EN-51-01-005
ส/ด 51

รายงานฉบับสมบูรณ์

เรื่อง

การจำลองระบบ Intelligent-Bus (i-bus) ในระบบควบคุมแสงสว่าง

Simulating Intelligent-Bus (i-bus) in Lighting Control System

เสนอ

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

โดย

ดร.สมพร เรืองสินชัยวานิช

แบบเสนอโครงการนี้เป็นลิขสิทธิ์ของคณะผู้วิจัยไม่อนุญาตให้ลอกเลียนหรือ เผยแพร่ส่วนใดส่วนหนึ่งของแบบเสนอโครงการนี้โดยไม่ได้รับอนุญาต

อภินันทนาการ

สำนักหอสมุด

ประกาศคุณูประการ

ผู้วิจัยขอขอบคุณคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ที่ให้การสนับสนุนทุนอุดหนุนการวิจัย คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ประจำปี 2551 และขอขอบคุณภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร และหน่วยงานต่างๆ ของคณะวิศวกรรมศาสตร์ ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ในด้านต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย โดยงานวิจัยดังกล่าวนี้ ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากงบประมาณรายจ่าย (งบประมาณแผ่นดินประจำปี 2551) มหาวิทยาลัยนเรศวร

ดร. สมพร เรืองสินชัยวานิช

ผู้วิจัย

สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยนเรศวร
วันลงทะเบียน 15 ต.ค. 2554
เลขทะเบียน 1558965
เลขเรียกหนังสือ ว TK
4310
ส2655
2551

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาเกี่ยวกับการนำไมโครคอนโทรลเลอร์มาประยุกต์ใช้ในงานควบคุมระบบแสงสว่าง เพื่อช่วยลดปริมาณการใช้สายไฟในงานระบบควบคุมแสงสว่าง

ผลที่คาดว่าจะได้รับจากการโครงงานนี้ ระบบไฟฟ้าส่องสว่างแบบใหม่ ซึ่งสามารถนำมาประยุกต์กับระบบแสงสว่างจริงได้

มหาวิทยาลัยนเรศวร

ABSTRACT

This research is study to microcontroller to develop application in lighting control system. Which can be reduce the Electric wire in lighting system.

The project is expected the new lighting system which can be developed to the actual lighting system.

มหาวิทยาลัยนเรศวร

สารบัญ

หน้า

ประกาศคุณูประการ.....ก
บทคัดย่อภาษาไทย.....ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....ค
สารบัญ.....ง
สารบัญตาราง.....ช
สารบัญรูป.....ฌ

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ความสำคัญ ที่มาของปัญหาที่ทำวิจัย.....1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย.....3
1.3 ขอบเขตของการวิจัย.....4
1.4 ทฤษฎี กรอบแนวคิดของโครงการวิจัย.....4
1.5 การดำเนินงานวิจัย.....5
1.6 ระยะเวลาที่ทำการวิจัยและสถานที่ทำการทดลองและเก็บข้อมูล.....5
1.7 แผนการดำเนินงานตลอดโครงการวิจัย.....5
1.8 ผลสำเร็จที่คาดว่าจะได้รับและหน่วยงานที่จะนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์.....5
1.9 หน่วยงานที่นำผลวิจัยไปใช้ประโยชน์.....6
1.10 แผนการถ่ายทอดเทคโนโลยีหรือผลวิจัยสู่กลุ่มเป้าหมาย.....6
1.11 ปัจจัยที่เอื้ออำนวยต่อการวิจัย.....6
1.12 งบประมาณของโครงการวิจัย.....6

บทที่ 2 หลักการและทฤษฎี

2.1 ทฤษฎีเกี่ยวกับไมโครคอนโทรลเลอร์.....7
2.2 ไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51.....11
2.3 การจัดหน่วยความจำของไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์.....12
2.4 การจัดขาของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51(เบอร์ AT89C4051).....16
2.5 รีเลย์.....18
2.5.1 ชนิดของรีเลย์แบ่งตามลักษณะของคอยล์.....19

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

2.5.2 รีเลย์ไฟตรงหรือไฟสลับ....20
2.5.3 การจำแนกโหลด....21
2.5.4 ดูด้วยว่ารีเลย์สวิตช์โหลดอะไร....22
2.5.5 หน้าสัมผัสก็เสื่อมได้....23
2.5.6 โซลิดสเตรทรีเลย์....24

บทที่ 3 หลักการทำงานและการสร้างอุปกรณ์

3.1 หลักการทำงานของระบบ....28
3.2 การออกแบบโปรแกรม....29
3.3 การออกแบบวงจรควบคุมการปิด-เปิดไฟ....30
3.4 รูปลายวงจรของบอร์ดตัวรับ....31
3.5 รูปโครงงานการจำลองระบบ i – bus โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์....32
3.6 หน้าที่ของอุปกรณ์แต่ละตัวภายในบอร์ดส่งและรับ....35
3.6.1 ไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์ AT89C4051....35
3.6.2 ไอซีเร็กกูเรเตอร์ (Regulate)....35
3.6.3 ไดโอด (1N4001)....35
3.6.4 ตัวต้านทาน....36
3.6.5 ตัวเก็บประจุ....36
3.6.6 คริสตอล....37
3.6.7 LED....37
3.6.8 สวิตซ์กดติด ปล่อยดับ....37
3.6.9 ไดโอดบริดจ์....38
3.6.10 SN75176....38
3.6.11 PCB อเนกประสงค์แบบไข่ปลา....39

บทที่ 4 ผลการทดลองและผลการวิเคราะห์

4.1 การทดลองระบบ i-bus ในระบบ แสงสว่าง....40
4.1.1 จุดประสงค์....40
4.1.2 ขั้นตอนการทดลอง....40

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

4.1.3 ค่าที่ได้จากการทดลอง.....44
4.1.4 คำนวณหาราคาของระบบแสงสว่างทั้ง 2 ระบบ (1 ห้อง).....45

บทที่ 5 สรุป

5.1 สรุปผลการทดลอง.....56
5.2 ปัญหาที่พบ.....56
5.3 แนวทางการพัฒนาต่อไป.....56

เอกสารอ้างอิง.....57

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่

4.1 ราคาสายไฟเดินในบ้าน Housing Wire(VAF).....46
4.2 ราคาสายเคเบิลเดินภายในอาคาร Building Wire And Cables(THW).....47
4.3 ราคาสายส่งกำลังไฟฟ้า Power Wires And Cables(NYY).....48
4.4 ราคาสายไฟอ่อนชนิดกลม Flexible Wire And Cable(VCT).....49
4.5 ราคาสายไฟอ่อนชนิดแบน Flexible Wire And Cable(VFF).....50
4.6 ราคาราคาบอร์ดตัวส่ง.....51
4.7 ราคาบอร์ดลูก.....52

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่

1.1 เปรียบเทียบวงจรไฟฟ้าระหว่าง วงจรไฟฟ้าปกติ กับ ระบบ i-bus.....2
1.2 สนามบินสุวรรณภูมิ.....3
1.3 รูปติดตั้ง i-bus ในสนามบินสุวรรณภูมิ.....3
2.1 แสดงไอซีไมโครโพรเซสเซอร์.....7
2.2 แสดงหน่วยความจำแรม.....8
2.3 แสดงคีย์บอร์ด ปุ่มสวิตซ์.....8
2.4 แสดงหน่วยเอาต์พุต.....9
2.5 แสดงไมโครคอนโทรลเลอร์.....10
2.6 แสดงหน่วยความจำสำหรับโปรแกรม.....13
2.7 ตำแหน่งแอดเดรสของหน่วยความจำข้อมูลภายใน (Internal data memory).....14
2.8 แสดงการเข้าถึงข้อมูลแบบบิตและไบต์.....15
2.9 การจัดขาของ MCS-51.....17
2.10 แสดงโครงสร้างภายในของไอซีเบอร์ AT89CX051.....18
2.11 ลักษณะของรีเลย์แบบต่าง ๆ.....19
3.1 วงจรไฟฟ้าควบคุมการปิด-เปิดไฟ.....28
3.2 การออกแบบโปรแกรม.....29
3.3 การออกแบบวงจรควบคุมการปิด-เปิดไฟ.....30
3.4 บอร์ด MCS-51 ของตัวรับ.....31
3.5 วงจร MCS-51 ของบอร์ดตัวส่ง.....32
3.6 ภายนอกของบอร์ดตัวส่ง.....32
3.7 วงจรภายในบอร์ด MCS-51 ของตัวรับ.....33
3.8 วงจรของรีเลย์ที่ต่อกับตัวรับ.....33
3.9 รูปภายนอกของบอร์ดตัวรับ.....34
3.10 รูปแบบจำลองหลอดไฟ.....34
3.11 ไมโครคอนโทรลเลอร์ AT89C4051.....35
3.12 ไอซีเร็กกูเรเตอร์ (Regulate).....35
3.13 ไดโอด (1N4001).....35
3.14 ตัวต้านทาน.....36

สารบัญรูป(ต่อ)

หน้า

รูปที่

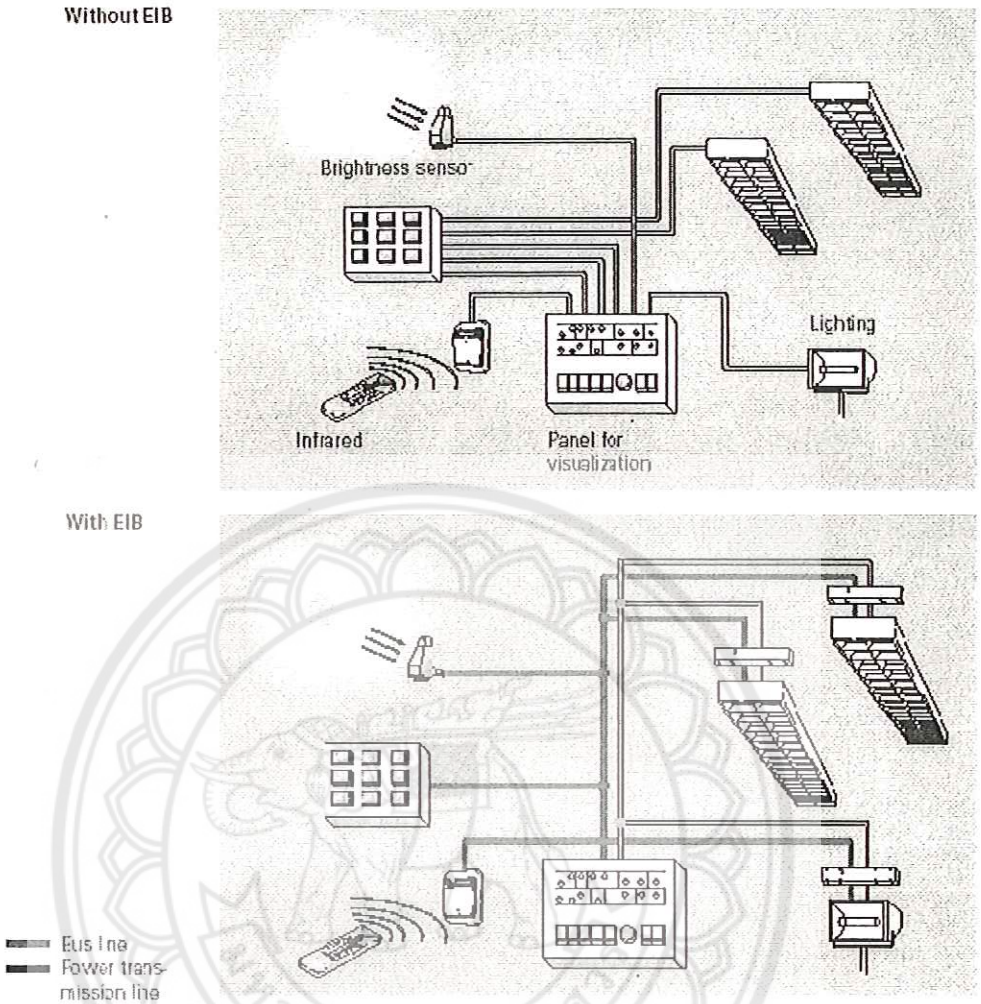
3.15 ตัวเก็บประจุ....36
3.16 คริสตอล....37
3.17 LED....37
3.18 สวิตซ์กดติด ปล่อยดับ....37
3.19 ไดโอดบริดจ์....38
3.20 SN75176....38
3.21 PCB อเนกประสงค์แบบไข่ปลา....39
4.1 จ่ายไฟเข้าที่ตัวส่ง 220 Vac....40
4.2 ส่งข้อมูลเป็น RS485....41
4.3 จ่ายไฟ 220 V ให้กับตัวลูก....41
4.4 ต่อตัวลูกเข้ากับโหลด....42
4.5 กดสวิทช์ตัวที่1....42
4.6 LED สีเขียวที่ตัวลูกจะติดแสดงว่าสวิทช์ทำงาน....43
4.7 โหลดจะทำงาน....43
4.8 วัดแรงดันของรีเลย์ขณะไม่จ่ายโหลด....44
4.9 ค่าของแรงดันที่วัดได้ในขณะที่จ่ายไฟให้โหลด....45
4.10 ระบบแสงสว่างในห้องเรียน EE511....45
4.11 ระบบแสงสว่างในห้องเรียน EE511 ขณะที่ใช้ ระบบ i-bus....50

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ความสำคัญ ที่มาของปัญหาที่ทำวิจัย

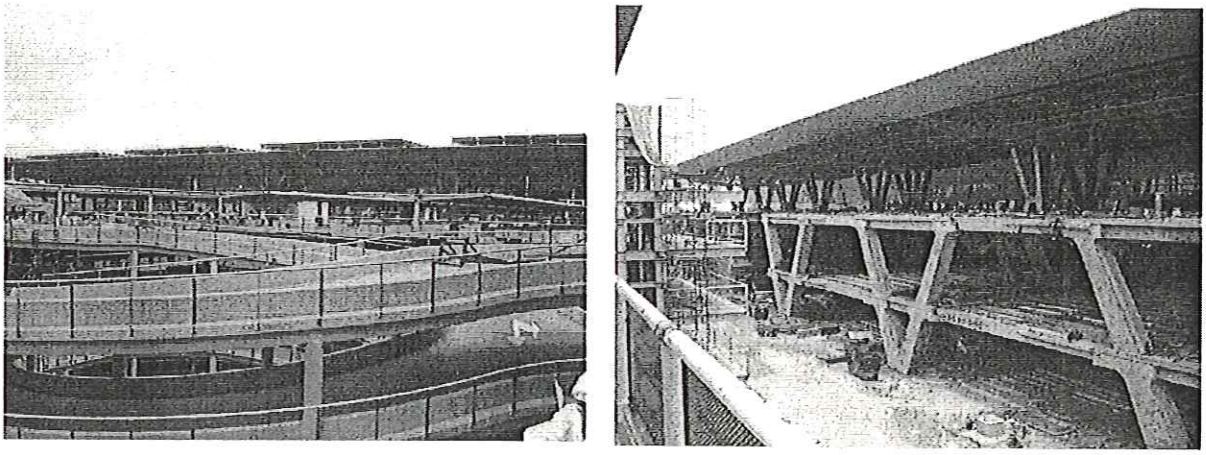
เนื่องจากปัจจุบันการออกแบบและติดตั้งระบบแสงสว่างในประเทศไทยนั้น จะใช้สายไฟฟ้าจำนวนมากในการติดตั้ง เช่น หลอดไฟ 10 ดวง จะต้องใช้สายไฟฟ้าขนาดเดียวกัน (1.5 mm) 10 ชุด โดยการเดินสายไฟจากแหล่งจ่ายไฟ ผ่านไปที่สวิทช์ควบคุม และหลอดไฟ (ดูตัวอย่างรูปที่ 1) ไม่ว่าระยะห่างของอุปกรณ์ทั้ง 3 จะห่างกันเท่าไร ก็จะจำเป็นต้องใช้สายไฟขนาดเดียวกันตลอด โดยเฉพาะอาคารสูง หรือ ห้องขนาดใหญ่ ห้างสรรพสินค้า ห้องประชุมขนาดใหญ่ พบว่ามีความสูญเปล่าของสายไฟ วิธีที่แก้ปัญหาการเดินสายไฟฟ้าขนาด 1.5 mm ไปในระยะทางที่สิ้นเปลือง คือระบบ ด้วยเหตุนี้จึงทำการคิดสิ่งที่จะนำมาใช้ในการเปิดปิดแทนการใช้สวิทช์ก็คือระบบ Intelligent-Bus (i-bus)

i-bus ซึ่งระบบนี้สามารถควบคุมสิ่งที่เกี่ยวกับวงจรไฟฟ้าได้ทั้งหมด แต่ในโครงงานนี้จะพูดถึง การจำลองระบบ i-bus ในงานแสงสว่างเท่านั้น และในระบบ i-bus มีการควบคุมหลายแบบ ซึ่งระบบหนึ่งที่ได้รับความนิยมมากก็คือการใช้ ไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งการใช้ ไมโครคอนโทรลเลอร์นั้นจะใช้แรงดันในการควบคุมการเปิดปิดน้อยมากเมื่อเทียบกับ การใช้สวิทช์ จึงทำให้โอกาสที่ จะเกิดอุบัติเหตุนั้นน้อยลงไปด้วย และใช้สายไฟน้อยกว่าทำให้ไม่สิ้นเปลืองสายไฟ แนวทางวิจัย คือจะทำอย่างไรให้ใช้สายไฟฟ้าน้อยลงหรือใช้สายไฟฟ้าที่เส้นเล็กกว่าเพื่อทั้งประหยัดสายไฟฟ้าและลดการสูญเสียในสายไฟด้วย ในต่างประเทศได้มีการนำเสนอเทคโนโลยีระบบส่องสว่างแบบใหม่ เรียกว่า ระบบ Intelligent-Bus System (i-bus)

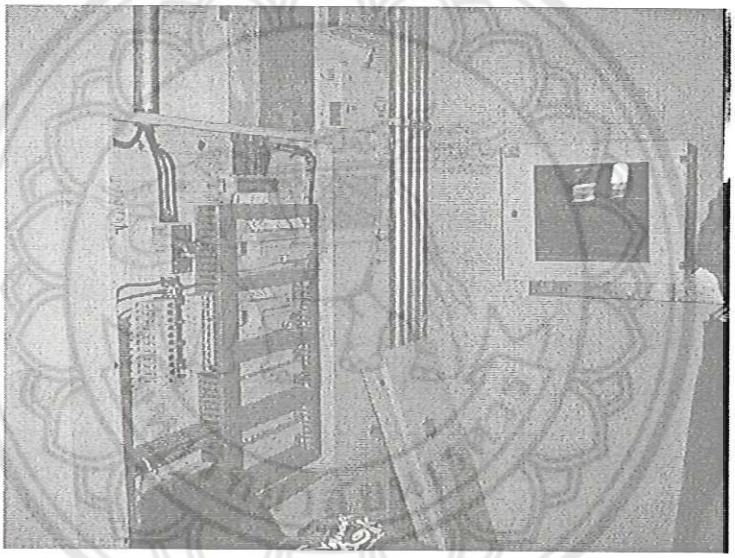


รูปที่ 1.1 เปรียบเทียบวงจรไฟฟ้าระหว่าง วงจรไฟฟ้าปกติ กับ ระบบ i-bus

ข้อสำคัญอีกอย่างคือในอาคารขนาดใหญ่ถ้าใช้สวิทช์ในการควบคุมการเปิดปิดนั้นค่อนข้างจะยุ่งยาก ลำบากและสิ้นเปลืองสายไฟมากเมื่อเทียบกับการใช้ ระบบ i-bus ซึ่งใช้ตัวควบคุมเพียงตัวเดียวในการจัดการ อีกทั้งยังสามารถควบคุมเวลาการเปิดปิดและตำแหน่งที่ต้องการโดยอัตโนมัติและแม่นยำรวมถึงยังลดปริมาณการใช้สายไฟในระบบควบคุมแสงสว่างด้วย ซึ่งจากที่กล่าวมาข้างต้นทำให้เห็นว่า ระบบ i-bus โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ เป็นระบบที่น่าสนใจโดยเฉพาะในปัจจุบันที่อยู่ในยุคของเทคโนโลยีและจะได้รับความนิยมอย่างมากในอนาคตอย่างแน่นอน



รูปที่ 1.2 สนามบินสุวรรณภูมิ



รูปที่ 1.3 รูปติดตั้ง i-bus ในสนามบินสุวรรณภูมิ

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

เพื่อศึกษาระบบ i-busในงานแสงสว่างโดยใช้ ไมโครคอนโทรลเลอร์ และเปรียบเทียบการใช้สายไฟในระบบ i-bus ในงานแสงสว่างโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ กับการ ใช้สายไฟในอาคารโดยที่ไม่ใช้ระบบ i-bus ในงานแสงสว่างโดยใช้ ไมโครคอนโทรลเลอร์ในเชิงเปรียบเทียบการสิ้นเปลืองสายไฟในการใช้งานในงานแสงสว่าง และความปลอดภัยในการเปิดปิดสวิทช์ของระบบ i-busในงานแสงสว่างโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์(ใช้แรงดันน้อยกว่ามาก)

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

ศึกษาระบบ i-bus ในด้านงานแสงสว่างโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ ในทำหน้าที่ควบคุมการเปิดปิดของระบบงานแสงสว่างได้และเปรียบเทียบระบบแสงสว่างในปัจจุบันกับระบบ i-bus ในงานแสงสว่างโดยใช้ไมโครคอนโทรเลอร์

1.4 ทฤษฎี กรอบแนวคิดของโครงการวิจัย

เนื่องจากในปัจจุบันระบบการควบคุมแสงสว่างภายในอาคาร (Lighting Control System) มีเทคโนโลยีที่ทันสมัย จึงมีความจำเป็นที่จะต้องทราบถึงหลักการทำงานของระบบควบคุมแสงสว่างอัตโนมัติ เพื่อให้ทราบถึงเทคโนโลยีสมัยใหม่ ซึ่งในการทำงานของระบบควบคุมแสงสว่างอัตโนมัติเป็นตัวป้อนคำสั่งให้กับอุปกรณ์ต่างๆ จากปัญหาข้างต้นจึงได้ทำการศึกษาเพื่อให้สามารถเข้าใจถึงหลักการทำงานและสามารถนำมาใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ การติดตั้งระบบควบคุมแสงสว่างในปัจจุบันใช้สายไฟมากดังนั้นโครงงานที่จะทำนี้ต้องทำให้ระบบควบคุมใช้สายไฟน้อยที่สุดคือเปลี่ยนจากการให้กระแสไฟไหลผ่านสวิทช์มาเป็นการส่งสัญญาณแทนโดยจะใช้รีเลย์ทำหน้าที่เป็นสวิทช์โดยการส่งไฟฟ้าแรงดันต่ำ 5V เข้าไปเหนี่ยวนำคอร์ยให้รีเลย์สับต่อวงจร การที่จะส่งสัญญาณจะต้องมีโปรแกรมเป็นตัวช่วยในสั่งงานให้รีเลย์ทำงานอีกที โดยโปรแกรมที่ใช้จะให้ทำงานผ่านไมโครคอนโทรลเลอร์โดยที่เขียนโปรแกรมภาษาซีให้กับไอซีตระกูล MSC-51 โดยใช้ไอซีเบอร์AT89C4051เป็นตัวเก็บค่าโปรแกรมการควบคุมระบบแสงสว่างโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์นั้นสามารถ ที่จะใช้ควบคุมการเปิดปิดไฟแทนสวิทช์ทั่วไปได้และยังให้ความปลอดภัยกับผู้ใช้ซึ่งผลที่ได้ระบบ i-bus สามารถที่จะนำไปใช้กับโหลดได้ทุกประเภทไม่ว่าจะเป็นโหลด Rหรือ L ระยะทางที่ระบบ i-bus สามารถติดต่อได้มีระยะทางไกลใช้ RS 485 เป็นตัวช่วยเพื่อให้ส่งสัญญาณได้ไกล

ระบบ i-bus ในงานแสงสว่างโดยใช้ ไมโครคอนโทรลเลอร์นี้เป็นระบบที่ใช้สายไฟน้อยและใช้แรงดันในการเปิดปิดสวิทช์ต่ำซึ่งเป็นระบบที่ทันสมัยโดยเฉพาะในปัจจุบันนี้ที่อยู่ในยุคของเทคโนโลยีและยังประหยัดการใช้สายไฟไม่ให้สิ้นเปลืองและยังมีความปลอดภัยในการกดสวิทช์ ถ้านำมาใช้ในประเทศไทยจะทำให้สามารถลดการใช้สายไฟเป็นจำนวนมาก

1.5 การดำเนินงานวิจัย

1 ศึกษาระบบ i-busในงานแสงสว่างโดยใช้ ไมโครคอนโทรลเลอร์

2 สร้าง i-bus จำลองควบคุมโดย ไมโครคอนโทรลเลอร์ ไอซี ตระกูล MSC-51

3 วิเคราะห์และเปรียบเทียบผลการประหยัดสายไฟฟ้าในงานการส่องสว่างในห้อง EE 606 อาคารวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ ขณะใช้ระบบ i-bus กับระบบแสงสว่างปกติ (ใช้สายไฟในการควบคุมขนาดเดียวกัน)

4 สรุปและเขียนรายงาน

1.6 ระยะเวลาที่ทำการวิจัยและสถานที่ทำการทดลองและเก็บข้อมูล

สถานที่ทำการทดลองและเก็บข้อมูล

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ระยะเวลา 1 ปี

1.7 แผนการดำเนินงานตลอดโครงการวิจัย

รายการ	เดือนที่									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10-12
1.ศึกษาระบบ i-busในงานแสงสว่างโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์										
2. สร้าง i-bus จำลองควบคุมโดย ไมโครคอนโทรลเลอร์ ไอซี ตระกูล MSC-51										
3. วิเคราะห์และเปรียบเทียบการประหยัดสายไฟฟ้าในงานการส่องสว่างในอาคารโดยใช้ระบบ i-bus ในงานแสงสว่างโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ กับการใช้สายไฟในอาคารโดยที่ไม่ใช้ระบบ i-bus ในงานแสงสว่าง										
4. สรุปและเขียนรายงาน										

1.8 ผลสำเร็จที่คาดว่าจะได้รับและหน่วยงานที่จะนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

ใช้สายไฟน้อยลงหรือใช้สายไฟที่เส้นเล็กกว่าเพื่อทั้งประหยัดสายไฟและลดการสูญเสียในสายไฟด้วย ระบบ i-bus โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ เป็นระบบที่น่าสนใจโดยเฉพาะในปัจจุบันที่อยู่ในยุคของเทคโนโลยีและจะได้รับความนิยมอย่างมากในอนาคตอย่างแน่นอน

1.9 หน่วยงานที่นำผลวิจัยไปใช้ประโยชน์

อาคารสำนักงานขนาดใหญ่ทั้งภาครัฐ และภาคเอกชน

1.10 แผนการถ่ายทอดเทคโนโลยีหรือผลวิจัยสู่กลุ่มเป้าหมาย

16.1 ประชุมวิชาการนานาชาติ และ/หรือประชุมวิชาการในประเทศ 1 เรื่อง

16.2 งานแสดงสัปดาห์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

1.11 ปัจจัยที่เอื้ออำนวยต่อการวิจัย

อุปกรณ์การวิจัยที่มีอยู่แล้ว

-

1.12 งบประมาณของโครงการวิจัย (รายละเอียดงบประมาณที่เสนอขอ)

รายการ	จำนวนเงิน (บาท)
หมวดค่าตอบแทนนักวิจัย	
ค่าตอบแทนผู้วิจัย	10,000
หมวดค่าตอบแทนใช้สอย	
ค่าตอบแทนผู้ช่วยประมวลผลข้อมูลวิจัย	5,000
ค่าตอบแทนนิสิตช่วยงาน (200 บาท X 2 คน X 90 วัน)	36,000
ค่าเดินทางไปราชการเพื่อหาข้อมูล	14,000
ค่าวัสดุทางไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์	15,000
ค่าถ่ายเอกสารและเข้าเล่มเอกสาร	5,000
ค่าหนังสือ วารสาร	7,500
ค่าวัสดุสำนักงาน	7,500
รวม	100,000

(ขออนุมัติถัวเฉลี่ยทุกรายการ)

บทที่ 2 หลักการและทฤษฎี

2.1 ทฤษฎีเกี่ยวกับไมโครคอนโทรลเลอร์

ไมโครคอมพิวเตอร์คืออะไร เมื่อเราเริ่มต้นเรียนรู้เรื่องคอมพิวเตอร์พิจารณาได้อย่างไรว่าชิ้นงานที่เห็นอยู่นั้นเป็นไมโครคอมพิวเตอร์ได้หรือไม่ให้เราพิจารณาได้จากองค์ประกอบของชิ้นงาน ซึ่งมีส่วนประกอบที่สำคัญดังนี้

1. หน่วยประมวลผลกลาง (CPU: Central Processing Unit)

มีคุณสมบัติหลัก คือการประมวลผลข้อมูลการคำนวณทางคณิตศาสตร์และลอจิก เรารู้จักกันดีในชื่อของไอซีไมโครโพรเซสเซอร์ เช่น 8080, 80286, 80486 Pentium ฯลฯ ซึ่งเป็นของบริษัท Intel หรืออาจเป็น CPU รุ่นเก่าที่มีขนาด 8 บิต เช่นเบอร์ Z80 ที่เป็นCPUของบริษัทZILOGเป็นต้น

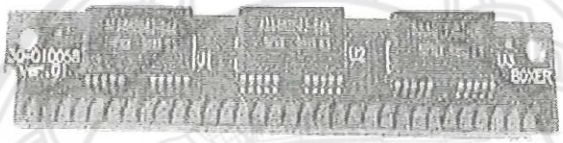
รูปที่ 2.1 แสดงไอซีไมโครโพรเซสเซอร์

2. หน่วยความจำ (Memory Unit)

หน่วยความจำรอม (ROM: Read Only Memory) เป็นหน่วยความจำแบบถาวรที่มีการบันทึกข้อมูลไว้ล่วงหน้าก่อนแล้วไม่สามารถเปลี่ยนแปลงข้อมูลหรือคำสั่งใดๆได้อีก ตัวอย่างเช่นไอซีที่เป็นไบออส* (BIOS)ของคอมพิวเตอร์ในขณะที่เริ่มเปิดเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ครั้งแรกสังเกตได้ว่าจะมีการแสดงชื่อผู้ผลิตของบริษัทหรือคุณสมบัติของเครื่องบนหน้าจอมอนิเตอร์ถ้าหากเป็นเครื่องเล่นวีดีโอ จะเป็นตัวอักษรที่ทำหน้าที่แสดงผลเพื่อ บอกให้ตั้งค่าข้อมูลต่างๆ ซึ่งไม่ว่าจะปิดแล้วเปิดกี่ครั้งตัวอักษรเดิมนั้นจะยังคงอยู่

หน่วยความจำแรม (RAM: Random Access Memory)

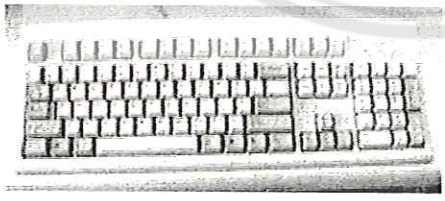
คือหน่วยความจำที่ใช้เก็บข้อมูลไว้เพียงชั่วคราวอาจเป็นข้อมูลที่CPU ต้องการประมวลผลในขณะนั้น และเมื่อ CPU ประมวลผลเรียบร้อยแล้วอาจลบหรือเปลี่ยนข้อมูลได้ บางครั้งเมื่อหยุดการจ่ายไฟให้กับวงจรจะทำให้ข้อมูลสูญหายไปได้ในทันที ตัวอย่างเช่น ขณะที่เรากำลังพิมพ์งานแต่ยังไม่ได้บันทึกข้อมูลไว้ในส่วนใด ข้อมูลนี้จะถูกเก็บไว้ที่หน่วยความจำแรมก่อนหากเกิดเหตุการณ์ไฟฟ้าดับจะทำให้ข้อมูลสูญหายไปได้ หรือการเก็บค่าของเวลาและอุณหภูมิของเครื่องไมโครเวฟ ที่สามารถเปลี่ยนแปลงค่าได้ตลอด หน่วยความจำแบบแรมนี้จะแตกต่างกับหน่วยความจำแบบรอม โดยหน่วยความจำแบบรอมจะไม่สามารถแก้ไข ข้อมูลได้ในขณะนั้น ในขณะที่หน่วยความจำแบบแรมไม่สามารถเก็บค่าข้อมูลไว้ได้ตลอดดังนั้นหากต้องการให้ข้อมูลคงอยู่ต้องใช้แบตเตอรี่สำรองไฟฟ้าไว้



รูปที่ 2.2 แสดงหน่วยความจำแรม

3. หน่วยอินพุต (Input Unit)

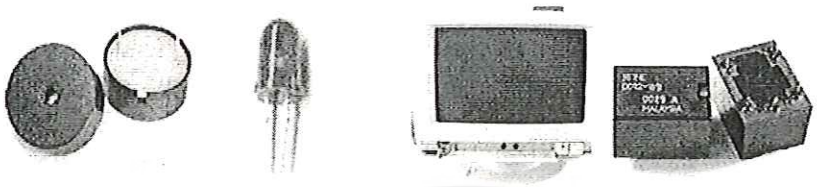
เป็นหน่วยที่ใช้สำหรับการรับสัญญาณข้อมูลจากภายนอกเช่น คีย์บอร์ด สแกนเนอร์ หรือที่รับสัญญาณมาจากอุปกรณ์เซนเซอร์ *(Sensor) ซึ่งอาจเป็นค่าแรงเสียดทานของล้อรถยนต์ขณะเบรกการกดปุ่มสวิตซ์ตั้งเวลาของวีดีโอเทป ฯลฯ กล่าวได้ว่าส่วนที่เป็นอินพุต คือส่วนที่ทำหน้าที่ป้อนข้อมูล



รูปที่ 2.3 แสดงคีย์บอร์ด ปุ่มสวิตซ์

4. หน่วยเอาต์พุต (Output Unit)

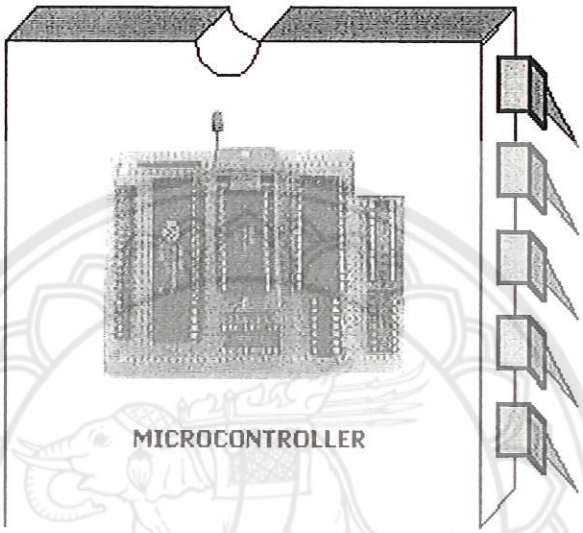
เป็นหน่วยที่ใช้สำหรับการแสดงผลของข้อมูลเช่นจอมอนิเตอร์ พรินเตอร์ เครื่องตัดสติกเกอร์หรืออุปกรณ์ประเภทแอลอีดี*(LED) ลำโพง มอเตอร์ รีเลย์ หลอดไฟ ฯลฯ



รูปที่ 2.4 แสดงหน่วยเอาต์พุต

ไมโครคอนโทรลเลอร์คืออะไร ปัจจุบันการพัฒนาและการแข่งขันทางด้านเทคโนโลยีผลิตชิ้นส่วนสารกึ่งตัวนำ ที่นำไปสร้างเป็นไอซีมี ประสิทธิภาพสูงมากขึ้นและมีเทคโนโลยีที่เกิดจากการผลิตของบริษัทต่างๆซึ่ง ส่งผลให้การผลิตชิพไอซีมีขนาดที่เล็กลง แต่มีประสิทธิภาพและคุณสมบัติต่างๆมากขึ้นไอซีที่ถูกสร้างเป็นแบบ LSI (Large Scale Integrate Circuit) เป็นเทคโนโลยีการสร้างโดยการนำเอาทรานซิสเตอร์จำนวนมากมาสร้างเป็นไอซีดิจิตอลที่ซับซ้อนโดยทำขึ้นเพื่อหน้าที่เป็นหน่วยประมวลผลข้อมูลหรือ เรียกว่าไมโครโพรเซสเซอร์ (Microprocessor) ที่มีคุณสมบัติหลัก คือการประมวลผลข้อมูลการคำนวณทางคณิตศาสตร์ และลอจิก ถ้าหากมีการติดต่อกับหน่วยความจำที่เป็นแบบแรมแบบรอม หรืออุปกรณ์ภายนอกที่เป็นอินพุต-เอาต์พุตต้องมีการต่ออุปกรณ์อื่น ๆ ร่วมด้วย เพื่อทำหน้าที่เลือกอุปกรณ์ในการติดต่อหรือวงจรถอดรหัส (Decoder) ซึ่งสามารถทำงานได้ภายใต้การควบคุมของโปรแกรม และ ในการที่เรานำไมโครโพรเซสเซอร์มาเป็นตัวประมวลผลกลางมีหน่วยความจำแบบแรมพอร์ตอินพุตและเอาต์พุตเราเรียกว่าไมโครคอมพิว-เตอร์ เป็นสิ่งไม่คุ้มกับการลงทุนหากนำมาใช้ในงานควบคุมขนาดเล็ก และอาจต้องใช้เนื้อที่มาก ในการออกแบบ ดังนั้นการพัฒนาด้านเทคโนโลยีในการสร้างชิพ จึงมีการรวบรวมคุณสมบัติที่ต้องการใช้งานมาอยู่ในตัวเดียวกันคือมีองค์ประกอบเกือบทุกอย่างของคอมพิวเตอร์อยู่ภายในตัวไอซี ที่เราเรียกว่าไมโครคอมพิวเตอร์แบบชิพเดี่ยวประกอบด้วยอุปกรณ์พื้นฐานเหมือนไมโครคอมพิวเตอร์ เช่นหน่วยประมวลผลกลางขนาดเล็ก (8บิต -16 บิต) และหน่วยประมวลผล ที่สามารถเข้าข้อมูลแบบบิตหน่วยความจำข้อมูลพื้นฐานแบบแรมขนาด 128 ไบต์ และบรรจุหน่วยความจำโปรแกรมประเภทรอม (บางเบอร์) สามารถใช้งานให้เป็นได้ทั้งอินพุตและเอาต์พุตมีวงจรสื่อสารอนุกรมแบบ ฟลูดูเพล็กซ์วงจร Counter/Timer ที่อยู่ภายในสามารถต่ออุปกรณ์ที่ใช้ในการสร้างวงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกาเช่น คริสตอล* (Crystal)และตัวเก็บประจุก็

สามารถใช้งานได้เป็นต้น เราเรียกกันทั่วๆไปว่า ไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์(Microcontroller) ดังนั้นเมื่อเราต้องการใช้งานควบคุมขนาดเล็ก เช่น เตาไมโครเวฟ เครื่องซักผ้า เครื่องเล่นวีดีโอเทปและเครื่องใช้ไฟฟ้าอื่น ๆ เราจึงนิยมนำไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์มาใช้งาน เพราะมีทุกอย่างพร้อมในตัวเดียวกัน ประกอบกับมีขนาดที่เล็กอุปกรณ์ที่จะนำมาต่อร่วมมีน้อยและเหมาะสำหรับใช้งานในการคำนวณที่ไม่ซับซ้อนมากนัก



รูปที่ 2.5 แสดงไมโครคอนโทรลเลอร์

2.2 ไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

จากความก้าวหน้าของเทคโนโลยีจึงพบว่าอุปกรณ์บางส่วนที่นำมาควบคุมในเครื่องใช้ไฟ-ฟ้า ระบบวัดคุมทางอิเล็กทรอนิกส์ หรือ โครงงานในวารสารต่าง ๆจะนำเสนอในรูปแบบของไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งเทคโนโลยีดังกล่าวมีบริษัทต่างๆ ที่ผลิตออกมาแข่งขันด้านคุณสมบัติ และการใช้งานกันในตลาด อาทิเช่น Intel, Atmel, Microchip, Motorola ส่วนทางด้านการศึกษาและการเรียนรู้นั้น มีการพัฒนาทางด้านการเรียนการสอนวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยบริษัทต่างๆ แข่งขันกันเพื่อสร้างชุดฝึกตอบสนองต่อความต้องการเรียนรู้ ความสะดวกในการสร้างชุดทดลองของนักศึกษาและผู้ที่ สนใจ ในขณะเดียวกันกันเรา ซึ่งเป็นผู้ตามเพื่อศึกษาเทคโนโลยีที่ทิ้งห่างทุกขณะจึงต้องใช้ชุดทดลองที่ถูกกำหนดรูปแบบและราคาทั้งที่อุปกรณ์ที่เป็นอุปกรณ์ร่วมกับเทคโนโลยีบางอย่าง เรากลับทิ้งไปและไม่ได้นำมาใช้งานยกตัวอย่าง เช่นMain Board ,CD-ROM หรือ Hard disk ที่ใช้งานไม่ได้แล้ว เรานำอุปกรณ์ภายในมาใช้งานได้กี่ชิ้นบ้าง ตลอดจนตัวต้านทานและตัวเก็บประจุ ที่เป็นอุปกรณ์ติดบนผิวหน้าแบบ SMD* (Surface mounted device) หน่วยความจำชนิดแรม และรอม แผ่นระบายความร้อนสเตปปิ้งมอเตอร์ *(Stepping Motor) คอนเนคเตอร์ (connector) ฯลฯ ซึ่งพร้อมที่จะให้เราใช้งาน มากกว่าที่จะได้เพิ่มมาจากการซื้อชุดทดลองใหม่

ดังนั้น ไมโครคอนโทรลเลอร์จึงถูกเลือกใช้ในการทดลองด้วยเหตุผลในการใช้อุปกรณ์ที่ต่อร่วมในวงจรน้อยชิ้น ราคาถูก หาแหล่งข้อมูลได้ง่ายมีการพัฒนาประสิทธิภาพ ในการประมวลผล เทียบเท่าไมโครโพรเซสเซอร์ขนาด 8 บิต -16บิต และ ใช้ในการพัฒนากับงานที่ไม่ต้องการความซับซ้อนซึ่งจะทำให้มีความสะดวกมากขึ้นปัจจุบันมีไอซีของสองบริษัทที่เรานิยมใช้ในงานออกแบบ และสำหรับในการเรียนการสอนในสถาบันหลายแห่ง คือ ไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์ของบริษัท Microchip ตระกูล 16FXXX และไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 จากหลายบริษัทที่ผลิตออกมามากมายหลายเบอร์ แต่คำสั่งจะใกล้เคียงกัน ดังนั้น การทดลองในหนังสือเล่มนี้จึงเลือกใช้งานไอซี ไมโครคอนโทรลเลอร์ของตระกูล MCS-51 ด้วยเหตุผลเพราะมีข้อมูล และตัวอย่างที่หลากหลายหามาใช้งานได้ง่าย แต่ก็ไม่ได้ตัดสินว่าดีกว่าไอซีในตระกูลอื่นๆ ดังนั้น ในการออกแบบชุดทดลองที่ใช้งานร่วมกับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ของ MCS-51 ที่จะแนะนำให้สร้างขึ้นนี้ สามารถที่จะนำมาใช้งานร่วมกับไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์ได้ทุกเบอร์ และทุกตระกูล

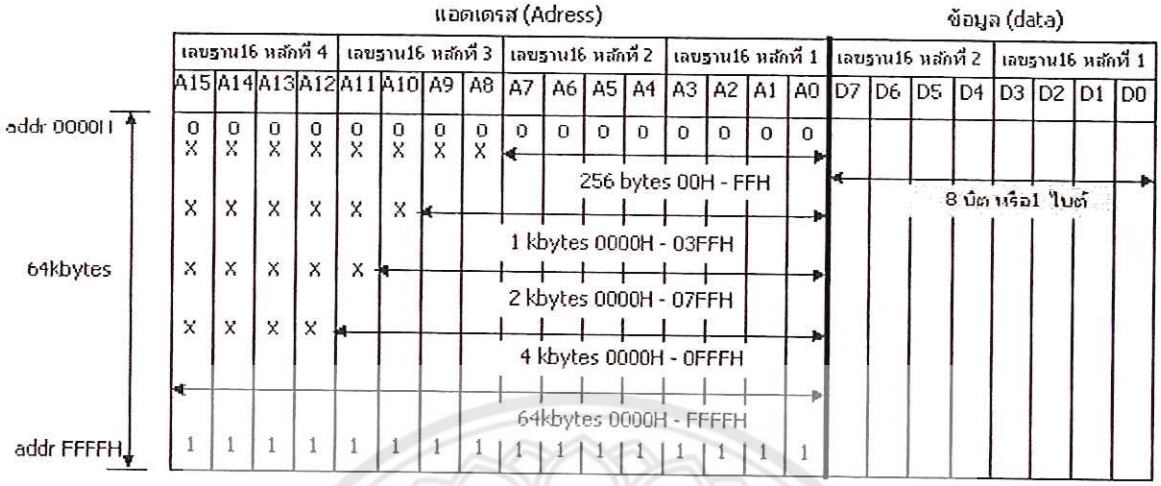
2.3 การจัดหน่วยความจำของไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์

หน้าที่การทำงานของหน่วยความจำจะทำหน้าที่เก็บโปรแกรมคำสั่งและข้อมูลที่จะใช้ในการกำหนดค่าต่างๆให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์หรือใช้เก็บค่าต่างๆที่ไมโครคอนโทรลเลอร์ได้กระทำตามคำสั่ง การจัดหน่วยความจำของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 จะแบ่งหน่วยความจำออกเป็น 3 กลุ่มคือ

1. หน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรม(ProgramMemory)หรือ(CodeMemory)
2. หน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูล(DataMemory)
3. รีจิสเตอร์ที่ทำหน้าที่เฉพาะ (Special Function)

การจัดหน่วยความจำของไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์

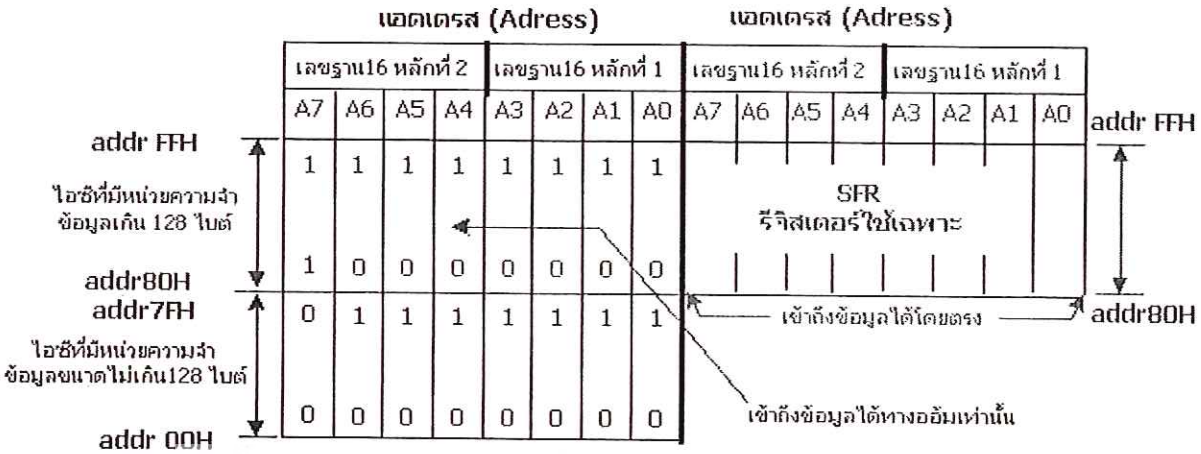
1. หน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรม (Program Memory) หรือหน่วยความจำรหัสคำสั่ง (Code Memory) หน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรม(ทำหน้าที่เช่นเดียวกับรอม)หรือหน่วยความจำรหัสคำสั่ง (Code Memory) จะทำหน้าที่เก็บชุดคำสั่งเพื่อให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ปฏิบัติตามคำสั่งนั้นๆ ยกตัวอย่าง เช่นในขณะที่เราเปิดเครื่องไมโครเวฟ จะมีการแสดงผลรายการหลักที่หน้าจอ LCD เพื่อคอยให้เราป้อนค่าเวลาที่ต้องการจะอุ่นอาหาร คำสั่งที่จอ LCD เพื่อให้เราป้อนข้อมูลนั้นจะเขียนคำสั่งอยู่ในส่วนของหน่วยความจำโปรแกรมนั้นเอง ถึงเราจะเปิดเครื่องไมโครเวฟกี่ครั้ง ก็จะมีการแสดงผลที่ LCD ให้เราป้อนค่าเวลาที่ต้องการเหมือนเดิม ภายในตัวไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ AT89C1051,AT89C2051 และ AT89C4051 จะมีหน่วยความจำที่เก็บโปรแกรมได้ 1 Kbytes, 2 Kbytes และ 4 Kbytes ตามลำดับ หน่วยความจำจะเป็นลักษณะแบบแฟลช ที่มีคุณสมบัติในการใช้งานโดยสามารถจะทำการลบข้อมูลด้วยไฟฟ้า และเก็บข้อมูลเข้าเก็บไว้ในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ ได้กว่า 1000 ครั้ง โดยใช้เครื่องโปรแกรมที่ไม่ยุ่งยากและราคาไม่แพง (สามารถรักษาข้อมูลไว้ได้นานหลายปี) ข้อสังเกต ส่วนของแอดเดรส(ADRRES)ไม่สามารถที่จะใช้ตำแหน่งเดียวกันได้แต่ข้อมูล(DATA)สามารถที่จะมีข้อมูลเหมือนกันได้จากตารางอุปมาเหมือนกับมีกระดาษจำนวนเท่ากับ 2n บรรทัดมาให้ ดังนั้นหากต้องการเขียนข้อมูลใดๆลงในแต่ละบรรทัด จะต้องมีตำแหน่งของบรรทัดที่ไม่ซ้ำกัน และการที่จะเลือกจำนวนของบรรทัด ขึ้นอยู่กับปริมาณของข้อมูลที่ต้องการจะเขียน ยกตัวอย่างเช่นหากต้องการขนาดของข้อมูลในการเขียนโปรแกรมเพียง 2000 บรรทัด อาจจะเลือกใช้หน่วยความจำขนาด 2Kbytes โดยมีแอดเดรสตั้งแต่ 0000H - 07FFH



รูปที่ 2.6 แสดงหน่วยความจำสำหรับโปรแกรม

2. หน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูล (Data Memory)

หน่วยความจำข้อมูล(RAM)จะทำหน้าที่เก็บรักษาข้อมูลโดยข้อมูลอาจจะเป็นค่าหลังจากไมโครคอนโทรลเลอร์ ทำการการประมวลผล หรือเก็บค่าข้อมูลที่จะให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์ประมวลผลในขณะนั้น และจะทำหน้าที่เป็น สแตก (Stack)บางส่วน (ส่วนของสแตกจะอธิบายในลำดับต่อไป) ยกตัวอย่างเช่น ถ้าเป็นเครื่องไมโครเวฟที่ใช้สำหรับอุ่นอาหาร ก็คือส่วนที่เราป้อนข้อมูลเช่นเวลา หรืออุณหภูมิที่เป็นปัจจุบัน หลังจากหน่วยความจำโปรแกรมแสดงรายการ หลักที่ LCD นั้นเอง สังเกตว่าหากเราปิดเครื่อง แล้วเปิดเครื่องใหม่อีกครั้งหนึ่ง ค่าข้อมูลที่เป็นเวลา และอุณหภูมิเดิมที่เรากำหนดไว้ในครั้งแรกก็จะหายไป และจะให้เราป้อนค่าข้อมูลใหม่อีกครั้ง ดังนั้นการที่จะรักษาข้อมูลเดิมไว้ได้ จะต้องมีแหล่งจ่ายไฟสำรองไว้สำหรับเพื่อเลี้ยงให้กับตัวไอซีตลอดเวลา หรือที่ เรียกว่า Battery backup* สำหรับไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ AT89C1051 จะมีหน่วยความจำที่เก็บข้อมูลได้ 64 bytes ส่วนAT89C2051 และ AT89C4051 จะมีหน่วยความจำที่เก็บข้อมูลได้ 128 bytes



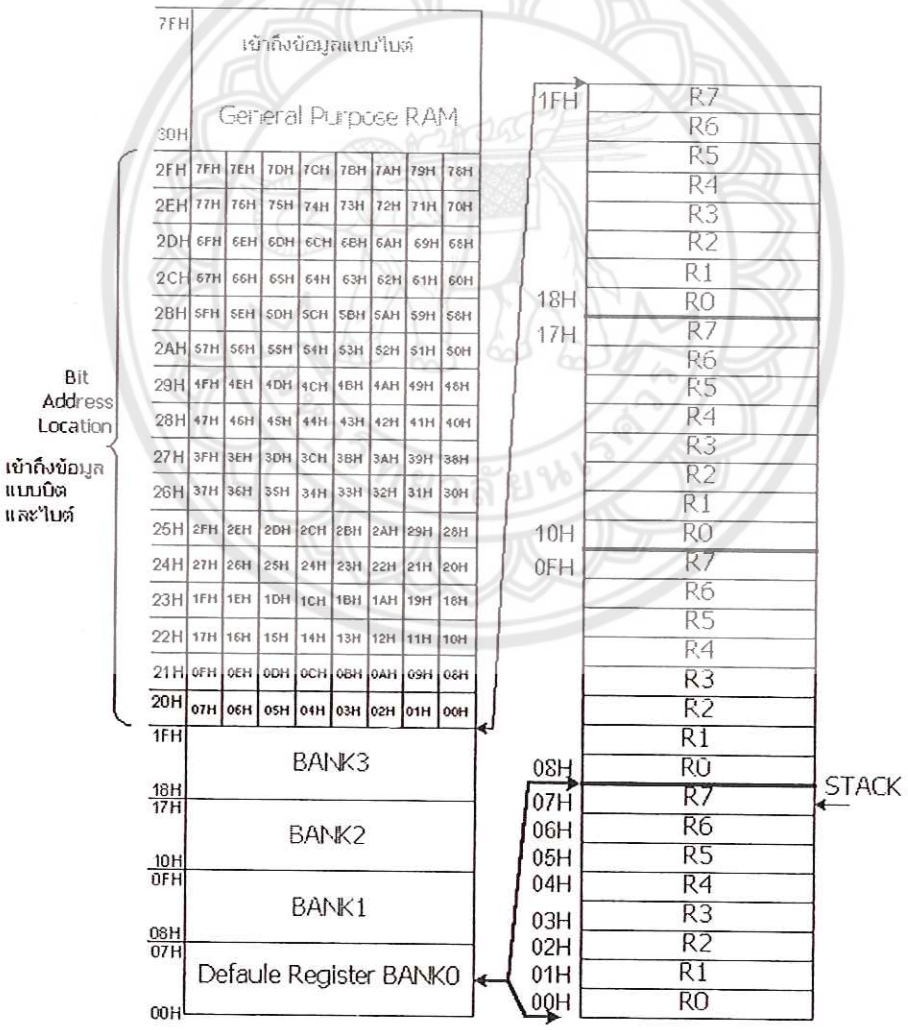
รูปที่ 2.7 ตำแหน่งแอดเดรสของหน่วยความจำข้อมูลภายใน (Internal data memory)

หน่วยความจำข้อมูลภายในยังแบ่งส่วนของการใช้งานได้อีกเป็นสองส่วนคือหน่วยความจำข้อมูลภายใน 128 ไบต์จะเป็นหน่วยความจำที่ใช้งานทั่วไปอยู่ที่ตำแหน่งแอดเดรส 00H-7FH และหน่วยความจำในตำแหน่งแอดเดรสที่ 80H-FFH ซึ่งจะเป็นส่วนของรีจิสเตอร์เฉพาะ (Special Function Register) ในส่วนของหน่วยความจำที่ใช้งานทั่วไป จะแสดงได้ดังรูป2.7 โดยพื้นที่ของหน่วยความจำข้อมูลภายในที่ตำแหน่งแอดเดรส 00H-7FH ก็ยังสามารถที่จะแบ่งออกเป็นส่วนย่อยได้ดังนี้

1. พื้นที่ในหน่วยความจำข้อมูล (แรม)ตำแหน่งที่ 00H-1FH จำนวน32ไบต์ จะถูกแบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม เรียกว่า แบงค์ (Bank) และในแต่ละแบงค์ จะมี 8 ไบต์ ดังแสดงในรูป10 พื้นที่ในแต่ละแบงค์จะถูกใช้งานเป็นรีจิสเตอร์ที่ใช้งานทั่วไป(รีจิสเตอร์R0-R7เป็นรีจิสเตอร์ที่มีขนาด8บิตหรือ1ไบต์)โดยที่รีจิสเตอร์R0จะอยู่ในตำแหน่งแรกของแต่ละแบงค์และรีจิสเตอร์R7จะอยู่ในตำแหน่งสุดท้ายของแต่ละแบงค์ ในการนำไปใช้งาน จะเลือกใช้รีจิสเตอร์ R0-R7 ได้เพียงแบงค์เดียว และเลือกใช้พื้นที่ของรีจิสเตอร์ R0-R7 ในแบงค์ใดๆก็ได้ โดยการกำหนดค่าข้อมูลที่รีจิสเตอร์ PSW ในส่วนของรีจิสเตอร์เฉพาะ (Special Function Register) หากไม่ได้กำหนดค่าใดๆเลย เมื่อทำการรีเซตให้กับไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์จะถูกกำหนดให้เริ่มต้นใช้งานที่รีจิสเตอร์ R0-R7ในหน่วยความจำตำแหน่งแบงค์0ให้เองดังนั้นในการทดลองเริ่มต้นในส่วนแรกๆเราจะยังไม่กำหนดค่าใดๆในการเลือกใช้งานรีจิสเตอร์แบงค์อื่นๆ (จะใช้เพียงรีจิสเตอร์ R0-R7ในหน่วยความจำตำแหน่งแบงค์0ที่ถูกกำหนดมาให้เท่านั้นก่อน)

2. พื้นที่ในหน่วยความจำข้อมูลภายใน (แรม) ตำแหน่งแอดเดรสที่ 20H-2FH จำนวน 16 ไบต์ เป็นส่วนที่สามารถใช้งานในลักษณะการเข้าข้อมูลแบบไบต์หรือแบบบิตได้และสามารถอ้างตำแหน่งแบบบิตได้โดยตรง เพียงแต่ระบุตำแหน่งหรือชื่อของบิตนั้นๆได้ ซึ่งจะมีด้วยกันอยู่จำนวนทั้งหมด 128 บิต แต่ละบิตจะมีหมายเลขตำแหน่งของบิตคือ 00H-7FH โดยตำแหน่งบิตที่ 00H ก็คือข้อมูลของบิตต่ำสุดในตำแหน่งแอดเดรสที่ 20H หรือ เราอาจเรียกว่า(20H.1) และตำแหน่งของบิตที่ 7FH คือข้อมูลบิตสูงสุดในตำแหน่งแอดเดรสที่ 2FH หรือเราอาจเรียกว่า (20H.7) การอ้าง ตำแหน่งแบบบิตจะทำให้โปรแกรมทำงานได้รวดเร็วขึ้น

3. พื้นที่บริเวณหน่วยความจำข้อมูลในตำแหน่งที่ 30H-7FH จะเป็นพื้นที่หน่วยความจำใช้งานทั่วไป และการติดต่อกับข้อมูลในตำแหน่งต่างๆ ของหน่วยความจำส่วนนี้จะอ้างตำแหน่งข้อมูลได้ในลักษณะของแบบไบต์เท่านั้น และพื้นที่ส่วนนี้เราอาจจะใช้เป็นสแตกได้ (รายละเอียดของสแตก อยู่ในเรื่องหน่วยความจำแบบ SFR)



รูปที่ 2.8 แสดงการเข้าถึงข้อมูลแบบบิตและไบต์

2.4 การจัดขาของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51(เบอร์ AT89C4051)

VCC ต่อไฟเลี้ยง (supply voltage)

GND ต่อกราวด์ (ground)

พอร์ต1 (P1.0-P1.7)มีจำนวน 8 ขา แต่ละขาเรียกได้เป็น 1 บิต สามารถที่จะกำหนดให้เป็นได้ทั้งพอร์ตอินพุตและ พอร์ตเอาต์พุตสำหรับใช้งานทั่วไป ถ้าต้องการให้ขาพอร์ตใดเป็นอินพุต ก็สามารถทำได้โดยการเขียนข้อมูล ลอจิก "1" ไปยังแต่ละบิตของพอร์ตที่ต้องการติดต่อ

พอร์ต3 (P3.0-P3.7) มีจำนวน 7 ขา แต่ละขาเรียกได้เป็น 1 บิต แต่ในส่วนของวงจรภายในไอซีจะมีขาของ พอร์ต 3 อยู่ทั้งหมด 8 ขา เพียงแต่ขา P3.6 จะไม่ได้ต่อออกมาใช้งานภายนอกของตัวไอซี แต่ใช้เป็นขารับสถานะ ของผลการเปรียบเทียบสัญญาณ Analog Comparator Input ระหว่างพอร์ต P1.0 และ P1.1 จากภายนอก ดังนั้นขาทั้ง 7 ขาที่ต่อใช้งานภายนอกของไอซี สามารถที่จะกำหนดให้เป็นได้ทั้งพอร์ตอินพุตและพอร์ตเอาต์พุต สำหรับใช้งานทั่วไป ถ้าหากต้องการกำหนดให้ขาพอร์ตใดเป็นอินพุต สามารถที่จะทำได้โดยการเขียนข้อมูลให้เป็น ลอจิก "1" ไปยังแต่ละบิตของพอร์ตที่ต้องการจะติดต่อด้วย (รายละเอียดอยู่บทที่ 5 เรื่องพอร์ต) นอกจากนั้นขาของ พอร์ต 3 จะยังเป็นขาที่มีหน้าที่การใช้งานพิเศษ

P3.0 ใช้เป็นขาอินพุตสำหรับรับข้อมูลจากการสื่อสารแบบอนุกรม หรือขา RxD

P3.1 ใช้เป็นขาอินพุตสำหรับส่งข้อมูลจากการสื่อสารแบบอนุกรม หรือขา TxD

P3.2 ใช้เป็นขาอินพุตรับสัญญาณอินเตอร์รัพท์จากภายนอกช่อง 0 หรือขา INT0

P3.3 ใช้เป็นขาอินพุตรับสัญญาณอินเตอร์รัพท์จากภายนอกช่อง 1 หรือขา INT1

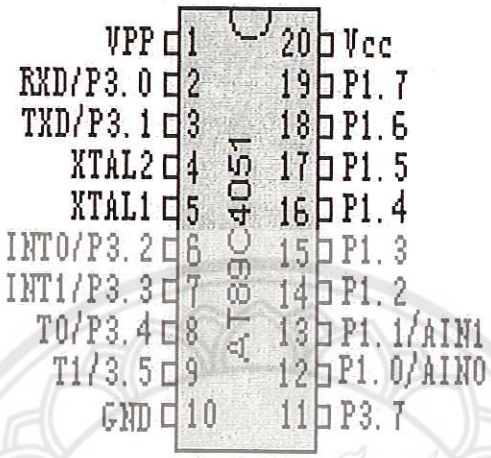
P3.4 ใช้เป็นขาอินพุตสำหรับรับสัญญาณไทเมอร์จากภายนอกช่อง 0 หรือขา T0

P3.5 ใช้เป็นขาอินพุตสำหรับรับสัญญาณไทเมอร์จากภายนอกช่อง 1 หรือขา T1

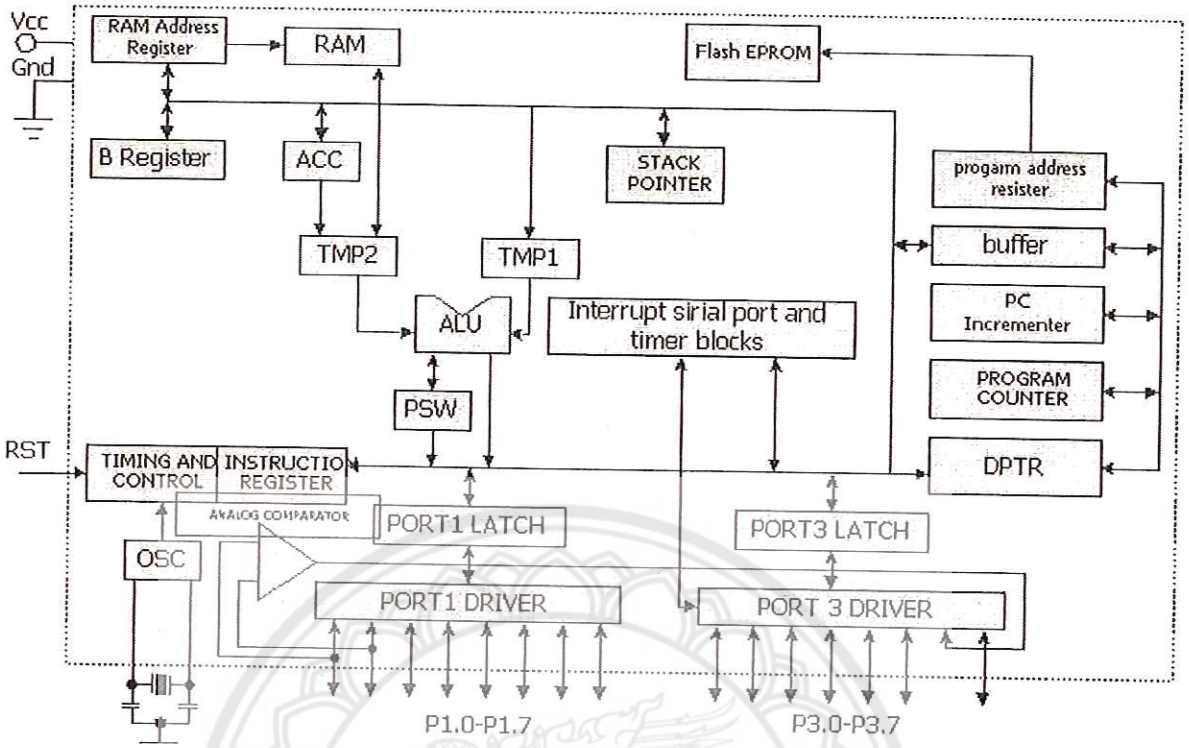
P3.7 ใช้เป็นขาอินพุตและเอาต์พุตสำหรับใช้งานทั่วไป *** P3.6อยู่ภายในไอซีไม่ได้ต่อออกมาภายนอก แต่ใช้เป็นขารับสถานะของการเปรียบเทียบสัญญาณ Analog Comparator Input ระหว่างพอร์ต P1.0 และ P1.1 จากภายนอก

รีเซต(Reset) เป็นขาที่ใช้รับสัญญาณในการรีเซต โดยจะรีเซตระบบการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ ในการป้อนสัญญาณนั้นจะต้องทำให้สถานะ ที่ขานี้อยู่ในระดับลอจิก"1" (high) อย่างน้อย 2 แมชชีนไซเคิล * โดยที่วงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกายังคงทำงานต่อเนื่องไปอย่างเป็นปกติ

XTAL 1 และ **XTAL 2** เป็นขาที่ใช้สำหรับต่อกับตัวคริสตอล เพื่อสร้างสัญญาณนาฬิกาในการกำหนดจังหวะ การทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์



รูปที่ 2.9 การจัดขาของMCS-51



รูปที่ 2.10 แสดงโครงสร้างภายในของไอซีเบอร์ AT89CX051

2.5 รีเลย์

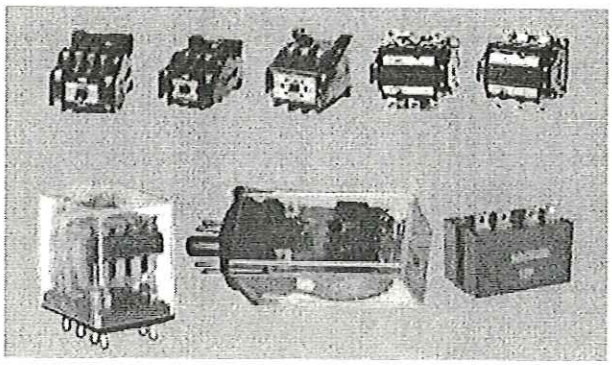
รีเลย์คือ อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ทำหน้าที่ ตัด-ต่อวงจร คล้ายกับสวิตช์ โดยใช้หลักการหน้าสัมผัสและการที่จะให้มันทำงานก็ต้องจ่ายไฟให้มันตามที่กำหนด เพราะเมื่อจ่ายไฟให้กับตัวรีเลย์ มันจะทำให้หน้าสัมผัสติดกันกลายเป็นวงจรปิดและตรงข้ามทันทีที่ไม่ได้จ่ายไฟให้มัน มันก็จะกลายเป็นวงจรเปิดไฟที่เราใช้ป้อนให้กับตัวรีเลย์ก็จะเป็นไฟที่มาจาก เพาเวอร์ฯ ของเครื่องเราดังนั้นทันทีที่เปิดเครื่อง ก็จะทำให้รีเลย์ทำงาน

รีเลย์ (Relay)

เป็นอุปกรณ์ทำหน้าที่เป็นสวิตช์มีหลักการทำงานคล้ายกับขดลวดแม่เหล็กไฟฟ้าหรือโซลินอยด์ (solenoid)รีเลย์ใช้ในการควบคุมวงจรไฟฟ้าได้อย่างหลากหลายรีเลย์เป็นสวิตช์ควบคุมที่ทำงานด้วยไฟฟ้า แบ่งออกตามลักษณะการใช้งานได้เป็น 2 ประเภทคือ

1. รีเลย์กำลัง(Power relay)หรือมักเรียกกันว่าคอนแทกเตอร์(Contactor or Magnetic contactor) ใช้ในการควบคุมไฟฟ้ากำลัง มีขนาดใหญ่กว่ารีเลย์ธรรมดา

2. รีเลย์ควบคุม(Control Relay) มีขนาดเล็กกำลังไฟฟ้าต่ำ ใช้ในวงจรควบคุมทั่วไปที่มี กำลังไฟฟ้าไม่มากนักหรือเพื่อการควบคุมรีเลย์หรือคอนแทกเตอร์ขนาดใหญ่รีเลย์ควบคุมบางทีเรียกกันง่าย ๆ ว่า "รีเลย์"



รูปที่ 2.11 ลักษณะของรีเลย์แบบต่าง ๆ

ชนิดของรีเลย์

การแบ่งชนิดของรีเลย์สามารถแบ่งได้ 3 แบบ คือ

2.5.1 ชนิดของรีเลย์แบ่งตามลักษณะของคอยล์ หรือ แบ่งตามลักษณะการใช้งาน (Application) ได้แก่ รีเลย์ดังต่อไปนี้

1. รีเลย์กระแส (Current relay)คือรีเลย์ที่ทำงานโดยใช้กระแสมีทั้งชนิดกระแสขาด (Under- voltage) และกระแสเกิน (Over current)
2. รีเลย์แรงดัน (Voltage relay) คือ รีเลย์ ที่ทำงานโดยใช้แรงดันมีทั้งชนิดแรงดันขาด (Under-voltage) และ แรงดันเกิน (Over voltage)
3. รีเลย์ช่วย (Auxiliary relay) คือ รีเลย์ที่เวลาใช้งานจะต้องประกอบเข้ากับรีเลย์ชนิดอื่น จึงจะทำงานได้
4. รีเลย์กำลัง (Power relay) คือ รีเลย์ที่รวมเอาคุณสมบัติของรีเลย์กระแส และรีเลย์แรงดันเข้าด้วยกัน
5. รีเลย์เวลา(Time relay) คือรีเลย์ที่ทำงานโดยมีเวลาเข้ามาเกี่ยวข้องด้วย ซึ่งมีอยู่ด้วยกัน 4 แบบ คือ
   - รีเลย์กระแสเกินชนิดเวลาผกผันกับกระแส (Inverse time over current relay) คือ รีเลย์ ที่มีเวลาทำงานเป็นส่วนกลับกับกระแส
   - รีเลย์กระแสเกินชนิดทำงานทันที (Instantaneous over current relay) คือรีเลย์ที่ทำงานทันทีทันใดเมื่อมีกระแสไหลผ่านเกินกว่าที่กำหนดที่ตั้งไว้
   - รีเลย์แบบดิฟฟินิตไทม์เล็ก (Definite time lag relay) คือ รีเลย์ ที่มีเวลาการทำงานไม่ขึ้นอยู่กับความมากน้อยของกระแสหรือค่าไฟฟ้าอื่นๆ ที่ทำให้เกิดงานขึ้น
   - รีเลย์แบบอินเวอสดิฟฟินิตมินิมั่มไทม์เล็ก (Inverse definite time lag relay) คือ รีเลย์ที่ทำงานโดยรวมเอาคุณสมบัติของเวลาผกผันกับกระแส (Inverse time) และ

แบบดิฟฟีนิตไทม์แล็ก (Definite time lag relay) เข้าด้วยกัน

6. รีเลย์กระแสต่าง (Differential relay) คือ รีเลย์ที่ทำงานโดยอาศัยผลต่างของกระแส

7. รีเลย์มีทิศ (Directional relay) คือรีเลย์ที่ทำงานเมื่อมีกระแสไหลผิดทิศทาง มีแบบรีเลย์กำลังมีทิศ (Directional power relay)และรีเลย์กระแสมีทิศ(Directional current relay)

8. รีเลย์ระยะทาง (Distance relay) คือ รีเลย์ระยะทางมีแบบต่างๆ ดังนี้

- รีแอกแตนซ์รีเลย์ (Reactance relay)
- อิมพีแดนซ์รีเลย์ (Impedance relay)
- โมห์รีเลย์ (Mho relay)
- โอห์มรีเลย์ (Ohm relay)
- โพลาไรซ์โมห์รีเลย์ (Polaized mho relay)
- ออฟเซทโมห์รีเลย์ (Off set mho relay)

9. รีเลย์อุณหภูมิ (Temperature relay) คือ รีเลย์ที่ทำงานตามอุณหภูมิที่ตั้งไว้

10.รีเลย์ความถี่ (Frequency relay) คือ รีเลย์ที่ทำงานเมื่อความถี่ของระบบต่ำกว่าหรือมากกว่าที่ตั้งไว้

11.บูคโฮลซ์รีเลย์ (Buchholz 's relay) คือรีเลย์ที่ทำงานด้วยก๊าซ ใช้กับหม้อแปลงที่แช่อยู่ในน้ำมันเมื่อเกิด ฟอลต์ ขึ้นภายในหม้อแปลง จะทำให้น้ำมันแตกตัวและเกิดก๊าซขึ้นภายในไปดันหน้าสัมผัส ให้รีเลย์ทำงาน

2.5.2 รีเลย์ไฟตรงหรือไฟสลับ

รีเลย์ตามแบบที่อธิบายมาแล้วเป็นรีเลย์ไฟตรง แต่ในหลายๆกรณีก็อาจจะหาไฟตรงมาป้อนให้กับขดลวดไม่ได้ จำเป็นต้องใช้ไฟสลับ ข้อเสียจากการใช้ไฟสลับมีอยู่ 2 ประการใหญ่ๆ ประการแรกต้องใช้กำลังไฟฟ้าป้อนให้ขดลวดมากกว่ารีเลย์ไฟตรงที่มีขนาดและรูปร่างเท่าๆกัน อาจจะมากกว่าถึง 4 เท่า ทั้งนี้ก็เพื่อให้มีแรงเฉลี่ยที่ดึงอาร์เมเจอร์ได้เท่าเดิมตลอดรูปคลื่นไฟสลับ ประการที่สองคือ มีเสียงครางออกมาจากรีเลย์แต่ละครั้งที่กระแสไฟสลับผ่านศูนย์ สนามแม่เหล็กจะลดลงเป็นศูนย์ เป็นเหตุให้อาร์เมเจอร์มีจังหวะที่กลับคืนสภาพเดิมผลก็คือ อาร์เมเจอร์สั่นด้วยความถี่เป็น 2 เท่าของไฟสลับการสั่นนี้ ทำให้หน้าสัมผัสแตะกันไม่คงที่ เกิดเป็นเสียงรบกวนออกมา เกิดการอาร์กที่หน้าสัมผัส และก็ทำให้ผิวหน้าสัมผัสสึกกร่อนอีกด้วย ดังนั้นในการใช้งานส่วนใหญ่แล้วจึงนิยมใช้รีเลย์ไฟตรงมากกว่า

วิธีหนึ่งที่จะลดเสียงครางในรีเลย์ไฟสลับก็คือ เพิ่มวงแหวนทองแดงรูปตัวDเข้าไปที่ผิวหน้าของแกนเหล็กวงแหวนนี้ทำหน้าที่เป็นทางลัดวงจรให้กับพื้นที่ผิวหน้าครึ่งหนึ่งขั้ว (pole) แบบนี้เรียกว่า shaded pole วงแหวนจะทำงานคล้ายๆกับขดทุติยภูมิของหม้อแปลง กระแสไหลผ่านในวงแหวน ซึ่งเกิดจากการเหนี่ยวนำแรงดันจะสร้างสนามแม่เหล็กขึ้นมาเอง เฟสของกระแสที่เกิดขึ้นในวงแหวนอยู่ในลักษณะที่ให้สนามแม่เหล็ก

เกิดขึ้นเกือบจะมากที่สุด เมื่อสนามแม่เหล็กจากขดลวดลงมาเป็นศูนย์ ดังนั้นอาร์เมเจอร์ก็จะถูกดูดตลอดเวลา แม้ขณะที่กระแสในขดลวดจะเป็นศูนย์ก็ตาม

ตามปกติเรามักจะไม่ใช้รีเลย์ไฟสลับในวงจรสวิตช์ที่ซับซ้อนหรือในการใช้งานใดๆที่ต้องการเวลาที่อาร์เมเจอร์ถูกดูดหรือปล่อยค่อนข้างแน่นอน

ถ้าต้องการใช้รีเลย์ไฟตรงกับไฟสลับก็ทำได้เพียงแต่เพิ่มเติมวงจรเร็กติไฟเออร์แบบเต็มคลื่นเข้ามาเท่านั้น ที่จะต้องระวังอยู่บ้างก็ตรงทรานเซียนต์ไฟตรง ซึ่งอาจจะสอดแทรกเข้ามา ดังนั้นควรมีวงจรกรองไฟเข้ามาอีก รีเลย์ไฟสลับที่มีขายบางแบบจะใช้โครงสร้างภายในเป็นรีเลย์ไฟตรงแล้วมีเร็กติไฟเออร์ต่อยู่ภายในเรียบร้อย

2.5.3 การจำแนกโหลด

หน้าที่หลักของหน้าสัมผัสของรีเลย์ก็คือ ต่อวงจรเข้าด้วยกัน แยกวงจรออกจากกัน และก็รับกระแสที่ไหลผ่านตัวมัน หน้าสัมผัสจะสึกเร็ว จะเสียเร็ว หรือไม่ส่วนใหญ่ขึ้นกับลักษณะทางไฟฟ้าของโหลด ขึ้นกับโครงสร้างภายในตัวรีเลย์และขึ้นกับสารที่ใช้ทำหน้าสัมผัส คำว่าโหลดในที่นี้หมายถึงโหลดของหน้าสัมผัส ซึ่งเราแบ่งออกเป็น 4 กลุ่มดังนี้

วงจรแห้ง (dry circuit) เราเรียกหน้าสัมผัสว่าแห้ง ถ้าการทำงานของมันไม่ได้ไปเริ่มต้นหรือหยุดการไหลของกระแสนั้น แต่กระแสอาจจะไหลหรือหยุดไหลหลังจากที่หน้าสัมผัสแตะกันหรือแยกจากกันแล้วก็ได้ ดังรูปที่ 7 ตามปกติหน้าสัมผัสที่เป็นสารโลหะผสมทองกับ สารพาลลาเดียมจะเหมาะกับโหลดจำพวกนี้

โหลดระดับต่ำ (low-level load) โหลดในระดับนี้ดึงกระแสอยู่ในช่วงไมโครแอมแปร์ถึง 50 mA ซึ่งระดับแรงดัน และกระแสไม่มากพอที่จะทำให้เกิดอาร์กขึ้นที่หน้าสัมผัส หน้าสัมผัสที่เป็นสารโลหะผสมทองกับพาลลาเดียมเหมาะสมกับโหลดระดับต่ำไม่ควรใช้หน้าสัมผัสทองหรือโลหะผสมทองปริมาณมากๆ เป็นหน้าสัมผัสทั้งคู่ เพราะอาจจะหลอมยึดติดกันได้ขณะกระแสไฟไหลผ่าน

โหลดระดับกลาง (intermediate load) โหลดระดับ 50 ถึง 300 mA จะทำให้เกิดอาร์กที่หน้าสัมผัสนิดหน่อยขณะแตะหรือจากกัน ถ้าบนผิวหน้าสัมผัสมีสารอินทรีย์เกาะอยู่การอาร์กจะก่อให้เกิดคาร์บอนขึ้นหลังจากทำงานไปหลายพันครั้ง ทำให้ความต้านทานของหน้าสัมผัสสูงขึ้น โดยปกติความต้านทานที่สูงขึ้นนี้ไม่สร้างความยุ่งยากแก่วงจรนัก ถ้าไม่ต่อหน้าสัมผัสอนุกรมกันหลายชุดเกินไป

โหลดขนาดใหญ่ (heavy load) ณ ระดับพลังงานสูงๆ เช่นนี้มักจะอาร์กที่หน้าสัมผัสทุกครั้งที่ทำงาน สารคาร์บอนที่เกิดจากการอาร์กนี้แม้ว่าจะมากแต่แรงดันและกระแสก็สูงพอที่จะทำลายล้างความต้านทานของสารคาร์บอนที่ผิวหน้าสัมผัสได้สำหรับการสวิตช์โหลดขนาดใหญ่หน้าสัมผัสควรจะเป็นสารพวกเงินหรือโลหะผสมเงินและพาลเลเดียม ถ้ากระแสมากกว่า 500 mA ขึ้นมาแล้วละก็ ไม่ควรใช้สารทอง หรือโลหะผสมทองเด็ดขาด

2.5.4 ดูด้วยว่ารีเลย์สวิตช์โหลดอะไร

รีเลย์จะเสียหายถ้าผู้ใช้ไม่ดูให้ดีว่าโหลดเป็นอะไรหน้าสัมผัสจะต้องทำงานอย่างไรและต้องทนกระแสสูงสุดเท่าไหร่ ต่อไปนี้เป็นตัวอย่างโหลดที่คุณอาจจะได้พบบ่อยๆ

โหลดเป็นตัวต้านทานถ้าคุณเจอโหลดแบบนี้เห็นจะสบายใจได้เพราะสิ่งที่คุณจำเป็นต้องทราบก็มีแต่แรงดันและกระแสของโหลด แล้วก็เลือกหารีเลย์ได้เลย

โหลดเป็นตัวเก็บประจุโหลดชนิดนี้ต้องมีการป้องกันวงจรนิดหน่อย ลองถามคำถามตัวเองสัก 2-3 คำถาม เช่น "หน้าสัมผัสที่จะใช้นั้น ทำหน้าที่ต่อแหล่งจ่ายแรงดันเข้ากับตัวเก็บประจุค่ามากๆ หรือเปล่า" หรือว่า "เราใช้หน้าสัมผัสเป็นทางให้ตัวเก็บประจุคายประจุหรือเปล่า" ถ้าคำตอบออกมาว่าใช่ ก็หมายความว่ามีทางจะเกิดกระแสค่าสูงๆ ในบางขณะได้ (ตอนเริ่มเก็บและคายประจุ) หน้าสัมผัสอาจจะร้อนจนหลอมติดกันไปเลยก็ได้ ดังนั้นอาจจะต้องต่ออนุกรมด้วยตัวต้านทานเพื่อจำกัดกระแสผ่านหน้าสัมผัสไม่ให้สูงมากเกินไป

โหลดเป็นตัวเหนี่ยวนำก่อนข้างจะยุ่งยากสักหน่อยเพราะในช่วงสร้างหรือคายสนามแม่เหล็กของขดลวด (ที่เป็นโหลดตัวเหนี่ยวนำ) จะเกิดแรงดันคร่อมตัวมันขณะนั้นสูงมาก ถ้ามีแรงดันสูงๆเช่นนี้เกิดขึ้นคร่อมหน้าสัมผัส คุณก็รู้อยู่แล้วว่ามันอาจจะเกิดอาร์กขึ้น ถ้าอาร์กแรงพอ หน้าสัมผัสอาจจะร้อนจนเชื่อมติดกันหรือแหว่งกระจุยไปเลย หรือไม่ก็สารที่ผิวหน้าสัมผัสถึงขั้นระเหยไปเลย ดังนั้นถ้าโหลดเป็นตัวเหนี่ยวนำ (พวกขดลวด หรือโซลีนอยด์ หรือคอนแทกเตอร์ หรือมอเตอร์) ก็จะต้องมีวงจรลดอาร์กเข้าไปด้วยทุกครั้ง เช่น อาจจะต่อไดโอดคร่อมขดลวดเข้าไป เป็นต้น

โหลดเป็นหลอดเผาไส้ หลอดไฟแบบไส้พวกนี้เวลาเย็นความต้านทานไส้หลอดจะต่ำกว่าเวลาใช้งานมาก ตัวอย่างเช่นไส้หลอดทังสเตนจะมีความต้านทานขณะเย็นต่ำกว่าขณะใช้งาน (ที่คุณคาดเอาไว้) มากถึง 12 ถึง 16 เท่า ดังนั้นเมื่อเริ่มใช้งานกระแสจะพรวดพราดขึ้นสูงกว่าที่คำนวณปกติ และจะค่อยๆลดลงมาเท่าปกติ ฉะนั้นทุกครั้งที่เลือกรีเลย์ไปใช้กับหลอดเผาไส้ จะต้องให้หน้าสัมผัสทนกระแสกระชากสูงสุดของหลอดนั้นๆ ได้ด้วย

โหลดใช้กับไฟตรงหรือไฟสลับสำหรับโหลดชนิดไฟตรงควรจะมีวงจรลดอาร์กที่หน้าสัมผัส แต่สำหรับโหลดชนิดไฟสลับ อาร์กจะแรงน้อยลงเพราะการที่หน้าสัมผัสเคลื่อนที่ช้าทำให้กว่าอาร์กเต็มที่แรงดันคร่อมหน้าสัมผัสก็ลดลงจนผ่านศูนย์ไปแล้ว ปกติรีเลย์ที่ต้องใช้กับกำลังงานสูงๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งกับโหลดไฟตรง และโหลดเป็นตัวเหนี่ยวนำ ผู้ผลิตมักจะแนะนำว่าสารที่ใช้ทำหน้าสัมผัสควรจะเป็นสารอะไร จึงจะช่วยลดการสึกหรอลงไปได้ นอกจากนั้นถ้าเป็นไฟสลับก็จะต้องรู้ว่าใช้งานกับความถี่เท่าใดถ้าเป็นการอาร์กในพื้นที่เล็กๆ และกระแสผ่านหน้าสัมผัสได้มาก อุณหภูมิที่หน้าสัมผัสจะเพิ่มสูงขึ้นมาก จนอาจจะเกิดการหลอมเหลวละลายที่จุดนั้น ถ้าระบายความร้อนไปไม่ทันสารที่ใช้ทำหน้าสัมผัสก็อาจจะถึงขั้นระเหยไป เป็นสาเหตุที่ทำให้หน้าสัมผัสสึกกร่อน ขณะที่หน้าสัมผัสแยกตัวห่างกันมากขึ้น อาร์กก็จะยืดยาวออกและหายไปในที่สุด ระยะที่อาร์กเริ่มหายไปขึ้นกับปริมาณกระแสโหลดและแรงดันของแหล่งจ่ายไฟ บางครั้งหน้าสัมผัสอาจจะเยิ้มแตะติดกันไปเลย

อีกสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดอาร์กได้ก็คือ โหลดที่เป็นตัวเหนี่ยวนำ เช่น ขดฟิลด์ของมอเตอร์ไฟฟ้าโซลีนอยด์และหม้อแปลงไฟฟ้า เมื่อหน้าสัมผัสกำลังแยกจากกัน สนามแม่เหล็กในโหลดจะตกลงอย่างรวดเร็ว จึงเหนี่ยวนำให้เกิดแรงดันสูงมากคร่อมโหลดที่เป็นตัวเหนี่ยวนำนั้น แรงดันสูงนี้จะคร่อมหน้าสัมผัสที่กำลังแยกจากกันนี้ด้วย เป็นเหตุให้เกิดอาร์กขึ้นแม้ว่าในบางครั้งแรงดันของแหล่งจ่ายไฟ และกระแสที่โหลดดึงจะไม่พอที่จะทำให้เกิดอาร์กก็ตามยังมีเด้งมาเพิ่มอาร์ก

การเด้งของหน้าสัมผัสก็เป็นอีกสาเหตุหนึ่งของการอาร์กเมื่อรีเลย์ซึ่งปกติหน้าสัมผัสเปิดวงจร (NO) ได้รับกำลังงานไฟฟ้าที่ขดลวด ขั้ว (หน้าสัมผัสที่เคลื่อนที่ได้) ก็จะถูกบังคับให้เคลื่อนเข้าหาหน้าสัมผัสที่ถูกยึดอยู่กับที่การเคลื่อนที่จะหยุดทันทีเมื่อหน้าสัมผัสทั้งสองชนกันความเฉื่อย เนื่องจากน้ำหนักของขั้วประกอบกับแรงคืนตัวของสปริงที่ถูกยึด จึงทำให้ขั้วเด้งไปมาหลายครั้งกว่าที่จะแตะกับหน้าสัมผัสนิ่งๆ แต่ละครั้งที่หน้าสัมผัสเด้งก็จะเกิดอาร์กขึ้น ถ้ากระแสขณะอาร์กสูงพอหน้าสัมผัสทั้งสองก็อาจจะละลาย ยิ่งแรงดูดมากขึ้น (คือจ่ายไฟให้ขดลวดมากขึ้น) และยิ่งสปริงแข็งขึ้น การเด้งก็จะนานขึ้น เหตุการณ์ทำนองนี้จะเกิดทั้งตอนที่กำลังจะแตะกัน และกำลังจะแยกจากกัน ทั้งรีเลย์แบบ NO และ NC

เทคนิคการลดอาร์กขึ้นอยู่กับเป้าหมายและราคาที่จะยอมเสียให้กับมัน เป้าหมายการลดอาร์กมีอยู่ 3 ประเด็น คือ

- ป้องกันอุปกรณ์อื่นจากอันตรายอันอาจจะเกิดจากแรงดันทรานเซียนต์คร่อมขดลวดของรีเลย์
- ลดการสึกหรอของหน้าสัมผัสอันเนื่องจากโหลดเป็นตัวเหนี่ยวนำ (กลับกับข้อ แรก)
- ลดสัญญาณการรบกวนความถี่สูง (RFI) เนื่องจากการทำงานของหน้าสัมผัส

ทุกครั้งที่เพิ่มเติมวงจรลดอาร์กขึ้นมานั้นเพื่อการป้องกันดังกล่าว ท่านอาจจะต้องสูญเสียสิ่งต่อไปนี้ : เสียเงินเพิ่มขึ้น อาจจะดึงกำลังงานจากวงจรมากขึ้น กินเนื้อที่มากขึ้นหรือรีเลย์ต้องใช้เวลาเด้งออกนานขึ้น ดังนั้นก่อนที่จะตัดสินใจว่าจะใช้เทคนิคการลดอาร์กอย่างไรนั้น ประการแรกดูจุดมุ่งหมาย ประการที่สองวงจรที่จะเพิ่มเข้ามานั้นสามารถบรรลุเป้าหมายนั้นหรือไม่ และประการที่สามเพิ่มวงจรเข้ามาสร้างปัญหาอื่นอีกหรือเปล่า

2.5.5 หน้าสัมผัสก็เสื่อมได้

ถ้าบอกว่าหน้าสัมผัสเหมือนกับอวัยวะส่วนหนึ่งก็คงไม่ผิดนักเพราะใช้มันมากๆหรือใช้ผิดๆ มันก็เสื่อมสมรรถภาพได้

สารที่ใช้ทำหน้าสัมผัสและรวมทั้งรูปร่างของหน้าสัมผัสแรงกดที่ให้หน้าสัมผัสแตะกันนั้นเป็ตัวกำหนดว่ารีเลย์จะใช้กับโหลดได้สูงสุดเพียงใด ตารางที่ 3 แสดงคุณสมบัติของสารที่ใช้ทำหน้าสัมผัส

เมื่อใช้กับโหลดที่มีช่วงแรงดันเป็นมิลลิโวลต์หรือช่วงกระแสเป็นไมโครแอมแปร์ ผู้ผลิตก็มักจะใช้รีเลย์ที่หน้าสัมผัสเป็นทอง แต่ถ้าโหลดเพิ่มขึ้นมากกว่า 0.5 แอมแปร์ ก็จะเปลี่ยนไปใช้สารอื่น ซึ่งทนการสึกหรอได้ดีกว่า

แต่ละสารก็มีคุณสมบัติแตกต่างกัน ความแตกต่างนี้เองที่อาจจะสร้างเรื่องปวดหัวให้ถ้าคุณไปใช้หน้าสัมผัสเกินกว่าขนาดของมันมากขึ้น ตัวอย่างเช่นรีเลย์ซึ่งหน้าสัมผัสเคลือบทอง ซึ่งเป็นแบบที่นิยมใช้กันในรีเลย์อเนกประสงค์ขนาดเล็ก ผู้ผลิตอาจจะบ่งว่า " low level to 2A" ซึ่งถ้าตีความแล้วมักจะสับสนกันว่าเป็นอย่างไรกันแน่ หน้าสัมผัสใช้ได้กับโหลดตั้งแต่วงจรแห้งจนถึงขนาด 2 แอมแปร์ ได้หรือหรือ? สเปกแบบนี้แหละผู้ผลิตเขียนไว้หลอก ถ้าเป็นวงจรแห้งหน้าสัมผัสเคลือบทองจะทนการสึกกร่อนได้ดีมาก แต่ถ้าขืนไปใช้สวิตช์โหลด 2 แอมป์ซื่อๆ ส่วนที่เคลือบทองก็จะร้อนจัด และระหยกลายเป็นไอไป

ความหมายนี้คือใช้กับวงจรแห้งได้ เมื่อหน้าสัมผัสแตะกันเรียบร้อยแล้ว ก็จะรับโหลดขนาด 2 แอมแปร์ได้ โปรดสังเกตว่ากระแสผ่านหน้าสัมผัส 2 แอมแปร์นั้นไม่เหมือนกับการที่หน้าสัมผัสตัดหรือต่อโหลด 2 แอมแปร์ทันที กรณีแรกง่ายกว่ามาก ส่วนกรณีหลังต้องใช้หน้าสัมผัสที่ทนทานมากกว่า

2.5.6 โซลิดสเตรทรีเลย์

โซลิดสเตรทรีเลย์ เป็นอุปกรณ์ที่นิยมใช้ในงานด้านสวิตชิ่งโดยข้อดีคือแรงดันด้านอินพุตที่ใช้เป็นตัวควบคุมจะถูกแยกออกจากสายสัญญาณของอุปกรณ์ที่รีเลย์ควบคุม โดยโซลิดสเตรทรีเลย์สามารถนำมาใช้ในการควบคุมทั้งโหลดที่เป็นแรงดันไฟตรงและไฟสลับ ถ้ารีเลย์ถูกออกแบบให้ควบคุมโหลดที่เป็นไฟตรง จะต่อทรานซิสเตอร์กำลังกับโหลด

LED ในรีเลย์

รีเลย์จะมี LED ต่อกับด้านอินพุต เมื่อแรงดันด้านอินพุตทำให้ LED สว่างโฟโตดีเทกเตอร์ (photodetector)จะนำกระแสผ่านมายังขาเบสของทรานซิสเตอร์ ทำให้ทรานซิสเตอร์นำกระแสและมีกระแสไหลผ่านมายังโหลด ซึ่งรีเลย์เหล่านี้จะแยกโหลดจากด้านอินพุตของรีเลย์ โดยจะใช้แสงเป็นตัวควบคุมการทำงาน (optoisolated) ดังนั้นจึงไม่มีแรงดันสไปก์หรือสัญญาณรบกวนทางด้านโหลด

ไทรแอกในรีเลย์

เมื่อใช้โซลิดสเตตทรีเลย์ควบคุมวงจรไฟสลับจะต่อไทรแอกกับโหลดของวงจรแทนที่จะใช้ทรานซิสเตอร์ ใช้LEDเป็นตัวควบคุมอุปกรณ์ดังได้กล่าวมาในตัวอย่างก่อนหน้านี้ เมื่อตัวตรวจสัญญาณได้รับแสงจากLEDจะทริกเกอร์ขาเกตของไทรแอก ทำให้กระแสไหลผ่านมายังโหลด

อุปกรณ์อื่นๆในรีเลย์

นอกจากหลักการของออปโตโซเลชัน (optoisolation) คือการต่ออินพุตแยกกับโหลดโดยใช้แสงเป็นตัวเชื่อมต่อ) แล้ว รีเลย์บางตัวจะใช้รีดรีเลย์ (reed relay) ขนาดเล็ก ในการควบคุมเอาต์พุตโดยชุดของหน้าสัมผัสรีดจะต่อกับขาเกตของไทรแอก วงจรควบคุมจะต่อกับคอยล์ของรีดรีเลย์ เมื่อแรงดันที่ใช้ควบคุมทำให้เกิดกระแสไหลในคอยล์ ทำให้เกิดสนามแม่เหล็กโดยรอบคอยล์ของรีเลย์ ซึ่งสนามแม่เหล็กนี้ทำให้

อ วท
ว310
ส265ร
2551

i5589656

สำนักหอสมุด
15 ส.ค. 2554

หน้าสัมผัสของรีดปิด ไทรแอกจะทำงานโดยการทำงานของรีเลย์แบบนี้จะใช้สนามแม่เหล็กในการแยกวงจรควบคุมออกจากโหลด

แรงดันควบคุม

แรงดันควบคุมสำหรับโซลิดสเตรทจะอยู่ในช่วง 3-32 V และสามารถใช้ได้ทั้งไฟกระแสตรงและไฟกระแสสลับ ถ้าใช้ไทรแอกในการควบคุมอุปกรณ์ แรงดันของโหลดจะอยู่ในย่าน 120 ถึง 240 Vac โดยอัตราของกระแสจะอยู่ในช่วง5-25A อุปกรณ์โซลิดสเตรทรีเลย์หลายๆตัวจะมีคุณสมบัติของซีโรสวิตชิ่ง (Zero switching) โดยสมมติว่าแรงดันไฟสลับมีค่าแรงดันเท่ากับแรงดันพีกด้านบวก ไทรแอกจะนำกระแสจนกระทั่งแรงดันตกกลับมาเป็นศูนย์โวลต์จึงหยุดนำกระแส

โซลิดสเตรทรีเลย์นั้นมีหลายรูปแบบและมีอัตราทนกำลังต่างๆ กันไปซึ่งโซลิดสเตรทรีเลย์บางชนิดถูกออกแบบให้เป็นรีเลย์หน่วงเวลา (time – delay relay)

โซลิดสเตตรีเลยถูกใช้งานทั่วไปใน I/O แทร็กของโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ โดยตัวคอนโทรลเลอร์นี้จะเสมือนคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กที่ถูกโปรแกรมให้ทำงานเช่นเดียวกับวงจรควบคุมที่ใช้รีเลย์ลอจิกที่ใช้ในการควบคุมจะมาจากรีเลย์ที่ต่ออยู่ภายในเมื่อโปแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์รับอินพุตมาจากอุปกรณ์ตรวจจับ เช่น ตรวจจับระดับของเหลว ตรวจจับความดัน คอมพิวเตอร์จะส่งคำสั่งไปยังอุปกรณ์ภายนอกเพื่อให้มอเตอร์หยุดหรือเริ่มทำงานหรือเปิดและปิดวาล์ว เป็นต้น

โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์นี้จะทำงานโดยใช้แรงดันไฟตรงย่าน 5-15 V ซึ่งขึ้นกับชนิดของคอนโทรลเลอร์นั้น โดยแหล่งจ่ายแรงดันนี้จะต้องถูกปิดฟิลเตอร์และเรกติไฟ ไม่มีแรงดันสไปก์และสัญญาณรบกวนจากอิเล็กทรอนิกส์ เพราะหากมีแรงดันสไปก์เข้ามายังคอมพิวเตอร์แล้ว มันจะถูกนำไปตีความหมายโดยลอจิกภายใน ด้วยเหตุผลนี้จึงต้องต่อคอมพิวเตอร์แยกกับวงจรภายนอก

หน้าที่ของ I/O แทร็ก คือจัดเตรียมการติดต่อสื่อสารกันระหว่างคอมพิวเตอร์และวงจรภายนอกและแยกสองส่วนนี้ออกจากกันด้วย โดยโซลิดสเตตรีเลย์จะถูกนำมาใช้ในการทำหน้าที่นี้ ส่วนของ I/O แทร็กจะประกอบด้วยอินพุตและเอาต์พุตมอดูล

ไทม์มิ่งรีเลย์

ระบบควบคุมในโรงงานอุตสาหกรรมเพียงเล็กน้อยเท่านั้นที่ไม่ต้องมีการควบคุมเวลา การใช้เครื่องจักรกลที่ควบคุมการเริ่มต้นของดีเลย์ (delay) เหตุการณ์ควบคุมเวลาอย่างหนึ่ง ตัวอย่างเช่น เครื่องผสม (mixing machine) อาจจะทำงานต่อเมื่อต้องรอให้ของเหลวร้อนขึ้นก่อน หรือพัดลมจะหยุดหมุนต่อเมื่อขดลวดความร้อนปรับอุณหภูมิห้องสูงได้ที่

ไทม์มิ่งรีเลย์ (timing reray) เป็นอุปกรณ์รีเลย์ที่ประกอบด้วยกลไกฮาร์ดแวร์ (hardware mechanism) หรือวงจรที่ดีเรย์ การเปิดหรือปิดคอนแทคของโหลด ไทม์มิ่งรีเลย์จะมีลักษณะการทำงานคล้ายกับรีเลย์ควบคุมอื่นๆ ที่ใช้ขดลวดเพื่อควบคุมการทำงานของคอนแทคหลายๆ คอนแทค ความแตกต่างระหว่างรีเลย์ควบคุมกับ

ไทม์มิ่งรีเลย์คือคอนแทคของไทม์มิ่งรีเลย์จะดีเลย์การเปลี่ยนตำแหน่งในขณะที่ขดลวดถูกกระตุ้นหรือไม่ถูกกระต้น

ไทม์มิ่งรีเลย์แบบอากาศ (pneumatic timing relay) ใช้กลไกการเชื่อมและระบบแอร์-เบลโลว์ (air-bellow system) เพื่อกำหนดไทม์มิ่งไซเคิล (timing cycle) การออกแบบเบลโลว์ ทำให้อากาศผ่านเข้าวาล์วในอัตราที่กำหนดเพื่อให้เกิดการดีเลย์เวลาน้อยๆ และไปเปิดสวิตช์คอนแทคเอ้าท์พุต ไทม์มิ่งรีเลย์แบบอากาศนี้เป็นที่นิยมใช้กันโดยทั่วไป ทั้งนี้เนื่องจากเป็นอุปกรณ์ที่เชื่อถือได้ สามารถปรับคาบเวลาได้ในพิสัยที่กว้างและกลไกการทำงานเป็นที่น่าเชื่อถือได้แม้ว่าอุณหภูมิหรือแรงดันเปลี่ยนแปลง นอกจากนี้ยังสามารถทำงานซ้ำ ๆ ได้โดยมีประสิทธิภาพคงที่

มีวงจรบางประเภทต้องใช้ไทม์มิ่งคอนแทคและคอนแทคขณะใดขณะหนึ่ง(instantancous contac) ที่ทำงานได้จากการกระตุ้นขดลวดรีเลย์ คอนแทคขณะหนึ่งขณะใด ๆ จะทำงานได้เมื่อขดลวดได้รับการกระตุ้นหรือไม่ได้รับการกระตุ้น ซึ่งเป็นกลไกที่ไม่ขึ้นกับเวลาไทม์มิ่งคอนแทคจะจัดไว้เพื่อดีเลย์หลังจากขดลวดได้รับการกระตุ้นหรือไม่ได้รับการกระตุ้น โครงสร้างของออน-ดีเลย์
(on delay) ไทม์เมอร์อากาสที่มีไทม์มิ่งคอนแทคและคอนแทคขณะหนึ่งขณะใดอย่างละ 2 คอนแทค เมื่อขดลวดได้รับการกระตุ้น คอนแทคจะไม่ให้เกิดการเกิดการเปิดหรือปิดอย่างไรก็ดีเมื่อขดลวดไม่ได้รับการกระตุ้นคอนแทคจะกลับไปอยู่ในสถานะเดิมทันทีเช่นเดียวกันเมื่อขดลวดไม่ได้รับการกระตุ้นโซลิดสเตทไทม์มิ่งรีเลย์ซึ่งใช้ในวงจรอิเล็กทรอนิกส์เพื่อได้ไทม์มิ่งไซเคิล ไทม์เมอร์บางตัวเป็นวงจร RC ที่มีค่าคงที่เวลาเป็นพื้นฐาน (base) และบางตัวจะใช้นาฬิกาควอทซ์เป็นพื้นฐาน วงจรโครงข่าย RC ออสซิลเลเตอร์จะผลิตพัลส์ที่แม่นยำและเสถียรภาพ ซึ่งใช้ในการแบ่งเวลาดีเลย์น้อยๆ และใช้เป็นคอนแทคสวิตช์สำหรับเอ้าท์พุทความยาวของเวลาดีเลย์สามารถปรับได้โดยปรับปุ่มควบคุมหรือโพเทนซิโอมิเตอร์ที่ติดตั้งไว้บนหน้าปัดขอไทม์เมอร์ บนหน้าปัดจะมี LED ปรากฏแสงในช่วงที่ในการตรวจนับเวลาและจะสว่างจ้าคงที่หลังจากการตรวจนับเวลาเรียบร้อยแล้ว LED จะปิดเมื่อไม่มีการกระตุ้นที่ไทม์

เมื่อรีเลย์ดีเลย์เวลาอาจจะแบ่งออกเป็นสองแบบคือ ออน-ดีเลย์ รีเลย์ (on delay relay) และออฟ-ดีเลย์ รีเลย์ (off-delay relay) แสดงหลักการทำงานของออน-ดีเลย์ รีเลย์ซึ่งเขียนย่อเป็น DOE ซึ่งแทนสำหรับ "delay on ennergize" ต่อเมื่อกำลังเข้ากับขดลวดของออน-ดีเลย์ไทม์เมอร์คอนแทครีเลย์จะเปลี่ยนตำแหน่งในช่วงใดช่วงหนึ่งของคาบเวลา สมมติดีเลย์เวลาเป็น 10 s เมื่อหยุดป้อนแรงดัน และขดลวดไม่ได้รับการกระตุ้น คอนแทคจะคืนกลับยังตำแหน่งปกติทันที

ลอจิกรีเลย์

หลักการทำงานของรีเลย์โดยธรรมชาติแล้วเป็นดิจิตอล เพราะทำงานเป็นแบบ ON/OFF เรียกรีเลย์ (magnetic relay) เป็นอุปกรณ์สองสถานะ ขดลวดจะทำหน้าที่เป็นอินพุทในขณะที่วงจรโซลิด สเตรทลอจิกเกทเป็นอุปกรณ์หลายอินพุท แต่มีเอ้าท์พุทเดียว

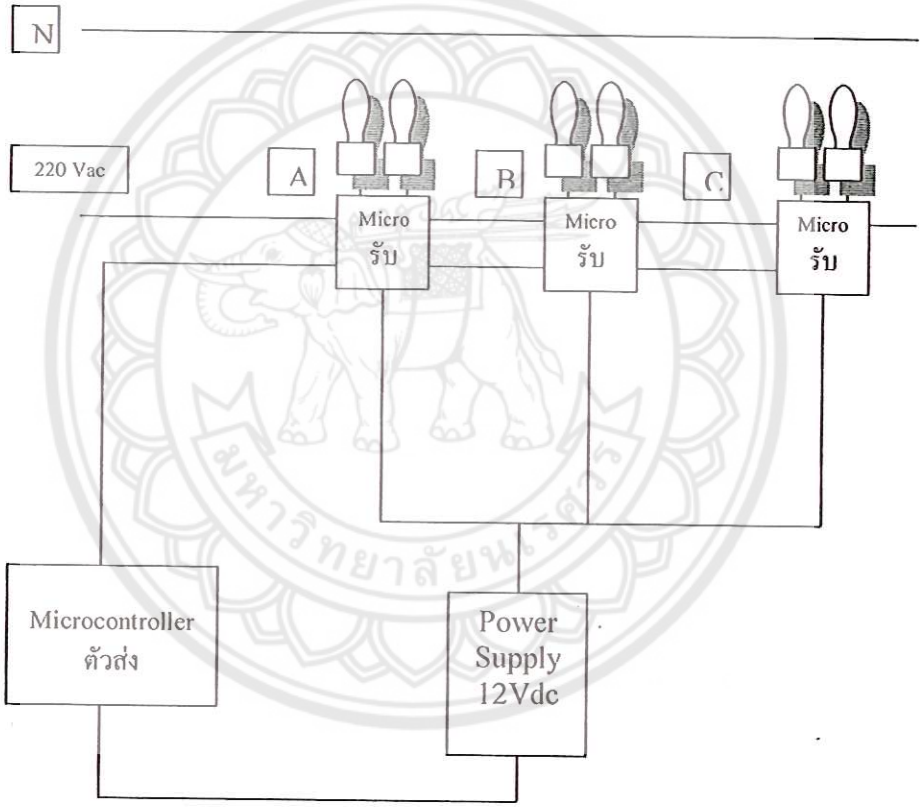
วงจรควบคุมที่ต้องการฟังก์ชัน 2 ฟังก์ชั่นหรือมากกว่า เพื่อใช้ครบกระบานของเงื่อนไขเพื่อให้เหตุการณ์เกิดขึ้นโดยวงจรเกท AND แสดงรีเลย์ที่สมนัยกับวงจรลอจิก AND เกท ซึ่งเป็นตัวอย่างของอินเตอร์ล็อคเพื่อความปลอดภัย ซึ่งมีใช้กันมากกระบวนการกดเจาะรู สวิตช์แบบทด PB1 และ PB2 จะถูกกดพร้อมกันเมื่อขดเลือดโซลีนอยด์ได้รับการกระตุ้นให้ทำการกดเจาะในลักษณะเหมือนมีมือสองข้างพร้อมกับโอเปอเรตเครื่องจักรกล ในการจัดสวิตช์เช่นนี้จะกำจัดโอกาสของการบาดเจ็บได้

วงจรควบคุมที่มีเงื่อนไขหรือมีเงื่อนไขอื่นๆ ที่แยกออกมาจากเงื่อนไขแรก จะทำให้เหตุการณ์หนึ่งเกิดขึ้นได้จะอธิบายได้ด้วยวงจรลอจิก OR เกท ซึ่งเป็นวงจรที่ควบคุมการเปิด/ปิด หลอดไฟด้วยเงื่อนไขที่โฟโตเซ็นเซอร์ (photo senser)

บทที่ 3 หลักการทำงาน และการสร้างอุปกรณ์

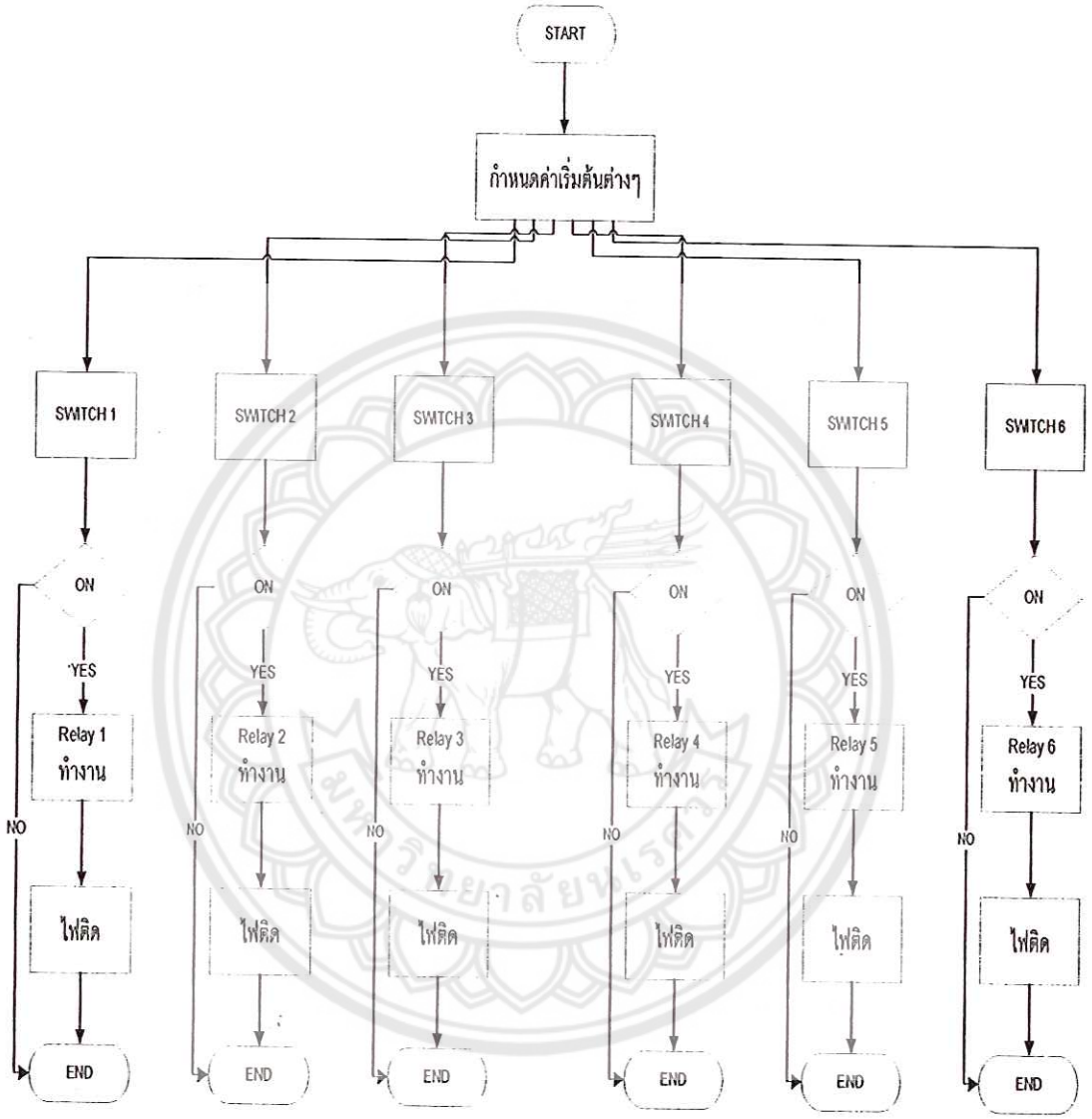
3.1 หลักการทำงานของระบบเป็นดังนี้

ไมโครคอนโทรลเลอร์ จะรับ low voltage เข้ามาเพื่อให้ตัวไมโครคอนโทรเลอร์ทำงาน จากนั้นไมโครคอนโทรลเลอร์ก็จะทำงานตามคำสั่งที่เรา โปรแกรมไว้ และก็จะส่งสัญญาณที่เป็นแรงดันต่ำไปยัง ตัวรับ ซึ่งภายในตัวรับจะมีการแปลงสัญญาณให้ตัวรีเลย์ เพื่อให้ตัวรีเลย์ทำการเปิดหรือปิดวงจรในการจ่ายไฟตามโปรแกรมที่เขียนไว้ในไมโครคอนโทรลเลอร์



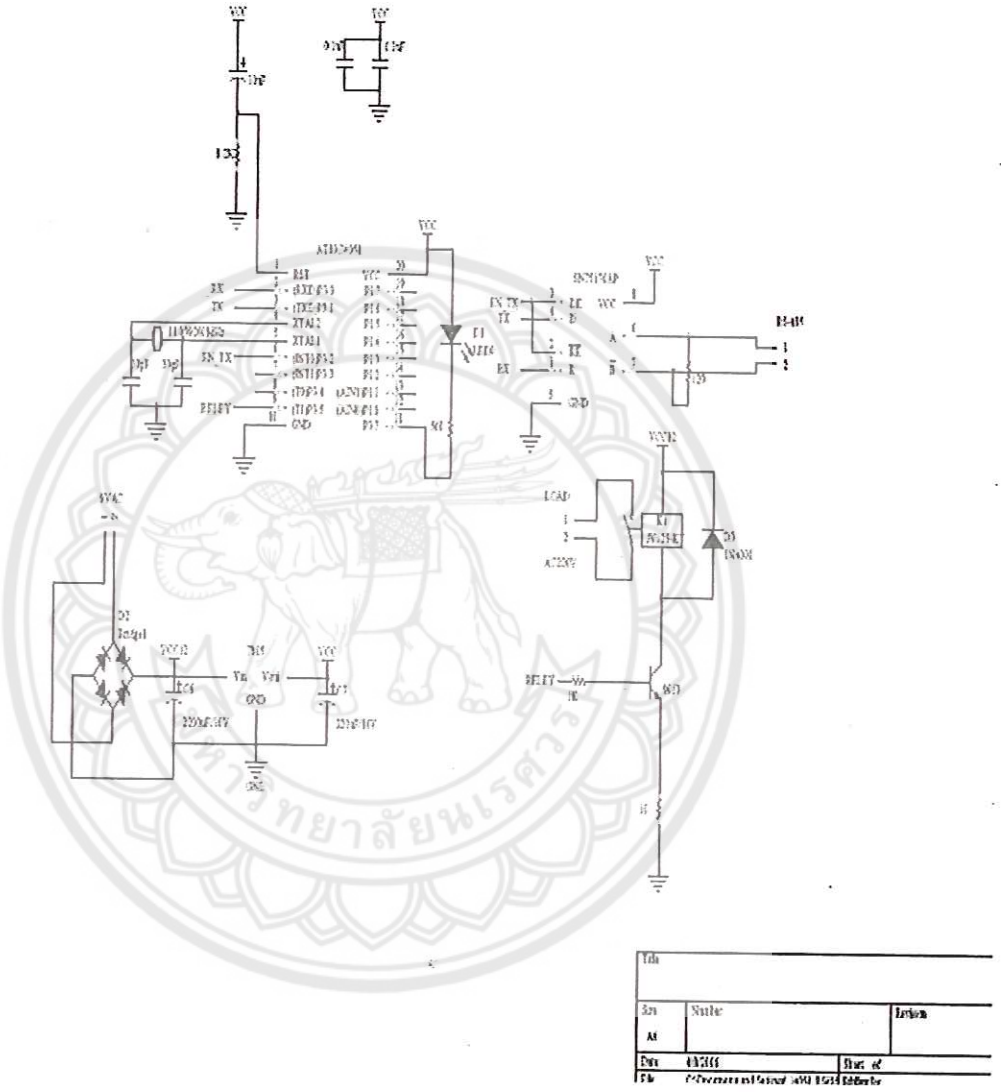
รูปที่ 3.1 วงจรไฟฟ้าควบคุมการปิด-เปิดไฟ

3.2 การออกแบบโปรแกรม



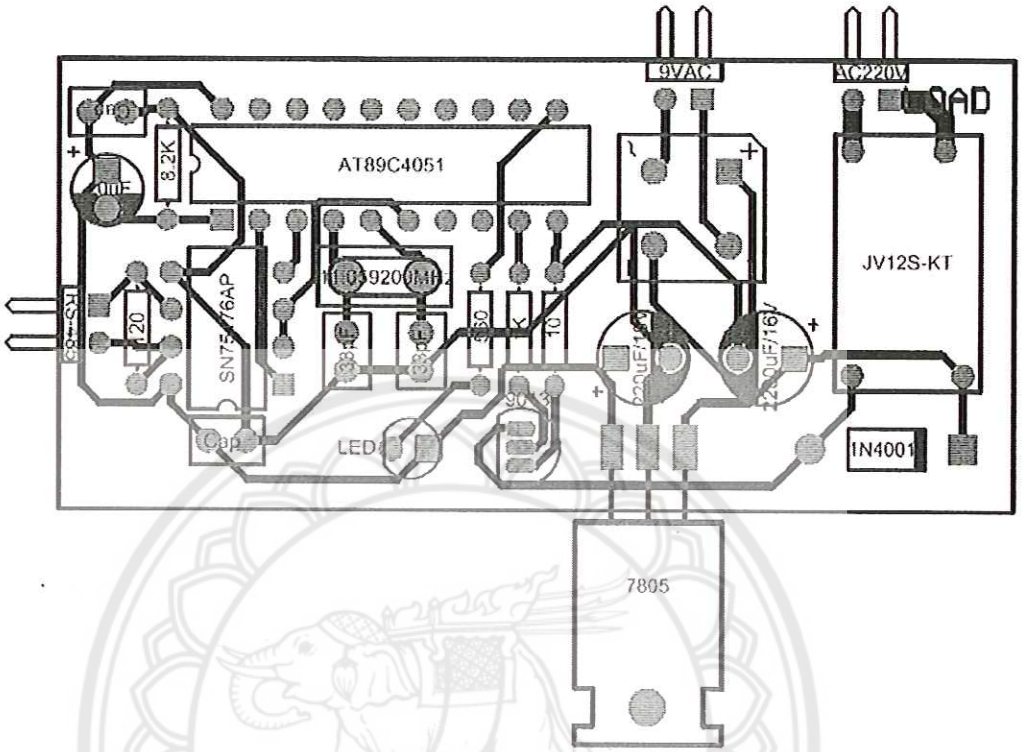
รูปที่ 3.2 การออกแบบโปรแกรม

3.3 การออกแบบวงจรควบคุมการปิด-เปิดไฟ



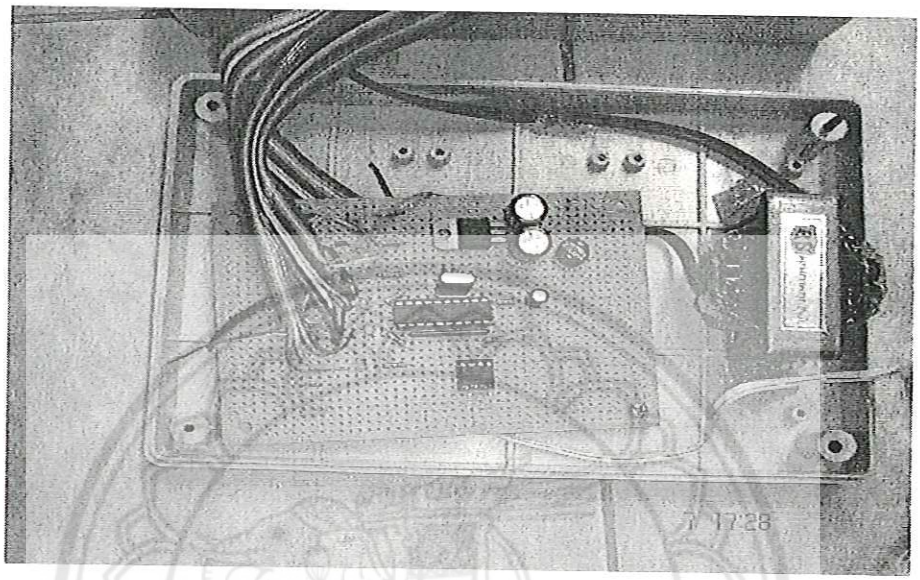
รูปที่ 3.3 การออกแบบวงจรควบคุมการปิด-เปิดไฟ

3.4 รูปลายวงจรของบอร์ดตัวรับ



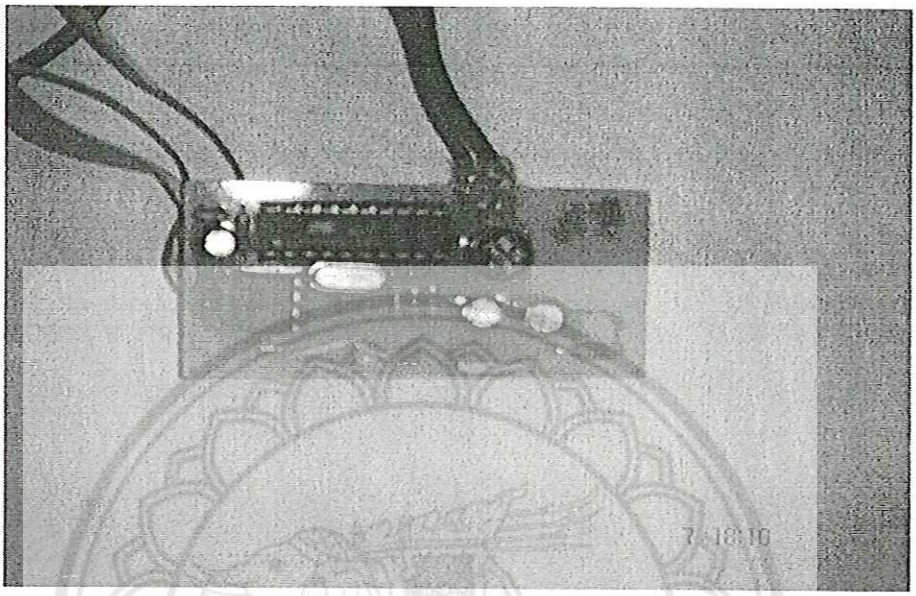
รูปที่ 3.4 รูปบอร์ด MCS-51 ของตัวรับ

3.5 รูปโครงงานการจำลองระบบ i – bus โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์

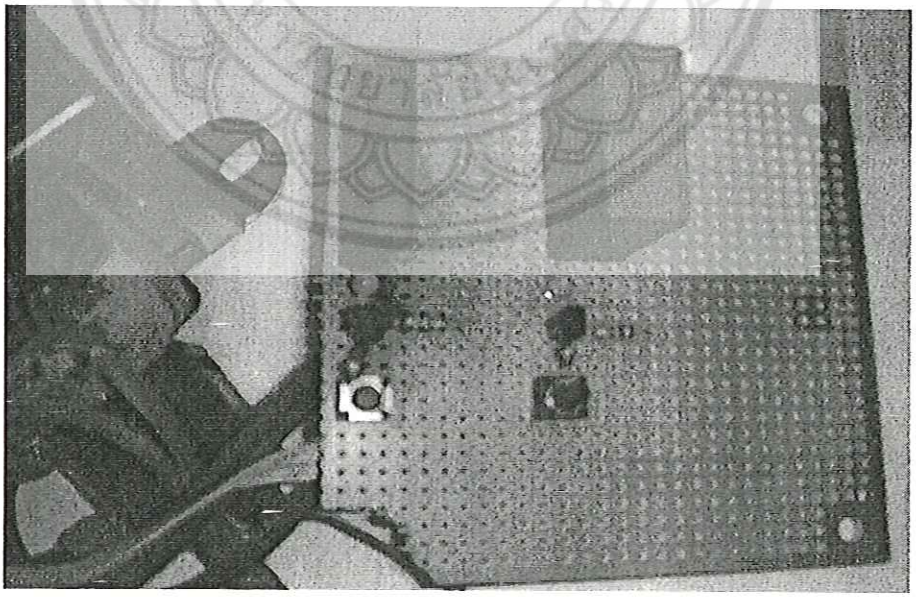


รูปที่ 3.5 รูปวงจร MCS-51 ของบอร์ดตัวส่ง

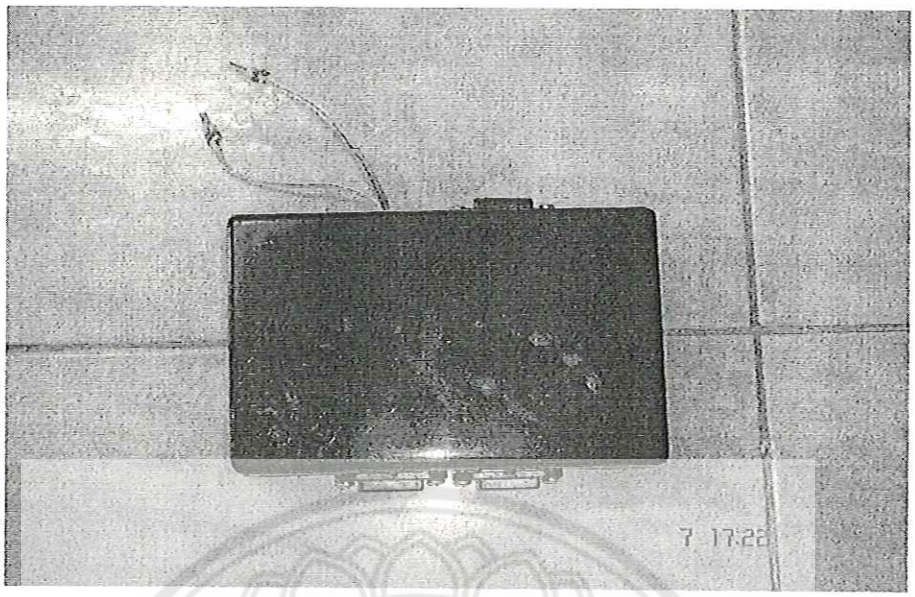
รูปที่ 3.6 รูปภายนอกของบอร์ดตัวส่ง



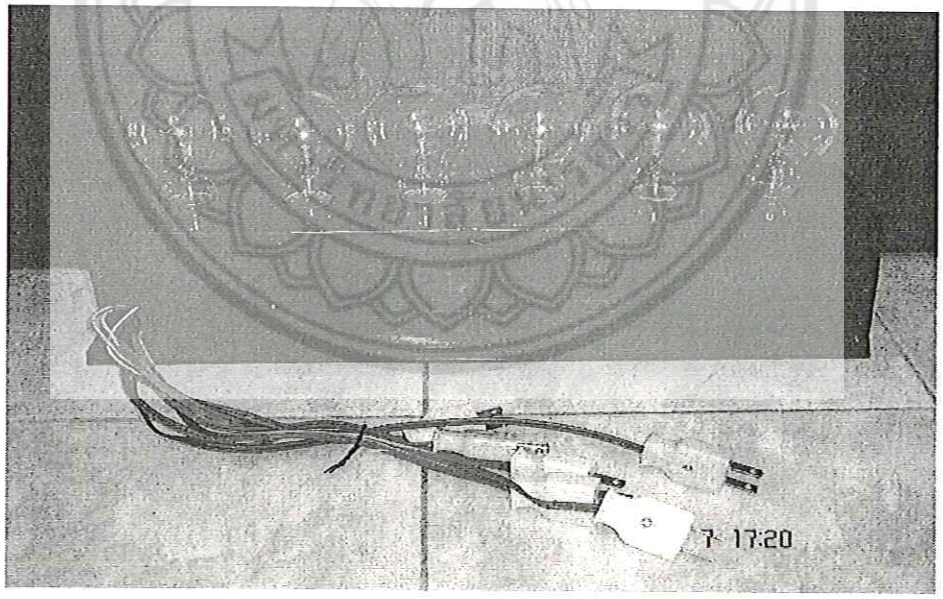
รูปที่ 3.7 รูปวงจรภายในบอร์ด MCS-51 ของตัวรับ



รูปที่ 3.8 แสดงวงจรของรีเลย์ที่ต่อกับตัวรับ



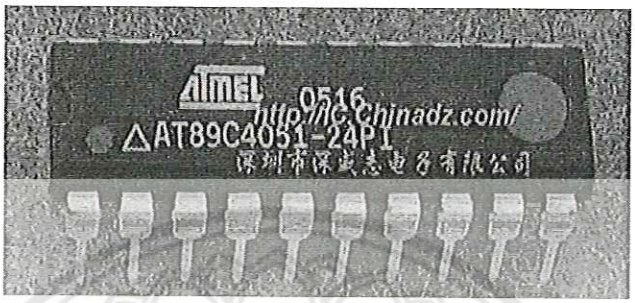
รูปที่ 3.9 รูปภายนอกของบอร์ดตัวรับ



รูปที่ 3.10 รูปแบบจำลองหลอดไฟ

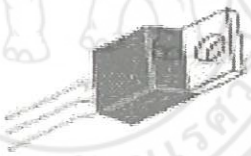
3.6 หน้าที่ของอุปกรณ์แต่ละตัวภายในบอร์ดส่งและรับ

3.6.1 ไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์ AT89C4051



รูปที่ 3.11 ไมโครคอนโทรลเลอร์ AT89C4051ตัวโปรแกรมของบอร์ดส่งและรับ

3.6.2 ไอซีเร็กกูเรเตอร์ (Regulate)



รูปที่ 3. 12 ไอซีเร็กกูเรเตอร์ (Regulate)

ไอซี LM7805 และไอซี LM7812 เป็นไอซีเร็กกูเรเตอร์ (Regulate) ขนาด 5 โวลท์ ซึ่งจะทำหน้าที่รักษาระดับของแรงไฟให้มีค่าคงที่ 5 โวลท์ และ 12 โวลท์

3.6.3 ไดโอด (1N4001)

รูปที่ 3. 13 ไดโอด (1N4001)

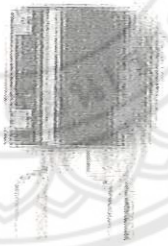
ไดโอด D1-D4 (1N4001) ต่อเป็นวงจรบริดจ์ ทำหน้าที่เป็นวงจรเรกติไฟเออร์ โดยเปลี่ยนไฟฟ้ากระแสสลับ (AC) ให้เป็น ไฟฟ้ากระแสตรง (DC) และกลับขั้วไฟให้ถูกต้อง

3.6.4 ตัวต้านทาน

รูปที่ 3.14 ตัวต้านทาน

ตัวต้านทาน จะทำหน้าที่จำกัดกระแสที่ป้อนให้กับ LED เพื่อกำหนดความสว่าง ให้พอดีสำหรับการแสดงสภาวะการทำงานของบอร์ด ใช้ค่าความต้านทานที่มีค่ามาก แต่ยังให้แอลอีดีมีความสว่างพอสังเกตได้ จะเป็นการประหยัดแหล่งจ่ายไฟของระบบ

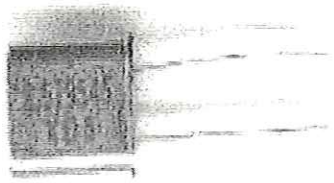
3.6.5 ตัวเก็บประจุ



รูปที่ 3.15 ตัวเก็บประจุ

ตัวเก็บประจุ C จะทำหน้าที่กรองแรงดันหรือฟิลเตอร์ (Filter) เพราะในการเปลี่ยนแรงดัน ไฟกระแสสลับให้เป็นแรงดันไฟกระแสตรง จะยังมีการกระเพื่อมของแรงดันไฟตรง ที่เราเรียกว่า ริปเปิล (Ripple) ดังนั้นเราจึงใช้ตัวเก็บประจุเพื่อลดค่าแรงดันริปเปิลลงไป โดยการเก็บค่าประจุ ไว้เมื่อช่วงแรงดันสูง และจะจ่ายประจุให้กับโหลดเมื่อมีการกระเพื่อมทางด้านต่ำดังนั้นโหลด จะได้แรงดันที่ราบเรียบขึ้น

3.6.6 คริสตอล



รูปที่ 3.16 คริสตอล

คริสตอลค่าไม่เกิน 24 MHz โครงงานนี้ใช้ 11.0592 MHz

3.6.7 LED

รูปที่ 3.17 LED

LED แสดงสภาวะการทำงานของบอร์ด

3.6.8 สวิตซ์กดติด ปล่อยดับ

รูปที่ 3.18 สวิตซ์กดติด ปล่อยดับ

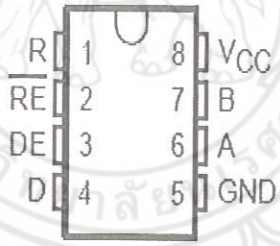
สวิตซ์กดติด ปล่อยดับ ใช้ในการสั่งงานบอร์ดและการตรวจเช็ค การทำงานของบอร์ดตัวรับ

3.6.9 ไดโอดบริดจ์

รูปที่ 3.19 ไดโอดบริดจ์

ทำหน้าที่เป็นวงจรเรกติไฟเออร์ โดยเปลี่ยนไฟฟ้ากระแสสลับ (AC) ให้เป็น ไฟฟ้ากระแสตรง (DC) และกลับขั้วไฟให้ถูกต้อง

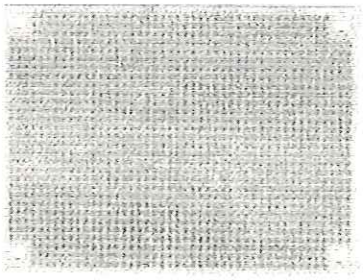
3.6.10 SN75176



รูปที่ 3.20 SN75176

ตัว RS- 485 ใช้ในการส่งสัญญาณ จากตัวส่งไปยังตัวรับ

3.6.11 PCB อเนกประสงค์แบบไข่ปลา



รูปที่ 3.21 PCB อเนกประสงค์แบบไข่ปลาใช้ในการต่อวงจรของบอร์ด

มหาวิทยาลัยนเรศวร

บทที่ 4 ผลการทดลองและผลการวิเคราะห์

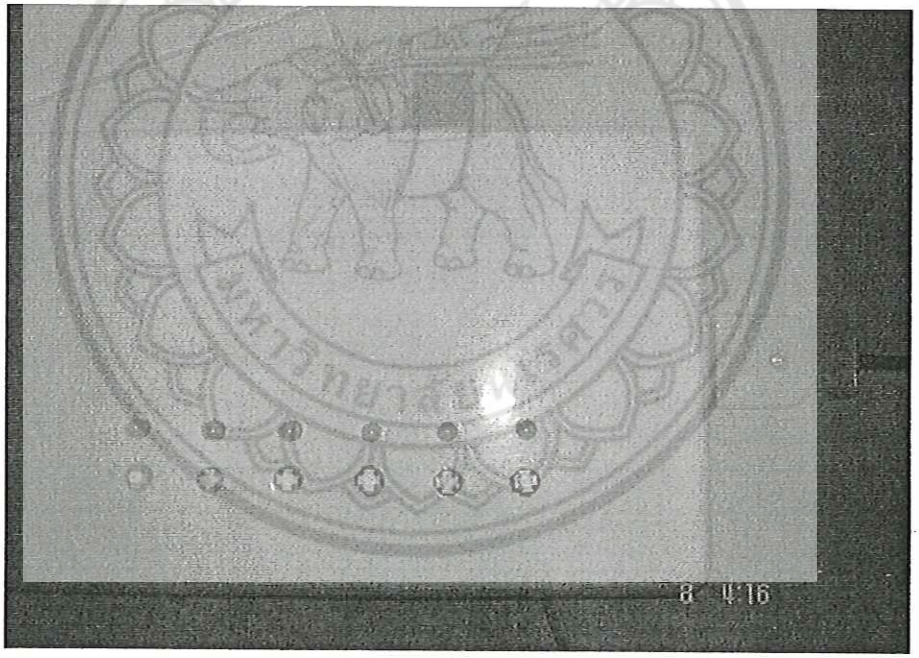
4.1 การทดลองระบบ i-bus ในระบบ แสงสว่าง

4.1.1 จุดประสงค์

1. เพื่อศึกษาการทำงานของระบบ i-bus โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ในงานแสงสว่าง
2. เพื่อลดปริมาณสายไฟที่ใช้ในงานแสงสวางเป็นการประหยัดงบประมาณในงานแสงสว่าง
3. เพื่อศึกษาการออกแบบระบบ i-bus โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ในงานแสงสว่าง
4. เพื่อศึกษาการเขียนโปรแกรมในไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อนำไปใช้งานในระบบ i-bus

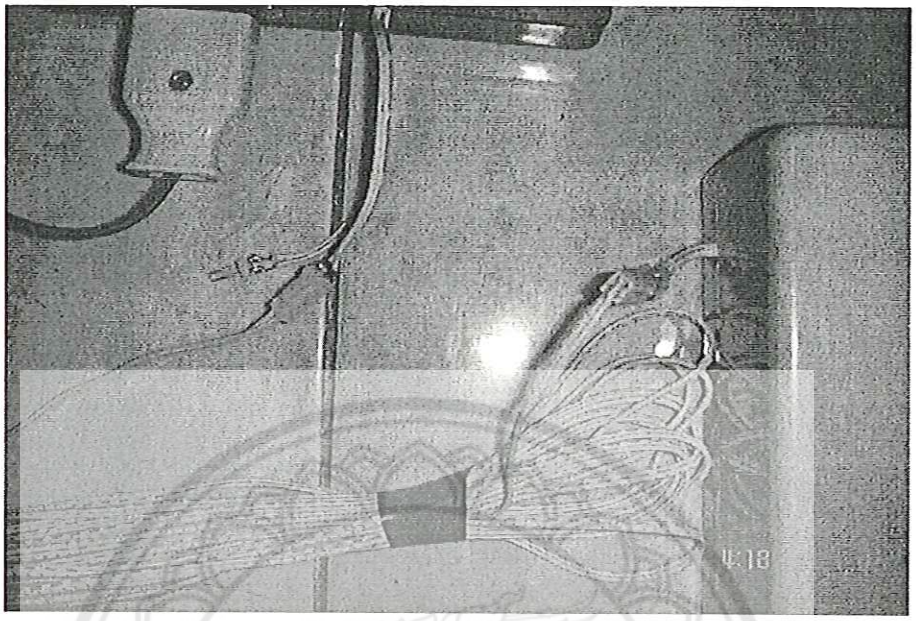
4.1.2 ขั้นตอนการทดลอง

1. จ่ายไฟ 220 V ให้บอร์ดตัวส่ง



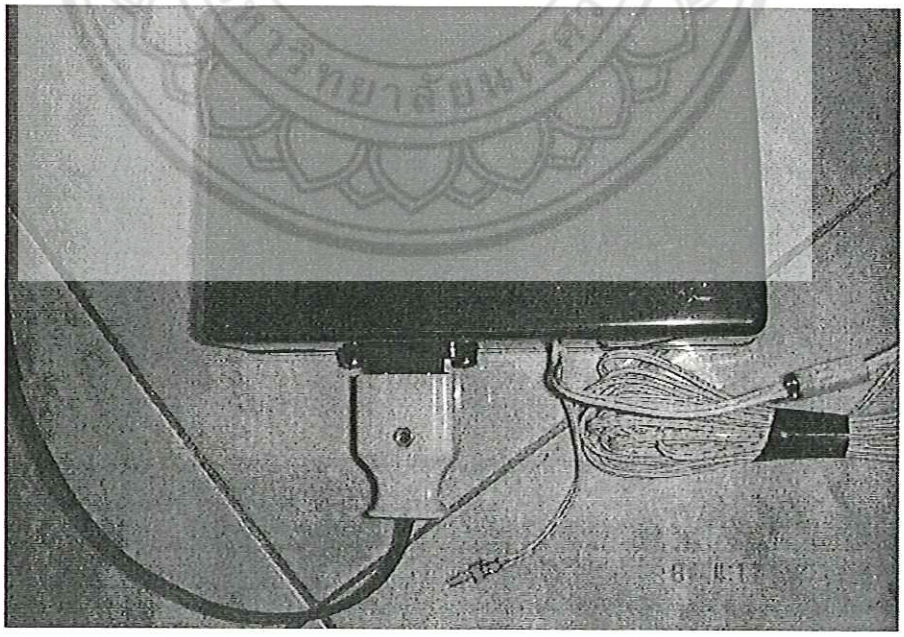
รูปที่ 4.1 จ่ายไฟ 220 V ให้บอร์ดตัวส่ง

2. ส่งข้อมูลเป็น RS485 โดยต่อสายสัญญาณเข้าที่บอร์ดหลักกับบอร์ดลูก



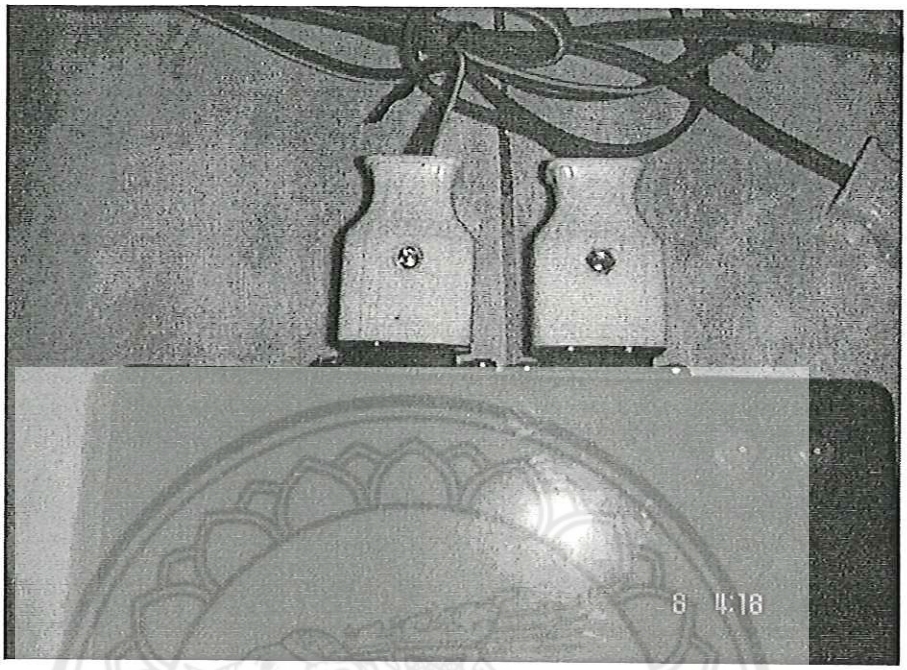
รูปที่ 4.2 ส่งข้อมูลเป็น RS485

3. จ่ายไฟ 220 V ให้กับตัวลูก หลังจากต่อไฟเลี้ยงให้กับตัวลูกแล้ว LED สีแดงจะกระพริบ



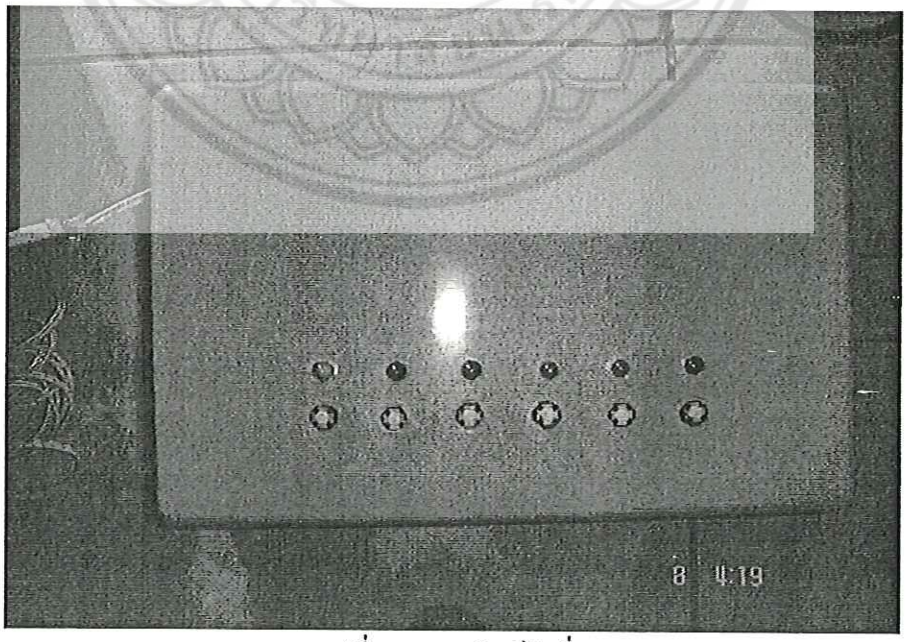
รูปที่ 4.3 จ่ายไฟ 220 V ให้กับตัวลูก

4. ต่อตัวลูกเข้ากับโหลด (ไม่เกิน 2 แอมป์)



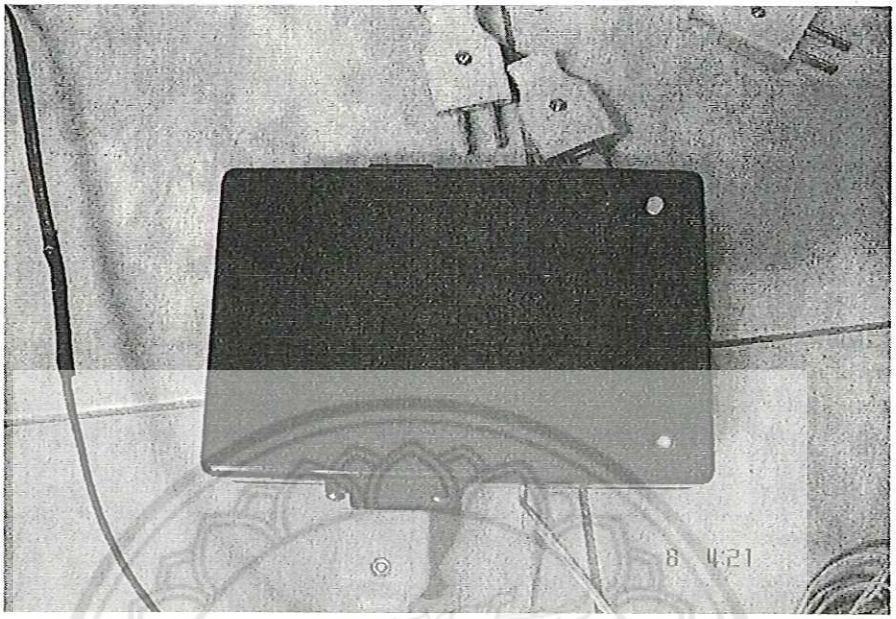
รูปที่ 4.4 ต่อตัวลูกเข้ากับโหลด

5. กดสวิทช์ตัวที่1จากตัวบอร์ดหลัก LED สีเขียวจะติด



รูปที่ 4.5 กดสวิทช์ตัวที่1

6. LED สีเขียวที่ตัวลูกจะติดแสดงว่าสวิทช์ทำงานแล้ว



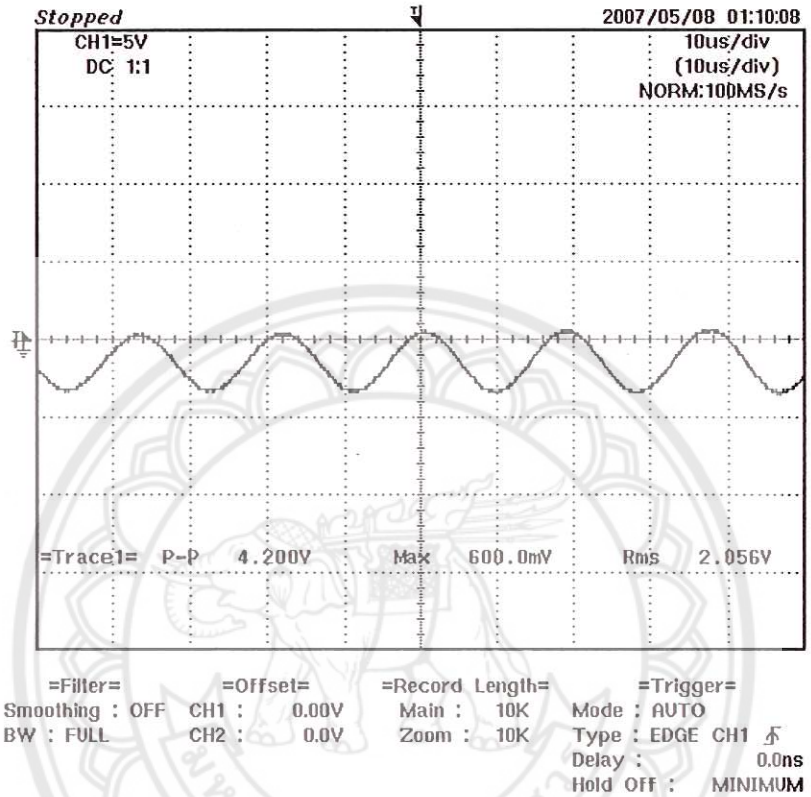
รูปที่ 4.6 LED สีเขียวที่ตัวลูกจะติดแสดงว่าสวิทช์ทำงาน

7. โหลดจะทำงาน

รูปที่ 4.7 โหลดจะทำงาน

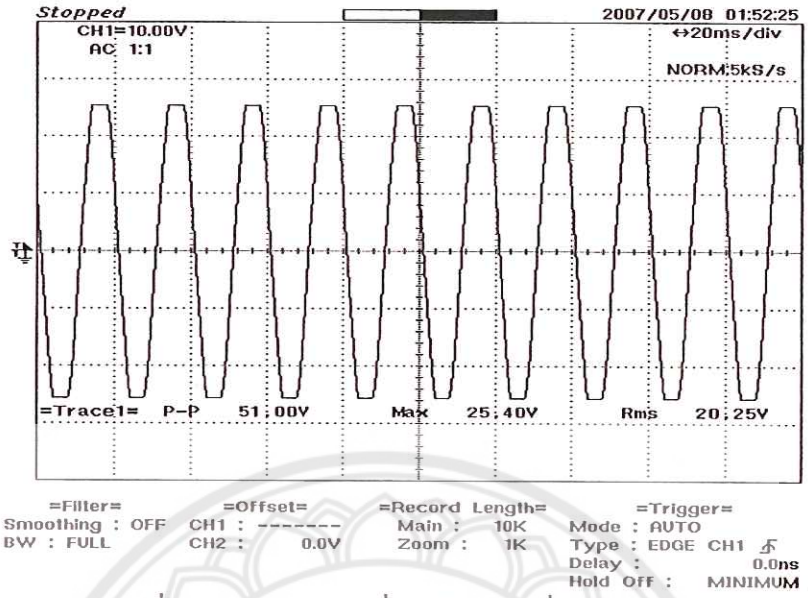
4.1.3 ค่าที่ได้จากการทดลอง

วัดแรงดันของรีเลย์ขณะไม่จ่ายโหลด



รูปที่ 4.8 วัดแรงดันของรีเลย์ขณะไม่จ่ายโหลด

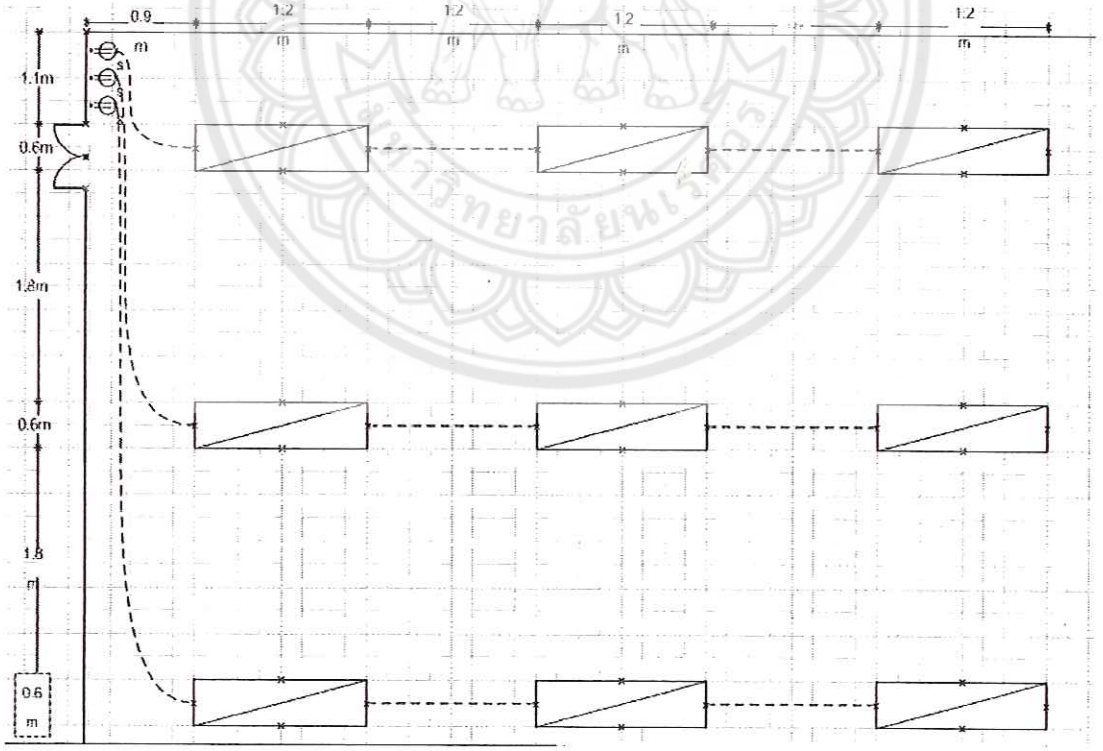
ค่าของแรงดันที่วัดได้ในขณะที่จ่ายไฟให้โหลด (Vout)



รูปที่ 4.9 ค่าของแรงดันที่วัดได้ในขณะที่จ่ายไฟให้โหลด

4.1.4 คำนวณหาราคาของระบบแสงสว่างทั้ง 2 ระบบ (1 ห้อง)

ระบบแสงสว่างในห้องเรียน EE511 ตึกวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ ขณะที่ใช้ระบบ i-bus



รูปที่ 4.10 ระบบแสงสว่างในห้องเรียน EE511

ระบบแสงสว่างในห้องเรียน EE511 ตึกวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ ขณะที่ไม่ใช้ ระบบ i-bus

- คำนวณหาความยาวของสายไฟขณะที่ไม่ได้ใช้ระบบ i-bus

ความยาวของห้องใช้สายไฟยาว

= (0.9+1.2+1.2+1.2+1.2+1.2)*3

= 20.7*2 (ใช้ 2 เส้น)

= 41.4 m

ความกว้างของห้องใช้สายไฟยาว

= (1.6+1.1+0.6+1.8+0.6+1.8+0.3)+(1.6+1.1+0.6+1.8+0.3)+(1.6+1.1+0.3)

= 16.2 *2 (ใช้ 2 เส้น)

= 32.4 m

ความยาวสายไฟที่ใช้ทั้งหมดประมาณ 75 m

ใช้สาย THW ขนาด 2.5 mm^2

ราคาสายไฟดูจากตารางราคาสาย สายไฟฟ้าชนิดต่างๆ(ElectricalCable)2007

สายฉนวนหุ้ม PVC และเป็นสายชนิดอ่อนตัวได้ ใช้ต่อเข้ากับเครื่องใช้ไฟฟ้าชนิดหยิบยกได้ และใช้ต่อเข้าดวงโคม ทนอุณหภูมิ 70 ° C ใช้กับแรงดัน 300 V ห้ามเดินร้อยท่อฝังดิน หรือฝังดินโดยตรง สายไฟเดินในบ้าน Housing Wire(VAF)สายแบนแกนคู่หุ้มด้วยฉนวน พี.วี.ซี.แรงดัน 300V(ราคา/ขด)

ตารางที่ 4.1 สายไฟเดินในบ้าน Housing Wire(VAF)

ขนาดสาย SQ mm.	THAI YAZAKI	FUHRER	BCC	MCI
2x0.5	-	-	472.00	-
2x1	750.00	883.00	830.00	750.00
2x1.5	1,057.00	1,236.00	1,200.00	1,057.00
2x2.5	1,576.00	1,987.00	1,935.00	1,576.00
2x4	2,357.00	3,162.00	2,995.00	2,357.00
2x6	3,536.00	5,171.00	4,770.00	3,536.00
2x10	5,604.00	8,137.00	7,710.00	5,604.00
2x16	8,543.00	12,468.00	11,950.00	8,543.00

สายเคเบิลเดินภายในอาคาร Building Wire And Cables(THW)สายกลมแกนเดี่ยวหุ้มด้วยฉนวน พี.วี. ซี แรงดัน 750V(ราคา/เมตร)

ตารางที่ 4. 2 สายเคเบิลเดินภายในอาคาร Building Wire And Cables(THW)

ขนาดสาย SQ mm.	THAI YAZAKI	FUHRER	BCC	MCI
0.5	-	4.50	-	-
1	5.80	5.80	5.80	5.80
1.5	7.70	7.70	7.70	7.70
2.5	11.40	11.40	11.40	11.40
4	17.20	17.20	17.20	17.20
6	28.30	28.30	28.30	28.30
10	49.30	49.30	49.30	49.30
16	76.50	76.50	76.50	76.50
25	120.00	120.00	120.00	120.00
35	159.30	159.30	159.30	159.30
50	229.20	229.20	229.20	229.20
70	327.70	327.70	327.70	327.70
95	451.50	451.50	451.50	451.50
120	572.00	572.00	572.00	572.00
150	700.00	700.00	700.00	700.00
185	879.00	879.00	879.00	879.00
240	1,153.00	1,153.00	1,153.00	1,153.00
300	1,445.00	1,445.00	1,445.00	1,445.00
400	1,850.00	1,850.00	1,850.00	1,850.00
500	2,395.00	2,395.00	2,395.00	2,395.00

สายส่งกำลังไฟฟ้า Power Wires And Cables(NYY) สายส่งกำลังไฟฟ้าใช้ฝังใต้ดิน หุ้มด้วยฉนวน PVC แรงดัน 750V(ราคา/เมตร)

ตารางที่ 4.3 สายส่งกำลังไฟฟ้า Power Wires And Cables(NYY)

ขนาดสาย SQ mm.	1C	2C	3C	4C
1	22.50	43.40	48.95	55.70
1.5	25.00	48.10	54.90	63.30
2.5	29.20	57.60	67.40	78.80
4	39.40	81.50	96.95	116.60
6	58.80	112.90	140.00	170.50
10	70.50	159.80	205.00	260.20
16	98.80	226.20	301.00	392.30
25	144.60	332.60	460.10	590.40
35	196.00	441.10	622.30	859.00
50	259.70	630.30	874.70	1,115.00
70	352.80	891.00	1,183.70	1,550.00
95	474.00	1,200.00	1,656.90	2,155.00
120	608.00	1,490.00	2,092.00	2,726.00
150	746.00	1,830.00	2,546.00	3,338.00
185	928.00	2,288.00	3,170.00	4,189.00
240	1,209.00	2,992.00	4,145.00	5,519.00
300	1,507.00	3,724.00	5,136.00	6,850.00
400	1,928.00	-	-	-
500	2,527.00	-	-	-

หมายเหตุ: ราคาสาย NYY นี้ใช้ได้กับยี่ห้อ THAI YAZAKI,FUHRER,BCC และ MCI

สายไฟอ่อนชนิดกลม Flexible Wire And Cable(VCT) หุ้มด้วยฉนวนและเปลือกนอก PVC แรงดัน 750V(ราคา/เมตร)

ตารางที่ 4.4 สายไฟอ่อนชนิดกลม Flexible Wire And Cable(VCT)

ขนาดสาย SQ mm.	2C	3C	4C
0.5	19.70	22.90	29.00
0.75	22.30	27.90	37.10
1	26.10	35.40	44.10
1.5	34.60	43.90	56.80
2.5	55.70	79.40	88.70
4	79.50	100.40	127.50
6	112.90	146.90	191.20
10	195.30	256.30	335.50
16	280.00	379.00	485.40
25	441.50	571.00	731.40
35	585.10	798.00	1.018.00

สายไฟอ่อนชนิดแบน Flexible Wire And Cable(VFF)แกนคู่ หุ้มด้วยฉนวนและเปลือกนอก PVC แรงดัน 300V(ราคา/เมตร)

ตารางที่ 4.5 สายไฟอ่อนชนิดแบน Flexible Wire And Cable(VFF)

ขนาดสาย SQ mm.	THAI YAZAKI	FUHRER	BCC	MCI
2x0.5	6.90	-	472.00	-
2x0.75	9.70	883.00	830.00	750.00
2x1	11.80	1,236.00	1,200.00	1,057.00
2x1.5	15.70	1,987.00	1,935.00	1,576.00
2x2.5	23.80	3,162.00		

ราคาของสายไฟที่ใช้ทั้งหมด

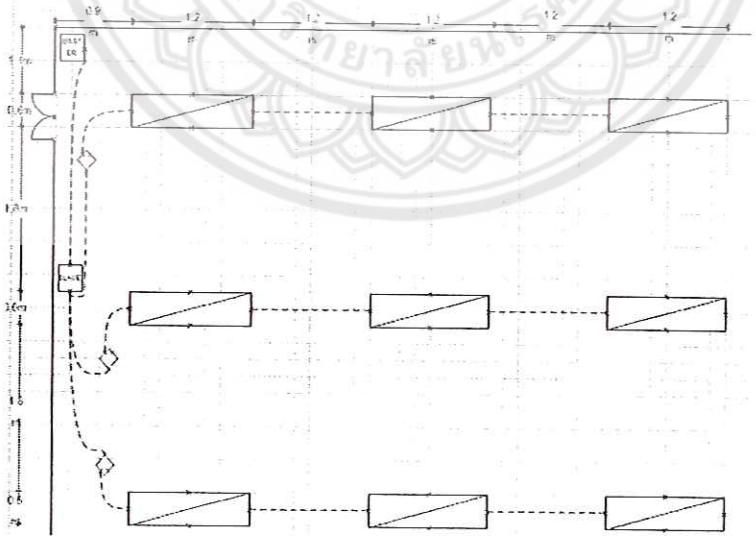
= 75*11.40

= 855 บาท

ราคาของสวิทช์ = 70 บาท

รวมทั้งหมด 1,000 บาท

ระบบแสงสว่างในห้องเรียน EE511 ตึกวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ ขณะที่ใช้ ระบบ i-bus



รูปที่ 4.11 ระบบแสงสว่างในห้องเรียน EE511 ขณะที่ใช้ ระบบ i-bus

ระบบ i-bus ประกอบด้วยอุปกรณ์ 2 ชุดคือ

1. ตัวบอร์ดหลัก
2. ตัวลูก
3.

- ราคาบอร์ดตัวส่ง

ตารางที่ 4.6 ราคาบอร์ดตัวส่ง

รายการ	จำนวน	ราคา(บาท)
AT89C4051-24PI	1	50
SN75176BP	1	7
IC เบอร์7805	1	6
ตัวต้านทาน	8	4
LED	13	20
ไมโครสวิทช์	6	25
หม้อแปลง 220V/9V	1	60
สายแพ	2 ฟุต	50
ตัวเก็บประจุ	3	11
แผ่น PCB	1	22
คริสตอล	1	6
กล่องพลาสติก	1	42
ปลั๊กตัวเมีย	1	5
ปลั๊กตัวผู้	1	8
รวมประมาณ		300

- ราคาบอร์ดลูก

ตารางที่ 4.7 ราคาบอร์ดลูก

รายการ	จำนวน	ราคา(บาท)
AT89C4051-24PI	1	50
SN75176BP	1	7
IC เบอร์7805	1	6
ตัวต้านทาน	12	6
LED	6	เหลือจากบอร์ดหลัก
ไมโครสวิทช์	2	เหลือจากบอร์ดหลัก
หม้อแปลง 220V/9V	1	60
Transistor	2	1
ตัวเก็บประจุ	2	เหลือจากบอร์ดหลัก
แผ่น PCB	1	22
คริสตอล	1	6
กล่องพลาสติก	1	37
ปลั๊กตัวเมีย	3	15
ปลั๊กตัวผู้	1	8
โซลิดสเตรทรีเลย์	3	390
รวม		600

รวมอุปกรณ์ทั้ง 2 ชุดราคาประมาณ 900 บาท

ด้านยาวของห้องใช้สายไฟทั้งหมด

= (1.2*6*2) = 14.5 m

ใช้สาย THW ขนาด 2.5 mm^2

ราคาสายไฟ = 14.5*11.40

= 165 บาท

ด้านกว้างของห้องใช้สายไฟทั้งหมด

= (0.9+1.1+0.6+1.8+0.6+1.8) = 7m ใช้สาย THW ขนาด 2.5 mm^2

ราคาสายไฟ = 14*11.40

= 160 บาท

ความยาวของสายสัญญาณที่ใช้

= (1.6+0.9+1.1+0.6+1.8+0.6+1.8)

= 8.6 m

สายสัญญาณเมตรละ 1.25 บาท

ราคาสายสัญญาณ = 8.6*1.25

= 15 บาท

รวมราคาทั้งหมด

=300+500+165+160+15

= 1,200 บาท

ดังนั้นความแตกต่างของราคา

= 1,200-1,000

= 200 บาท

ราคาระบบ i-bus แพงกว่า 200บาท (แบบปกติยังไม่บวกค่าท่อร้อยสาย)

คำนวณหาราคาของระบบแสงสว่างทั้ง 2 ระบบ (2 ห้องสวิทช์อยู่ที่เดียวกัน)

- คำนวณหาความยาวของสายไฟขณะที่ไม่ได้ใช้ระบบ i-bus

ความยาวของห้องใช้สายไฟยาว

= (0.9+1.2+1.2+1.2+1.2+1.2)*3

= 20.7*2*2 (ใช้ 2 เส้น, 2 ห้อง)

= 83 m

ความกว้างของห้องใช้สายไฟยาว

=(7.8+5.4+3+9.3+6.9+4.5)

= 40m

= 40 *2 (ใช้ 2 เส้น)

= 80 m

ความยาวสายไฟที่ใช้ทั้งหมดประมาณ 165 m

ใช้สาย THW ขนาด 2.5 mm^2

ราคาสายไฟดูจากตารางราคาสายไฟ

ราคาของสายไฟที่ใช้ทั้งหมด

= 165*11.40

= 1,900 บาท

ราคาของสวิทช์ = 140 บาท

รวมทั้งหมด 2,100 บาท

- คำนวณหาความยาวของสายไฟขณะที่ใช้ระบบ i-bus

รวมอุปกรณ์ทั้ง 2 ชุด มีบอร์ดหลัก 1ตัว บอร์ดลูก 2 ตัว

ราคาประมาณ 1,500 บาท

ด้านยาวของห้องใช้สายไฟทั้งหมด

= (1.2*6*2)

= 14.5 m

ใช้สาย THW ขนาด 2.5 mm^2

ราคาสายไฟ = 14.5*11.40*2

= 330 บาท

ด้านกว้างของห้องใช้สายไฟทั้งหมด

= (0.9+1.1+0.6+1.8+0.6+1.8)*2

= 14 m

ใช้สาย THW ขนาด 2.5 mm^2

ราคาสายไฟ = 14*11.40*2

= 320 บาท

ความยาวของสายสัญญาณที่ใช้

= (1.6+0.9+1.1+0.6+1.8+0.6+1.8)*2

= 18 m

สายสัญญาณเมตรละ 1.25 บาท

ราคาสายสัญญาณ

= 18*1.25

= 22บาท

รวมราคาทั้งหมด =1500+330+320+22

= 2,200 บาท

ดังนั้นความแตกต่างของราคา

= 2,200-2,1000

= 100 บาท

ราคาระบบ i-bus แพงกว่า 100บาท (แบบปกติยังไม่บวกค่าท่อร้อยสาย)

บทที่ 5 วิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง

5.1 สรุปผลการทดลอง

จากผลการทดลองสรุปผลได้ว่าการควบคุมระบบแสงสว่างโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์นั้นสามารถที่จะใช้ควบคุมการเปิดปิดไฟแทนสวิทช์ทั่วไปได้และยังให้ความปลอดภัยกับผู้ใช้ซึ่งผลที่ได้ระบบi-bus สามารถที่จะนำไปใช้กับโหลดได้ทุกประเภทไม่ว่าจะเป็นโหลด RหรือL ระยะทางที่ระบบ i-bus สามารถติดต่อได้มีระยะทางไกลถึง 10 เมตร โดยใช้ RS 485 เป็นตัวช่วยเพื่อให้ส่งสัญญาณได้ไกลขึ้นโดยส่งการควบคุมผ่านทางสายไฟขนาดเล็กแทนและเมื่อเปรียบเทียบค่าใช่จ่ายในระบบควบคุมแบบทั่วไปกับแบบใช้ระบบi-busแล้วค่าใช้จ่ายนั้นต่างกันไม่มากนักเมื่อใช้ในห้องทั่วไปแต่ระบบ i-bus แต่สามารถที่จะประหยัดท่อร้อยสายได้อีกด้วยอีกทั้งเมื่อนำระบบ i-busไปใช้ควบคุมในห้องขนาดใหญ่หรือใช้เป็นสวิทช์หลักในการควบคุมระบบทั้งอาคารก็จะทำให้ค่าใช้จ่ายถูกกว่าการใช้สวิทช์แบบทั่วไป

5.2 ปัญหาที่พบ

5.2.1 ใช้รีเลย์แบบธรรมดาระบบเกิดการรวนเนื่องจากการอาร์คของหน้าคอนแทค

5.2.2 อุปกรณ์โซลิดสเตรทรีเลย์ที่ใช้มีราคาแพงกว่ารีเลย์ทั่วไป

5.2.3 รีเลย์ที่ใช้หาซื้อยากเวลาเสียต้องรอของนาน

5.3 แนวทางในการพัฒนาต่อไป

5.3.1 สามารถพัฒนาจากการส่งแบบ RS485 เป็นแบบ wireless ได้

5.3.2 พัฒนาโปรแกรมให้สามารถตั้งเวลาเปิดปิดอัตโนมัติได้

5.3.3 พัฒนาด้านวงจรอิเล็กทรอนิกส์เพื่อลดการรวนของระบบเมื่อใช้รีเลย์แบบธรรมดาเพื่อที่จะได้ไม่ต้องใช้โซลิดสเตตรีเลย์อีกทั้งลดต้นทุนลงด้วย

เอกสารอ้างอิง

[1] ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ธีรวัฒน์ ประกอบผล. ไมโครคอนโทรลเลอร์ด้วยภาษา C. พิมพ์ครั้งที่1. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ ส.ส.ท. 2545.

[2] ประภาพร ช่างไม้. คู่มือเขียนโปรแกรมภาษาC. พิมพ์ครั้งที่1. 2545.

[3] อุดม รานอก. ภาษา C สำหรับงานควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51. พิมพ์ครั้งที่1. 2548.

[4] สันติ นุราช. อุกฤษฎ์ ตันทสุทธานนท์. เรียนรู้ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ฉบับภาษาC. [Online]. Http:// www.micro-research.co.th.2006.