่มีความต้องการศึกษาเรียนรู้วิธีการทำงานของระบบการควบคุมแสงสว่างด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ คู่มือการใช้เล่มนี้ถือเป็นอีกส่วนหนึ่งของโครงงานวิศวกรรมไฟฟ้า 2 (Electrical Engineering Project II) นอกเหนือจากการทำโครงงานวิศวกรรมไฟฟ้า

เนื่องจาก กลุ่มผู้จัดทำโครงงานได้มีโอกาสเยี่ยมชมระบบการผลิตอุปกรณ์เกี่ยวกับสายไฟในรถยนต์ของโรงงานแห่งหนึ่ง พบว่า ภายในโรงงานสามารถนำแสงสว่างจากธรรมชาติมาช่วยในการประหยัดพลังงานไฟฟ้าแสงสว่างได้ โครงงานนี้จึงจัดทำขึ้นเพื่อต้องการพัฒนาระบบควบคุมการเปิด - ปิดวงจรหลอดฟลูออเรสเซนต์ด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877 ซึ่งควบคุมความส่องสว่างของแต่ละพื้นที่ใช้งาน จึงเป็นการประหยัดพลังงานไฟฟ้าแสงสว่างให้กับโรงงานแห่งนี้ โดยการนำแสงสว่างจากธรรมชาติมาใช้ให้เกิดประโยชน์ พร้อมทั้งเป็นการช่วยลดต้นทุนในการผลิต อีกด้วย

ทางกลุ่มผู้จัดทำโครงงานจึงได้จัดทำคู่มือการใช้งานของระบบการควบคุมแสงสว่างด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์เล่มนี้ขึ้นเพื่อนำเสนอวิธีการใช้งานระบบควบคุมฯ และรายละเอียดต่างๆ ภายในคู่มือเล่มนี้มีเนื้อหาที่ประกอบไปด้วย การทำงานของระบบการควบคุมแสงสว่างด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ในโหมดต่างๆ วิธีการใช้งานระบบการควบคุมฯ ในโหมดต่างๆ การปรับตั้งค่าอนาลอกที่เปลี่ยนเป็นค่าดิจิตัล ในระบบการควบคุมฯ ตามความต้องการของผู้ใช้ และบทความของโครงงานที่สมบูรณ์

กลุ่มผู้จัดทำโครงงานหวังว่า คู่มือเล่มนี้จะทำให้ผู้ใช้สามารถเข้าใจถึงการทำงานของระบบการควบคุมแสงสว่างด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ด้วยตนเอง สามารถใช้งานได้อย่างถูกต้อง และเป็นประโยชน์สำหรับผู้ที่สนใจเกี่ยวกับหลักการทำงาน โครงสร้างภายใน การนำไปใช้งานของไมโครคอนโทรลเลอร์ และเป็นประโยชน์สำหรับผู้ที่สนใจความรู้เกี่ยวกับการนำแสงสว่างจากธรรมชาติมาช่วยในการประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้มากพอสมควร

กลุ่มผู้จัดทำ

ส่วนประกอบต่างๆ ของระบบ

1. Main board PIC16F877	ตัวประมวลผลหลักของระบบควบคุมแสงสว่างด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์
Power Supply	ตัวประมวลผลหลักสามารถรับแรงดันได้ระหว่าง 9 - 32 V กระแสไม่เกิน 5 A (ปัจจุบันรับที่ 12 V) แต่ตัวประมวลผลหลักจะทำการแปลงแรงดันที่รับมาจาก Power Supply ลดลงเหลือเพียง 5 V เพื่อใช้เลี้ยง PIC16F877
PIC16F877	ตัวประมวลผลหลัก สามารถรับแรงดันที่ 5 V เท่านั้น
RS485	ตัวเรียงสัญญาณ และรับ - ส่งสัญญาณดิจิตัล
2. Main board PIC16F716	ตัวประมวลผลรองของระบบควบคุมแสงสว่างด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์อยู่ในส่วนอุปกรณ์วัดความส่องสว่าง
Power Supply	ตัวประมวลผลรองสามารถรับแรงดันได้ระหว่าง 9 - 32 V กระแสไม่เกิน 5 A (ปัจจุบันรับที่ 12 V) แต่ตัวประมวลผลรองจะทำการแปลงแรงดันที่รับมาจาก Power Supply ลดลงเหลือเพียง 5 V เพื่อใช้เลี้ยง PIC16F716
PIC16F716	ตัวประมวลผลรองอยู่ที่อุปกรณ์วัดความส่องสว่าง สามารถรับแรงดันที่ 5 V เท่านั้น
RS485	ตัวเรียงสัญญาณ และรับ - ส่งสัญญาณ
3. LCD Display	แสดงผล 2 บรรทัด
4. อุปกรณ์วัดความส่องสว่าง	ทำจาก LDR (Light-Dependent Resistor) ทั้งหมด 6 ตัว คือ S1, S2, S3, S4, S5 และ S6 โดย S2, S5 จะประมวลผลร่วมกัน และ S3, S6 จะประมวลผลร่วมกัน
5. Power supply Line	220 V
6. Relay	24 V, 220 V

7. แผงวงจรควบคุมหลอด LED จำลองระบบวงจรหลอดฟลูออเรสเซนต์ของโรงซ่อมบำรุง

8. Keyboard

9. ตู้ควบคุมหลัก Breaker

10. ตู้ควบคุมย่อย

มหาวิทยาลัยนเรศวร

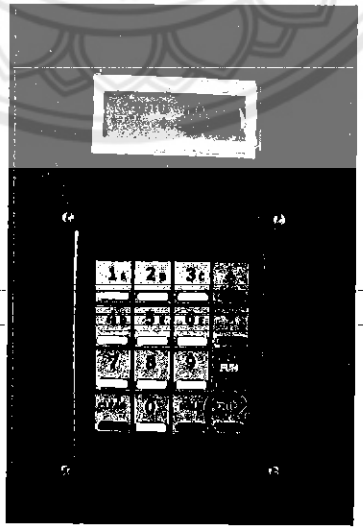
การทำงาน Auto Mode

Auto Mode

เมื่อเข้าสู่ระบบอัตโนมัติ หน้าจอ LCD Display จะแสดงคำว่า "AUTO MODE" ตรงกลางของบรรทัดด้านบนที่จอ LCD Display ส่วนบรรทัดด้านล่างของจอ LCD Display จะเป็นตัวเลขแสดงการเปิด-ปิดของวงจรหลอดฟลูออเรสเซนต์แต่ละวงจร ดังแสดงไว้ในรูปที่ 1 ซึ่งหมายเลข 1-8 บนหน้าจอ แสดงการเปิด-ปิดวงจรหลอดฟลูออเรสเซนต์ในวงจรที่ 1-9 (โดยหมายเลข 4 5 จะแสดงการเปิด-ปิดวงจรหลอดฟลูออเรสเซนต์วงจรที่ 4 5 6 อันเนื่องจากมีข้อจำกัดของสายส่งที่ออกมาจากไมโครคอนโทรลเลอร์ และการออกแบบการเปิด-ปิดหลอดฟลูออเรสเซนต์) หลังจากนั้น ระบบจะทำการประมวลผลเองโดยอัตโนมัติ

รูปที่ 1 ภาพแสดงผลบนจอ LCD Display เมื่อเข้าสู่ระบบทำงานอัตโนมัติ

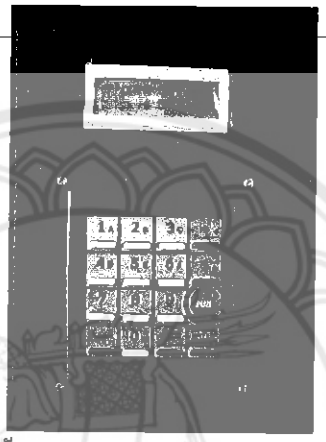
แต่หากหน้าจอ LCD Display ไม่เป็นไปตามข้างต้น ให้กดปุ่มสีแดง (ฝืนหลังสีฟ้า) ทางขวามือแถวล่างสุด ที่เขียนว่า "ENTER" ดังแสดงไว้ดังรูปที่ 2 เพื่อเข้าสู่ระบบอัตโนมัติต่อไป



รูปที่ 2 ภาพแสดงขั้นตอนการเข้าสู่ระบบอัตโนมัติเมื่อไม่ได้อยู่ในระบบที่ถูกต้อง

ในระบบอัตโนมัติ ผู้ใช้สามารถปรับตั้งการเปิด-ปิดวงจรหลอดฟลูออเรสเซนต์ หากค่าความเข้มแสงมีค่ามากหรือน้อยจนเกินไปสามารถสั่งให้ระบบเปิดวงจรหลอดฟลูออเรสเซนต์เพิ่ม หรือสั่งให้ระบบปิดวงจรหลอดฟลูออเรสเซนต์ลง โดยการปรับตั้งค่า A to D (Analog to Digital) ตามความต้องการของผู้ใช้เอง

การปรับตั้งการเปิด-ปิดวงจรหลอดฟลูออเรสเซนต์ สามารถเข้าไปยังฟังก์ชันที่ได้ออกแบบไว้โดยการกดปุ่มสีแดง (ผืนหลังสีส้ม) ทางขวามือสุด แถว 3 นับจากบนลงล่าง บนคีย์บอร์ด ที่เขียนว่า "FUN" ดังแสดงไว้ในรูปที่ 3 ซึ่งจะได้อธิบายแต่ละฟังก์ชัน ต่อไปดังนี้



รูปที่ 3 ภาพแสดงขั้นตอนการเข้าสู่ฟังก์ชันเพื่อปรับตั้งการเปิด-ปิดวงจรหลอดฟลูออเรสเซนต์(ปรับตั้งค่า A to D)

1. UPPER LIMIT

เมื่อสู่เข้าฟังก์ชัน UPPER LIMIT แล้ว บนจอ LCD Display จะแสดงคำว่า "1.UPPER LIMIT" แถวบน และแสดงคำว่า "ENTER TO SELECT" แถวล่าง ดังแสดงไว้ในรูปที่ 4

รูปที่ 4 ภาพแสดงผลบนจอ LCD Display เมื่อเข้าสู่ฟังก์ชัน UPPER LIMIT

ฟังก์ชันนี้ เป็นฟังก์ชันที่ใช้ในการปรับตั้งค่า A to D ในการปิดวงจรหลอดฟลูออเรสเซนต์ ถ้าหากค่าของ A to D จากอุปกรณ์วัดความส่องสว่าง มีค่ามากกว่าค่า A to D ที่ปรับตั้งไว้ ระบบจะสั่งให้ปิดวงจรหลอดฟลูออเรสเซนต์ลง แต่ถ้าต้องการปรับตั้งค่าใหม่ให้กดปุ่ม "ENTER" เพื่อเข้าสู่การปรับตั้งค่าต่อไป

หลังจากกดปุ่ม "ENTER" แล้ว ภาพที่แสดงบนจอ LCD Display จะปรากฏว่า "Turn OFF When" แถวบน และแสดงคำว่า "Light > XXX" แถวล่าง (ตัวแปล x แทน การใส่ค่า A to D ที่ต้องการปรับตั้ง) ดังแสดงไว้ในรูปที่ 5 สามารถปรับตั้งค่า A to D โดยการกดปุ่ม " ▲ " เพื่อเพิ่มค่า หรือกดปุ่ม " ▼ " เพื่อลดค่า ดังแสดงไว้ในรูปที่ 6 เมื่อปรับตั้งตามความต้องการเรียบร้อยแล้ว ให้กดปุ่ม "ENTER" เพื่อยืนยันการปรับตั้ง

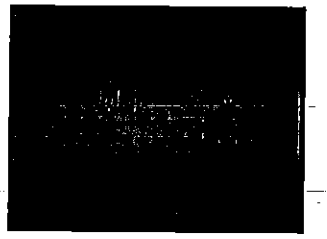
รูปที่ 5 ภาพแสดงผลบนจอ LCD Display เมื่อต้องการปรับตั้งค่า A to D ในฟังก์ชัน UPPER LIMIT

รูปที่ 6 ภาพแสดงขั้นตอนการเพิ่ม-ลดค่าA to D ในฟังก์ชัน UPPER LIMIT

- เมื่อค่า A to D ที่รับมาจากอุปกรณ์วัดความส่องสว่าง มีค่ามากกว่า XXX ระบบจะปิดวงจรหลอดฟลูออเรสเซนต์ลง ตามเวลาหน่วงที่ตั้งไว้
- ไม่ควรปรับตั้งค่า A to D สูงกว่า 220 (เมื่อเทียบค่าความเข้มแสงแล้ว ประมาณ 450 ลักซ์ ซึ่งสูงกว่าค่าความเข้มแสงมาตรฐานที่ 300 ลักซ์)
- เมื่อต้องการปรับตั้งค่า A to D ในฟังก์ชันอื่นให้กดปุ่ม " ▼ " เพื่อข้ามไปยังฟังก์ชันถัดไป หรือกดปุ่ม " ▲ " เพื่อกลับไปยังฟังก์ชันก่อนหน้า

2. LOWER LIMIT

เมื่อสู่เข้าฟังก์ชัน LOWER LIMIT บนจอ LCD Display จะแสดงคำว่า"2.LOWER LIMIT" แถวบน และแสดงคำว่า "ENTER TO SELECT" แถวล่าง ดังแสดงไว้ในรูปที่ 7



รูปที่ 7 ภาพแสดงผลบนจอ LCD Display เมื่อเข้าสู่ฟังก์ชัน LOWER LIMIT

ฟังก์ชันนี้ เป็นฟังก์ชันที่ใช้ในการปรับตั้งค่า A to D ในการเปิดวงจรหลอดฟลูออเรสเซนต์ ถ้าหากค่าของ A to D จากอุปกรณ์วัดความส่องสว่าง มีค่าน้อยกว่าค่า A to D ที่ปรับตั้งไว้ ระบบจะสั่งให้เปิดวงจรหลอดฟลูออเรสเซนต์เพิ่มขึ้น ถ้าต้องการปรับตั้งให้กดปุ่ม "ENTER" เพื่อเข้าสู่การปรับตั้งค่า

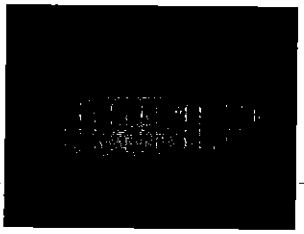
หลังจากกดปุ่ม "ENTER" ภาพที่แสดงบนจอ LCD Display จะปรากฏว่า "Turn ON when" แถวบน และแสดงคำว่า "Light < XXX" แถวล่าง (ตัวแปล x แทน การใส่ค่า A to D ที่ต้องการปรับตั้ง) ดังแสดงไว้ในรูปที่ 8 สามารถปรับตั้งค่า A to D โดยการกดปุ่ม " ▲ " เพื่อเพิ่มค่า หรือกดปุ่ม " ▼ " เพื่อลดค่า เมื่อปรับตั้งเรียบร้อยแล้ว ให้กดปุ่ม "ENTER" เพื่อยืนยันการปรับตั้ง

รูปที่ 8 ภาพแสดงผลบนจอ LCD Display เมื่อต้องการปรับตั้งค่า A to D ในฟังก์ชัน LOWER LIMIT

- เมื่อค่า A to D ที่รับมาจากอุปกรณ์วัดความส่องสว่าง มีค่าน้อยกว่า XXX ระบบจะเปิดวงจรหลอดฟลูออเรสเซนต์เพิ่มขึ้น ตามเวลาหน่วง
- ไม่ควรปรับตั้งค่า A to D ต่ำกว่า 180 (เมื่อเทียบค่าความเข้มแสงแล้ว ประมาณ 280 ลักซ์ ซึ่งต่ำกว่าค่าความเข้มแสงมาตรฐานที่ 300 ลักซ์)
- เมื่อต้องการปรับตั้งค่า A to D ในฟังก์ชันอื่นให้กดปุ่ม " ▼ " เพื่อข้ามไปยังฟังก์ชันถัดไป หรือกดปุ่ม " ▲ " เพื่อกลับไปยังฟังก์ชันก่อนหน้า

3. SENSOR MONITOR

เมื่อสู่เข้าฟังก์ชันของ SENSOR MONITOR ภาพที่แสดงบนจอ LCD Display จะแสดงคำว่า "3.SENSOR MONITOR" แถวบน และแสดงคำว่า "ENTER TO SELECT" แถวล่าง ดังแสดงไว้ในรูปที่ 9

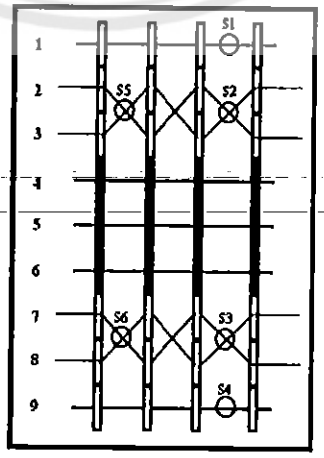


รูปที่ 9 ภาพแสดงผลบนจอ LCD Display เมื่อเข้าสู่ฟังก์ชัน SENSOR MONITOR

ฟังก์ชันนี้ต่างจากสองฟังก์ชันแรก คือ เป็นฟังก์ชันแสดงค่า A to D ของอุปกรณ์วัดความส่องสว่าง 6 ตัว (S1, S2, S3, S4, S5 และ S6) ที่ส่งเข้ามายังระบบการควบคุมแสงสว่างด้วยไมโครคอนโทรเลอร์ (PIC16F877) เมื่อต้องการดูค่า A to D ให้กดปุ่ม "ENTER"

- ขณะกำลังดูค่า A to D ของระบบนี้ผ่านทางจอ LCD Display ระบบจะหยุดทำการประมวลผลชั่วคราว และระบบนี้จะทำการประมวลผลอีกครั้งหลังจากทำการออกจากฟังก์ชัน SENSOR MONITOR เท่านั้น

เมื่อกดปุ่ม "ENTER" แล้ว จอ LCD Display จะแสดงค่า A to D ของอุปกรณ์วัดความส่องสว่างทั้ง 6 ตัว ซึ่งได้ออกแบบการวางตำแหน่งของอุปกรณ์วัดความส่องสว่าง ดังแสดงไว้ในรูปที่ 10 โดยระบบจะแสดงค่า A to D เพียง 4 ตัวเท่านั้น คือ S1 มาจากอุปกรณ์วัดความส่องสว่างตัวที่ 1 ตัวเดียว, S2 มาจากอุปกรณ์วัดความส่องสว่างตัวที่ 2 รวมกับ 5 แล้วหารครึ่ง, S3 มาจากอุปกรณ์วัดความส่องสว่างตัวที่3 รวมกับ 6 แล้วหารครึ่ง, S4 มาจากอุปกรณ์วัดความส่องสว่างที่4 ตัวเดียว ดังแสดงไว้ในรูปที่ 11



รูปที่ 10 ภาพแสดงตำแหน่งอุปกรณ์วัดความส่องสว่าง บริเวณพื้นที่ทำงาน 6 จุด (S1, S2, S3, S4, S5 และ S6)

รูปที่ 11 ภาพแสดงค่า A to D ของอุปกรณ์วัดความส่องสว่างทั้ง 6 ตัว

เมื่อต้องการปรับตั้งค่า A to D ในฟังก์ชันอื่นๆ ให้กดปุ่ม " ▼ " เพื่อข้ามไปยังฟังก์ชันถัดไป หรือกดปุ่ม " ▲ " เพื่อกลับไปยังฟังก์ชันก่อนหน้า

4. EXIT AND SAVE

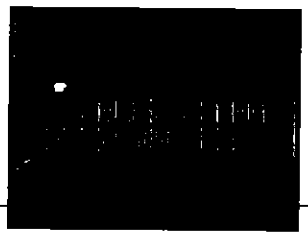
เมื่อสู่เข้าฟังก์ชัน EXIT AND SAVE แล้ว บนจอ LCD Display จะแสดงคำว่า "4.EXIT AND SAVE" แถวบน และแสดงคำว่า "ENTER TO SELECT" แถวล่าง ดังแสดงไว้ในรูปที่ 12

ฟังก์ชันนี้ เป็นฟังก์ชันที่ใช้ออกจากการปรับตั้งค่า A to D ของระบบควบคุม พร้อมทั้งมีการบันทึกการปรับตั้งค่า A to D ที่ได้เปลี่ยนแปลงไปตามที่ผู้ใช้ตั้งค่าไว้ ถ้าผู้ใช้ทำการออกการปรับตั้งค่า และมีการบันทึกการปรับตั้งค่า A to D ที่ได้เปลี่ยนแปลง ให้กดปุ่ม "ENTER" หลังจากนั้นระบบจะออกจากการปรับตั้งค่า และกลับสู่การควบคุมแบบอัตโนมัติตามเดิม

รูปที่ 12 ภาพแสดงผลบนจอ LCD Display เมื่อเข้าสู่ฟังก์ชัน EXIT AND SAVE

5. CANCEL AND CHANGE

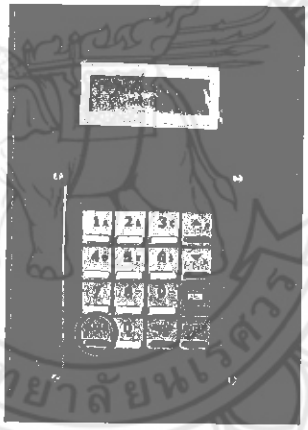
เมื่อสู่เข้าฟังก์ชันสุดท้ายนั่นก็คือ CANCEL AND CHANGE แล้ว บนจอ LCD Display จะแสดงคำว่า "5. CANCEL AND CHANGE" แถวบน และแสดงคำว่า "ENTER TO SELECT" แถวล่าง ดังแสดงไว้ในรูปที่ 13



รูปที่ 13 ภาพแสดงผลบนจอ LCD Display เมื่อเข้าสู่ฟังก์ชันCANCEL CHANGE

ฟังก์ชันนี้ เป็นฟังก์ชันที่ใช้ออกจากการปรับตั้งค่า A to D ของระบบควบคุม แต่ไม่มีการบันทึกการปรับตั้งค่า A to D ที่ได้เปลี่ยนแปลง ถ้าผู้ใช้ต้องการออกการปรับตั้งค่า และไม่ต้องการบันทึกการปรับตั้งค่า A to D ที่ได้เปลี่ยนแปลง ให้กดปุ่ม "ENTER" หลังจากนั้น ระบบจะออกจากการปรับตั้งค่า และกลับสู่การควบคุมแบบอัตโนมัติตามเดิม

ถ้าหากผู้ใช้ต้องการเข้ามายังฟังก์ชัน EXIT AND SAVE โดยไม่ผ่านฟังก์ชันอื่นๆ สามารถกดปุ่มสีแดง (ผืนหลังสีฟ้า) ทางซ้ายมือ แถวล่างสุด ที่เขียนว่า "CLEAR" ดังแสดงไว้ในรูปที่ 14



รูปที่ 14 ภาพแสดงขั้นตอนการเข้าสู่ฟังก์ชัน EXIT AND SAVE โดยไม่ผ่านฟังก์ชันอื่นๆ

นอกจากนี้ ยังสามารถควบคุมการเปิด-ปิดหลอดฟลูออเรสเซนต์ได้โดยตรงผ่านทางคีย์บอร์ดตามหมายเลข 1-8 เท่านั้น

หมายเลข 1-8 จะควบคุมการเปิด-ปิดหลอดฟลูออเรสเซนต์วงจรที่ 1-9 ตามหมายเลข (โดยหมายเลข 4 5 จะควบคุมการเปิด-ปิดวงจรหลอดฟลูออเรสเซนต์วงจรที่ 4 5 6 อันเนื่องจากข้อจำกัดของสายส่งจากไมโครคอนโทรลเลอร์ และการออกแบบการเปิด-ปิด)

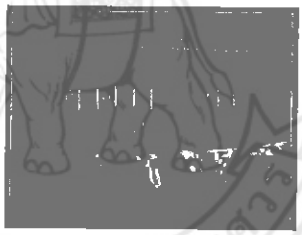
แต่ต้องขึ้นกับการประมวลผลของระบบอัตโนมัติด้วย ว่าควรที่จะเปิด-ปิดวงจรหลอดฟลูออเรสเซนต์หรือไม่ เช่น ถ้าเรากดหมายเลข 1 เพื่อทำการเปิดวงจรหลอดฟลูออเรสเซนต์แถว 1 แต่ความเข้มของแสงสว่างสูงเกินที่ปรับตั้งไว้ในฟังก์ชันการปรับตั้ง ระบบจะทำการสั่งปิดวงจรหลอดฟลูออเรสเซนต์ ตามเวลาหน่วงทันที

หากต้องการสั่งเปิด-ปิดวงจรหลอดฟลูออเรสเซนต์ด้วยมือที่คีย์บอร์ด โดยไม่มีการประมวลผล หรือ ไม่เลือกโหมดอัตโนมัติ ให้ปรับไปที่ระบบทำงานด้วยมือ โดยการกดที่ปุ่ม "ENTER"

การทำงาน Manual Mode

Manual Mode

เมื่อเข้าสู่ระบบ MANUAL MODE บนจอ LCD Display จะปรากฏว่า "MANUAL MODE" ตรงกลางของบรรทัดบนที่จอ LCD Display ส่วนบรรทัดล่างของจอ LCD Display จะเป็นตัวเลขแสดงการเปิด-ปิดวงจรหลอดฟลูออเรสเซนต์แต่ละวงจร ดังแสดงไว้ในรูปที่ 15 ซึ่งหมายเลข 1-8 บนหน้าจอ แสดงการเปิด-ปิดวงจรหลอดฟลูออเรสเซนต์วงจรที่ 1-9 (โดยหมายเลข 4, 5 จะแสดงการเปิด-ปิดวงจรหลอดฟลูออเรสเซนต์วงจรที่ 4, 5, 6 อันเนื่องจากข้อจำกัดของสายส่งที่ออกมาจากไมโครคอนโทรลเลอร์ และการออกแบบการเปิด-ปิด)



รูปที่ 15 ภาพแสดงผลบนจอ LCD Display เมื่อเข้าสู่ระบบทำงานด้วยมือ

แต่ถ้าหากหน้าจอ LCD Display ไม่เป็นไปตามข้างต้น ให้กดปุ่ม "ENTER" เพื่อเข้าสู่ระบบทำงานด้วยมือต่อไป

การทำงานของระบบทำงานด้วยมือ คือ สามารถควบคุมการเปิด-ปิดวงจรหลอดฟลูออเรสเซนต์แต่ละวงจร โดยการควบคุมผ่านทางคีย์บอร์ด หมายเลข 1-8 ด้วยมือ ซึ่งหมายเลข1-8 จะควบคุมการเปิด-ปิดวงจรหลอดฟลูออเรสเซนต์วงจรที่ 1-9

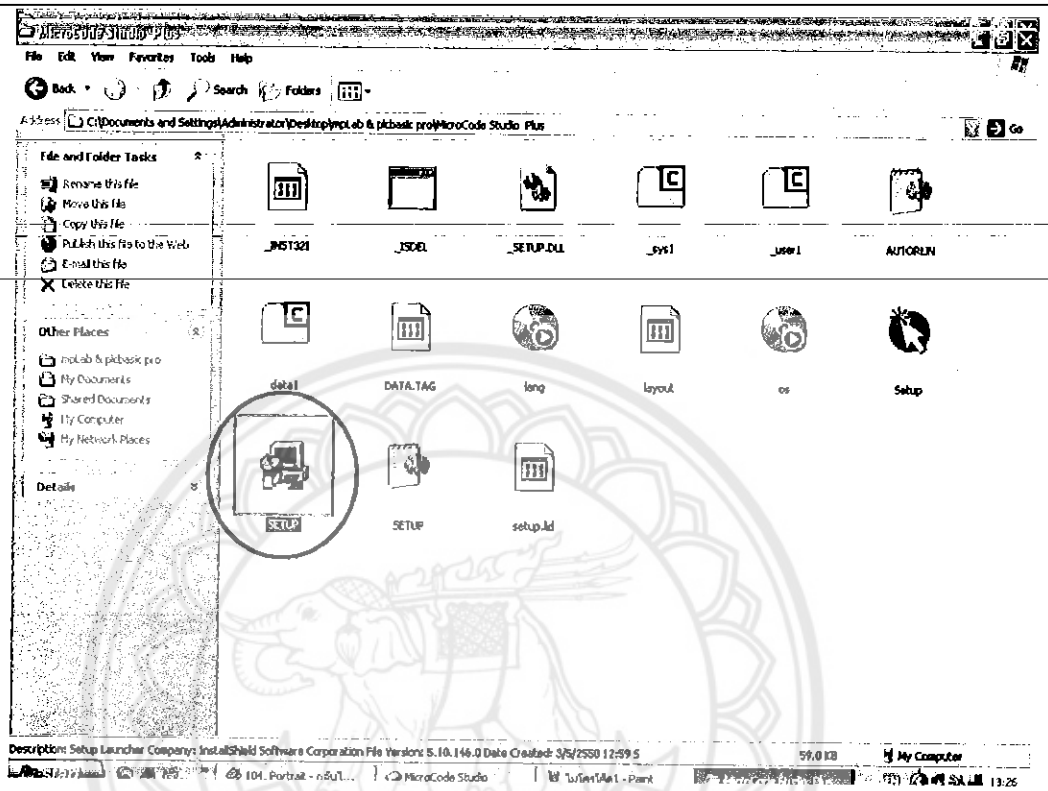
ระบบทำงานด้วยมือ สามารถปรับตั้งค่า A to D ของ การเปิด-ปิดวงจรหลอดฟลูออ-เรสเซนต์แต่ละวงจร เหมือนกับในระบบอัตโนมัติ แต่ระบบควบคุมฯ จะเริ่มการประมวลผลค่าของ A to D ที่มีการปรับตั้ง หลังจากผู้ใช้เข้าสู่ระบบอัตโนมัติแล้วเท่านั้น การเข้าไปปรับตั้งสามารถทำเช่นเดียวกับระบบอัตโนมัติ คือ เข้าไปปรับตั้งในฟังก์ชันที่ออกแบบไว้ ดังนั้น เมื่อต้องการตั้งค่าตามความต้องการของผู้ใช้ ให้กดปุ่ม "FUN" เพื่อเข้าสู่ระบบการทำงานด้วยมือ ต่อไป

ภาคผนวก ช

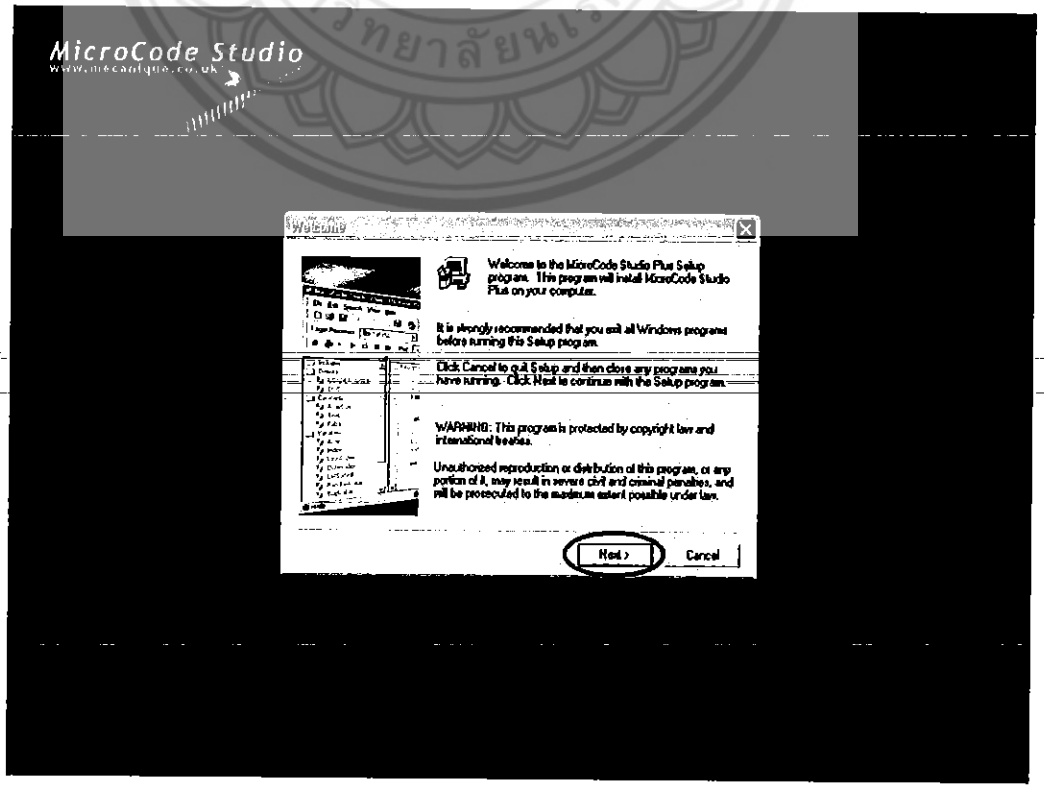
วิธีการใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล PIC

การลงโปรแกรม Microcode Studio

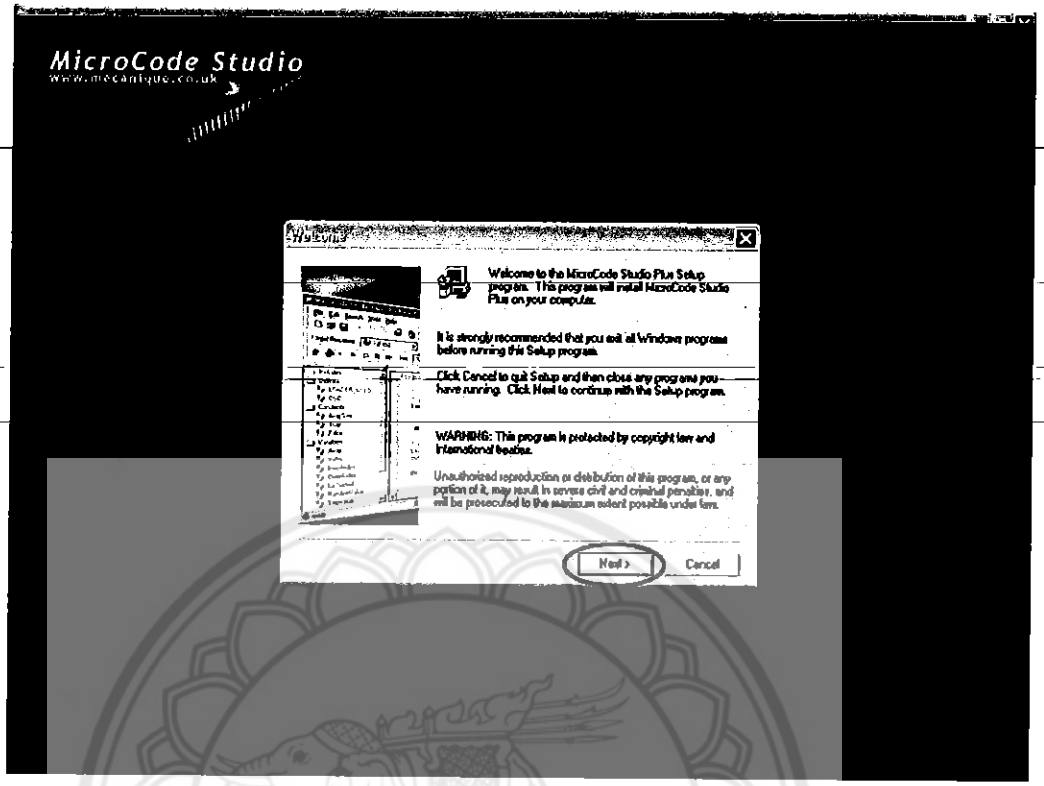
1. เปิดโปรแกรม Microcode Studio และทำการเลือกที่ไอคอน SETUP



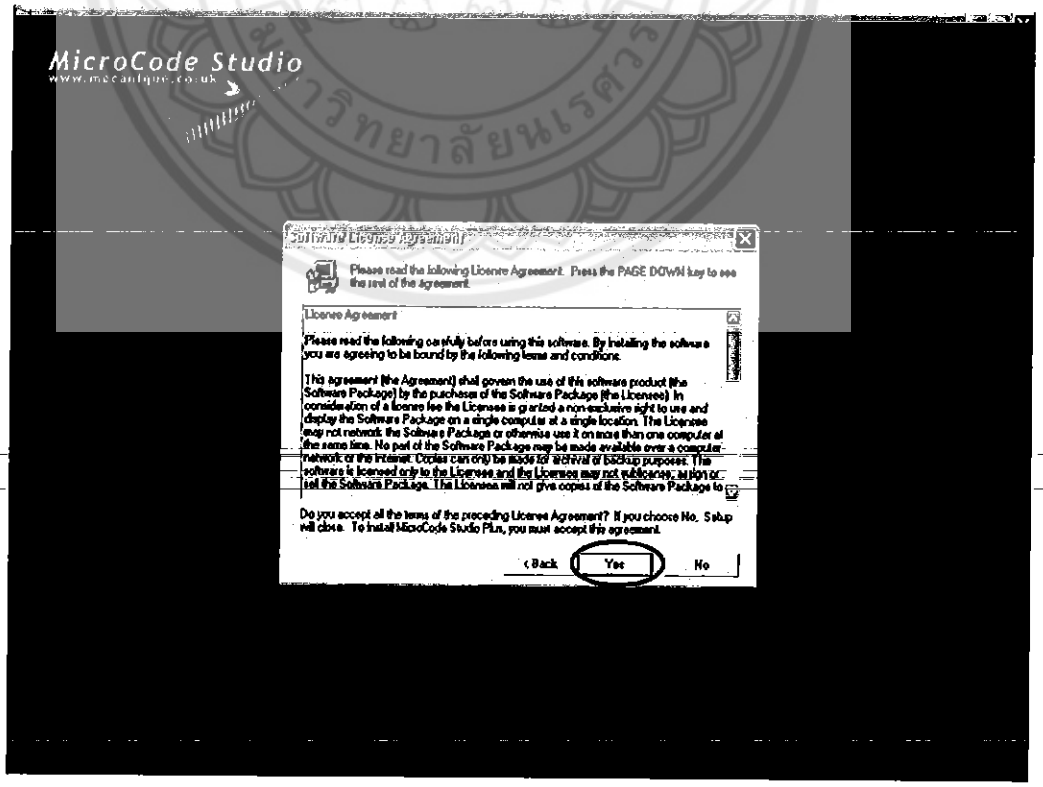
2. คลิก Next >



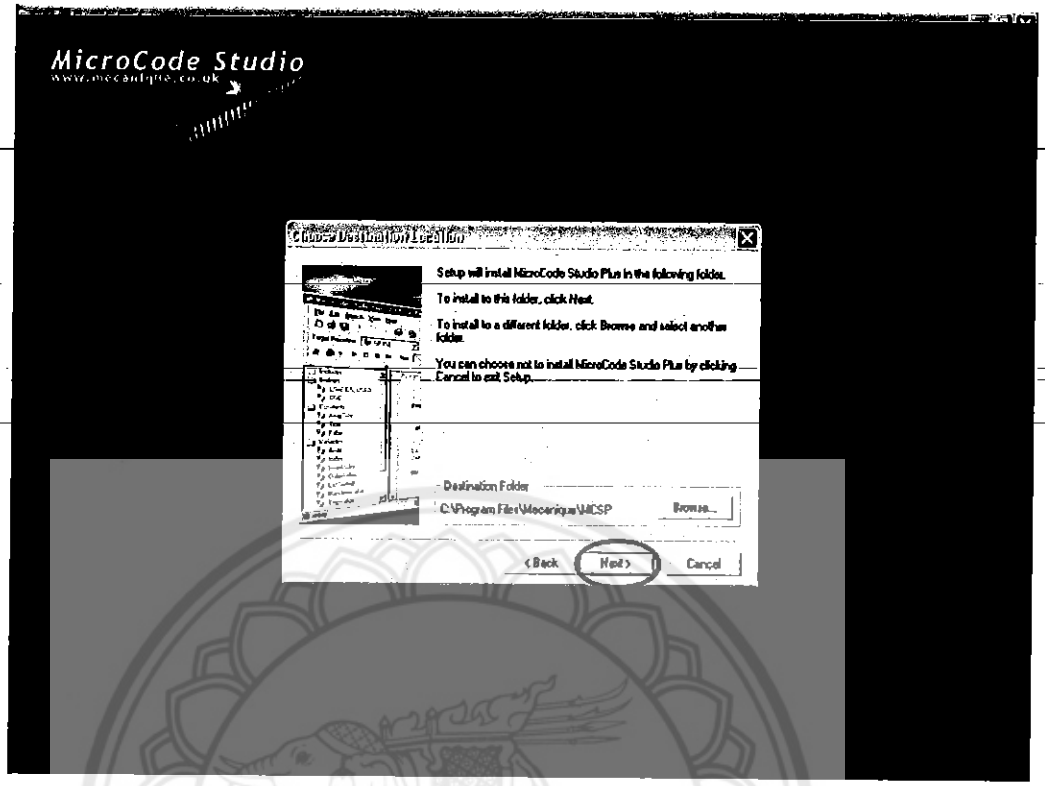
3. คลิก Next >



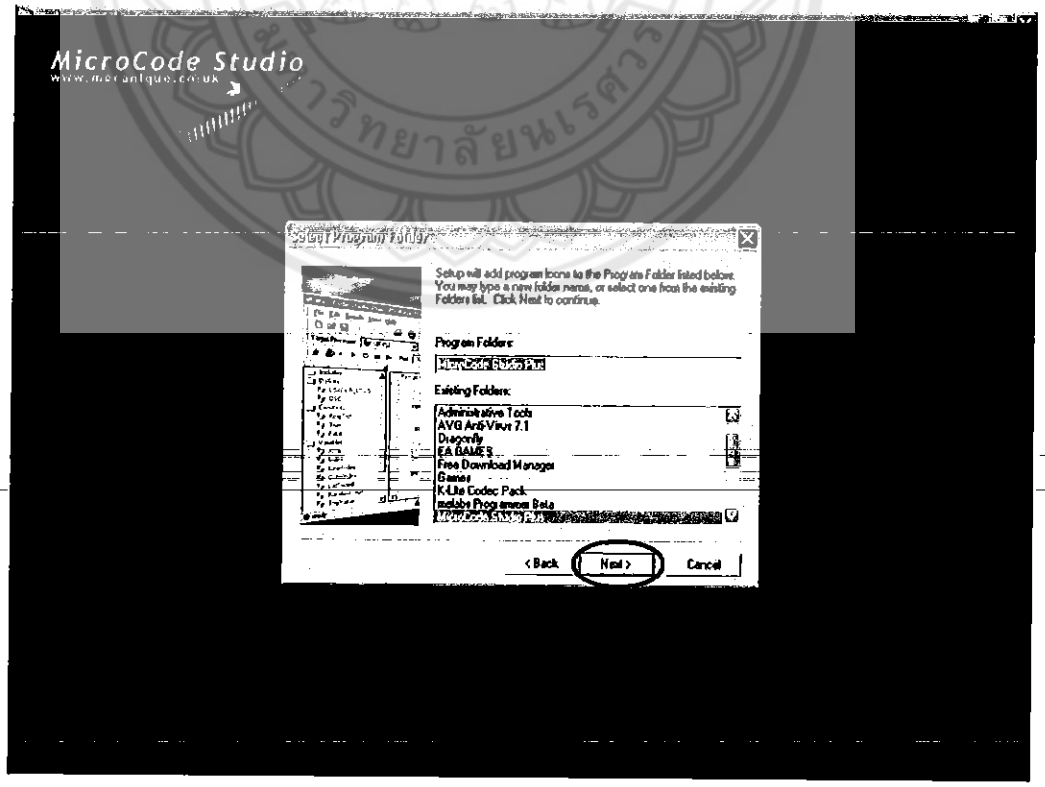
4. คลิก Yes



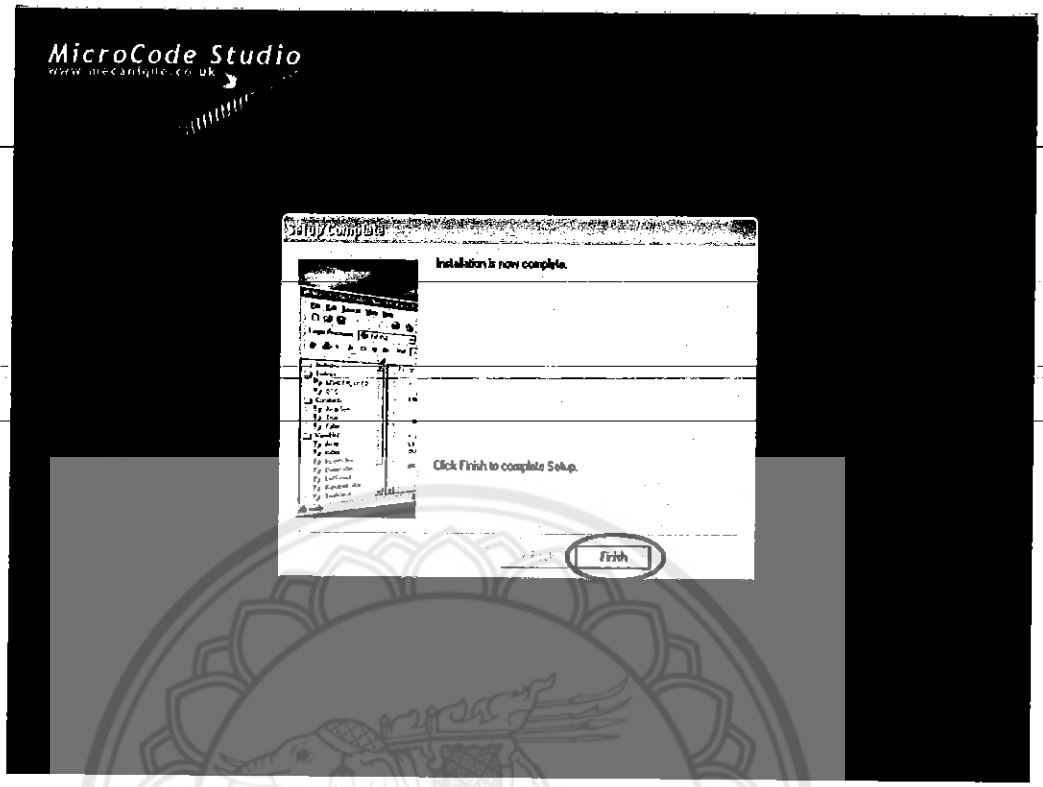
5. คลิก Next >



6. คลิก Next >

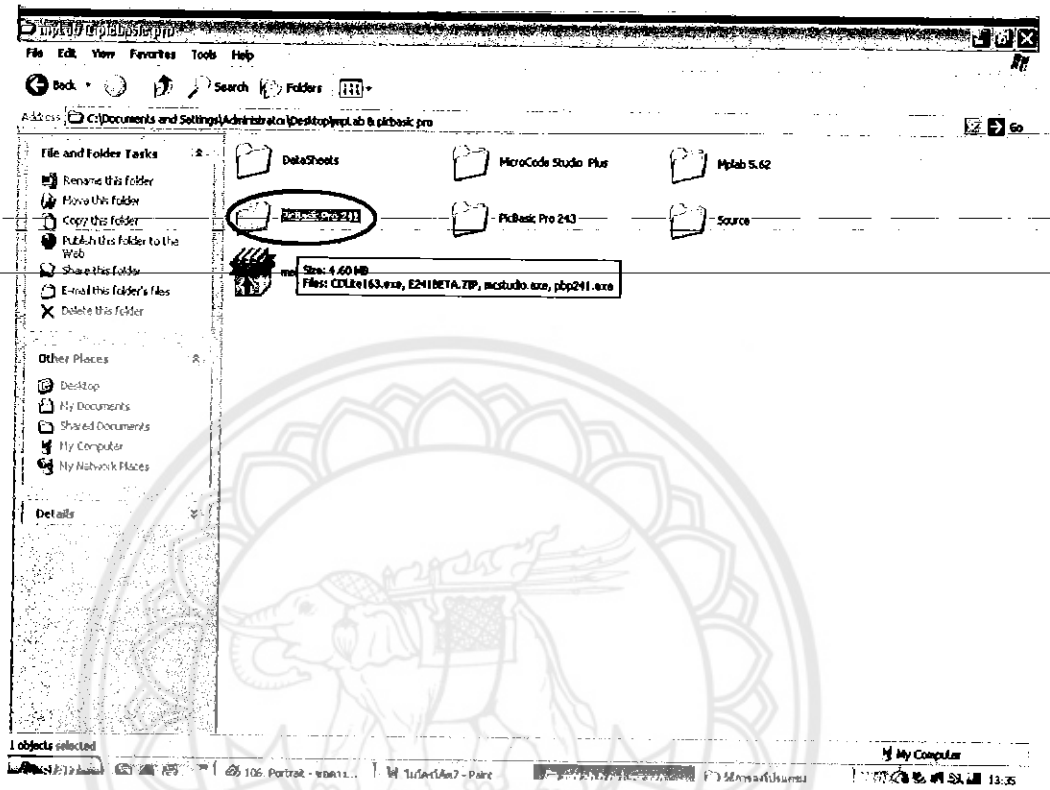


7. คลิก Finish

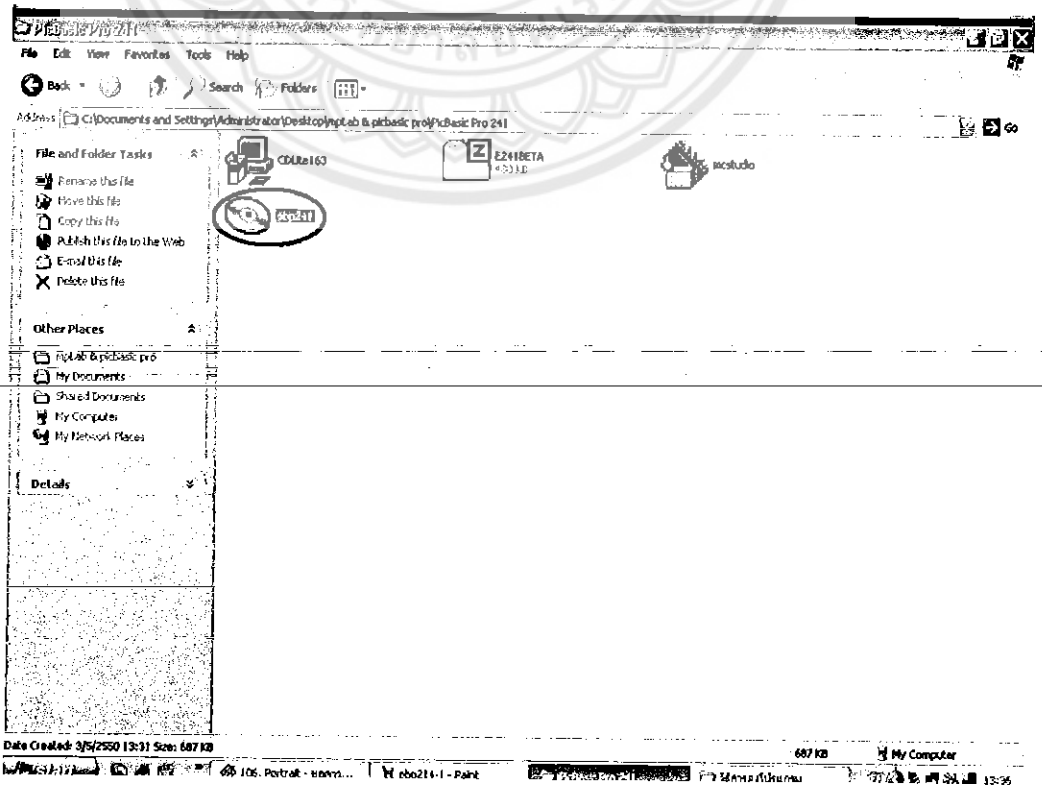

MicroCode Studio
Installation is now complete.
Click Finish to complete Setup.
Finish

การลงโปรแกรม PICBASIC PRO

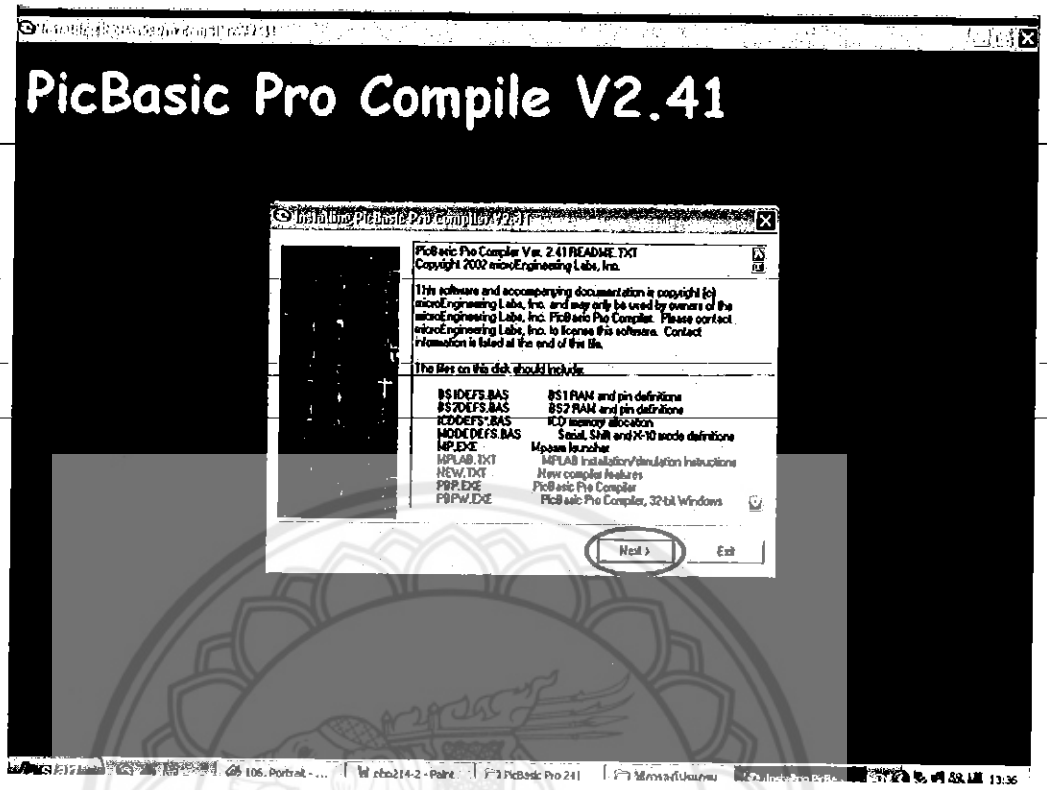
1. เลือกไอคอน PICBASIC PRO



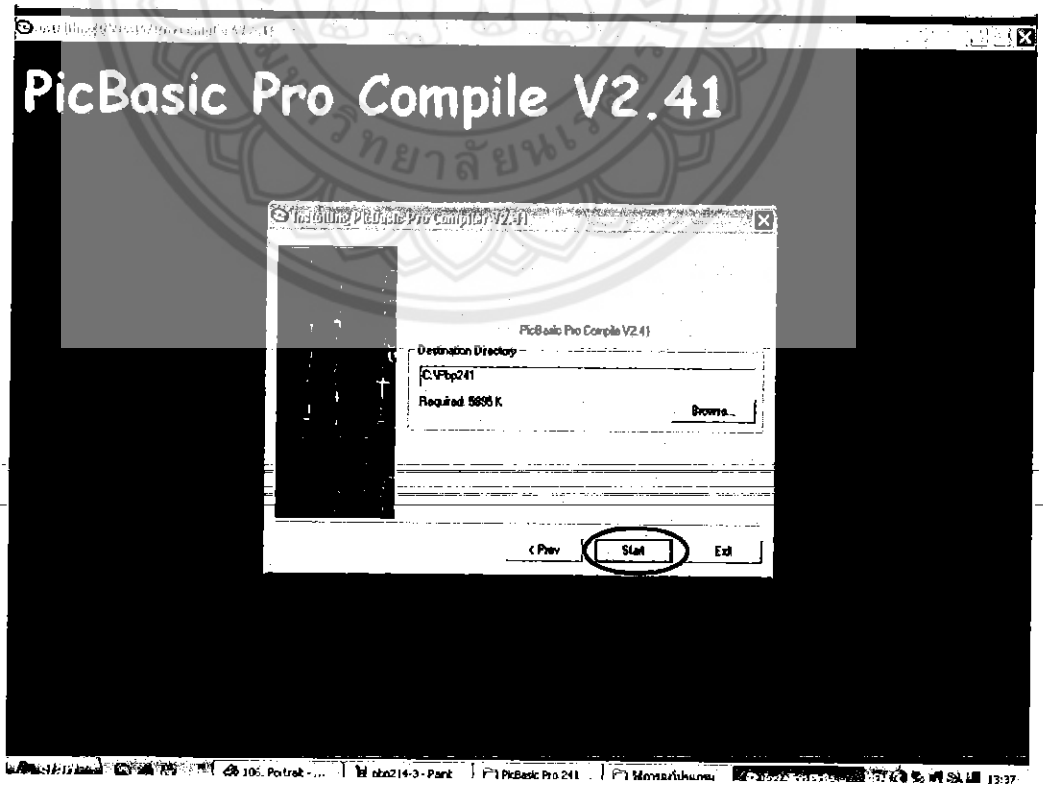
2. คลิก pbp241



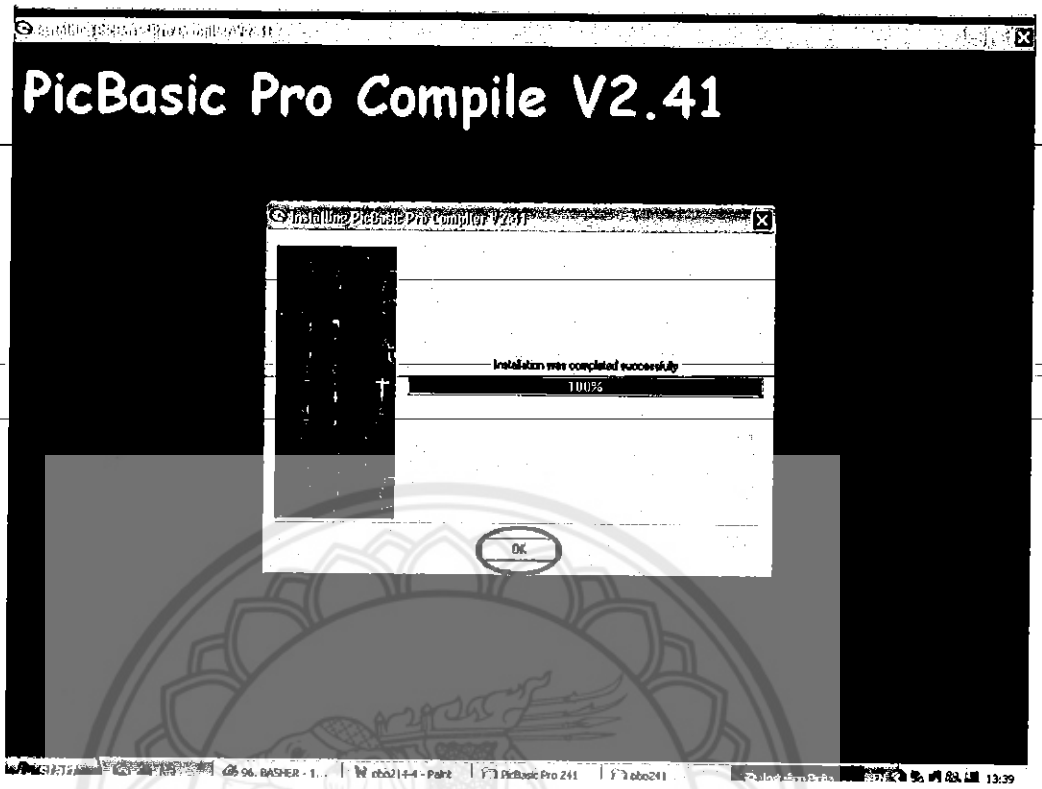
3. คลิก Next >



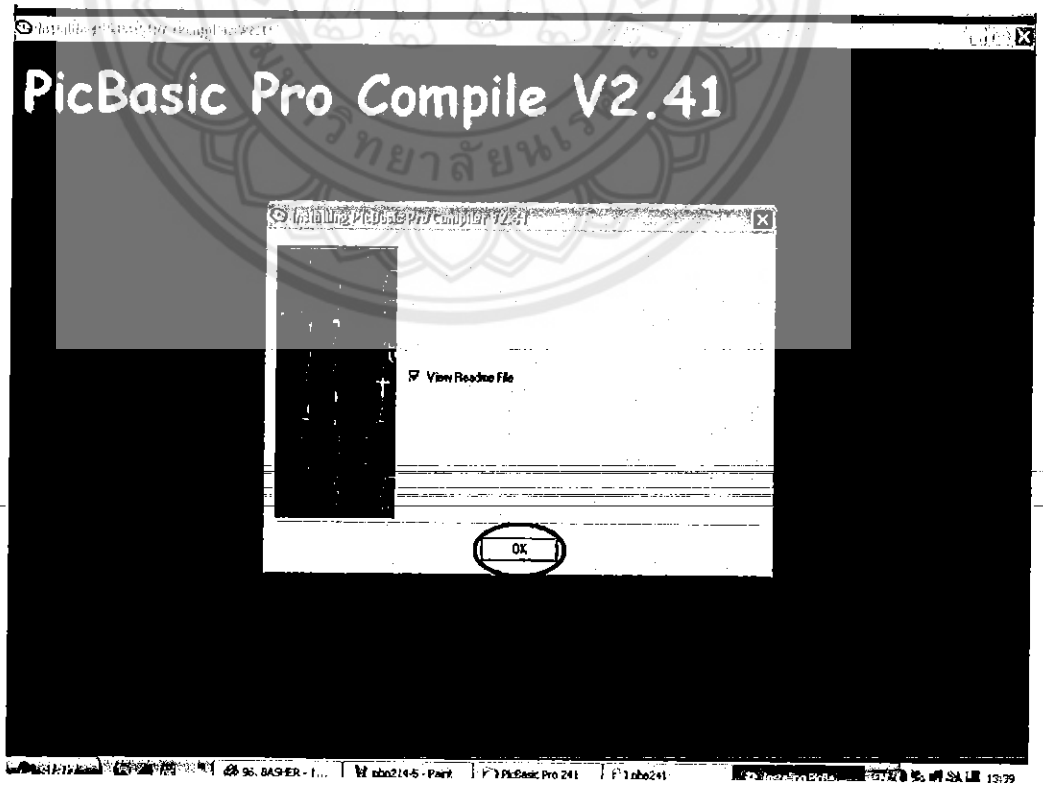
4. คลิก Start



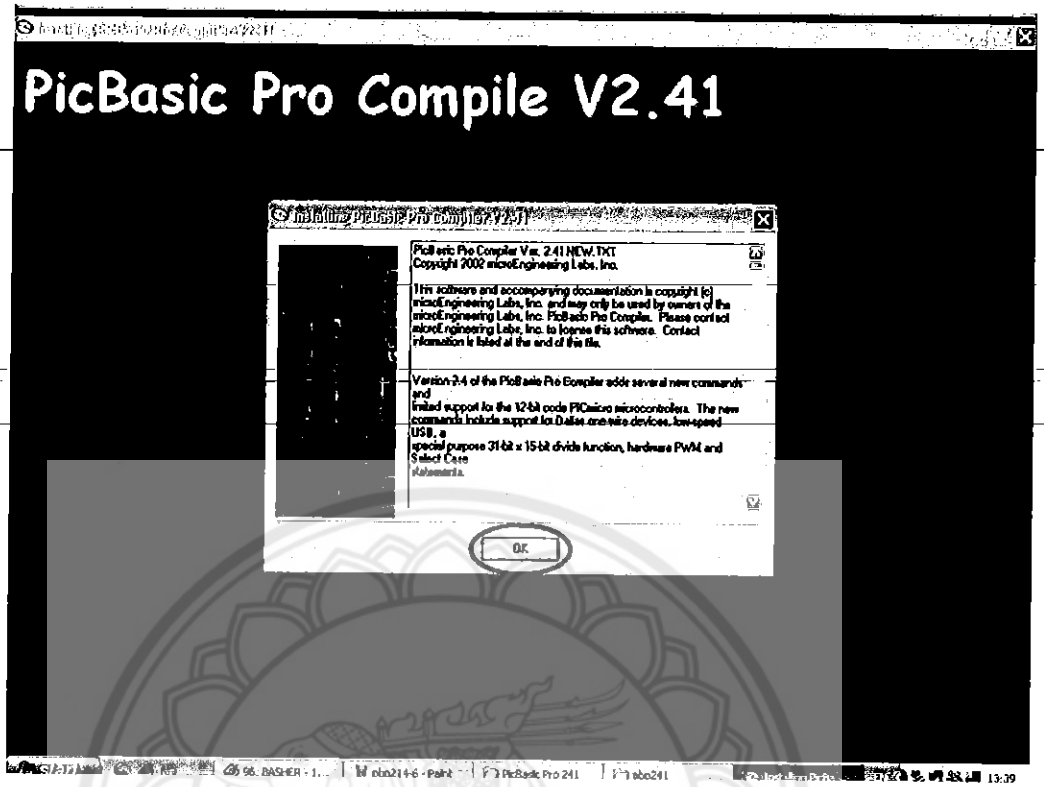
5. คลิก ok



6. คลิก ok

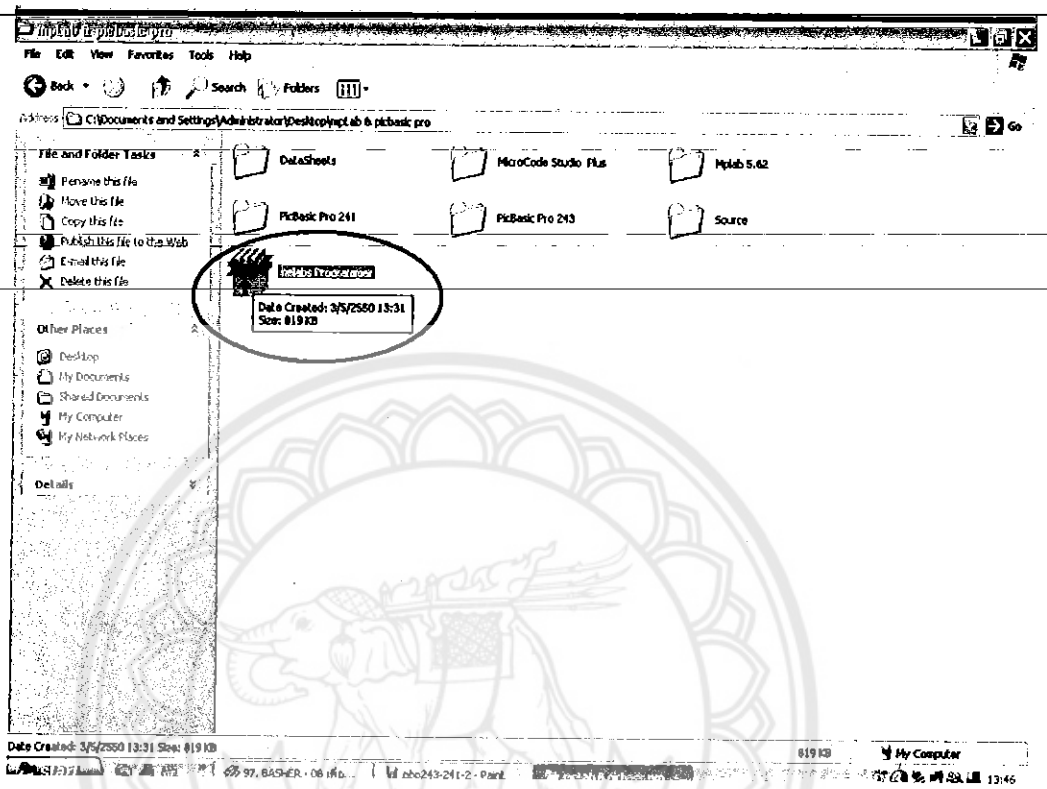


7. คลิก ok

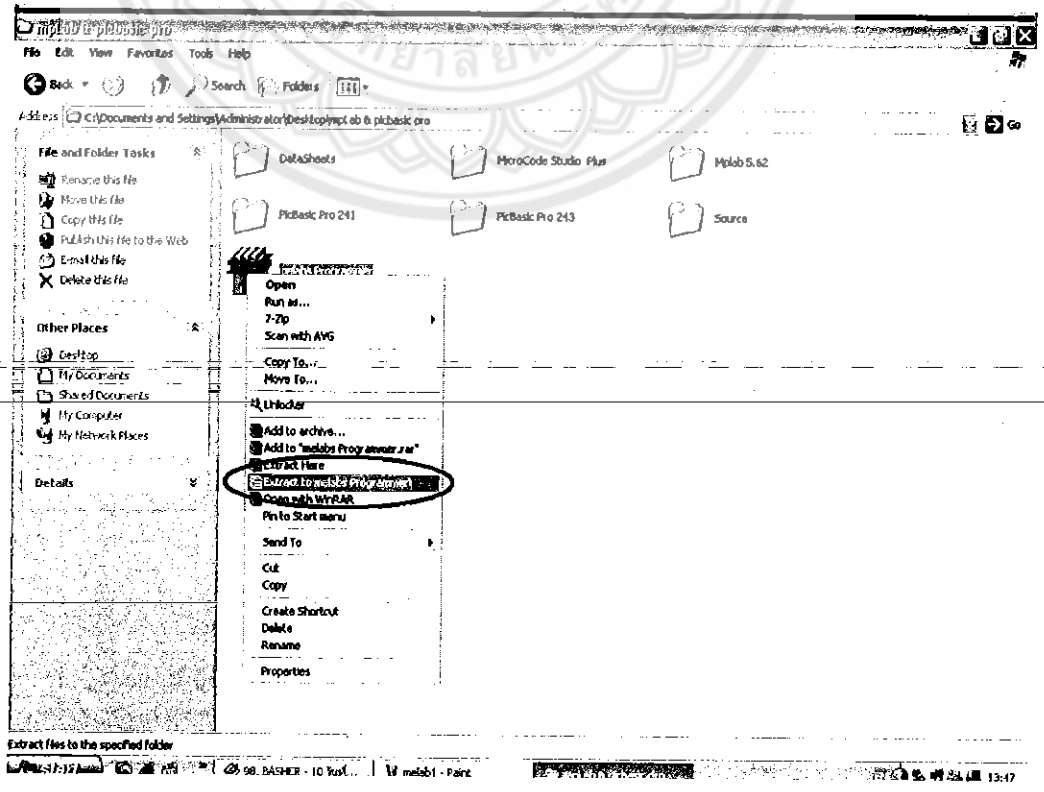

PicBasic Pro Compile V2.41
PicBasic Pro Compiler Ver. 2.41 NEW.TXT
Copyright 2002 microEngineering Labs, Inc.
OK

การลงโปรแกรม Melab

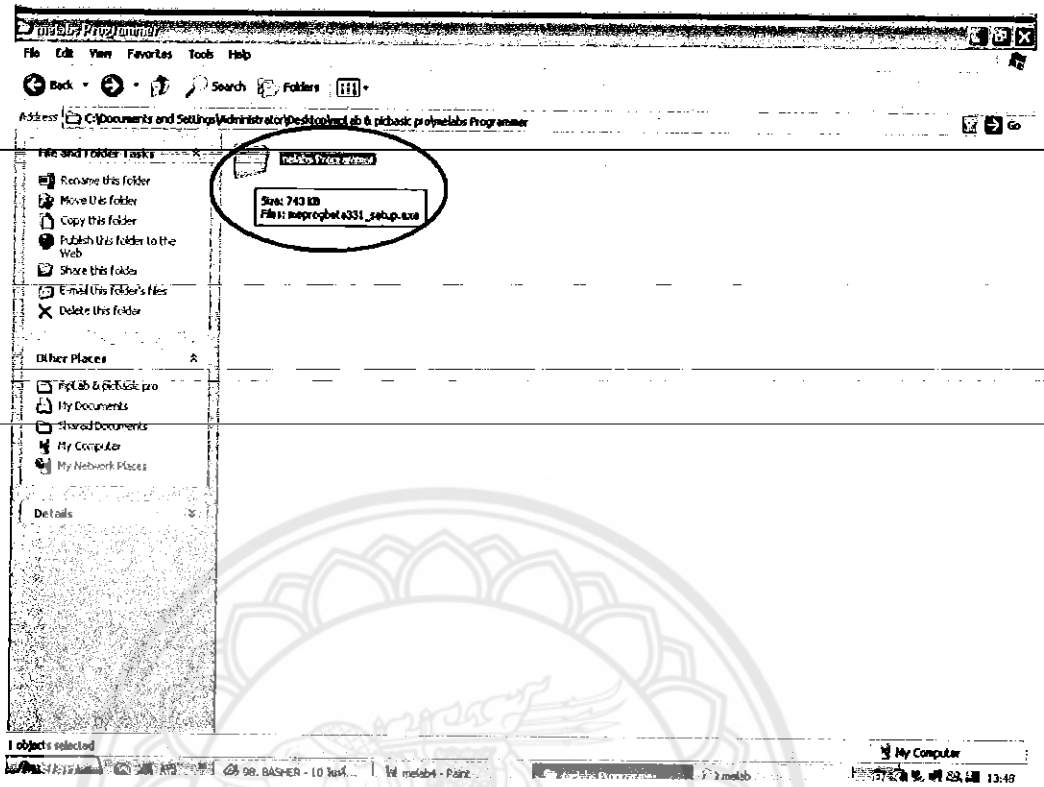
1. คลิกโปรแกรม melabs programmer



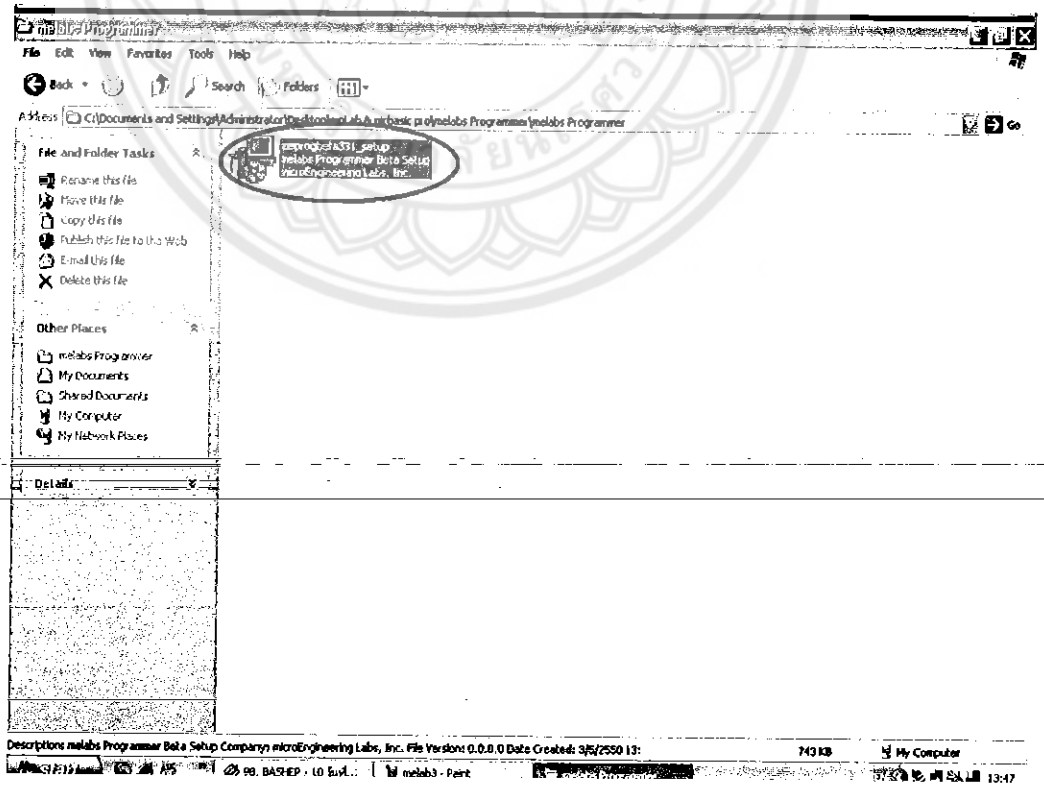
2. ทำการแก้ซิบไฟล์โดยเลือกที่ Extract to melabs programmer



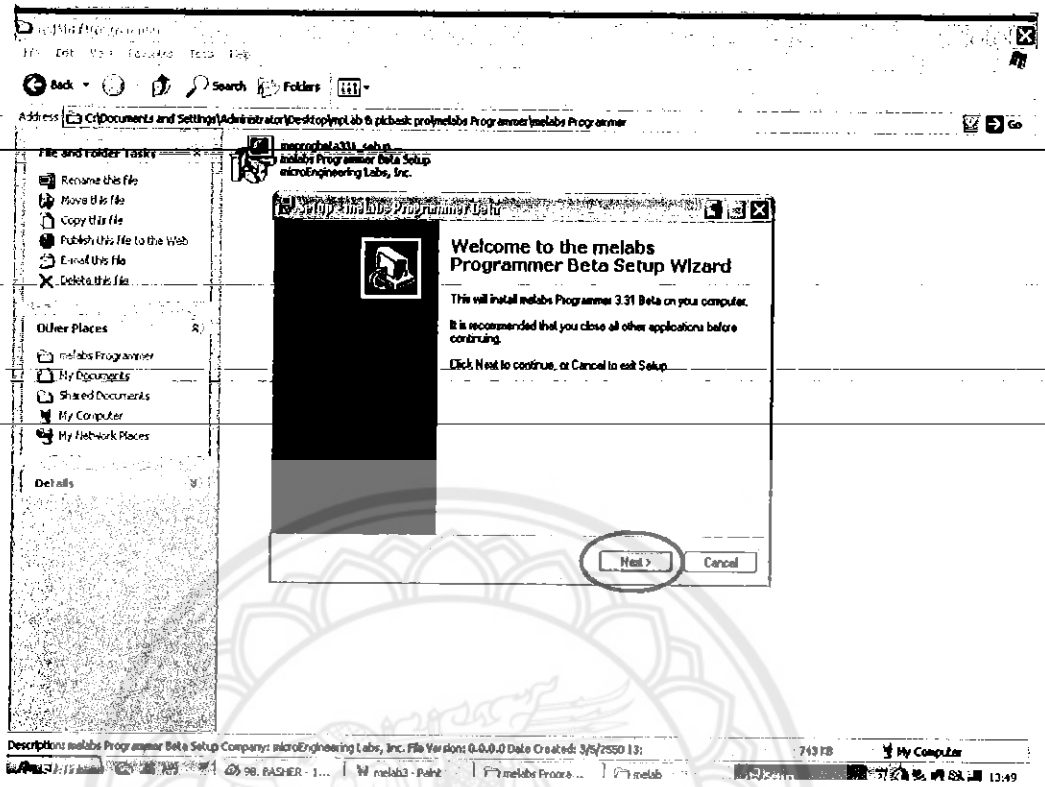
3. คลิกไอคอน melabs programmer



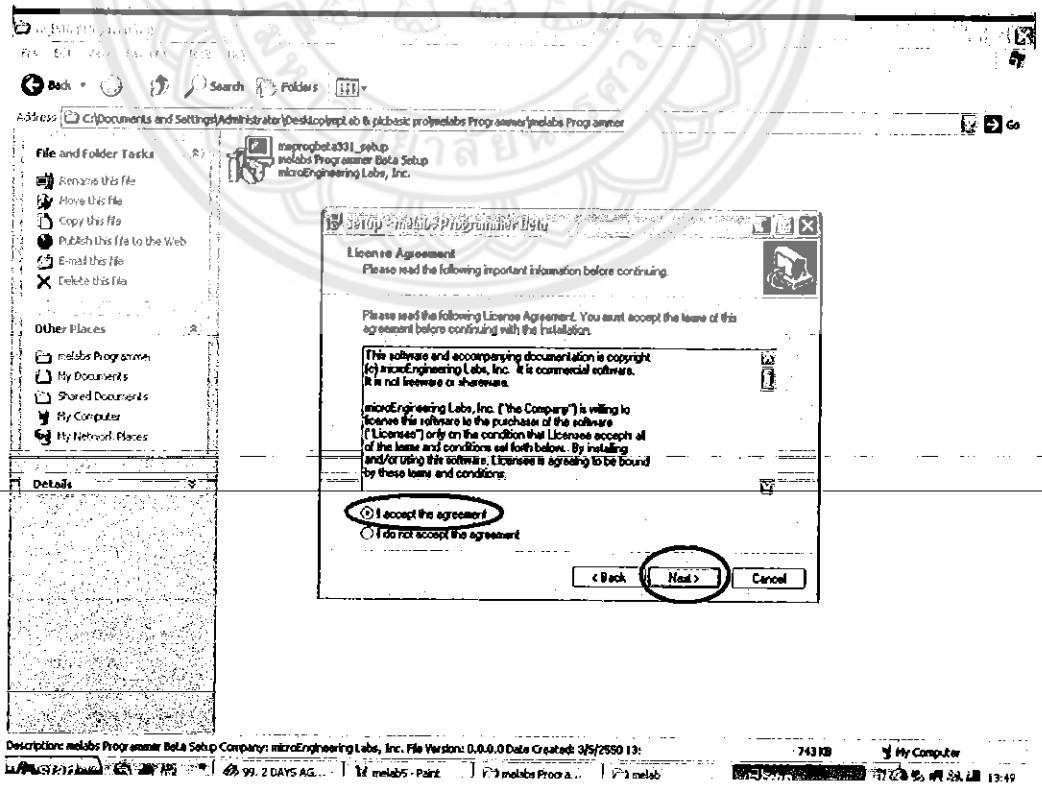
4. เลือก meprogbeta331_setup



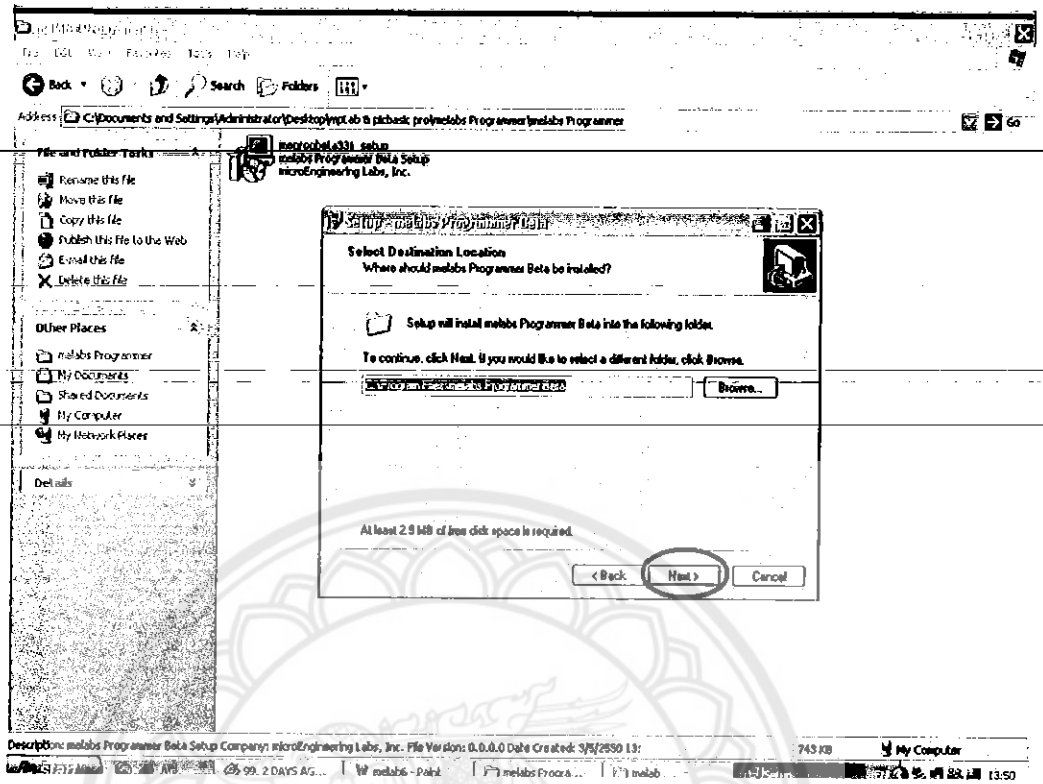
5. คลิก Next >



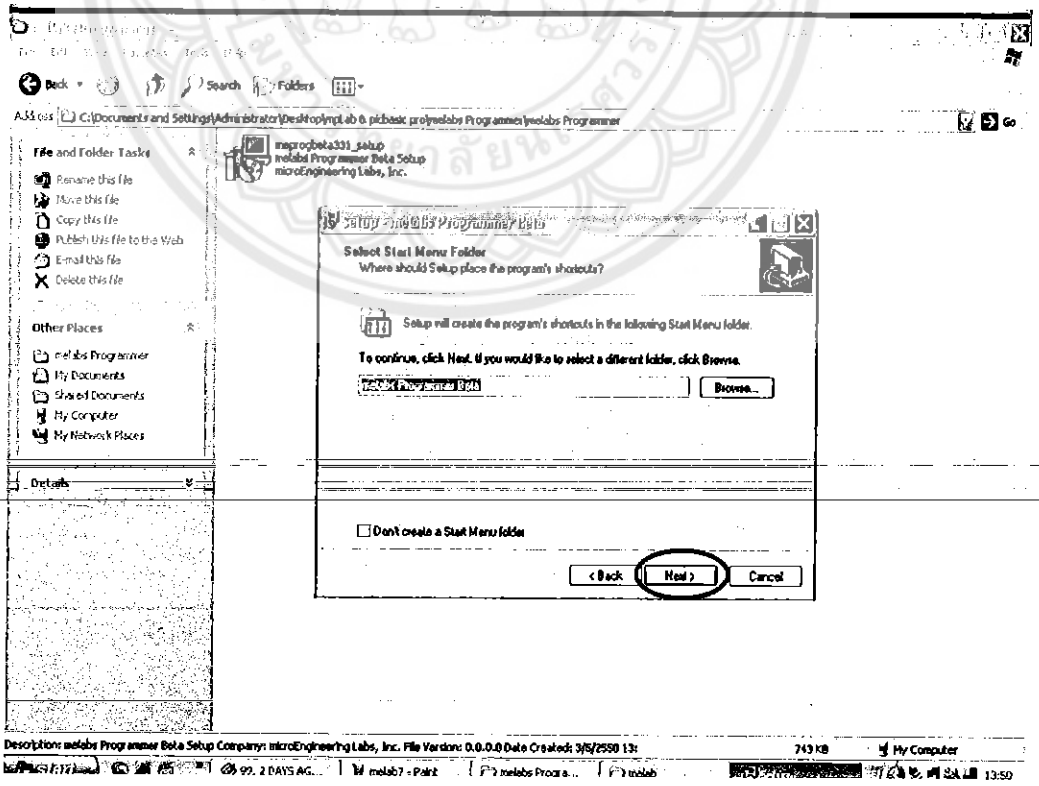
6. เลือกเครื่องหมายหน้า I accept the agreement จากนั้นคลิก Next >



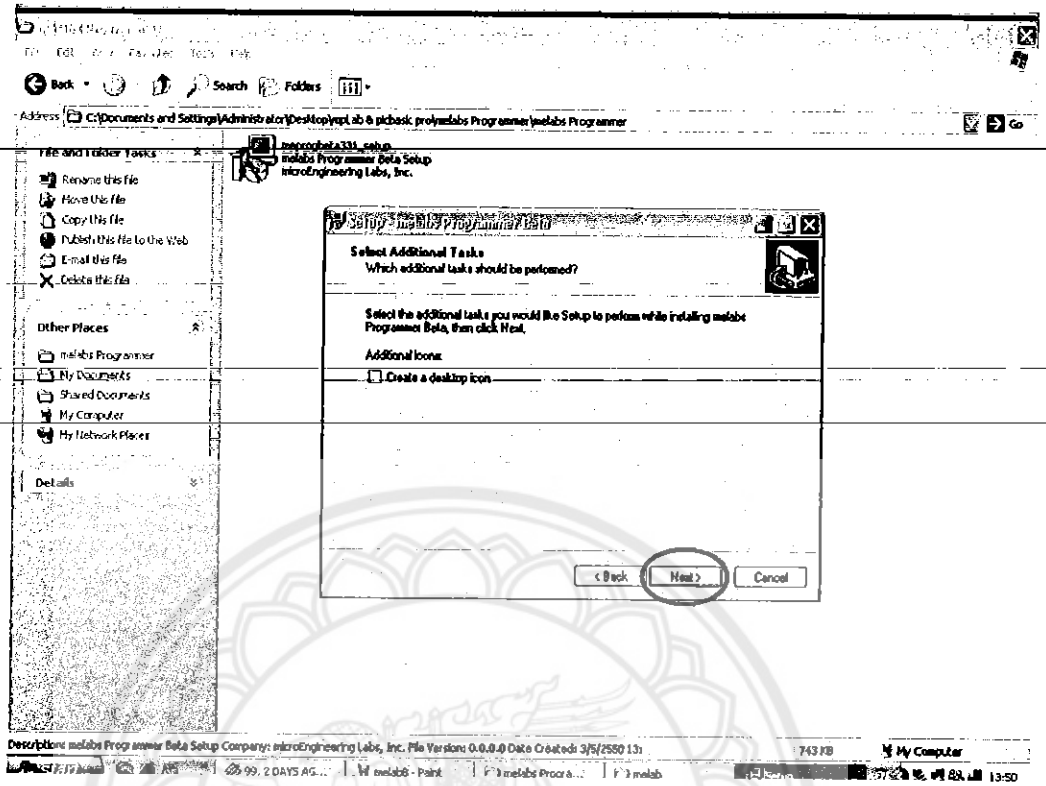
7. คลิก Next>



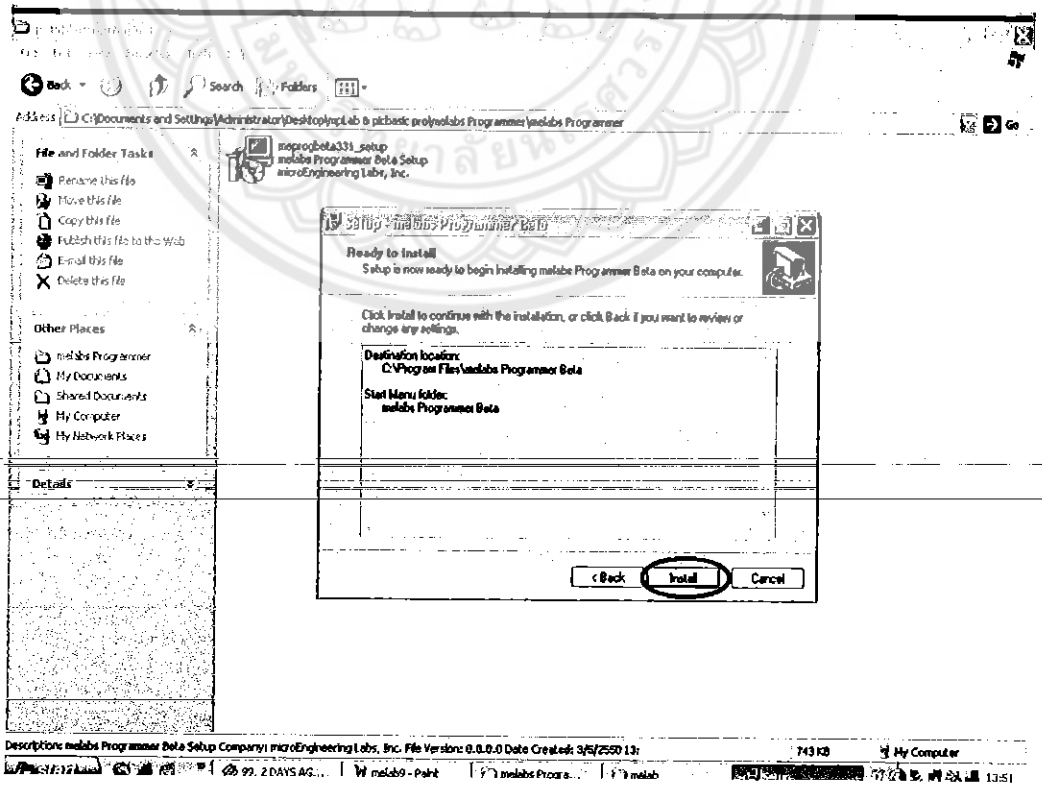
8. คลิก Next >



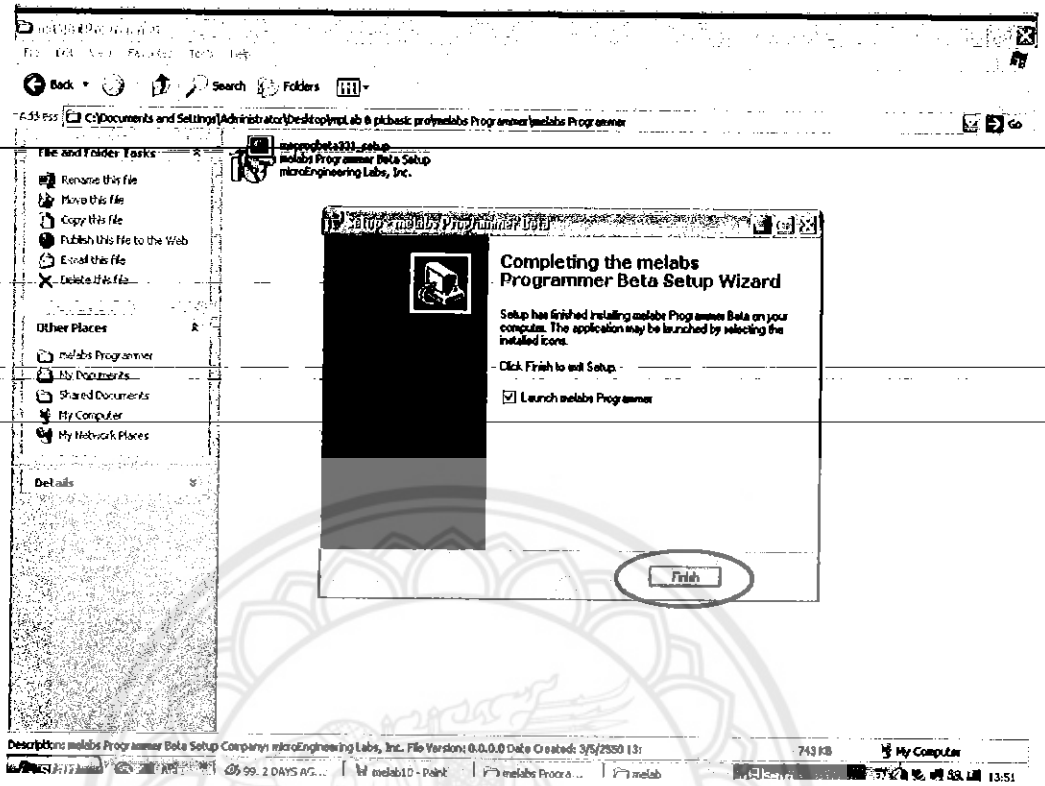
9. คลิก Next >



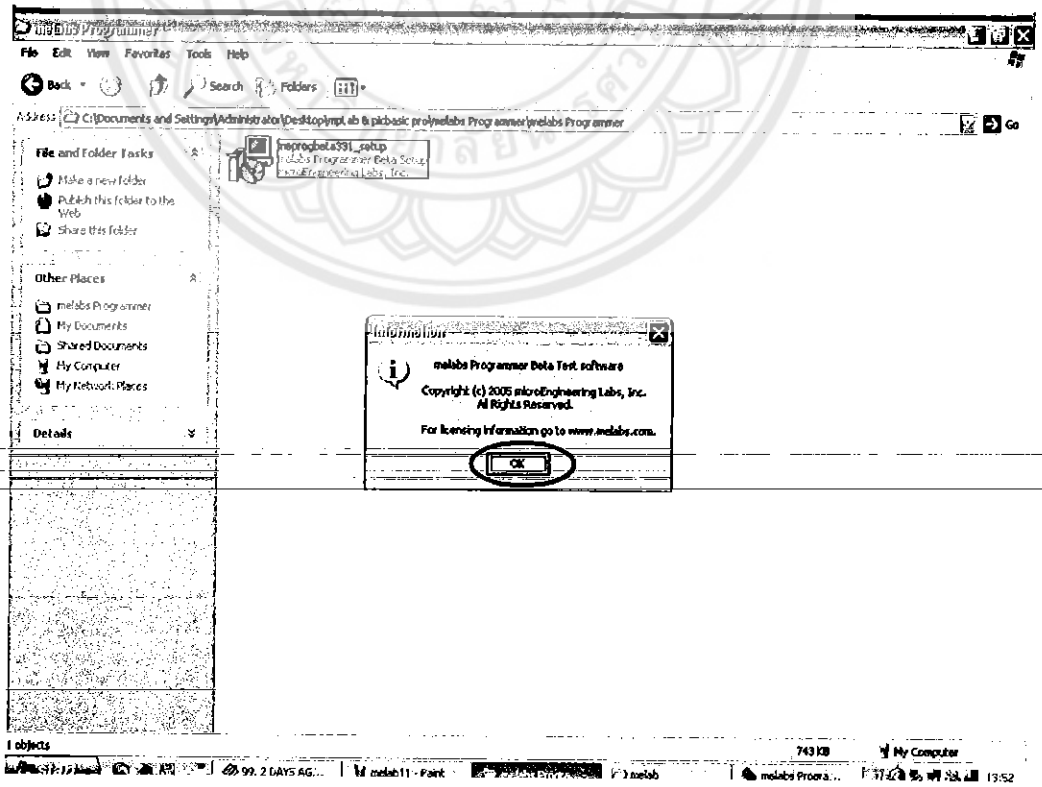
10. คลิก Install



11. คลิก Finish

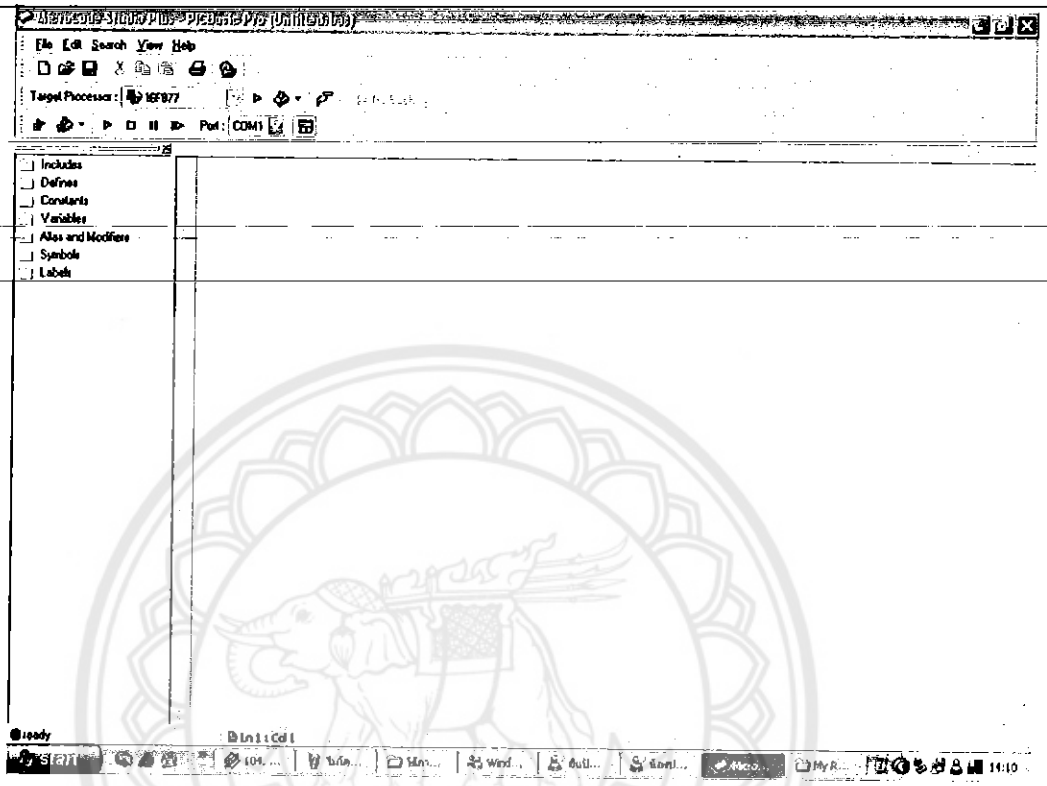


12. คลิก ok

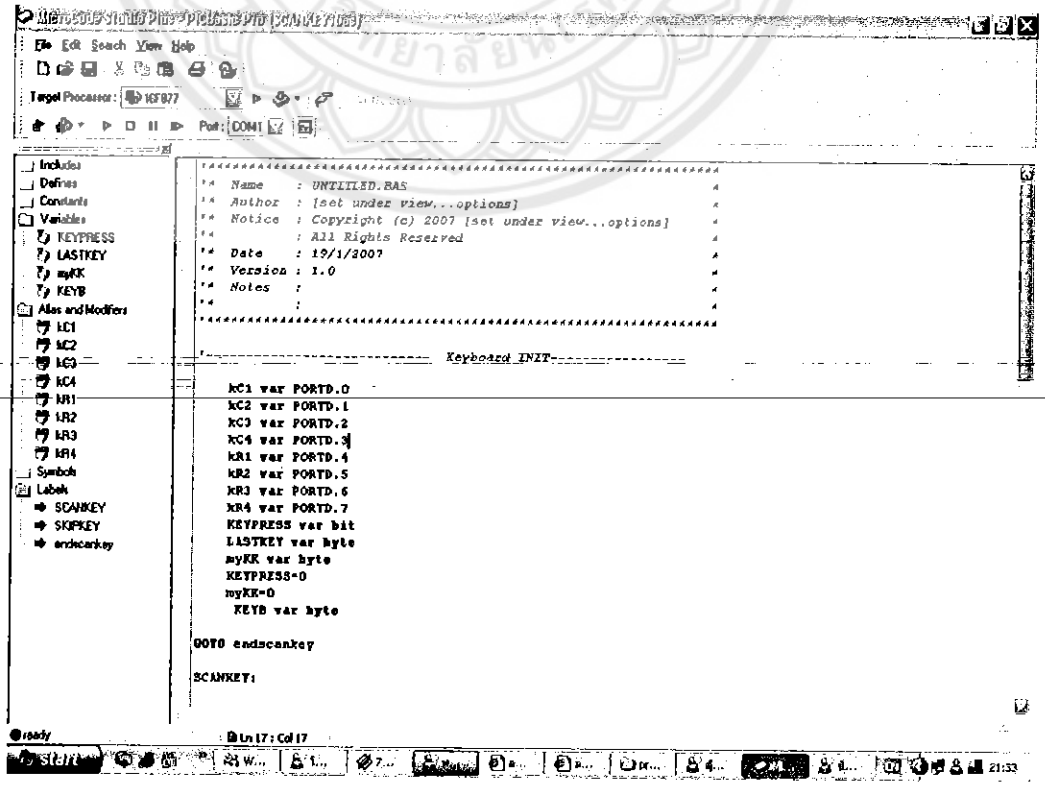


การเขียนโปรแกรม Pic Basicpro

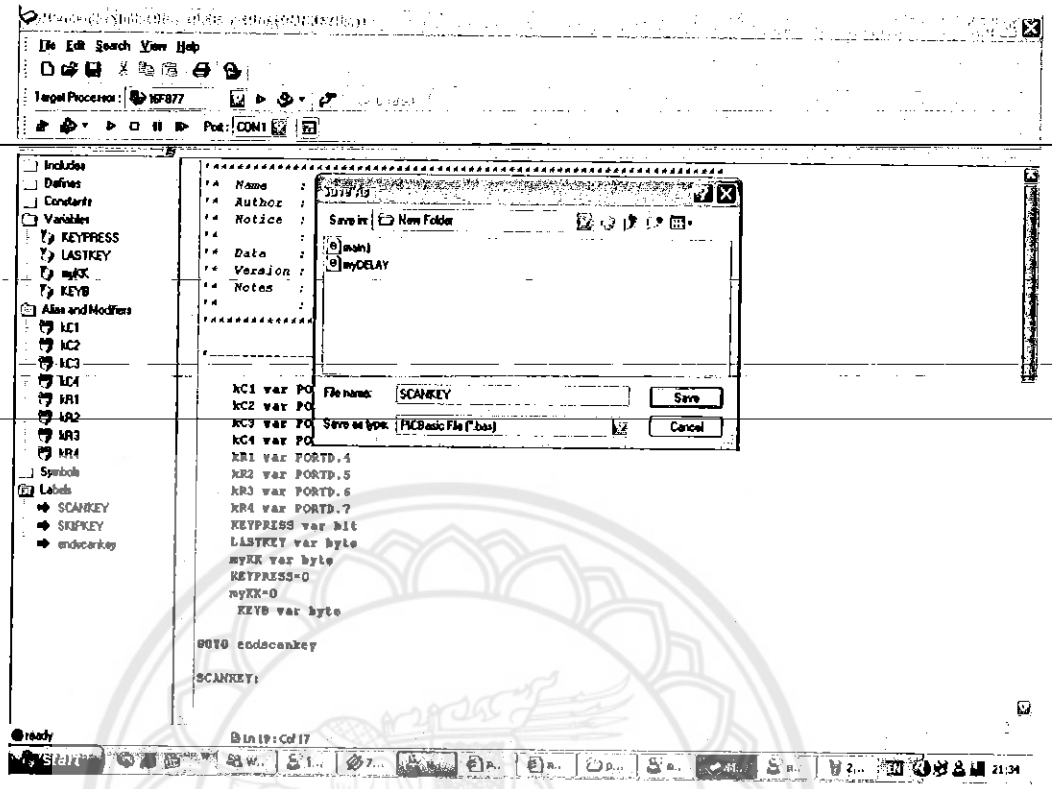
1. คลิก New



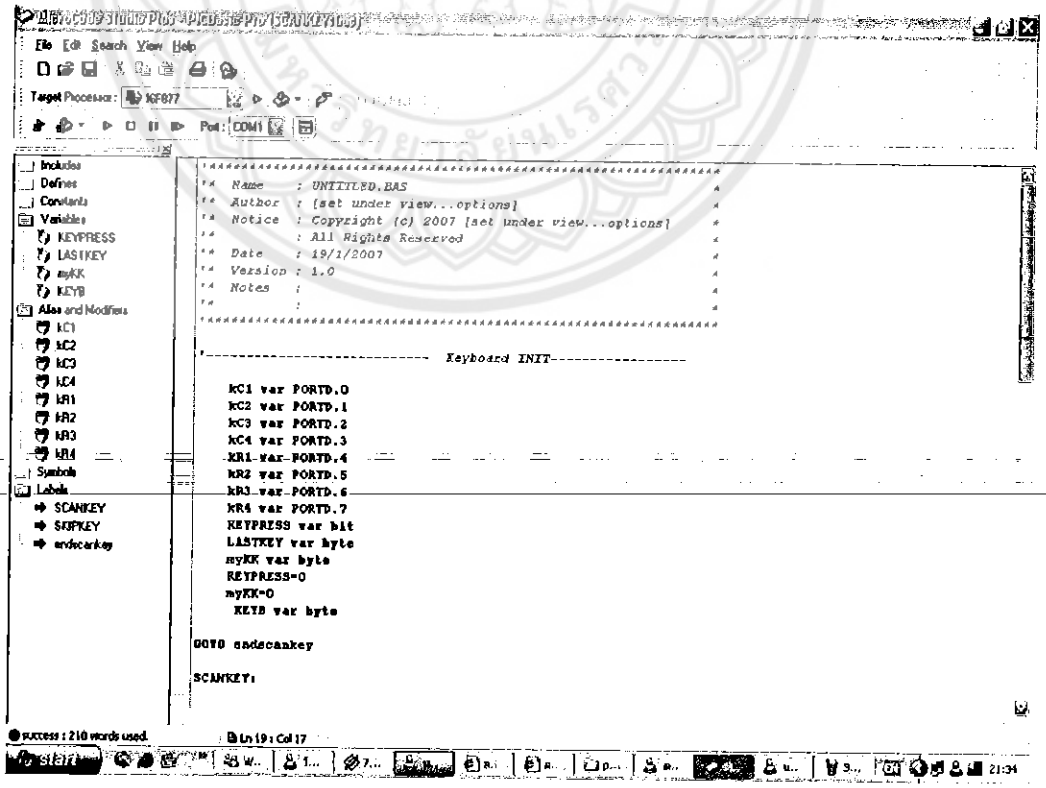
2. ทำการเขียนโปรแกรมตามต้องการ



3. การบันทึกข้อมูลและการตั้งชื่อไฟล์



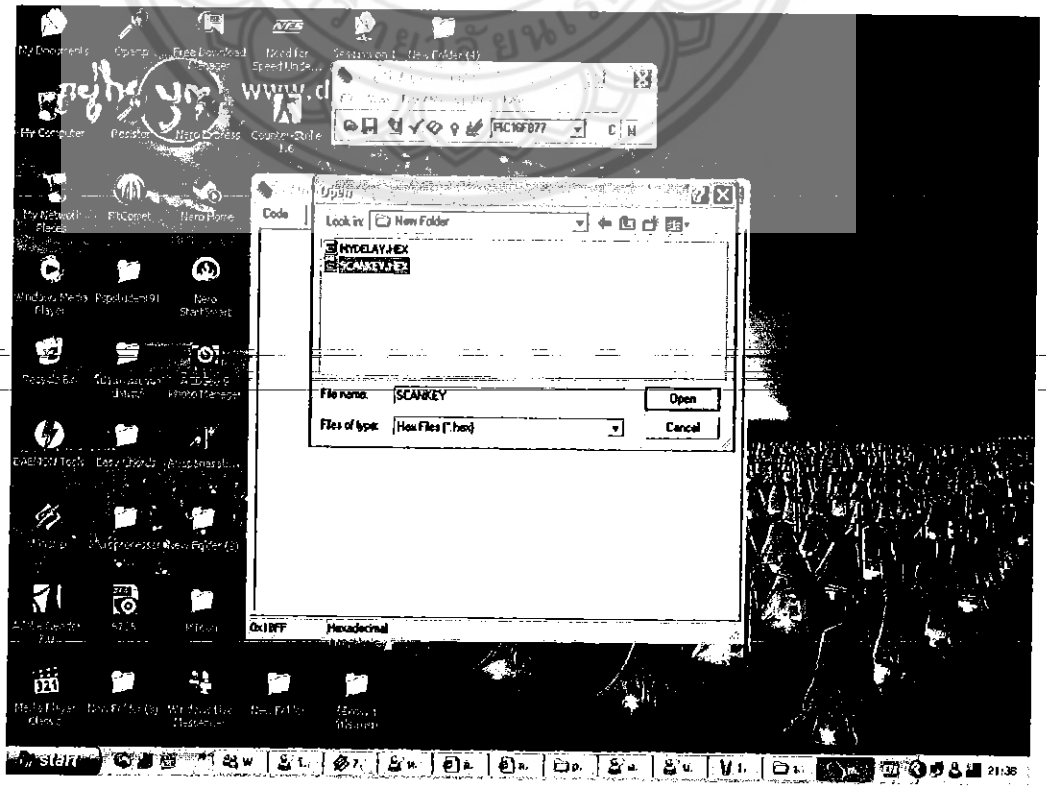
4. เลือกเบอร์IC ที่ใช้และทำการคอมไพล์โดยกด F9



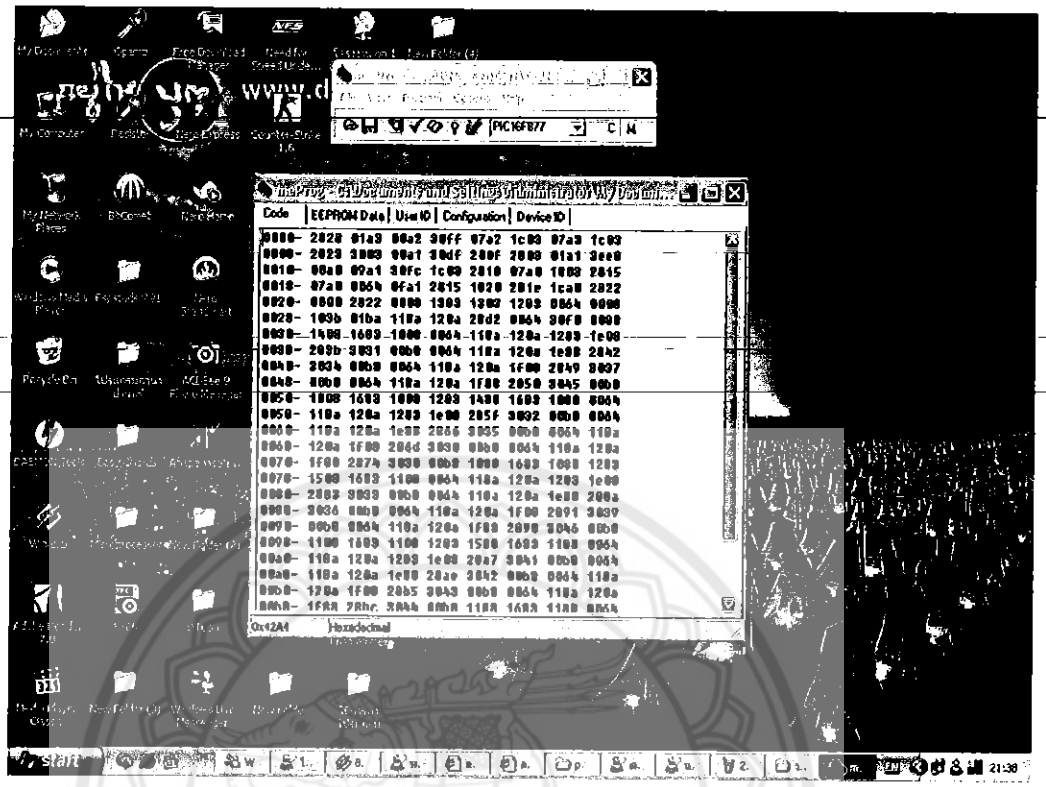
การเบิร์นโปรแกรมลง PIC16F877

1. ทำการเปิดโปรแกรม Melabs

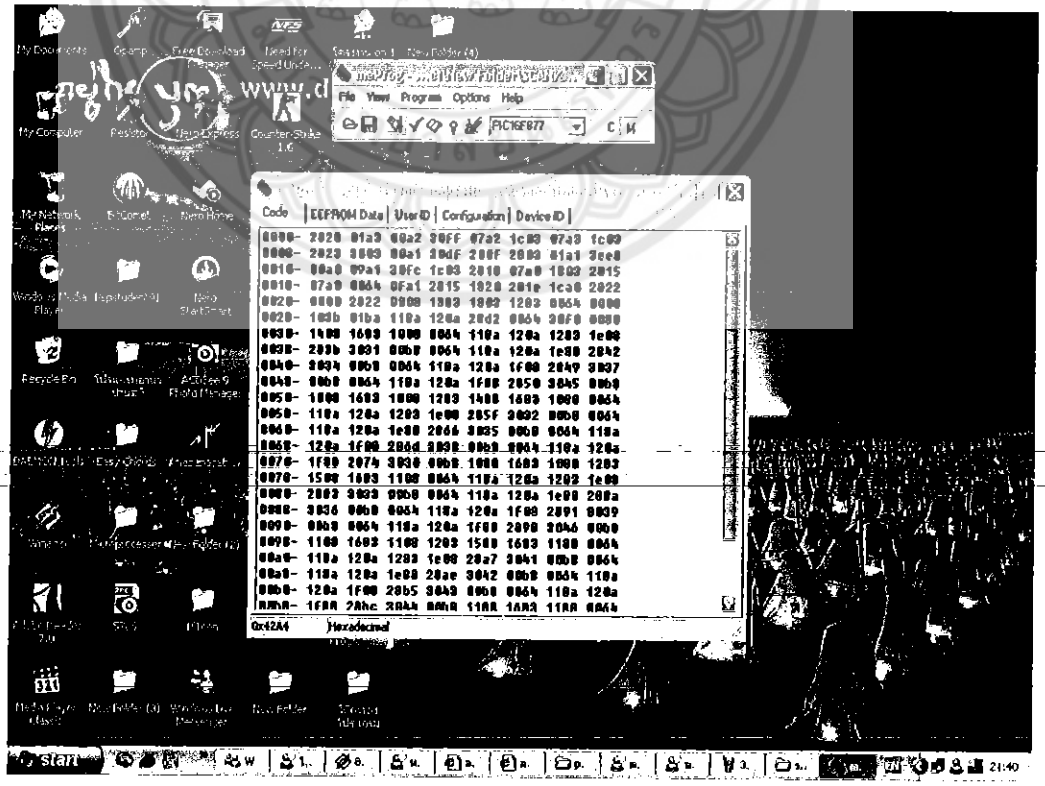
2. คลิกเลือกโปรแกรมที่ต้องการจะเบิร์นลงใน PIC16F877



3. ทำการเลือกเบอร์IC (ในที่นี้เลือกใช้ PIC16F877)



4. ทำการเบิร์นโดยการคลิก



ภาคผนวก ค

โปรแกรมระบบการควบคุมแสงสว่างด้วยคอนโทรลเลอร์

```
@ DEVICE HS_OSC
DEFINE osc 20
define NO_CLRWDT 1
EEPROM 1, [160,100]
INCLUDE "SCANKEY.BAS"
INCLUDE "myDELAY.BAS"
ADCON1 = 7              ' Set PORTA and PORTE for digital operation
PORTA = 255
PORTA = 255
TRISA = 0
TRISE = 0
define LCD_BITS     4
define LCD_LINES    2
define LCD_DREG     PORTB
define LCD_DBIT     4
define LCD_RSREG    PORTB
define LCD_RSBIT    0
define LCD_EREG     PORTB
define LCD_EBIT     2

con_ScanCount con 30

STATE_ON con 0
STATE_OFF con 1

EEP_HighLimit con 1
EEP_LowLimit con 2
MODE_AUTO con 0
MODE_MANUAL con 1

SYMBOL CR = 13
SYMBOL LF = 10
```

```
myAddr var byte
CMD var byte
Addr1 var byte
Addr2 var byte
ADC_ch0 var byte
ADC_ch1 var byte
ADC_ch2 var byte
ADC_ch3 var byte

LASTMODE var bit

LIGHTch1 var PORTA.0
LIGHTch2 var PORTA.1
LIGHTch3 var PORTA.2
LIGHTch4 var PORTA.3
LIGHTch5 var PORTA.4
LIGHTch6 var PORTA.5
LIGHTch7 var PORTE.0
LIGHTch8 var PORTE.1

LastState2_3 var bit
LastState6_7 var bit

LowLimit var byte
HighLimit var byte

LowLimit = 160
HighLimit = 200

B_COUNT var byte
Scan_Count var byte
Scan_Count2 var byte
```

```
ch1_CountLo var byte
ch8_CountLo var byte
ch1_CountHi var byte
ch8_CountHi var byte

ch1_CountLo = 0
ch8_CountLo = 0
ch1_CountHi = 0
ch8_CountHi = 0

Scan_Count = 0
Scan_Count2 = 0
SENSOR var byte[7]

TMP var byte

RS485DE var PORTC.4
RS485D var PORTC.5
RS485R var PORTC.3

SDelay var byte
SDelay = 10

CMD = "R"

CLEARWDT
pause 100

LCDOUT $FE,1

high LIGHTch5 'OFF
```

```
high LIGHTch6 'OFF
high LIGHTch7 'OFF
high LIGHTch8 'OFF

If LASTMODE = MODE_MANUAL Then GoTo MANUAL

START:

  LCDOUT  $FE,1
  LCDOut $fe,$80,"  AUTO  MODE  "
CLEARWDT


read EEP_HighLimit, HighLimit
read EEP_LowLimit, LowLimit
LASTMODE = MODE_AUTO
Loop:

GoSub Display_Active
CLEARWDT


For B_COUNT = 1 To 6 Step 1

GoSub SCANKEY
If KEYB = "C" Then GoTo MAINMENU
If KEYB = "D" Then GoTo MANUAL

'----------------

   If KEYB = "1" Then
  TOGGLE LIGHTch1
  End If
```

```
If KEYB = "2" Then
TOGGLE LIGHTch2
End If
If KEYB = "3" Then
TOGGLE LIGHTch3
End If
If KEYB = "6" Then
TOGGLE LIGHTch6
End If
If KEYB = "7" Then
TOGGLE LIGHTch7
End If
If KEYB = "8" Then
TOGGLE LIGHTch8
End If
'-------------------
GoSub Display_Active   '<<<<<<<<<<<<<<<<<
CLIENT1:
pause SDelay
high RS485DE
pause 5
CLEARWDT

If B_COUNT = 1 Then Addr1 = "1"
If B_COUNT = 2 Then Addr1 = "2"
If B_COUNT = 3 Then Addr1 = "3"
If B_COUNT = 4 Then Addr1 = "4"
If B_COUNT = 5 Then Addr1 = "5"
If B_COUNT = 6 Then Addr1 = "6"

serout2 RS485D, 84, ["CALL:",Addr1,CMD,CR,LF]
```

```
LOW RS485DE
pause 5

SERIN2 RS485R, 84, 100, Error1,
[WAIT("RET:"),myAddr,ADC_ch0,ADC_ch1,ADC_ch2,ADC_ch3]

SENSOR [B_COUNT] = ADC_ch0

GoTo Not_error
Error1: SENSOR [B_COUNT] = 0

Not_error:
CLEARWDT
GoSub Display_Active   '<<<<<<<<<<<<<<<<<
Next B_COUNT

IF SENSOR[5] <> 0 then SENSOR[2] = (SENSOR[5]+ SENSOR[2])/2
IF SENSOR[6] <> 0 then SENSOR[3] = (SENSOR[6]+ SENSOR[3])/2

'-------------
if SENSOR[1] > HighLimit then ch1_CountHi=ch1_CountHi+1
If ch1_CountHi > con_ScanCount Then
LIGHTch1 = STATE_OFF        'OFF
ch1_CountHi = 0
End If
CLEARWDT
if SENSOR[1] < LowLimit then  ch1_CountLo=ch1_CountLo+1
If ch1_CountLo > con_ScanCount Then
LIGHTch1 = STATE_ON         'ON
ch1_CountLo = 0
End If
```

```
if SENSOR[1] < HighLimit and SENSOR[1] > LowLimit then
ch1_CountLo = 0
ch1_CountHi = 0
End If
'---------------
CLEARWDT
if SENSOR[2] > HighLimit then  GOSUB TurnOFF23      'OFF

if SENSOR[2] < LowLimit then  gosub TurnON23          'ON

LIGHTch4 = STATE_ON
LIGHTch5 = STATE_ON

if SENSOR[3] > HighLimit then  GOSUB TurnOFF67      'OFF

if SENSOR[3] < LowLimit then  gosub TurnON67          'ON

'if SENSOR[4] > HighLimit then  LIGHTch8=STATE_OFF          'OFF
'if SENSOR[4] < LowLimit then  LIGHTch8=STATE_ON          'ON

CLEARWDT
'---------------
if SENSOR[4] > HighLimit then ch8_CountHi=ch8_CountHi+1
If ch8_CountHi > con_ScanCount Then
LIGHTch8 = STATE_OFF      'OFF
ch8_CountHi = 0
End If

if SENSOR[4] < LowLimit then  ch8_CountLo=ch8_CountLo+1
If ch8_CountLo > con_ScanCount Then
LIGHTch8 = STATE_ON          'ON
ch8_CountLo = 0
```

```
End If
CLEARWDT
if SENSOR[4] < HighLimit and SENSOR[4] > LowLimit then
ch8_CountLo = 0
ch8_CountHi = 0
End If
'---------------

CLEARWDT

goto LOOP

'-----------------------------------------------------------

TurnON23:

If LIGHTch2 = STATE_ON Or LIGHTch3 = STATE_ON Then Scan_Count = Scan_Count + 1

'if Scan_Count > 5 then
If Scan_Count > con_ScanCount Then
LIGHTch2 = STATE_ON
LIGHTch3 = STATE_ON
Scan_Count = 0
End If

If LIGHTch2 = STATE_OFF And LIGHTch3 = STATE_OFF Then
  Scan_Count = 0
  If LastState2_3 = STATE_OFF Then
  LIGHTch2 = STATE_OFF
  LIGHTch3 = STATE_ON
  End If

  If LastState2_3 = STATE_ON Then
```

```
    LIGHTch3 = STATE_OFF
    LIGHTch2 = STATE_ON
    End If

  End If
  CLEARWDT
  Return
'-----------------------------------------------------------

TurnOFF23:
If LIGHTch2 = STATE_ON And LIGHTch3 = STATE_OFF Then
   LIGHTch2 = STATE_OFF
   LIGHTch3 = STATE_OFF
   TOGGLE LastState2_3
End If

If LIGHTch2 = STATE_OFF And LIGHTch3 = STATE_ON Then
   LIGHTch2 = STATE_OFF
   LIGHTch3 = STATE_OFF
   TOGGLE LastState2_3
End If

If LIGHTch2 = STATE_ON And LIGHTch3 = STATE_ON Then

   If LastState2_3 = STATE_OFF Then
   LIGHTch2 = STATE_OFF
   LIGHTch3 = STATE_ON
   End If

   If LastState2_3 = STATE_ON Then
   LIGHTch3 = STATE_OFF
   LIGHTch2 = STATE_ON
   End If
```

```
    myDELAY100mS = 20
    GoSub myDELAY
End If
 CLEARWDT
Return
'-----------------------------------------------------------
'-----------------------------------------------------------
TurnON67:

If LIGHTch6 = STATE_ON Or LIGHTch7 = STATE_ON Then Scan_Count2 = Scan_Count2 +
1

'if Scan_Count2 > 5 then
If Scan_Count2 > con_ScanCount Then

LIGHTch6 = STATE_ON
LIGHTch7 = STATE_ON
Scan_Count2 = 0

End If

If LIGHTch6 = STATE_OFF And LIGHTch7 = STATE_OFF Then
  Scan_Count2 = 0
  If LastState6_7 = STATE_OFF Then
  LIGHTch6 = STATE_OFF
  LIGHTch7 = STATE_ON
  End If

  If LastState6_7 = STATE_ON Then
  LIGHTch7 = STATE_OFF
  LIGHTch6 = STATE_ON
  End If
```

```
End If
CLEARWDT
Return
'-----------------------------------------------------------
TurnOFF67:
If LIGHTch6 = STATE_ON And LIGHTch7 = STATE_OFF Then
  LIGHTch6 = STATE_OFF
  LIGHTch7 = STATE_OFF
  TOGGLE LastState6_7
End If

If LIGHTch6 = STATE_OFF And LIGHTch7 = STATE_ON Then
  LIGHTch6 = STATE_OFF
  LIGHTch7 = STATE_OFF
  TOGGLE LastState6_7
End If

If LIGHTch6 = STATE_ON And LIGHTch7 = STATE_ON Then

  If LastState6_7 = STATE_OFF Then
  LIGHTch6 = STATE_OFF
  LIGHTch7 = STATE_ON
  End If

  If LastState6_7 = STATE_ON Then
  LIGHTch7 = STATE_OFF
  LIGHTch6 = STATE_ON
  End If
  'pause 2000
  myDELAY100mS = 20
  GoSub myDELAY
End If
```

```
  CLEARWDT
Return
'-----------------------------------------------------------
MAINMENU:

  CLEARWDT
  LCDOut $fe, 2, "   SETUP MENU   "
    LCDOut $fe,$C0," CLEAR to EXIT  "

    'pause 500
    myDELAY100mS = 5
    GoSub myDELAY

  LCDOUT  $FE,1

MAINMENU2:
  GoSub SCANKEY
  If KEYB = "E" Then GoTo CLIENT1

F1:
  LCDOut $fe, 2, "1.UPPER  LIMIT  "
    LCDOut $fe,$C0,"ENTER TO SELECT "

F1A:
  GoSub SCANKEY
  If KEYB = "B" Then GoTo F2
  If KEYB = "D" Then GoTo Func1
  If KEYB = "E" Then GoTo FX2
    GoTo F1A

F2:
```

```
    LCDOut $fe, 2, "2.LOWER  LIMIT  "
      LCDOut $fe,$C0,"ENTER TO SELECT "
F2A:
    GoSub SCANKEY
    If KEYB = "A" Then GoTo F1
    If KEYB = "B" Then GoTo F3
    If KEYB = "D" Then GoTo Func2
    If KEYB = "E" Then GoTo FX2
      GoTo F2A

F3:
    LCDOut $fe, 2, "3.SENSOR MONITOR"
      LCDOut $fe,$C0,"ENTER TO SELECT "

F3A:
    GoSub SCANKEY
    If KEYB = "A" Then GoTo F2
    If KEYB = "B" Then GoTo FX
    If KEYB = "D" Then GoTo Func3
    If KEYB = "E" Then GoTo FX2
      GoTo F3A

FX:
    LCDOut $fe, 2, "4.EXIT AND SAVE "
      LCDOut $fe,$C0,"ENTER TO SELECT "
FXA:
    GoSub SCANKEY
    If KEYB = "A" Then GoTo F3
    If KEYB = "B" Then GoTo FX2
    If KEYB = "D" Then
    write EEP_LowLimit,LowLimit
    write EEP_HighLimit,HighLimit
```

```
    GoTo EXITMENU
    End If
' if KEYB="E" then GOTO START
    GoTo FXA

FX2:
    LCDOut $fe, 2, "5.CANCEL CHANGE "
    LCDOut $fe,$C0,"ENTER TO SELECT "
FX2A:
    GoSub SCANKEY
    If KEYB = "A" Then GoTo FX
    If KEYB = "D" Then GoTo EXITMENU
    GoTo FX2

EXITMENU:
If LASTMODE = MODE_AUTO Then GoTo START
If LASTMODE = MODE_MANUAL Then GoTo MANUAL

    GoTo START
    GoTo MAINMENU2

Func1:
'LCDOut $fe,$C0, "          "
    LCDOut $fe,1
Func1A:
    LCDOut $fe, 2, "Turn OFF when  "
    LCDOut $fe,$C0,"Light > ",dec HighLimit
    GoSub SCANKEY

    If KEYB = "A" And HighLimit < 255 Then
    HighLimit = HighLimit + 1
```

```
    LCDOut $fe,$C0, "              "
    End If

    If KEYB = "B" And HighLimit > LowLimit Then
    HighLimit = HighLimit - 1
    LCDOut $fe,$C0, "              "
    End If

    If KEYB = "D" Then GoTo MAINMENU2

    GoTo Func1A

Func2:
    LCDOut $fe,1

Func2A:
    LCDOut $fe, 2, "Turn ON when   "
      LCDOut $fe,$C0,"Light <",dec LowLimit
    GoSub SCANKEY

    If KEYB = "A" And LowLimit < HighLimit Then
    LowLimit = LowLimit + 1
    LCDOut $fe,$C0, "              "
    End If

    If KEYB = "B" And LowLimit > 0 Then
    LowLimit = LowLimit - 1
    LCDOut $fe,$C0, "              "
    End If
    If KEYB = "D" Then GoTo MAINMENU2

    GoTo Func2A
```

```
'-----------------------------------------------

Func3:

Func3A:

For B_COUNT = 1 To 6 Step 1

GoSub SCANKEY
If KEYB = "D" Then GoTo MAINMENU2
If KEYB = "E" Then GoTo FX2

pause SDelay
high RS485DE
pause 5


If B_COUNT = 1 Then Addr1 = "1"
If B_COUNT = 2 Then Addr1 = "2"
If B_COUNT = 3 Then Addr1 = "3"
If B_COUNT = 4 Then Addr1 = "4"
If B_COUNT = 5 Then Addr1 = "5"
If B_COUNT = 6 Then Addr1 = "6"


serout2 RS485D, 84, ["CALL:",Addr1,CMD,CR,LF]
LOW RS485DE
pause 5
```

```
SERIN2 RS485R, 84, 100, Error2,
[WAIT("RET:"),myAddr,ADC_ch0,ADC_ch1,ADC_ch2,ADC_ch3]
SENSOR [B_COUNT] = ADC_ch0
GoTo Not_error2

Error2: SENSOR [B_COUNT] = 0

Not_error2:

Next B_COUNT

IF SENSOR[5] <> 0 then SENSOR[2] = (SENSOR[5]+ SENSOR[2])/2
IF SENSOR[6] <> 0 then SENSOR[3] = (SENSOR[6]+ SENSOR[3])/2

LCDOUT  $FE,1
LCDOUT  $FE,$80,"S1:",DEC SENSOR[1]
LCDOUT  $FE,$88,"S2:",DEC SENSOR[2]
LCDOUT  $FE,$C0,"S3:",DEC SENSOR[3]
LCDOUT  $FE,$C8,"S4:",DEC SENSOR[4]

  GoTo Func3A
'-----------------------------------

MANUAL:
  LASTMODE = MODE_MANUAL
  LCDOUT  $FE,1
  LCDOut $fe,$80,"  MANUAL  MODE  "
MANUAL2:

GoSub Display_Active
```

```
GoSub SCANKEY

If KEYB = "1" Then
TOGGLE LIGHTch1
End If
If KEYB = "2" Then
TOGGLE LIGHTch2
End If
If KEYB = "3" Then
TOGGLE LIGHTch3
End If
If KEYB = "4" Then
TOGGLE LIGHTch4
End If
If KEYB = "5" Then
TOGGLE LIGHTch5
End If
If KEYB = "6" Then
TOGGLE LIGHTch6
End If
If KEYB = "7" Then
TOGGLE LIGHTch7
End If
If KEYB = "8" Then
TOGGLE LIGHTch8
End If

If KEYB = "C" Then
GoTo MAINMENU
End If
```

```
If KEYB = "B" Then
LIGHTch4 = STATE_OFF
LIGHTch5 = STATE_OFF
GoSub Display_Active
'pause 1000
myDELAY100mS = 10
GoSub myDELAY
LIGHTch3 = STATE_OFF
LIGHTch6 = STATE_OFF
GoSub Display_Active
'pause 1000
myDELAY100mS = 10
GoSub myDELAY
LIGHTch2 = STATE_OFF
LIGHTch7 = STATE_OFF
GoSub Display_Active
'pause 1000
myDELAY100mS = 10
GoSub myDELAY
LIGHTch1 = STATE_OFF
LIGHTch8 = STATE_OFF
GoSub Display_Active
End If

If KEYB = "A" Then
LIGHTch1 = STATE_ON
LIGHTch8 = STATE_ON
GoSub Display_Active
'pause 1000
myDELAY100mS = 10
```

```
GoSub myDELAY
LIGHTch2 = STATE_ON
LIGHTch7 = STATE_ON
GoSub Display_Active
'pause 1000
myDELAY100mS = 10
GoSub myDELAY
LIGHTch3 = STATE_ON
LIGHTch6 = STATE_ON
GoSub Display_Active
'pause 1000
myDELAY100mS = 10
GoSub myDELAY
LIGHTch4 = STATE_ON
LIGHTch5 = STATE_ON
GoSub Display_Active
End If

If KEYB = "D" Then GoTo START

  GoTo MANUAL2        ' Repeat main loop

'------------------------------ End Manual Mode----------------------
Display_Active:
if LIGHTch1=STATE_ON then LCDOUT  $FE,$C0,"1"
if LIGHTch2=STATE_ON then LCDOUT  $FE,$C2,"2"
if LIGHTch3=STATE_ON then LCDOUT  $FE,$C4,"3"
if LIGHTch4=STATE_ON then LCDOUT  $FE,$C6,"4"
if LIGHTch5=STATE_ON then LCDOUT  $FE,$C8,"5"
if LIGHTch6=STATE_ON then LCDOUT  $FE,$CA,"6"
if LIGHTch7=STATE_ON then LCDOUT  $FE,$CC,"7"
if LIGHTch8=STATE_ON then LCDOUT  $FE,$CE,"8"
```

```
if LIGHTch1=STATE_OFF then LCDOUT  $FE,$C0," "
if LIGHTch2=STATE_OFF then LCDOUT  $FE,$C2," "
if LIGHTch3=STATE_OFF then LCDOUT  $FE,$C4," "
if LIGHTch4=STATE_OFF then LCDOUT  $FE,$C6," "
if LIGHTch5=STATE_OFF then LCDOUT  $FE,$C8," "
if LIGHTch6=STATE_OFF then LCDOUT  $FE,$CA," "
if LIGHTch7=STATE_OFF then LCDOUT  $FE,$CC," "
if LIGHTch8=STATE_OFF then LCDOUT  $FE,$CE," "
Return
```

ประวัติผู้เขียนโครงงาน

ชื่อ นายพฤทธพงศ์ เรืองฤทธิ์

ภูมิลำเนา 130 หมู่ 2 ต.เมืองบางยม อ.สวรรคโลก จ.สุโขทัย

ประวัติการศึกษา

- จบระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนศรีสำโรงชนูปถัมภ์
- ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 4 สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail: **tunehunter_ee@hotmail.com**

ชื่อ นายเฉลิมชนม์ พาครุฑ

ภูมิลำเนา 117 หมู่ 4 ต.ปากดุก อ.หล่มสัก จ.เพชรบูรณ์

ประวัติการศึกษา

- จบระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนกาญจนาภิเษกวิทยาลัย เพชรบูรณ์
- ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 4 สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail: **x_ee10@hotmail.com**

ชื่อ นางสาวพรวิภา อรเนตรพงษ์

ภูมิลำเนา 52 ถ.ทุ่งสวน ต.ในเมือง อ.เมือง จ.กำแพงเพชร

ประวัติการศึกษา

- จบระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนกำแพงเพชรพิทยาคม
- ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 4 สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail: **nui_ee1@hotmail.com**