สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ระบบควบคุมการใช้ไฟฟ้าภายในอาคาร

BUILDING AUTOMATION SYSTEM

T117478

โดย

นายจีรภัทร์ งามนิล

นายเฉลิมพล คงคาน้อย

นายชัยยศ อุดมศรีลาภ

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 117478
วัน,เดือน,ปี - 5 ส.ค. 2554
.b 23369 56
.i.....

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2553

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบควบคุมการใช้ไฟฟ้าภายในอาคาร

BUILDING AUTOMATION SYSTEM

โดย

นายจีรภัทร์	งามนิล	50010245
นายเฉลิมพล	คงคาน้อย	50010282
นายชัยยศ	อุดมศรีลาภ	50010345

อาจารย์ที่ปรึกษา

รศ. สมยศ จุณณะปิยะ

ผศ.ดร. พิเชฐ ม่วงนวล

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2553

ผ่านการตรวจรูปเล่มแล้ว
(ลงชื่อ).....ผู้ตรวจ

ผ่านการตรวจชิ้นงานแล้ว
(ลงชื่อ).....ผู้ตรวจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2553

สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง ระบบควบคุมการใช้ไฟฟ้าภายในอาคาร

BUILDING AUTOMATION SYSTEM

ผู้จัดทำ

1. นายจีรภัทร์ งามนิล 50010245
2. นายเฉลิมพล คงคาน้อย 50010282
3. นายชัยยศ อุดมศรีลาภ 50010345

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(รศ. สมยศ จุณณะปิยะ)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

(ผศ.ดร. พิเชฐ ม่วงนวล)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ในการจัดทำปริญญานิพนธ์นี้มิอาจสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ถ้าหากไม่ได้รับความสนับสนุนและความกรุณาจากอาจารย์ที่ปรึกษา รศ.สมยศ จุณณะปิยะ และ ผศ.ดร.พิเชฐ ม่วงนวล ผู้ที่ให้แนวคิดและความช่วยเหลือ อีกทั้งยังชี้แนะข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นในการทำปริญญานิพนธ์อีกด้วย

นอกจากนี้ยังต้องขอขอบพระคุณผู้ที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

คณาจารย์ประจำสาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคมทุกท่านที่ได้สั่งสอนให้ความรู้

พี่ๆและเพื่อนๆ สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคมที่ให้คำแนะนำและความช่วยเหลือในทุกๆ เรื่อง

สุดท้ายนี้ ขอขอบพระคุณบิดามารดา ผู้ที่คอยให้ความห่วงใย กำลังใจและการสนับสนุนทางการศึกษามา ณ ที่นี้ด้วย

นายจีรภัทร์ งามนิล

นายเฉลิมพล คงคาน้อย

นายชัยยศ อุดมศรีลาภ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบควบคุมการใช้ไฟฟ้าภายในอาคาร
BUILDING AUTOMATION SYSTEM

โดย นายจีรภัทร์ งามนิล 50010245
นายเฉลิมพล คงคาน้อย 50010282
นายชัยยศ อุดมศรีลาภ 50010345

อาจารย์ที่ปรึกษา รศ.สมยศ จุณณะปิยะ
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ผศ.ดร.พิเชฐ ม่วงนวล

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นการออกแบบระบบควบคุมการใช้ไฟฟ้าภายในอาคาร โดยโครงสร้างของระบบประกอบด้วย ไมโครคอนโทรลเลอร์และรีเลย์ ซึ่งไมโครคอนโทรลเลอร์ใช้งานแบบพอร์ตสื่อสารอนุกรมแบบมัลติโปรเซสเซอร์ในการควบคุมการจ่ายไฟให้กับเครื่องใช้ไฟฟ้าต่างๆ ที่สั่งจากโปรแกรมในคอมพิวเตอร์ (PC)

ABSTRACT

This thesis aims at building an automated energy-saving. The system consists of microcontroller and relay. The microcontroller is used in multiprocessor mode to control relay which receives commands from a computer to control electricity usage.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

		หน้า
กิตติกรรมประกาศ		I
บทคัดย่อ		II
สารบัญ		III
สารบัญรูป		VI
สารบัญตาราง		VIII
บทที่ 1	**บทนำ**	**1**
	1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
	1.2 วัตถุประสงค์	1
	1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์	2
บทที่ 2	**ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง**	**3**
	2.1 ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51	3
	2.1.1 โครงสร้างภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51	3
	2.1.2 คุณสมบัติทั่วไปของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51	4
	2.1.3 การจัดขาของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51	5
	2.2 พื้นฐานการสื่อสารแบบอนุกรม	7
	2.3 การติดต่อทางพอร์ตอนุกรมของไมโครคอนโทรลเลอร์	8
	2.3.1 โหมดการติดต่อทางพอร์ตอนุกรมของไมโครคอนโทรลเลอร์	8
	2.3.2 รีจีสเตอร์ที่ใช้ในการควบคุมและรับส่งข้อมูลของพอร์ตอนุกรม	10
	2.4 ระบบบัส 1 สาย (1-wire bus)	13
	2.4.1 คุณสมบัติทางเทคนิคของระบบบัส 1 สาย	13
	2.4.2 คุณสมบัติของไทม์สล็อต	13
	2.4.3 รูปแบบของการสื่อสารข้อมูลแบบ 1 เส้น (1-Wire communication protocol)	13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

		หน้า
	2.5 มาตรฐาน RS-232	14
	2.5.1 ลักษณะของคอนเน็กเตอร์แบบ D-Type	14
	2.5.2 รายละเอียดของสายสัญญาณ	15
	2.5.3 องค์ประกอบของการรับส่งข้อมูลแบบอนุกรม	16
	2.5.4 การส่งข้อมูลแบบไม่สมดุล (Unbalanced line driver)	17
	2.5.5 อัตราเร็วในการรับส่งข้อมูลแบบอนุกรม	17
	2.6 มาตรฐาน RS-485	18
	2.7 ไอซีขับกระแส ULN2003A	20
	2.8 ไอซี DS275	21
	2.9 ไอซี SN75176	22
	2.10 อุปกรณ์รีเลย์ (Relay)	23
	2.10.1 การจัดขาของรีเลย์	23
	2.10.2 รูปแบบหน้าสัมผัสของรีเลย์	24
	2.11 ตัวต้านทานไวแสง (LDR)	25
บทที่ 3	**การออกแบบและการจัดทำปริญญานิพนธ์**	**26**
	3.1 การออกแบบ	26
	3.1.1 บล็อกไดอะแกรมของระบบ (Block Diagram)	26
	3.1.2 วงจรแปลงสัญญาณ RS-232 เป็นสัญญาณทีทีแอล (TTL)	26
	3.1.3 วงจรไมโครคอนโทรลเลอร์	27
	3.1.4 วงจรรีเลย์สวิตซ์ (Relay Switch)	29
	3.1.5 แผนผังการทำงานของระบบ (Flowchart)	30
	3.1.6 แผนผังการทำงานในส่วนของโปรแกรม (Flowchart C#)	32
	3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง	33
	3.3 การจัดเก็บผลการทดลอง	34
	3.3.1 ด้านฮาร์ดแวร์	34
	3.3.2 ด้านซอฟต์แวร์	36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

		หน้า
บทที่ 4	**ผลการทดลอง**	**38**
	4.1 ผลการทดสอบสัญญาณ	38
	4.1.1 สัญญาณที่ส่งออกจากไมโครคอนโทรลเลอร์มาสเตอร์	38
	4.1.2 สัญญาณผลตอบกลับจากไมโครคอนโทรลเลอร์สเลฟ	39
	4.1.3 สัญญาณ RS-485	40
	4.2 ผลการทดสอบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าผ่านโปรแกรม	41
บทที่ 5	**สรุปผลและข้อเสนอแนะ**	**47**
	5.1 สรุปผล	47
	5.2 ข้อเสนอแนะ	47
บรรณานุกรม		**48**
ภาคผนวก		**49**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
2.1	บล็อกไดอะแกรมของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51	4
2.2	การจัดขาของ MCS-51	5
2.3	สัญญาณการรับส่งข้อมูลในโหมด 0	8
2.4	สัญญาณการส่งข้อมูลในโหมด 1	9
2.5	สัญญาณการส่งข้อมูลในโหมด 2	9
2.6	รีจีสเตอร์ SCON (Serial Port Control Register)	10
2.7	รีจีสเตอร์ PCON (Power Control Register)	12
2.8	เอาต์พุตของตัวส่งแบบไม่สมดุล	17
2.9	คู่สายสัญญาณแบบตรง	18
2.10	คู่สายสัญญาณแบบเกลียว	18
2.11	รูปแบบการจัดขาและวงจรภายใน ULN2003A	20
2.12	การจัดขาของไอซี DS275	21
2.13	การจัดขาของไอซี SN75176	22
2.14	การทำงานในสภาวะปกติ ขา C จะต่อกับ NC	23
2.15	การทำงานในสภาวะจ่ายไฟฟ้า ขา C จะต่อกับ NO	23
2.16	SPST (singpole-singthrow) มีหน้าสัมผัส 1 ชุด คือ NO	24
2.17	SPDT (singpole-doublethrow) มีหน้าสัมผัส 2 ชุดคือ NO และ NC	24
2.18	DPST (doublepole-singthrow) มีหน้าสัมผัส 2 ชุด คือ NO 2 ชุด	24
2.19	DPDT (doublepole-doublethrow) มีหน้าสัมผัส 2 ชุด คือ NO และ NC อย่างละชุด	24
2.20	โครงสร้างของ LDR	25
2.21	การเปลี่ยนแปลงความเข้มแสงในทันทีทันใด	25
3.1	บล็อกไดอะแกรมของระบบโดยรวม	26
3.2	วงจรแปลงสัญญาณ RS-232 เป็นสัญญาณทีทีแอล	26
3.3	วงจรไมโครคอนโทรลเลอร์มาสเตอร์	27
3.4	วงจรไมโครคอนโทรลเลอร์สเลฟ	28
3.5	วงจรรีเลย์สวิตซ์	29

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
3.6	แผนผังการทำงานของของโปรแกรมภายในไมโครคอนโทรลเลอร์มาส-เตอร์	30
3.7	แผนผังการทำงานของของโปรแกรมภายในไมโครคอนโทรลเลอร์สเลฟ	31
3.8	โฟล์วชาร์ตการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์	32
3.9	วงจรรวมของระบบ	35
3.10	หน้าล็อกอินของโปรแกรม	36
3.11	การเซ็ตคอมพอร์ต	36
3.12	การตั้งวันที่ไม่ใช้งาน	37
3.13	การตั้งเวลาเปิด-ปิด	37
4.1	สัญญาณที่ส่งออกจากไมโครคอนโทรลเลอร์มาสเตอร์	38
4.2	แอดเดรสไบต์ของไมโครคอนโทรลเลอร์สเลฟ	39
4.3	ดาต้าไบต์ (สั่งเปิดไฟห้อง 101)	39
4.4	สัญญาณผลตอบกลับจากไมโครคอนโทรลเลอร์สเลฟ	39
4.5	แอดเดรสไบต์ของไมโครคอนโทรลเลอร์มาสเตอร์	39
4.6	ดาต้าไบต์ (ห้อง 101 ไฟสว่าง)	40
4.7	สัญญาณ RS-485	40
4.8	แผนผังอาคาร 3 ชั้น	41
4.9	หน้าต่างการตั้งค่าเปิด-ปิดอุปกรณ์ไฟฟ้า	41
4.10	การตั้งค่าเปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าห้อง T101	42
4.11	การตั้งค่าเปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าห้อง T102	42
4.12	การตั้งค่าเปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าห้อง T103	43
4.13	การตั้งค่าเปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าห้อง T104	43
4.14	การตั้งค่าเปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าห้อง T105	44
4.15	การตั้งค่าปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าห้อง T101	44
4.16	การตั้งค่าปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าห้อง T102	45
4.17	การตั้งค่าปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าห้อง T103	45
4.18	การตั้งค่าปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าห้อง T104	46
4.19	การตั้งค่าปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าห้อง T105	46

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่

2.1 การกำหนดบิต SM0 และ SM1 เพื่อเลือกโหมดการทำงาน 11

2.2 แผนผังคอนเน็กเตอร์ของ RS-232 15

2.3 เปรียบเทียบคุณสมบัติของมาตรฐานการสื่อสาร RS-232 และมาตรฐาน RS-485 19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันเทคโนโลยีได้มีการพัฒนาขึ้นอย่างต่อเนื่องไม่ว่าจะเป็นเทคโนโลยีทางด้านคอมพิวเตอร์ (Computer) ที่ได้มีการพัฒนาซอร์ฟแวร์ต่างๆ ขึ้นมามากมายและเทคโนโลยีด้านไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller) ที่ได้มีการพัฒนาและนำมาใช้งานในการควบคุมอุปกรณ์ต่างๆ เช่น เครื่องจักรภายในโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ คุณประโยชน์เหล่านี้เองที่เป็นแนวทางในการประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ร่วมกับคอมพิวเตอร์ จะนำเอาไมโครคอนโทรลเลอร์มาควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในอาคาร ซึ่งจะติดต่อสื่อสารกันระหว่างคอมพิวเตอร์กับไมโครคอนโทรลเลอร์ผ่านพอร์ตอนุกรม RS-232 แต่เนื่องจากในการออกแบบต้องการรูปแบบการสื่อสารระหว่างคอมพิวเตอร์กับไมโครคอนโทรลเลอร์ที่เป็นแบบ Point to Multipoint จึงได้เลือกรูปแบบการติดต่อสื่อสารแบบพอร์ตอนุกรมมาตรฐาน RS-485 เนื่องจากมีคุณสมบัติที่เพิ่มมาจากมาตรฐาน RS-232 คือสามารถติดต่อกับอุปกรณ์ลูกข่ายได้มากสูงสุดถึง 32 ตัว และมีระยะทางในการติดต่อสื่อสารได้ไกลถึง 1200 เมตร จึงเป็นที่มาของปริญญานิพนธ์ฉบับนี้

1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์และนำมาใช้ในการอินเตอร์เฟสกับระบบ
2. เพื่อศึกษาการทำงานของรีเลย์และนำมาใช้ควบคุมการจ่ายไฟ
3. สามารถประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ในการทำงานร่วมกับรีเลย์
4. เขียนโปรแกรมรับคำสั่งจากคอมพิวเตอร์เพื่อควบคุมการทำงานของไมโครคอนโทรล-เลอร์
5. ควบคุมการทำงานเปิด-ปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในอาคารผ่านทางคอมพิวเตอร์ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์

1. สามารถติดต่อระหว่างคอมพิวเตอร์กับไมโครคอนโทรลเลอร์ได้
2. สามารถใช้งานในโหมดมัลติโปรเซสเซอร์ได้
3. สามารถเชื่อมต่อระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์กับรีเลย์เพื่อควบคุมการจ่ายไฟฟ้าได้
4. เขียนโปรแกรมเพื่อใช้ในการควบคุมการทำงานของระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

2.1 ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

ไมโครคอนโทรลเลอร์ คือ ตัวควบคุมการทำงานของอุปกรณ์หรือขบวนการต่างๆ ซึ่งอาจทำขึ้นมาจากวงจรไฟฟ้ากลไก PLC ฯลฯ เป็นอุปกรณ์ประเภทสารกึ่งตัวนำที่รวบรวมฟังก์ชั่นการทำงานต่างๆ ไว้ภายใน มีขนาดเล็ก และสามารถเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ ที่เชื่อมต่อกับตัวมัน โดยเน้นความสมบูรณ์ภายในและง่ายต่อการนำไปใช้งานหรือแก้ไขดัดแปลง ไมโครคอนโทรลเลอร์ทั่วไปประกอบไปด้วย

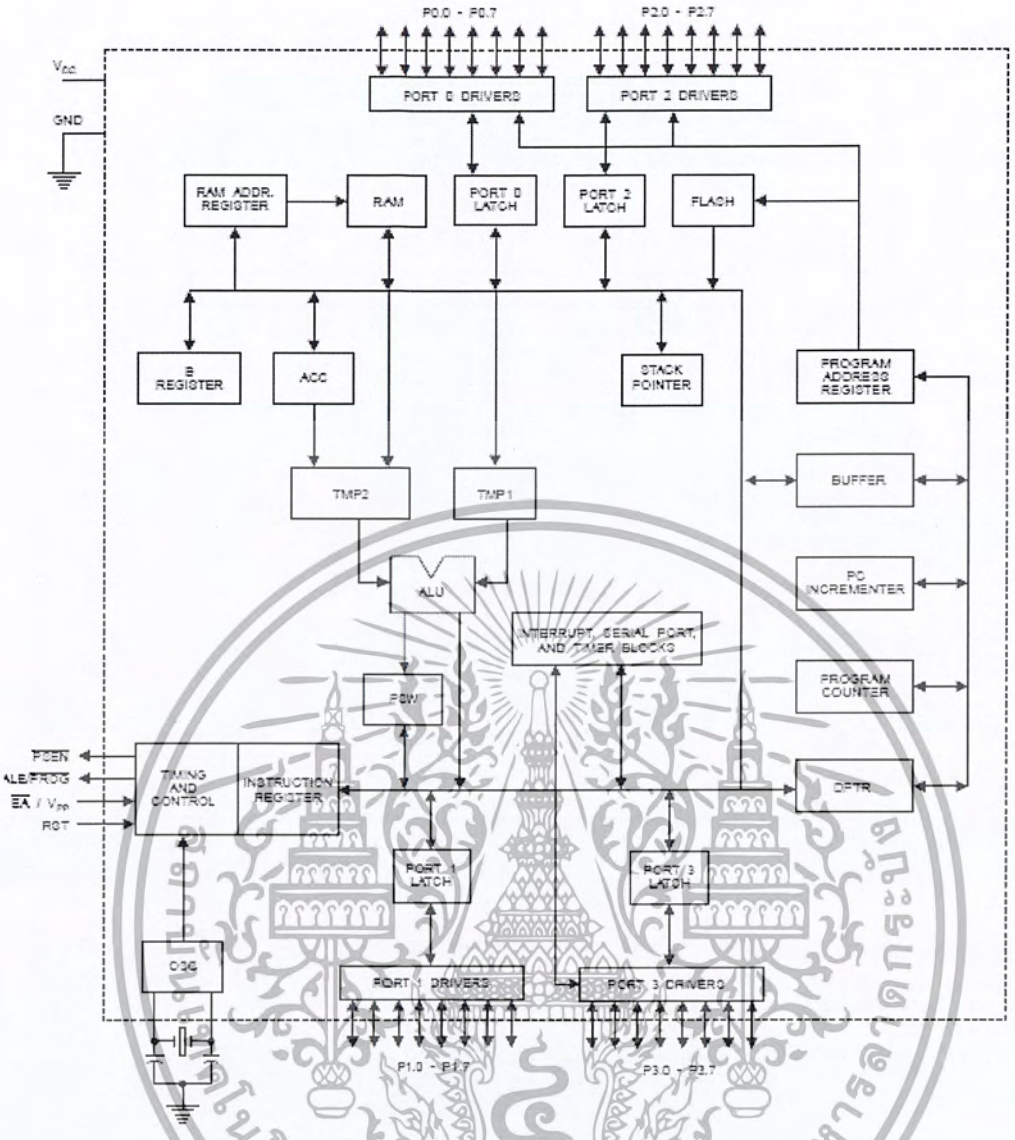
- CPU (Central Processing Unit)
- RAM (Random Access Memory)
- EPROM/PROM/ROM (Erasable Programmable Read Only Memory)
- I/O (Input/Output)
- Interrupt Controller

ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 ได้จัดให้มีส่วนประกอบภายในเพื่ออำนวยความสะดวกแก่ผู้ใช้ เช่น ไทเมอร์ (Timer) เคาน์เตอร์ (Counter) พอร์ตอนุกรม (Serial port) และสำหรับไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ใหญ่ๆ อาจมีส่วนอื่นเพิ่มเติมเข้ามาอีก เช่น เบอร์ 80C515, 80C535จะมีวงจรแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นสัญญาณดิจิตอล

2.1.1 โครงสร้างภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51

ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 ใช้เทคโนโลยีการผลิตแบบ NMOS และ CMOS ซึ่งภายในได้รวมวงจรต่างไว้อย่างครบถ้วนพร้อมที่จะทำงานได้เมื่อจ่ายไฟเลี้ยงและสัญญาณนาฬิกา (Clock) ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 ได้ถูกผลิตออกมามากมายหลายเบอร์โดยบริษัทต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นเบอร์อะไรก็ตาม ถ้าเป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 แล้วจะมีโครงสร้างต่าง ๆ ที่คล้ายกัน จะต่างกันออกไปในส่วนของความสามารถพิเศษของแต่ละเบอร์ยกตัวอย่างเช่นเบอร์ AT89C51 มีไทเมอร์ 2 ตัว ในขณะที่เบอร์ AT89C52 มีไทเมอร์ 3 ตัว เป็นต้นโดยที่โครงสร้างต่างๆ ภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 ได้แสดงไว้ดังรูปที่ 2.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.1 บล็อกไดอะแกรมของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 [1]

2.1.2 คุณสมบัติทั่วไปของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51

เนื่องจากคุณสมบัติของไมโครคอนโทรลเลอร์แต่ละเบอร์นั้นมีความสามารถที่แตกต่างกันออกไปในรายละเอียดปลีกย่อย ดังนั้นจะขออ้างถึงเบอร์ AT89C51 ของบริษัท Atmel ซึ่งเป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ขนาด 8 บิต ซึ่งมีคุณสมบัติดังนี้

- มีหน่วยความจำโปรแกรมแบบแฟลช (Flash Memory) ขนาด 8 กิโลไบต์
- แหล่งจ่ายไฟกระแสตรงขนาด 5 โวลต์ (ทำงานในช่วง 4-6 โวลต์)
- ทำงานได้ด้วยสัญญาณนาฬิกาตั้งแต่ 0-24 เมกกะเฮิร์ต (MHz)
- มีหน่วยความจำข้อมูล (RAM) ขนาด 128 ไบต์ (byte)
- มีพอร์ต 32 พอร์ตอิสระสามารถเข้าถึงในระดับบิตได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

• มีไทเมอร์/เคาเตอร์ขนาด 16 บิต ทั้งหมด 2 ตัว

• รองรับการอินเตอร์รัพต์ได้ 6 แหล่ง

• สามารถสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรมได้

2.1.3 การจัดขาของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51

ไมโครคอนโทรลเลอร์ในตระกูล MCS- 51 จะมีโครงสร้างของการจัดเรียงขาที่คล้าย ๆ กันได้แสดงไว้ดังรูปที่ 2.2 และมีส่วนประกอบของขาดังต่อไปนี้

รูปที่ 2.2 การจัดขาของ MCS-51 [1]

VCC ต่อไฟเลี้ยง

GND ต่อกราวด์

Port0 (P0.0-P0.7) เป็นพอร์ตแบบสองทิศทางขนาด 8 บิต สามารถทำงานได้ทั้งสองหน้าที่ คือ เป็นพอร์ตอินพุตและเอาท์พุตทั่วไป และใช้เป็นพอร์ตสำหรับติดต่อกับหน่วยความจำภายนอก คือรับและส่งข้อมูลพร้อมทั้งกำหนดแอดเดรส (Address) ไบต์ต่ำ

Port1 (P1.0-P1.7) เป็นพอร์ตแบบสองทิศทางขนาด 8 บิต มีการต่อความต้านทานพูลอัพ (pull-up resister) ไว้ภายใน ทำหน้าที่เป็นพอร์ตอินพุตและเอาท์พุตทั่วไป นอกจากนี้ยังใช้งานเป็นขาอินพุตเอาท์พุตของไทเมอร์ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Port2 (P2.0-P2.7) เป็นพอร์ตแบบสองทิศทางขนาด 8 บิต มีการต่อความต้านทานพูลอัพ (pull-up resister) ไว้ภายใน สามารถทำงานได้สองหน้าที่คือเป็นพอร์ตอินและพุตเอาท์พุตทั่วไป และใช้เป็นพอร์ตสำหรับติดต่อกับหน่วยความจำภายนอกคือกำหนดแอดเดรสไบต์สูง

Port3 เป็นพอร์ตแบบสองทิศทางขนาด 8 บิต มีการต่อความต้านทานพูลอัพ (pull-up resister) ไว้ภายใน ทำหน้าที่เป็นพอร์ตอินพุตและเอาท์พุตทั่วไป นอกจากนี้ยังใช้เป็นขาสัญญาณควบคุมการติดต่อกับหน่วยความจำการอินเตอร์รัพต์ และอื่น ๆ

RST เป็นขาอินพุตที่ใช้รับสัญญาณสำหรับรีเซตซีพียู โดยซีพียู (CPU) จะถูกรีเซต (Reset) เมื่อขานี้เป็นลอจิก "1" นาน 2 แมชินไซเคิล หรือ 24 ไซเคิลของสัญญาณนาฬิกา

ALE/PROG ทำหน้าที่เป็นขาเอาท์พุตเมื่อซีพียูต้องการติดต่อกับหน่วยความจำภายนอก คือจะทำการส่งสัญญาณพัลส์ (Pulse) ออกมาที่ขานี้เพื่อทำการแลกแอดเดรสไบต์ต่ำของหน่วยความจำภายนอก และขานี้จะเป็นอินพุตเมื่อยู่ในระหว่างโปรแกรมแฟรช

PSEN เป็นขาเอาท์พุต ใช้ในการติดต่อกับหน่วยความจำภายนอก คือเมื่อซีพียูทำการประมวลผลกับหน่วยความจำโปรแกรมภายนอกขานี้จะแอคทีฟสองครั้งในแต่ละแมชินไซเคิล

EA/VPP เป็นขาอินพุตและต้องการลอจิก "0" เพื่อยอมให้ซีพียูสามารถเข้าถึงหน่วยความจำโปรแกรมภายนอกได้ ซึ่งอยู่ที่ตำแหน่ง 0000H ถึง FFFFH นอกจากนี้แล้วขานี้ยังใช้รับไฟ 12 โวลต์เพื่อใช้ในระหว่างที่ทำการโปรแกรมแฟลช

XTAL1 เป็นขาอินพุตของวงจรออสซิลเลเตอร์แอมปลิไฟเออร์ และยังเป็นขาอินพุตของวงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกาภายใน

XTAL2 เป็นขาเอาท์พุตของวงจรออสซิลเลเตอร์แอมปลิไฟเออร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 พื้นฐานการสื่อสารแบบอนุกรม

การสื่อสารแบบอนุกรมในเครื่องคอมพิวเตอร์นั้นจะมีความเร็วในการสื่อสารช้ากว่าแบบขนานทั้งนี้เพราะว่าการเคลื่อนย้ายข้อมูลแบบอนุกรมนั้นเป็นการส่งข้อมูลครั้งละ 1 บิต แต่พอร์ตขนานนั้นสามารถส่งข้อมูลได้ครั้งละหลายๆ บิตพร้อมกันส่งผลให้การสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรมมีความเร็วต่ำกว่าแบบขนาน

แต่ว่าการส่งข้อมูลแบบอนุกรมนั้นมีข้อที่เหนือกว่าการส่งข้อมูลแบบขนานคือ การสามารถส่งข้อมูลได้ในระยะทางที่ไกลกว่าแบบขนาน อีกทั้งสายสัญญาณที่ใช้ยังมีน้อยกว่าการส่งข้อมูลแบบขนานอีกด้วยการสื่อสารแบบอนุกรมสามารถแบ่งออกเป็น 3 รูปแบบ ดังนี้

1. Simplex สามารถส่งข้อมูลได้อย่างเดียว เป็นการสื่อสารแบบทางเดียว
2. Half-Duplex สามารถส่งข้อมูลไปยังปลายทางและสามารถรับข้อมูลจากปลายทางได้ แต่ไม่สามารถทำการส่งและรับข้อมูลได้ในเวลาเดียวกัน
3. Full-Duplex สามารถรับและส่งข้อมูลได้ในเวลาเดียวกัน

นอกจากนี้แล้วยังสามารถแบ่งประเภทของการสื่อสารแบบอนุกรมตามลักษณะสัญญาณในการส่งได้อีก 2 แบบคือ

- **การสื่อสารแบบซิงโครนัส (Synchronous)** สำหรับการสื่อสารแบบซิงโครนัสนี้จะใช้สัญญาณนาฬิกาควบคุมการรับส่งสัญญาณ เช่น สายคีย์บอร์ดคอมพิวเตอร์โดยจะมีสายสัญญาณเส้นหนึ่งเป็นสายสัญญาณนาฬิกา ส่วนอีกเส้นหนึ่งเป็นสายของข้อมูลและมักจะสายกราวด์ด้วย
- **การสื่อสารแบบอะซิงโครนัส (Asynchronous)** สำหรับการสื่อสารแบบอะซิงโครนัสนั้นจะใช้สายข้อมูลเพียงอย่างเดียว แต่จะใช้รูปแบบการส่งข้อมูลหรือ Bit Pattern เป็นตัวกำหนดว่าส่วนไหนเป็นส่วนเริ่มต้นข้อมูล, ส่วนไหนเป็นตัวข้อมูล, ส่วนไหนจะเป็นส่วนตรวจสอบความถูกต้องข้อมูลและส่วนไหนเป็นส่วนปิดท้ายของข้อมูล โดยต้องกำหนดให้สัญญาณนาฬิกาเท่ากันทั้งภาคส่งและภาครับ ซึ่งจะมีอุปกรณ์พิเศษที่ชื่อว่า UART หรือ Universal Asynchronous Receiver/Transmitter คอยควบคุมการรับและส่งข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

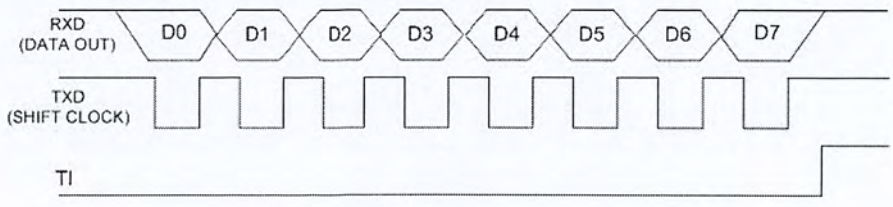
2.3 การติดต่อทางพอร์ตอนุกรมของไมโครคอนโทรลเลอร์

พอร์ตสื่อสารอนุกรมของไมโครคอนโทรลเลอร์จะมีโครงสร้างเป็นแบบฟูลดูเพล็กซ์ (full duplex) ซึ่งรับและส่งข้อมูลในเวลาเดียวกันได้ โดยจะมีรีจิสเตอร์ SBUF (Serial Data Buffer) เป็นบัฟเฟอร์สำหรับการรับส่งข้อมูลอนุกรม โดยเริ่มต้นเมื่อมีการเขียนข้อมูลเก็บไว้ในรีจิสเตอร์ SBUF หลังจากนั้นข้อมูลจะถูกจัดการโดยวิธีทางฮาร์ดแวร์ในการเลื่อนบิต เพื่อส่งสัญญาณออกไปภายนอก หลังจากมีการส่งข้อมูลออกไปจนครบแล้ว จึงจะทำการเซตบิตโดยกำหนดค่าของแฟลก TI ในรีจิสเตอร์ SCON ให้เป็นสถานะ "1" เพื่อแจ้งว่ารีจิสเตอร์ SBUF ว่างแล้ว และพร้อมที่จะส่งข้อมูลไบต์ต่อไปได้ การรับข้อมูลจากพอร์ตอนุกรมจะต้องเริ่มต้นโดยการกำหนดค่าของบิต REN ที่อยู่ในในรีจิสเตอร์ SCON ให้มีค่าเป็นสถานะ " 1 " หลังจากนั้นเมื่อมีการรับข้อมูลเข้ามาจากภายนอกก็จะทำการเลื่อนข้อมูลไปโดยอัตโนมัติ และเมื่อบิตสุดท้ายถูกเลื่อนบิตเข้ามาเรียบร้อยแล้ว ข้อมูลจะถูกย้ายมาเก็บไว้ที่รีจิสเตอร์ SBUF และจะทำการเซตที่บิต RI ให้เป็นสถานะ"1" ซึ่งส่งผลให้เกิดการอินเตอร์รัพท์โปรแกรมขึ้น

2.3.1 โหมดการติดต่อทางพอร์ตอนุกรมของไมโครคอนโทรลเลอร์

การสื่อสารอนุกรมของไมโครคอนโทรลเลอร์จะแบ่งออกได้เป็น 4 โหมดด้วยกัน และในแต่ละโหมดจะมีหน้าที่ดังต่อไปนี้

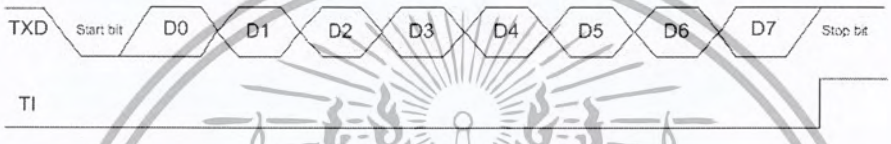
โหมด 0 จะเป็นการรับส่งข้อมูลขนาด 8 บิตแบบอนุกรม การส่งข้อมูลจะเลื่อนออกไปทีละบิต โดยจะใช้งานของขา RxD เพียงขาเดียวและจะไม่มีการส่งบิตเริ่มต้น (Start bit) ส่วนขา TxD จะใช้เป็นขาของสัญญาณนาฬิกาในการให้จังหวะการเลื่อนข้อมูลกับวงจรภายนอก (Shift clock) อัตราการรับส่งข้อมูล (Baud rate) จะเป็น 1/12 เท่าของสัญญาณนาฬิกา การรับและส่งข้อมูลจะเริ่มจากบิตต่ำ (LSB) ก่อน ใช้สำหรับเป็นชิฟท์รีจิสเตอร์ (Shift Register) จุดประสงค์เพื่อใช้ในการขยายพอร์ตอินพุตหรือพอร์ตเอาต์พุตให้มีจำนวนมาก แต่ในโหมด 0 เรามักจะไม่ค่อยนิยมนำมาใช้งาน เพราะไมโครคอนโทรลเลอร์ในปัจจุบันที่เราใช้อยู่นั้น มีจำนวนพอร์ตที่มากพอและมีเบอร์อื่นๆ ในตระกูลเดียวกันให้เลือกจำนวนพอร์ตใช้งานมากมาย



รูปที่ 2.3 สัญญาณการรับส่งข้อมูลในโหมด 0 [1]

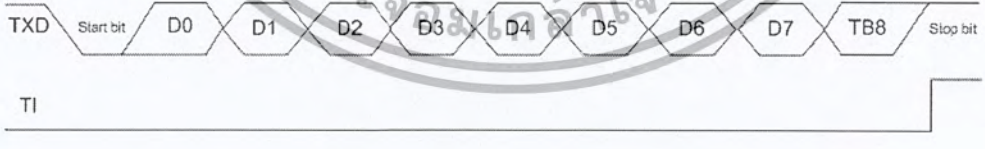
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โหมด 1 จะเป็นการรับและส่งข้อมูลขนาด 10 บิตแบบ UART (Universal Asynchronous Receiver Transmitters) สามารถใช้ในการติดต่อสื่อสารอนุกรมกับมาตรฐานของ RS-232C ของไมโครคอมพิวเตอร์ได้ ซึ่งข้อมูลอนุกรม 10 บิต จะเข้ามาทางขา RXD และ ส่งข้อมูลออกแบบอนุกรมทางขา TXD โดยจะประกอบด้วย 1 บิตแรกเป็นบิตเริ่มต้น (Start bit ค่า 0) , 8 บิตต่อมาจะเป็นบิตของข้อมูล (การรับ/ส่งจะเริ่มจากบิตต่ำก่อน) และ บิตหยุดอีก 1 บิต (Stop bit ค่า 1) ส่วนทางด้านรับข้อมูลจะนำค่าบิตหยุด (Stop bit) ที่รับเข้ามาได้นำไปเก็บไว้ในบิต RB8 ที่อยู่ในรีจิสเตอร์ SCON และความเร็วของการส่งข้อมูลในโหมด 1 จะขึ้นอยู่กับบิต SMOD ที่อยู่ในรีจิสเตอร์ PCON และอัตราโอเวอร์โฟลว์ของไทเมอร์ 1 ซึ่งอัตราการรับส่งข้อมูลในโหมดนี้สามารถกำหนดได้ตามต้องการ



รูปที่ 2.4 สัญญาณการส่งข้อมูลในโหมด 1 [1]

โหมด 2 จะเป็นการรับและส่งข้อมูลขนาด 11 บิตแบบ UART (Universal Asynchronous Receiver Transmitters) ข้อมูลแบบอนุกรมจะถูกรับเข้ามาทางขา RXD และส่งข้อมูลออกไปทางขา TXD ซึ่งข้อมูล 11 บิตประกอบด้วย บิตแรกจะเป็นบิตเริ่มต้น (Start bit ค่า 0) , 9 บิตต่อมาจะเป็นบิตของข้อมูล และบิตสุดท้ายจะเป็นบิตหยุด 1 บิต (Stop bit ค่า 1) สำหรับข้อมูลในบิตที่ 9 จะกำหนดไว้ใน TB8 ที่อยู่ในรีจิสเตอร์ SCON ซึ่งสามารถกำหนดเป็น 1 หรือ 0 ก็ได้ นิยมนำมาใช้ในการส่งบิตเพื่อตรวจสอบการส่งข้อมูล (Parity bit)



รูปที่ 2.5 สัญญาณการส่งข้อมูลในโหมด 2 [1]

โหมด 3 เป็นการรับส่งข้อมูลแบบ 11 บิตแบบ UART (Universal Asynchronous Receiver Transmitters) เหมือนกับโหมด 2 แต่ในโหมด 3 สามารถกำหนดอัตราความเร็วในการรับและส่งข้อมูลได้ตามต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การสื่อสารเพื่อเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ในการรับและส่งข้อมูลทางอนุกรมมีอยู่ด้วยกัน 2 ระบบคือ

1. Single Processor System คือระบบการสื่อสารโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ 2 ตัว เชื่อมต่อหากัน

2. Multiprocessors System คือระบบการสื่อสารแบบมัลติโปรเซสเซอร์ โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ 1 ตัวเป็นตัวแม่ (Master) และเชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์ที่เป็นตัวลูก (Slave) จำนวนหลายๆ ตัว

2.3.2 รีจิสเตอร์ที่ใช้ในการควบคุมและรับส่งข้อมูลของพอร์ตอนุกรม

รีจิสเตอร์ที่ใช้งานในการติดต่อสื่อสารทางพอร์ตอนุกรมของไมโครคอนโทรล-เลอร์จะประกอบด้วยรีจิสเตอร์ SCON ที่ทำหน้าที่ควบคุมการทำงาน รีจิสเตอร์ SBUF จะใช้ในการเก็บข้อมูลที่จะรับหรือส่ง และรีจิสเตอร์ PCON ซึ่งจะใช้ในการกำหนดอัตรารับส่ง โดยรีจิสเตอร์แต่ละตัวจะมีหน้าที่และการทำงานในแต่ละบิตดังต่อไปนี้

• **รีจิสเตอร์ SCON (Serial Port Control Register)** เป็นรีจิสเตอร์ขนาด 8 บิต อยู่ในส่วนของรีจิสเตอร์พิเศษ (Special Function Register) ในตำแหน่งแอดเดรสที่ 98H และสามารถเข้าถึงข้อมูลแบบไบต์และแบบบิตได้ โดยจะทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของพอร์ตอนุกรม การเลือกโหมดการทำงาน และเก็บข้อมูลในบิตที่ 9 (ซึ่งโดยปกติข้อมูลจะมี 8 บิต อยู่ในรีจิสเตอร์ SBUF) ของการรับข้อมูล (RB8) และส่งข้อมูล (TB8) รายละเอียดของแต่ละบิตมีดังต่อไปนี้

Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
SM0	SM1	SM2	REN	TB8	RB8	TI	RI

รูปที่ 2.6 รีจิสเตอร์ SCON (Serial Port Control Register)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SM0, SM1 (Serial Port Mode Bit 0-1) เป็นบิตที่ใช้ในการกำหนดโหมดการทำงานของพอร์ตอนุกรมจำนวน 4 โหมด

ตารางที่ 2.1 การกำหนดบิต SM0 และ SM1 เพื่อเลือกโหมดการทำงาน

SM0	SM1	โหมดการทำงาน
0	0	0 = Shift register fosc /12
0	1	1 = 8 bit UART Variable
1	0	2 = 9 bit UART fosc/32 หรือ fosc/64
1	1	3 = 9 bit UART Variable

SM2 เป็นบิตที่ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานและเลือกลักษณะการเชื่อมต่อสื่อสารระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์ แบบ Single Processor System หรือ Multiprocessors System โดยกำหนดให้

° SM2 = 1 เป็นการเลือกแบบ Multiprocessors System คือระบบการสื่อสารแบบใช้ซีพียูหลายๆตัวร่วมกันทำงานจะใช้งานในโหมด 2 หรือโหมด 3

° SM2 = 0 เป็นการเลือกแบบ Single Processor System โดยสามารถใช้ได้กับทุกโหมด (การใช้งานในโหมด 0 ต้องกำหนดให้ SM2 = 0) ในกรณีที่เลือกให้ SM2 = 1 แบบ Multiprocessors System ถ้าข้อมูลที่รับเข้ามาบิตที่ 9 (อยู่ในบิต RB8) มีค่าเป็น "1" ทำให้แฟลกอินเตอร์รัพต์ทางด้านรับจะถูกเซตให้เป็น 1 (RI = 1) แต่ถ้าข้อมูลในบิตที่ 9 รับเข้ามามีค่าเป็น "0" จะทำให้แฟลกอินเตอร์รัพต์ทางด้านรับเป็น 0 (RI = 0) การทำงานในโหมด 1 ถ้าให้ SM2 = 1 แฟล-กอินเตอร์รัพต์ทางด้านรับ (แฟลก RI) จะไม่ถูกเซตหากข้อมูลที่รับเข้ามาไม่มีบิตหยุด (Stop bit)

REN (Enable Serial Reception) เป็นบิตที่ควบคุมการรับข้อมูลของพอร์ตอนุกรม กำหนดสถานะของบิตได้โดยซอฟต์แวร์ โดยกำหนดให้

1 = ให้มีการรับข้อมูล

0 = ไม่ให้มีการรับข้อมูล

TB8 (Transmit bit D8) เป็นบิตของข้อมูลบิตที่ 9 ในการส่งข้อมูลใช้งานโหมด 2 และโหมด 3 กำหนดสถานะของบิตได้โดยซอฟต์แวร์ RB8 : (Receive bit D8) เป็นบิตของข้อมูลบิตที่ 9 ในการรับข้อมูล โดยใช้งานโหมด 2 และโหมด 3 หากใช้งานในโหมด 1 ถ้ากำหนดให้ SM2 = 0 บิตนี้จะเป็นค่าของ Stop Bit ที่รับเข้ามา สำหรับโหมด 0 จะไม่ใช้งานบิตนี้

TI (Transmit Interrupt Flag) เป็นบิตที่ใช้งานในการอินเตอร์รัพท์ด้านส่งข้อมูล และจะถูกเซตทางฮาร์ดแวร์เมื่อมีการส่งข้อมูลเสร็จสิ้นลงในบิตที่ 8 ของโหมด 0 (Shift register)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หรือเมื่อเริ่มต้นส่ง Stop bit ในโหมด 1,2 หรือ 3 และจะต้องเคลียร์บิตนี้ด้วยซอฟต์แวร์ทุกครั้ง เมื่อโปรแกรมตอบสนองการอินเตอร์รัพท์ของการส่งข้อมูลเรียบร้อยแล้ว

RI (Receive Interrupt Flag) เป็นบิตที่ใช้งานในการอินเตอร์รัพท์ทางด้านรับข้อมูลจะถูกเซตทางฮาร์ดแวร์ เมื่อมีการรับข้อมูลเสร็จสิ้นลงในบิตที่ 8 ในโหมด 0 (Shift register) และจะต้องเคลียร์บิตนี้ด้วยซอฟต์แวร์ทุกครั้ง เมื่อโปรแกรมตอบสนองการอินเตอร์รัพท์ของการรับข้อมูลเรียบร้อยแล้วหรืออาจกล่าวได้ว่าถ้าบิต RI ถูกเซตเมื่อใด หมายถึงข้อมูลได้เข้ามาเก็บไว้ที่รีจิสเตอร์ SBUF จนครบทั้ง 8 บิตแล้ว สามารถที่จะอ่านข้อมูลจากรีจิสเตอร์ SBUF ได้

• **รีจิสเตอร์ SBUF (Serial Data Buffer Register)** เป็นรีจิสเตอร์ขนาด 8 บิตหรือ 1 ไบต์มีแอดเดรสอยู่ตำแหน่งที่ 99H และเข้าถึงข้อมูลแบบไบต์ได้อย่างเดียว จะทำหน้าที่รับและส่งข้อมูลออกไปยังพอร์ตอนุกรมของไมโครคอนโทรลเลอร์ในการอ่านค่าข้อมูลจากภายนอกที่รับเข้ามาทางพอร์ตอนุกรมจะต้องอ่านค่าจากรีจิสเตอร์ SBUF ซึ่งเป็นบัฟเฟอร์ (Buffer) ในการเก็บข้อมูลที่รับเข้ามาได้จากภายนอกและในทำนองเดียวกันขณะที่ต้องการส่งข้อมูล เราก็จะนำเอาค่าข้อมูลที่ส่งออกไปไว้ที่ในรีจิสเตอร์ SBUF ก่อน และหลังจากนั้นจึงจะส่งออกไป โดยจะใช้คำสั่งการโอนย้ายข้อมูลแบบไบต์เช่น MOV SBUF,#20H หรือ MOV SBUF,@R1 ก็ได้ การรับข้อมูลในโหมด 0 จะเริ่มต้นรับเมื่อค่าของบิต RI = 0 และ REN = 1 ส่วนในโหมดอื่นๆ การรับข้อมูลจะเริ่มต้นเมื่อกำหนดบิต REN = 1 และมี Start bit เข้ามาที่ขา RXD

• **รีจิสเตอร์ PCON (Power Control)** เป็นรีจิสเตอร์ขนาด 1 ไบต์มีแอดเดรสอยู่ตำแหน่งที่ 87H เข้าถึงข้อมูลได้แบบไบต์อย่างเดียวเท่านั้น โดยจะประกอบด้วยบิตดังต่อไปนี้

Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
SMOD	-	-	-	GF1	GF0	PD	IDL

รูปที่ 2.7 รีจีสเตอร์ PCON (Power Control Register)

PC0N.7 SMOD ในกรณีที่ใช้ไทม์เมอร์1 เป็นตัวกำหนดอัตรารับส่ง (Baud rate) และหากกำหนดให้บิตนี้มีค่าเป็น "0" ในการใช้งานกับพอร์ตสื่อสารอนุกรมโหมด 1, 2 และโหมด 3 ค่าอัตรารับส่ง (Baud rate) จะเพิ่มขึ้นเป็นสองเท่า รีจิสเตอร์ PCON ไม่สามารถอ้างตำแหน่งแบบบิตได้ แต่จะใช้คำสั่งทางลอจิกของการ OR เช่น ORL PCON,#80H จะเป็นการเซตบิตที่ 7 ของรีจิสเตอร์ PCON และการกำหนดให้บิตมีสถานะเป็น "0"หรือเคลียร์บิตจะใช้การ AND เช่น ANL PCON,#01111111B จะเป็นการเคลียร์บิตที่ 7 ของรีจิสเตอร์ PCON

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 ระบบบัส 1 สาย (1-wire bus)

2.4.1 คุณสมบัติทางเทคนิคของระบบบัส 1 สาย

สายสัญญาณบนระบบบัสนี้เป็นแบบสองทิศทาง แต่ข้อมูลเดินทางได้ทิศทางเดียวภายในช่วงเวลาหนึ่งๆ หรือเรียกว่าฮาล์ฟดูเพล็กซ์ (half duplex) อุปกรณ์บนระบบบัสต้องระบุอย่างชัดเจนว่า ตัวใดเป็นมาสเตอร์ ตัวใดเป็นสเลฟ โดยส่วนใหญ่อุปกรณ์มาสเตอร์คือไมโครคอนโทรลเลอร์ ส่วนอุปกรณ์สเลฟ ได้แก่ ไอซีวัดอุณหภูมิ, หน่วยความจำแรม เป็นต้น ข้อมูลทั้งหมดจะถูกส่งลงบนสายสัญญาณที่มีอยู่เพียงเส้นเดียวนี้ ในระหว่างการทำงานอุปกรณ์มาสเตอร์และสเลฟสามารถเป็นได้ทั้งตัวส่งและตัวรับ ขึ้นอยู่กับเงื่อนไขของการทำงานในขณะนั้น ใน 1 ระบบต้องมีอุปกรณ์มาสเตอร์เพียงตัวเดียว

2.4.2 คุณสมบัติของไทม์สล็อต

อุปกรณ์มาสเตอร์เป็นอุปกรณ์เพียงตัวเดียวบนระบบบัสที่สามารถอินนิเชียลสายสัญญาณได้ โดยกำเนิดจุดเริ่มต้นของไทม์สล็อตด้วยการทำให้สายสัญญาณเป็นลอจิกต่ำช่วงเวลาหนึ่ง จากนั้นทำให้กลับเป็นลอจิกสูง ถ้าหากอุปกรณ์สเลฟต้องการส่งข้อมูลมายังมาสเตอร์ อุปกรณ์สเลฟจะเป็นตัวควบคุมสภาวะของสายสัญญาณต่อไป แต่ถ้าอุปกรณ์มาสเตอร์ต้องการส่งข้อมูลจะสามารถส่งได้เลย

2.4.3 รูปแบบของการสื่อสารข้อมูลแบบ 1 เส้น (1-Wire communication protocol)

ในระบบบัสหนึ่งสาย อุปกรณ์มาสเตอร์สามารถติดต่อกับอุปกรณ์สเลฟได้ครั้งละ 1 ตัวเท่านั้น อุปกรณ์สเลฟแต่ละตัวจึงต้องมีข้อมูลกำหนดแอดเดรสเฉพาะตัว โดยเก็บไว้ในหน่วยความจำรอมภายในอุปกรณ์สเลฟตัวนั้นๆ โดยปกติอุปกรณ์สเลฟจะมีหน่วยความจำขนาด 64 บิตหรือ 8 ไบต์ สำหรับเก็บข้อมูลต่างๆ ที่สำคัญของอุปกรณ์แต่ละตัว ซึ่งประกอบด้วย

1. รหัสของตระกูล จำนวน 8 บิต
2. เลขหมายประจำตัว (serial number) จำนวน 48 บิต
3. รหัสตรวจสอบความผิดพลาด (CRC : Cyclical Redundancy Check) จำนวน 8 บิต

ผู้ใช้งานสามารถอ่านข้อมูลประจำตัวของอุปกรณ์สเลฟได้ด้วยคำสั่งอ่านหน่วยความจำรอม (Read ROM : 0x33) ในกรณีที่บนบัสมีอุปกรณ์สเลฟตัวเดียวไม่จำเป็นต้องอ้างแอดเดรสในการติดต่อจึงใช้คำสั่งไม่อ่านรอม (Skip ROM : 0xCC) เพื่อลดเวลาในการติดต่อลง การติดต่อจะเริ่มต้นขึ้นเมื่ออุปกรณ์มาสเตอร์ทำการรีเซตและกำหนดแอดเดรสของอุปกรณ์ที่ทำการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ติดต่อ ถ้าหากมีอุปกรณ์สเลฟเพียงตัวเดียวสามารถข้ามขั้นตอนการติดต่อกับหน่วยความจำรอมในอุปกรณ์สเลฟได้ จะเรียกวิธีการดังกล่าวว่า การไม่ติดต่อหน่วยความจำรอม หรือ สคิปรอม (Skip ROM : $CC) จากนั้นรอการตอบรับจากอุปกรณ์สเลฟ เมื่อการตอบรับสมบูรณ์ก็จะสามารถเริ่มต้นขั้นตอนการอ่านหรือเขียนข้อมูลได้ต่อไป

2.5 มาตรฐาน RS-232

มาตรฐาน RS-232 เป็นมาตรฐานที่ได้รับการออกแบบมาเพื่อที่จะทำให้อุปกรณ์ต่อพ่วงจากผู้ผลิตต่างกันสามารถทำงานร่วมกันได้มาตรฐานหลายชนิดได้รับการออกแบบขึ้นมา แต่มาตรฐานที่ได้รับความนิยมและใช้กันกว้างขวางมากที่สุดคือ มาตรฐาน RS-232 ซึ่งถูกประกาศใช้ในปี 1969 โดยสมาคมอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Industries Association : EIA) ในยุคแรกๆ การอินเตอร์เฟสแบบ RS-232 ถูกออกแบบสำหรับเชื่อมต่อเทอร์มินอล (DTE : Data Terminal Equipment) กับโมเด็ม (DCE : Data Communication Equipment) ทั้งนี้ก็เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการส่งข้อมูลบนสายเส้นเดียวกัน

มาตรฐาน RS-232 ได้แบ่งอุปกรณ์ออกเป็น 2 ประเภท ซึ่งอุปกรณ์ทั้งสองประเภทนี้ก็คือ

1. อุปกรณ์ DTE (Data Terminal Equipment) เป็นอุปกรณ์สำหรับส่งข้อมูล (เอาต์พุต)
2. อุปกรณ์ DCE (Data Communication Equipment) เป็นอุปกรณ์สำหรับรับข้อมูล (อินพุต)

ตามมาตรฐาน RS-232 แล้วคอนเน็กเตอร์ของ DTE จะเป็นตัวผู้ ส่วนคอนเน็กเตอร์ของ DCE จะเป็นตัวเมีย ซึ่งคอนเน็กเตอร์ที่นิยมใช้กันอยู่จะเป็นชนิด D-Type แบบ 9 ขา และแบบ 25 ขา โดยจะติดตั้งอยู่หลังเครื่องคอมพิวเตอร์ ระดับแรงดันจะมีค่าระหว่าง -3 โวลต์ถึง -15 โวลต์ สำหรับลอจิกสูง (High) และลอจิกต่ำ (Low) จะมีระดับแรงดันระหว่าง +3 โวลต์ถึง +15 โวลต์ สามารถรับส่งข้อมูลได้ที่ความยาวของสายสัญญาณสูงสุด 50 ฟุต หรือ 150 เมตร

2.5.1 ลักษณะของคอนเน็กเตอร์แบบ D-Type

หัวต่อแบบ D-Type ที่ใช้ในการสื่อสารแบบอนุกรมของเครื่องคอมพิวเตอร์นั้น จะมีอยู่ 2 ลักษณะคือ แบบ 9 ขา และแบบ 25 ขา บางครั้งเราจะเรียกว่า DB9 และ DB25 ซึ่งหัวต่อทั้งสองชนิดจะมีลักษณะการทำงานของสัญญาณเหมือนกัน แต่การจัดเรียงไม่เหมือนกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 แผนผังคอนเน็กเตอร์ของ RS-232

D-Type 25 Pin	D-Type 9 Pin	สัญลักษณ์	ชื่อสัญญาณ
Pin 2	Pin 3	TD	Transmit Data
Pin 3	Pin 2	RD	Receive Data
Pin 4	Pin 7	RTS	Request To Send
Pin 5	Pin 8	CTS	Clear To Send
Pin 6	Pin 6	DSR	Data Set Ready
Pin 7	Pin 5	SG	Signal Ground
Pin 8	Pin 1	CD	Carrier Detect
Pin 20	Pin 4	DTR	Data Terminal Ready
Pin 22	Pin 9	RI	Ring Indicator

2.5.2 รายละเอียดของสายสัญญาณ

สำหรับรายละเอียดของสายสัญญาณนั้นประกอบไปด้วย

Transmit Data : TD ใช้สำหรับส่งข้อมูลอนุกรมออกจากคอมพิวเตอร์

Receive Data :RD ใช้สำหรับส่งข้อมูลอนุกรมเข้ามายังคอมพิวเตอร์

Request To Send : RTS ใช้สำหรับส่งข้อมูลไปยังอุปกรณ์ปลายทางเพื่อร้องขอให้อุปกรณ์ปลายทางส่งข้อมูลกลับมา

Clear To Send : CTS ใช้สำหรับตรวจสอบว่าอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อด้วยพร้อมที่จะรับข้อมูลหรือไม่ โดยจะคอยรับสัญญาณ RTS เมื่อทุกอย่างพร้อมก็จะทำการส่งข้อมูลออกทางขา TD

Data Set Ready : DSR ใช้สำหรับตรวจสอบการเชื่อมต่อกันระหว่างคอมพิวเตอร์กับอุปกรณ์ปลายทางจะใช้คู่กับขา DTR

Signal Ground : SG เป็นกราวด์ของระบบ

Carrier Detect : CD ขานี้จะ Active เมื่อมีการส่งสัญญาณ Carrier จากโมเด็ม

Data Terminal Ready : DTR ใช้สำหรับบอกให้อุปกรณ์ปลายทางรับรู้ว่าต้องการติดต่อด้วยโดยขา DTR นี้ต้องเชื่อมต่อกับขา DSR ของอุปกรณ์ปลายทาง

Ring Indicator : RI ขานี้จะ Active เมื่อโมเด็มได้รับสัญญาณเรียกเข้าจากสายโทรศัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.3 องค์ประกอบของการรับส่งข้อมูลแบบอนุกรม

การสื่อสารแบบอนุกรมที่นิยมใช้กับคอมพิวเตอร์นั้น เป็นการสื่อสารข้อมูลแบบอะซิงโครนัสนั่นคือ ต้องใช้สายสัญญาณเส้นเดียวทำหน้าที่ทั้งส่งส่วนที่เป็นข้อมูลและส่วนที่ใช้ควบคุมการส่งข้อมูลดังนั้นข้อมูลที่อ่านได้แต่ละบิตจากการส่งแบบอนุกรมจึงต้องถูกแยกแยะว่าใช้สำหรับวัตถุประสงค์ใดโดยเราสามารถแบ่งได้ 4 ส่วน คือ

1. Start Bit	ขนาด 1 บิต
2. บิตข้อมูล (Data Character)	ขนาด 7 บิต หรือ 8 บิต
3. Parity Bit	ขนาด 1 บิต
4. Stop Bit	ขนาด 1 บิต หรือ 2 บิต

แต่ละตัวอักษรที่ถูกส่งออกไปเป็นกลุ่มจะประกอบไปด้วยบิตเริ่มต้น บิตข้อมูล บิตพาริตี้ (จะมีหรือไม่มีก็ได้) และบิตจบ โดยเราพอจะสรุปหน้าที่ของแต่ละส่วนได้ดังนี้

• Start Bit หรือบิตเริ่มต้น จะใส่ที่จุดเริ่มต้นเสมอ เพื่อเตือนอุปกรณ์ฝ่ายรับว่าข้อมูลกำลังจะมาถึง

• Data Character หรือบิตข้อมูล การส่งบิตข้อมูลจะส่งเป็นกลุ่มๆ โดยทั่วไปจะส่งเป็น 7 บิตหรือ 8 บิต ซึ่งเพียงพอสำหรับการส่ง ASCII Word

• Parity Bit หรือบิตพาริตี้ ใช้ในการตรวนสอบความถูกต้องของข้อมูลที่ส่ง เราจะใส่บิตพาริตี้เข้าไป แต่ทั้งตัวรับและตัวส่งจะต้องรู้กันว่าใช้พาริตี้แบบไหนในการส่งข้อมุลซึ่งหลักการในการกำหนดบิตพาริตี้มีหลายแบบดังนี้

° พาริตี้คู่ (Even Parity) ค่าของบิตพาริตี้นี้เมื่อรวมกับทุกๆบิตของข้อมูลแล้ว จะต้องมีจำนวนบิตที่เป็นเลข 0 เป็นเลขคู่ ตัวอย่างเช่น ข้อมูล 1000101 มีเลข 0 ทั้งหมด 4 ตัว ดังนั้นบิตพาริตี้จะเป็น 0

° พาริตี้คี่ (Odd Parity) ค่าของบิตพาริตี้นี้เมื่อรวมกับทุกๆบิตของข้อมูลแล้ว จะต้องมีจำนวนบิตที่เป็นเลข 1 เป็นเลขคี่ ตัวอย่างเช่น ข้อมูล 1000101 มีเลข 1 ทั้งหมด 3 ตัว ดังนั้นบิตพาริตี้จะเป็น 1

° ไม่มีพาริตี้ (None) ถ้าตั้งบิตพาริตี้เป็น None ทั้งภาครับและภาคส่งจะไม่มีการตรวจสอบบิตพาริตี้

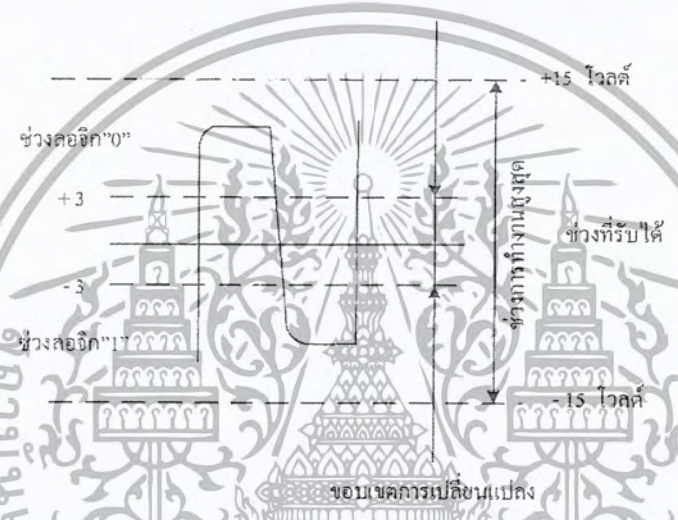
• Stop Bit หรือบิตจบ เป็นบิตที่ส่งมาปิดท้ายข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

2.5.4 การส่งข้อมูลแบบไม่สมดุล (Unbalanced line driver)

RS-232 ใช้ระดับสัญญาณในการส่งข้อมูลแบบไม่สมดุล ซึ่งเป็นระบบที่วัดระดับแรงดันเทียบกับสายกราวด์ ยกตัวอย่าง เช่น ในการส่งข้อมูล (Transmission Data : TD) จากอุปกรณ์ (Data Terminal Equipment : DTE) ผ่านหัวต่อแบบ DB-9 จะส่งสัญญาณข้อมูลทางขา 3 โดยการวัดระดับแรงดันของสัญญาณจะวัดเทียบกับสายกราวด์ (Signal ground) ที่ขา 5 ถ้าสายส่งข้อมูลอยู่ในสถานะ idle ระดับแรงดันจะมีค่าเป็นลบ และเมื่อทำการส่งข้อมูลระดับแรงดันจะเปลี่ยนแปลงในช่วงค่าบวกและค่าลบ โดยมีระดับแรงดันอยู่ช่วง +5 โวลต์ ถึง ±15 โวลต์ รูปที่ 2.8 แสดงการทำงานที่ตัวรับของ RS-232 โดยจะทำงานในระดับแรงดันช่วง ± 3 โวลต์ ถึง ± 12 โวลต์



รูปที่ 2.8 เอาต์พุตของตัวส่งแบบไม่สมดุล [1]

2.5.5 อัตราเร็วในการรับส่งข้อมูลแบบอนุกรม

การที่อุปกรณ์ 2 อย่างจะติดต่อสื่อสารกันได้นั้น จะต้องทำงานด้วยอัตราเร็วเท่ากัน ซึ่งอัตราเร็วในการสื่อสารแบบอะซิงโครนัสคือ ค่าบอดเรต (Baud Rate) มีหน่วยเป็นบิตต่อวินาที ซึ่งค่าอัตราเร็วในการสื่อสารแบบอนุกรมสำหรับมาตรฐาน RS-232 นั้นมีใช้ดังนี้ 110, 150, 300, 600, 1200, 2400, 4800, 9600 และ 19200 บิตต่อวินาที

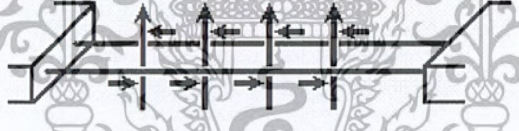
117478

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

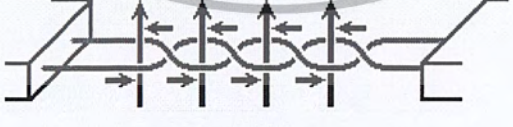
2.6 มาตรฐาน RS-485

RS-485 เป็นหนึ่งในมาตรฐานการสื่อสารแบบอนุกรม (Serial Communication) ที่ถูกกำหนดขึ้นมาโดยสมาคมผู้ประกอบการอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ในประเทศสหรัฐอเมริกา (Electronic Industries Association : EIA) เพื่อตอบสนองต่อความต้องการใช้งานที่ต้องการเชื่อมต่ออุปกรณ์หลายๆ ตัวบนข่ายสายเดียวกัน โดยมีระยะทางการสื่อสารที่ไกลและมีความเร็วรับส่งข้อมูลที่สูง เมื่อเทียบกับมาตรฐานการสื่อสาร RS-232

RS-485 ใช้เทคนิคสัญญาณรับส่งแบบดิฟเฟอเรนเชียล (Differential Mode) ซึ่งจะไม่ใช้สัญญาณกราวด์เป็นระดับอ้างอิงหรือเปรียบเทียบ แต่จะใช้ความต่างของสัญญาณคู่สายเป็นหลัก ทำให้ไม่เกิดปัญหาเรื่องความแตกต่างของสัญญาณกราวด์ระหว่างอุปกรณ์รับและอุปกรณ์ส่ง เพราะไม่ถูกนำมาใช้อ้างอิง และถ้าหากคู่สายที่ใช้รับส่งสัญญาณพันกันเป็นเกลียวจะยิ่งส่งผลให้สัญญาณรบกวนจากภายนอกที่สอดแทรกเข้ามาในคู่สายถูกกำจัดไป ทำให้การสื่อสาร RS-485 ทนต่อสัญญาณรบกวนภายนอกได้สูง สามารถรับส่งสัญญาณได้ไกลขึ้นและเร็วขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับ RS-232 ซึ่งใช้เทคนิคสัญญาณรับส่งแบบคอมมอน (Common Mode) โดยจะใช้สัญญาณกราวด์เป็นตัวเปรียบเทียบ



รูปที่ 2.9 คู่สายสัญญาณแบบตรง



รูปที่ 2.10 คู่สายสัญญาณแบบเกลียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.3 เปรียบเทียบคุณสมบัติของมาตรฐานการสื่อสาร RS-232 และมาตรฐาน RS-485

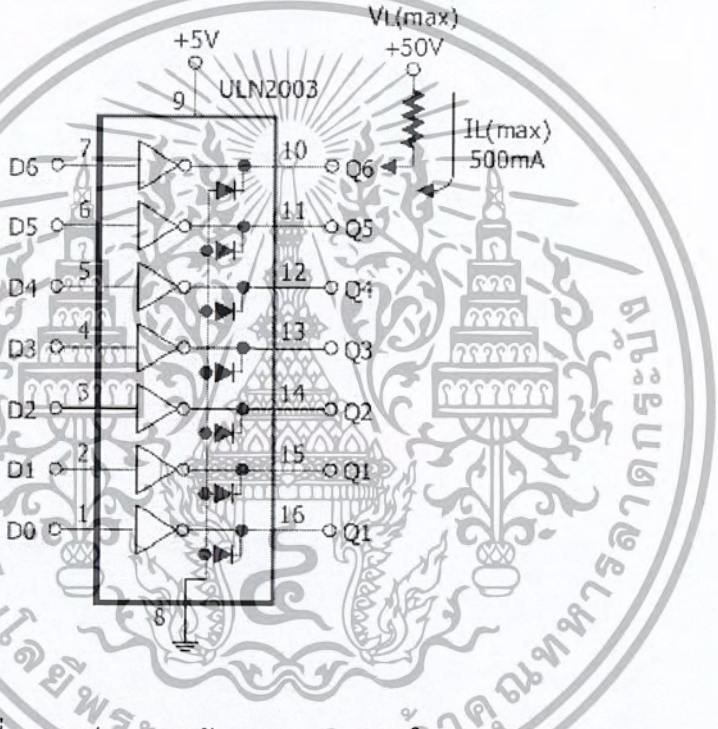
คุณสมบัติ	RS-232	RS-485
Differential	ไม่มี	มี
Max number of drivers Max number of receivers	1 1	32 32
Modes of operation	half duplex full duplex	half duplex
Network topology	point-to-point	multipoint
Max distance	15 เมตร	1200 เมตร
Max speed at 12m. Max speed at 1200m.	20kbs 1kbs	35Mbs 100kbs
Max slew rate	30 V/ μs	-
Receiver input resistance	3..7 kΩ	$\geq$12 kΩ
Driver load impedance	3..7 kΩ	54 Ω
Receiver input sensitivity	$\pm$ 3 V	$\pm$ 200mV
Receiver input range	$\pm$ 15 V	- 7..12 V
Max driver output voltage	$\pm$ 25 V	- 7..12 V
Min driver output voltage (with load)	$\pm$ 5 V	$\pm$ 1.5 V

เปรียบเทียบความเร็วในการสื่อสาร RS-485 สูงกว่า RS-232 เป็นอย่างมาก ในขณะที่ RS-232 เป็นมาตรฐานการสื่อสารอนุกรมที่สามารถสื่อสารแบบสองทางพร้อมกันได้ (Full Duplex) แต่ RS-485 ทำได้เพียงแบบสองทางไม่พร้อมกัน (Half Duplex) ทั้งนี้เนื่องจาก RS-232 เป็นการสื่อสารแบบเชื่อมจุดต่อจุด (Point-to-Point) แต่ RS-485 เป็นแบบการเชื่อมต่ออุปกรณ์รับส่งหลายตัวบนสื่อสัญญาณเดียวกัน (Multipoint) โดยทั่วไปนั้นจะสามารถเชื่อมต่ออุปกรณ์บนเครือข่ายได้ 32 อุปกรณ์ ปัจจุบันนี้มีอุปกรณ์รับส่งสัญญาณ RS-485 ที่มีความต้านทานสูงสามารถเชื่อมต่ออุปกรณ์บนเครือข่ายเดียวกันได้ถึง 256 อุปกรณ์ ด้วยอุปกรณ์ทวนสัญญาณ (Signal Repeater)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7 ไอซีขับกระแส ULN2003A

ไอซีที่ใช้ในการขับโหลดกระแสสูงมักจะมีวงจรทางเอาต์พุตเป็นแบบคอลเล็กเตอร์เปิด ทำให้สามารถใช้กับแรงดันสูง สำหรับไอซีขับเบอร์ ULN2003A เป็นไอซีที่ภายในบรรจุอินเวอร์เตอร์เกต 7 ตัว มีรูปแบบการจัดขาและวงจรภายในแสดงในรูปที่ 2.11 ใช้กับแรงดันได้สูงสุด +50V กระแสเอาต์พุตสูงสุดในแต่ละขาเท่ากับ 500mA ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความสามารถในการจ่ายกระแสของแหล่งจ่ายไฟด้วย นอกจากนั้นยังมีการต่อไดโอดป้องกันแรงดันย้อนกลับจากอุปกรณ์เอาต์พุตที่มีโครงสร้างเป็นขดลวดอีกด้วย เช่น รีเลย์ หรือมอเตอร์ไฟตรงขนาดเล็กถึงขนาดกลาง

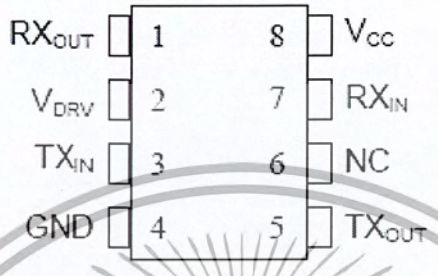


รูปที่ 2.11 รูปแบบการจัดขาและวงจรภายใน ULN2003A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8 ไอซี DS275

ไอซี DS275 ทำหน้าที่รับและส่งข้อมูล มีคุณสมบัติโดยใช้กำลังงานจากแหล่งจ่ายต่ำในการรับ-ส่ง ผ่านพอร์ตอนุกรมระดับสัญญาณในการส่งอยู่ในช่วง +5 ถึง +12 โวลต์ โดยอินพุตสัญญาณ RS-232 และเอาต์พุตเป็นสัญญาณทีทีแอล



รูปที่ 2.12 การจัดขาของไอซี DS275 [5]

รายละเอียดการใช้งานขาต่างๆ

RXOUT (Pin 1) สัญญาณเอาต์พุตของด้านรับ RS-232

VDRV (Pin 2) ขารับแรงดัน +V ของด้านส่ง

TXIN (Pin 3) ขารับสัญญาณอินพุตด้านส่ง RS-232

GND (Pin 4) กราวด์

VCC (Pin 5) ขารับไฟเลี้ยง +5 โวลต์

RXIN (Pin 6) ขารับสัญญาณอินพุตด้านรับ RS-232

NC (Pin 7) ไม่ใช้งาน

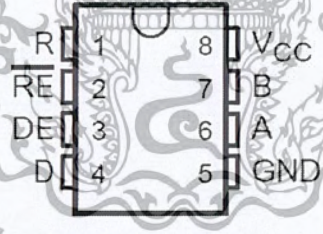
TXOUT (Pin 8) ขารับสัญญาณเอาต์พุตด้านส่ง RS-232

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9 ไอซี SN75176

SN75176 เป็นไอซีขับสัญญาณข้อมูลในระบบบัสแบบผลต่างแรงดัน (Differential Bus Transceiver) ทำหน้าที่เป็นตัวแปลงระดับสัญญาณทีทีแอล (TTL) ให้เป็นระดับสัญญาณของบัส RS-485 มีระดับสัญญาณ ± 1.5 ถึง ± 6 V ซึ่งการทำงานจะเป็นแบบฮาล์ฟดูเพล็กซ์ (half duplex) โดยถ้าต้องการรับข้อมูลให้กำหนดลอจิก 0 ที่ขา 2 (RE) และที่ขา 3 (DE) แล้วรับข้อมูลที่ขา 1 (R) แต่ถ้าต้องการส่งข้อมูลให้กำหนดลอจิก 1 ที่ขา 2 (RE) และที่ขา 3 (DE) พร้อมกับข้อมูลที่ต้องส่งไปที่ขา 4 (D) มีคุณสมบัติดังนี้

- รับและส่งข้อมูล (Bi-directional Transceiver)
- รองรับความต้องการของมาตรฐาน TIA/EIA-485-A
- ออกแบบให้รับส่งข้อมูลหลายจุดและทนต่อสัญญาณรบกวน
- ขับกระแสสัญญาณข้อมูลได้สูงสุด 60 มิลลิแอมป์
- กำหนดสถานะรับข้อมูล (Receive Enable) และส่งข้อมูล (Driver Enable) ด้วยขาสัญญาณ 2 ขาแยกเป็นอิสระจากกัน
- ระบบป้องกันความเสียหายโดยหยุดการทำงานหากเกิดสภาวะอุณหภูมิสูงเกินไป (Thermal-Shutdown Protection)



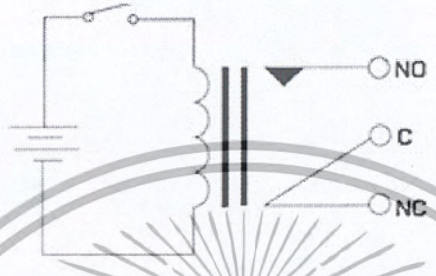
รูปที่ 2.13 การจัดขาของไอซี SN75176 [6]

เนื่องจากไอซีเบอร์นี้รองรับมาตรฐาน ITA/EIA-485-A จึงสามารถต่อร่วมกันได้มากถึง 32 ตัว โดยไม่ทำให้การรับส่งข้อมูลเกิดความผิดพลาดและยังสามารถใช้งานในช่วงอุณหภูมิตั้งแต่ 0 $^{\circ}C$ ถึง 70 $^{\circ}C$ ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.10 อุปกรณ์รีเลย์ (Relay)

รีเลย์ ทำหน้าที่เป็นสวิตช์ ถูกควบคุมด้วยกระแสไฟฟ้า โดยการทำงานของรีเลย์ก็คือ เมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านขดลวด จะทำให้ขดลวดเกิดสนามแม่เหล็กไปดึงแผ่นหน้าสัมผัสให้ดึงลงมาแตะหน้าสัมผัสอีกอันทำให้มีกระแสไหลผ่านหน้าสัมผัสไปได้



รูปที่ 2.14 การทำงานในสภาวะปกติ ขา C จะต่อกับ NC

รูปที่ 2.15 การทำงานในสภาวะจ่ายไฟฟ้า ขา C จะต่อกับ NO

2.10.1 การจัดขาของรีเลย์

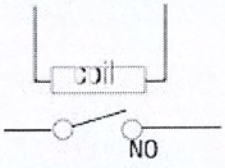
ประกอบไปด้วยตำแหน่งต่างๆ ดังนี้

ขาจ่ายแรงดันใช้งาน	มี 2 ขาสำหรับแรงดันใช้งาน
ขา C (Common)	เป็นขาต่อระหว่าง NO และ NC
ขา NO (Normally opened)	ปกติขานี้จะเปิดเอาไว้ จะทำงานเมื่อเราป้อนแรงดันให้รีเลย์
ขา NC (Normally closed)	ปกติขานี้จะต่อกับขา C ในกรณีที่เราไม่ได้จ่ายแรงดัน หน้าสัมผัสของ C และ NC จะต่อถึงกัน

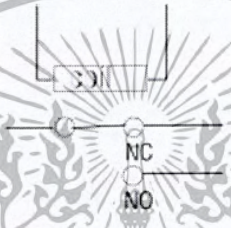
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.10.2 รูปแบบหน้าสัมผัสของรีเลย์

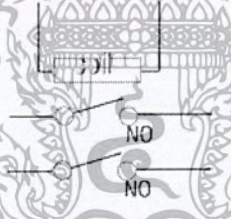
ปกติแล้วรีเลย์จะมีหน้าสัมผัสและการเรียกจำนวนหน้าสัมผัสดังนี้



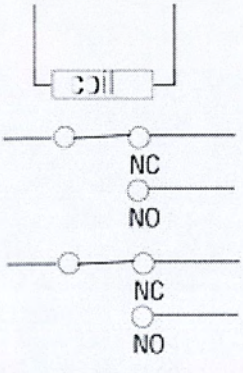
รูปที่ 2.16 SPST (singpole-singthrow) มีหน้าสัมผัส 1 ชุด คือ NO



รูปที่ 2.17 SPDT (singpole-doublethrow) มีหน้าสัมผัส 2 ชุดคือ NO และ NC



รูปที่ 2.18 DPST (doublepole-singthrow) มีหน้าสัมผัส 2 ชุด คือ NO 2 ชุด



รูปที่ 2.19 DPDT (doublepole-doublethrow) มีหน้าสัมผัส 2 ชุด คือ NO และ NC อย่างละชุด

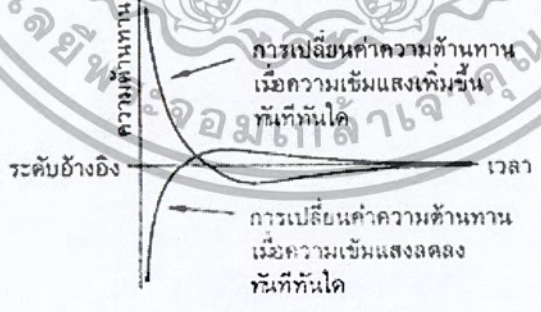
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.11 ตัวต้านทานไวแสง (LDR)

ตัวต้านทานไวแสง (Light dependent Resistor) หรือ LDR ทำมาจากสารแคดเมียมซัลไฟต์ (CdS) หรือแคดเมียมซิลิไนด์ (CdSe) ซึ่งเป็นสารประกอบชนิดกึ่งตัวนำฉาบบนแผ่นเซรามิกที่ใช้เป็นฐานรองและต่อขาจากสารที่ฉาบเอาไว้

รูปที่ 2.20 โครงสร้างของ LDR [4]

LDR ไวต่อแสงช่วงคลื่น 400-1000 นาโนเมตร ซึ่งครอบคลุมช่วงคลื่นที่ไวต่อตาคน (400-700 นาโนเมตร) นั่นคือ LDR ไวต่อแสงอาทิตย์ แสงจากหลอดไส้ หรือหลอดเรืองแสงและยังไวต่อแสงอินฟาเรดที่ตามองไม่เห็นอีกด้วยนั่นคือตั้งแต่ 700 นาโนเมตรขึ้นไป



รูปที่ 2.21 การเปลี่ยนแปลงของความเข้มแสงในทันทีทันใด [4]

อัตราส่วนของความต้านทาน LDR ขณะที่มีแสงกับขณะที่ไม่มีแสง อาจมีค่าต่างกัน 100-10,000 เท่า แล้วแต่แบบหรือรุ่น ความต้านทานจะลดลงเมื่อได้รับแสง และความต้านทานจะเพิ่มขึ้นเมื่อไม่มีแสง ทนแรงดันสูงสุดได้มากกว่า 100 โวลต์ และทนกำลังไฟได้ประมาณ 50 mW

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

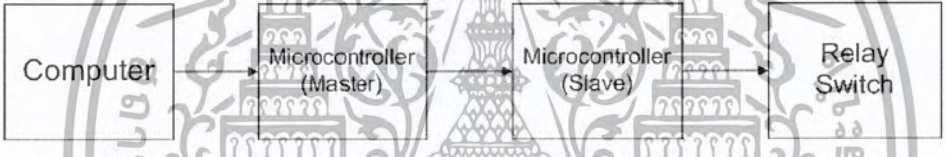
บทที่ 3
การออกแบบและการจัดทำปริญญานิพนธ์

3.1 การออกแบบ

ในบทนี้จะกล่าวถึงการออกแบบและการสร้างวงจรทั้งหมดแล้วทำการทดสอบการใช้งานอุปกรณ์จริง ซึ่งมีรายละเอียดต่างๆ ดังนี้

ระบบโดยรวมจะแบ่งออกเป็น 4 ส่วนด้วยกัน คือ คอมพิวเตอร์, ไมโครคอนโทรลเลอร์มาสเตอร์, ไมโครคอนโทรลเลอร์สเลฟ และวงจรรีเลย์สวิตซ์

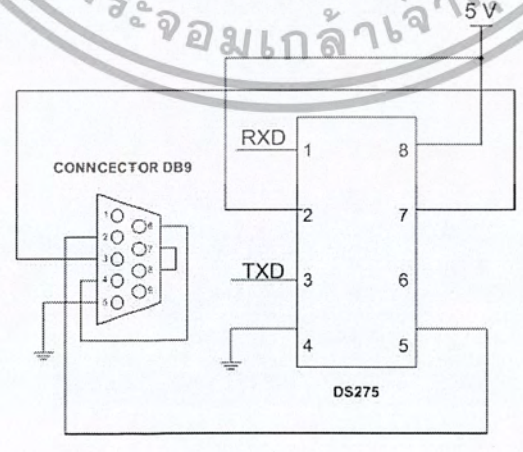
3.1.1 บล็อกไดอะแกรมของระบบ (Block Diagram)



รูปที่ 3.1 บล็อกไดอะแกรมของระบบโดยรวม

3.1.2 วงจรแปลงสัญญาณ RS-232 เป็นสัญญาณทีทีแอล (TTL)

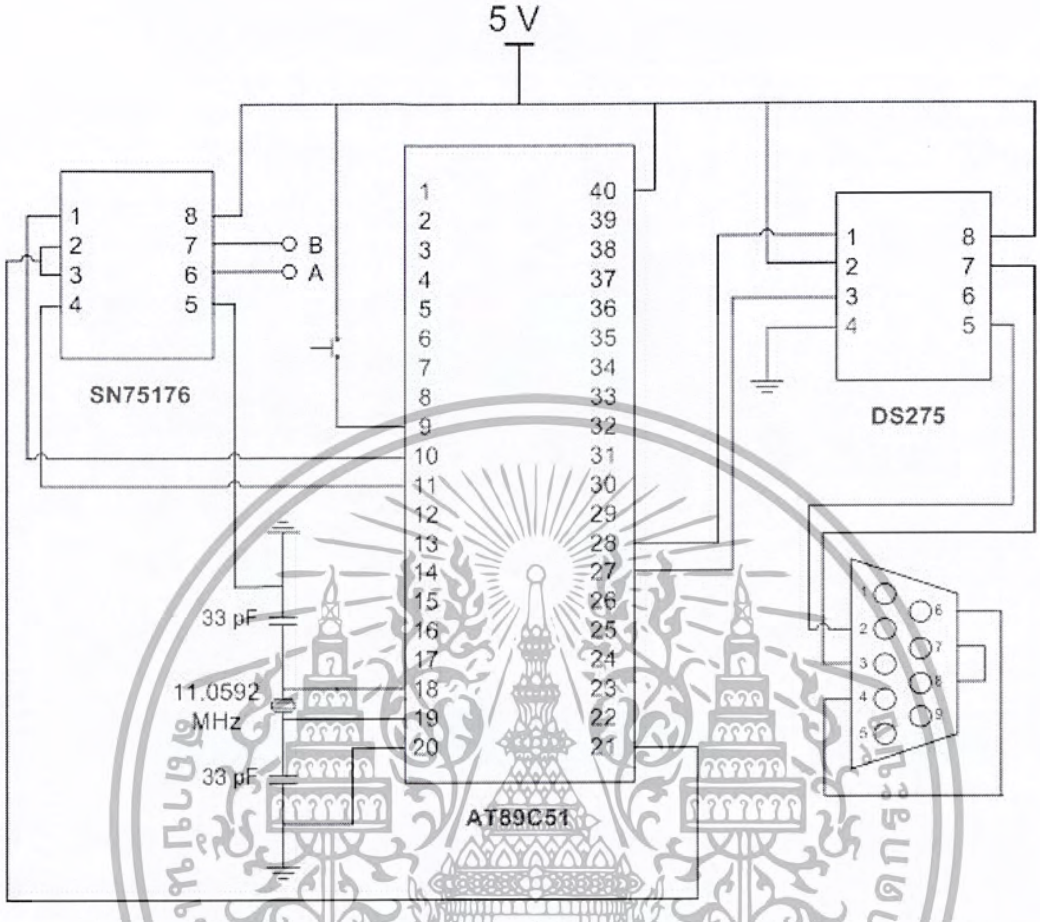
การแปลงสัญญาณ RS-232 เป็นสัญญาณทีทีแอลจะใช้ไอซี DS275 โดยวงจรที่ใช้แสดงดังรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 วงจรแปลงสัญญาณ RS-232 เป็นสัญญาณทีทีแอล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.3 วงจรไมโครคอนโทรลเลอร์

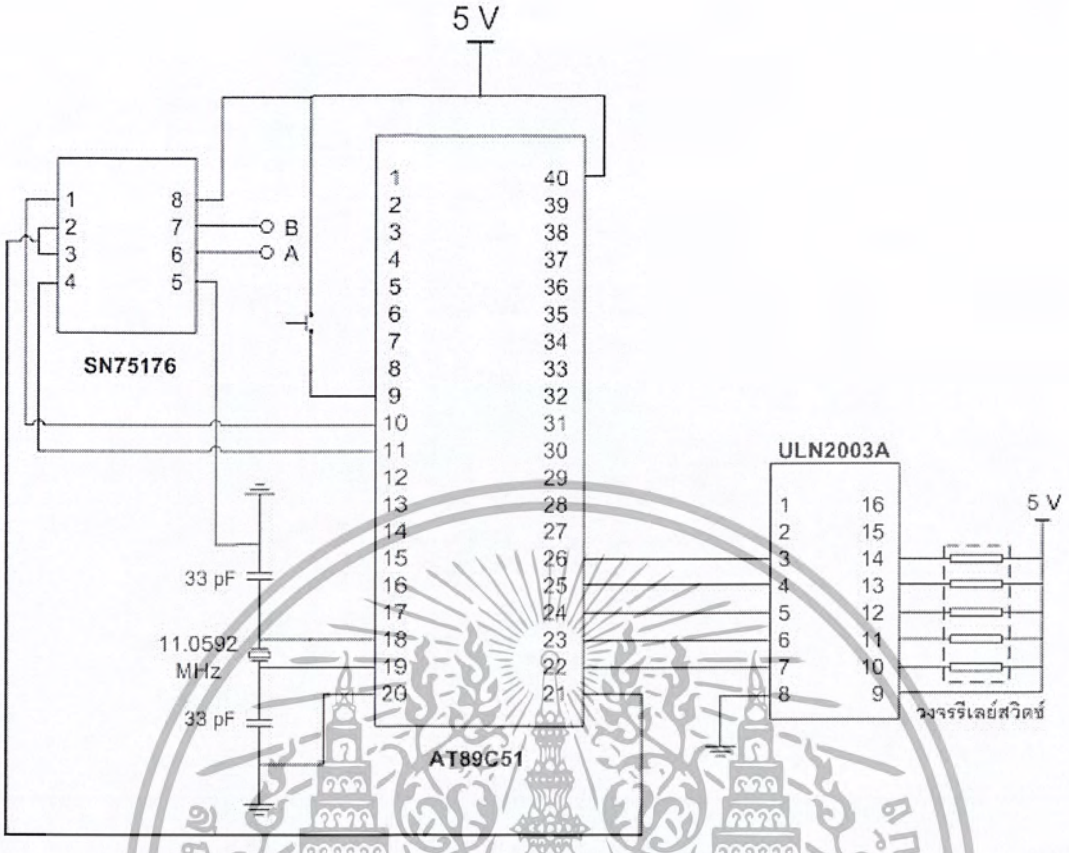


รูปที่ 3.3 วงจรไมโครคอนโทรลเลอร์มาสเตอร์

• ไมโครคอนโทรลเลอร์มาสเตอร์ (Master Microcontroller)

วงจรไมโครคอนโทรลเลอร์มาสเตอร์ เป็นวงจรที่ใช้ควบคุมการทำงานของวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์สเลฟ โดยจะรับสัญญาณทีทีแอลจากวงจรแปลงสัญญาณ RS-232 เป็นสัญญาณทีทีแอล มาเข้าทางขา Rx ค่าที่รับมาจะถูกนำมาตรวจสอบกับค่าที่ตั้งไว้ ถ้าค่าที่ได้มาตรงกับเงื่อนไขของแอดเดรสไมโครคอนโทรลเลอร์สเลฟ ก็จะทำการส่งค่าตัวแปรที่กำหนดไว้ไปใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ตัวนั้นๆ เพื่อทำการประมวลผลต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.4 วงจรไมโครคอนโทรลเลอร์สเลฟ

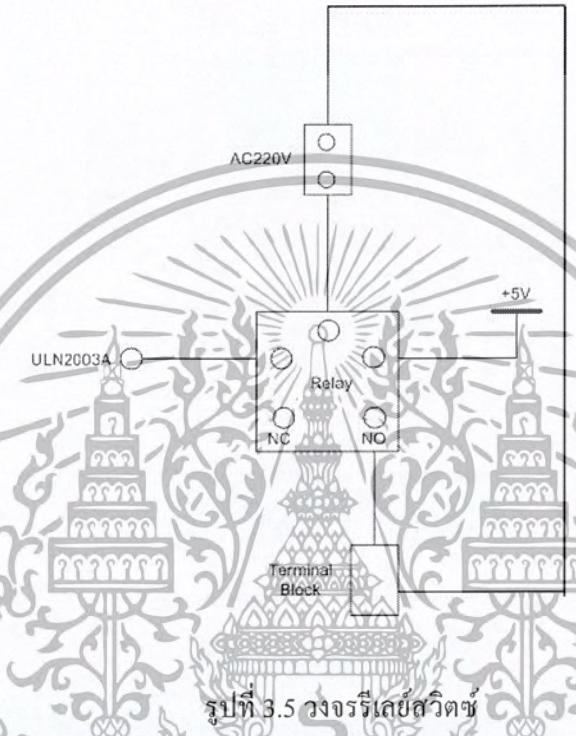
• **ไมโครคอนโทรลเลอร์สเลฟ (Slave Microcontroller)**

วงจรไมโครคอนโทรลเลอร์สเลฟ ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของรีเลย์ โดยรับค่าดาต้าจากไมโครคอนโทรลเลอร์มาสเตอร์เข้าทางขา Rx แล้วทำการตรวจสอบค่าที่รับมากับค่าที่ตั้งไว้ ถ้าค่าตรงกับตัวแปรของพอร์ทใดๆ ก็จะทำการสั่งการให้พอร์ทส่งค่าบิต 1 หรือ 0 ไปยังวงจรรีเลย์สวิตช์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.4 วงจรรีเลย์สวิตซ์ (Relay Switch)

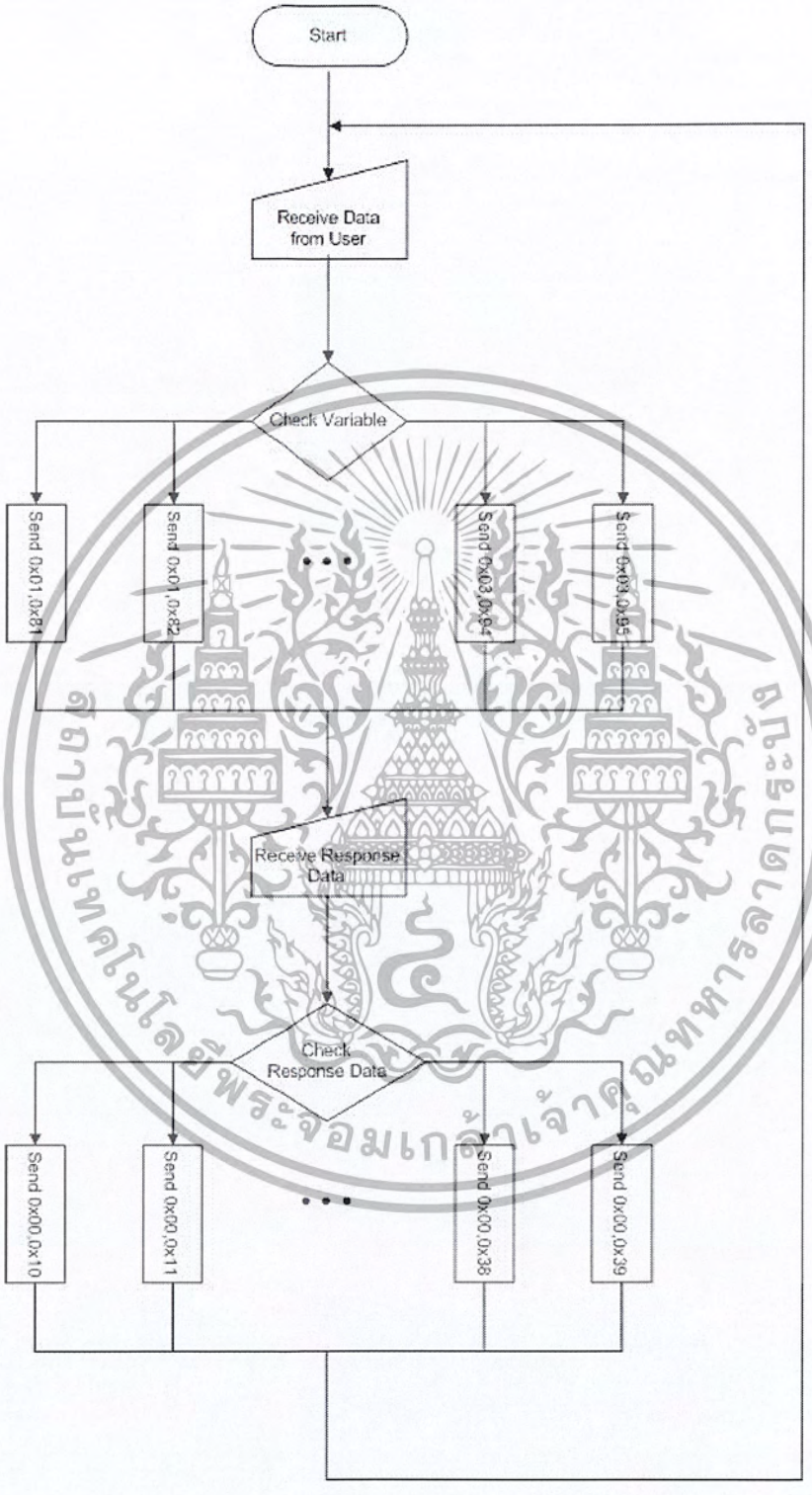
ทำหน้าที่ควบคุมการเปิดและปิดของอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ โดยเมื่อรับแรงดัน +5 โวลต์จากไมโครคอนโทรลเลอร์เข้าที่ขา 5 ของรีเลย์ทำให้ขดลวดที่อยู่ภายในรีเลย์เกิดการเหนี่ยวนำ ทำให้สวิตซ์ปิด จึงส่งผลให้เทอร์มินอลมีแรงดันไฟสลับ 220 โวลต์ ซึ่งเทอร์มินอลจะต่ออยู่กับโหลด ในที่นี้คือหลอดไฟ LED



รูปที่ 3.5 วงจรรีเลย์สวิตซ์

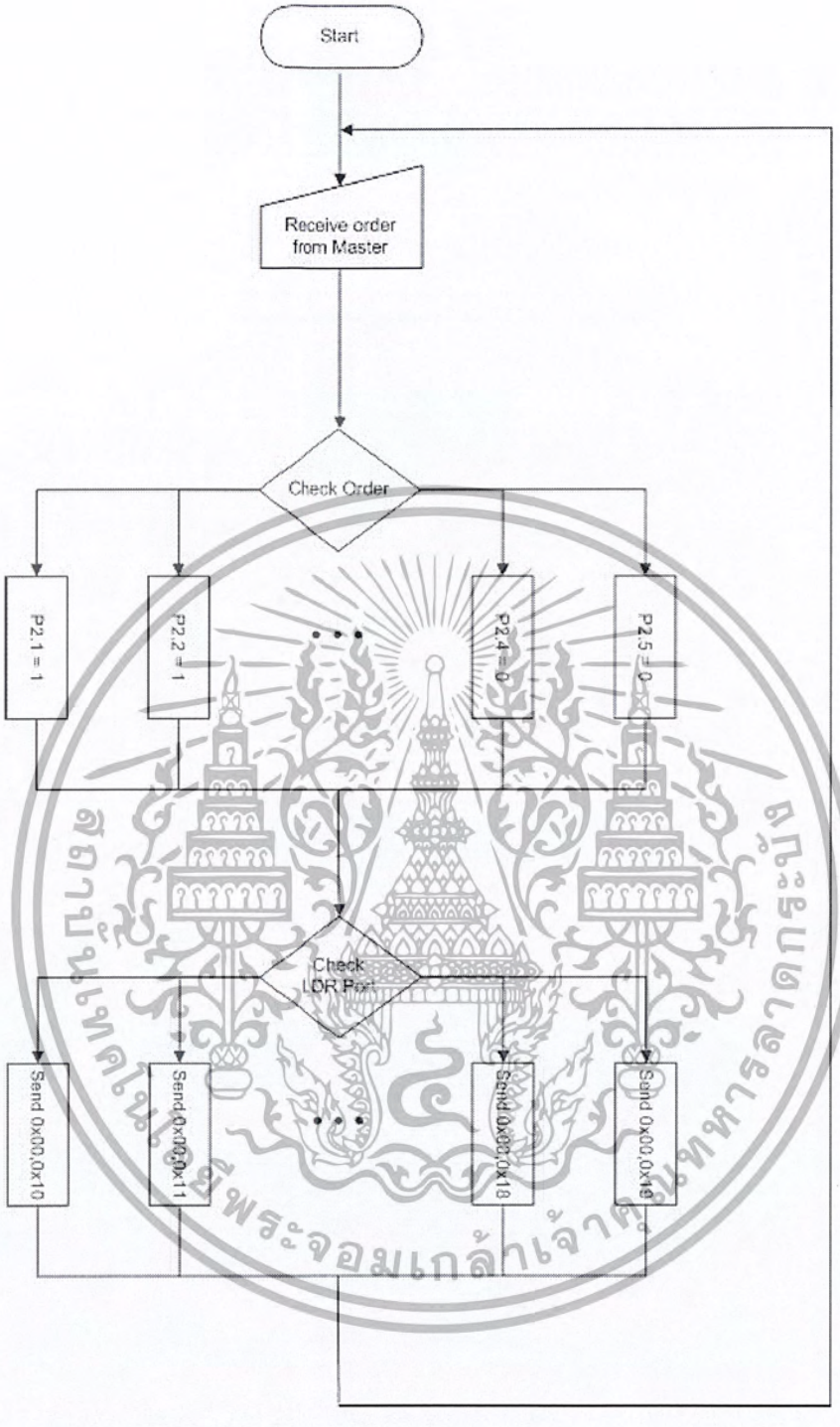
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.5 แผนผังการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ (Flowchart)



รูปที่ 3.6 แผนผังการทำงานของโปรแกรมภายในไมโครคอนโทรลเลอร์มาสเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.7 แผนผังการทำงานของโปรแกรมภายในไมโครคอนโทรลเลอร์สเลฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.6 แผนผังการทำงานในส่วนของโปรแกรม (Flowchart C#)

รูปที่ 3.8 โฟล์วชาร์ตการทำงานของโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

1. ไมโครคอนโทรลเลอร์ AT89C51	4 ตัว
2. ไอซี ULN2003A	3 ตัว
3. ไอซี DS275	1 ตัว
4. ไอซี SN75176	4 ตัว
5. รีเลย์	15 ตัว
6. ตัวเก็บประจุ 33pF	8 ตัว
7. ตัวต้านทาน 120 Ohm	2 ตัว
8. คริสตัล 11.0592 MHz	4 ตัว
9. DB9	1 ตัว
10. หลอดไฟ 5 วัตต์	15 หลอด

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 การจัดเก็บผลการทดลอง

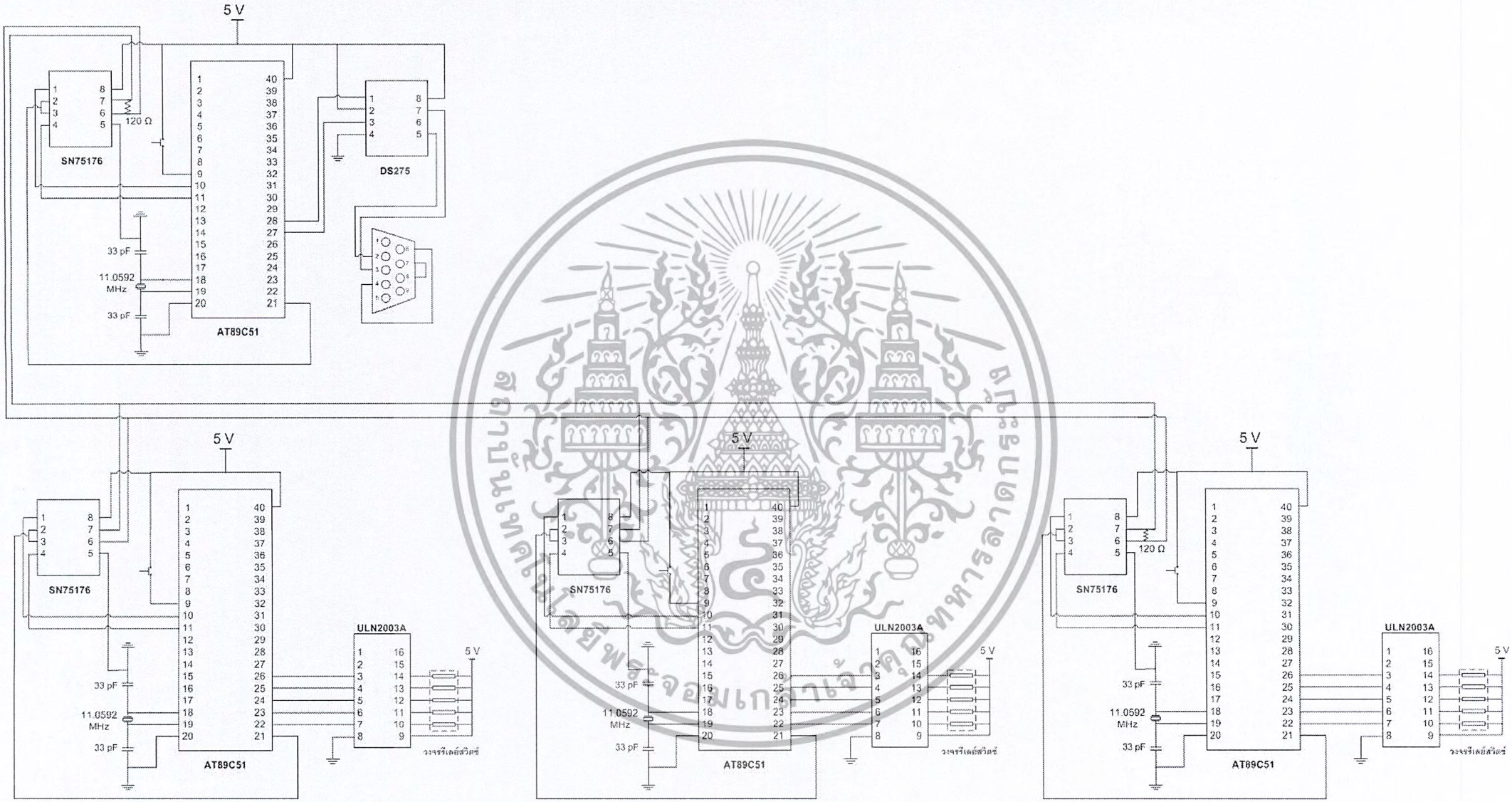
3.3.1 ด้านฮาร์ดแวร์

1) ต่อวงจรรวมดังรูปที่ 3.9

2) เสียบสาย USB และจ่ายไฟเลี้ยงให้กับวงจร +5V

3) บันทึกผลที่ได้

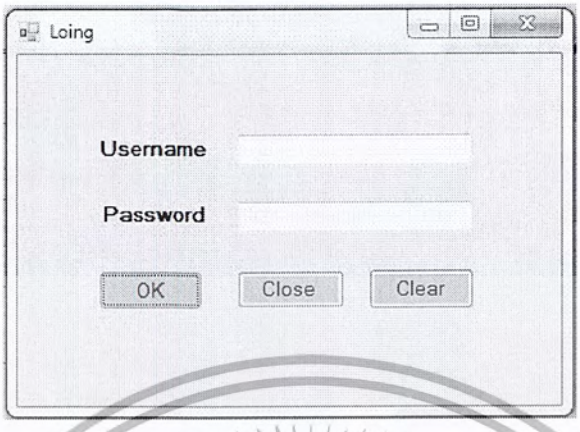
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.9 วงจรรวมของระบบ

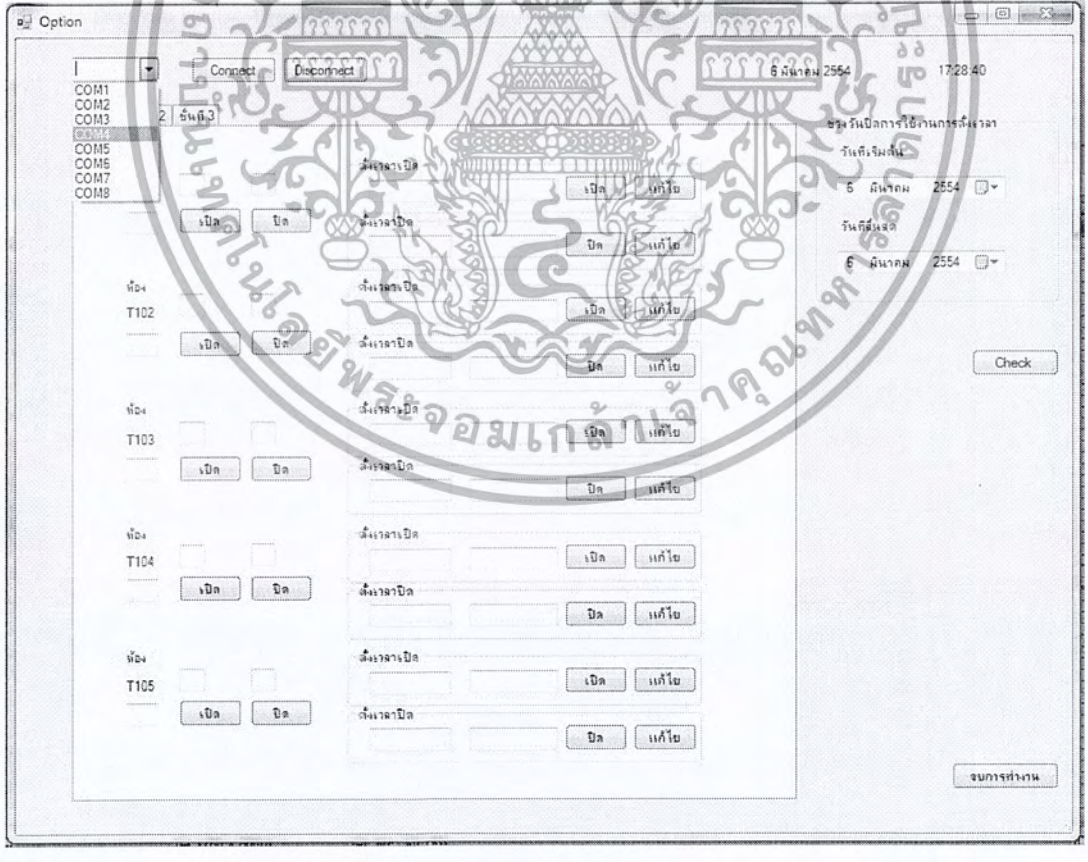
3.3.2 ด้านซอฟต์แวร์

1) ใส่ชื่อผู้ใช้และรหัสผ่านก่อนการใช้งาน



รูปที่ 3.10 การใส่ข้อมูลเพื่อเข้าสู่โปรแกรม

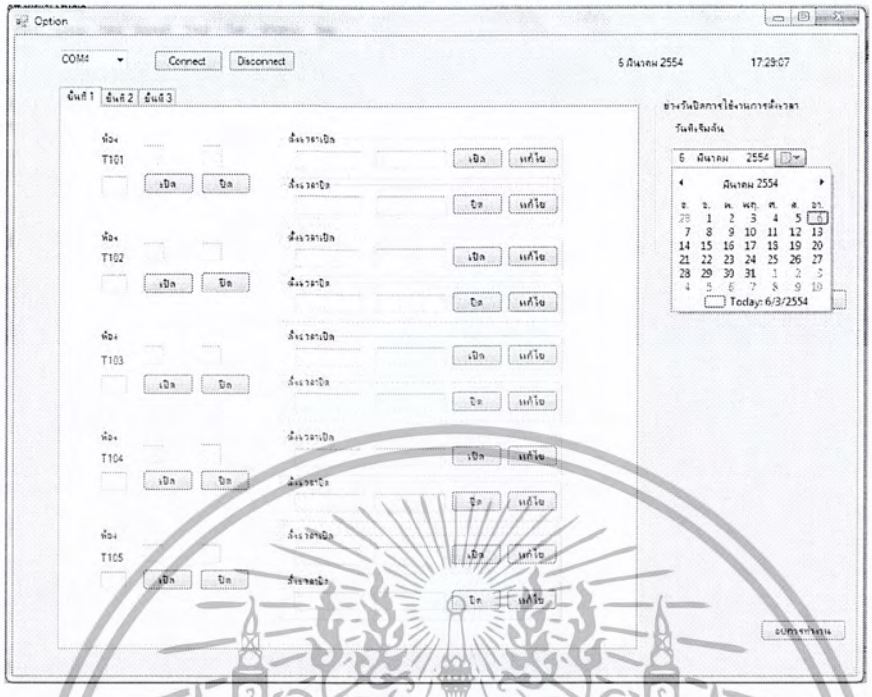
2) เซตคอมพอร์ตของโปรแกรมให้ตรงกับฮาร์ดแวร์ที่ต่อเข้าคอมพิวเตอร์



รูปที่ 3.11 การเซตคอมพอร์ต

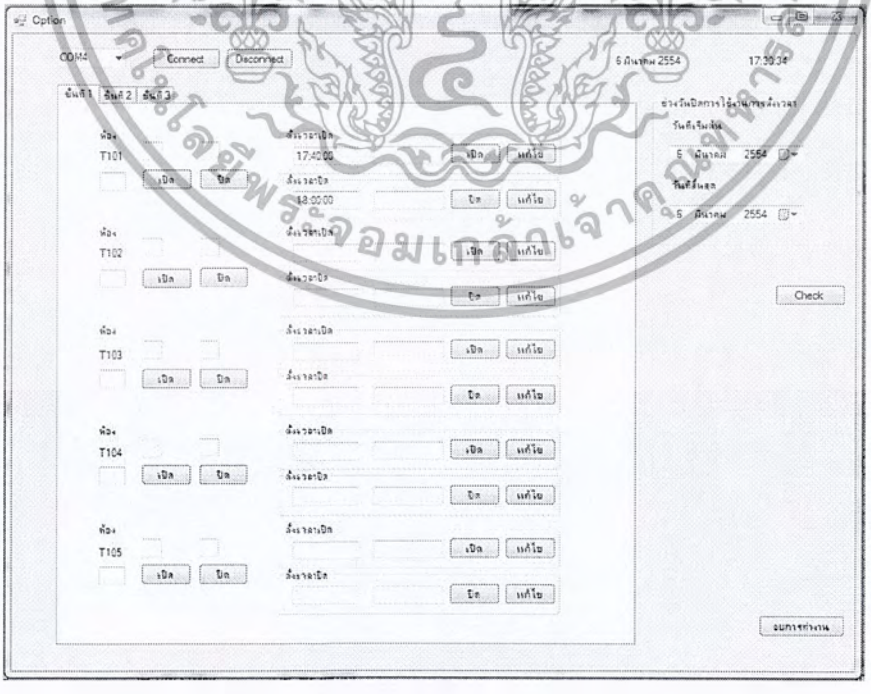
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) สามารถตั้งวันไม่ใช้งานระบบไฟฟ้าได้ ตัวอย่างเช่น วันเสาร์-อาทิตย์ เป็นต้น



รูปที่ 3.12 การตั้งวันไม่ใช้งานระบบไฟฟ้า

4) ตั้งเวลาเปิด-ปิดอุปกรณ์ไฟฟ้า โดยสามารถตั้งเวลาได้ 2 ช่วงภายใน 1 วัน



รูปที่ 3.13 การตั้งค่าใช้งานในโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

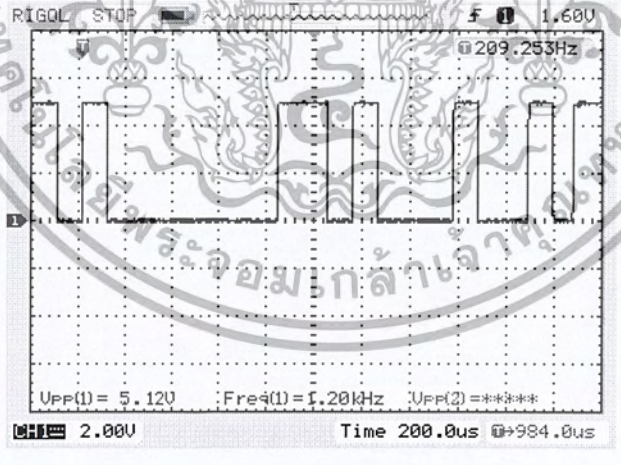
บทที่ 4
ผลการทดลอง

ในบทนี้จะนำผลการทดสอบสัญญาณที่ได้จากการวัดจากสัญญาณที่ส่งออกจากไมโครคอนโทรลเลอร์มาสเตอร์, ผลตอบกลับจากไมโครคอนโทรลเลอร์สเลฟ และสัญญาณ RS-485 แล้วทำการทดสอบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าชั้นที่ 1 จำนวน 5 ห้อง โดยจะทำการตั้งเวลาเปิด-ปิด ซึ่งจะใช้หลอดไฟ 5 วัตต์ แสดงการทำงานของห้องที่ถูกควบคุมผ่านทางโปรแกรมที่ได้เขียนขึ้น โดยข้อมูลจะถูกส่งไปที่ไมโครคอนโทรลเลอร์ผ่านทางพอร์ทอนุกรม จากนั้นจะประมวลผลคำสั่งที่ได้รับเพื่อควบคุมรีเลย์สวิตซ์

4.1 ผลการทดสอบสัญญาณ

4.1.1 สัญญาณที่ส่งออกจากไมโครคอนโทรลเลอร์มาสเตอร์

สัญญาณที่ได้เป็นสัญญาณทีทีแอลที่ส่งจากไมโครคอนโทรลเลอร์มาสเตอร์ไปไมโครคอนโทรลเลอร์สเลฟ ประกอบด้วยแอดเดรสไบต์และดาต้าไบต์ซึ่งบิตที่ 9 (TB8) จะกำหนดว่าเป็นแอดเดรสหรือดาต้า



รูปที่ 4.1 สัญญาณที่ส่งออกจากไมโครคอนโทรลเลอร์มาสเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	TB8
1	0	0	0	0	0	0	0	1

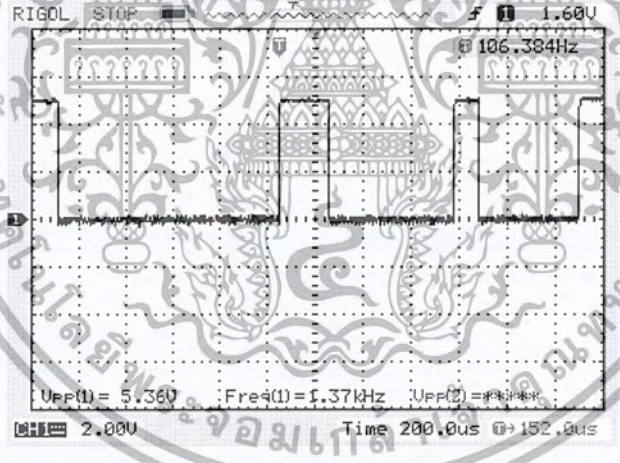
รูปที่ 4.2 แอดเดรสไบต์ของไมโครคอนโทรลเลอร์สเลฟ

D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	TB8
1	0	0	0	1	0	0	1	0

รูปที่ 4.3 คาต้าไบต์ (สั่งเปิดไฟห้อง 101)

4.1.2 สัญญาณผลตอบกลับจากไมโครคอนโทรลเลอร์สเลฟ

สัญญาณที่ได้เป็นสัญญาณทีทีแอลซึ่งบิตที่ 9 (TB8) จะกำหนดว่าเป็นแอดเดรสหรือคาต้า



รูปที่ 4.4 สัญญาณผลตอบกลับจากไมโครคอนโทรลเลอร์สเลฟ

D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	TB8
0	0	0	0	0	0	0	0	1

รูปที่ 4.5 แอดเดรสไบต์ของไมโครคอนโทรลเลอร์มาสเตอร์

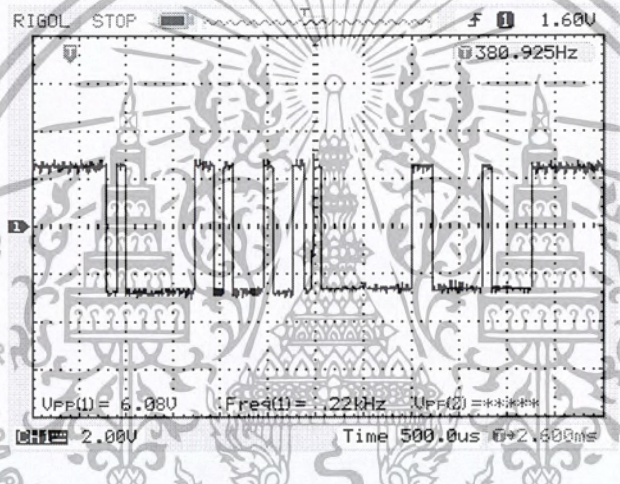
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	TB8
0	0	0	0	1	0	0	0	0

รูปที่ 4.6 ดาต้าไบต์ (ห้อง 101 ไฟสว่าง)

4.1.3 สัญญาณ RS-485

ทำการวัดสาย A เทียบกับสาย B เป็นสัญญาณ 485 ที่ส่งออกจากไมโครคอนโทรล-เลอร์มาสเตอร์ร่วมกับสัญญาณที่ตอบกลับจากไมโครคอนโทรลเลอร์สเลฟซึ่งเป็นสัญญาณแบบดิฟเฟอเรนเชียล



รูปที่ 4.7 สัญญาณ RS-485

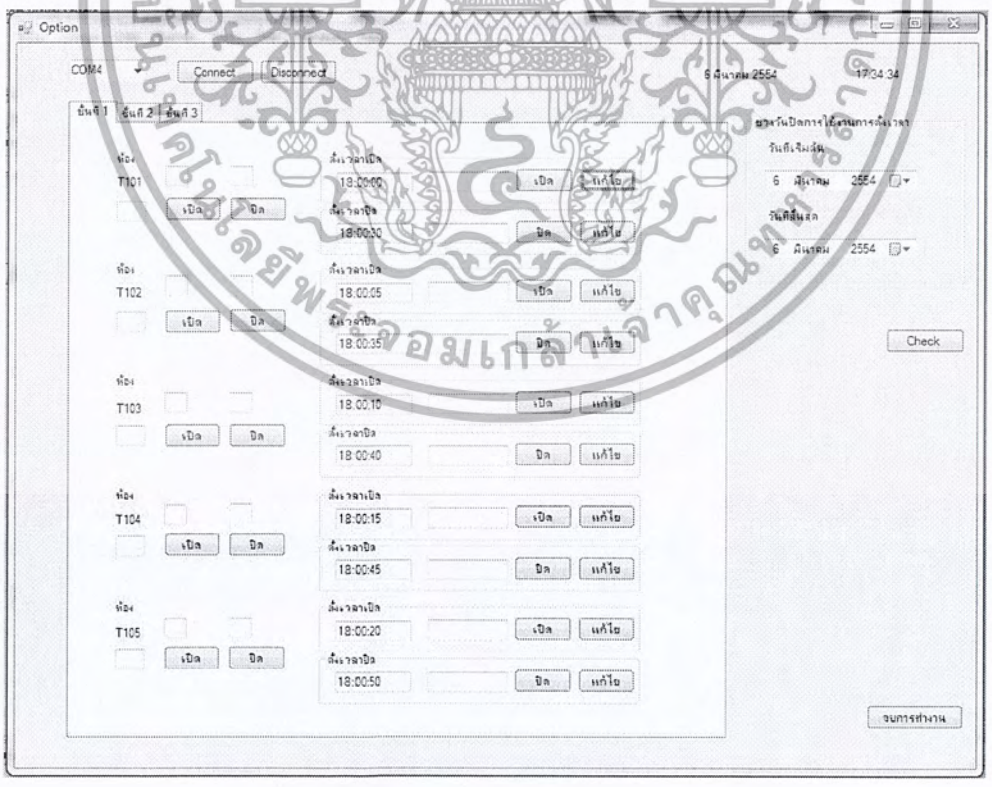
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ผลการทดสอบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าผ่านโปรแกรม

	T301	T302	T303	T304	T305
	T201	T202	T203	T204	T205
	T101	T102	T103	T104	T105

รูปที่ 4.8 แผนผังอาคาร 3 ชั้น

1) ในการตั้งค่าเปิด-ปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าชั้นที่ 1 จำนวน 5 ห้อง จะทำการตั้งเวลาเปิดต่อเนื่องตั้งแต่ห้อง T101 ถึง T105 ห่างกันเป็นระยะเวลา 5 วินาที และตั้งเวลาปิดต่อเนื่องหลังจากห้องสุดท้าย (T105) ถูกเปิดมาแล้ว 10 วินาที ตั้งแต่ห้อง T101 ถึง T105 เป็นระยะเวลา 5 วินาทีเช่นกัน

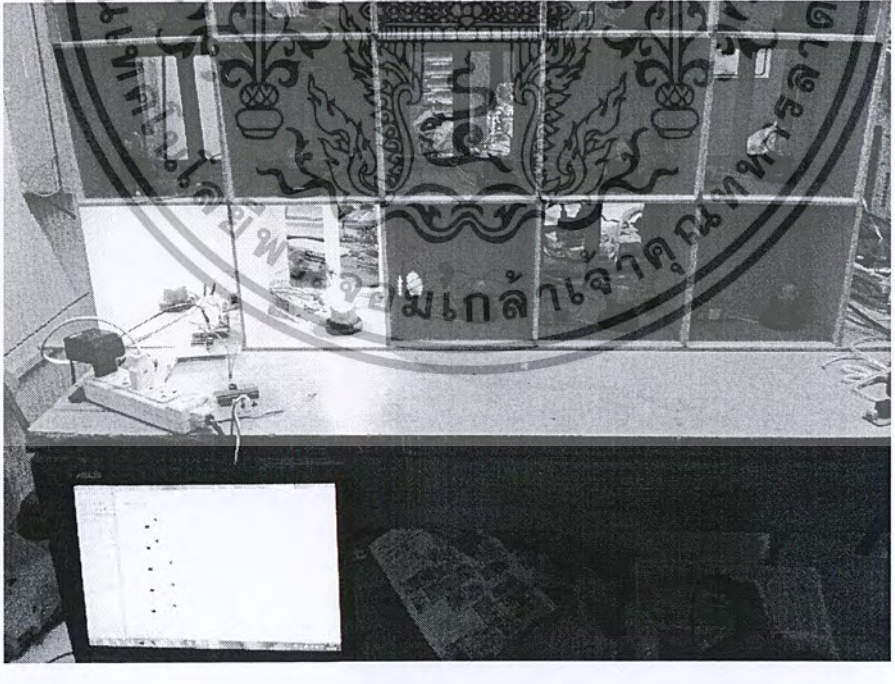


รูปที่ 4.9 หน้าต่างการตั้งค่าเปิด-ปิดอุปกรณ์ไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) แสดงการทดสอบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าจริง

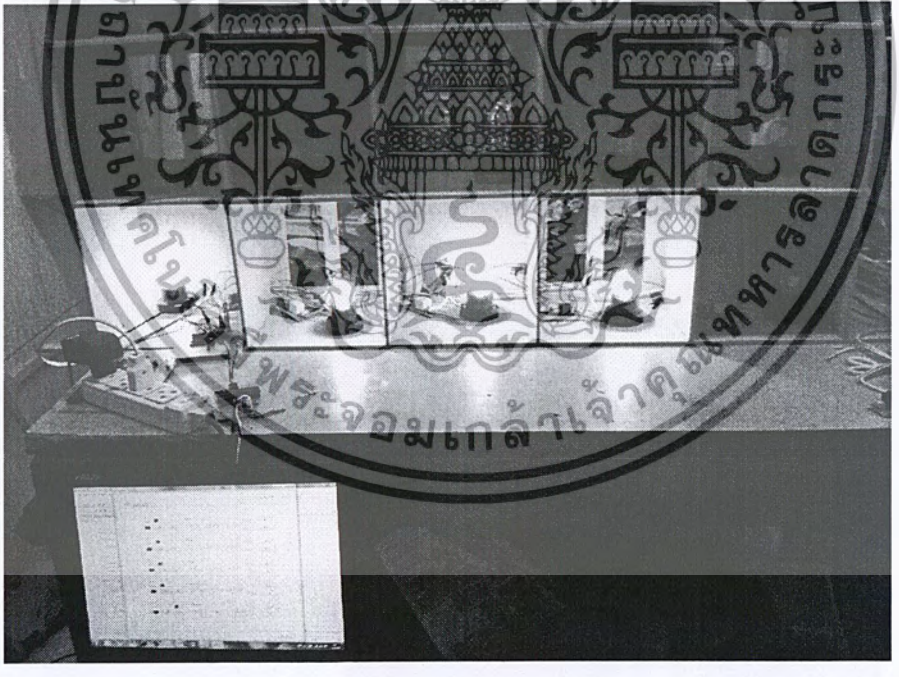
รูปที่ 4.10 การตั้งค่าเปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าห้อง T101



รูปที่ 4.11 การตั้งค่าเปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าห้อง T102

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

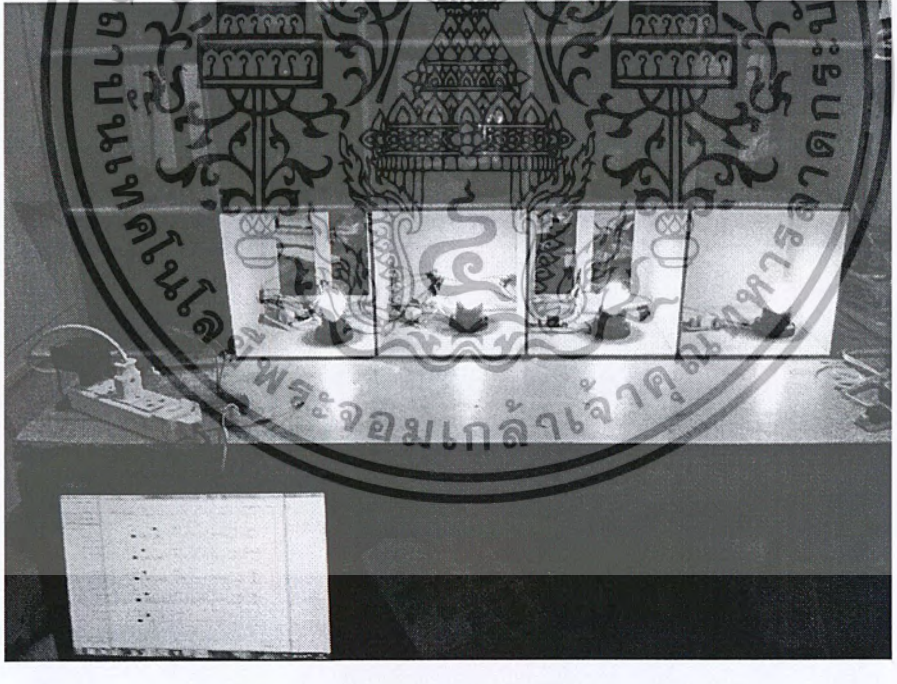
รูปที่ 4.12 การตั้งค่าเปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าห้อง T103



รูปที่ 4.13 การตั้งค่าเปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าห้อง T104

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

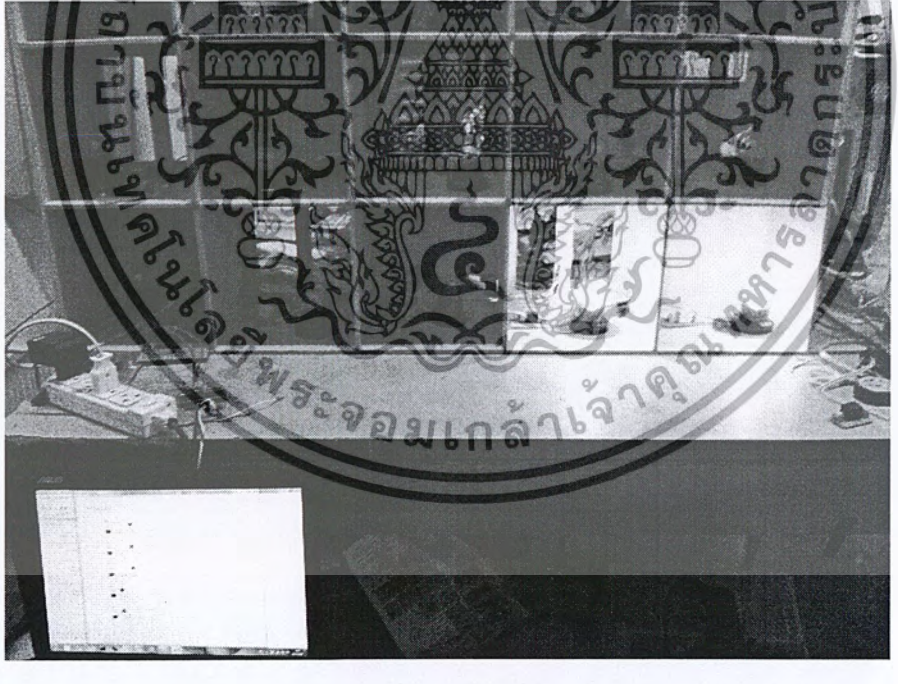
รูปที่ 4.14 การตั้งค่าเปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าห้อง T105



รูปที่ 4.15 การตั้งค่าปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าห้อง T101

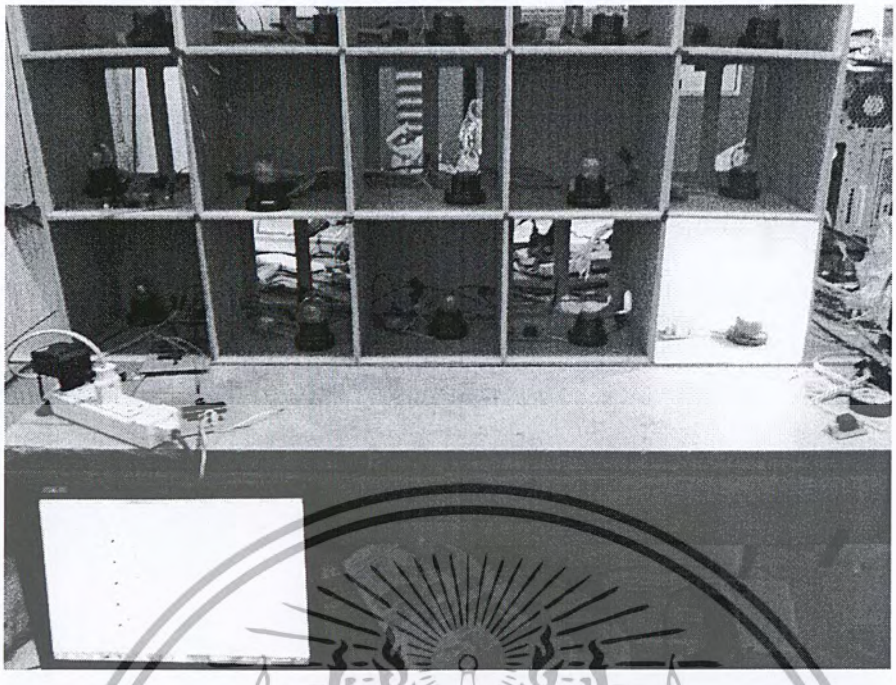
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.16 การตั้งค่าปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าห้อง T102

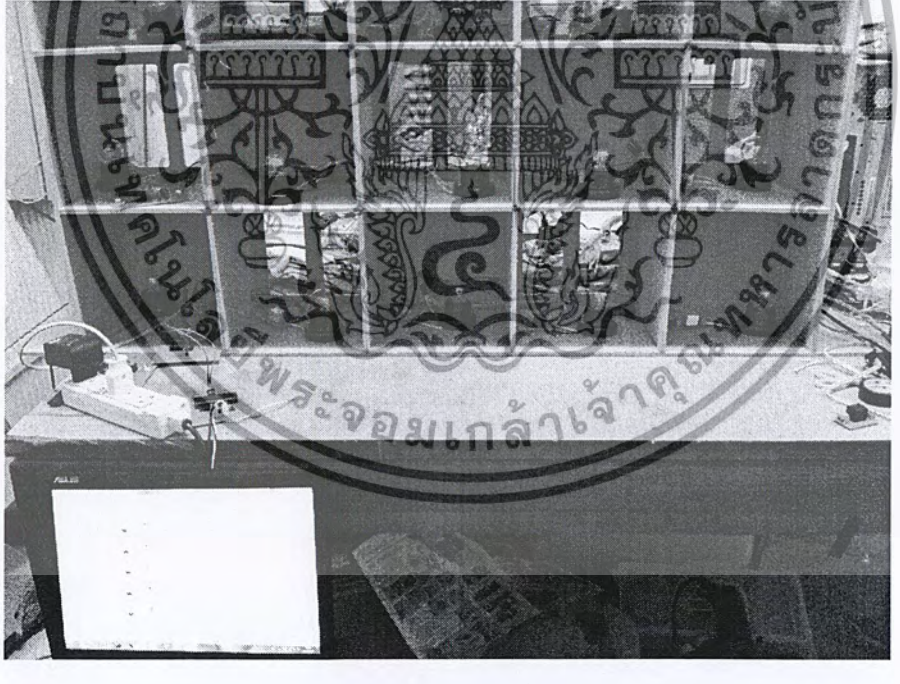


รูปที่ 4.17 การตั้งค่าปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าห้อง T103

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.18 การตั้งค่าปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าห้อง T104



รูปที่ 4.19 การตั้งค่าปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าห้อง T105

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

จากการออกแบบและทดลองใช้งานพบว่าสามารถควบคุมการเปิด-ปิด ของอุปกรณ์ไฟฟ้าผ่านทางคอมพิวเตอร์ได้ และสามารถตั้งเวลาเปิด-ปิดระบบการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าตามเวลาจริงเพื่อประหยัดพลังงานหรือตามความต้องการ ซึ่งเป็นไปตามชุดโปรแกรมคำสั่งที่ได้เขียนขึ้นโดยไมโครคอนโทรลเลอร์จะทำงานตามชุดคำสั่งเพื่อควบคุมรีเลย์สวิตช์ในการเปิด-ปิดอุปกรณ์ไฟฟ้า

5.2 ข้อเสนอแนะ

พัฒนาโปรแกรมภายในไมโครคอนโทรลเลอร์และคอมพิวเตอร์ให้มีความเสถียรมากขึ้นเนื่องจากมีการส่งข้อมูลผิดพลาดเป็นบางครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

[1] รศ.สมยศ จุณณะปิยะ. *การประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MSC-51.* พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2550.

[2] อ.ขจร อนุดิตย์. *การเขียนโปรแกรมควบคุมไมโครคอนโทรเลอร์ MCS-51 ด้วยภาษา C.* นนทบุรี : สำนึกพิมพ์คอร์ ฟังก์ชั่น, 2550.

[3] สัจจะ จรัสรุ่งรวีวร. คู่มือ Visual C# 2005 ฉบับสมบูรณ์. พิมพ์ครั้งที่ 1. นนทบุรี : ไอดีซีฯ, 2550.

[4] ธนาวุฒิ ไกรฤทธิกุล. "LDR ตัวต้านทานไวแสง." http://electronics.se-ed.com/contents/041s060/041s060_p01.asp.

[5] อดิศักดิ์ ชิณะวงศ์. "ไอซี DS275." http://www.technicnan.ac.th/nan_ntc/adisak51/icsir.html.

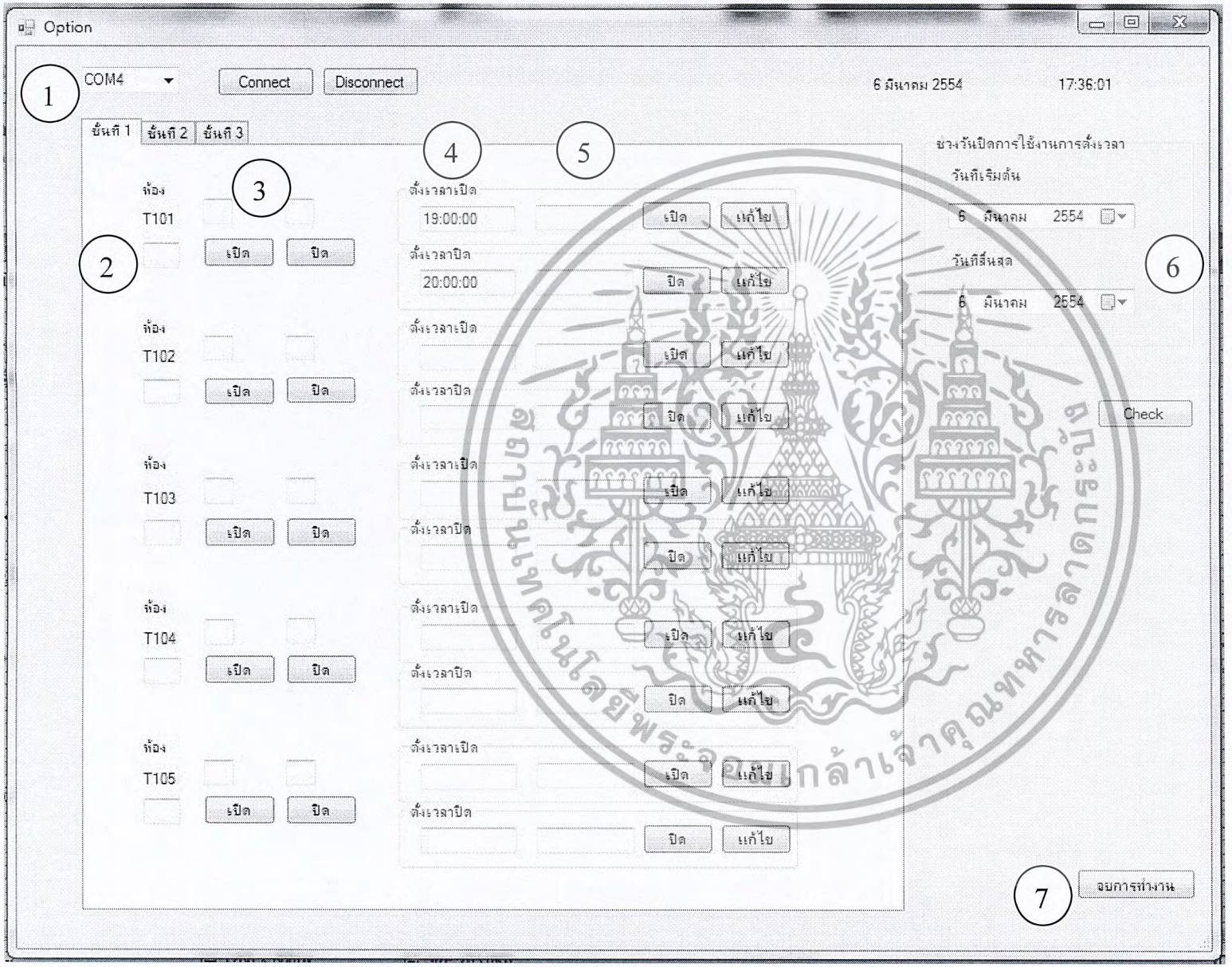
[6] อดิศักดิ์ ชิณะวงศ์. "การติดต่อทางพอร์ตอนุกรมของไมโครคอนโทรลเลอร์." http://www.adisak51.com/page14.html.

[7] อ.ทวี วิถีวานิช. "Resistor." http://sites.google.com/site/velectronic1/resistor.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



1. เลือกคอมพอร์ตให้ตรงกับฮาร์ดแวร์ที่ต่อคอมพิวเตอร์
2. ไฟแสดงสถานะ LDR
3. ไฟแสดงสถานะเปิด-ปิดแต่ละห้อง
4. แถบตั้งเวลาเปิด-ปิดช่วงแรก
5. แถบตั้งเวลาเปิด-ปิดช่วงที่สอง
6. แถบการใช้งานงดใช้ระบบไฟฟ้าตามวันที่กำหนด
7. ปุ่มเสร็จสิ้นการทำงาน