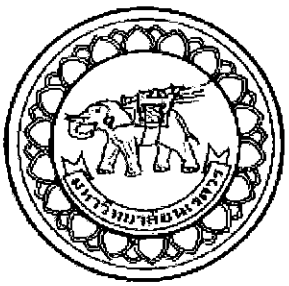


ระบบควบคุมเครื่องเชื่อมไฟฟ้า

Control System for Welding Machine

นายสมเจตน์ บุญชื่น รหัส 48361912

นายสุรศักดิ์ เก่งกล้ารณภูมิ รหัส 48362001

นายธนภูมิ เฟื่องเพียร รหัส 48364395

i50806911 e.2

ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์
วันที่รับ...../...../.....
เลขทะเบียน 5200030
เลขเรียกหนังสือ.....ปร...
มหาวิทยาลัยนเรศวร 82365

2551

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

ปีการศึกษา 2551

ใบรับรองโครงงานวิศวกรรม

หัวข้อโครงงาน	ระบบควบคุมเครื่องเชื่อมไฟฟ้า	
ผู้ดำเนินโครงงาน	นายสมเจตน์ บุญชื่น	รหัส 48361912
	นายสุรศักดิ์ เก่งกล้ารณภูมิ	รหัส 48362001
	นายธนภูมิ เฟื่องเพียร	รหัส 48364395
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุชาติ แย้มเม่น	
สาขาวิชา	วิศวกรรมไฟฟ้า	
ภาควิชา	วิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์	
ปีการศึกษา	2551	

.....

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร อนุมัติให้โครงงานฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

คณะกรรมการสอบโครงงานวิศวกรรม

.....ประธาน
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุชาติ แย้มเม่น)

.....กรรมการ
(ดร.นิพัทธ์ จันทรมินทร์)

.....กรรมการ
(นายสราวุฒิ วัฒนวงค์พิทักษ์)

หัวข้อโครงงาน	ระบบควบคุมเครื่องเชื่อมไฟฟ้า	
ผู้ดำเนินโครงงาน	นายสมเจตน์ บุญชื่น	รหัส 48361912
	นายสุรศักดิ์ เก่งกล้ารณภูมิ	รหัส 48362001
	นายธนภูมิ เฟื่องเพียร	รหัส 48364395
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุชาติ แย้มเม่น	
สาขาวิชา	วิศวกรรมไฟฟ้า	
ภาควิชา	วิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์	
ปีการศึกษา	2551	

บทคัดย่อ

โครงงานนี้เป็นการศึกษาและพัฒนาระบบควบคุมในการปิดเครื่องเชื่อมไฟฟ้าขณะไม่ทำงาน เพื่อลดการสูญเสียพลังงานไฟฟ้าด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ วิธีการดำเนินงานโครงงานเริ่มด้วยการเก็บข้อมูลการใช้พลังงานของเครื่องเชื่อมไฟฟ้าต่อมานำข้อมูลมาวิเคราะห์และออกแบบระบบควบคุมการปิดเปิดเครื่องเชื่อมไฟฟ้าโดยการใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์PIC16F877และออกแบบระบบแสดงผลของการใช้พลังงานไฟฟ้าในรูปแบบการติดต่อสื่อสารผู้ใช้งานอย่างง่าย ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนแรกทำหน้าที่ควบคุมการทำงานในการเก็บรวบรวมข้อมูลแรงดันและกระแส และทำการส่งข้อมูลไปยังโมดูลของ MATLAB ขณะส่วนสุดท้ายแสดงผลพลังงานไฟฟ้าในรูปแบบเส้นโค้งโดยการใช้โปรแกรม MATLAB จากผลการทดสอบระบบควบคุมเครื่องเชื่อมไฟฟ้าที่พัฒนาขึ้นมานี้พบว่ามีการจัดเก็บข้อมูลแรงดัน กระแสและพลังงานไฟฟ้าพร้อมกับนำเสนอเส้นโค้งของสัญญาณดังกล่าวได้อย่างถูกต้องและสามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ถึง 12.47% เมื่อเปรียบเทียบกับเครื่องเชื่อมไฟฟ้าที่ไม่มีระบบควบคุม

Project Title	Control System for Welding Machine		
Name	Mr. Somjate	Boonchun	ID 48361912
	Mr. Surasak	Kangklaronapoom	ID 48362001
	Mr. Thanapoom	Fuangpain	ID 48364395
Project Advisor	Assistant Professor Suchart Yammen, Ph.D.		
Major	Electrical Engineering		
Department	Electrical and Computer Engineering		
Academic Year	2008		

ABSTRACT

This project is to study and develop a control system in turning off welding machine when it is not used for electrical loss reduction by using a microcontroller. Project procedure begins collecting energy data of the welding machine. Then, data are analyzed to design the on-off control system for running the welding machine by using microcontroller PIC16F877 and the display system of energy usage in term of Graphic User Interface (GUI). The developed system consists of two parts. The first part concerns with data collection of voltage and current and transfers the data to the MATLAB module. The last part concerns with display of electrical energy in graph by using MATLAB program. From the testing result of the developed system, data collection of voltage, current and energy can be correctly done to display their graphs. In addition, this control system can save electricity energy about 12.47% when compared with the original welding machine.

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้จัดทำโครงงานขอขอบคุณทางภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการและภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ที่ได้การสนับสนุนในด้านเครื่องมือวัดทางไฟฟ้าและได้อำนวยความสะดวกในการใช้สถานที่ปฏิบัติงานของโครงงานนี้ และขอขอบคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุชาติ แย้มเม่น ที่คอยให้คำแนะนำที่ดีตลอดมา

นายสมเจตน์ บุญชื่น
นายสุรศักดิ์ เก่งกล้ารณภูมิ
นายธนภูมิ เฟื่องเพียร

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ก

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ข

กิตติกรรมประกาศ ..... ค

สารบัญ ..... ง

สารบัญตาราง ..... ฉ

สารบัญรูปภาพ ..... ช

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงงาน 1

1.2 วัตถุประสงค์ 2

1.3 ขอบเขตของโครงงาน 2

1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน 2

1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ 3

1.6 งบประมาณที่ใช้ 3

บทที่ 2 หลักการและทฤษฎี

2.1 ศึกษากระบวนการทำงาน 4

2.2 เครื่องเชื่อมไฟฟ้า 5

2.3 ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877 7

2.4 ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 10

2.5 อุปกรณ์ตรวจจับสัญญาณ 13

2.6 สวิตซ์แม่เหล็ก 14

2.7 อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่สำคัญ 15

2.8 รีโมตคอนโทรล (Remote Control) 25

บทที่ 3 การควบคุมระบบการทำงานด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์

3.1 การทำงานของระบบควบคุมการเปิดปิดเครื่องเชื่อมไฟฟ้า 27

3.2 การทำงานของระบบแสดงผลข้อมูลทางไฟฟ้า 28

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

3.3 การออกแบบการติดตั้งระบบควบคุมการเปิดปิดเครื่องเชื่อมไฟฟ้าและระบบแสดงผลข้อมูลทางไฟฟ้า 29

3.4 การออกแบบระบบทางด้านอินพุตของระบบควบคุม 30

3.5 การออกแบบระบบทางด้านเอาต์พุตของระบบควบคุม 31

3.6 การออกแบบระบบทางด้านอินพุตของระบบแสดงผล 31

3.7 การออกแบบระบบทางด้านเอาต์พุตของระบบแสดงผล 32

3.8 การออกแบบโปรแกรมควบคุมเครื่องเชื่อมไฟฟ้า 32

3.9 การออกแบบโปรแกรมการรับค่าด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ 34

3.10 การออกแบบวงจรควบคุมเครื่องเชื่อมไฟฟ้าด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ 35

3.11 การออกแบบวงจรการรับค่าด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ 36

3.12 การออกแบบอุปกรณ์ส่วนควบคุมเครื่องเชื่อมไฟฟ้า 37

3.13 การออกแบบอุปกรณ์ส่วนรับค่า 38

3.14 การออกแบบโปรแกรมแสดงผลด้วยโปรแกรม MATLAB 39

บทที่ 4 วิธีการทดลองและผลทดลอง

4.1 ทำการศึกษาวิธีการวัดเครื่องเชื่อม 41

4.2 วิธีการติดตั้งฮาร์ดแวร์ส่วนระบบควบคุม 45

4.3 วิธีการติดตั้งระบบแสดงผล 47

4.4 ทำการวิเคราะห์ผลการทดลอง 50

บทที่ 5 บทสรุป

5.1 สรุปผล 54

5.2 ประเมินผลและข้อเสนอแนะ 54

5.3 ปัญหาข้อเสนอแนะและแนวทางแก้ไข 54

ภาคผนวก 55

เอกสารอ้างอิง 73

ประวัติผู้จัดทำโครงงาน 74

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
1.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน	2
4.1 ค่ากระแสและแรงดันด้านปฐมภูมิ	42
4.2 ค่ากระแสและแรงดันด้านทุติยภูมิ	44
4.3 แสดงข้อมูลก่อนการติดตั้ง	50
4.4 แสดงข้อมูลหลังการติดตั้ง	51
4.5 ข้อมูลที่ใช้วิเคราะห์	52
4.6 วิธีวิเคราะห์การประหยัดพลังงาน	53

สารบัญรูปภาพ

รูปที่ **หน้า**

2.1 แสดงการทำงานของวงจรควบคุมเครื่องเชื่อมไฟฟ้าและการตรวจวัดค่าทางไฟฟ้า 4
2.2 ส่วนประกอบของหม้อแปลงไฟฟ้า 6
2.3 โครงสร้างการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877 รุ่น 40 ขา 8
2.4 ไดอะแกรมภายในของ 8051 10
2.5 การจัดแอดเดรสหน่วยความจำ 12
2.6 หม้อแปลงกระแส 13
2.7 สวิตซ์แม่เหล็ก 14
2.8 ลักษณะขาของ PCF8591 15
2.9 ไดอะแกรมโครงสร้างภายในของ PCF8591 16
2.10 ไดอะแกรมเงื่อนไขการติดต่อกับ PCF8591 16
2.11 ไดอะแกรมเวลาการติดต่อ 17
2.12 ขั้วต่อแบบ DB-25 และหน้าที่ของขาต่างๆ 18
2.13 ขั้วต่อแบบ DB-9 และหน้าที่ของขาต่างๆ 18
2.14 โครงสร้างภายใน MAX232 และการเชื่อมต่อกับ MCS-51 19
2.15 แสดงสวิตซ์ปุ่มกด 19
2.16 ตัวต้านทานแบบค่าคงที่และแบบปรับค่าได้ 20
2.17 สัญลักษณ์แทนตัวต้านทาน 20
2.18 แสดงภาพตัวเก็บประจุและสัญลักษณ์ 21
2.19 แสดงภาพไดโอด 21
2.20 แสดงสัญลักษณ์และโครงสร้างของไดโอด 21
2.21 แสดงภาพทรานซิสเตอร์ 22
2.22 แสดงสัญลักษณ์และโครงสร้างของทรานซิสเตอร์ 22
2.23 แสดงภาพและสัญลักษณ์ของไดโอดเปล่งแสง 23
2.24 รีเลย์และสัญลักษณ์การทำงาน 24
2.25 Seven Segment และสัญลักษณ์การทำงาน 24
3.1 การทำงานของระบบควบคุม 27
3.2 การทำงานของส่วนที่รับข้อมูลและแสดงผล 28

สารบัญรูปภาพ(ต่อ)

รูปที่		หน้า
3.3	การออกแบบการติดตั้งระบบควบคุมและการรับข้อมูลเพื่อแสดงผล	29
3.4	การออกระบบอินพุตของระบบควบคุม	30
3.5	การออกระบบเอาต์พุตของระบบควบคุม	31
3.6	การออกระบบอินพุตของระบบแสดงผล	31
3.7	การออกระบบเอาต์พุตของระบบแสดงผล	32
3.8	แผนผังการควบคุมระบบเครื่องเชื่อมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์	33
3.9	แผนภาพการทำงานของโปรแกรมในส่วนคอนโทรลเลอร์	34
3.10	วงจรควบคุมการทำงานของเครื่องเชื่อมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์	35
3.11	แสดงวงจรส่วนแสดงผลด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS	36
3.12	เส้นวงจรของส่วนควบคุม	37
3.13	แผงวงจรส่วนควบคุม	37
3.14	เส้นวงจรของส่วนแสดงผล	38
3.15	แผงวงจรส่วนแสดงผล	38
3.16	แผนภาพแสดงการทำงานของโปรแกรมในส่วนคอนโทรลเลอร์ MCS	40
4.1	วิธีการวัดกระแสด้านปฐมภูมิ	41
4.2	วิธีการวัดแรงดันด้านปฐมภูมิ	41
4.3	วิธีการวัดกระแสด้านทุติยภูมิ	43
4.4	วิธีการวัดแรงดันด้านทุติยภูมิ	43
4.5	วิธีการวัดค่า Potential Transformer	45
4.6	การติดตั้งหม้อแปลงกระแส	45
4.7	การติดตั้งสวิตซ์แม่เหล็ก	46
4.8	การติดตั้งฮาร์ดแวร์ระบบควบคุม	46
4.9	ภาพการติดตั้งระบบควบคุม	47
4.10	การติดตั้ง Port RS-232	47
4.11	ภาพการติดตั้งระบบแสดงผล	48
4.12	เส้นสัญญาณแรงดันและกระแสขณะไม่ใช้งานเครื่องเชื่อมไฟฟ้า	48
4.13	เส้นสัญญาณแรงดันและกระแสขณะใช้งานเครื่องเชื่อมไฟฟ้า	49

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงงาน

ในปัจจุบันมีการพัฒนาเทคโนโลยีใหม่ๆอยู่ตลอดเวลาเพื่อรองรับความต้องการของผู้บริโภครวมถึงสภาวการณ์โลกในปัจจุบันนี้ทุกประเทศทั่วโลกประสบปัญหาด้านพลังงานอย่างหนัก คณะผู้จัดทำตระหนักถึงความสำคัญและคุณค่าของพลังงาน เมื่อมีอุปกรณ์ไฟฟ้าบางอย่างมีการใช้พลังงานไฟฟ้าอย่างไม่เต็มประสิทธิภาพ ซึ่งทำให้เกิดการสูญเสียพลังงานโดยเปล่าประโยชน์ เพื่อที่จะทำการลดการสูญเสียพลังงานจึงได้มีการนำเทคโนโลยีมาประยุกต์คือนำไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877 มาใช้ในการควบคุมเพราะไมโครคอนโทรลเลอร์ทำงานเหมือนคอมพิวเตอร์ ที่สามารถทำการเขียนโปรแกรมสั่งงานและยังมีหน่วยความจำที่เก็บค่าได้จึงทำให้เป็นที่นิยมกันมากในปัจจุบัน

นอกจากนี้ไมโครคอนโทรลเลอร์ยังทำการแก้ไขคำสั่งบนโปรแกรมก่อนที่จะนำมาใช้งานจึงสามารถตรวจสอบข้อผิดพลาดและประหยัดเวลาในการประดิษฐ์อุปกรณ์ควบคุมและนำไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 เพื่อทำเป็นอุปกรณ์รับข้อมูลการใช้พลังงานของเครื่องเชื่อมไฟฟ้าขณะทำงานและไม่ทำงานเพื่อนำมาวิเคราะห์ประสิทธิภาพการใช้งาน นอกจากนี้ยังนำข้อมูลที่ได้มาแสดงผลด้วยโปรแกรม MATLAB ซึ่งโครงงานนี้ต่อยอดมาจากโครงงานเดิมเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดและตอบสนองความต้องการของผู้ใช้ได้จริง

ดังนั้นคณะผู้จัดทำจึงได้ทำการศึกษาวิธีการทำงานของเครื่องเชื่อมไฟฟ้าทำให้ทราบว่าขณะไม่มีการใช้งานเครื่องเชื่อมไฟฟ้ายังมีการใช้พลังงานที่ไม่จำเป็นทำให้เกิดการสูญเสียพลังงานโดยเปล่าประโยชน์จึงนำไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877 มาประยุกต์และทำการควบคุมการทำงานเครื่องเชื่อมไฟฟ้าเพื่อให้เกิดการประหยัดพลังงานไฟฟ้าขณะไม่มีการใช้งานและนำไปใช้พัฒนาระบบควบคุมต่างๆได้และนำไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 เพื่อทำเป็นอุปกรณ์รับข้อมูลมาทำการวิเคราะห์แล้วนำไปแสดงผลด้วยโปรแกรม MATLAB

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อศึกษาหลักการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

1.2.2 เพื่อศึกษาหลักการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877

1.2.3 เพื่อศึกษาการเขียนโปรแกรมภาษา BASIC ในการควบคุมการทำงาน

1.2.4 เพื่อศึกษาการเขียนโปรแกรมภาษา C ในการรับค่าทางพารามิเตอร์ทางไฟฟ้า

1.2.5 เพื่อศึกษาการเขียนโปรแกรมภาษา MATLAB ในการนำข้อมูลแสดงผล

1.2.6 เพื่อศึกษาการออกแบบอุปกรณ์ควบคุมเครื่องเชื่อมไฟฟ้าและแสดงผล

1.2.7 เพื่อพัฒนาระบบควบคุมเครื่องเชื่อมไฟฟ้าได้

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

1.3.1 ศึกษาข้อมูลและคุณลักษณะของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

1.3.2 เขียนคำสั่งควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ด้วยภาษา C

1.3.3 ขียนคำสั่งควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877 ด้วยภาษา BASIC

1.3.4 เขียนคำสั่งแสดงผลด้วยโปรแกรม MATLAB

1.3.5 ออกแบบอุปกรณ์ควบคุมการทำงานของเครื่องเชื่อมไฟฟ้าและแสดงผล

1.3.6 ทดลองการทำงานไมโครคอนโทรลเลอร์กับเครื่องเชื่อมไฟฟ้า

1.3.7 ทดสอบการทำงาน วิเคราะห์และสรุปการทำงาน

1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน

ตารางที่ 1.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน

กิจกรรม	พ.ศ. 2551							พ.ศ. 2552	
	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.
1. ศึกษาข้อมูล	■	■							
2. ออกแบบวงจรและโปรแกรม		■	■						
3. การสร้างวงจร				■					
4. ทดสอบวงจรและโปรแกรม					■				
5. ประเมินประสิทธิภาพวงจร						■			
6. ประเมินสิทธิภาพโปรแกรม							■		
7. ประเมินผลด้านเศรษฐศาสตร์								■	
8. จัดทำรูปเล่มรายงาน									■

1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 มีความรู้ความเข้าใจหลักการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

1.5.2 มีความรู้ความเข้าใจหลักการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877

1.5.3 มีความรู้ความเข้าใจในการเขียนโปรแกรมด้วยภาษา C

1.5.4 มีความรู้ความเข้าใจในการเขียนโปรแกรม MATLAB

1.5.5 มีความรู้ความเข้าใจในการเขียนโปรแกรมด้วยภาษา BASIC

1.5.6 สามารถทำการควบคุมระบบเครื่องเชื่อมไฟฟ้าได้

1.5.7 สามารถนำข้อมูลเข้ามาทำการวิเคราะห์ได้

1.6 งบประมาณที่ใช้

1.6.1 ค่าวัสดุอุปกรณ์	2,000 บาท
1.6.2 ค่าเอกสาร	500 บาท
1.6.3 ค่าวัสดุอื่นๆ	500 บาท
รวมเป็นเงินทั้งสิ้น	3,000 บาท (สามพันบาทถ้วน)

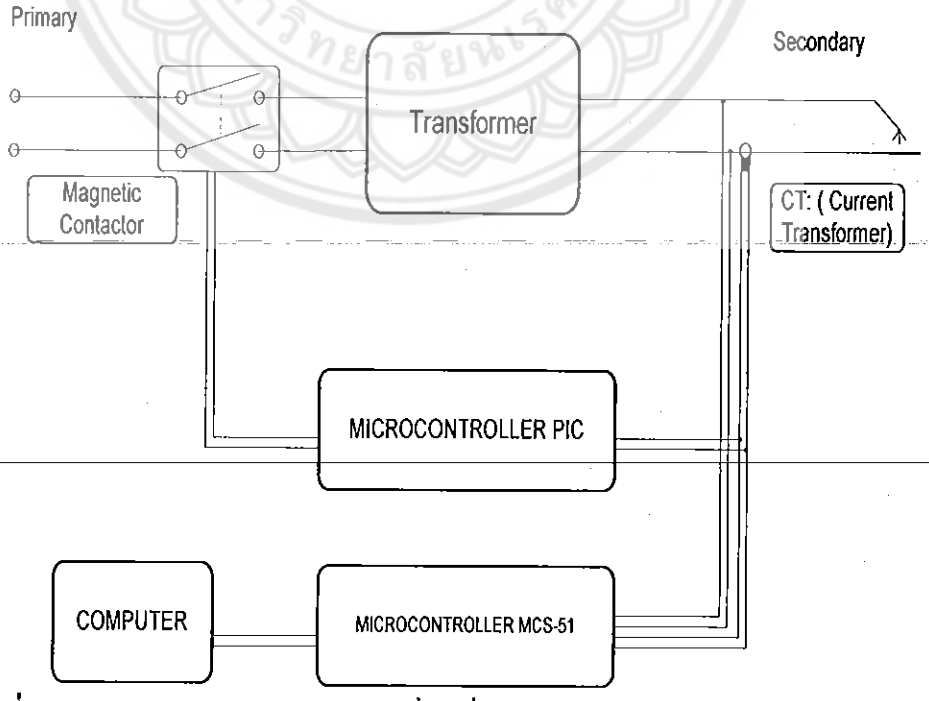
หมายเหตุ ถัวเฉลี่ยทุกรายการ

บทที่ 2
หลักการทำงานเครื่องเชื่อมไฟฟ้าและไมโครคอนโทรลเลอร์

ในบทนี้จะกล่าวถึงหลักการทำงานเครื่องเชื่อมไฟฟ้าแบบหม้อแปลงไฟฟ้า โดยมีการนำทฤษฎีหม้อแปลงไฟฟ้ามาประยุกต์การเปิดปิดเครื่องเชื่อมไฟฟ้าแบบอัตโนมัติด้วยสวิตซ์แม่เหล็ก หลักการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์PIC16F877 และไมโครคอนโทรลเลอร์MCS-51 นอกจากนี้มีการอธิบายคุณสมบัติและการใช้งานของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ

2.1 ศึกษากระบวนการทำงาน

หลักการทำงานของโครงงานนี้คือ ศึกษากระบวนการทำงานของเครื่องเชื่อมไฟฟ้าในขณะที่มีการทำงานและไม่มีการทำงาน เพื่อทำการลดการสูญเสียพลังงานไฟฟ้าในขณะที่ไม่มีการทำงาน โดยนำหม้อแปลงกระแส มาเป็นตัวจับสัญญาณของกระแสไฟฟ้าในเครื่องเชื่อมไฟฟ้ามีการทำงานหรือไม่ ทำการส่งสัญญาณเป็นแบบแรงดันไปที่ส่วนควบคุมการทำงาน เพื่อประมวลผลโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์PIC16F877 สั่งสวิตซ์แม่เหล็กเปิดปิดเครื่องเชื่อมไฟฟ้าโดยมีการแสดงการทำงานดังรูปที่ 2.1 อีกส่วนหนึ่งที่สำคัญก็คือ ทำการตรวจวัดค่าพลังงานไฟฟ้า เพื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์การประหยัดพลังงานไฟฟ้า



รูปที่ 2.1 การทำงานของวงจรควบคุมเครื่องเชื่อมไฟฟ้าและการตรวจวัดค่าทางไฟฟ้า

2.2 เครื่องเชื่อมไฟฟ้า

เครื่องเชื่อมไฟฟ้าคือแหล่งผลิตกระแสและแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่เหมาะสมกับงาน ทำให้เกิดประกายอาร์คในวงจรเชื่อมให้ความร้อนแก่การหลอมละลายอย่างเพียงพอส่วนประกอบของไฟฟ้าในเครื่องเชื่อมต้องทราบถึงการทำงานของไฟฟ้าในเครื่องเชื่อมอย่างถูกต้องโดยเฉพาะการไหลของกระแสไฟฟ้าในเครื่องเชื่อมเป็นสิ่งสำคัญ

วงจรไฟฟ้า คือ ทางเดินของกระแสและแรงเคลื่อนไฟฟ้า ซึ่งเริ่มต้นจากขั้วลบของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า เมื่อผลิตกระแสไฟฟ้าได้ กระแสจะไหลไปตามสายเคเบิ้ลผ่านลวดเชื่อมไปยังชิ้นงานแล้วไหลกลับไปยังขั้วบวก

เครื่องเชื่อมที่ใช้งานโดยทั่วไปจะแบ่งออกเป็น 3 แบบคือ

- เครื่องเชื่อมไฟฟ้าแบบเจนเนอเรเตอร์ (Generator)
- เครื่องเชื่อมไฟฟ้าแบบเรกติฟาย (Rectifier)
- เครื่องเชื่อมไฟฟ้าแบบหม้อแปลงไฟฟ้า (Transformer)

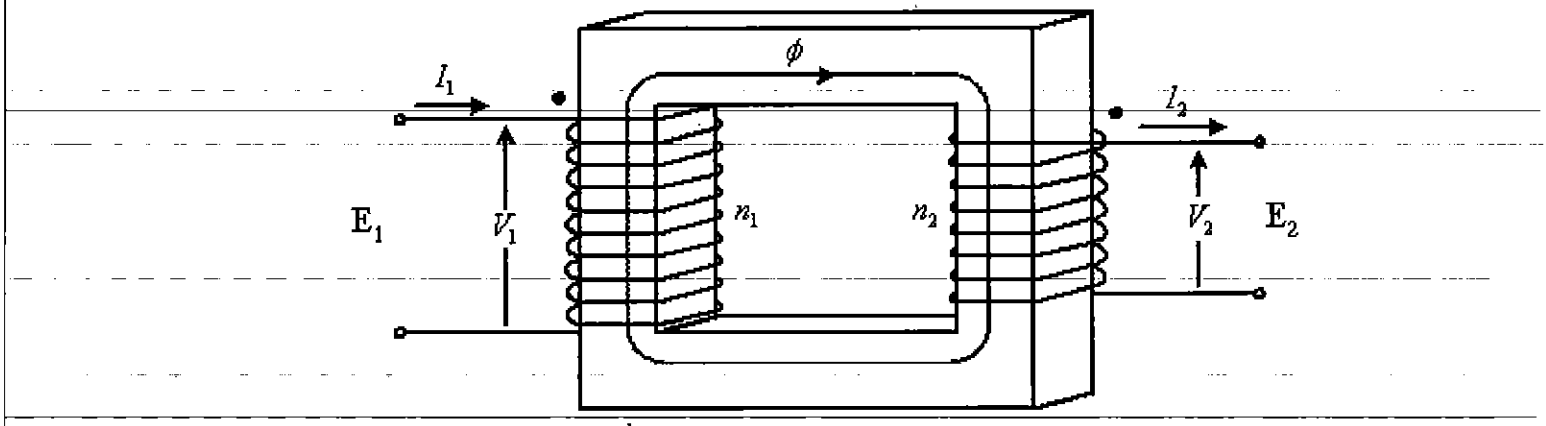
เครื่องเชื่อมที่ใช้ในโครงงานนี้คือ เครื่องเชื่อมไฟฟ้าแบบหม้อแปลงไฟฟ้า

เครื่องเชื่อมไฟฟ้ากระแสสลับใช้หม้อแปลงไฟฟ้าแทนเครื่องกำเนิด ทำหน้าที่ผลิตกระแสไฟฟ้าในการเชื่อม กระแสสลับประกอบด้วยขดลวดปฐมภูมิและขดลวดทุติยภูมิ ซึ่งสามารถปรับด้วยตัวปรับ เอากระแสออกมาใช้งาน ขดลวดปฐมภูมิรับกระแสจากแหล่งกำเนิดป้อนเข้าสนามแม่เหล็ก ได้แก่แกนหม้อแปลงไฟฟ้าขดลวดทุติยภูมิไม่ได้ต่อจากแหล่งกำเนิดไฟฟ้าแต่เกิดจากการเปลี่ยนเส้นแรงแม่เหล็กของสนามแม่เหล็กไหลผ่านตัวนำทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าสูงกว่าต้นกำเนิด และนำกระแสไฟฟ้านี้ไปใช้ในการเชื่อมโลหะ กระแสที่นำออกมาใช้ถูกควบคุมโดยตัวควบคุม ซึ่งสามารถปรับให้กระแสสูงต่ำได้ตามความต้องการ

2.2.1 หลักการทำงานของหม้อแปลงไฟฟ้า

หม้อแปลงไฟฟ้าเป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้การถ่ายทอดพลังงานไฟฟ้าจากวงจรหนึ่งไปสู่อีกวงจรหนึ่งโดยการเหนี่ยวนำ ซึ่งจะประกอบด้วยขดลวด 2 ขด ที่พันอยู่รอบแกนเหล็ก เรียกตามลำดับว่า ขดลวดปฐมภูมิและขดลวดทุติยภูมิ กระแสไฟฟ้าสลับ ที่ไหลผ่านขดลวดปฐมภูมิจะก่อให้เกิดสนามแม่เหล็กที่มีลักษณะเปลี่ยนแปลงความแรงของสนามแม่เหล็กอยู่ตลอดเวลา (แกนเหล็กทำหน้าที่ช่วยเพิ่มความเข้มของนามแม่เหล็กให้สูงขึ้น) ซึ่งการเปลี่ยนแปลงของสนามแม่เหล็กดังกล่าวนี้จะเหนี่ยวนำให้เกิดมีกระแสไฟฟ้าสลับไหลในขดลวดทุติยภูมิกระแสไฟฟ้าสลับที่เกิดขึ้นจะขึ้นอยู่กับความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนรอบที่พันอยู่ของขดลวดปฐมภูมิและขดลวดทุติยภูมิ ดังรูปที่ 2.2

สำหรับหม้อแปลงไฟฟ้าขดลวดและวงจรแม่เหล็กต่างอยู่กับที่ แรงเคลื่อนไฟฟ้าถูกเหนี่ยวนำให้เกิดขึ้น โดยการเปลี่ยนแปลงขนาดของเส้นแรงแม่เหล็กต่อหน่วยเวลา



รูปที่ 2.2 ส่วนประกอบของหม้อแปลงไฟฟ้า

จากรูปที่ 2.2 แสดงให้เห็นส่วนประกอบพื้นฐานของหม้อแปลงไฟฟ้าได้แก่

E_1 = แรงดันไฟฟ้าที่จ่ายให้ขดลวดปฐมภูมิ

I_1 = กระแสไฟฟ้าที่ขดลวดปฐมภูมิ

V_1 = แรงดันไฟฟ้าที่ขดลวดปฐมภูมิ

N_1 = จำนวนรอบของขดลวดปฐมภูมิ

E_2 = แรงดันไฟฟ้าที่จ่ายให้ขดลวดทุติยภูมิจ่ายออกสู่โหลด

I_2 = กระแสไฟฟ้าที่ขดลวดปฐมภูมิ

V_2 = แรงดันไฟฟ้าที่ขดลวดปฐมภูมิ

N_2 = จำนวนรอบของขดลวดปฐมภูมิ

Ø = เส้นแรงแม่เหล็ก

2.2.2 ส่วนประกอบของหม้อแปลงไฟฟ้า

แกนเหล็ก (Core) เป็นแผ่นเหล็กผสมซิลิคอนแบบบางจำนวนหลายแผ่นอัดเป็นชั้นมีฉนวนทำจากวานิชหรือกระดาษกั้นระหว่างแผ่นเหล็กและได้รับการตัดแต่งให้มีรูปร่างตามที่ต้องการนำมาเรียงกันเป็นแกนหม้อแปลงให้ได้ขนาดพื้นที่หน้าตัดตามที่ออกแบบไว้ เหตุที่ต้องใช้กระดาษเป็นฉนวนกั้นระหว่างแผ่นเหล็กเพื่อให้เส้นแรงแม่เหล็กที่เกิดขึ้นเรียงกันได้ดี ไม่เกิดกระแสไหลวนและไม่เกิดความร้อนภายในเครื่อง

ขดลวดปฐมภูมิ (Primary) เป็นขดลวดเส้นเล็กพันรอบแกนเหล็กมีจำนวนรอบสูง ที่ปลายต่อกับสายเมนกระแสสลับแรงเคลื่อนที่ 110-500 V ค่าใดค่าหนึ่งตามขนาดการใช้งาน ขณะที่กระแสไฟฟ้าจากสายเมนไหลผ่านขดลวดจะทำให้เกิดเส้นแรงแม่เหล็กไหลวนในแกนเหล็ก

ขดลวดทุติยภูมิ (Secondary) เป็นขดลวดเส้นโตกว่าขดลวดปฐมภูมิและมีจำนวนรอบน้อย กว่าพันอยู่รอบแกนเหล็กเช่นเดียวกับขดลวดปฐมภูมิที่อยู่ตรงข้ามกัน เนื่องจากแกนเหล็กที่ขดลวด ทุติยภูมิพันรอบอยู่นั้นมีเส้นแรงแม่เหล็ก ซึ่งเกิดจากการเหนี่ยวนำของขดลวดปฐมภูมิไหลผ่านตัดกับขดลวดทุติยภูมิ ทำให้เกิดความต้านทานในตัวนำต่ำทำให้มีกระแสไหล และได้นำกระแสนี้ไปใช้ในการเชื่อม

2.3 ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877

โครงงานนี้ใช้ PIC16F877 ซึ่งมีพอร์ตทั้งหมด 5 พอร์ต คือ PORTA 6 บิต, PORTB 8 บิต, PORTC 8 บิต และ PORTD 8 บิต เป็นพอร์ตแบบมี 2 ทิศทาง คือ สามารถเป็นได้ทั้งอินพุตและเอาต์พุต และยังเป็นพอร์ตที่สามารถแปลงสัญญาณ ADC (Analog to Digital Converter) ได้อีกด้วย

2.3.1 หน่วยประมวลผลกลาง (CPU: Central Processing Unit)

CPU เปรียบได้กับสมองของคนเรา เพราะการคำนวณต่างๆ เกิดขึ้นที่ CPU ประกอบด้วยวงจรต่างๆ หลายวงจร เช่น วงจรถอดรหัสคำสั่ง (Instruction Decoder) จะทำหน้าที่แปลงคำสั่งทั้งหมดให้เป็นภาษาเครื่อง วงจรควบคุมเวลาและระบบการทำงาน (Timer and Control Unit) ตลอดจนหน่วยความจำภายใน Register, Adder, Subtraction, Buffer ที่ใช้ในการเก็บข้อมูลและการประมวลผล เป็นต้น

2.3.2 หน่วยความจำ (Memory Unit)

ในการเขียนโปรแกรมด้วยภาษา BASIC ให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์นั้นควรคำนึงถึงชนิดของหน่วยความจำ สำหรับหน่วยความจำในระบบไมโครคอนโทรลเลอร์PIC จะมีหน่วยความจำในการใช้งาน 3 ประเภท ดังนี้

- หน่วยความจำโปรแกรมแฟลช (Flash Program Memory)

หน่วยความจำแบบแฟลช (Flash ROM) มีคุณสมบัติในการเขียนและลบโปรแกรม ได้มากกว่า 1 แสนครั้ง

- หน่วยความจำโปรแกรม (Data Memory RAM)

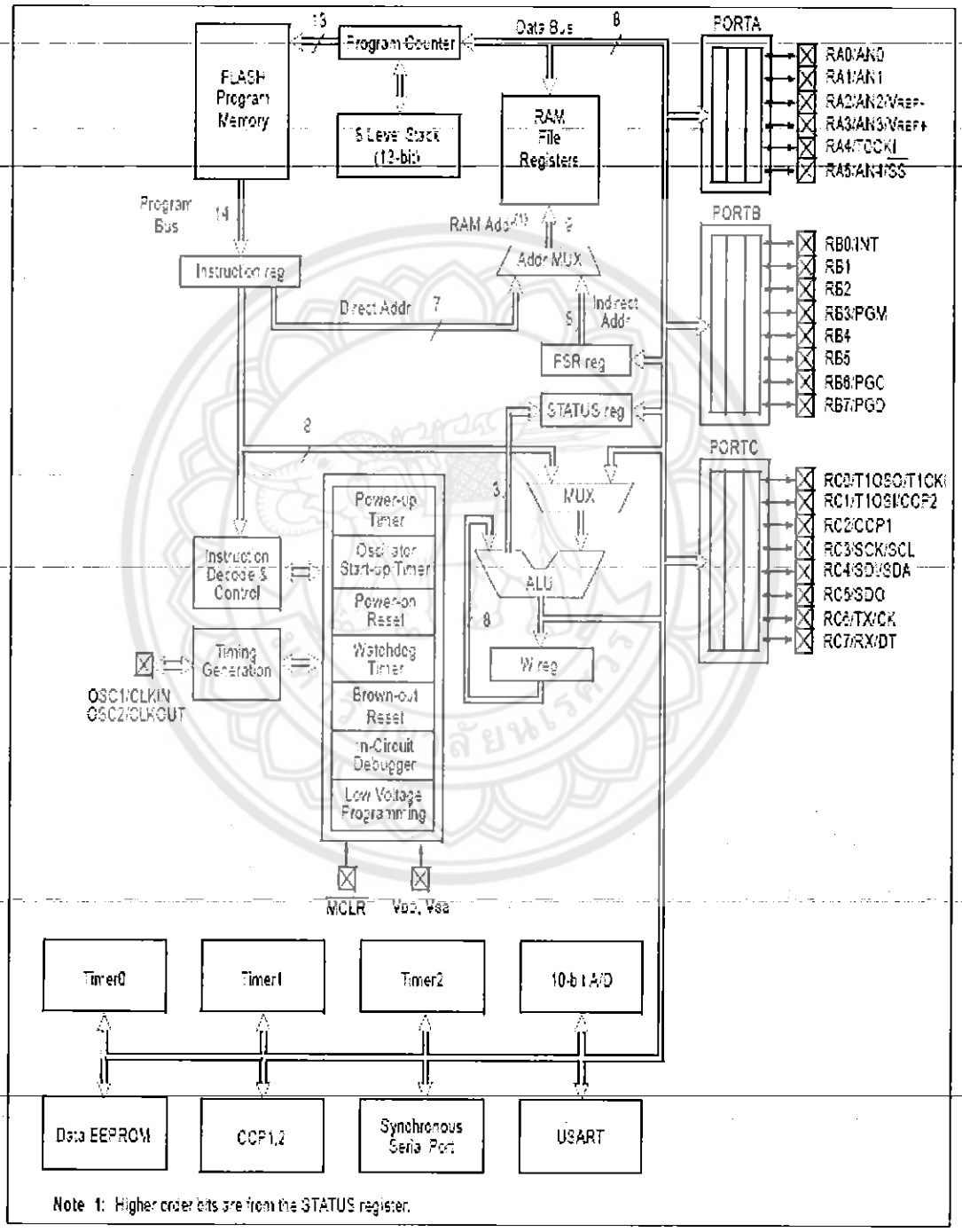
หน่วยความจำนี้สามารถเก็บข้อมูลขณะประมวลผลโปรแกรม สามารถอ่านและเขียนได้ขณะมีไฟเลี้ยง แต่เมื่อไม่มีไฟเลี้ยงข้อมูลต่างๆ จะสลายไป

- หน่วยความจำแบบอีอีพรอม (EEPROM Data Memory)

เป็นหน่วยความจำที่สามารถเขียนและลบโปรแกรมด้วยกระแสไฟฟ้าในหน่วยความจำถาวรของ PROM (Programmable Read Only Memory) โดยภายในจะมี RAM (Random Access Memory) ที่มีหน่วยความจำชั่วคราวให้เก็บข้อมูลได้ถาวรแบบหน่วยความจำ ROM (Read Only Memory) โดยสามารถเขียนและลบโปรแกรมจำนวนหลายๆ ครั้งได้

2.3.3 พอร์ตอินพุตและพอร์ตเอาต์พุต

ไมโครคอนโทรลเลอร์จะมีพอร์ตไว้สำหรับติดต่อสื่อสารกับอุปกรณ์ภายนอก แล้วแต่ความต้องการที่จะนำไปใช้งาน เช่น LCD, Pushbutton, Relay เป็นต้น พอร์ตอินพุตและพอร์ตเอาต์พุตยังสามารถแปลงสัญญาณ Analog to Digital Converter ได้โดยมีโครงสร้างการทำงานดังรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 โครงสร้างการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์PIC16F877 รุ่น 40 ขา

2.3.4 คุณสมบัติทางเทคนิคของ PIC16F877

2.3.4.1 คุณสมบัติหลัก

- ซีพียูเป็นแบบ RISC (Reduced Instruction-Set Computer) มีคำสั่งใช้งานเพียง 35 คำสั่ง
- สามารถกระทำคำสั่งโดยใช้สัญญาณเพียงหนึ่งลูก
- ความถี่สัญญาณนาฬิกา ตั้งแต่ไฟตรงถึง 20 MHz
- หน่วยความจำโปรแกรมมี 8 กิโลเวิร์ด
- หน่วยความจำข้อมูลแรมหรือรีจิสเตอร์ (RAM) มี 368 ไบต์
- ขนาดหน่วยความจำข้อมูลอีอีพรอม (EEPROM) มี 256 ไบต์
- ตอบสนองกับอินเตอร์รัปต์ทั้งหมด 15 แหล่ง
- มีสแต็ก 8 ระดับ
- มีวงจรเพาเวอร์ออนรีเซต (POR: Power On Reset)
- มีเพาเวอร์อัปไทเมอร์ (PWRT: Power Up Timer)
- มีออสซิลเลเตอร์สตาร์ตอัปไทเมอร์ (OST: Oscillator Start-up Timer)
- วงจรวอตช์ด็อกไทเมอร์ (WDT: WATCHDOG Timer)
- มีระบบ Code Protection
- มีโหมดประหยัดพลังงาน
- แก้ไขข้อมูลหน่วยความจำโปรแกรมด้วยกระบวนการ ICD ผ่านพอร์ตเพียง 2 ขา
- ซีพียูสามารถอ่านและเขียนหน่วยความจำโปรแกรมได้
- ไฟเลี้ยง +2 ถึง +5.5V
- กระแสซิงก์และซอร์สของพอร์ต 25 mA
- การใช้พลังงานไฟฟ้ากรณีไม่ขับโหลดน้อยกว่า 25 mA ที่ไฟเลี้ยง +5V

2.3.4.2 คุณสมบัติพิเศษเพิ่มเติม

- ไทเมอร์ 3 ตัวคือไทเมอร์ 0 ขนาด 8บิต,ไทเมอร์ 1 ขนาด 16บิต,ไทเมอร์ 2 ขนาด 8บิต
- มีโมดูล CCP 2 ชุด โดยมีตรวจจับสัญญาณมีขนาด 16 บิตและความละเอียดสูงสุด 12.5 นาโนวินาที เปรียบเทียบสัญญาณขนาด 16 บิต ความละเอียดสูงสุด 12.5 นาโนวินาที วงจร PWM มีความละเอียดสูงสุด 10 บิต
- มีวงจรแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นดิจิตอล 10 บิต
- มีวงจรตรวจจับระดับไฟเลี้ยงเพื่อการรีเซตซีพียู

2.4 ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

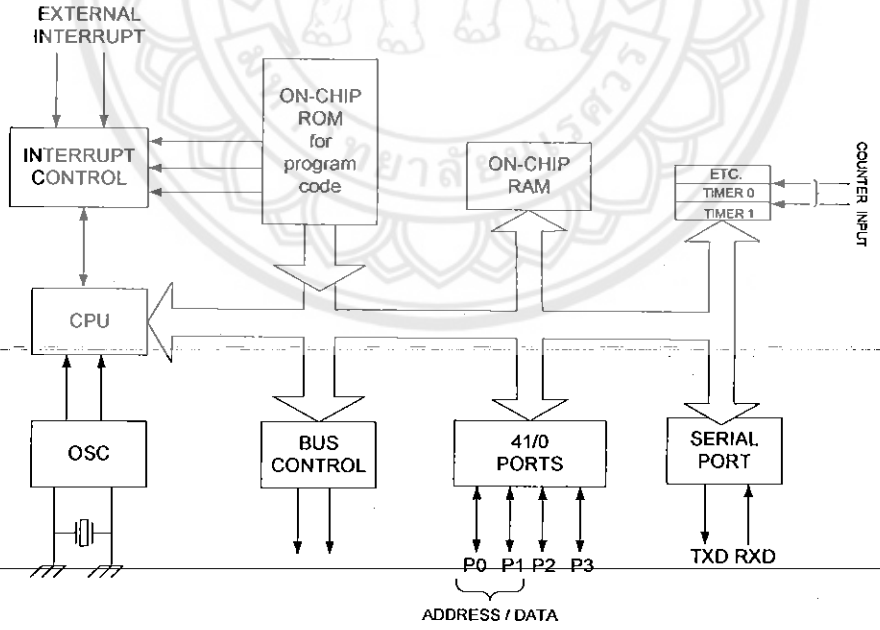
เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์แบบ 8 บิต โดยให้ชื่อว่า 8051 โดยมีหน่วยความจำประเภท RAM ขนาด 128 ไบต์ หน่วยความจำประเภท ROM ขนาด 4 กิโลไบต์ มีพอร์ตขนานขนาด 8 บิต จำนวน 4 พอร์ต มีไทเมอร์ 2 ตัว และพอร์ตอนุกรม 1 พอร์ต โดยทั้งหมดจะรวมอยู่ในชิพตัวเพียงชิพเดียว และเนื่องจากหน่วยความจำโปรแกรมเป็นแบบ ROM ที่อยู่ภายในตัวมัน ดังนั้นการโปรแกรมการทำงานต้องโปรแกรมจากโรงงานที่ผลิตมาโดยตรง ซึ่งไมโครคอนโทรลเลอร์มีหลายเบอร์ที่มีโครงสร้างภายในใกล้เคียงกับ 8051 โดยเรียกรวมๆ ว่าตระกูล 51

8052

ไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ 8052 จะมีลักษณะต่าง ๆ ที่เป็นมาตรฐานเหมือนกับ 8051 แต่จะเพิ่มหน่วยความจำ RAM ภายในเข้าไปอีก 128 ไบต์ และเพิ่มไทเมอร์อีกหนึ่งตัว ทำให้ 8051 มีหน่วยความจำ RAM ภายในทั้งหมด 256 ไบต์ และมีไทเมอร์ 3 ตัว นอกจากนี้ยังมีหน่วยความจำ ROM ภายในเพิ่มเป็น 8 กิโลไบต์

8031

ไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ 8031 จะคล้ายกับ 8051 โดยมีไดอะแกรมดังรูปที่ 2.4 แต่จะไม่มีหน่วยความจำ ROM ภายในชิพ โดยโปรแกรมควบคุมการทำงานจะอยู่ในหน่วยความจำภายนอก



รูปที่ 2.4 ไดอะแกรมภายในของ 8051

8031 จัดเป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 ตัวหนึ่งแต่มีหน่วยความจำโปรแกรมแบบ UV EPROM ขนาด 4 กิโลไบต์ อยู่ภายในชิพโดยผู้พัฒนาสามารถโปรแกรมลงไปในชิพได้โดยใช้โปรแกรมและสามารถแก้ไขโปรแกรมได้โดยการลบโปรแกรมเก่าออกโดยใช้แสง UV

AT89C51

เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 ที่ผลิตโดย Atmel Corporation ตัวนี้จะมีหน่วยความจำภายในเป็นแบบ flash memory ทำให้ใช้งานสะดวกกว่า 8751 มาก เนื่องจาก AT89C51 สามารถโปรแกรมและลบโปรแกรมได้โดยกระแสไฟฟ้าบนชิพที่ต่ออยู่ในวงจรได้เลย

P89C51RD2

เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 ของ Philips Semiconductor โครงสร้างภายในจะคล้ายกับ MCS-51 มาตรฐาน แต่จะมีส่วนเพิ่มเติมขึ้นมา เช่น มีหน่วยความจำภายในเป็นแบบแฟลช และมีการบรรจุโปรแกรมบุตรอม (Boot ROM) เข้าไปภายในตัวมัน ทำให้สามารถเขียนโปรแกรมได้โดยตรงโดยไม่ต้องถอดชิปออกจากวงจร ที่เรียกว่าโปรแกรมแบบ ISP

ปัจจุบันมีผู้ผลิตไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 นี้ออกมาหลายบริษัท และมีเบอร์ที่ใช้เรียกแตกต่างกันไป ขึ้นอยู่กับโครงสร้างภายในและเทคโนโลยีที่ใช้ในการสร้างชิพสรุปได้ดังนี้

803x : ไม่มีหน่วยความจำโปรแกรมภายใน เช่น 8031, 8023 เป็นต้น

805x : มีหน่วยความจำโปรแกรมประเภท ROM ภายใน

8xCxx : ใช้เทคโนโลยีแบบ CMOS

87xx : มีหน่วยความจำโปรแกรมภายในเป็นแบบ EPROM

89xx : มีหน่วยความจำโปรแกรมภายในเป็นแบบ flash EPROM

8xx1 : มีหน่วยความจำโปรแกรมภายใน 4 กิโลไบต์ และมี RAM ภายใน 128 ไบต์

8xx2 : มีหน่วยความจำโปรแกรมภายใน 8 กิโลไบต์ และมี RAM ภายใน 256 ไบต์

อย่างไรก็ตามแม้ว่าไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 จะมีอยู่หลายเบอร์หลายรุ่น แต่ลักษณะการจัดขาของตัวชิพอาจแตกต่างกันไปบ้าง บางเบอร์มี 20 ขา บางเบอร์มี 40 ขา โดยผู้สนใจสามารถหาศึกษาได้จากคู่มือโดยตรง สำหรับการจัดขาของไมโครคอนโทรเลอร์เบอร์ 8052

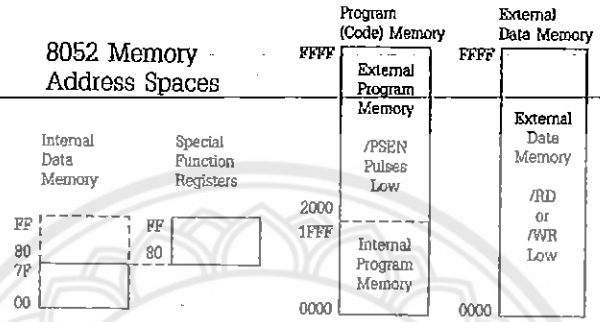
2.4.1 โครงสร้างหน่วยความจำของ MCS-51

ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 ได้ออกแบบการจัดหน่วยความจำเป็นสองส่วน คือ หน่วยความจำโปรแกรม (program memory) และหน่วยความจำข้อมูล (data memory) โดยทั้งสองส่วนนี้จะมีนี้จะมีแอดเดรสแยกออกจากกัน บางเบอร์จะมีหน่วยความจำโปรแกรมอยู่ภายในชิพบางเบอร์ต้องต่อเพิ่มภายนอกชิพ จากรูปจะเห็นว่าแอดเดรสของหน่วยความจำจะมีแอดเดรสตำแหน่งตรงกัน แต่เมื่อ MCS-51ต้องการติดต่อกับหน่วยความจำในส่วนใดจะใช้ขาสัญญาณต่างกัน อย่างเช่นถ้า MCS-51 ต้องการติดต่อกับหน่วยความจำภายนอก ไซเคิลการทำงานจะเป็นดังนี้

- ถ้าอ่านหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก ขา PSEN จะเป็น Low
- ถ้าอ่านข้อมูลหน่วยความจำข้อมูลภายนอก ขา RD เป็น Low
- ถ้าเขียนข้อมูลลงหน่วยความจำข้อมูลภายนอก ขา WR เป็น Low

2.4.2 หน่วยความจำโปรแกรม

ใน MCS-51 จะมีหน่วยความจำได้สูงสุด 64 กิโลไบต์ หลังจากตัวมันถูกรีเซตจะเริ่มต้นทำงานที่แอดเดรส 0000 ของหน่วยความจำโปรแกรม การอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำโปรแกรมนี้จะต้องใช้คำสั่ง MOVC นอกจากนี้ในหน่วยความจำโปรแกรมตอบสนองการอินเทอร์รัปต์จากภายนอก (INTO) เมื่อสัญญาณอินเทอร์รัปต์เข้ามาทางขานี้ โปรแกรมจะกระโดดไปทำงานยังตำแหน่งนี้ทันที และมีหน่วยความจำข้อมูลอีก 256 ไบต์ แสดงดังรูปที่ 2.5



รูปที่ 2.5 การจัดแอดเดรสหน่วยความจำ

2.4.3 หน่วยความจำข้อมูลภายนอก

หน่วยความจำข้อมูลภายนอกของ MCS-51 สามารถมีได้ 64 กิโลไบต์ เมื่อ MCS-51 ต้องการติดต่อกับหน่วยความจำส่วนนี้จะต้องใช้คำสั่ง MOVX และใช้รีจิสเตอร์ DPTR, R0 หรือ R1 ในการอ้างตำแหน่งหน่วยความจำ ในการขยายพอร์ตเพิ่มให้กับ MCS-51 จะต้องใช้ตำแหน่งในส่วนนี้เป็นตำแหน่งในส่วนนี้เป็นตำแหน่งของพอร์ตด้วย

2.4.4 หน่วยความจำข้อมูลภายใน

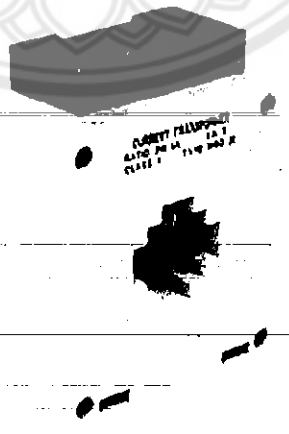
หน่วยความจำข้อมูลภายนอกของ MCS-51 จะมีจำนวน 256 ไบต์ โดย 128 ไบต์แรกที่มีแอดเดรสอยู่ในช่วง 00H – 7FH จะเป็นส่วนของ RAM ที่ใช้งานได้ทั่วไป รีจิสเตอร์แบงค์จำนวน 4 แบงค์ หน่วยความจำที่สามารถเข้าถึงข้อมูลระดับบิตได้ ส่วนอีก 128 ไบต์ หลังเริ่มตั้งแต่แอดเดรส 80H เป็นต้นไปจะเป็นส่วนของรีจิสเตอร์ฟังก์ชั่นพิเศษ หรือ SFR (Special Function Register) และรีจิสเตอร์ที่ใช้งานทั่วไปเช่น รีจิสเตอร์ ACC, B, PSW, SP และ DPTR เป็นต้น การอ่านหรือการเขียนข้อมูลกับหน่วยความจำใส่ในส่วนนี้จะใช้คำสั่ง MOV

2.4.5 ความเร็วในการทำงานของ MCS-51

การให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ทำงานนั้นจะต้องโปรแกรมให้กับตัวมันก่อน การวัดความเร็วในการทำคำสั่งของโปรแกรมจะดูจากรอบสัญญาณนาฬิกา หรือเรียกว่า "แมชชีนไซเคิล" ซึ่งในตารางคำสั่งของไมโครคอนโทรลเลอร์แต่ละตัวจะมีข้อมูลบอกไว้ว่าการคำสั่งแต่ละคำสั่งจะใช้สัญญาณนาฬิกากี่แมชชีนไซเคิลสำหรับไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 เบอร์ที่เป็นมาตรฐานนั้น 1 แมชชีนไซเคิลจะเท่ากับ 1 ไมโครวินาทีหรือมีความเร็วในการทำงาน 1 MHz ถ้าหากต้องการให้ MCS-51 ตัวนั้นทำงานได้เร็วขึ้นจะต้องเพิ่มสัญญาณนาฬิกาให้กับมัน สำหรับ MCS-51 บางเบอร์มีความเร็วมากขึ้นกว่าปกติ 2 เท่า เช่นเบอร์ P89C51RD2 เนื่องจากหนึ่งแมชชีนไซเคิลของมันจะใช้สัญญาณนาฬิกาเพียง 6 ลูก

2.5 อุปกรณ์ตรวจจับสัญญาณ

อุปกรณ์ตรวจจับสัญญาณคือ การคอยเฝ้าระวังหรือทำการคอยตรวจจับสัญญาณที่เข้ามาเพื่อที่จะได้ส่งสัญญาณที่ได้รับมาเข้าสู่กระบวนการประมวลผลต่อไป การตรวจจับสัญญาณมีหลายประเภท และในการตรวจจับค่ากระแสสูงๆ จะกล่าวถึง หม้อแปลงกระแส (Current Transformer) ที่แสดงในรูปที่ 2.6 คือหม้อแปลงที่ใช้ลดกระแสไฟฟ้าสลับให้ต่ำลง เนื่องจากไม่มีแอมมิเตอร์ที่มีย่านวัดสูงๆ ที่สามารถนำไปวัดปริมาณกระแสมากๆ โดยตรงได้ ดังนั้นจึงให้หม้อแปลงกระแส ลดกระแสให้ต่ำลง พอเหมาะกับขนาดของแอมมิเตอร์ทั่วไปและเทียบเป็นอัตราส่วนระหว่างขดลวดปฐมภูมิกับขดลวดทุติยภูมิและถ้าค่าด้านปฐมภูมิมีค่าเท่าไรแต่ค่าด้านทุติยภูมิจะมีค่าไม่เกิน 5 A เช่น 100:5 150:5 และ 300:5 เป็นต้นในการวัดกระแสนั้นควรเลือกขนาดให้เหมาะสมกับการใช้งาน



รูปที่ 2.6 หม้อแปลงกระแส

2.6 สวิตซ์แม่เหล็ก (Magnetic Contactor)

หมายถึง สวิตซ์ที่ทำงานโดยอาศัยอำนาจแม่เหล็กช่วยในการ ON/OFF วงจรกำลังที่ใช้กระแสค่อนข้างสูงประมาณ 30-300 A ข้อดีของสวิตซ์แม่เหล็ก คือ ให้ความปลอดภัยต่อผู้ควบคุมในวงจรกำลังที่มีกระแสไฟฟ้าค่อนข้างสูง ประหยัดเวลาในการควบคุมขณะที่โหลดอยู่ห่างจากแหล่งจ่ายและจุดที่จะควบคุมการทำงาน โดยมีลักษณะดังรูปที่ 2.7

การเลือกสวิตซ์แม่เหล็กที่เหมาะสมกับงานควรดูข้อมูลทางเทคนิคของบริษัทผู้ผลิต ซึ่งมีข้อพิจารณา คือ

- ลักษณะโหลดและการใช้งาน
- แรงดันและความถี่
- สถานที่ใช้งาน
- ความบ่อยครั้งในการใช้งาน
- การป้องกันจากการสัมผัสและการป้องกันน้ำ
- ความคงทนทางกลและไฟฟ้า (Mechanical and Electrical Stresses)

รูปที่ 2.7 สวิตซ์แม่เหล็ก

2.7 อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่สำคัญ

2.7.1 ตัวแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นดิจิตอล (A/D)

- Analog Computer

สัญญาณอนาลอกคือ สัญญาณข้อมูลแบบต่อเนื่อง (Continuouse Data) มีขนาดของสัญญาณไม่คงที่ การเปลี่ยนแปลงขนาดของสัญญาณแบบค่อยเป็นค่อยไปแปรผันตามเวลา

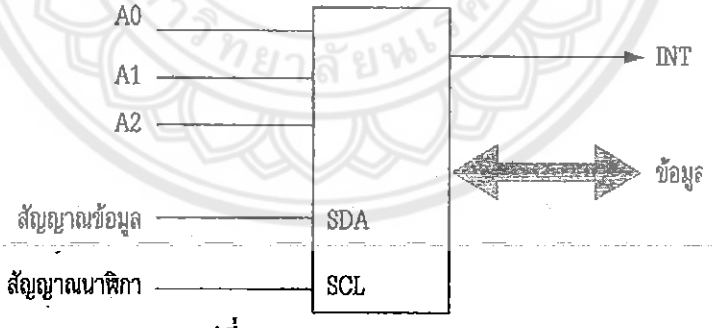
- Digital Computer

สัญญาณดิจิตอล คือ สัญญาณข้อมูลแบบไม่ต่อเนื่อง (Discrete Data) มีขนาดของสัญญาณคงที่ การเปลี่ยนแปลงขนาดของสัญญาณเป็นแบบทันที ทันใด ไม่แปรผันตามเวลา

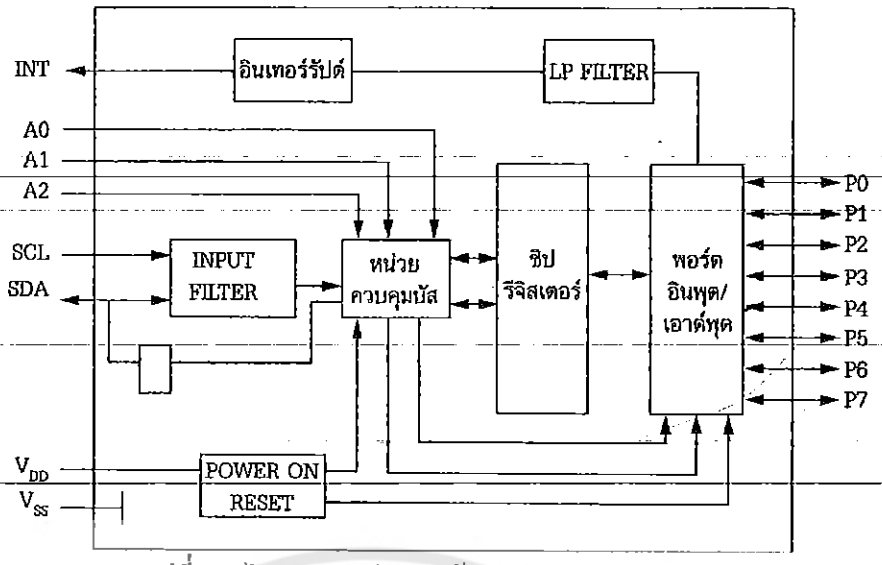
- Analog to Digital Converter (A/D)

ทำหน้าที่แปลงสัญญาณข้อมูลที่มนุษย์รับรู้ สัมผัสได้ เป็นข้อมูลทางไฟฟ้า เพื่อป้อนเข้าสู่การประมวลผล จึงเป็นขบวนการหนึ่งของการรับข้อมูล (Input Unit) เป็นกระบวนการอิเลคโทรนิคส์ ที่สัญญาแปรผันต่อเนื่อง (analog) ได้รับการแปลงให้เป็นสัญญาณดิจิตอล

ในที่นี้ใช้ไอซี PCF8591 ซึ่งเป็นไอซีแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นดิจิตอลและแปลงสัญญาณดิจิตอลเป็นอนาลอกในตัวเดียวกัน PCF8591 ทำหน้าที่เป็นไอซีแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นดิจิตอลขนาด 8 บิต 4 ช่อง และทำหน้าที่เป็นไอซีแปลงสัญญาณดิจิตอลเป็นอนาลอกได้ในคราวเดียวกัน ด้วยการควบคุมผ่านระบบบัส I2C โดยมีการจัดขาดังรูปที่ 2.8 และไดอะแกรมโครงสร้างภายในดังรูปที่ 2.9

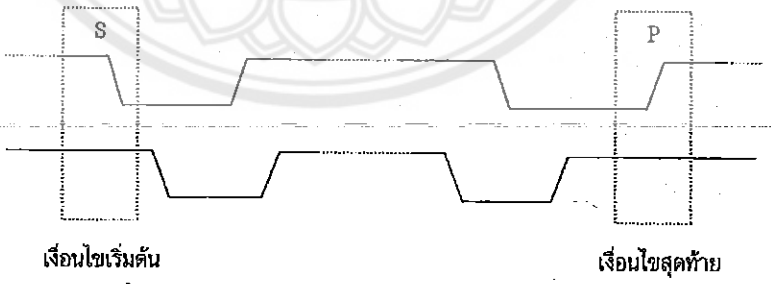


รูปที่ 2.8 ลักษณะขาของ PCF8591



รูปที่ 2.9 ไดอะแกรมโครงสร้างภายในของ PCF8591

โดยขา SCL จะเป็นตัวกำหนดจังหวะของข้อมูลที่เข้าหรือออกทางขา SDA ส่วนในการติดต่อกับอุปกรณ์อินพุตเอาต์พุตแบบขนานนั้นจะมีตัวชิพรีจิสเตอร์ทำหน้าที่เปลี่ยนข้อมูลระหว่างข้อมูลแบบขนานกับข้อมูลแบบอนุกรม สำหรับขาอินเทอร์รัปต์จะเป็นสัญญาณเอาต์พุตออกจากไอซีเพื่อต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์ การต่อสัญญาณนาฬิกาและขากับไมโครคอนโทรลเลอร์นั้นสามารถเชื่อมต่อผ่านทางพอร์ต P1 ได้โดยจะเชื่อมทางขา P1.5 และ P1.6 โดยใช้ขา P1.6 เป็นขารับส่งข้อมูล และเขียนโปรแกรมสร้างสัญญาณนาฬิกาออกทางขา P1.5 โดยการติดต่อระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์กับ PCF8591 เงื่อนไขเริ่มต้นและเงื่อนไขสุดท้ายจะเป็นดังรูปที่ 2.10 ซึ่งสัญญาณตามรูปนี้จะเป็นไปตามโปโตคอลของระบบบัสแบบ I2C



รูปที่ 2.10 ไดอะแกรมเงื่อนไขการติดต่อกับ PCF8591

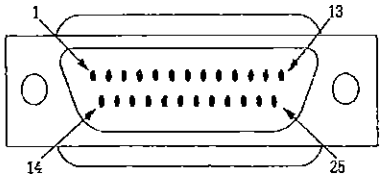
การอ่านเขียนข้อมูลสามารถเขียนโปรแกรมติดต่อทางขา P1.5 และ P1.6 โดยการอ่านเขียนข้อมูล 1 ไบต์หรือ 8 บิตโดยไมโครคอนโทรลเลอร์จะต้องส่งสัญญาณนาฬิกาออกไป 8 ลูกเมื่อรับหรือส่งครบแล้ว และ PCF8591 ทำงานถูกต้องมันจะส่งสัญญาณตอบรับออกมาเป็นลอจิก "0" โดยการอ่านสัญญาณตอบรับนี้ต้องส่งสัญญาณนาฬิกาเข้าไปอีก 1 ลูกโดยมีไดอะแกรมเวลาการติดต่อเป็นดังรูปที่ 2.11

0	1	1	1	A2	A1	A0	0

รูปที่ 2.11 ไดอะแกรมเวลาการติดต่อ

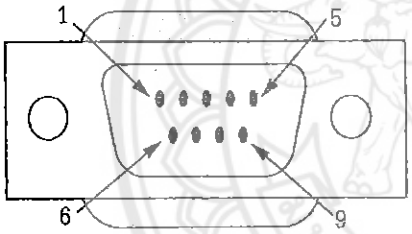
2.7.2 การสื่อสารกับ RS 232

การสื่อสารแบบอนุกรมกับคอมพิวเตอร์โดยการใช้มาตรฐาน RS-232 ระดับแรงดันของลอจิกที่ใช้ในการสื่อสาร RS-232 นั้นลอจิก "1" จะแทนด้วยแรงดัน -3 ถึง -25 โวลต์ ส่วนลอจิก "0" จะแทนด้วยแรงดัน +3 ถึง +25 โวลต์ แรงดันในช่วง +3 จะไม่ถูกกำหนดให้ใช้งานซึ่งเห็นว่าแรงดันดังกล่าวมาสามารถใช้กับไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 ได้ โดยทั่วไปแล้วถ้าหากต้องการให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ติดต่อกับคอมพิวเตอร์ ตามมาตรฐาน RS-232 จะต้องออกแบบวงจรอิเล็กทรอนิกส์เพิ่มเติม แต่ในปัจจุบันจะใช้ไอซี MAX232 ทำหน้าที่เปลี่ยนระดับแรงดันทางลอจิกให้อยู่ในมาตรฐาน RS-232 ในคอมพิวเตอร์ จะมีขั้วต่อ RS-232 ที่เรียกว่า คอนเนกเตอร์ (Connecter) อยู่สองแบบคือขั้วต่อแบบ DB-25 ดังรูปที่ 2.12 และขั้วต่อแบบ DP-9 ดังรูปที่ 2.13



Pin	Description
1	Protective ground
2	Transmitted data (TxD)
3	Received data (RxD)
4	Request to send (RTS)
5	Clear to send (CTS)
6	Data set ready (DSR)
7	Signal ground (GND)
8	Data carrier detect (DCD)
9/10	Reserve for data testing
11	Unassigned
12	Secondary data carrier detect
13	Secondary clear to send
14	Secondary transmitted data
15	Transmit signal element timing
16	Secondary received data
17	Receive signal element timing
18	Unassigned
19	Secondary request to send
20	Data terminal ready (DTR)
21	Signal quality detector
22	Ring indicator
23	Data signal rate select
24	Transmit signal element timing
25	Unassigned

รูปที่ 2.12 ขั้วต่อแบบ DB-25 และหน้าที่ของขาต่างๆ



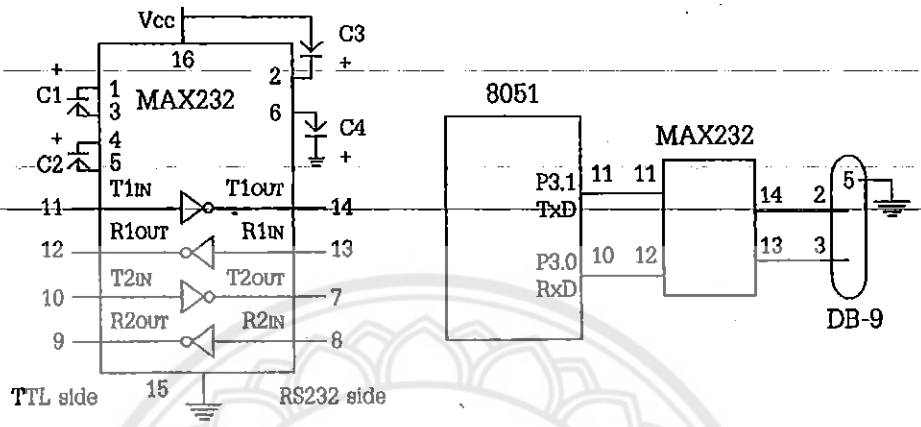
Pin	Description
1	Data carrier detect (DCD)
2	Received data (RxD)
3	Transmitted data (TxD)
4	Data terminal ready (DTR)
5	Signal ground (GND)
6	Data set ready (DSR)
7	Request to send (RTS)
8	Clear to send (CTS)
9	Ring indicator (RI)

รูปที่ 2.13 ขั้วต่อแบบ DB-9 และหน้าที่ของขาต่างๆ

ในระบบ RS-232 มีขาต่างๆ ที่สำคัญคือ

- DTR (data terminal ready) เป็นสารสำหรับการทำแฮนด์เชคจาก DTE ไปยัง DCE
- DSR (data set ready) เป็นสารสำหรับการทำแฮนด์เชคจาก DCE ไปยัง DTE
- ERT (reguest to send) เมื่ออุปกรณ์ DTE ต้องการส่งข้อมูลมันจะส่งสัญญาณที่ขานี้เป็นลอจิก “Low” ออกไป
- CTS (clear to send) เป็นสายสัญญาณสำหลับการทำแฮนด์เชคจาก DCE ไปยัง DTE
- DCD (carrier detect, หรือ data carrier detect)
- RI (ring indicator) เป็นสายที่ใช้โดยโมเด็มเพื่อบอกว่าได้รับสัญญาณเรียกเข้ามา

การต่อพอร์ตอนุกรมของ MCS-51 กับมาตรฐาน RS232 เนื่องจากระดับสัญญาณสื่อสาร RS-232 ไม่เป็นตามมาตรฐานแรงดัน TTL เราสามารถนำชิพ MAX 232 มาช่วยปรับแรงดันโดยมีโครงสร้างและการเชื่อมต่อดังรูปที่ 2.14



รูปที่ 2.14 โครงสร้างภายใน MAX232 และการเชื่อมต่อกับ MCS-51

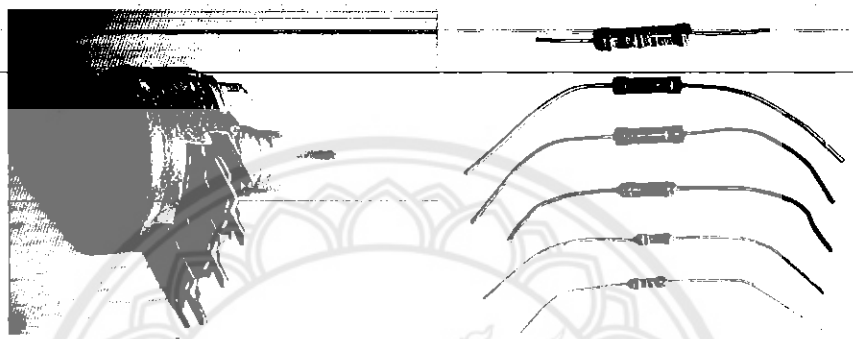
2.7.3 สวิตซ์ (Switch)

ทำหน้าที่ในการต่อหรือตัด การไหลของกระแสไฟฟ้าจะเป็นไฟ AC หรือ DC ก็ได้ และสวิตซ์มีหลายชนิด อย่างเช่นจากรูปที่ 2.15 เป็นแบบสวิตซ์กด (Push Button) มีขั้วเดียวทางเดียว (SPST : Single-Pole, Single-Throw) หลักการทำงานเมื่อไม่มีการกดสวิตซ์จะอยู่ในสภาวะปกติเปิด แต่เมื่อมีการกดจะอยู่ในสภาวะปกติปิด สวิตซ์แบบนี้จะมีสปริงดันกลับ (Spring Return) อยู่ภายใน

รูปที่ 2.15 สวิตซ์ปุ่มกด

2.7.4 ตัวต้านทาน (Resistors)

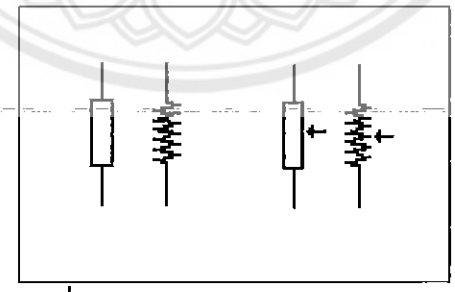
เป็นอุปกรณ์ที่มีมากมายแตกต่างกันทั้งขนาดและรูปร่าง แต่ทำหน้าที่อย่างเดียวกันคือ จำกัดกระแส โดยถ้าค่าความต้านทานน้อยกระแสไหลผ่านมาก ค่าความต้านทานมากกระแสไหลผ่านน้อยเมื่อกระแสไหลผ่านก็จะเกิดความร้อน ถ้าความร้อนมากๆจะทำให้ค่าความต้านทานจะยิ่งลดลง และตัวต้านทานแบ่งได้เป็น 2 แบบคือ แบบค่าคงที่และแบบที่ปรับค่าได้ดังรูปที่ 2.16 และมีสัญลักษณ์ดังรูปที่ 2.17



รูปที่ 2.16 ตัวต้านทานแบบค่าคงที่และแบบปรับค่าได้

- แบบค่าคงที่ เป็นแบบที่ไม่สามารถปรับเปลี่ยนค่าความต้านทานได้ การเลือกใช้ควรเลือกให้ถูกขนาดที่เหมาะสมกับงานด้วยเพื่อความประหยัด ควรคำนึงถึงกำลังไฟที่จะทนได้ซึ่งมีหน่วยเป็นวัตต์ (W)

- แบบปรับค่าได้ เป็นตัวต้านทานที่ปรับเปลี่ยนค่าความต้านทานได้ตามต้องการมีหลายแบบเช่น ตัวต้านทานปรับค่าได้แบบเกือกม้าและตัวต้านทานปรับค่าได้แบบมีแกนปรับ

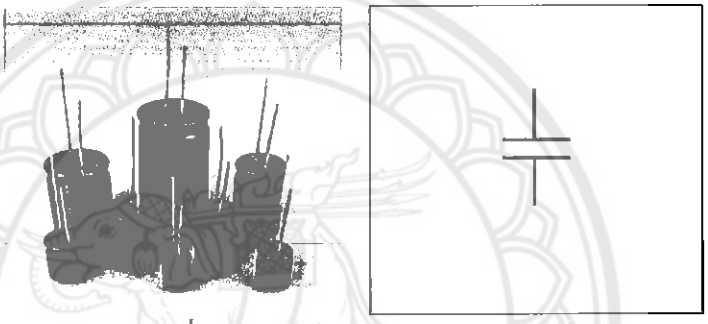


รูปที่ 2.17 สัญลักษณ์แทนตัวต้านทาน

2.7.5 ตัวเก็บประจุ (Capacitor)

เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่มีความสำคัญ ใช้ประโยชน์ได้หลายอย่างเช่นทำไฟให้เรียบกรองความถี่ และเชื่อมโยงสัญญาณ เป็นต้นโดยมีลักษณะดังรูปที่ 2.18 และตัวเก็บประจุมีคุณสมบัติทางไฟฟ้าดังนี้

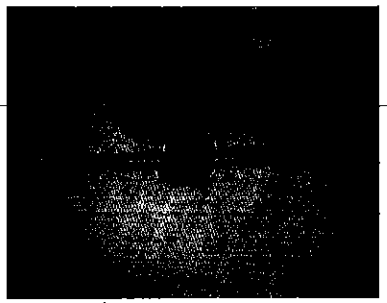
- เมื่อจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงเข้ากับตัวเก็บประจุแล้วปลดไฟออกมันจะเก็บค่าไฟที่ได้ไว้ระยะเวลาหนึ่งก่อนจึงค่อยๆ ลดลงจนเป็น 0 มีหน่วยเป็นฟารัด (F)
- เมื่อเริ่มป้อนไฟกระแสตรงค่าความต้านทานเป็น 0 แต่เมื่อเวลาผ่านไปค่าความต้านทานจะเพิ่มขึ้น ค่าแรงดันก็เพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จนเท่ากับแรงดันที่ป้อนเข้ามา ซึ่งจะช้าหรือเร็วขึ้นอยู่กับค่าความจุ



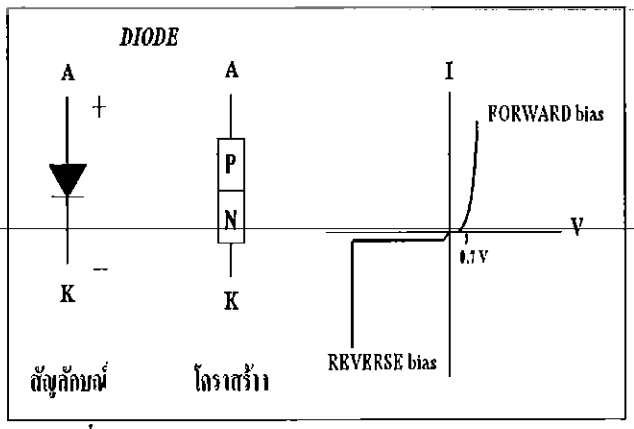
รูปที่ 2.18 ตัวเก็บประจุและสัญลักษณ์

2.7.6 ไดโอด (Diode)

เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการกำหนดทิศทางการไหลของกระแสไฟฟ้า ส่วนใหญ่ใช้ในการป้องกันแรงดันไหลย้อนกลับ และใช้เรียงแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับเป็นกระแสตรง (Rectify) โดยมีลักษณะดังรูปที่ 2.19 และสัญลักษณ์และโครงสร้างของไดโอดดังรูปที่ 2.20



รูปที่ 2.19 ไดโอด



รูปที่ 2.20 สัญลักษณ์และโครงสร้างของไดโอด

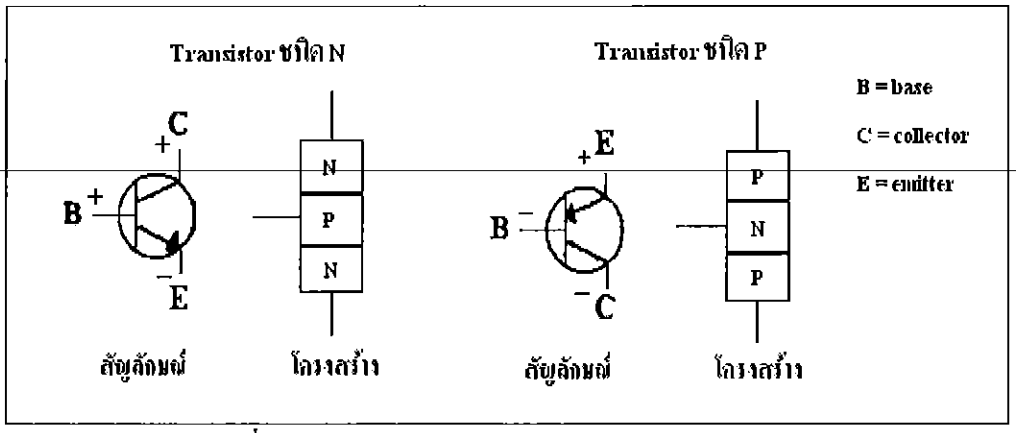
คุณสมบัติของไดโอดจะยอมให้แรงดันไฟฟ้าไหลผ่านมันได้ถ้าป้อนขั้วตรงกันคือ ถ้าป้อนไฟขั้วบวกผ่านเข้าไดโอด ตรงกับขาแอโนด (A) ไฟจะผ่านได้เรียกว่า "ไบอัสตรง" แต่ถ้าให้ขั้วบวกไหลผ่านขาคาโทด (K) ไฟจะผ่านไม่ได้เรียกว่า "ไบอัสกลับ"

การใช้งานไดโอด ต้องคำนึงถึงลักษณะงาน คุณสมบัติของไดโอดและอัตราทนแรงดันและกระแสของไดโอดของแต่ละเบอร์ เช่น ไดโอดเบอร์ 1N4001 ทนกระแส 1 A แรงดัน 50 V, 1N4004 ทนกระแส 1 A แรงดัน 400 V และ 1N5402 ทนกระแส 3 A แรงดัน 200 V

2.7.7 ทรานซิสเตอร์

ทรานซิสเตอร์เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่มีสารกึ่งตัวนำ P และ N มาต่อรวมกัน 3 ชิ้น มี 2 ชนิดคือแบบ NPN ใช้กับไฟบวกและ PNP ใช้กับไฟลบ ทำหน้าที่ขยายสัญญาณไฟฟ้า มีหลายขนาดตั้งแต่ไม่ถึงวัตต์ไปจนถึง 250 W ซึ่งลักษณะและโครงสร้างของทรานซิสเตอร์แสดงดังรูปที่ 2.21 และรูปที่ 2.22

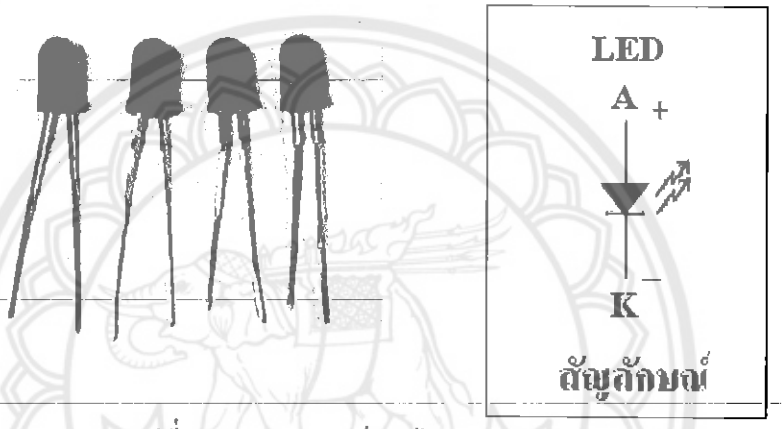
รูปที่ 2.21 ทรานซิสเตอร์



รูปที่ 2.22 สัญลักษณ์และโครงสร้างของทรานซิสเตอร์

2.7.8 ไดโอดเปล่งแสง (LED)

เป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับแสดงผลการทำงานของวงจรนิยมเรียกสั้นๆ ว่า LED (Light Emitting Diode) การใช้ไดโอดเปล่งแสงนี้ควรดูที่ขาของไดโอดข้างที่สั้นกว่าจะเป็นขั้วแคโทดหรือต่อกับขั้วลบของแบตเตอรี่ ขาที่ยาวจะเป็นขั้วแอโนดหรือขั้วบวกของแบตเตอรี่ และยอมให้กระแสไหลผ่านได้ทางเดียวแบบไดโอด มีแรงดันตกคร่อมขณะนำกระแสประมาณ 2 V ใช้งานโดยต่อแบบ Forward bias และต่ออนุกรมกับตัวต้านทานโดย LED ขนาดทั่วไปจะกินกระแส 5-25 mA โดยมีภาพและสัญลักษณ์แสดงดังรูปที่ 2.23



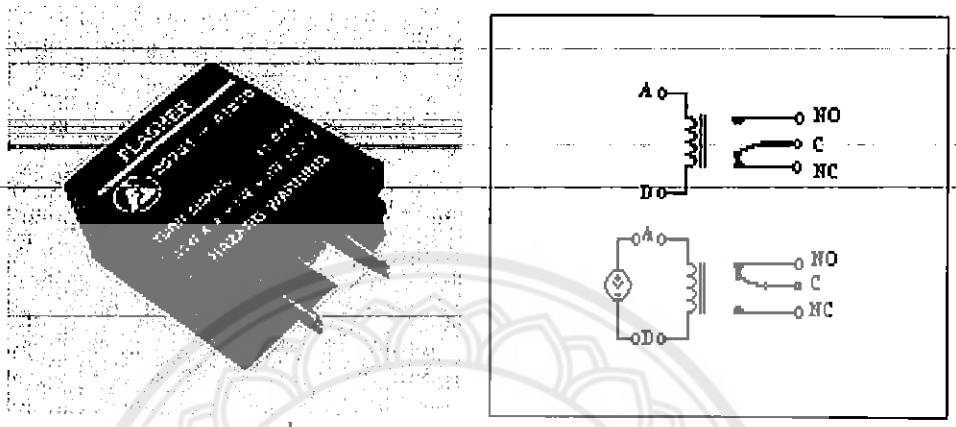
รูปที่ 2.23 สัญลักษณ์ของไดโอดเปล่งแสง

2.7.9 รีเลย์ (Relay)

ทำหน้าที่เป็นสวิตซ์ทำงานโดยอาศัยอำนาจแม่เหล็กในการ ON/OFF วงจรควบคุม เช่น คอยล์ของคอนแทคเตอร์ โซลีนอยด์ (Solenoids) เป็นต้น หรืออาจใช้ในการ ON/OFF วงจรกำลังขนาดเล็กบ้างเหมือนกัน เช่น วงจรหลอดสัญญาณ มอเตอร์ขนาดเล็ก เป็นต้น

ขณะที่มีการป้อนไฟให้กับรีเลย์ ขดลวดขากลางของแกนเหล็กได้รับพลังงานไฟฟ้า จึงมีการสร้างสนามแม่เหล็กขึ้นมา แรงอำนาจแม่เหล็กสามารถเอาชนะแรงของสปริง ทำให้ดึงชุดแกนเหล็กเคลื่อนที่ไปหา NO (Normally Open) จะอยู่ในสภาวะ ON หน้าสัมผัสทั้ง 2 ชุดติดกัน ก็จะเปลี่ยนสภาวะการทำงานเรียกว่า "หน้าสัมผัสปกติเปิด" และจะกลับสู่สภาวะเดิมอีกครั้งเมื่อหยุดจ่ายพลังงานไฟฟ้าให้ขดลวด และแรงสปริงจะถูกผลักให้ห่างกันเรียกว่า "หน้าสัมผัสปกติปิด" หรือ NC (Normally Close)

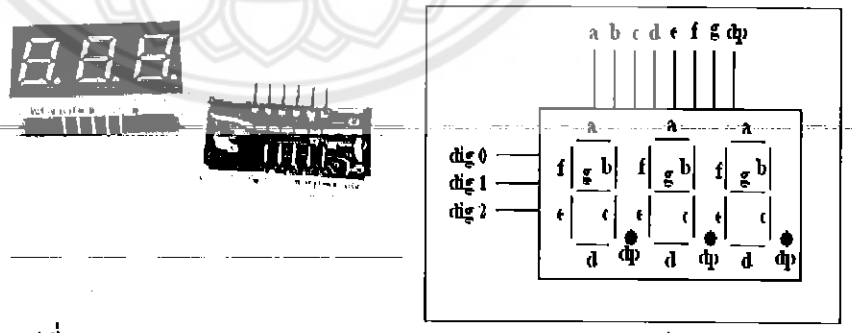
การเลือกรีเลย์ใช้งาน ควรดูขนาดแรงดันที่ป้อนให้ตรงกับที่ใช้งาน ควรต่างกันไม่เกิน 10% เพื่อการทำงานที่ดี และเนื่องจากรีเลย์ทำหน้าที่เป็นสวิทช์อย่างหนึ่ง ควรที่จะดูขนาดกำลังไฟฟ้าที่ใช้งานแล้วเลือกให้มีความเหมาะสมที่สุด คือต้องมากกว่า 2 เท่าของกระแสที่ใช้งาน ควรดูรายละเอียดได้บนรีเลย์ดังรูปที่ 2.24



รูปที่ 2.24 รีเลย์และสัญลักษณ์การทำงาน

2.7.10 ตัวเลขแสดงผล 7 ส่วน (7-Segment)

เป็นอุปกรณ์ที่ใช้แสดงผลการทำงานออกเป็นรูปตัวเลข มีหลายแบบแล้วแต่เลือกนำมาใช้ และโครงงานได้เลือกเป็น 3 หลักโครงสร้างภายในประกอบไปด้วยไดโอดเปล่งแสง หลักการทำงาน Seven Segment จะรับสัญญาณสองแบบเพื่อให้ทำงานได้คือ จะรับเป็น Segment จะมี 8 ขาเพื่อแสดงตัวเลขและจะรับเป็น digit 3 ขา ทำงานเป็นแบบมัลติเพล็กซึ่งแสดงดังรูปที่ 2.25



รูปที่ 2.25 ตัวเลขแสดงผล7ส่วน(7-Segment) และสัญลักษณ์การทำงาน

ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

I 508 6691.

2.8 รีโมตคอนโทรล (Remote Control)

เป็นอุปกรณ์ควบคุมระยะไกล ซึ่งการควบคุมระยะไกลมี 2 แบบคือ แบบควบคุมด้วยแสงหรืออินฟาเรด และควบคุมโดยใช้คลื่นความถี่ ในโครงงานนี้ได้ใช้รีโมตใช้ควบคุมการทำงานเปิดปิดเครื่องเชื่อมไฟฟ้า ซึ่งจะนำกริ่งสัญญาณบ้านหรือ Doorbell มาประยุกต์ใช้ มีด้วยกัน 2 ส่วนคือ ภาคส่งและภาครับ ในการประยุกต์จะนำสัญญาณ Output ออกมาใช้

มร.
ส2365 5200030
257/
ค.2

บทที่ 3

การควบคุมระบบการทำงาน และแสดงผลด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์

ในบทนี้จะกล่าวถึงการออกแบบระบบควบคุมการเปิดปิดเครื่องเชื่อมไฟฟ้าแบบอัตโนมัติ และการออกแบบระบบแสดงผลข้อมูลทางไฟฟ้าโดยใช้โปรแกรม MATLAB ซึ่งจะกล่าวถึงการออกแบบวงจรไฟฟ้าในส่วนของการควบคุมเปิดปิดเครื่องเชื่อมไฟฟ้าแบบอัตโนมัติ และ การออกแบบวงจรไฟฟ้าในระบบแสดงผลข้อมูลทางไฟฟ้ารวมไปถึงการออกแบบโปรแกรมควบคุมการเปิดปิดเครื่องเชื่อมไฟฟ้าและการออกแบบโปรแกรมในระบบแสดงผลข้อมูลทางไฟฟ้าทั้งส่วนไมโครคอนโทรลเลอร์และส่วนโปรแกรม MATLAB อีกด้วย ทั้งหมดนี้ได้อธิบายเป็นขั้นตอนดังต่อไปนี้

ขั้นตอนการดำเนินงาน

3.1 การทำงานของระบบควบคุมการเปิดปิดเครื่องเชื่อมไฟฟ้า

3.2 การทำงานของระบบแสดงผลข้อมูลทางไฟฟ้า

3.3 การออกแบบการติดตั้งระบบควบคุมการเปิดปิดเครื่องเชื่อมไฟฟ้าและระบบแสดงผล ข้อมูลทางไฟฟ้า

3.4 การออกแบบทางด้านอินพุตของระบบควบคุมเปิดปิด

3.5 การออกแบบระบบทางด้านเอาต์พุตของระบบควบคุมเปิดปิด

3.6 การออกแบบระบบทางด้านอินพุตของระบบแสดงผล

3.7 การออกแบบระบบทางด้านเอาต์พุตของระบบแสดงผล

3.8 การออกแบบโปรแกรมควบคุมการเปิดปิดเครื่องเชื่อมไฟฟ้าด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC

3.9 การออกแบบโปรแกรมการรับค่าด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์

3.10 การออกแบบวงจรควบคุมเครื่องเชื่อมไฟฟ้าด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์

3.11 การออกแบบวงจรการรับค่าด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์

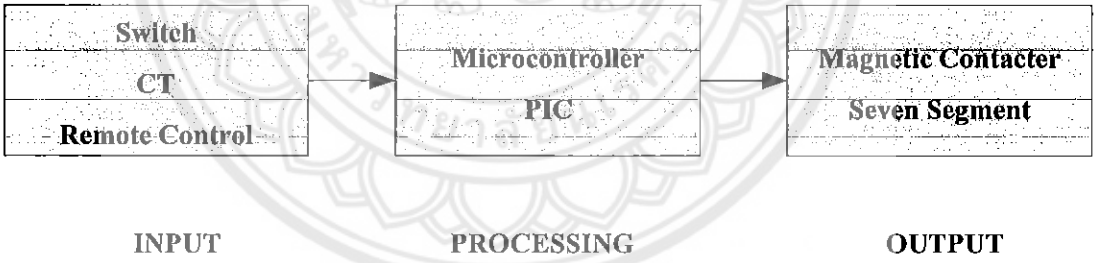
3.12 การออกแบบอุปกรณ์ส่วนควบคุมเครื่องเชื่อมไฟฟ้า

3.13 การออกแบบอุปกรณ์ส่วนรับค่า

3.14 การออกแบบโปรแกรมการรับค่าด้วยโปรแกรม MATLAB

3.1 การทำงานของระบบควบคุมการเปิดปิดเครื่องเชื่อมไฟฟ้า

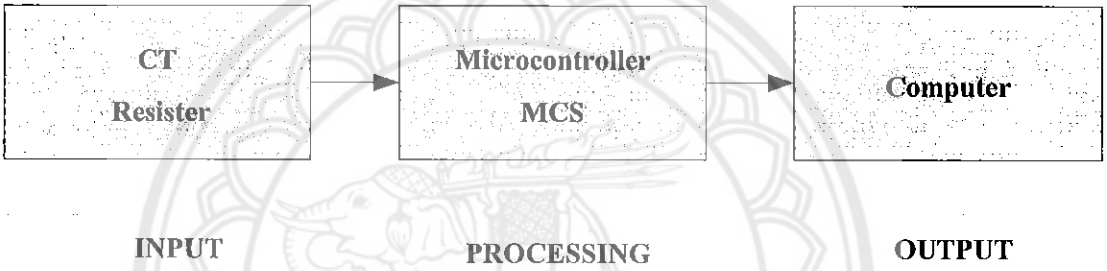
การทำงานของส่วนควบคุมการเปิดปิดเครื่องเชื่อมอัตโนมัติ จะใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877 เป็นตัวควบคุมการทำงานโดยมีอินพุตเป็น หม้อแปลงกระแส สวิตซ์ รีโมทคอนโทรล และตัวต้านทานปรับค่าได้ ซึ่งอุปกรณ์แต่ละตัวมีหน้าที่ดังนี้คือ หม้อแปลงกระแสนำมาต่อกับตัวต้านทาน เมื่อมีกระแสไหลจะเกิดแรงดันขึ้น นำแรงดันไปเป็นอินพุตให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อให้ไมโครคอนโทรลเลอร์รู้ว่าขณะนี้มีการเชื่อมหรือไม่ สวิตซ์มีทั้งหมดสามตัวด้วยกันคือสวิตซ์ Start Stop และ Set โดย สวิตซ์ Start มีหน้าที่ 2 แบบ คือแบบแรกช่วงที่ทำงานปกติสวิตซ์นี้สั่งไมโครคอนโทรลเลอร์ให้สวิตซ์แม่เหล็กทำงาน แบบสองอยู่ในช่วงการปรับตั้งเวลาสวิตซ์นี้จะทำหน้าที่การเพิ่มเวลาในการปิดเครื่องอัตโนมัติให้มากขึ้น ต่อมาเป็นสวิตซ์ Stop มีหน้าที่คล้ายกับสวิตซ์ Start คือ ถ้าทำงานในช่วงปกติก็เป็นการส่งให้สวิตซ์แม่เหล็กหยุดการทำงานทันที่ถ้าอยู่ระหว่างการปรับตั้งเวลาสวิตซ์นี้มีหน้าที่ในการลดเวลา ตัวต่อมาคือ สวิตซ์ Set มีหน้าที่เข้าเมนูการปรับตั้งเวลาหากต้องการปรับตั้งเวลา ความต้านทานปรับค่าได้เป็นอุปกรณ์ ที่ใช้ควบคุมความเร็วในการเซตเวลาคือถ้าหมุนเพิ่มก็จะทำให้เวลาในการเซตวิ่งเร็วขึ้น ตัวต่อมาคือ รีโมทคอนโทรล มีหน้าที่คล้ายกับสวิตซ์ Start และ Stop แต่จะทำงานเฉพาะในช่วงการทำงานปกติเท่านั่นไม่สามารถปรับเวลาได้ซึ่งทั้งหมดได้แสดงดังแผนภาพดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 การทำงานของระบบควบคุม

3.2 การทำงานของระบบแสดงผลข้อมูลทางไฟฟ้า

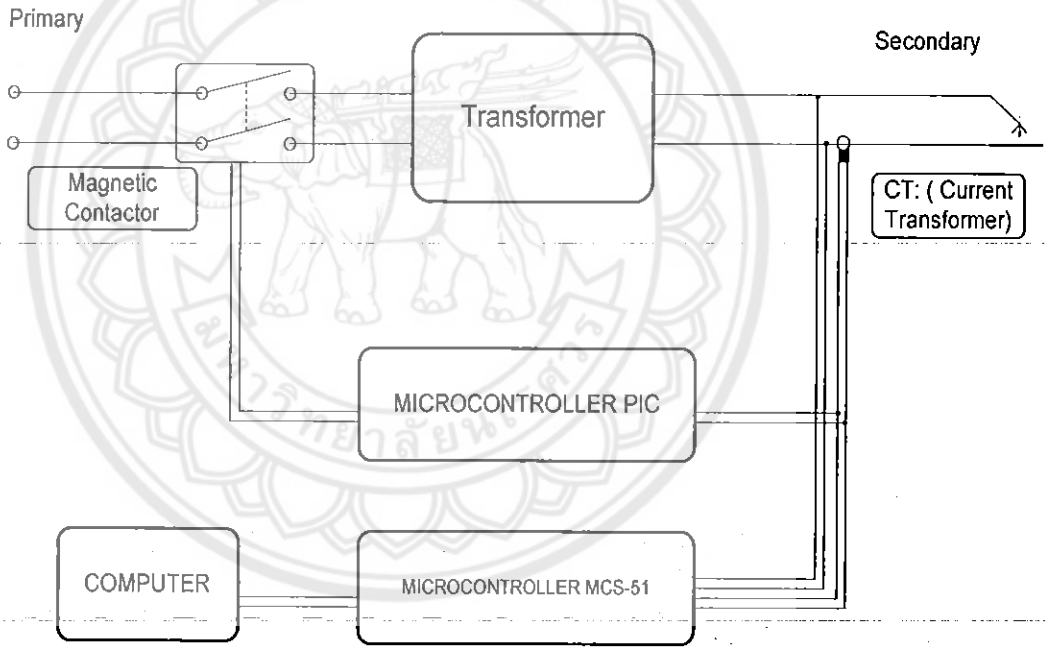
การออกแบบระบบแสดงผลโดยใช้แม็ทแล็ปเป็นโปรแกรมรับค่า โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS เป็นตัวติดต่อกับคอมพิวเตอร์ โดยใช้หม้อแปลงกระแสเป็นตัวลดกระแสไฟฟ้าแล้วนำมาต่อกับตัวต้านทานเพื่อให้กระแสมาอยู่ในรูปแรงดันไฟฟ้า และใช้ตัวต้านทานต่ออนุกรมกับขั้วของหม้อแปลงเพื่อลดแรงดันไฟฟ้าลง และนำแรงดันสองส่วนนี้ต่อเข้ากับวงจรของไมโครคอนโทรลเลอร์ไมโครคอนโทรลเลอร์ก็จะแปลงสัญญาณจากอนาล็อกเป็นสัญญาณดิจิตอลและส่งไปยังคอมพิวเตอร์โดยใช้ RS232 เป็นตัวสื่อสารระหว่างคอมพิวเตอร์กับไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งทั้งหมดได้แสดงดังแผนภาพดังรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 การทำงานของส่วนที่รับข้อมูลและแสดงผล

3.3 การออกแบบการติดตั้งระบบควบคุมการเปิดปิดเครื่องเชื่อมไฟฟ้าและระบบแสดงผลข้อมูลทางไฟฟ้า

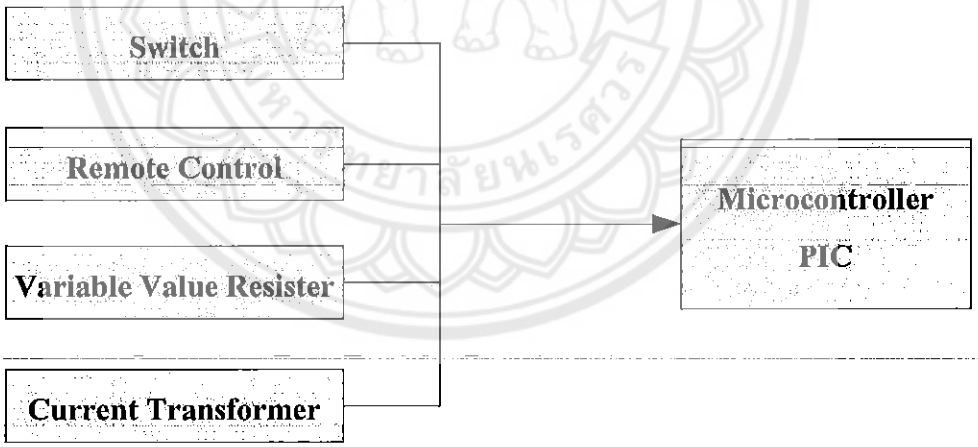
การติดตั้งอุปกรณ์อุปกรณ์ในส่วนควบคุมการเปิดปิดและส่วนแสดงผลกับเครื่องเชื่อมไฟฟ้า โดยนำสายไฟด้านทุติยภูมิของเครื่องเชื่อมมาหนึ่งเส้นมาคล้องผ่านหม้อแปลงกระแส และทำการต่อหม้อแปลงกระแสมาที่อุปกรณ์จากนั้นทำการต่อสายฮาร์ดแวร์ในส่วนควบคุมเข้ากับสวิตซ์แม่เหล็ก เพื่อใช้ควบคุมการเปิดปิดเครื่องเชื่อม และอีกส่วนหนึ่งคือส่วนแสดงผลก็ทำการต่อเช่นเดียวกับส่วนควบคุมโดยเพิ่มการต่อแรงดันด้านทุติภูมิเข้าไปด้วยแต่ทางด้านเอาต์พุตต่อกับคอมพิวเตอร์โดยใช้ RS232 เป็นสายในการเชื่อมต่อ ซึ่งทั้งหมดได้แสดงดังแผนภาพง่ายๆดังรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.3 การออกแบบการติดตั้งระบบควบคุมและการรับข้อมูลเพื่อแสดงผล

3.4 การออกแบบระบบทางด้านอินพุต ของระบบควบคุม

การออกแบบระบบเปิดปิดเครื่องเชื่อมไฟฟ้าทางด้านอินพุตซึ่งจะมีอินพุตอยู่ 4 ส่วนด้วยกัน ตัวแรกคือ สวิตซ์ซึ่งมีทั้งหมดสามตัวด้วยกันคือสวิตซ์ Start Stop และ Set โดย สวิตซ์ Start มีหน้าที่อยู่ 2 หน้าที่คือถ้าช่วงที่ทำงานปกติสวิตซ์ตัวนี้มีหน้าที่สั่งให้ไมโครคอนโทรลเลอร์สั่งให้สวิตซ์แม่เหล็กทำงาน แต่ถ้าอยู่ในช่วงการปรับตั้งเวลาหน้าที่ก็ คือเป็นการเพิ่มเวลาในการปิดเครื่องอัตโนมัติให้มากขึ้น ต่อมาเป็นสวิตซ์ Stop มีหน้าที่คล้ายกับสวิตซ์ Start คือ ถ้าทำงานในช่วงปกติก็เป็นการสั่งให้สวิตซ์แม่เหล็กหยุดการทำงานทันทีถ้าอยู่ระหว่างการปรับตั้งเวลาสวิตซ์นี้มีหน้าที่ในการลดเวลา ตัวต่อมาคือ สวิตซ์ Set มีหน้าที่เข้าเมนูการปรับตั้งเวลาหากต้องการปรับตั้งเวลา ต่อมาคือ รีโมทคอนโทรล มีหน้าที่คล้ายกับสวิตซ์ Start และ Stop แต่จะทำงานเฉพาะในช่วงการทำงานปกติเท่านั่นไม่สามารถปรับเวลาได้ Variable Value Resister เป็นความต้านทานปรับค่าได้ซึ่งเป็นอุปกรณ์ ที่ใช้ควบคุมความเร็วในการเซตเวลาคือถ้าหมุนเพิ่มก็จะทำให้เวลาในการเซตวิ่งเร็วขึ้นแต่ถ้าหมุนลดลงก็เป็นการลดความเร็วของการเซตก็จะลดลง ตัวสุดท้ายคือ หม้อแปลงกระแสนำมาต่อกับตัวต้านทานเมื่อมีกระแสไหลก็จะเกิดแรงดันขึ้น ก็นำแรงดันนี้ต่อเป็นอินพุตให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อให้ไมโครคอนโทรลเลอร์รู้ว่าขณะนี้มีการเชื่อมแล้วหรือไม่ ซึ่งทั้งหมดได้แสดงดังรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.4 การออกแบบระบบอินพุตของระบบควบคุม

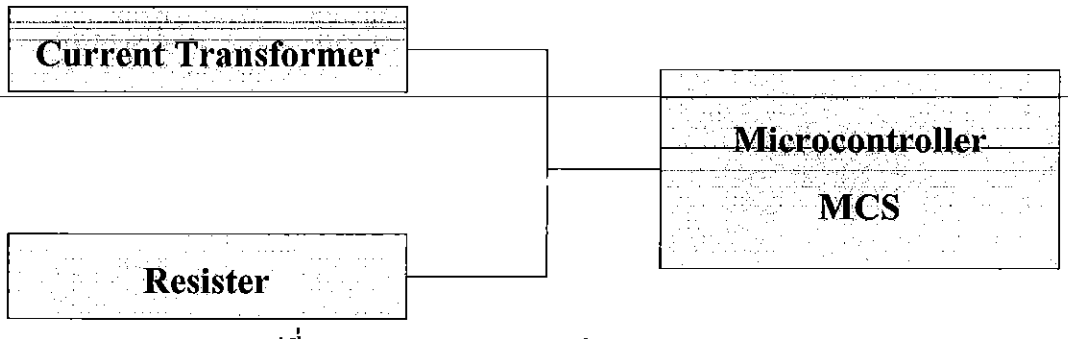
3.5 การออกแบบระบบทางด้านเอาต์พุตของระบบควบคุม

การออกแบบระบบทางด้านเอาต์พุตของระบบควบคุมประกอบด้วย 2 ส่วนคือในส่วนของสวิตซ์แม่เหล็กและในส่วนของตัวเลขแสดงผลทั้งสองส่วนนี้จะทำงานสอดคล้องกันคือเมื่อไมโครคอนโทรลเลอร์สั่งให้สวิตซ์แม่เหล็กทำงานหรือว่าเปิดตู้เชื่อมหากไม่มีอินพุตในส่วนของหม้อแปลงกระแสเข้ามาไมโครคอนโทรลเลอร์ก็จะนับเวลาถอยหลังครั้งละหนึ่งโดยมีการแสดงผลเป็นตัวเลขถ้าไม่มีการเชื่อมจนเวลาเท่ากับศูนย์ไมโครคอนโทรลเลอร์ก็จะสั่งให้ปิดตู้เชื่อมทันที ซึ่งทั้งหมดได้แสดงดังแผนภาพที่ 3.5

รูปที่ 3.5 การออกแบบระบบเอาต์พุตของระบบควบคุม

3.6 การออกแบบระบบทางด้านอินพุตของ ระบบแสดงผล

การออกแบบโดยใช้หม้อแปลงกระแสเป็นตัวลดกระแสไฟฟ้าแล้วนำมาต่อกับตัวต้านทานเพื่อแปลงกระแสให้มาอยู่ในรูปแรงดันไฟฟ้า และอีกส่วนก็ใช้ตัวต้านทานต่ออนุกรมกับขั้วของหม้อแปลงเพื่อลดแรงดันไฟฟ้าลง และนำแรงดันสองส่วนนี้ต่อเข้ากับวงจรของไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยที่ฮาร์ดแวร์ของไมโครคอนโทรลเลอร์ได้มี IC PCF8591 เป็นตัวแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นสัญญาณดิจิตอลและไมโครคอนโทรเลอร์ก็ทำการส่งค่าดิจิตอลนี้ไปยังคอมพิวเตอร์ต่อไปซึ่งทั้งหมดได้แสดงดังรูปที่ 3.6



รูปที่ 3.6 การออกแบบระบบอินพุตของระบบแสดงผล

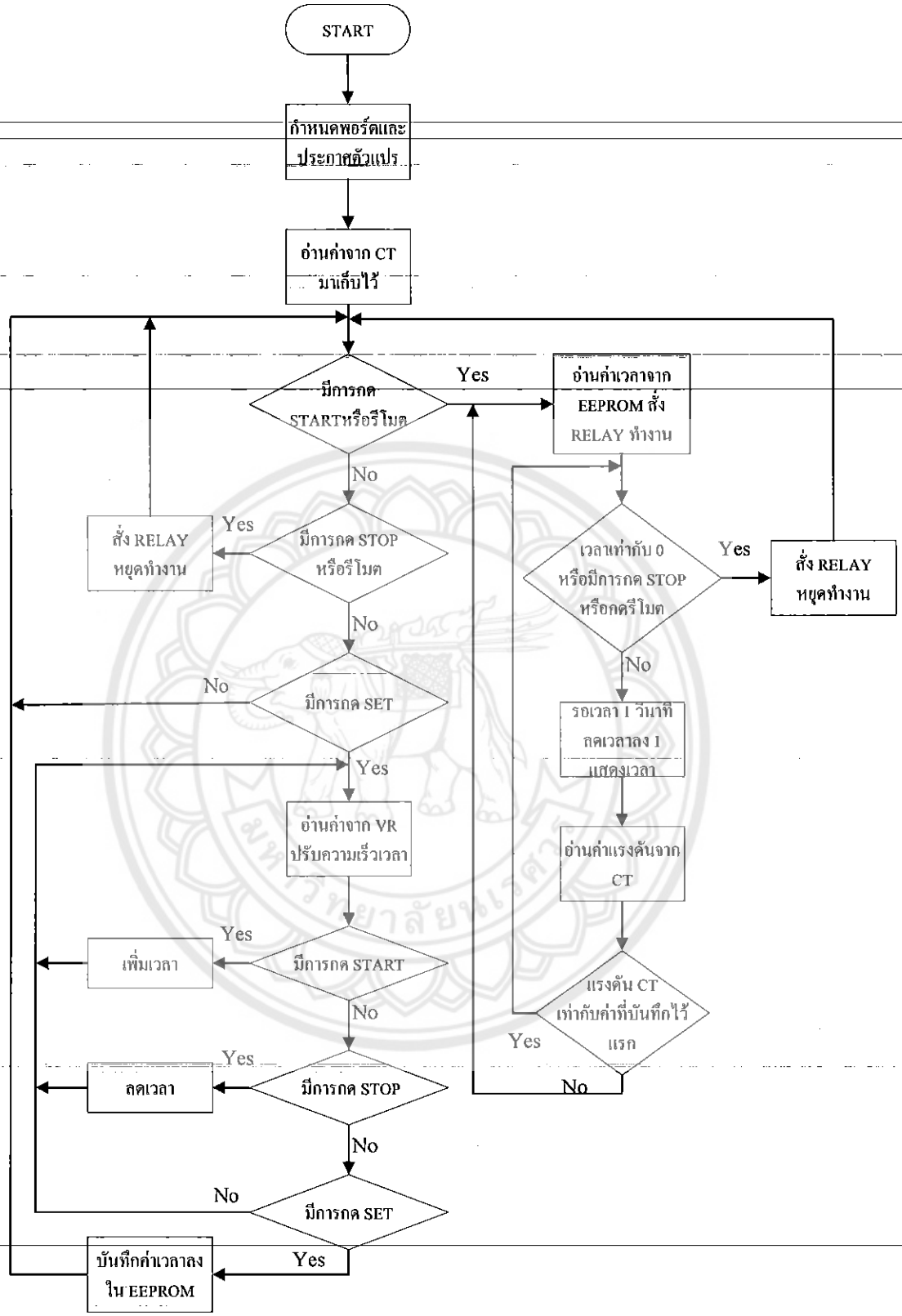
3.7 การออกแบบระบบทางด้านเอาต์พุตของระบบแสดงผล

การออกแบบระบบทางด้านเอาต์พุตของระบบแสดงผลเป็นการส่งค่าที่ได้จากการแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นสัญญาณดิจิตอลในส่วนของอินพุตในส่วนของการแสดงผลไปแล้ว ไมโครคอนโทรลเลอร์ก็ทำการส่งข้อมูลที่ได้มาผ่านทาง RS232 โดยส่งข้อมูลแบบอนุกรมซึ่งจะส่งข้อมูลกระแสและแรงดันสลับกันไปและในส่วนของคอมพิวเตอร์ก็ได้ใช้โปรแกรม MATLAB เป็นตัวเก็บข้อมูลไว้จนกว่าจะเก็บครบจำนวนที่เราได้ตั้งไว้ก็จะหยุดรับแล้วนำค่าที่ได้เก็บมานั่นมาแปลงเป็นค่ากระแสและแรงดันค่าที่แท้จริงจากอินพุตที่ไม่ได้แปลงหรือว่าแรงและกระแสที่แท้จริง และทำการแสดงผลในรูปของกราฟกระแสและแรงดันเทียบกับเวลาโดยการออกแบบนี้ได้แสดงดังรูปที่ 3.7

รูปที่ 3.7 การออกแบบระบบเอาต์พุตของระบบแสดงผล

3.8 การออกแบบโปรแกรมควบคุมเครื่องเชื่อมไฟฟ้าด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์

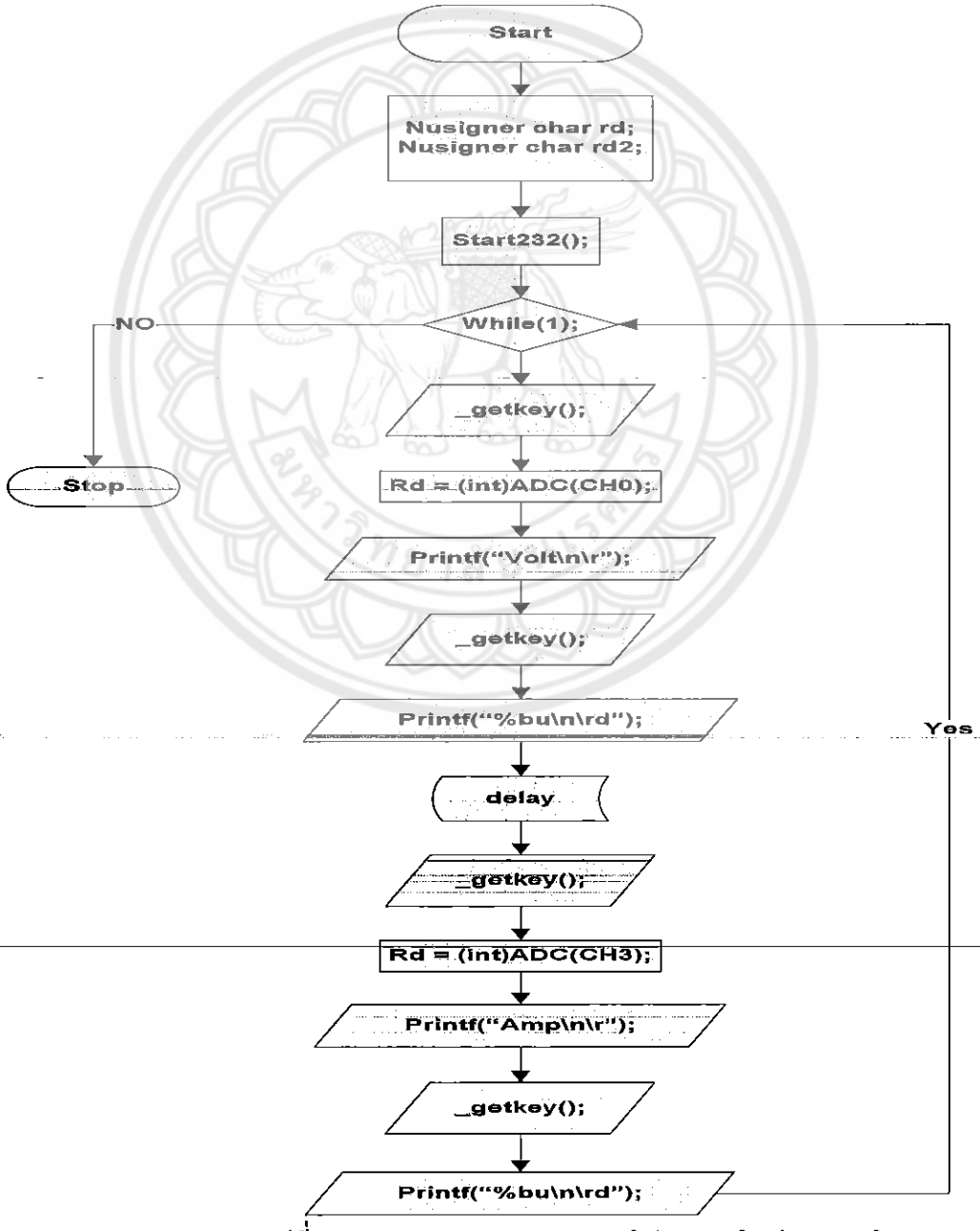
การออกแบบโปรแกรมควบคุมการทำงานเครื่องเชื่อมไฟฟ้า เริ่มต้นโดยการกำหนดพอร์ตและประกาศตัวแปรที่ใช้ในโครงงานนี้ เมื่อทำการกำหนดพอร์ตได้แล้วอ่านค่าจากหม้อแปลงกระแสมาเก็บไว้เพื่อจะได้รู้ว่าไม่มีการเชื่อม แต่ถ้ามีการเชื่อมค่าจะเปลี่ยนไปจากค่าที่เก็บไว้ครั้งแรก รอสัญญาณจากสวิตซ์ START หรือรีโมท ถ้ามีการกดก็จะอ่านค่าจาก EEPROM สั่งให้ Relay ทำงาน จากนั้นถ้าเวลาเท่ากับศูนย์ มีการกด STOP หรือมีการกดรีโมท Relay หยุดทำงาน กลับไปที่ก่อนกด START ถ้าไม่มีการกด เวลาจะลดลงทีละหนึ่งและรอสัญญาณจากหม้อแปลงกระแสถ้ามีการเชื่อมก็จะเริ่มนับเวลาใหม่ ในการกด SET เป็นการตั้งเวลาในการปิดเครื่องรอรับจาก VR เพื่อปรับความเร็วในการแสดงเวลา ถ้ากด START จะเป็นการเพิ่มเวลาและถ้ากด STOP จะเป็นการลดเวลาแล้วกด SET อีกครั้งเพื่อจะได้ทำการบันทึกค่าเวลาลง EEPROM และแสดงไว้ในรูปที่ 3.5 เป็นการแสดงแผนผังการควบคุมระบบเครื่องเชื่อมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์



รูปที่ 3.8 แผนผังการควบคุมระบบเครื่องเชื่อมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์

3.9 การออกแบบโปรแกรมการรับค่าด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์

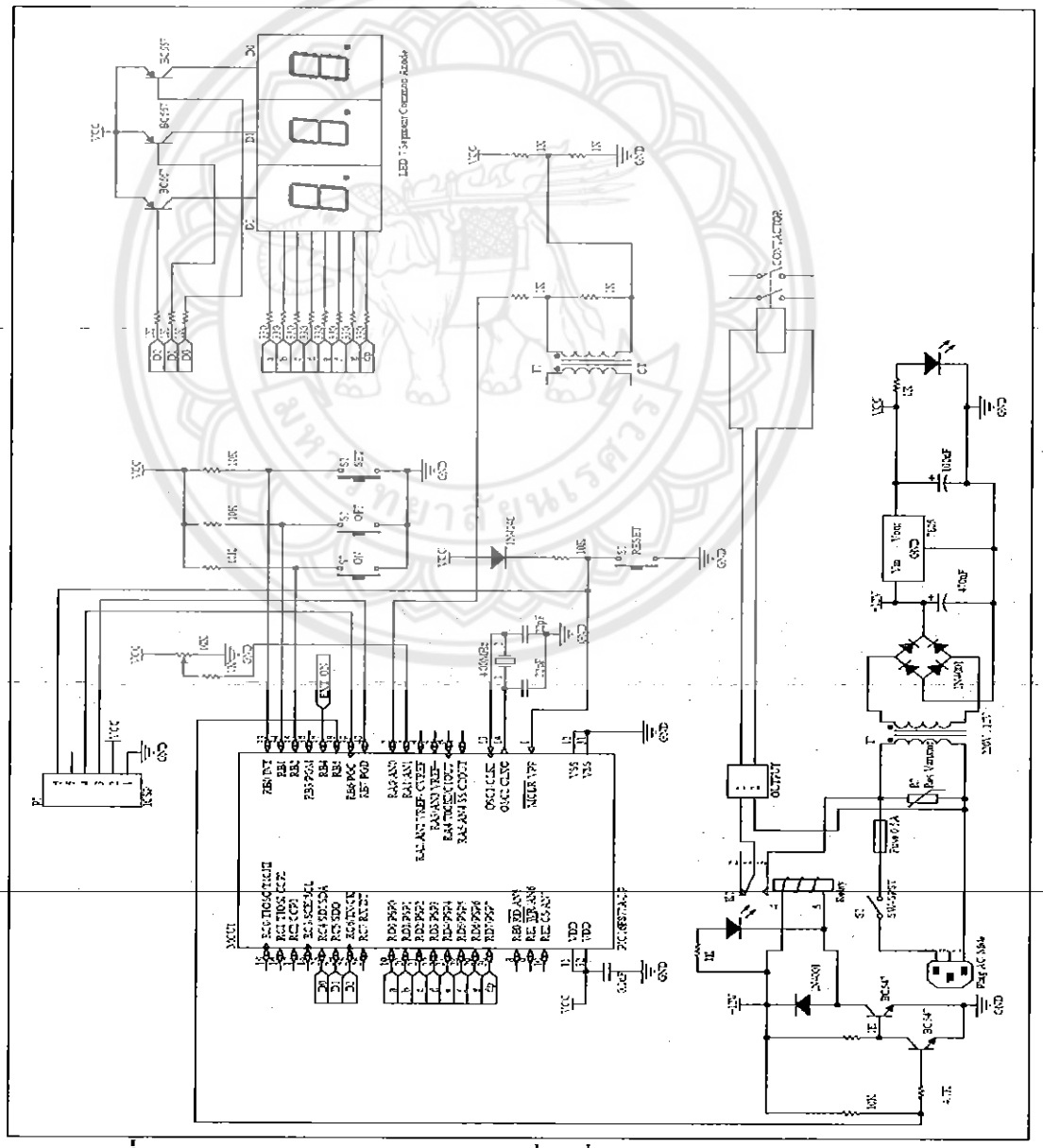
ส่วนของคอนโทรลเลอร์จะทำงาน โดยจะนำข้อมูลที่ได้รับและส่งข้อมูลไปยัง คอมพิวเตอร์ผ่านพอร์ตอนุกรม จากนั้นส่วนของซอฟแวร์ในการรับข้อมูลคือโปรแกรม MATLAB โดยต้องทำการเขียนให้โปรแกรมให้คอนโทรลเลอร์เพื่อให้ทำงานในลักษณะที่ต้องการได้โดยใช้ภาษา C ในการเขียน เริ่มจากการประกาศตัวแปรต่างๆที่ใช้ในส่วนแสดงผล และทำการวนลูปรับค่าและส่งค่าโดยมีคำสั่ง "_getkey();" เพื่อรอให้คอมพิวเตอร์เรียกค่าไป ในการส่งค่าไปแต่ละครั้งจะมีการส่ง "Volt"และ"Amp" ไปก่อนเพื่อให้ MATLAB รู้ว่าค่าที่รับมาเป็นค่ากระแสหรือว่าแรงดันโดยมีแผนภาพแสดงการทำงานของโปรแกรมในส่วนคอนโทรลเลอร์ดังรูปที่ 3.9



รูปที่ 3.9 แผนภาพการทำงานของโปรแกรมในส่วนคอนโทรลเลอร์

3.10 การออกแบบวงจรควบคุมเครื่องเชื่อมไฟฟ้าด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์

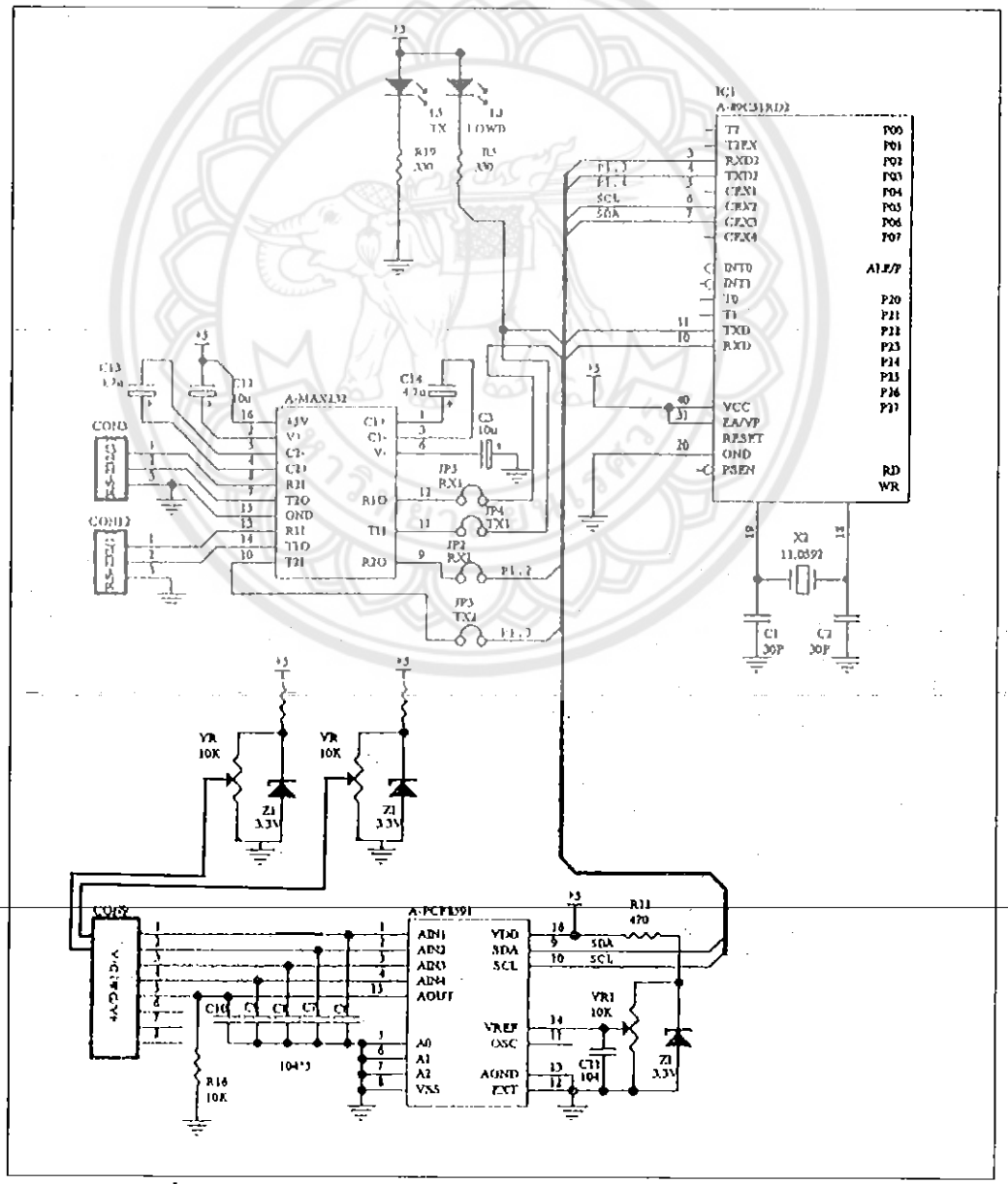
ในระบบควบคุมได้ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877 ที่ใช้ควบคุมการทำงานซึ่ง PIC16F877 ต้องใช้ไปเลี้ยง 5 V จึงได้ออกแบบวงจรบริดจ์และใช้ IC 7805 ลดแรงดันเป็น 5 V และใช้ขา RA0/AN0 เป็นอินพุตรับค่าแรงดันจากหม้อแปลงกระแสและใช้ขา RB5 สั่งการทำงานของรีเลย์และใช้รีเลย์ควบคุมสวิตซ์แม่เหล็กอีกที และในการตั้งเวลาได้ใช้ปุ่มกดโดยต่อเข้ากับขา RB0 RB1และRB2 เป็นปุ่ม Set Off และ On ตามลำดับและใช้ขา PA0 อ่านค่าจากความต้านทานปรับค่าได้เพื่อปรับความเร็วในการตั้งเวลา โดยมีตัวเลขเจ็ดส่วนเป็นตัวแสดงเวลาซึ่งสามารถแสดงได้สูงสุดถึง 999 ซึ่งวงจรทั้งหมดได้แสดงดังรูปที่ 3.10 เป็นการแสดงรูปวงจรควบคุมการทำงานของเครื่องเชื่อมไฟฟ้าโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877



รูปที่ 3.10 วงจรควบคุมการทำงานของเครื่องเชื่อมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์

3.11 การออกแบบวงจรการรับค่าด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS

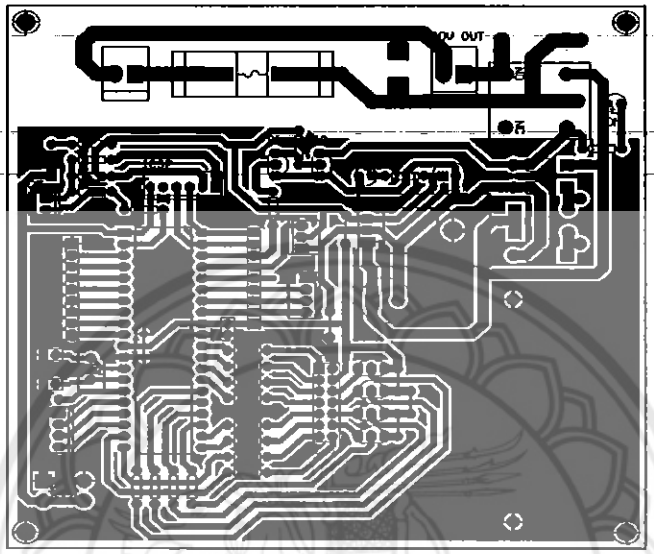
ส่วนคอนโทรลเลอร์ของระบบรับค่าไฟฟ้ากระแสสลับโดยในที่นี้ใช้ P89C51RD2 เป็นตัวคอนโทรลเลอร์ที่ใช้ในการควบคุมการทำงานของระบบรับค่าไฟฟ้ากระแสสลับ ซึ่งจะทำการต่อกับสัญญาณเอาต์พุตของวงจรวัดพลังงานผ่าน A/D ของ PCF85971 แต่ IC ไม่สามารถรับค่าไปกระแสสลับได้จึงใช้ซีเนอร์ไดโอด 3.3V ยกแรงดันขึ้นไปโดยมีความต้านทานปรับค่าเป็นตัวลดแรงดันลงเหลือ 2.5V ซึ่งเป็นตัวรับค่าแล้วแปลงเป็นค่าดิจิตอลส่งไปยังพอร์ท SCL และ SDA ของ P89C51RD2 เพื่อนำค่าที่ได้ส่งต่อไปยังคอมพิวเตอร์โดยจะทำการส่งข้อมูลผ่านทางขา Tx และ Rx เข้า MAX 232 และจะส่งข้อมูลออกไปทางพอร์ตอนุกรมโดยใช้ RS-232(2) ซึ่งวงจรทั้งหมดได้แสดงดังรูปที่ 3.11



รูปที่ 3.11 แสดงวงจรส่วนแสดงผลด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS

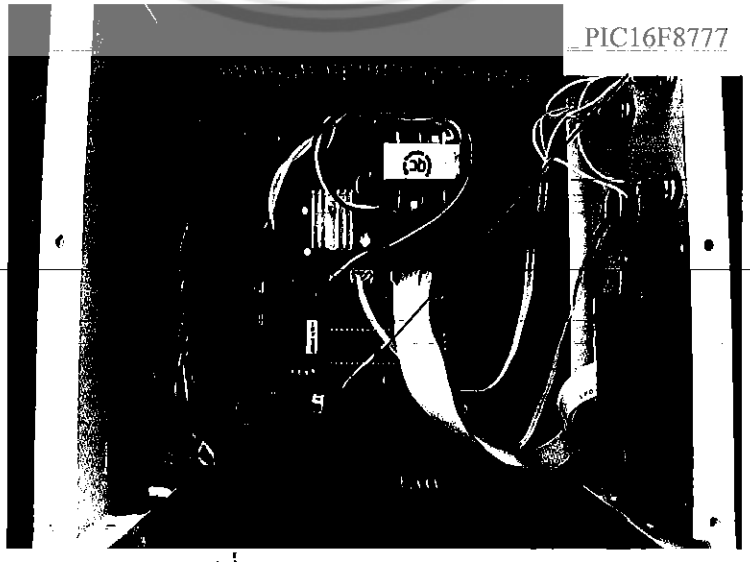
3.12 การออกแบบอุปกรณ์ส่วนควบคุมเครื่องเชื่อมไฟฟ้า

เมื่อได้ทำการออกแบบวงจรควบคุมเรียบร้อยแล้วก็ทำการสร้างเส้นวงจร โดยใช้โปรแกรม Protel99se โดยการใส่อุปกรณ์ให้ครบ และ ทำการเชื่อมสายตามที่ได้ออกแบบมา ก็จะได้เส้นวงจร ดังรูปที่ 3.12



รูปที่ 3.12 เส้นวงจรของส่วนควบคุม

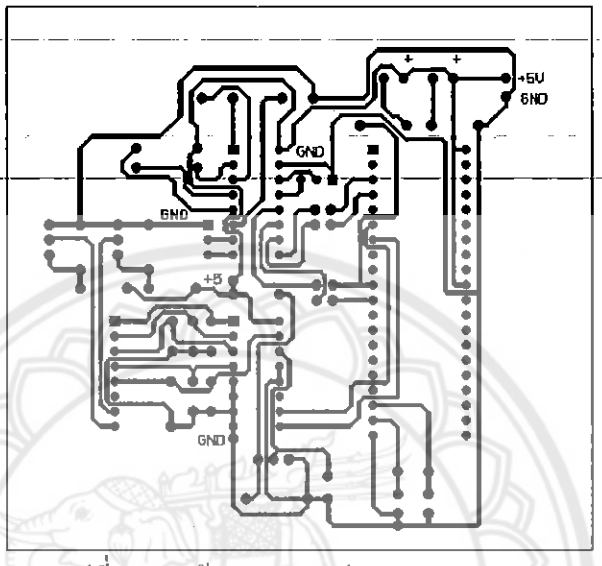
นำเส้นวงจรที่ได้มาพิมพ์ใส่แผ่นใสแล้วนำแผ่นใส่มารีดใส่ในแผ่นทองแดงที่ต้องการกัดลายวงจรโดยใช้เตารีดความร้อนสูงแล้วรอให้แผ่นทองแดงเย็นลงนำแผ่นใสออกหมึกพิมพ์แผ่นใสก็จะไปติดแผ่นทองแดง ต่อไปนำแผ่นทองแดงที่ได้ไปแช่ในกรดกัด จนได้เส้นวงจรที่สมบูรณ์ตามต้นแบบแล้วก็นำอุปกรณ์ต่างๆ มาเชื่อมต่อจนครบก็จะได้แผงวงจรส่วนควบคุมดังรูปที่ 3.13



รูปที่ 3.13 แผงวงจรส่วนควบคุม

3.13 การออกแบบอุปกรณ์ส่วนรับค่า

เมื่อได้ทำการออกแบบวงจรรับค่าเรียบร้อยแล้วก็ทำการสร้างเส้นวงจร โดยใช้โปรแกรม Protel99se โดยการใส่อุปกรณ์ให้ครบและทำการเชื่อมสายตามที่ได้ออกแบบมาก็จะได้เส้นวงจร ดังรูปที่ 3.14



รูปที่ 3.14 เส้นวงจรของส่วนแสดงผล

นำเส้นวงจรที่ได้มาพิมพ์ใส่แผ่นใสแล้วนำแผ่นใส่มารีดทับใส่ในแผ่นทองแดงที่ต้องการกัดลายวงจรโดยใช้เตารีดความร้อนสูงแล้วรอให้แผ่นทองแดงเย็นลงนำแผ่นใสออกหมึกพิมพ์แผ่นใสก็จะไปติดแผ่นทองแดง ต่อไปนำแผ่นทองแดงที่ได้ไปแช่ในกรดกัด จนได้เส้นวงจรที่สมบูรณ์ตามต้นแบบแล้วก็นำอุปกรณ์ต่างๆมาเชื่อมต่อจนครบก็จะได้แผงวงจรแสดงผลดังรูปที่ 3.15

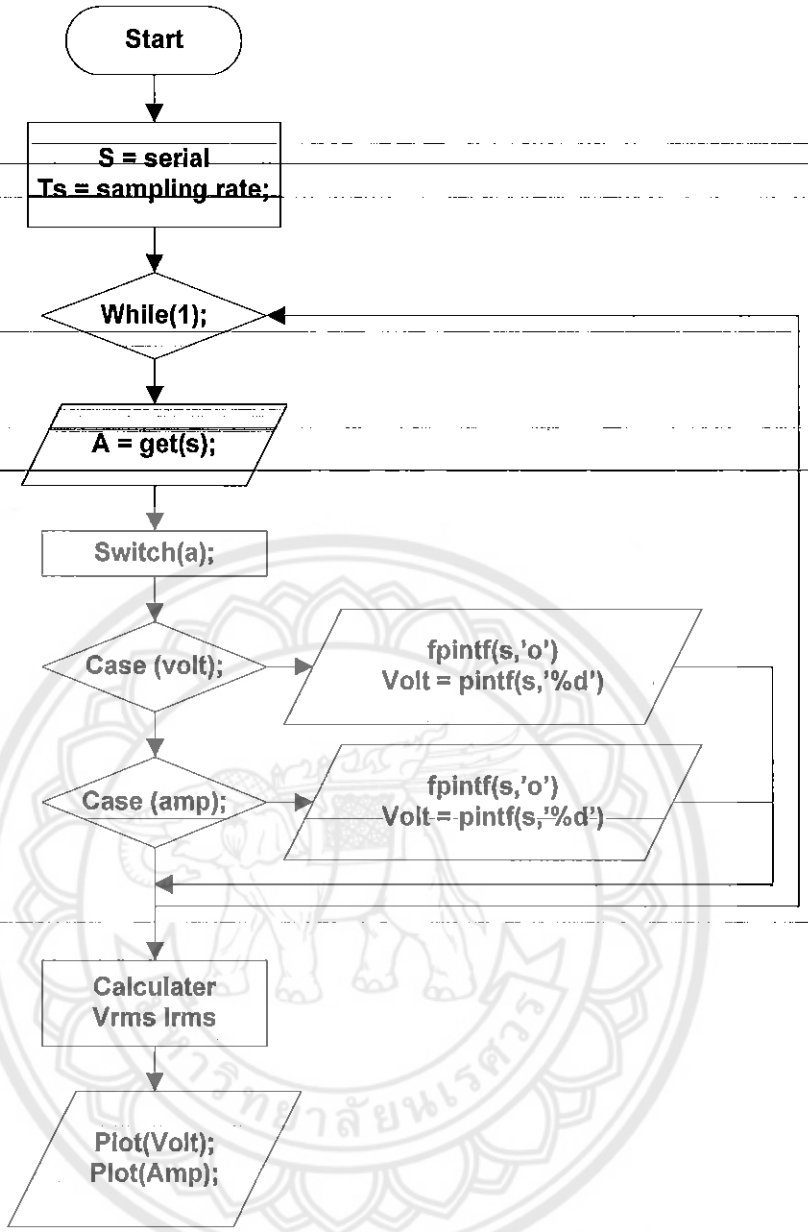
รูปที่ 3.15 แผงวงจรส่วนแสดงผล

3.14 การออกแบบโปรแกรมแสดงผลด้วยโปรแกรม MATLAB

ส่วนวงจร ซึ่งจะรับค่าพลังงานไฟฟ้ากระแสสลับเป็นข้อมูลแบบอนาล็อก และส่วนของคอนโทรลเลอร์ซึ่งจะรับข้อมูลอนาล็อกจากวงจรวัดพลังงานเพื่อแปลงเป็นข้อมูลแบบดิจิตอลและส่งข้อมูลไปยังคอมพิวเตอร์ผ่านพอร์ตอนุกรม

ระบบรับค่านี้มีเอาต์พุตอยู่ 2 ส่วน คือ ส่วนแรกเอาต์พุตที่แสดงค่าของความต่างศักย์ที่ได้รับโดยตรงจากการลดความต่างศักย์กระแสไฟฟ้ากระแสสลับ และส่วนของกระแสที่ทำการต่อกับหม้อแปลงกระแสเพื่อแปลงเป็นเป็นแรงดันโดยจะนำเอาต์พุตทั้งสองนี้ส่งไปยังส่วนที่สอง ซึ่งส่วนที่สองคือส่วนของคอนโทรลเลอร์ซึ่งจะรับเอาต์พุตจากวงจรวัดพลังงานเข้ามาทาง A/D ซึ่งแปลงข้อมูลจากอนาล็อกเป็นข้อมูลดิจิตอล แล้วส่งข้อมูลทั้งสองเข้าไปให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ทางพอร์ต SCL และ SDA ตามลำดับ ซึ่งไมโครคอนโทรลเลอร์จะประมวลผลส่งข้อมูลไปยัง RS232 ทางพอร์ต Rx และ Tx เพื่อส่งข้อมูลที่ได้ไปยังคอมพิวเตอร์ผ่านพอร์ตอนุกรมต่อไป

โดยคอมพิวเตอร์ได้เขียนโปรแกรม MATLAB เป็นตัวเรียกข้อมูลจากไมโครคอนโทรลเลอร์โดยเริ่มจากการตั้งบอดเรตเท่ากับ 38400 และทำการวนลูปรับค่ากระแสและแรงดันเมื่อได้ค่ามาก็ทำการเก็บค่าไว้ในตัวแปร "Volt" และ "Amp" เมื่อเก็บค่าตามจำนวนที่ได้กำหนดแล้วโปรแกรมก็จะหยุดรับค่าและทำการคำนวณเป็นค่าที่แท้จริงแล้วทำการแสดงเป็นกราฟกระแสและแรงดันที่ขวกับเวลาโดยมีแผนภาพดังรูปที่ 3.16



รูปที่ 3.16 แผนภาพการทำงานของโปรแกรมในส่วนคอนโทรลเลอร์ MCS

บทที่ 4

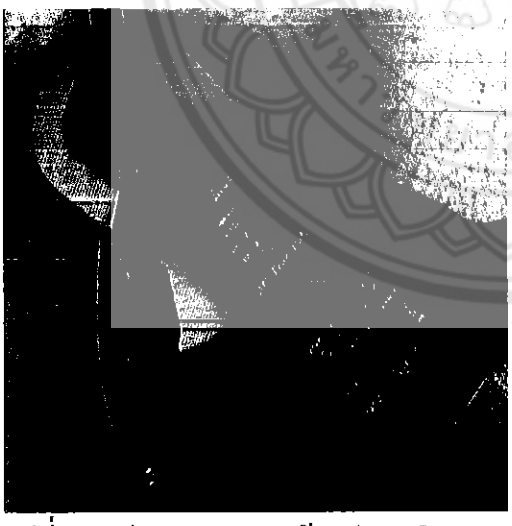
ผลทดลองและการวิเคราะห์

ในบทนี้ได้กล่าวถึงวิธีการวัดค่ากระแสไฟฟ้า แรงดันไฟฟ้าเพาเวอร์แฟคเตอร์พารามิเตอร์ต่างๆทางด้านปฐมภูมิและด้านทุติยภูมิ เพื่อเก็บค่าแล้วแสดงผลออกมาในรูปกราฟซึ่งสะดวกในการคำนวณผลการประหยัดพลังงานไฟฟ้าว่า หลังจากต่อระบบควบคุมเครื่องเชื่อมไฟฟ้าแบบอัตโนมัติสามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าโดยคิดออกมาในรูปแบบค่าไฟฟ้าต่อหน่วย นอกจากนี้ยังอธิบายการติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆในระบบควบคุมเครื่องเชื่อมไฟฟ้าแบบอัตโนมัติ

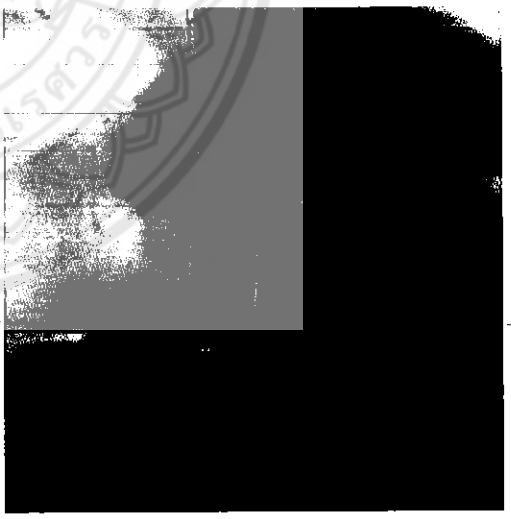
4.1 ทำการศึกษาวิธีการวัดเครื่องเชื่อม

4.1.1 ทำการวัดค่าด้านปฐมภูมิ

การวัดกระแสจะใช้แคลมมิเตอร์เป็นตัววัดกระแส วิธีการวัดนำแคลมมิเตอร์ไปคร่อมสายใดสายหนึ่งที่ด้านปฐมภูมิโดยจะวัดค่าขณะที่เครื่องเชื่อมไม่มีการทำงาน ตอนที่มีการเริ่มเชื่อมเพื่อดูว่าไฟกระชากเท่าไร และวัดค่าขณะที่มีการเชื่อมติดต่อไปเวลานานๆ ในการวัดครั้งนี้เพื่อเก็บข้อมูลดูค่าที่สูงสุดของการวัดและนำค่าที่ได้ไปคำนวณเลือกซื้ออุปกรณ์ขนาดเท่าไรต่อไปดังรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 วิธีการวัดกระแสด้านปฐมภูมิ



รูปที่ 4.2 วิธีการวัดแรงดันด้านปฐมภูมิ

การวัดแรงดันใช้มัลติมิเตอร์เป็นตัววัดแรงดัน วิธีการวัดนำมัลติมิเตอร์ไปวัดที่สายไฟประธานที่ด้านปฐมภูมิโดยจะวัดค่าขณะที่เครื่องเชื่อมไม่มีการทำงาน ตอนที่มีการเริ่มเชื่อมเพื่อดูว่าไฟกระชากเท่าไร และวัดค่าขณะที่มีการเชื่อมติดต่อไปเวลานานๆในการวัดครั้งนี้เพื่อเก็บข้อมูลดูค่าที่สูงสุดของการวัดและนำค่าที่ได้ไปคำนวณเลือกซื้ออุปกรณ์ขนาดเท่าไรต่อไป ดังรูปที่ 4.2

ผลทดสอบค่ากระแสและแรงดันที่ได้ในตาราง 4.1 ที่ได้ จะเห็นว่าค่ากระแสที่วัดได้มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลาในแต่ละครั้งของการเชื่อม แต่ค่าแรงดันจะมีค่าคงที่คือ 230 V และเมื่อวัดค่ากระแสและแรงดันได้แล้ว จะนำค่ากระแสสูงสุดไปพิจารณาในการเลือกสวิตซ์แม่เหล็กมาใช้งาน วิธีการเลือกซื้อควรเลือกความทนต่อกระแสให้มากกว่าค่าที่วัดได้ ในโครงงานนี้วัดค่ากระแสสูงสุดได้ 40 A ได้เลือกสวิตซ์แม่เหล็ก มีความทนต่อกระแส 50 A มาใช้งาน

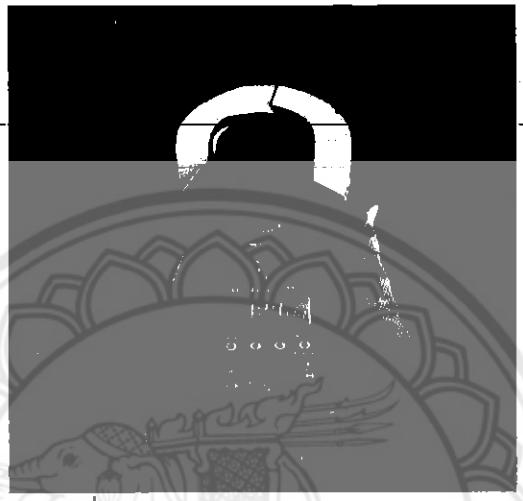
การทดสอบค่ากระแสและแรงดันด้านปฐมภูมิ

ตารางที่ 4.1 ค่ากระแสและแรงดัน

จำนวนครั้ง	กระแส (A)		แรงดัน (V)	
	ไม่มีโหลด	มีโหลด	ไม่มีโหลด	มีโหลด
1	7.6	38.5	230	230
2	7.6	38.6	230	230
3	7.6	38.5	230	230
4	7.6	38.5	230	230
5	7.5	38.5	230	230
6	7.6	38.7	230	230
7	7.6	39.2	230	230
8	7.6	39.1	230	230
9	7.6	39.5	230	230
10	7.7	40.0	230	230
11	7.6	39.3	230	230
12	7.6	38.8	230	230
13	7.6	38.6	230	230
14	7.5	38.6	230	230
15	7.6	38.5	230	230
Max	7.7	40.0	230	230
Min	7.5	38.4	230	230
Average	7.59	38.8	230	230

4.1.2 ทำการวัดค่าด้านทุติยภูมิ

การวัดกระแสจะใช้แคลมมิเตอร์เป็นตัววัดกระแส วิธีการวัดนำตัวแคลมมิเตอร์ไปคร่อมสายใดสายหนึ่งที่ด้านทุติยภูมิ โดยจะวัดค่าขณะที่เครื่องเชื่อมมีการทำงาน ตอนที่มีการเริ่มเชื่อมเพื่อดูว่าไฟกระชากเท่าไร และวัดค่าขณะที่มีการเชื่อมติดต่อไปเวลานานๆ ในการวัดครั้งนี้เพื่อเก็บข้อมูล ดูค่าที่สูงสุดของการวัดและนำค่าที่ได้ไปเป็นตัวบอกว่าจะเลือกซื้ออุปกรณ์ขนาดเท่าไรต่อไป ดังรูปที่ 4.3



รูปที่ 4.3 วิธีการวัดกระแสด้านทุติยภูมิ

การวัดแรงดันจะใช้มัลติมิเตอร์เป็นตัววัดแรงดัน วิธีการวัดนำมัลติมิเตอร์ไปวัดที่ขั้วบวกและขั้วลบที่ด้านทุติยภูมิของเครื่องเชื่อมไฟฟ้า โดยจะวัดค่าขณะที่เครื่องเชื่อมไฟฟ้ามีการทำงาน ตอนที่มีการเริ่มเชื่อมเพื่อดูว่าไฟกระชากเท่าไร และวัดค่าขณะที่มีการเชื่อมติดต่อไปเวลานานๆ ในการวัดครั้งนี้เพื่อเก็บข้อมูล ดูค่าที่สูงสุดของการวัดและนำค่าที่ได้ไปเป็นตัวบอกว่าจะเลือกซื้ออุปกรณ์ขนาดเท่าไรต่อไปดังรูปที่ 4.4

รูปที่ 4.4 วิธีการวัดแรงดันด้านทุติยภูมิ

ผลการทดสอบที่ได้ในตาราง 4.2 ที่ได้ จะเห็นว่าค่ากระแสตอนไม่มีการเชื่อมคือ 0 Aและตอนที่มีการเชื่อมค่ากระแสมีการเปลี่ยนแปลง จะนำค่ากระแสสูงสุดไปพิจารณาในการเลือก Current Transformer แต่ค่าแรงดันตอนไม่มีการเชื่อมจะมีค่าคงที่คือ 77.6 วิธีการเลือกซื้อควรเลือกความทนต่อกระแสให้มากกว่าค่าที่วัดได้ ในโครงงานนี้วัดกระแส 100 A ได้เลือก Current Transformer ที่มีความทนกระแสขนาด 300 A

การทดสอบค่ากระแสและแรงดันด้านทุติยภูมิ

ตารางที่ 4.2 ค่ากระแสและแรงดัน

จำนวนครั้ง	กระแส (A)		แรงดัน (V)	
	ไม่มีโหลด	มีโหลด	ไม่มีโหลด	มีโหลด
1	0	94.00	77.6	5.07
2	0	80.40	77.6	3.90
3	0	70.00	77.6	5.59
4	0	71.90	77.6	3.17
5	0	89.70	77.6	4.70
6	0	87.40	77.6	4.50
7	0	83.00	77.6	4.13
8	0	90.10	77.6	4.81
9	0	98.90	77.6	5.50
10	0	75.80	77.6	3.50
11	0	95.60	77.6	5.21
12	0	72.40	77.6	3.21
13	0	88.70	77.6	4.68
14	0	90.40	77.6	4.76
15	0	88.90	77.6	4.64
Max	0	100.00	77.6	5.59
Min	0	70.00	77.6	3.00
Average	0	85.49	77.6	4.34

4.1.3 การวัดค่าจาก PT (Potential Transformer)

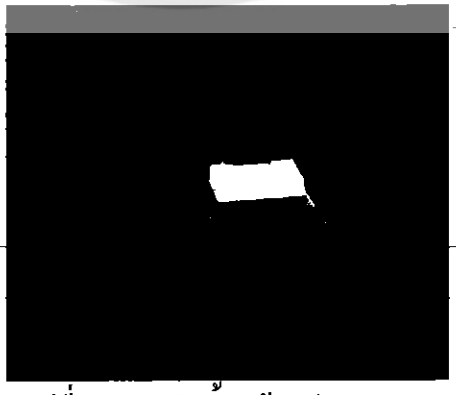
การวัดจะใช้มัลติมิเตอร์เป็นตัววัดโดยนำสายตัวมัลติมิเตอร์ทั้งสองเส้นไปวัดหม้อแปลงกระแส โดยจะวัดค่าขณะที่เครื่องเชื่อมมีการทำงาน ตอนที่มีการเริ่มเชื่อมเพื่อดูว่าไฟกระชากเท่าไร และวัดค่าขณะที่มีการเชื่อมติดต่อไปเวลานานๆ ในการวัดครั้งนี้เพื่อเก็บข้อมูล ดูค่าที่สูงสุดของการวัดและนำค่าที่ได้ไปเป็นอินพุตของไมโครคอนโทรลเลอร์ดังรูปที่ 4.5

รูปที่ 4.5 วิธีการวัดค่า Potential Transformer

4.2 วิธีการติดตั้งฮาร์ดแวร์ระบบควบคุม

4.2.1 การติดตั้งหม้อแปลงกระแส (Current Transformer)

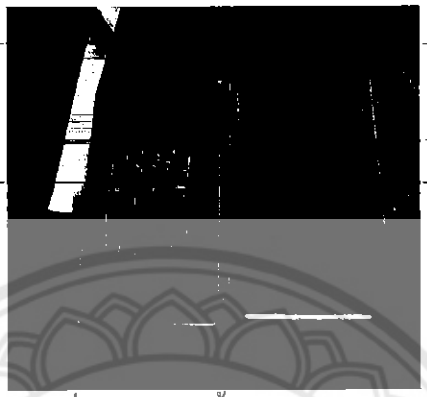
ในการติดตั้งหม้อแปลงกระแส จะนำสายไฟทางด้านทุติยภูมิเส้นใดเส้นหนึ่งสอดผ่านช่องของหม้อแปลงกระแสเพื่อทำการวัดกระแสต่อไปดังรูปที่ 4.6



รูปที่ 4.6 การติดตั้งหม้อแปลงกระแส

4.2.2 การติดตั้งสวิตซ์แม่เหล็ก (Magnetic Contactor)

ในการติดตั้งสวิตซ์แม่เหล็กนั้น จะนำสายไฟทางด้านปฐมภูมิต่อเข้าสวิตซ์แม่เหล็กด้านสัญลักษณ์ L (Line) และต่อสายไฟจากด้านสัญลักษณ์ T (Transformer) ไปยังเครื่องเชื่อมไฟฟ้าดังรูปที่ 4.7



รูปที่ 4.7 การติดตั้งสวิตซ์แม่เหล็ก

4.2.3 การติดตั้งระบบควบคุมส่วนฮาร์ดแวร์

ระบบควบคุมนี้จะมีสายไฟ 3 เส้นทางด้านหลังเครื่อง คือ สายไฟเส้นสีแดงจะต่อไปยังขั้วของหม้อแปลงกระแส สายไฟเส้นสีดำจะต่อไปยังสวิตซ์แม่เหล็กด้านสัญลักษณ์A1 และ A2 และสายปลั๊กไฟเส้นสีเทาจะต่อกับระบบไฟฟ้าดังรูปที่ 4.8

รูปที่ 4.8 การติดตั้งฮาร์ดแวร์ระบบควบคุม

4.2.4 ภาพรวมการติดตั้งฮาร์ดแวร์ระบบควบคุม

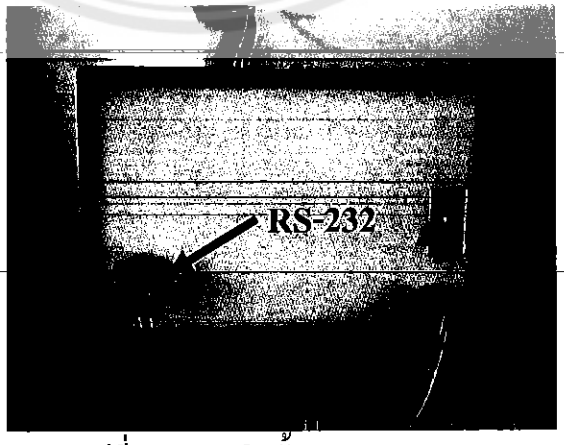
การติดตั้งฮาร์ดแวร์ส่วนระบบควบคุมนั้นจะมีอุปกรณ์ที่สำคัญดังภาพ คือ สวิตซ์แม่เหล็ก , หม้อแปลงกระแสและระบบควบคุมเครื่องเชื่อมไฟฟ้าดังรูปที่ 4.9

รูปที่ 4.9 ภาพการติดตั้งระบบควบคุม

4.3 วิธีการติดตั้งระบบแสดงผล

4.3.1 การติดตั้งระบบแสดงผล

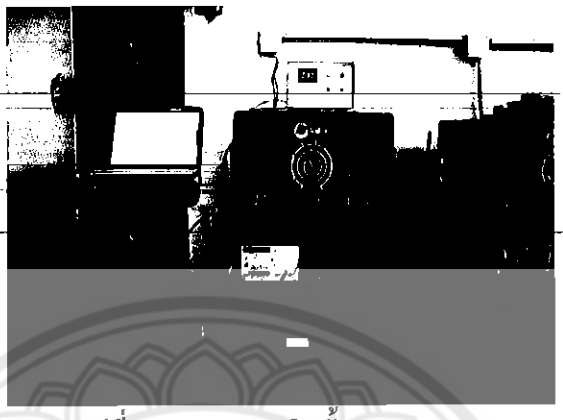
การต่อ RS-232 จากระบบควบคุมไปยังระบบแสดงผลที่ Port RS-232 ของคอมพิวเตอร์ สายปลั๊กไฟฟ้าคือสายไฟเส้นสีเทาต่อเข้ากับระบบไฟฟ้า สายหม้อแปลงกระแสคือสายไฟเส้นสีแดง และสายสวิตซ์แม่เหล็กคือสายไฟเส้นสีดำ ดังรูปที่ 4.10



รูปที่ 4.10 การติดตั้ง Port RS-232

4.3.2 ภาพรวมการติดตั้งระบบแสดงผล

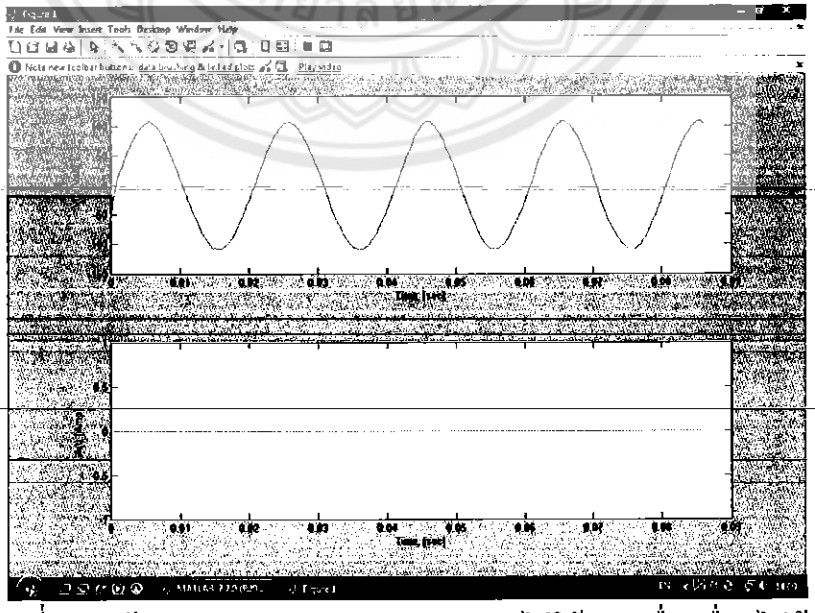
การติดตั้งฮาร์ดแวร์ส่วนระบบแสดงผลจะมีอุปกรณ์เพิ่มขึ้นมาเพียงอย่างเดียว คือ คอมพิวเตอร์ โดยมี RS-232 เป็นตัวเชื่อมต่อระหว่างระบบควบคุมกับส่วนแสดงผลดังรูปที่ 4.11



รูปที่ 4.11 ภาพการติดตั้งระบบแสดงผล

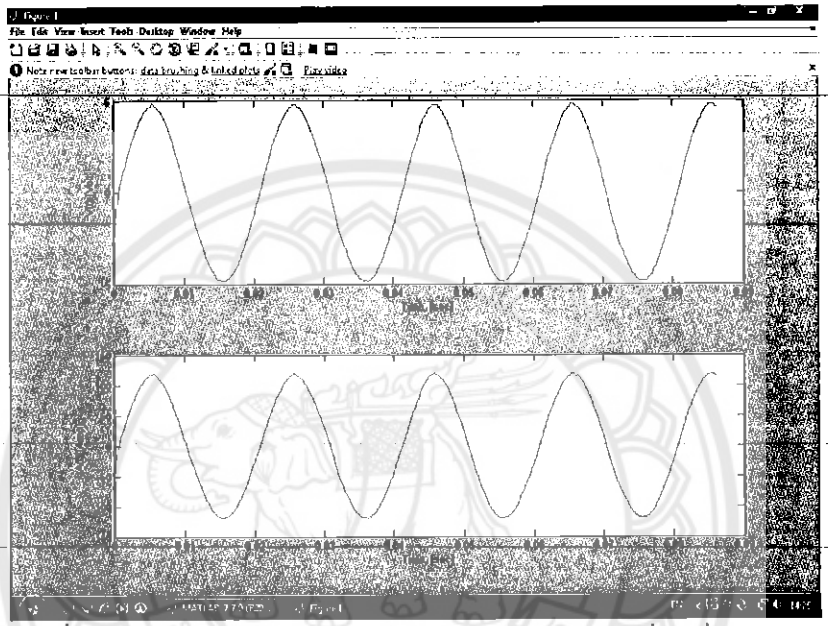
4.3.3 ลักษณะกราฟ

จากการทดสอบโปรแกรมรับค่าแสดงผลแบบเวลาจริง จะแสดงให้เห็นว่าลักษณะกราฟที่ได้นั้นจะมีค่าอยู่ในช่วงที่ได้ไปทำการเก็บข้อมูลมาจากตาราง 4.2 ดังรูปที่ 4.12 ขณะเครื่องเชื่อมไฟฟ้าไม่มีการทำงานจะสังเกตเห็นรูปกราฟนั้นแรงดันมีรูปคลื่นแบบซายน์ (sine wave) คงที่และกระแสเป็นเส้นตรงมีค่าเป็นศูนย์



รูปที่ 4.12 เส้นสัญญาณแรงดันและกระแสขณะไม่ใช้งานเครื่องเชื่อมไฟฟ้า

จากการทดสอบโปรแกรมรับค่าแสดงผลแบบเวลาจริง จะแสดงให้เห็นว่าลักษณะกราฟที่ได้นั้นจะมีค่าอยู่ในช่วงที่ได้ไปทำการเก็บข้อมูลมาจากตารางที่ 4.2 ดังรูปที่ 4.13 ขณะเครื่องเชื่อมมีการทำงานสังเกตพบว่ารูปกราฟนั้น แรงดันมีรูปคลื่นแบบซายน์ (sine wave) มีค่าเพิ่มสูงขึ้นกว่าขณะเครื่องเชื่อมไฟฟ้าไม่มีการทำงานและกระแสมีรูปคลื่นแบบซายน์ (sine wave) คงที่



รูปที่ 4.13 เส้นสัญญาณแรงดันและกระแสขณะใช้งานเครื่องเชื่อมไฟฟ้า

สรุปได้ว่าขณะเครื่องเชื่อมไฟฟ้าไม่มีการทำงานจะมีกระแสเป็นศูนย์ แต่ขณะเครื่องเชื่อมไฟฟ้ามีการทำงานแรงดันและกระแสจะมีค่าเพิ่มสูงขึ้นดังรูปกราฟข้างต้น

4.4 ทำการวิเคราะห์ผลการทดลอง

ตารางที่ 4.3 และตารางที่ 4.4 เป็นข้อมูลที่ได้จากการวัดโดยมีค่ากระแส แรงดันและเพาเวอร์แฟคเตอร์ ซึ่งจะเอาผลการทดลองที่ได้จากการวัดค่าของเครื่องเชื่อมมาใช้ในการวิเคราะห์

4.4.1 ทำการเก็บข้อมูลก่อนติดตั้ง

ตารางที่ 4.3 แสดงข้อมูลก่อนการติดตั้ง

จำนวนครั้ง	กระแส		แรงดัน		PF	
	No Load(A)	Load(A)	No Load(V)	Load(V)	No Load	Load
1	7.60	38.50	230	230	0.98	0.92
2	7.60	38.60	230	230	0.98	0.99
3	7.60	38.50	230	230	0.98	0.98
4	7.60	38.50	230	230	0.98	1.00
5	7.50	38.50	230	230	0.98	0.99
6	7.60	38.70	230	230	0.98	0.96
7	7.60	39.20	230	230	0.98	0.98
8	7.60	39.10	230	230	0.98	0.99
9	7.60	39.50	230	230	0.98	0.98
10	7.70	40.00	230	230	0.98	0.95
11	7.60	39.30	230	230	0.98	0.98
12	7.60	38.80	230	230	0.98	0.93
13	7.60	38.60	230	230	0.98	0.92
14	7.50	38.60	230	230	0.98	0.94
15	7.60	38.50	230	230	0.98	0.98
16	7.60	38.70	230	230	0.98	0.98
17	7.60	38.60	230	230	0.98	0.96
18	7.50	38.50	230	230	0.98	0.99
19	7.60	38.40	230	230	0.98	0.98
20	7.60	38.60	230	230	0.98	0.94
Max	**7.70**	**40.00**	**230**	**230**	**0.98**	**1.00**
Min	**7.50**	**38.40**	**230**	**230**	**0.98**	**0.92**
Average	**7.59**	**38.82**	**230**	**230**	**0.98**	**0.96**

4.4.2 ทำการเก็บข้อมูลหลังติดตั้ง

ตารางที่ 4.4 แสดงข้อมูลหลังการติดตั้ง

จำนวนครั้ง	กระแส		แรงดัน		PF	
	No Load(A)	Load(A)	No Load(V)	Load(V)	No Load	Load
1	7.60	38.50	230	230	0.98	0.92
2	7.60	38.60	230	230	0.98	0.99
3	7.60	38.50	230	230	0.98	0.98
4	7.60	38.50	230	230	0.98	1.00
5	7.50	38.50	230	230	0.98	0.99
6	7.60	38.70	230	230	0.98	0.96
7	7.60	39.20	230	230	0.98	0.98
8	7.60	39.10	230	230	0.98	0.99
9	7.60	39.50	230	230	0.98	0.98
10	7.70	40.00	230	230	0.98	0.95
11	7.60	39.30	230	230	0.98	0.98
12	7.60	38.80	230	230	0.98	0.93
13	7.60	38.60	230	230	0.98	0.92
14	7.50	38.60	230	230	0.98	0.94
15	7.60	38.50	230	230	0.98	0.98
16	7.60	38.70	230	230	0.98	0.98
17	7.60	38.60	230	230	0.98	0.96
18	7.50	38.50	230	230	0.98	0.99
19	7.60	38.40	230	230	0.98	0.98
20	7.60	38.60	230	230	0.98	0.94
Max	7.70	40.00	230	230	0.98	1.00
Min	7.50	38.40	230	230	0.98	0.92
Average	7.59	38.82	230	230	0.98	0.96

4.4.3 ข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์

ตารางที่ 4.5 เป็นข้อมูลการคิดค่าไฟฟ้าจริงในโรงงานอุตสาหกรรมของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค เพราะโรงงานอุตสาหกรรมทุกแห่งต้องใช้เครื่องเชื่อมไฟฟ้าจึงนำข้อมูลจากโรงงานอุตสาหกรรมไปวิเคราะห์ผลการประหยัดไฟฟ้าที่ใช้ได้จริง

4.4.3.1 ข้อมูลที่ใช้วิเคราะห์

ตารางที่ 4.5 ข้อมูลที่ใช้วิเคราะห์ในการประหยัดพลังงาน

รายการ	หน่วย	ตัวย่อ	แหล่งข้อมูล	ข้อมูล
ก่อนปรับปรุง				
แรงดันไฟฟ้าขณะ On load	Volt	V_U	ตรวจวัด	230
กระแสไฟฟ้าขณะ On load	Amp.	I_U	ตรวจวัด	38.82
ค่า Power Factor ขณะ On load		F_U	ตรวจวัด	0.96
แรงดันไฟฟ้าขณะ No load	Volt	V_W	ตรวจวัด	230
กระแสไฟฟ้าขณะ No load	Amp.	I_W	ตรวจวัด	7.59
ค่า Power Factor ขณะ No load		F_W	ตรวจวัด	0.98
หลังปรับปรุง				
แรงดันไฟฟ้าขณะ On load	Volt	V_{UI}	ตรวจวัด	230
กระแสไฟฟ้าขณะ On load	Amp.	I_{UI}	ตรวจวัด	38.82
ค่า Power Factor ขณะ On load		F_{UI}	ตรวจวัด	0.96
แรงดันไฟฟ้าขณะ No load	Volt	V_{WI}	ตรวจวัด	230
กระแสไฟฟ้าขณะ No load	Amp.	I_{WI}	ตรวจวัด	7.59
ค่า Power Factor ขณะ No load		F_{WI}	ตรวจวัด	0.98
ระยะเวลาและอัตราค่าไฟฟ้า				
วันทำงานใน 1 ปี	D/y	D	สอบถาม	300
ชั่วโมงการใช้งานใน 1 วัน ขณะ On load	h/D	h_{OL}	สอบถาม	4
ชั่วโมงการใช้งานใน 1 วัน ขณะ No load	h/D	h_{NL}	สอบถาม	4
เวลาในการเชื่อมต่อ 1 ครั้ง	min	t	ตรวจวัด	2
ค่าไฟฟ้าเฉลี่ยต่อหน่วย (อัตราปกติ)	B/kWh	C_E	บิลไฟฟ้า	1.9712

4.4.3.2 วิธีการวิเคราะห์

ตาราง 4.6 หากผู้ใช้งานตั้งเวลาปิดเครื่อง 30 วินาทีประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ 3033.67 บาทต่อปี ส่วนผู้ใช้งานที่ตั้งเวลาปิดเครื่อง 60 วินาทีประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ 2022.45 บาทต่อปี หากชิ้นงานมีขนาดใหญ่มากควรตั้งเวลา 60-180 วินาที ชิ้นงานมีขนาดเล็กควรตั้งเวลา 30-60 วินาที

ตารางที่ 4.6 วิธีวิเคราะห์การประหยัดพลังงาน

ปริมาณ	หน่วย	ตัวย่อ	การคำนวณ
การคำนวณ			
จำนวนครั้งใน 4 ชั่วโมง $T = [(h_{NL} \times (60 \text{ min} / t)]$	Times	T	120.00
ก่อนปรับปรุง			
พลังงานที่ใช้ขณะ No load ใน 4 ชั่วโมง $P_{NL1} = (V_W \times I_W \times F_W \times h_W) / 1000$	kWh/D	P_{NL1}	6.84
พลังงานที่ใช้ขณะ On load ใน 4 ชั่วโมง $P_{OL1} = (V_U \times I_U \times F_U \times h_U) / 1000$	kWh/D	P_{OL1}	34.28
พลังงานที่ใช้ก่อนปรับปรุง $P_I = (P_{NL1} + P_{OL1})$	kWh/D	P_I	41.12
หลังปรับปรุง			
พลังงานที่ใช้ขณะ No load $P_{NL2} = (V_{WI} \times I_{WI} \times F_{WI}) / 1000$	kWh	P_{NL2}	1.71
พลังงานที่ใช้ขณะ On load $P_{OL2} = (V_{UI} \times I_{UI} \times F_{UI} \times h_{UI}) / 1000$	kWh/D	P_{OL2}	34.28
พลังงานที่ใช้หลังปรับปรุง (เวลาปิดเครื่อง 30 วินาที) $P_{30} = [((T \times 30) / 3600) P_{NL2} + P_{OL2}]$	kWh/D	P_{30}	35.99
พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้ต่อปี $E_{S30} = (P_I - P_{30}) \times D$	kWh/y	E_{S30}	1539
คิดเป็นเงินค่าไฟฟ้าที่ประหยัดได้ต่อปี $C_{S30} = E_S \times C_E$	**B/y**	C_{S30}	**3033.67**
พลังงานที่ใช้หลังปรับปรุง (เวลาปิดเครื่อง 60 วินาที) $P_{60} = [((T \times 60) / 3600) P_{NL2} + P_{OL2}]$	kWh/D	P_{60}	37.70
พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้ต่อปี $E_{S60} = (P_I - P_{60}) \times D$	kWh/y	E_{S60}	1026
คิดเป็นเงินค่าไฟฟ้าที่ประหยัดได้ต่อปี $C_{S60} = E_S \times C_E$	**B/y**	C_{S60}	**2022.45**

บทที่ 5
บทสรุป

5.1 สรุปผล

จากการดำเนินการศึกษาและทำโครงงานได้ผลสรุปดังนี้ เมื่อทำการติดตั้งอุปกรณ์สามารถใช้ในการควบคุมเครื่องเชื่อมไฟฟ้าได้และไม่มีผลกระทบต่อการใช้งานเครื่องเชื่อมไฟฟ้า วงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ส่วนควบคุมทำงานตามโปรแกรมที่ได้เขียนไว้ สามารถควบคุมการทำงานเปิดปิดเครื่องเชื่อมไฟฟ้าด้วยสวิตซ์แม่เหล็กรับสัญญาณจากหม้อแปลงกระแส ขณะมีการเชื่อมและทำการประมวลผลเพื่อแสดงการหน่วงเวลาออกทางส่วนแสดงผล 7 ส่วนเพื่อทำการปิดเครื่องเชื่อมไฟฟ้า และวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ส่วนรับข้อมูลเครื่องเชื่อมไฟฟ้า สามารถรับข้อมูลจากเครื่องเชื่อมไฟฟ้าและมีการนำเสนอในรูปแบบเส้นโค้งของสัญญาณ นอกจากนี้มีการเก็บข้อมูลในการทำงานก่อนและหลังการติดตั้งเพื่อมาทำการวิเคราะห์เพื่อคำนวณหาการประหยัดพลังงานที่ประหยัดได้ต่อปี หากเราตั้งเวลาในการปิดเครื่องเชื่อมไฟฟ้า 30 วินาทีประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ 3033.67 บาทต่อปี ส่วนผู้ใช้งานที่ตั้งเวลาปิดเครื่อง 60 วินาทีประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ 2022.45 บาทต่อปี จะเห็นได้ว่าการตั้งเวลา 30 วินาทีประหยัดมากกว่าตั้งเวลา 60 วินาทีหากชิ้นงานมีขนาดใหญ่มากควรตั้งเวลา 60-180 วินาทีและชิ้นงานมีขนาดเล็กควรตั้งเวลา 30-60 วินาที ทั้งนี้ยังยึดความสะดวกของผู้ใช้งานเป็นหลัก

5.2 ประเมินผลและข้อเสนอแนะ

จากผลการดำเนินงานโครงงาน เมื่อเทียบกับวัตถุประสงค์ จะได้ผลดังนี้การออกแบบอุปกรณ์ควบคุมเครื่องเชื่อมไฟฟ้าสามารถนำไปใช้งานได้ และการออกแบบอุปกรณ์การรับข้อมูลสามารถนำข้อมูลที่รับเข้ามาแสดงผลในรูปแบบเส้นโค้งของสัญญาณ

5.3 ปัญหา ข้อเสนอแนะและแนวทางแก้ไข

ปัญหาเกิดจากทำงาน เนื่องจากมีการจัดหาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ยากและการศึกษาการเขียนโปรแกรมหลายอย่าง เช่น ภาษา BASIC ภาษา C และMATLAB เป็นต้น เพื่อใช้ในการเขียนโปรแกรมในไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ใช้ในการควบคุมการทำงานและแสดงผล ก่อนการใช้งานโปรแกรม MATLAB รับข้อมูลควรเลือกเครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีความเร็วสูง คือคอมพิวเตอร์พีซี (Personal Computer, PC) ซึ่งเหมาะสมกับด้านการใช้งานการคำนวณทางคณิตศาสตร์และกราฟิกที่ซับซ้อน

ภาคผนวก (ก)

คู่มือการใช้และการตั้งเวลา

คู่มือการใช้

1. กดสวิตซ์เปิดด้านหลังเครื่อง
2. เครื่องจะทำงานโดยแสดงเวลาในการปิดเครื่อง
3. ถ้าจะหยุดเครื่องให้กดสวิตซ์ ***STOP*** หรือ ***รีโมต***
   จะแสดงเวลาเท่ากับศูนย์
4. ถ้าจะให้เครื่องทำงานให้กดสวิตซ์ ***START*** หรือ
   รีโมต จะเริ่มนับเวลาถอยหลังในการปิดเครื่อง
5. ถ้าไม่มีการทำงาน เวลาจะนับลดลงจนเท่ากับศูนย์
   และเครื่องจะหยุดทำงาน
6. ถ้าไม่ทำงานแล้วให้กด ***STOP*** แล้วปิดสวิตซ์ด้านหลังเครื่อง

ขั้นตอนการตั้งเวลา

1. จะต้องหยุดเครื่องก่อนทำการตั้งเวลา
   โดยการกด ***STOP*** หรือ ***รีโมต***
2. กดสวิตซ์ ***SET*** จะมีจุด 3 จุดแสดงขึ้นมา
3. ทำการตั้งเวลาถ้าจะเพิ่มหรือลดเวลาให้
   - กด ***START*** เพื่อเพิ่มเวลาในการการปิดเครื่อง
   - กด ***STOP*** เพื่อลดเวลาในการปิดเครื่อง

   ถ้าจะให้เวลาวิ่งเร็วขึ้นให้หมุน ***VOLUME*** ไปทางขวา
   ถ้าจะให้เวลาวิ่งช้าลงให้หมุน ***VOLUME*** ไปทางซ้าย
4. ถ้าปรับตั้งเวลาเสร็จแล้วให้กด ***SET*** อีกครั้ง
   และแสดงเวลาเป็นศูนย์
5. กดสวิตซ์ ***START*** หรือ ***รีโมต*** เพื่อเริ่มทำงานใหม่อีกครั้ง

ภาคผนวก (ข)

โปรแกรมควบคุมการทำงาน

```
@ DEVICE HS_OSC
'EEPROM 1,[1,44]    '300 SEC
EEPROM 1,[0,20]     ' 20          กำหนดค่าให้กับ EEPROM
'EEPROM 1,[0,50]    ' 30
TRISA = %11111111                 กำหนดค่า port A เป็นอินพุต
TRISB = %11111111                 กำหนดค่า port B เป็นอินพุต
TRISD = %00000000                 กำหนดค่า port D เป็นเอาต์พุต
TRISC = %00000000                 กำหนดค่า port C เป็นเอาต์พุต
DEFINE ADC_BITS 8                 กำหนด bit การแปลง A/D
DEFINE ADC_CLOCK 3
ADCON1 = 0                        set port A to digital mode
DISP_buffer     VAR  word
digit           VAR  byte
disp            VAR  byte
CTV             VAR  byte         การกำหนดตัวให้มีการใช้งาน
VRV             VAR  byte
CT_NoLoad       VAR  byte
s_ON            con 1
s_OFF           con 0
OFFSET          con 2       ' OFFSET VALUE x 20 mV
MODE            VAR  bit          การจองพื้นที่ของตัวแปร
MEM             VAR word
Rcount          VAR  word
btn_STOP        VAR  portb.1      ให้ port 1 เป็น stop
btn_START       VAR  portb.2      ให้ port 2 เป็น start
btn_SETUP       VAR  portb.0      ให้ port 0 เป็น set
RELAY           VAR  portb.5      ให้ port 5 เป็น Relay
REMOTE          VAR  portb.4      ให้ port 4 เป็น remote
CTV = 0
VRV = 0
'MODE=s_OFF
'MODE=s_ON
```

```
ADCIN 0,CT_NoLoad
START:
        READ 1,MEM.BYTE1
        READ 2,MEM.BYTE0
        IF DISP_buffer>MEM THEN DISP_buffer=MEM
main:
        IF  MODE=s_OFF THEN HIGH RELAY
        IF  MODE=s_ON THEN LOW  RELAY
        CALL DISPLAY
Rcount = Rcount + 1
IF MODE=s_ON THEN CALL CHECK_CT
IF MODE=s_ON THEN
        IF Rcount >= 405 THEN
                Rcount = 0
                DISP_buffer=DISP_buffer-1
                IF DISP_buffer=0 THEN MODE=s_OFF
        ENDIF
ENDIF
IF btn_SETUP = 0 and MODE = s_OFF THEN GOTO SETUP      ถ้า remote=0และmode=s_ON
IF btn_START = 0  THEN
        MODE=s_ON
        READ 1,MEM.BYTE1
        READ 2,MEM.BYTE0
        DISP_buffer=MEM
        Rcount=0
ENDIF
IF btn_STOP = 0  THEN
        MODE=s_OFF
        DISP_buffer=0
        Rcount=0
ENDIF
```

```
IF REMOTE =  0 and MODE=s_OFF THEN
WHILE  REMOTE =  0
disp=%01111111
PORTD = disp
PORTC = %10001111
PAUSE 1000
WEND
        MODE=s_ON
        READ 1,MEM.BYTE1
        READ 2,MEM.BYTE0
        DISP_buffer=MEM
        Rcount=0
ENDIF
IF REMOTE =  0 and MODE=s_ON THEN
WHILE  REMOTE =  0
disp=%01111111
PORTD = disp
PORTC = %10001111
pause 1000
WEND
        MODE=s_OFF
        DISP_buffer=0
        Rcount=0
ENDIF
GoTo main
End
DISPLAY:                                    เป็นการกำหนดลักษณะของเลข
        digit = DISP_buffer DIG 0           แต่ละตัวและแต่ละหลัก
        LookUp digit,[$C0,$F9,$A4,$B0,$99,$92,$82,$F8,$80,$90],disp
        PORTD = disp
        PORTC = %11101111
        digit = DISP_buffer DIG 1
```

```
        LookUp digit,[$C0,$F9,$A4,$B0,$99,$92,$82,$F8,$80,$90],disp
        PORTD = disp
        PORTC = %11011111
        digit = DISP_buffer DIG 2
        LookUp digit,[$C0,$F9,$A4,$B0,$99,$92,$82,$F8,$80,$90],disp
        PORTD = disp
        PORTC = %10111111
RETURN
SETUP:
disp=%01111111                          กำหนด disp=01111111
PORTD = disp                            กำหนด port D=disp
PORTC = %10001111                       กำหนด portC=10001111
pause 1000                              หยุดเลา 1 วินาที
IF btn_SETUP = 0 THEN GOTO SETUP
READ 1,MEM.BYTE1
READ 2,MEM.BYTE0
DISP_buffer=MEM
SETUPloop:
        ADCIN 1,VRV
        call DISPLAY                    เรียกการแสดงตัวเลข
        Rcount = Rcount + 1             ทำการเพิ่มค่า
        IF Rcount >= 256-VRV THEN
        Rcount = 0
IF btn_START = 0 and DISP_buffer < 999 THEN DISP_buffer=DISP_buffer+1
IF btn_STOP = 0 and DISP_buffer > 1 THEN DISP_buffer=DISP_buffer-1
IF btn_SETUP = 0 then
                                        กำหนดค่าเวลา
WHILE  btn_SETUP =  0                   สูงสุดและต่ำสุด
disp=%01111111
PORTD = disp
PORTC = %10001111
pause 1000
WEND
```

```
IF MEM=DISP_buffer THEN GOTO SKIP_WRITE
        MEM=DISP_buffer
        WRITE 1,MEM.BYTE1
        WRITE 2,MEM.BYTE0
SKIP_WRITE:
        DISP_buffer=0
        Rcount=0
        GOTO main                                   กลับไปที่ main
ENDIF
ENDIF
GOTO SETUPloop                                      วงลูป setup
RETURN
CHECK_CT:
        ADCIN 0,CTV
        IF CTV>CT_NoLoad and CTV-CT_NoLoad  > OFFSET THEN DISP_buffer=MEM
        IF CT_NoLoad>CTV and CT_NoLoad-CTV  > OFFSET THEN DISP_buffer=MEM
        RETURN
                                                    ตรวจสอบว่ามี
                                                    การเชื่อมหรือไม่
```

ภาคผนวก (ค)

คู่มือการใช้ส่วนแสดงผล

1. ต่อสาย RS-232 เข้ากับคอมพิวเตอร์
2. กดสวิตซ์เปิดด้านหลังเครื่อง
3. เปิดโปรแกรม MatLab และทำการ RUN โปรแกรม
4. ทำการบันทึกค่าและกราฟ

ภาคผนวก (ง)

คำสั่งโปรแกรมแม็ทแล็ป

```
%-------------------------------------
clear all
s = serial('COM1','BaudRate',38400);
fopen(s);
%-------------------------------------
N=1000;
a1=0;
a2=0;
vn = [];
an = [];
fprintf(s,'o')
for loop=1:1:N
      a = fscanf(s,'%s');
      switch (a)
        case 'Volt'
          fprintf(s,'o')
          Volt = fscanf(s,'%d');
          a1=a1+1;
          vn(a1)=Volt;

          case 'Amp'
          fprintf(s,'o')
          Amp = fscanf(s,'%d');
          a2=a2+1;
          an(a2)=Amp;
      end;
end;
fclose(s);
delete(s);
vn = [[vn]-127.5]*0.924321895424836601307189542483 66;%2.40416305.480v
an = [[an]-127.5]*1.155403236928104575163398692810 5; %100a
    N  = length(vn);
    Na = length(an);
    n  = 0: 1: N-1;
    n1 = 0: 1: Na-1;
    Ts = 0.002;%500/1
    t1 = n*Ts;
    t2 = n1*Ts;
         figure(1)
         subplot(2,1,1);plot(t1,vn)
         xlabel('Time, [sec]'); ylabel('V(t) [Volt]');
         subplot(2,1,2);plot(t2,an)
         xlabel('Time, [sec]'); ylabel('A(t) [Amp]');
```

กำหนด BaudRate และเปิด Port

กำหนดตัวแปรต่างๆที่ใช้

ทำการเก็บค่า "Volt" ในตัวแปร vn

ทำการเก็บค่า "Amp" ในตัวแปร an

แปลงค่าให้เท่ากับค่าจริง

แสดงกราฟเทียบกับเวลา

ภาคผนวก (จ)

คำสั่งโปรแกรมควบคุมคอนโทรลเลอร์ MCS

```
#include <reg51.h>
#include <stdio.h>
#include <intrins.h>
#include <string.h>
#define CH0  0x41
#define CH1  0x42
#define CH2  0x43
#define CH3  0x44
// ********** 3B port I2C **********//
sbit   XXSDA                = P1^6;
sbit   XXSCL                = P1^5;          // I2C BUS
//******** Basic Function ********//
void dmsec(unsigned int count)               // mSec Delay
 {
 unsigned int i;                             // for Keil CA51
 while (count)
   {
        i = 13220; while (i>0) i--;          //x1*** (Speed x1)=i=111
        count--;
   }
}
/********** 3B-Port I2C **********/
void ipdel (void)                            // I2C delay
{
  _nop_ ();
  _nop_ ();
  _nop_ ();
  _nop_ ();
  _nop_ ();
  _nop_ ();
  _nop_ ();
  _nop_ ();
```

```
}
        void xxchigh (void) {                    // I2C clock high
        XXSCL = 1;
        ipdel ();
}
        void xxclow (void) {                     // I2C clock low
        XXSCL = 0;
        ipdel ();
}
void xxstart (void)                              // start condition
{
   XXSDA = 1;
   XXSCL = 1;
   XXSDA = 0;
   ipdel ();
   XXSCL = 0;
   XXSDA = 1;
}
void xxstop (void) {                             // stop condition
   XXSDA = 0;
   XXSCL = 1;
   ipdel ();
   XXSDA = 1;
}
bit xxwrbyte (unsigned dat)                      // write one byte
{
   unsigned char i;                              // return 0 = ok
   bit outbit;                                   // return 1 = error
   for (i=1;i<=8;i++)
{
      outbit = dat & 0x80;
      XXSDA = outbit;
```

```
        dat = dat << 1;
        xxchigh ();
        xxclow ();
    }
    XXSDA = 1;
    xxchigh ();
    outbit = XXSDA;
    xxclow ();
    return (outbit);
}
unsigned char xxrdbyte ()                    // read one byte
{
    unsigned char i,dat;                     // return 0xff = error
    bit inbit;
    dat = 0;
    for (i=1;i<=8;i++)
    {
        xxchigh ();
        inbit = XXSDA;
        dat = dat << 1;
        dat = dat | inbit;
        xxclow ();
    }
    XXSDA = 1;
    xxchigh ();
    inbit = XXSDA;
    xxclow ();
    if (~inbit) dat = 0xff;
    return (dat);
}
/************* A/D **************/
unsigned char ADC(unsigned char channel)
```

```
{
        unsigned char temp;
        xxstart();
        xxwrbyte(0x90); // pcf8591 address 0
        xxwrbyte(0x40|channel);
        xxstop();
        xxstart();
        xxwrbyte(0x91);
        temp = xxrdbyte();
        xxstop();
        return(temp);
}
void start232 (void)                    // speed x 1
{
 SCON = 0x52;                           // set RS232 parameter
   TMOD |= 0x20;
   TH1 = -3; PCON |= 0x80;              // 38400 at x2
   TR1  = 1;
   RI = 0;
}
void main()
{
        unsigned char rd;               //กำหนดตัวแปร rd,rd2
        unsigned char rd2;
        start232();
        while(1)
        {
         rd = (int)ADC(CH0);            //อ่านค่าที่ Port 0 เท่ากับ rd
         _getkey ();                    //รอโปรแกรมแม็ทแล็ปเรียกค่า
         printf("Volt\n\r");            //ส่ง "Volt" ไป
         _getkey ();                    //รอโปรแกรมแม็ทแล็ปเรียกค่า
         printf("%bu\n",rd);            //ส่งค่าไปให้แม็ทแล็ป
```

```
            rd2 = (int)ADC(CH3);            //อ่านค่าที่ Port 3 เท่ากับ rd 2
            _getkey ();                     //รอโปรแกรมแม็ทแล็ปเรียกค่า
            printf("Amp\n\r");              //ส่ง "Amp" ไป
            _getkey ();                     //รอโปรแกรมแม็ทแล็ปเรียกค่า
            printf("%bu\n",rd2);            //ส่งค่าไปให้แม็ทแล็ป
        };
    }
```

เอกสารอ้างอิง

[1] กฤษดา ใจเย็น. ณัฏฐพล วงศ์สุนทรชัย. ชัยวัฒน์ ลิ้มพรจิตรวิไล. **เรียนรู้และใช้งาน PICBASIC PRO คอมไพเลอร์**. กรุงเทพมหานคร : บริษัทอินโนเวตีฟ เอ็กเพอริเมนต์ จำกัด, 2521

[2] ชัยวัฒน์ ลิ้มพรจิตรวิไล และนคร ภักดีชาติ, **ไมโครคอนโทรลเลอร์ MSC–51 ด้วยโปรแกรมภาษา C ฉบับ P89V51RD2**. กรุงเทพมหานคร: อิน โนเวตีฟ เอ็กเพอริเมนต์. 2549.

[3] มงคล–ทองสงคราม. **หม้อแปลงไฟฟ้า**. พิมพ์ครั้งที่ 3กรุงเทพมหานคร: บริษัทรามาการพิมพ์ จำกัด, 2541

[4] ศุภชัย ปัญญาวีร์. **คู่มือการลดต้นทุนผลิตด้านพลังงาน**. กรุงเทพมหานคร: สมาคม ส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), 2549

[5] สมยศ จุณณะปิยะ, "**การประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ ตระกูล MSC–51**" คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 2546.

[6] Rafael C. Gonzalez and Richard E. Woods, **Digital Image Processing**. 2nd edition., Boston: Addison-Wesley Longman Publishing Co., Inc. 1993.

[7] Rafael C. Gonzalez, Richard E. Woods and Steven L. Eddins, **Digital Image Processing using MATLAB**. New jersey: Prentice-Hall, Inc. 1990.

[8] Alasdair McAndrew, **Induction to Digital Image Processing with MATLAB**. Victoria University. Thomson Course Technology, 2004.

[9] The Mathworks. "Mathworks" [online]. Available : http://www.mathworks.com/

ประวัติผู้เขียนโครงงาน

ชื่อ นายสมเจตน์ บุญชื่น

วันเกิด 15 ธันวาคม 2529

ภูมิลำเนา 3/3 ม.2 ต.วังพิกุล อ.วังทอง จ.พิษณุโลก 65130

การศึกษา - จบระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนเตรียมอุดมศึกษา ภาคเหนือ

- ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรี สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

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

ชื่อ นายสุรศักดิ์ เก่งกล้ารณภูมิ

วันเกิด 11 เมษายน 2529

ภูมิลำเนา 98 ม.10 ต.ดอนคา อ.ท่าตะโก จ.นครสวรรค์ 60160

การศึกษา - จบระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนท่าตะโกพิทยาคม

- ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรี สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

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

ชื่อ นายธนภูมิ เฟื่องเพียร

วันเกิด 11 พฤศจิกายน 2529

ภูมิลำเนา 9 ม.5 ต.นางั่ว อ.เมือง จ.เพชรบูรณ์ 67000

การศึกษา - จบระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนเพชรพิทยาคม

- ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรี สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

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