สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าฉลาดกระบัง

ระบบควบคุมการเข้าออกด้วยลายนิ้วมือ

Access Control System Using Fingerprint

โดย

นาย อภิชาติ รุทธ์วารี

นาย อภิชาติ ศรีจันทร์

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 62352
วัน,เดือน,ปี 16 ส.ค. 2549

b 11621136
i.....

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2548

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2548

ภาควิชาวิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง **ระบบควบคุมการเข้าออกด้วยลายนิ้วมือ**

Access Control System Using Fingerprint

ผู้จัดทำ **นายอภิชาติ รุทธ์วารี** **45010916**

นายอภิชาติ ศรีจันทร์ **45010917**

.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(อาจารย์ เกียรติวรรณ ทรงสัตย์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบควบคุมการเข้าออกด้วยลายนิ้วมือ

Access Control System Using Fingerprint

โดย

นายอภิชาติ รุทธ์วารี 45010916

นายอภิชาติ ศรีจันทร์ 45010917

อาจารย์ที่ปรึกษา

อาจารย์ เกียรติวรรณ ทรงสัตย์

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นการพัฒนาระบบควบคุมการเข้าออกด้วยลายนิ้วมือ โดยการประยุกต์ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล เอ็มซีเอส 51 เป็นหน่วยประมวลผลกลางระบบที่ออกแบบขึ้นมานี้จะประกอบด้วยหน่วยการทำงานย่อยๆ 3 หน่วย ได้แก่ เซิร์ฟเวอร์โมดูล, เทอร์มิทอลโมดูล และ หน่วยจ่ายตัดกำลังไฟฟ้า เซิร์ฟเวอร์โมดูลกับเทอร์มินอลโมดูลจะเชื่อมต่อระหว่างกันด้วยโครงข่ายสื่อสารมาตรฐานอาร์เอส 485 ซึ่งมันสามารถขยายขีดความสามารถในการติดต่อเซิร์ฟเวอร์ 1 ตัวต่อเทอร์มินอลได้สูงสุด 32 ตัว การติดต่อสื่อสารเป็นแบบอนุกรมเลือกใช้โปรโตคอลรูปแบบเอชดีแอลซีเป็นแนวทางในการออกแบบเทอร์มินอบโมดูลแต่ละหน่วยจะทำหน้าที่อ่านค่าจากลายนิ้วมือเพื่อนำค่าไปประมวลและจัดการได้โดยเซิร์ฟเวอร์ ส่วนหน่วยจ่ายตัดกำลังไฟฟ้าจะเป็นตัวกลไกที่ทำหน้าที่ปิดเปิดการใช้งานและเหมาะสมในการติดตั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบควบคุมการเข้าออกด้วยลายนิ้วมือ

Access Control System Using Fingerprint

โดย

นายอภิชาติ รุทธ์วารี 45010916

นายอภิชาติ ศรีจันทร์ 45010917

อาจารย์ที่ปรึกษา

อาจารย์ เกียรติวรรณ ทรงสัตย์

ABSTRACT

This thesis presents the development of the Access Control system using fingerprint. The application of microcontroller MCS-51 as the central processor each components is constructed. The designed system composes of three units, namely, server module, terminal mode, and power supply unit. Sever module and terminal mode are connected together by RS-485 network that can extend the ability to maximum reach up to 32 terminals. The serial communication in specific system is based on HDLC protocol design. The terminal module has to read from a fingerprint in order to be managed by the server module. For the power supply unit has the functions that like ON/OFF the controlled objects. It is designed to suitable to install.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณอาจารย์เกียรติวรรณ ทรงสัตย์ เป็นอย่างสูงที่ชี้แนะและเป็นที่ปรึกษาให้กับโครงงาน รวมทั้งความเอื้อเฟื้อ อุปกรณ์การทำงานเป็นอย่างดี

ขอขอบคุณท่านอาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมระบบควบคุมทุกๆท่าน ที่ประสิทธิประสาทวิชาความรู้ และคอยแนะนำแนวทางการแก้ปัญหาต่างๆ รวมทั้งความรักความเมตตาที่ท่านมอบให้

ขอขอบคุณคุณพ่อ คุณแม่ผู้ให้ความดูแลเลี้ยงดู อบรมสั่งสอนตลอดมา

ขอขอบคุณ พี่ๆเพื่อนๆและน้องๆทุกคนที่คอยเป็นกำลังใจ ให้ความช่วยเหลือ ให้ยืมอุปกรณ์และให้คำแนะนำที่ดีๆ มีประโยชน์ยิ่ง

และ สุดท้ายขอขอบคุณ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าคุณทหารลาดกระบังที่เป็นสถานศึกษา ที่เป็นแหล่งสร้างทักษะความรู้และประสบการณ์ต่างๆที่สำคัญต่อผู้จัดทำ

คณะผู้จัดทำ

นายอภิชาติ รุทธ์วารี

นายอภิชาติ ศรีจันทร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้าที่
บทคัดย่อ	I
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญภาพ	VII
สารบัญตาราง	IX
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 กล่าวนำ	1
1.2 วัตถุประสงค์ในการออกแบบสร้างและพัฒนาระบบ	3
1.3 หลักการที่ใช้ในการออกแบบ	3
1.4 รายละเอียดของรายงานโดยแบ่งส่วนที่ดำเนินการ	4
บทที่ 2 หลักการและทฤษฎี	5
2.1 การอ่านลายนิ้วมือ	5
2.2 พื้นฐานการรับส่งข้อมูล	7
2.2.1 การรับส่งข้อมูลแบบซิงโครนัส	8
2.2.2 การรับส่งข้อมูลแบบอะซิงโครนัส	8
2.3 รูปแบบของการรับส่งข้อมูลแบบอนุกรม	8
2.4 การติดต่อทางพอร์ตอนุกรมของไมโครคอนโทรลเลอร์	10
2.4.1 โหมดการติดต่อทางพอร์ตอนุกรมของไมโครคอนโทรลเลอร์	11
2.4.2 รีจิสเตอร์ที่ใช้ในการควบคุม และรับส่งข้อมูลของพอร์ตอนุกรม	13
2.4.3 การกำหนดอัตรารับและส่งข้อมูล	16
2.4.4 การใช้ไทม์เมอร์1 กำหนดอัตรารับส่ง	17
2.5 หน่วยความจำข้อมูล	18
2.5.1 สแตติกแรม	18
2.5.2 ไดนามิกแรม	19
2.6 การขยายพอร์ตอินพุตเอาต์ด้วยอุปกรณ์ระบบบัสแบบ I^2C	20
2.6.1 คุณสมบัติโดยทั่วไปของบัส I^2C	21
2.6.2 หลักการของบัส I^2C	22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.3 สภาวะที่เกิดขึ้นบนบัส I^2C 23
2.6.4 การทำงานบนบัส I^2C 24
2.6.5 การอ้างถึงแบบ 7 บิต 24
2.6.6 การอ้างถึงแบบ 10 บิต 25
2.6.7 อุปกรณ์ที่ใช้การเชื่อมต่อแบบบัส I^2C 25
2.7 การใช้งานไอซีสร้างฐานเวลาจริงหรือรีลไทม์คล็อก (DS1307) 26
2.7.1 รายละเอียดขาต่อใช้งานของ DS1307 26
2.7.2 การทำงานของ DS1307 27
2.7.3 การจัดสรรหน่วยความจำใน DS1307 28
2.7.4 รีจิสเตอร์ควบคุม 29
2.7.5 โหมดการทำงานของ DS1307 29
2.7.6 การเชื่อมต่อ DS1307 กับไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 31
2.8 หน่วยความจำ EEPROM แบบ I^2C 33
2.8.1 รายละเอียดขาต่อใช้งานของ 24LC256 33
2.8.2 โหมดการทำงานของ 24LC256 34
2.8.3 การเชื่อมต่อ 24LC256 กับไมโครคอนโทรลเลอร์ 35
2.9 มาตรฐานการสื่อสารข้อมูลอนุกรมแบบอาร์เอส 485 36
2.9.1 รายละเอียดขาต่อใช้งาน RS-485 36
2.9.2 คุณลักษณะเฉพาะของอาร์เอส 485 37
บทที่ 3 โครงสร้างและการออกแบบระบบ 38
3.1 ส่วนประมวลผลกลางและจัดเก็บข้อมูล 38
3.2 ส่วนควบคุมการปิด-เปิด เครื่องคอมพิวเตอร์หรือ หน่วยตัดจ่ายกำลังไฟฟ้า 39
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง 50
4.1 การทดลองในส่วนของวงจรบอร์ดหลัก 50
4.2 การทดลองในส่วนของตัวจ่ายกำลังงานไฟฟ้า 56
4.3 การทดลองในส่วนของภาคแสดงผลบนคอมพิวเตอร์ 58
บทที่ 5 บทสรุป วิจารณ์ ปัญหาที่พบ และแนวทางการพัฒนาต่อ 60

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก. วิธีใช้งานเครื่องสแกนลายนิ้วมือ 61

ภาคผนวก ข. ชุดคำสั่งสำหรับส่วนสแกนลายนิ้วมือ 64

เอกสารอ้างอิง 81

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

รูปที่	หน้าที่
1.1 แผนผังระบบควบคุมการเข้าออกและปิด-เปิดเครื่องคอมพิวเตอร์	2
2.1 ลักษณะของลายนิ้วมือแบบต่าง ๆ	6
2.2 การรับส่งข้อมูลแบบขนาน	7
2.3 การส่งข้อมูลแบบซิงโครนัส	8
2.4 การส่งข้อมูลแบบอนุกรม	9
2.5 บิตต่างๆของข้อมูลที่ส่งแบบอนุกรม	9
2.6 การรับส่งข้อมูลระหว่างรีจิสเตอร์กับบัสภายใน	11
2.7 การรับส่งข้อมูลในโหมด 0	12
2.8 สัญญาณการส่งข้อมูลในโหมด 1	12
2.9 สัญญาณการส่งข้อมูลในโหมด 2	13
2.10 การเก็บข้อมูลแต่ละบิตของสแตติกแรม	19
2.11 โครงสร้างภายในของไดนามิกแรม	19
2.12 แผนภาพของหน่วยความจำต่าง ๆ	20
2.13 การเชื่อมต่ออุปกรณ์ต่างๆ บนระบบบัส I^2C	20
2.14 วงจรเอาต์พุตของอุปกรณ์ในระบบ I^2C	21
2.15 การต่อตัวต้านทาน Rs เพื่อลดสัญญาณรบกวนขนาดใหญ่ที่อาจเข้ามาในบัส	22
2.16 ไดอะแกรมเวลาแสดงสถานะต่างๆในบัส I^2C	23
2.17 รูปแบบของข้อมูลกำหนดแอดเดรสที่ใช้ในการอ้างถึงแบบ 7 บิต	24
2.18 การจัดขาไอซีของ DS1307	26
2.19 โครงสร้างภายในของไอซีรีลไทม์คล็อกเบอร์ DS1307	28
2.20 การจัดสรรหน่วยความจำแรมภายในของ DS1307	29
2.21 รูปแบบของข้อมูลสำหรับติดต่อกับ DS1307 ในโหมดการเขียนข้อมูล	30
2.22 รูปแบบของข้อมูลสำหรับติดต่อกับ DS1307 ในโหมดการอ่านข้อมูล	31
2.23 การเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 กับ DS1307	32
2.24 การจัดขาของ 24LC256	33
2.25 รูปแบบของข้อมูลสำหรับติดต่อกับ 24LC256 ในโหมดการเขียนข้อมูล แบบ Byte Write	34

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่	หน้าที่
2.26 รูปแบบของข้อมูลสำหรับติดต่อกับ 24LC256 ในโหมดการอ่านข้อมูลแบบ Random Read	35
2.27 การเชื่อมต่อ 24LC256 เข้ากับไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51	35
2.28 การจัดขาของ RS-485	36
3.1 วงจรส่วนบอร์ดหลัก	40
3.2 วงจรส่วนตัดจ่ายกำลังไฟฟ้า	41
3.3 MAIN โปรแกรม	42
3.4 โปรแกรมการลงทะเบียน	43
3.5 โปรแกรมการเข้าใช้งาน	44
3.6 โปรแกรมการเลิกใช้งาน	45
3.7 โปรแกรมการ Upload ข้อมูลไปคอมพิวเตอร์	46
3.8 โปรแกรมการทำงานส่วนตัดจ่ายกำลังไฟฟ้า	47
3.9 ลายวงจรของบอร์ดหลัก	48
3.10 ลายวงจรของส่วนตัดจ่ายกำลังไฟฟ้า	49
4.1 การแสดงค่าเวลาออกทางหน้าจอ LCD	51
4.2 การแสดงค่าลายนิ้วมือออกมาทางจอคอมพิวเตอร์	52
4.3 การแสดงค่าของลายนิ้วมือออกมาทางจอคอมพิวเตอร์ ในโหมดเปรียบเทียบลายนิ้วมือแล้วค่าที่ได้นั้นถูกต้อง	53
4.4 การแสดงค่าของลายนิ้วมือออกมาทางจอคอมพิวเตอร์ ในโหมดเปรียบเทียบลายนิ้วมือแล้วค่าที่ได้นั้นไม่ถูกต้อง	54
4.5 แสดงการทดลองเขียนข้อมูลและดึงข้อมูลนั้นๆ ออกมาจากหน่วยความจำแล้วนำไปแสดงผลทางหน้าจอคอมพิวเตอร์	55
4.6 แสดงส่วนของวงจรตัดจ่ายกำลังงานไฟฟ้าเมื่อรีเลย์ตัดจ่ายไฟ	56
4.7 แสดงส่วนของวงจรตัดจ่ายกำลังงานไฟฟ้าเมื่อรีเลย์สั่งยกเลิกการจ่ายไฟ	57
4.8 โปรแกรมแสดงผลทางจอคอมพิวเตอร์	58
4.9 โปรแกรมแสดงผลทางจอคอมพิวเตอร์เมื่อมีการรับข้อมูลมาแล้ว	59

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้าที่
2.1 บิตต่างๆของรีจิสเตอร์ SCON (Serial Port Control Register)	13
2.2 โหมดต่างๆ ของการรับส่งแบบอนุกรม	14
2.3 รีจิสเตอร์ PCON เพื่อกำหนดอัตราการรับส่งข้อมูล	15
2.4 ความถี่สัญญาณนาฬิกาที่ใช้กำหนด Baud Rate ค่าต่างๆ	18
2.5 แสดงการเลือกใช้ความถี่ของสัญญาณจากขา SQW/OUT	29

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 กล่าวนำ

ปัจจุบันคอมพิวเตอร์มีบทบาทสำคัญอย่างมากในชีวิตประจำวันไม่เพียงแต่การใช้งานเครื่องเดียวตามลำพังแต่ยังได้มีการเชื่อมต่อโครงข่ายของคอมพิวเตอร์ขึ้นเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้งานดังนั้นจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีระบบที่สามารถควบคุมตรวจสอบประมวลผลและรักษาความปลอดภัยของข้อมูลบนคอมพิวเตอร์ หรือการอนุญาติเฉพาะผู้ที่มีสิทธิ์ในการใช้เครื่องคอมพิวเตอร์นั้นๆ เท่านั้น ซึ่งจะทำให้เกิดความสะดวกสบายและปลอดภัยมากยิ่งขึ้น ในที่นี้ระบบควบคุมการเข้าออกด้วยลายนิ้วมือจึงได้ถูกนำมาใช้และพัฒนาให้สามารถควบคุมการใช้งานห้องคอมพิวเตอร์และเครื่องคอมพิวเตอร์ได้

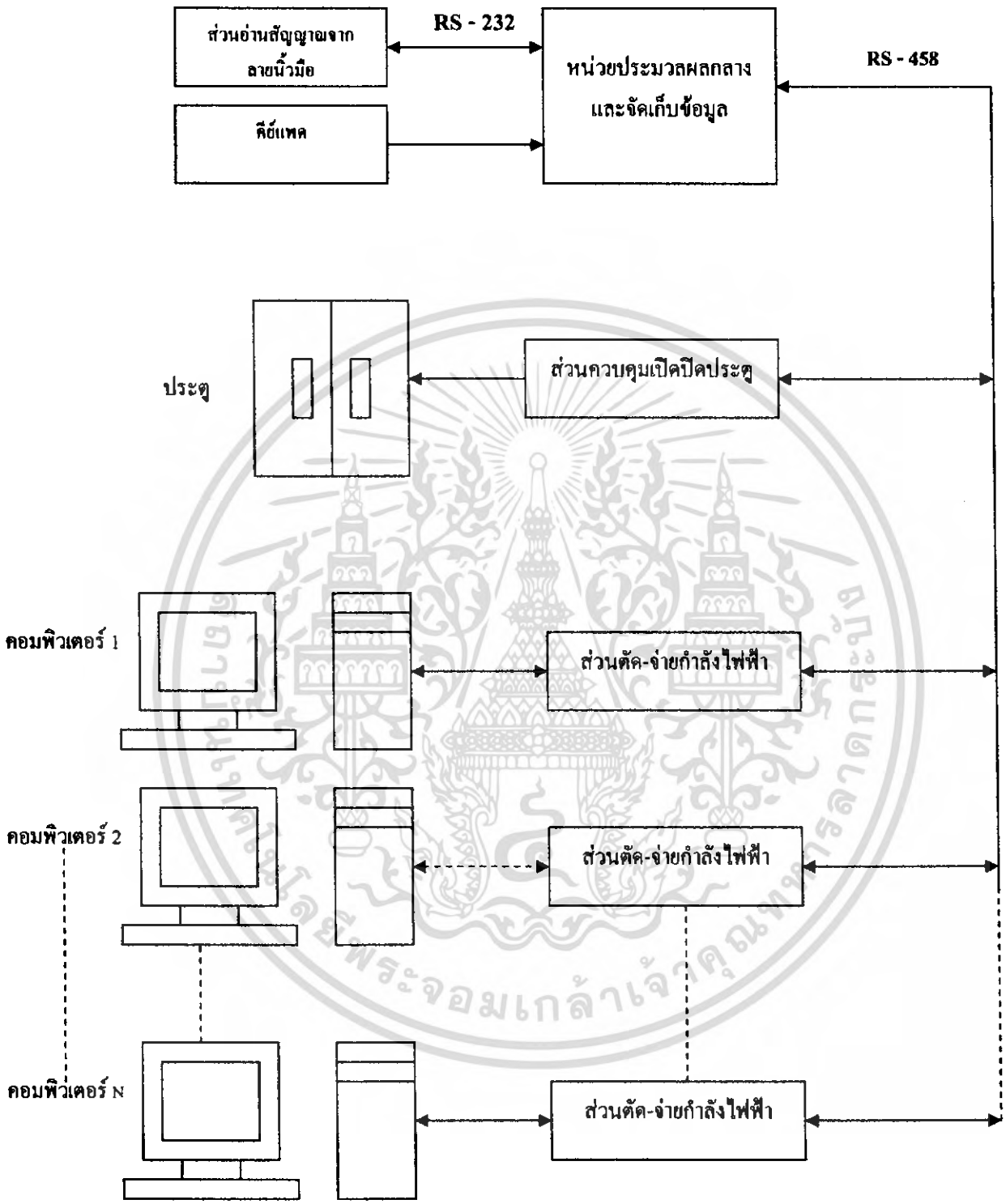
โดยในโครงงานนี้ได้เลือกนำเสนอระบบควบคุมการเข้าออกด้วยลายนิ้วมือมาประยุกต์ใช้งานร่วมกับการกดรหัสส่วนบุคคล ซึ่งเป็นระบบที่ออกแบบไว้โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ในการควบคุมผ่านมาตรฐานการติดต่อติดต่อแบบอนุกรม RS-232 และ RS-485 โดยได้นำเอาข้อมูลจากการกดรหัสมาประยุกต์ใช้งานร่วมกับข้อมูลที่ได้จากตัวบุคคล (Human Data) ซึ่งได้จากการสแกนลายนิ้วมือนั่นเอง

โดยจะพิจารณาจากการกดรหัสร่วมกับอุปกรณ์สแกนลายนิ้วมือควบคุมการใช้งานเปิดปิดเครื่องคอมพิวเตอร์ที่อยู่ในโครงข่ายของเราได้ โดยในการออกแบบระบบนั้นจะประกอบไปด้วยองค์ประกอบ 4 ส่วนด้วยกันได้แก่

1. ส่วนตรวจสอบ และแปลงสัญญาณจากการกดรหัส
2. ส่วนตรวจสอบ และแปลงสัญญาณจากลายนิ้วมือ
3. ส่วนควบคุมการเปิดปิดประตูและเครื่องคอมพิวเตอร์หรือหน่วยจ่ายต่อกำลังไฟฟ้า
4. ส่วนประมวลผล และจัดเก็บข้อมูล

ซึ่งในการทำงานของระบบนั้น องค์ประกอบทั้ง 4 ส่วนจะถูกเชื่อมต่อถึงกัน โดยใช้มาตรฐานการติดต่อแบบอนุกรม RS-232 และ RS-485

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 1.1 แผนผังระบบควบคุมการเข้าออกและปิด-เปิดเครื่องคอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูป 1.1 เป็นการแสดงถึงการติดต่อในส่วนต่างๆ ของระบบควบคุมด้วยการสแกนลายนิ้วมือ จะประกอบไปด้วยส่วนหลักๆคือ ส่วนอ่านสัญญาณจากลายนิ้วมือ, ส่วนประมวลผลกลางและจัดเก็บข้อมูล และส่วนตัดจ่ายกำลังไฟฟ้า โดยรายละเอียดการใช้งานนั้นแบ่งได้ดังนี้คือ

- ส่วนอ่านสัญญาณจากลายนิ้วมือนั้นเป็นการติดต่อกับส่วนของโมดูลสแกนลายนิ้วมือและคอมพิวเตอร์ (ที่ใช้ในการอัพโหลดข้อมูล) จะใช้มาตรฐาน RS-232 ในการติดต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

- ส่วนประมวลผลกลาง และจัดเก็บข้อมูล ในส่วนนี้จะประกอบไปด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 2 ตัว, หน่วยความจำภายนอก (EEPROM), ไอซีฐานเวลาจริง และหน้าจอ LCD ซึ่งรายละเอียดในการติดต่อจะขอกล่าวในบทที่ 3 ต่อไป

- ส่วนตัดจ่ายกำลังไฟฟ้า ในส่วนตัดจ่ายกำลังไฟฟ้านี้จะใช้มาตรฐาน RS-485 ในการติดต่อกับส่วนของเทอร์มินอล ซึ่งมีหน้าที่ในการตัดจ่ายไฟฟ้าให้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ต้องการใช้งาน

1.2 วัตถุประสงค์ในการออกแบบสร้างและพัฒนาระบบ

1.2.1 วัตถุประสงค์ในการออกแบบสร้างระบบควบคุมด้วยการสแกนลายนิ้วมือได้แก่

- เพื่อออกแบบระบบควบคุมการเข้าออกโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ ตระกูล MCS-51เป็นหน่วยประมวลผล
- เพื่อใช้ติดต่อสื่อสารแบบอนุกรมผ่านโครงข่าย RS-232 และ RS-485
- เพื่อนำมาตรฐานสื่อสารแบบ เอชดีแอลซี (HDLC) มาประยุกต์ออกแบบการสร้างระบบควาบคุมการเข้าออกนี้
- เพื่อนำเครื่องสแกนลายนิ้วมือมาประยุกต์ใช้การเก็บข้อมูลและอ่านข้อมูล

1.2.2 วัตถุประสงค์ในการพัฒนาระบบได้แก่

- เพื่อพัฒนาหรือแก้ไขโปรแกรมการติดต่อสื่อสารข้อมูล การขอใช้บริการและการควบคุมการเข้าออก ระหว่างเซิร์ฟเวอร์ (Server) และ เทอร์มินอล (Terminal) หรือ เซิร์ฟเวอร์ กับคอมพิวเตอร์ ให้มีประสิทธิภาพ
- เพื่อการออกแบบตัวเซิร์ฟเวอร์(Server) เทอร์มินอล (Terminal) และหน่วยจ่ายกำลังไฟฟ้าให้มีประสิทธิภาพใช้งานตามวัตถุประสงค์ได้อย่างเหมาะสม

1.3 หลักการที่ใช้ในการออกแบบระบบ

หลักการที่ใช้ในการออกแบบระบบควบคุมการเข้าออกโดยใช้เครื่องสแกนลายนิ้วมือคือ

1.3.1 การอ่านข้อมูลจากเครื่องสแกนลายนิ้วมือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3.2 การทำงานร่วมกันของ ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 จำนวน 2 ตัว

1.3.3 การใช้โครงข่าย RS-232 และ RS-485

1.3.4 การติดต่อสื่อสารแบบอนุกรมตามมาตรฐาน HDLC Protocol

1.3.5 การใช้ภาษา C ในการโปรแกรมการทำงาน

1.4 รายละเอียดของรายงานนี้แบ่งส่วนที่ดำเนินการออกเป็น

บทที่ 1 เป็นบทกล่าวนำ บอกวัตถุประสงค์ และหลักการออกแบบ

บทที่ 2 กล่าวถึงทฤษฎี และหลักการต่างๆ ได้แก่รูปแบบรวมทั้งหลักการพื้นฐานของการติดต่อสื่อสาร การควบคุมส่วนอ่านลายนิ้วมือ การติดต่อสื่อสารเบื้องต้นและโครงสร้างการติดต่อสื่อสารแบบอนุกรม

บทที่ 3 กล่าวถึงวิธีการสร้าง และออกแบบรวมทั้งโครงสร้างของเซิร์ฟเวอร์และเทอร์มินอล

บทที่ 4 เป็นการทดลองการทำงานของระบบในส่วนต่างๆ และผลการทดลอง

บทที่ 5 บทสรุป เป็นการสรุป และวิจารณ์ผลจากระบบที่ออกแบบ และสร้างขึ้นว่ามีข้อดี หรือข้อเสียอย่างไร รวมทั้งแนวทางในการแก้ไข และพัฒนาต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
หลักการและทฤษฎี

2.1 การอ่านลายนิ้วมือ

ลายนิ้วมือของมนุษย์แต่ละคนนั้น เริ่มปรากฏขึ้นตั้งแต่เป็นตัวอ่อนอายุ 3 ถึง 4 เดือนในครรภ์มารดา ลายนิ้วมือเป็นผิวหนังส่วนที่มีร่อง (Furrow) และมีสัน (Ridge) ไว้ใช้สำหรับอำนวยความสะดวกในการหยิบจับวัตถุสิ่งของต่าง ๆ ร่อง (Furrow) และสัน (Ridge) ของลายนิ้วมือมีคุณลักษณะที่สำคัญสองประการ คือ ไม่มีการเปลี่ยนแปลงรูปแบบตามกาลเวลา (แต่อาจเปลี่ยนขนาดได้) และ การมีรูปแบบเฉพาะในแต่ละคน

ลายนิ้วมือของมนุษย์นั้น ไม่มีการเปลี่ยนแปลงรูปแบบตามกาลเวลา (Permanence) กล่าวคือ นับตั้งแต่วันแรกที่มนุษย์เกิดจวบจนกระทั่งวันที่มนุษย์ตาย ร่องและสันของลายนิ้วมือจะปรากฏเช่นเดิมไม่สูญหาย แต่ขนาดของร่องและสันนั้นอาจเปลี่ยนแปลงได้ตามขนาดของร่างกาย ซึ่งเปรียบเหมือนกับการที่เราวาดรูปภาพไว้บนลูกโป่ง ซึ่งไม่ว่าลูกโป่งจะเล็ก หรือถูกเป่าให้พองใหญ่อย่างไร รูปภาพที่วาดไว้บนลูกโป่งนั้นยังคงเป็นรูปภาพเดิม เพียงแต่รูปภาพนั้นจะมีขนาดที่ใหญ่ขึ้นเท่านั้นเอง

ลายนิ้วมือมีรูปแบบเฉพาะในแต่ละคน (Individuality) การเปรียบเทียบลายนิ้วมือมนุษย์มีมานานกว่าร้อยปี ผลการศึกษาพบว่า ไม่มีมนุษย์คนใดในโลกที่มีลายนิ้วมือเหมือนกันซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาวิจัยเรื่องการใช้ลายนิ้วมือระบุตัวบุคคลของ Sir Francis Galton (1892) โดยใช้การแบ่งรายละเอียดรูปแบบของลายนิ้วมือออกเป็นส่วนๆ และหาความน่าจะเป็นของการซ้ำกันของลายนิ้วมือแต่ละส่วน แล้วนำความน่าจะเป็นของแต่ละส่วนมาคูณกันเพื่อหาความน่าจะเป็นทั้งหมด พบว่า ลายนิ้วมือของแต่ละบุคคลนั้นจะมีลักษณะเฉพาะ (Individuality) และไม่มีการเปลี่ยนแปลงรูปแบบ (Permanence) โอกาสที่บุคคลสองคนจะมีลายนิ้วมือเหมือนกันนั้นมีความน่าจะเป็นอยู่ที่ 1/64,000,000,000

ลายนิ้วมือของแต่ละคนนั้นมีลักษณะเฉพาะแม้แต่ คู่แฝดแท้ (Identical Twin) ก็ยังมีลายนิ้วมือที่แตกต่างกัน (แต่มีรูปแบบทางพันธุกรรมเหมือนกัน) รูปแบบของลายนิ้วมือ สามารถแบ่งออกได้ 3 ประเภทได้แก่ ลายนิ้วมือก้นหอย (Whorl) ลายนิ้วมือมัดหวาย (Loop) และลายนิ้วมือโค้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Whorl Loop Arch

รูปที่ 2.1 แสดงลายนิ้วมือต่าง ๆ

รูปแบบลายนิ้วมือสามารถแบ่งย่อยให้ละเอียดขึ้นไปได้เป็นลายนิ้วมือแบบมัดหวายเอียงขวา (Right Loop) ลายนิ้วมือแบบมัดหวายเอียงซ้าย (Left Loop) ลายนิ้วมือโค้งสูงแบบกระโจม (Tented Arch) เป็นต้น

นอกจากนี้ยังได้มีการแบ่งสัดส่วนของลายนิ้วมือแบบต่างๆ ที่ปรากฏเห็นในมนุษย์แต่ละคนพบว่า ลายนิ้วมือแบบมัดหวาย (Loop) จะพบมากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 65 รองลงมา ได้แก่ ลายนิ้วมือแบบก้นหอย (Whorl) คิดเป็นร้อยละ 30 และพบลายนิ้วมือแบบโค้ง (Arch) น้อยที่สุดคิดเป็นร้อยละ 5

การแบ่งลายนิ้วมือออกเป็นหลายประเภทนี้เพื่อช่วยเพิ่มความรวดเร็วในการตรวจสอบลายนิ้วมือ แต่ไม่ได้เป็นสิ่งที่ใช้ในการบอกความเหมือน หรือบอกความแตกต่างระหว่างลายนิ้วมือ ส่วนการศึกษาเปรียบเทียบลายนิ้วมือเพื่อหาความแตกต่างของแต่ละบุคคลนั้นจะพิจารณาจากสัน (Ridge) ของลายนิ้วมือ อาทิ การสิ้นสุดของสัน (Ridge Ending) สันแบบลายจุด (Dot), สันที่แตกแขนง (Bifurcations) และรูปแบบต่างๆ ของสันที่เกิดขึ้น

ในการศึกษาเรื่องระบบควบคุมการเข้าออกด้วยลายนิ้วมือ ส่วนตรวจสอบ และแปลงสัญญาณจากลายนิ้วมือนับว่ามีความสำคัญมากเพราะเป็นส่วนที่ใช้ในการรักษาความปลอดภัย เนื่องจากสัญญาณที่ได้จากส่วนนี้เป็นสัญญาณเฉพาะของแต่ละบุคคลไม่สามารถลอกเลียนแบบกันได้ ผู้ศึกษาได้ใช้อุปกรณ์คือ โมดูลสแกนลายนิ้วมือรุ่น TS-FID 335416 EB ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่ต้องใช้งานร่วมกับรหัส หรือกดรหัส นอกจากนี้ผู้ศึกษายังได้ทำการเชื่อมต่อกับหน่วยประมวลผลกลางโดยผ่านมาตรฐาน RS-232 หรือ RS-485

โดยในการตรวจสอบลายนิ้วมือนั้นต้องรอรับรหัสจากบัตรแม่เหล็กเมื่อหน่วยประมวลผลกลางได้รับและกระทำการแปลงสัญญาณจากบัตรแม่เหล็ก จากนั้นจะส่งรหัสมาให้กับส่วนตรวจสอบ และทำการแปลงสัญญาณจากลายนิ้วมือ ซึ่งจะตรวจสอบว่าลายนิ้วมือของผู้ใช้ตรง

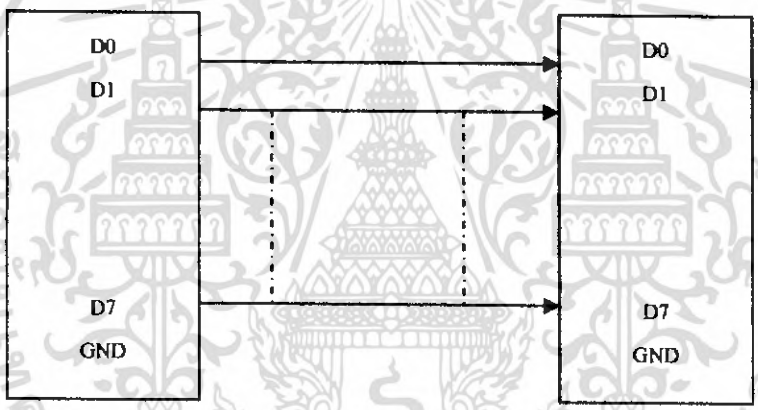
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กับลายนิ้วมือที่มีการลงทะเบียนไว้หรือไม่ จากนั้นก็จะส่งสัญญาณกลับไปที่หน่วยประมวลผลกลางอีกครั้งเพื่อทำการวิเคราะห์ต่อไป

2.2 พื้นฐานการรับส่งข้อมูล

การรับส่งข้อมูลในระบบคอมพิวเตอร์โดยทั่วไปจะหมายถึง การรับส่งข้อมูลเป็นจำนวนไบต์ๆ ให้กับอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับคอมพิวเตอร์ซึ่งอาจแบ่งประเภทของการรับส่งข้อมูลได้ 2 แบบ

แบบที่หนึ่ง การรับส่งข้อมูลแบบขนาน (Parallel) การรับส่งข้อมูลแบบขนานจะเป็นการรับส่งข้อมูลจำนวน 1 ไบต์ ออกไปทางพอร์ท ในเวลาเดียวกันในระบบคอมพิวเตอร์ 1 ไบต์จะมีจำนวน 8 บิต คือ D0 – D7 ถ้ามีการส่งข้อมูลแบบขนานจะใช้สายสัญญาณอย่างน้อย 9 เส้น คือ สาย Data 8 เส้น และสายกราวด์ 1 เส้นดังรูป



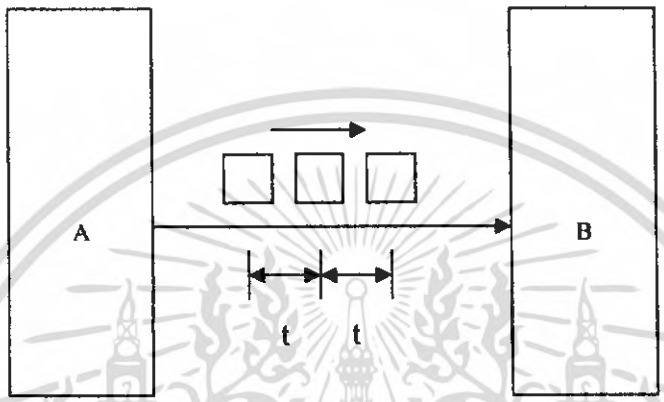
รูปที่ 2.2 การรับส่งข้อมูลแบบขนาน

แบบที่สอง การรับส่งข้อมูลแบบอนุกรม (Serial) คือ การรับส่งข้อมูลทีละบิต จนครบ 1 ไบต์ ถ้าต้องการส่งข้อมูล 1 ไบต์ คือ D0 – D7 อาจจะส่งบิต D0 ออกไปก่อนแล้วตามด้วย D1 ไปเรื่อยๆจนถึง D7

การรับส่งข้อมูลทั้งสองแบบมีข้อดีข้อเสียแตกต่างกันคือ การรับส่งข้อมูลแบบขนานสามารถส่งข้อมูลได้เร็ว ส่งข้อมูลครั้งเดียวจะได้ข้อมูลครบ 1 ไบต์ แต่มีข้อจำกัดที่หากต้องส่งข้อมูลไปในที่ที่มีระยะทางไกลๆ จะทำให้สิ้นเปลืองสายสัญญาณมาก ขณะที่การส่งข้อมูลแบบอนุกรมสามารถส่งข้อมูลไปในที่ที่มีระยะทางไกลๆ ได้ดีกว่าช่วยประหยัดสายสัญญาณ เนื่องจากการส่งข้อมูลแบบอนุกรมนั้นจะใช้สายอย่างน้อยเพียง 2 เส้นได้แก่ สายสัญญาณกับสายกราวด์ แต่มีข้อจำกัดที่ใช้เวลานานในการรับส่งข้อมูลเนื่องจากเป็นการส่งทีละบิต ซึ่งการศึกษาในส่วนนี้จะกล่าวถึงพื้นฐานการรับส่งข้อมูลแบบอนุกรม โดยจะเน้นที่ตัว MCS-51 เป็นสำคัญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.1 การรับส่งข้อมูลแบบซิงโครนัส (Synchronous Input / Output) การรับส่งข้อมูลแบบนี้ไม่ว่าจะเป็นการส่งแบบอนุกรมหรือแบบขนาน ข้อมูลแต่ละไบต์ที่ถูกส่งออกไปจะมีช่วงเวลาห่างกันแน่นอน เช่น การส่งข้อมูลจาก A ไป B ดังรูปที่ 2.3 Data 1 จะห่างจาก Data 2 เป็นเวลา t และ Data 3 จะห่างจาก Data 2 เป็นเวลา t เช่นกัน ระบบนี้เหมาะกับงานที่ไม่มีความยุ่งยากมาก



รูปที่ 2.3 การส่งข้อมูลแบบซิงโครนัส

2.2.2 การรับส่งข้อมูลแบบอะซิงโครนัส (Asynchronous Input / Output) การรับส่งข้อมูลแบบนี้ ข้อมูลที่ส่งออกไปจะไม่มีเวลาที่แน่นอน ซึ่งจะขึ้นอยู่กับความพร้อมของผู้ส่ง และผู้รับ โดยจะมีสายสัญญาณตรวจสอบความพร้อมของระบบทั้งสองว่าพร้อมที่จะติดต่อกันหรือไม่ โดยสัญญาณที่เพิ่มขึ้นมาจากระบบแบบซิงโครนัส เรียกว่า สายสเตตัส (Status Line)

2.3 รูปแบบของการรับส่งข้อมูลแบบอนุกรม

การสื่อสารข้อมูลอนุกรมแบบอะซิงโครนัสเป็นวิธีการรับและส่งข้อมูลโดยไม่ต้องอาศัยสัญญาณนาฬิกาส่งร่วมไปด้วย แต่จะใช้อัตราความเร็วของจำนวนข้อมูลต่อวินาที และจะทำการเพิ่มบิตข้อมูลบางอย่างร่วมไปกับการส่งข้อมูลจริงเพื่อจะได้ทำการตรวจสอบข้อมูลได้อย่างถูกต้องมากยิ่งขึ้น ซึ่งประกอบด้วยกัน 4 ส่วนคือ

ส่วนที่หนึ่ง บิตเริ่มต้น (Start bit) จะมีขนาด 1 บิต จะเป็นละดับลอจิกตรงกันข้ามกับระดับลอจิกของสภาวะสายสื่อสาร ขณะที่ยังไม่มีการส่งข้อมูล

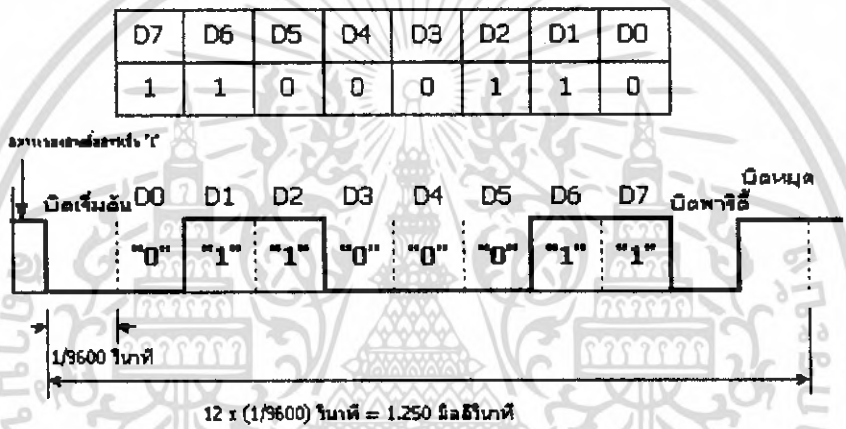
ส่วนที่สอง บิตข้อมูล (Data bit) จะเริ่มจากบิตที่มีนัยสำคัญต่ำสุดก่อนหรือ บิต LSB ก่อน โดยข้อมูลที่จะส่งอาจจะมีขนาด 5 บิต 6 บิต 7 บิต หรือ 8 บิตก็ได้

ส่วนที่สาม บิตแสดงสภาวะเลขคู่หรือเลขคี่ (Parity bit) มีขนาด 1 บิตโดยบิตนี้จะนำไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต่อท้ายกับบิตข้อมูล ค่าของบิตนี้ขึ้นอยู่กับจำนวนค่าของข้อมูลที่เป็นเลขหนึ่ง โดยเลือกการส่งข้อมูลเป็นแบบ พาริตี้คู่ หรือ พาริตี้คี่ ตัวอย่าง ถ้ากำหนดให้มีการส่งข้อมูลแบบพาริตี้คู่ แต่ข้อมูลมีเลขหนึ่งเป็นจำนวนคี่ ก็จะให้บิตพาริตี้นี้เป็นหนึ่งเพื่อจะได้จำนวนเลขหนึ่งเป็นคู่นั้นเอง ทำนองเดียวกันทางด้านรับเองก็ต้องมีการตรวจสอบจำนวนข้อมูลที่รับเข้ามาเป็นหนึ่งรวมทั้งบิตพาริตี้ หนึ่งบิต ถ้ามีค่าหนึ่งเป็นจำนวนคู่ แสดงว่าข้อมูลที่รับเข้ามาถูกต้อง ซึ่งสามารถกำหนดการรับและส่งข้อมูลเป็นแบบ NONE โดยไม่ต้องมีการตรวจสอบพาริตี้บิตก็ได้

ส่วนที่สี่ บิตสุดท้ายหรือบิตหยุด (Stop bit) เป็นการระบุถึงขอบเขตของการสิ้นสุดข้อมูล โดยจะทำให้ขาข้อมูลมีสถานะลอจิกเป็นหนึ่ง ซึ่งอาจมีจำนวนมากกว่า หนึ่งบิตก็ได้ เช่น 1 บิต 1.5 บิต หรือ 2 บิต



รูปที่ 2.4 แสดงการส่งข้อมูลขนาด 8 บิตแบบอนุกรมพร้อมด้วย บิตเริ่มต้น บิตพาริตี้ บิตหยุด ด้วยความเร็ว 9600 บิตต่อวินาที

stop	P	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	start

รูปที่ 2.5 บิตต่างๆของข้อมูลที่ส่งแบบอนุกรม

ถ้ามีการส่งข้อมูลแบบ 8 บิตจะต้องส่งบิตแรกออกไปก่อน เรียกว่า บิตเริ่มต้น (Start Bit) ถ้ามีการส่งข้อมูลหลายๆไบต์ออกมาบิตนี้จะเป็นตัวบอกว่ามีข้อมูลใหม่มาแล้ว โดยทั่วไปบิตเริ่มต้นมักมีระดับลอจิกเป็นศูนย์ต่อจากบิตเริ่มต้นจะเป็นข้อมูล D0 ถึง D7 จากนั้นจะตามด้วยบิตตรวจสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความถูกต้อง (Parity Bit) ถ้าข้อมูล 8 บิตที่ส่งออกมา จำนวนบิตที่มีค่าเป็นหนึ่งเป็นจำนวนคู่บิตนี้จะมีค่าเป็นศูนย์แต่ถ้าจำนวนของบิตที่มีค่าเป็นหนึ่งเป็นจำนวนคี่ บิตนี้จะมีค่าเป็น หนึ่งจากนั้นข้อมูลที่ส่งออกไปจะตามด้วยบิตสิ้นสุดข้อมูล (Stop Bit) เพื่อเป็นการบอกว่าข้อมูลที่ส่งมา 8 บิตนั้นหมดแล้ว ตัวบิต Stop อาจมีจำนวนมากกว่า 1 บิตก็ได้ เช่น 1½ บิต 2 บิต

บิตตรวจสอบความถูกต้องหรือบิตพาริตี้จะมีสองลักษณะคือพาริตี้คู่ (Even Parity) และพาริตี้คี่ (Odd Parity) ซึ่งเราสามารถเลือกได้ ถ้าหากระบุเป็นพาริตี้บิตคู่หมายความว่าข้อมูลที่ส่งไปหรือไบต์นั้นมีจำนวนลอจิกหนึ่ง รวมกับพาริตี้เป็นจำนวนคู่บิตส่วนถ้าระบุเป็นพาริตี้คี่ก็หมายความว่าจะมีจำนวนลอจิกหนึ่งของไบต์ข้อมูลที่ส่งไปร่วมกับค่าบิตพาริตี้เป็นจำนวนคี่บิต ตัวอย่าง เช่น ถ้าเราส่งไบต์ข้อมูลที่มีค่าเป็น B2H หรือ 10110010B ออกไป ถ้าระบบระบุว่าเป็นพาริตี้คี่แล้วค่าของบิตพาริตี้จะต้องเป็นลอจิกหนึ่ง ซึ่งในไบต์ข้อมูลจะมีลอจิกหนึ่ง จำนวน 4 บิต และบิตพาริตี้เป็นหนึ่ง ดังนั้นมีลอจิกหนึ่งทั้งหมด 5 บิต ซึ่งเป็นคี่บิตแต่ถ้าระบบระบุว่าเป็นระบบพาริตี้คู่แล้วค่าบิตพาริตี้จะต้องเป็นลอจิกศูนย์ เมื่อทางภาครับได้รับข้อมูลเข้ามาก็ตรวจสอบว่าข้อมูลทั้งหมดมีลอจิกหนึ่งเป็นคู่หรือคี่บิตตรงกับการทำงานของระบบซึ่งออกแบบไว้หรือไม่ ซึ่งเป็นการตรวจสอบความถูกต้องได้ระดับหนึ่งการสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรมนี้ การกำหนดอัตราเร็วในการรับส่งข้อมูลจะบอกเป็นบิตต่อวินาที (Bit Per Second: BPS) ที่เรียกว่าอัตราบอดหรือบอดเรต (Baud Rate) โดยค่ามาตรฐานที่ใช้กันมีหลายค่าได้แก่ 100 150 300 600 1200 2400 4800 9600 และ19200 บิตต่อวินาที

ใน MCS-51 นั้นจะมีพอร์ทสำหรับรับส่งข้อมูลแบบอนุกรมอยู่ภายในชิพ โดยเราไม่ต้องต่ออุปกรณ์ภายนอกเพิ่ม และเป็นพอร์ทสื่อสารอนุกรมแบบฟูลดูเพล็กซ์ (Full-duplex) คือสามารถรับส่งข้อมูลได้สองทิศทางในเวลาเดียวกัน การควบคุมการใช้งานของพอร์ทอนุกรมของ MCS-51 นี้สามารถโปรแกรมให้ทำงานรูปแบบต่างๆ ได้ 4 ประเภทหรือ 4 โหมดการทำงาน โดยโปรแกรมผ่านทางรีจิสเตอร์ SCON โดยโหมดศูนย์จะเป็นการสื่อสารแบบซิงโครนัสหรือแบบเข้าจังหวะเวลาส่วนโหมดหนึ่ง โหมดสอง และโหมดสามเป็นการสื่อสารแบบอะซิงโครนัส การส่งข้อมูลแบบอนุกรมนั้น ความเร็วของการส่งจะมีค่าเป็นบิตต่อวินาทีเรียกว่า “Baud Rate”

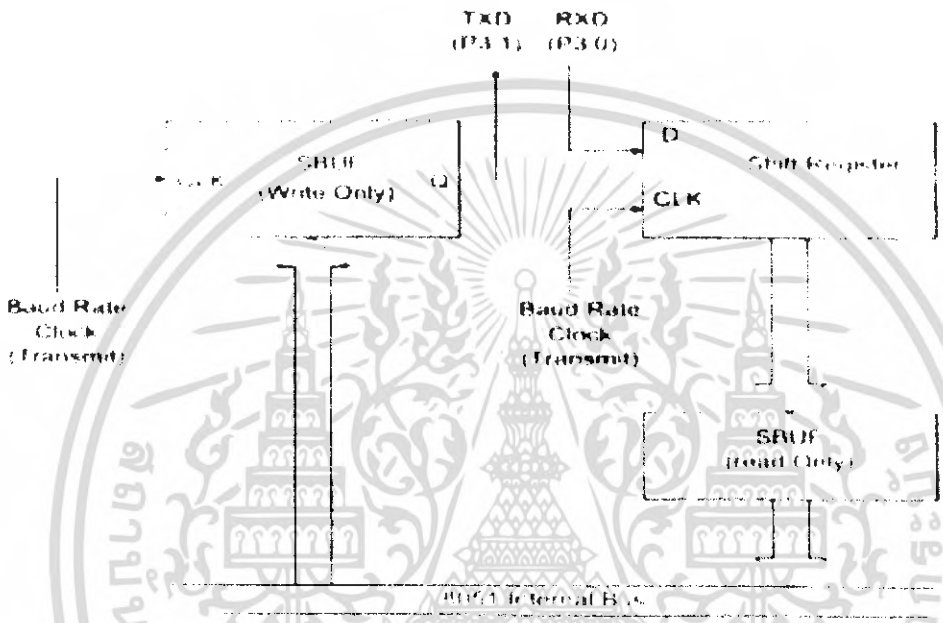
2.4 การติดต่อทางพอร์ตอนุกรมของไมโครคอนโทรลเลอร์

พอร์ตสื่อสารอนุกรมของไมโครคอนโทรลเลอร์ จะมีโครงสร้างเป็นแบบฟูลดูเพล็ก ซึ่งรับและส่งข้อมูลในเวลาเดียวกันได้ โดยจะมีรีจิสเตอร์ SBUF (Serial Data Buffer) เป็นบัฟเฟอร์สำหรับการรับส่งข้อมูลอนุกรม โดยเริ่มต้นเมื่อมีการเขียนข้อมูลเก็บไว้ในรีจิสเตอร์ SBUF หลังจากนั้นข้อมูลจะถูกจัดการโดยวิธีทางฮาร์ดแวร์ในการเลื่อนบิต เพื่อส่งสัญญาณออกไปภายนอก หลังจากมีการส่งข้อมูลออกไปจนครบแล้ว จึงจะทำการเซตบิตโดยกำหนดค่าของแฟลก TI ใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รีจิสเตอร์ SCON ให้เป็นสถานะหนึ่งเพื่อแจ้งว่ารีจิสเตอร์ SBUF ว่างแล้ว และพร้อมที่จะส่งข้อมูลไบต์ต่อไปได้

การรับข้อมูลจากพอร์ตอนุกรมจะต้องเริ่มต้น โดยการกำหนดค่าของบิต REN ที่อยู่ในในรีจิสเตอร์ SCON ให้มีค่าเป็นสถานะหนึ่งหลังจากนั้นเมื่อมีการรับข้อมูลเข้ามาจากภายนอก ก็จะทำการเลื่อนข้อมูลไปโดยอัตโนมัติ และเมื่อบิตสุดท้ายถูกเลื่อนบิตเข้ามาเรียบร้อยแล้ว ข้อมูลจะถูกย้ายมาเก็บไว้ที่รีจิสเตอร์ SBUF และจะทำการเซตที่บิต RI ให้เป็นสถานะหนึ่งซึ่งส่งผลให้เกิดการอินเตอร์รัพท์โปรแกรมขึ้น

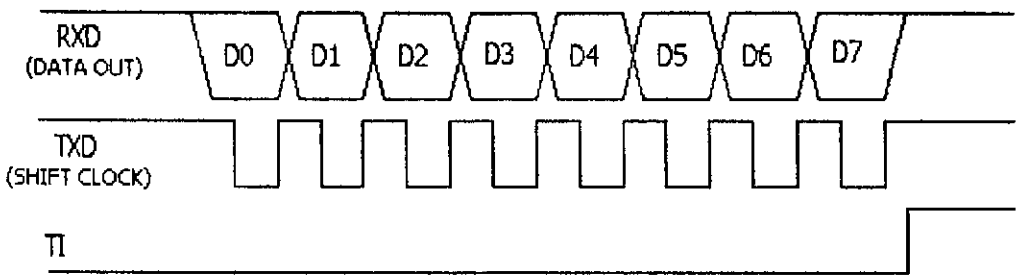


รูปที่ 2.6 การรับส่งข้อมูลระหว่างรีจิสเตอร์กับบัสภายใน

2.4.1 โหมดการการติดต่อทางพอร์ตอนุกรมของไมโครคอนโทรลเลอร์ การสื่อสารอนุกรมของไมโครคอนโทรลเลอร์จะแบ่งออกได้เป็น 4 โหมดด้วยกัน และในแต่ละโหมดจะสามารถสรุปหน้าที่ได้ดังนี้

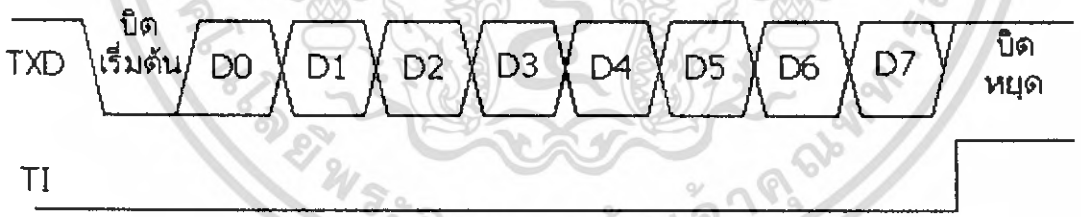
หนึ่ง โหมดศูนย์ จะเป็นการรับส่งข้อมูลขนาด 8 บิตแบบอนุกรม การส่งข้อมูลจะเลื่อนออกไปทีละบิต โดยจะใช้งานของขา RxD เพียงขาเดียว และจะไม่มีการส่งบิตเริ่มต้น (Start bit) ส่วนขา TxD จะใช้เป็นขาของสัญญาณนาฬิกาในการให้จังหวะการเลื่อน ข้อมูลกับวงจรภายนอก (Shift clock) อัตราการรับส่งข้อมูล (Baud rate) จะเป็น 1/12 เท่าของสัญญาณนาฬิกา การรับและส่งข้อมูลจะเริ่มจากบิตต่ำ (LSB) ก่อน ใช้สำหรับเป็นชิพท์รีจิสเตอร์ (Shift Register) จุดประสงค์เพื่อใช้ในการขยายพอร์ตอินพุต หรือพอร์ตเอาต์พุต ให้มีจำนวนมาก แต่ในโหมด 0 เรามักจะไม่ค่อยนิยมนำมาใช้งาน เพราะไอซี ไมโครคอนโทรลเลอร์ในปัจจุบันที่เราใช้อยู่นั้น มีจำนวนพอร์ตที่มากพอ และมีไอซีเบอร์อื่นๆ ในตระกูลเดียวกันให้เลือกจำนวนพอร์ตใช้งานมากมายอยู่แล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.7 แสดงการรับส่งข้อมูลในโหมด 0

สอง โหมดหนึ่ง 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

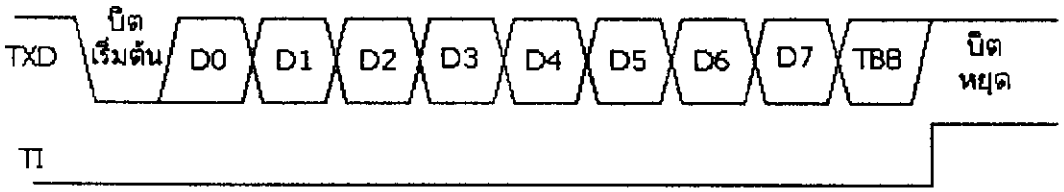


รูปที่ 2.8 แสดงสัญญาณการส่งข้อมูลในโหมด 1

สาม โหมดสอง 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) สำหรับข้อมูลในบิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ 9 จะกำหนดไว้ใน TB8 ที่อยู่ในรีจิสเตอร์ SCON ซึ่งสามารถกำหนดเป็น 1 หรือ 0 ก็ได้ นิยมนำมาใช้ในการส่งบิตเพื่อตรวจสอบการส่งข้อมูล (Parity bit)



รูปที่ 2.9 แสดงสัญญาณการส่งข้อมูลในโหมด 2

สี่ โหมดสาม เป็นการรับส่งข้อมูลแบบ 11 บิตแบบ UART (Universal Asynchronous Receiver Transmitters) เหมือนกับโหมด 2 แต่ในโหมด 3 สามารถกำหนดอัตราความเร็วใน การรับและส่งข้อมูลได้ตามต้องการ

UART (Universal Asynchronous Receiver Transmitters): เป็นการส่งข้อมูลแบบอนุกรม โดยขึ้นอยู่กับความพร้อมของทางด้านส่ง และด้านรับ เป็นการส่งข้อมูลโดยทำการเพิ่มเติมข้อมูลบางอย่างเข้าไป (Start bit, Stop bit, Parity bit) เพื่อให้การรับ และการส่งข้อมูลสามารถจะทำงานให้มีความถูกต้องของข้อมูลมากยิ่งขึ้น

2.4.2 รีจิสเตอร์ที่ใช้ในการควบคุม และรับส่งข้อมูลของพอร์ตอนุกรม รีจิสเตอร์ที่ใช้งานในการติดต่อสื่อสารทางพอร์ตอนุกรมของไมโครคอนโทรลเลอร์ จะประกอบด้วยรีจิสเตอร์ SCON ที่ทำหน้าที่ควบคุมการทำงาน รีจิสเตอร์ SBUF จะใช้ในการเก็บข้อมูลที่จะรับหรือส่ง และรีจิสเตอร์ PCON ซึ่งจะใช้ ในการกำหนดอัตรารับส่ง โดยรีจิสเตอร์ แต่ละตัวจะมีหน้าที่และการทำงานในแต่ละบิตดังต่อไปนี้

หนึ่ง รีจิสเตอร์ SCON (Serial Port Control Register) เป็นรีจิสเตอร์ขนาด 8 บิต อยู่ในส่วนของรีจิสเตอร์พิเศษ (Special Function Register) ในตำแหน่งแอดเดรสที่ 98H และสามารถเข้าถึงข้อมูลแบบไบต์ และแบบบิตได้ 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

ตารางที่ 2.1 แสดงบิตต่างๆของรีจิสเตอร์ SCON (Serial Port Control Register)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SM0	SM1	MODE	ความหมาย	Baud Rate
0	0	0	Shift Register	เปลี่ยนแปลงไม่ได้(Oscillator Frequency/12
0	1	1	8-bit UART	สามารถเปลี่ยนแปลงได้โดยกำหนดจาก Time
1	0	2	9-bit UART	เปลี่ยนแปลงไม่ได้(Oscillator Frequency/32 หรือ /64
1	1	3	9-bit UART	สามารถเปลี่ยนแปลงได้โดยการกำหนดจาก Time

ตารางที่ 2.2 แสดงโหมดต่างๆ ของการรับส่งแบบอนุกรม

SM2 เป็นบิตที่ทำหน้าที่ควบคุมการทำงาน และเลือกลักษณะการเชื่อมต่อสื่อสารระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์ แบบ Single Processor System หรือ Multi processors System โดยกำหนดให้ SM2 = 1 เป็นการเลือกแบบ Multi processors System คือระบบการสื่อสารแบบใช้ซีพียูหลายๆ ตัว ร่วมกันทำงาน จะใช้งานในโหมด 2 หรือโหมด 3 SM2 = 0 เป็นการเลือกแบบ Single Processor System โดยสามารถใช้ได้กับทุกโหมด (การใช้งานในโหมด 0 ต้องกำหนดให้ SM2 = 0) ในกรณีที่เลือกให้ SM2 = 1 แบบ Multi processors System ถ้าข้อมูลที่รับเข้ามาบิตที่ 9 (อยู่ในบิต RB8) มีค่าเป็นหนึ่ง ทำให้แฟลกอินเตอร์รัพต์ทางด้านรับ จะถูกเซตให้เป็น 1 (RI = 1) แต่ถ้าข้อมูลในบิตที่ 9 รับเข้ามามีค่าเป็น "0" จะทำให้แฟลกอินเตอร์รัพต์ทางด้านรับเป็น 0 (RI = 0) การทำงานในโหมด 1 ถ้าให้ SM2 = 1 แฟลกอินเตอร์รัพต์ทางด้านรับ (แฟลก RI) จะไม่ถูกเซตหากข้อมูลที่รับเข้ามาไม่มีบิตหยุด (Stop bit)

REN (Enable Serial Reception) เป็นบิตที่ควบคุมการรับข้อมูลของพอร์ตอนุกรมกำหนดสถานะของบิตได้โดยซอฟต์แวร์

1 = ให้มีการรับข้อมูล

0 = ไม่ให้มีการรับข้อมูล

TB8 (Transmit bit D8) เป็นบิตของข้อมูลบิตที่ 9 ในการส่งข้อมูลใช้งานโหมด 2 และโหมด 3 กำหนดสถานะของบิตได้โดยซอฟต์แวร์

RB8 (Receive bit D8) เป็นบิตของข้อมูลบิตที่ 9 ในการรับข้อมูล โดยใช้งานโหมด2 และโหมด 3 หากใช้งานในโหมด 1 ถ้ากำหนดให้ SM2 = 0 บิตนี้จะเป็นค่าของ Stop Bit ที่รับเข้ามา สำหรับโหมด0จะไม่ใช้งานบิตนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TI (Transmit Interrupt FIag) เป็นบิตที่ใช้งานในการอินเตอร์รัพท์ด้านส่งข้อมูล และจะถูกเซตทางฮาร์ดแวร์เมื่อมีการส่งข้อมูลเสร็จสิ้นลงในบิตที่ 8 ของโหมด 0 (Shift register) หรือเมื่อเริ่มต้นส่ง Stop bit ในโหมด 1 2 หรือ 3 และจะต้องเคลียร์บิตนี้ด้วยซอฟต์แวร์ทุกครั้ง เมื่อโปรแกรมตอบสนองการอินเตอร์รัพท์ของการส่งข้อมูลเรียบร้อยแล้ว

RI (Receive Interrupt Flag) เป็นบิตที่ใช้งานในการอินเตอร์รัพท์ทางด้านรับข้อมูล จะถูกเซตทางฮาร์ดแวร์ เมื่อมีการรับข้อมูลเสร็จสิ้นลงในบิตที่ 8 ในโหมด 0 (Shift register) และจะต้องเคลียร์บิตนี้ด้วยซอฟต์แวร์ทุกครั้งเมื่อโปรแกรมตอบสนองการอินเตอร์รัพท์ของการรับข้อมูลเรียบร้อยแล้ว หรืออาจกล่าวได้ว่าถ้าบิต RI ถูกเซต เมื่อใด หมายถึงข้อมูลได้เข้ามาเก็บไว้ที่รีจิสเตอร์ SBUF จนครบทั้ง 8 บิตแล้ว สามารถที่จะอ่านข้อมูลจากรีจิสเตอร์ SBUF ได้

หนึ่ง รีจิสเตอร์ SBUF (serial data buffer register) เป็นรีจิสเตอร์ขนาด 8 บิตหรือ 1 ไบต์ มีแอดเดรสอยู่ตำแหน่งที่ 99H และเข้าถึงข้อมูลแบบไบต์ได้อย่างเดียว จะทำหน้าที่รับและส่งข้อมูลออกไปยังพอร์ตอนุกรมของไมโครคอนโทรลเลอร์ ในการอ่านค่าข้อมูลจากภายนอกที่รับเข้ามาทางพอร์ตอนุกรมจะต้องอ่านค่าจากรีจิสเตอร์ SBUF ซึ่งเป็นบัปเฟอร์ (Buffer) ในการเก็บข้อมูลที่รับเข้ามาได้จากภายนอก และในทำนองเดียวกันขณะที่ต้องการส่งข้อมูล เราก็จะนำเอาค่าข้อมูลที่ส่งออกไปไว้ที่ในรีจิสเตอร์ SBUFก่อน และหลังจากนั้นจึงจะส่งออกไป โดยจะใช้คำสั่งการโอนย้ายข้อมูลแบบไบต์เช่น SBUF=0x20 หรือ A=SBUF ก็ได้ การรับข้อมูลในโหมด 0 จะเริ่มต้นรับ เมื่อค่าของบิต RI = 0 และ REN = 1 ส่วนในโหมดอื่นๆ การรับข้อมูลจะเริ่มต้นเมื่อกำหนดบิต REN = 1 และมี Start bit เข้ามาที่ขา RXD

สอง 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

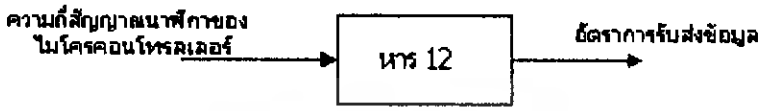
ตารางที่ 2.3 แสดงรีจิสเตอร์ PCON เพื่อกำหนดอัตราการรับส่งข้อมูล

จากตารางจะเห็นได้ว่า PC0N.7 SMOD ในกรณีที่ใช้ไทม์เมอร์1 เป็นตัวกำหนดอัตรารับส่ง (Baud rate) และหากกำหนดให้บิตนี้มีค่าเป็นศูนย์ในการใช้งานกับพอร์ตสื่อสารอนุกรมโหมด 1 2 และโหมด 3 ค่าอัตรารับส่ง (Baud rate) จะเพิ่มขึ้นเป็นสองเท่า ซึ่งรีจิสเตอร์ PCON ไม่สามารถอ้างตำแหน่งแบบบิตได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

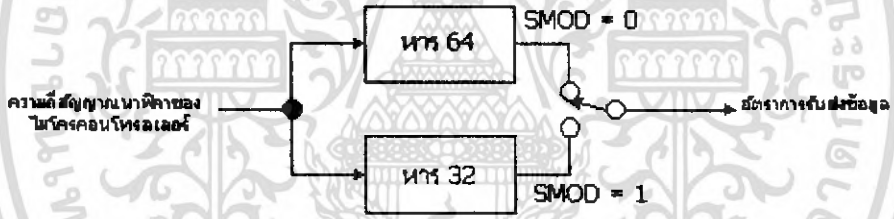
2.4.3 การกำหนดอัตรารับและส่งข้อมูล (Baud Rate Generator)

หนึ่ง โหมด 0 อัตรารับส่ง (Baud rate) ในโหมด 0 ไม่สามารถกำหนดอัตรารับส่งเองได้ แต่จะมีค่าเท่ากับความถี่ สัญญาณนาฬิกาไมโครคอนโทรลเลอร์ หารด้วย 12 หรืออาจกล่าวได้ว่าขึ้นกับค่าความถี่ของคริสตอลที่นำมาต่อใช้งาน แล้วหารด้วย 12 นั้นเอง



อัตรารับส่งโหมด 0 = ความถี่สัญญาณนาฬิกา/12

สอง โหมด 2 อัตรารับส่ง (Baud rate) ในโหมด 2 เลือกได้ 2 อัตราความเร็วในการรับส่งข้อมูล โดยหาได้จากความถี่ของสัญญาณนาฬิกาของไมโครคอนโทรลเลอร์ หารด้วย 32 หรือหารด้วย 64 เรียกว่า SMOD0 และ SMOD1 ซึ่งจะขึ้นอยู่กับการกำหนดค่าสถานะของบิต SMOD ที่อยู่ในรีจิสเตอร์ PCON เป็นตัวเลือก



ถ้าบิต SMOD = 0 อัตรารับส่งโหมด 2 = 1/64 เท่าของความถี่สัญญาณนาฬิกา

ถ้าบิต SMOD = 1 อัตรารับส่งโหมด 2 = 1/32 เท่าของความถี่สัญญาณนาฬิกา

หลังจากที่เราทำการรีเซตระบบของไมโครคอนโทรลเลอร์ค่าข้อมูลในบิต SMOD จะเป็นสถานะ "0' เสมอ ดังนั้นเราสามารถที่จะเขียนเป็นสูตรสำหรับการคำนวณหาค่าอัตรารับส่ง (Baud rate) ได้ดังสมการต่อไปนี้

$$\text{อัตรารับส่ง (Baud rate) โหมด 2} = \frac{[2^{SMOD} \times (\text{ความถี่สัญญาณนาฬิกาที่ใช้})]}{64}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในกรณีที่เราใช้คริสตอลค่า 11.0592 MHzจะได้ค่าอัตรารับส่ง (Baud rate) สูงสุด =345.6 K

ในกรณีที่เราใช้คริสตอลค่า 12 MHzจะได้ค่าอัตรารับส่ง (Baud rate) สูงสุด = 375 K

สาม โหมด 1 และโหมด 3 จะมีอัตราการรับส่ง (Baud rate) ข้อมูลโดยถูกกำหนดได้ตามต้องการ โดยใช้อัตราการเกิดโอเวอร์โฟลว์ของไทม์เมอร์1 หรือ ไทม์เมอร์ 2 เป็นตัวกำหนด

2.4.4 การใช้ไทม์เมอร์1 กำหนดอัตรารับส่ง (Baud rate) เมื่อใช้ไทม์เมอร์1 เป็นตัวสร้างอัตราการรับส่งข้อมูลของพอร์ตอนุกรมในโหมด 1 หรือโหมด 3 สังเกตได้ว่าเมื่อเกิดโอเวอร์โฟลว์ในไทม์เมอร์ตัวใด จะทำให้เกิดสัญญาณอินเตอร์รัพท์เพื่อบอกให้ซีพียูรับทราบ ดังนั้นในขณะใช้ไทม์เมอร์1 เพื่อสร้างอัตรารับและส่งข้อมูล จะต้องไม่ให้มีการร้องขออินเตอร์รัพต์ที่เกิดจากไทม์เมอร์1 ในกรณีใดๆในระหว่างนั้นอีก (โดยการควบคุมที่ รีจิสเตอร์ IE) อัตราการรับและส่งข้อมูลจะมาจากอัตราการเกิดโอเวอร์โฟลว์ของไทม์เมอร์1 และค่าของบิต SMOD ที่อยู่ในรีจิสเตอร์ PCON สามารถที่จะเขียนเป็นสูตรสำหรับการคำนวณหาค่าอัตรารับส่ง (Baud rate) ได้ดังสมการต่อไปนี้

$$\text{Baud Rate} = \frac{2^{SMOD}}{32} * \text{อัตราการเกิดโอเวอร์โฟลว์ของไทเมอร์ 1}$$

ในการใช้งานสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรมนั้น เราจะนิยมใช้งานไทม์เมอร์1 ในลักษณะของโหมด 2 (Auto-reload กำหนดค่าการควบคุมที่รีจิสเตอร์ TMOD = 0010XXXX) การคำนวณหาค่าอัตรารับส่ง (Baud rate) จะได้สมการดังต่อไปนี้

$$\text{Baud Rate} = \frac{2^{SMOD}}{32} * \frac{\text{ความถี่ออสซิลเลเตอร์}}{12*[256-TH1]}$$

เราสามารถที่จะให้ไทม์เมอร์1 มีอัตราการรับส่งต่ำๆ ได้โดยใช้ ไทม์เมอร์1 ในโหมด1 ทำงานลักษณะของตัวจับเวลาแบบ 16 บิต (มีค่าของการควบคุมที่รีจิสเตอร์ TMOD =0001XXXX) และให้มีการอินเตอร์รัพต์จากไทม์เมอร์1 โดยให้โปรแกรมตอบสนองการอินเตอร์รัพต์ของไทม์เมอร์1 แล้วจะทำการกำหนดค่าเริ่มต้นใหม่ (Reload) ให้กับตัวจับเวลา ซึ่งเป็นการทำงานแบบ 16 บิตทางซอร์ฟแวร์ (Software reload) เนื่องจากการทำงานในโหมด 1 ของไทม์เมอร์1 ไม่สามารถโหลดค่าใหม่เองด้วยฮาร์ดแวร์ได้ ในตารางที่ 2.4 จะแสดงตารางอัตรารับส่งข้อมูลที่กำหนดจากการใช้ ไทม์เมอร์1 เมื่อใช้บอดเรทค่ามาตรฐานต่างๆ และการกำหนดค่าของรีจิสเตอร์ TMOD ที่บิต C/T และรีจิสเตอร์ PCON ที่บิต SMOD เพื่อใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

62352

ค่า Baud Rate	Crystal	SMOD โหมด	ค่าใน TH1	ค่า Baud Rate ที่ได้	ผิดพลาด
9600	12.000	1	-7(F9H)	8923	7%
2400	12.000	0	-13(F3H)	2040	0.16%
1200	12.000	0	-16(E6H)	1020	0.16%
19200	11.059	1	-3(FDH)	19200	0
9600	11.059	0	-3(FDH)	9600	0
2400	11.059	0	-12(F4H)	2400	0
1200	11.059	0	-24(E8H)	1200	0

ตารางที่ 2.4 แสดงความถี่สัญญาณนาฬิกาที่ใช้กำหนด Baud Rate ค่าต่างๆ

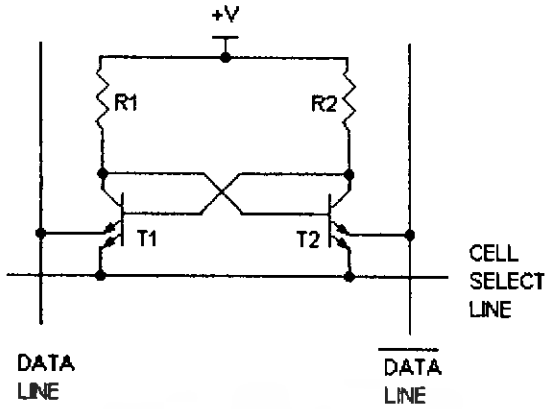
จะสังเกตได้ว่าการใช้งานจากความถี่คริสตอลเรามักจะนิยมจะเลือกใช้ค่าความถี่ 11.0592 MHz เนื่องจากการกำหนดค่าอัตราการรับส่งข้อมูลจะสามารถกำหนดค่าบอดเรทในโหมด1 และโหมด3 ได้ และเป็นค่าที่มาตรฐานเช่น 1200 2400 4800 9600 และ19200 ดังนั้น จึงเป็นเหตุผลที่เราเลือกใช้คริสตอลค่าความถี่ 11.0592 MHz มากกว่าค่า 12 MHz ซึ่งในการกำหนดอัตรารับส่งข้อมูลยังสามารถที่จะใช้ไทม์เมอร์ 2 กำหนดค่าได้เช่นกัน

2.5 หน่วยความจำข้อมูล

หน่วยความจำชนิดนี้ CPU สามารถจะอ่านและเขียนข้อมูลได้ เรียกว่า RAM (Random Access Memory) เป็นหน่วยความจำที่ใช้เก็บข้อมูลจากการประมวลผลของ CPU ข้อมูลภายใน RAM จะคงอยู่ตลอดเวลาที่มีแหล่งจ่ายไฟต่ออยู่กับหน่วยความจำ ตัวหน่วยความจำ RAM นี้แบ่งออกได้เป็นสองชนิดใหญ่ ๆ ดังนี้คือ

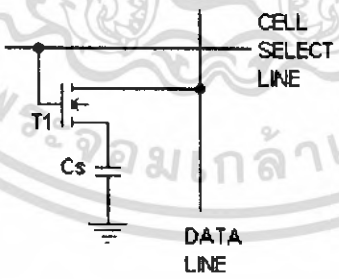
2.5.1 สแตติกแรม (Static RAM) เป็นหน่วยความจำ RAM ที่สามารถอ่านและเขียนข้อมูลได้ และข้อมูลยังคงอยู่ตลอดถ้ามีไฟเลี้ยงโครงสร้างภายใน ในการเก็บข้อมูลแต่ละบิตจะสร้างเป็นฟลิปฟลอป ทำให้การเก็บข้อมูลแต่ละบิตจะต้องสร้างจากทรานซิสเตอร์ออกมาหลายตัวดังรูปที่ 2.10 แสดงโครงสร้างของสแตติกแรมในการเก็บข้อมูล 1 บิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



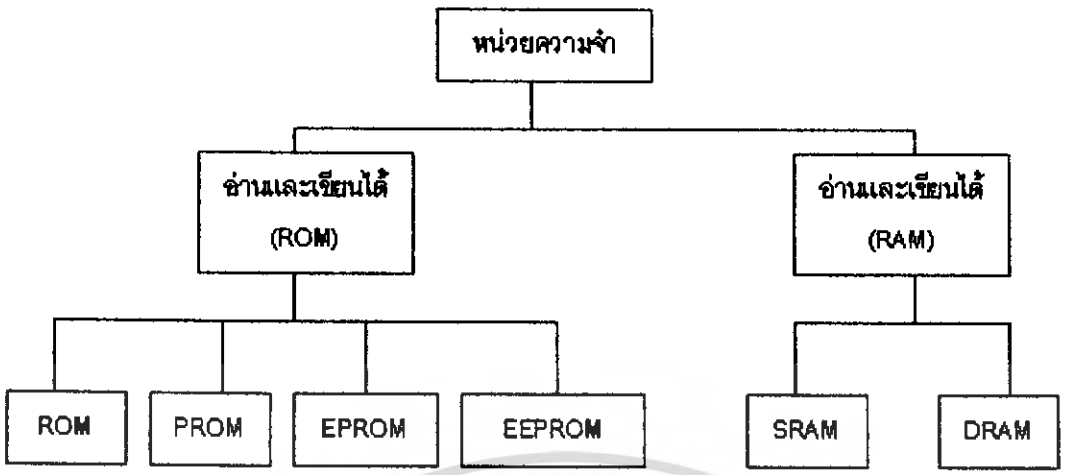
รูปที่ 2.10 แสดงการเก็บข้อมูลแต่ละบิตของสแตติกแรม

2.5.2 ไดนามิกแรม (Dynamic RAM) เป็นหน่วยความจำที่ข้อมูลจะคงอยู่ตลอดไปถ้ามีไฟเลี้ยง แต่จะต้องมีการกระตุ้นหรือการเขียนข้อมูลซ้ำ (Refresh) ตลอดเวลาด้วยวงจรพิเศษ เนื่องจากโครงสร้างภายในของไดนามิกแรมจะสร้างเป็นตัวเก็บประจุดังนั้นในการเก็บข้อมูล 1 บิต จึงต้องมีการเขียนข้อมูลซ้ำเพื่อให้ประจุคงอยู่ และเนื่องจากโครงสร้างภายในเป็นแบบตัวเก็บประจุ ทำให้ในการเก็บข้อมูล 1 บิตจะสร้างทรานซิสเตอร์ไม่กี่ตัว ซึ่งจะทำให้ความจุของข้อมูลต่อชิพสูงกว่าหน่วยความจำแบบสแตติกแรม



รูปที่ 2.11 แสดงโครงสร้างภายในของไดนามิกแรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

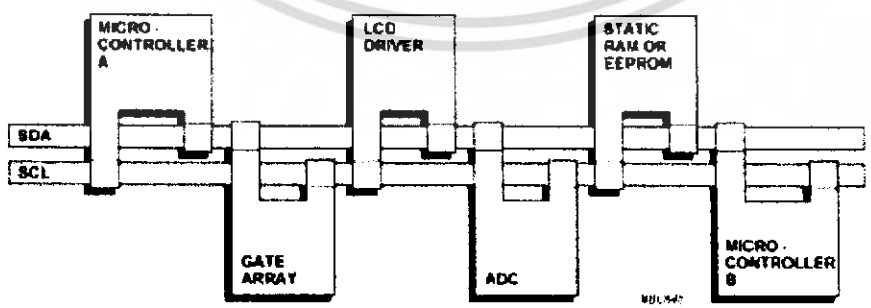


รูปที่ 2.12 แผนภาพของหน่วยความจำต่าง ๆ

2.6 การขยายพอร์ตอินพุตเอาต์ด้วยอุปกรณ์ระบบบัสแบบ I^2C

I^2C ย่อมาจาก Inter-IC Communication หมายถึง การติดต่อสื่อสารระหว่างไอซี โดยบัส I^2C ได้รับการพัฒนาขึ้นโดยบริษัทPhilipsด้วยจุดมุ่งหมายคือต้องการให้ไอซี หรือโมดูลสามารถติดต่อ สั่งงาน และควบคุมภายใต้สายสัญญาณเพียง 2 เส้น เส้นหนึ่งคือ สายข้อมูล อีกเส้นหนึ่งคือสายสัญญาณนาฬิกาที่ใช้การกำหนดจังหวะการทำงาน การต่อร่วมกันของอุปกรณ์บนบัส I^2C ทำได้ง่ายมาก เพียงต่อสายข้อมูล และสายสัญญาณนาฬิกาของอุปกรณ์แต่ละตัวขนานหรือพ่วงกันไปส่วนการกำหนดแอดเดรสหรือตำแหน่งสำหรับติดต่ออุปกรณ์แต่ละตัวจะใช้รหัสข้อมูลและการกำหนดสภาวะลอจิกที่ขาแอดเดรสของอุปกรณ์แต่ละตัว

สายข้อมูลบนบัส I^2C มีชื่อเรียกอย่างเป็นทางการว่า สายข้อมูลอนุกรมหรือ SDA (Serial Data Line) ส่วนสายสัญญาณนาฬิกามีชื่อว่า สายสัญญาณอนุกรมหรือ SCL (Serial Clock Line)



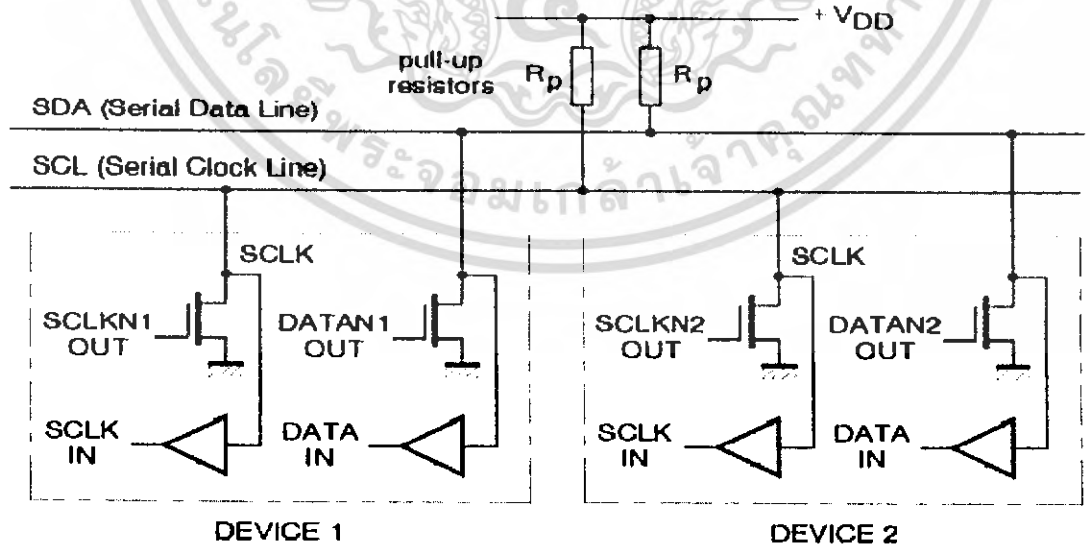
รูปที่ 2.13 ผังแสดงการเชื่อมต่ออุปกรณ์ต่างๆ บนระบบบัส I^2C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 2.13 แสดงผังของการเชื่อมต่ออุปกรณ์ต่างๆ บนบัส I^2C จะเห็นได้ว่า อุปกรณ์ที่ทำการเชื่อมต่อบนบัส I^2C มีหลากหลาย เช่น ไอซีขยายพอร์ตอินพุต (I/O Expander) ไอซีแปลงสัญญาณอะนาลอกเป็นดิจิตอล (ADC) และแปลงสัญญาณดิจิตอลเป็นอะนาลอก (DAC) ไอซีรีลไทม์คล็อก (RTC) ไอซีขับโมดูล LCD หน่วยความจำอีอีพรอม และไมโครคอนโทรลเลอร์

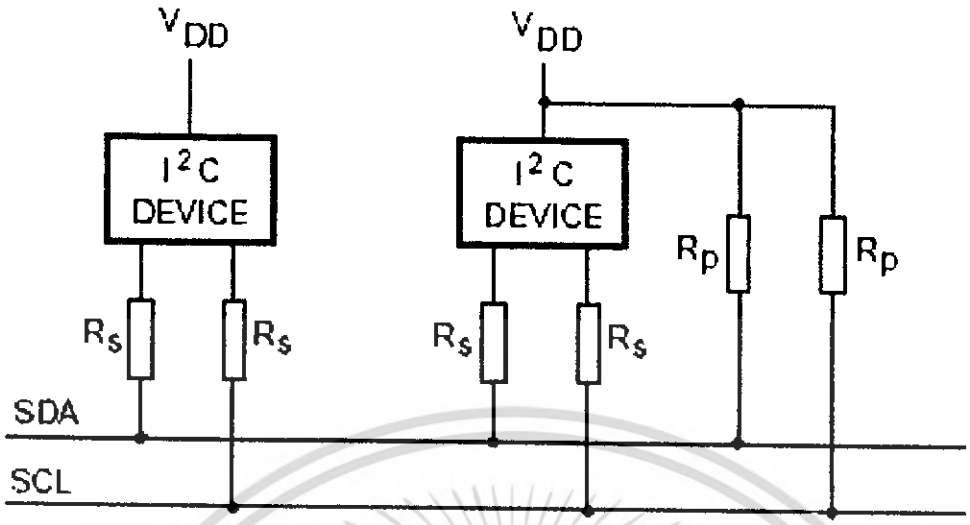
2.6.1 คุณสมบัติโดยทั่วไปของบัส I^2C สาย SDA และ SCL เป็นสายสัญญาณ 2 ทิศทาง (bi-direction line) ต้องมีการต่อตัวต้านทานพูลอัปกับแรงดัน +5 V ไว้ตลอดเวลาเพื่อให้สายมีสถานะลอจิกสูงในขณะที่ไม่มีการติดต่อใช้งานทั้งช่วยในการป้องกันสัญญาณรบกวนที่อาจมีเข้ามาในสายสัญญาณทั้งสอง วงจรเอาท์พุตของอุปกรณ์ที่ต่ออยู่บนบัส I^2C ต้องมีลักษณะเป็นวงจรเดรนเปิด (open-drain) หรือคอลเล็กเตอร์เปิด (open-collector) ดังแสดงรายละเอียดในรูปที่ 2.14

อัตราการถ่ายทอดข้อมูลบนบัส IC สูงถึง 100 กิโลบิตต่อวินาทีในโหมดปกติ (standard mode) และสูงถึง 400 กิโลบิตต่อวินาทีในโหมดความเร็วสูง (fast mode) อุปกรณ์ที่ต่อร่วมอยู่บนบัส I^2C จะต้องมีค่าความจุไฟฟ้ารวมที่เกิดขึ้นระหว่างสาย SDA และ SCL ไม่เกิน 400 pF การเข้าถึงอุปกรณ์บนบัส I^2C ใช้ข้อมูลสำหรับการเข้าถึง 2 ค่าคือ 7 บิต (7 – bit addressing) หรือ 10 บิต (10 – bit addressing) ข้อเด่นอีกประการหนึ่งของบัส I^2C คือสามารถเชื่อมต่ออุปกรณ์ที่ใช้ไฟเลี้ยงไม่เท่ากันให้สามารถติดต่อสื่อสารกันได้ โดยอุปกรณ์บนบัส I2C ตัวหนึ่งอาจใช้ไฟเลี้ยง +5V ในขณะที่อีกตัวหนึ่งใช้ไฟเลี้ยง +12 V การต่อร่วมกันบนบัส I^2C สามารถกระทำได้ในลักษณะเดียวกับกรณีที่อุปกรณ์ทั้งสองใช้ไฟเลี้ยงเท่ากัน กล่าวคือ ให้ต่อสาย SDA และ SCL ของอุปกรณ์แต่ละตัวเข้าด้วยกัน และต้องต่อตัวต้านทานพูลอัป (R_P) เข้ากับแรงดัน +5V ไว้ด้วยเสมอ ดังแสดงในรูปที่ 2.14



รูปที่ 2.14 แสดงวงจรเอาต์พุตของอุปกรณ์ในระบบ I^2C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.15 การต่อตัวต้านทาน Rs เพื่อลดสัญญาณรบกวนขนาดใหญ่ที่อาจเข้ามาในบัส

I^2C ในกรณีที่อาจมีแรงดันไฟฟ้ากระชากขนาดใหญ่ปะปนเข้ามาในบัส I^2C ที่ขา SDA และ SCL ของอุปกรณ์แต่ละตัวต้องต่อตัวต้านทานอนุกรมกับขา SDA และ SCL เรียกว่า Rs ก่อนต่อเข้าสู่บัส I^2C ดังแสดงในรูปที่ 2.15

2.6.2 หลักการของบัส I^2C บัส I^2C ประกอบด้วยสายสัญญาณ 2 เส้นดังที่ได้กล่าวมาแล้ว คือ SDA และ SCL อุปกรณ์ที่ต่อพ่วงบนบัสสามารถมีได้มากมาย ดังนั้นจึงต้องมีการกำหนดรูปแบบของการติดต่อบนบัส หรือเรียกว่า โปรโตคอล (Protocol) เพื่อให้ผู้ใช้งานทราบว่า ขณะนี้อุปกรณ์ใดติดกันอยู่ และอุปกรณ์ใดเป็นตัวรับหรือตัวส่ง ต่อไปนี้จะขออธิบาย หน้าที่ และนิยามของอุปกรณ์ที่ต่ออยู่บนบัส I^2C เพื่อเป็นข้อตกลงพื้นฐานก่อนที่จะอธิบายการทำงานของบัส I^2C ต่อไป

- อุปกรณ์ที่เป็นผู้สร้างข้อมูล หรือส่งข้อมูลเรียกว่า ตัวส่ง (Transmitter)
- อุปกรณ์ที่เป็นผู้รับข้อมูลเรียกว่า ตัวรับ (Receiver) ในอุปกรณ์บนบัส I^2C สามารถเป็นได้ทั้งตัวรับ และตัวส่ง บางอุปกรณ์ทำหน้าที่เป็นตัวรับอย่างเดียว จะไม่มีอุปกรณ์ใดบนบัส I^2C ที่ทำหน้าที่เป็นตัวส่งเพียงอย่างเดียว
- อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ควบคุมจังหวะการติดต่อบนบัส I^2C เรียกว่า มาสเตอร์ (Master)
- อุปกรณ์ที่ถูกควบคุม หรืออุปกรณ์ที่ต่อพ่วงเข้าไปบนบัส I^2C เรียกว่า สเลฟ (Slave)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อกำหนด 2 ประการสำคัญของการติดต่อบนบัส I^2C คือ

หนึ่ง การถ่ายข้อมูลเกิดขึ้นได้เมื่อบัสว่างเท่านั้น

สอง ในระหว่างการถ่ายข้อมูล เมื่อใดก็ตามที่สาย SCL มีสถานะลอจิกสูง สายข้อมูลต้องรักษาข้อมูลไว้ อย่าให้เกิดการเปลี่ยนแปลงเด็ดขาด มิฉะนั้นสัญญาณที่เกิดขึ้นจะได้รับการแปลความหมายเป็นสัญญาณควบคุมแทน

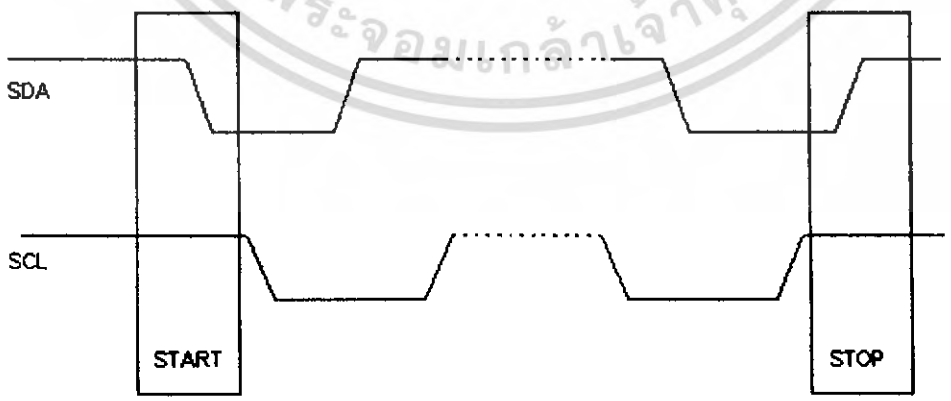
2.6.3 สภาวะที่เกิดขึ้นบนบัส I^2C มีด้วยกัน 5 สภาวะดังนี้

หนึ่ง บัสว่าง (Bus not busy) สภาวะนี้เกิดขึ้นเมื่อสถานะลอจิกบนสาย SDA และ SCL เป็นลอจิกสูงทั้งคู่นั่นหมายความว่า การถ่ายข้อมูลสามารถเริ่มต้นขึ้นได้

สอง เริ่มต้นการถ่ายข้อมูล(Start data transfer) เกิดขึ้นเมื่อสาย SDA มีการเปลี่ยนแปลงระดับลอจิกจากสูงไปต่ำ ในขณะที่สาย SCL มีสถานะลอจิกสูง เรียกสภาวะที่เกิดขึ้นนี้ว่า สภาวะเริ่มต้น (START)

สาม หยุดการถ่ายทอดข้อมูล(Stop data transfer) เกิดขึ้นเมื่อสาย SDA มีการเปลี่ยนแปลงระดับลอจิกจากต่ำไปสูง ในขณะที่สาย SCL มีสถานะลอจิกสูงเรียกสภาวะที่เกิดขึ้นว่า สภาวะหยุด (STOP)

สี่ ข้อมูลคำรงอยู่บนบัส(Data valid) สภาวะนี้เกิดขึ้นถัดจากสภาวะเริ่มต้น โดยสถานะลอจิกที่เกิดขึ้นบนสาย SDA ก็คือข้อมูลที่ทำการถ่ายทอด เมื่อสาย SCL เป็นลอจิกสูงสถานะที่สาย SDA ต้องคงที่เพื่อให้อุปกรณ์รับรู้ข้อมูลในจังหวะนั้นว่าเป็น "0" หรือ "1" ข้อมูลอาจเกิดการเปลี่ยนแปลงได้ในขณะที่สาย SCL เป็นลอจิกต่ำ แต่เมื่อใดก็ตามที่ต้องการให้เกิดการถ่ายทอดข้อมูลอย่างสมบูรณ์สถานะลอจิกที่ขา SDA ต้องคงที่ตลอดช่วงที่สาย SCL มีสถานะลอจิกสูง หากเกิดการเปลี่ยนแปลงสถานะลอจิกในขณะที่สาย SCL มีลอจิกสูงอยู่นั้นอุปกรณ์มาสเตอร์ที่ทำการควบคุมการถ่ายทอดข้อมูล และแปลความหมายเป็นสภาวะหยุด หรือสภาวะเริ่มต้นก็ได้ ทำให้ข้อมูลที่ทำการถ่ายทอดนั้นเกิดการผิดพลาดขึ้น



รูปที่ 2.16 ไดอะแกรมเวลาแสดงสถานะต่างๆในบัส I^2C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้า การรับรู้ข้อมูล (Acknowledge) เกิดขึ้นหลังจากที่การถ่ายทอดข้อมูลจากตัวส่งมายังตัวรับเกิดขึ้น อย่างสมบูรณ์ โดยตัวส่งจะทำการส่งข้อมูลมา 1 บิตเรียกว่า บิตรับรู้(Acknowledge bit) มีสถานะเป็นลอจิกสูงหลังจากส่งข้อมูลครบถ้วน ส่วนอุปกรณ์ Master จะทำการส่งสัญญาณรับรู้พิเศษซึ่งสัมพันธ์กับสัญญาณนาฬิกา เพื่อตอบสนองบิตรับรู้ที่ส่งมาจากตัวส่ง ทางด้านตัวรับจะส่งบิตรับรู้ที่มีสถานะลอจิกต่ำลงบนบัส อุปกรณ์ Slave ที่ถูกอ้างถึงในการติดต่อหรือกำลังติดต่ออยู่ในขณะนั้นก็จะกำเนิดบิตรับรู้เพื่อตอบสนองให้ทราบว่าได้รับข้อมูลในแต่ละไบต์เรียบร้อยแล้ว

ในรูปที่ 2.16 เป็นไดอะแกรมเวลาที่แสดงถึงการเกิดสภาวะต่างๆบนบัส I^2C ไม่ว่าจะเป็นสภาวะบัสว่าง เริ่มต้น ถ่ายข้อมูล รับรู้ และหยุดการถ่ายทอดข้อมูล

2.6.4 การทำงานบนบัส I^2C ก่อนที่จะเริ่มต้นการถ่ายทอดข้อมูลระหว่างอุปกรณ์ต่างๆ ที่ต่ออยู่บนบัส ต้องมีการอ้างถึงเสียก่อนโดยการอ้างถึงอุปกรณ์บนบัส I^2C นั้นจะใช้การอ้างถึงแบบ 7 บิตหรือ 10 บิต ในกรณีที่มีอุปกรณ์ต่ออยู่บนบัสไม่มาก ใช้การอ้างถึงแบบ 7 บิตก็เพียงพอแต่ถ้ามีอุปกรณ์ต่ออยู่บนบัสมากกว่า 127 แอดเดรส จำเป็นต้องใช้การอ้างถึงแบบ 10 บิต หลังจากที่ติดต่ออุปกรณ์แต่ละตัวได้เรียบร้อยแล้วก็จะเริ่มต้นการถ่ายทอดข้อมูลกันต่อไป

ดังนั้นหัวใจสำคัญในอันดับแรกของการทำงานบนบัส I^2C คือการอ้างถึงอุปกรณ์แต่ละตัว ซึ่งในที่นี้จะอธิบายรายละเอียดของการอ้างถึงทั้ง 2 รูปแบบ

2.6.5 การอ้างถึงแบบ 7 บิต (7-bit addressing)

รูปที่ 2.17 รูปแบบของข้อมูลกำหนดแอดเดรสที่ใช้ในการอ้างถึงแบบ 7 บิต

ข้อมูลไบต์แรกที่เกิดขึ้นหลังจากสภาวะเริ่มต้นคือ ข้อมูลที่ใช้ในการอ้างอึงอุปกรณ์ที่ต้องการติดต่อหรือ ข้อมูลกำหนดแอดเดรส โดยมีรูปแบบแสดงในรูปที่ 2.17 ใน 7 บิดบนรวมทั้งบิต MSB ด้วย จะเป็นข้อมูลแอดเดรสของอุปกรณ์สเลฟที่ต้องการติดต่อ โดยแบ่งเป็นบิตกำหนดแอดเดรสคงที่ (fixed address bit) จำนวน 4 บิต ซึ่งข้อมูลนี้อุปกรณ์แต่ละตัวจะถูกกำหนดมาจากผู้ผลิต ไม่สามารถเปลี่ยนแปลงแก้ไขได้ถัดมาอีก 3 บิตเป็นบิตกำหนดแอดเดรสที่สามารถโปรแกรมได้ (programmable address bit) โดยผู้ใช้งานต้องกำหนดสถานะลอจิกให้แก่ขา A0-A2 ของอุปกรณ์ที่มีการเชื่อมต่อแบบบัส I^2C ส่วนในบิต LSB เป็นบิตที่ใช้กำหนดการอ่านหรือเขียนข้อมูลกับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์สเลฟตัวนั้นๆ หากบิต LSB เป็น "0" หมายถึงการเขียนข้อมูลไปยังอุปกรณ์นั้นถ้าเป็น "1" จะเป็นการอ่านข้อมูลจากอุปกรณ์สเลฟ

ข้อมูลในไบต์ต่อมาคือ ข้อมูลควบคุม (Control byte) ในอุปกรณ์แต่ละตัวมีการกำหนดข้อมูลควบคุมที่แตกต่างกันไป ยกตัวอย่างไอซีขยายพอร์ตมีข้อมูลควบคุมที่ใช้กำหนดว่า บิตใดเป็นอินพุตใดเป็นเอาต์พุต ในขณะที่ไอซี ADC/DAC ต้องการข้อมูลควบคุมเพื่อกำหนดให้ทำงานเป็นวงจร ADC หรือ DAC เป็นต้น

ข้อมูลในไบต์ต่อมาคือ ข้อมูลที่ทำการถ่ายทอดจริง (Data) หลังจากที่มีการถ่ายทอดข้อมูลในแต่ละไบต์ อุปกรณ์เลฟที่ได้รับการติดต่อต้องส่งสัญญาณรับรู้ ตอบกลับมาด้วยทุกครั้ง เพื่อให้กระบวนการถ่ายทอดข้อมูลสามารถดำเนินต่อไปได้

2.6.6 การอ้างถึงแบบ 10 บิต ในการอ้างถึงแบบนี้ยังคงใช้รูปแบบข้อมูลอนุกรมที่เหมือนกับแบบ 7 บิต หากแต่จะมีข้อมูลเพิ่มเติมขึ้นมาเล็กน้อย โดยในข้อมูลไบต์แรกหลังจากเกิดสภาวะเริ่มต้น ต้องกำหนดให้ 5 บิตบนมีข้อมูลเป็น 11110 ส่วนอีก 2 บิตถัดมาเป็นบิตแอดเดรสของอุปกรณ์ที่ต้องการติดต่อ ในบิต LSB ของข้อมูลไบต์แรกยังคงเป็นการกำหนดว่า ต้องการอ่านหรือเขียนข้อมูลกับอุปกรณ์สเลฟตัวที่ต้องการติดต่อด้วย ข้อมูลไบต์ต่อมาเป็นข้อมูลแอดเดรสในไบต์ที่ 2 ของอุปกรณ์ที่ต้องการติดต่อด้วย ข้อมูลไบต์ถัดไปจึงเป็นข้อมูลควบคุม ข้อมูลหลังจากนั้นก็จะเป็นข้อมูลจริงที่ใช้ในการติดต่อเช่นเดียวกับการอ้างถึงแบบ 7 บิต หลังจากถ่ายทอดข้อมูลครบทุกไบต์ ต้องมีสภาวะรับรู้เกิดขึ้น เพื่อให้กระบวนการถ่ายทอดข้อมูลสามารถดำเนินต่อไปได้

2.6.7 อุปกรณ์ที่ใช้การเชื่อมต่อแบบบัส I^2C ในปัจจุบัน บัส I^2C ได้รับความนิยมเพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆด้วยข้อดีที่ชัดเจนคือ ใช้สายสัญญาณเพียง 2 เส้นเท่านั้นและการขยายระบบไมโครคอนโทรลเลอร์ ที่มีจำนวนอินพุตเอาต์และหน่วยความจำกัดสามารถทำได้ง่ายขึ้นด้วยระบบบัส I^2C เมื่อเป็นเช่นนี้จึงมีอุปกรณ์เพอริเฟอรัลที่ใช้การเชื่อมต่อแบบบัส I^2C มากมายจากหลายผู้ผลิตออกมาให้ได้งานกันดังนี้มีตัวอย่างต่อไป

ไอซีขยายพอร์ตอินพุตเอาต์พุต (I/O expander) PCF8574 PCF8582 PCF8584

ไอซีหน่วยความจำอีอีพรอมอนุกรม (Serial EEPROM) 24Cxx PCF8570 PCF72/73 PCF8582

ไอซี ADC/DAC PCF8591

ไอซีรีไทม์คล็อก (Real-time clock: RTC): PCF8583 PCF8593 PCF8598 41T56C

ไอซี LCD โมดูล (LCD driver): PCF8466 PCF8576 PCF8577/78 PCF8579 SAA1064

ไอซีกำหนดสัญญาณ DTMF (DTMF generator): PCD3311/12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7 การใช้งานไอซีสร้างฐานเวลาจริงหรือรีลไทม์คล็อก (DS1307)

DS1307 ไอซีสร้างฐานเวลาจริงหรือเรียลไทม์คล็อก ผู้ผลิตคือ ดัลสัลเซมิคอนดักเตอร์ (Dallas Semiconductor) มีหน้าที่สร้างฐานเวลาจริงให้แก่ระบบไมโครคอนโทรลเลอร์โดย DS1307จะให้ข้อมูลเกี่ยวกับเวลาทั้งหมด ไม่ว่าจะเป็นค่าของเวลาที่ละเอียดถึงหลักวินาที นาที ชั่วโมง วันที่ วันในสัปดาห์ เดือน และปี โดยสามารถปรับวันเดือนปีให้ตรงตามปฏิทินได้อย่างถูกต้องรวมถึงการกำหนดวันในปีอธิกสุรทินด้วย คุณสมบัติทางเทคนิคที่สำคัญมีดังนี้

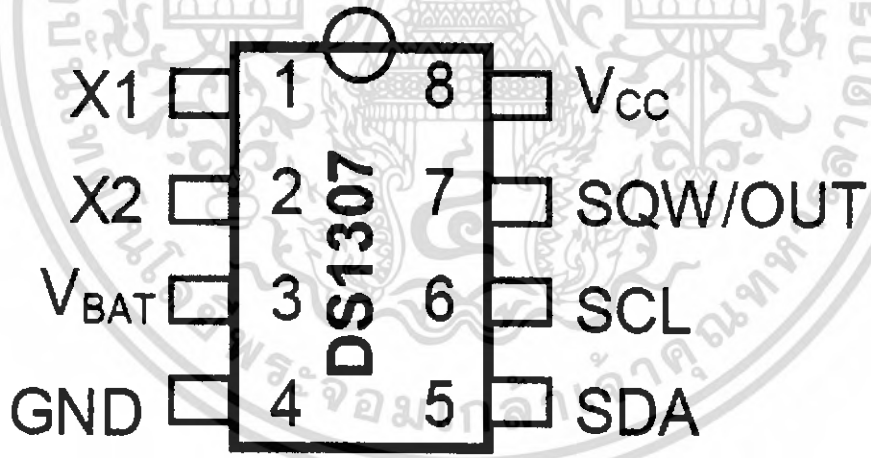
-เป็นไอซีเรียลไทม์คล็อกให้ข้อมูลตั้งแต่วินาทีจนถึงปี รวมถึงการปรับวันในปีอธิกสุรทินด้วยสามารถให้ข้อมูลเวลาได้อย่างเที่ยงตรงถึงปีคริสตศักราช 2100

- มีหน่วยความจำนอนวอลลาไทล์แรม 56 ไบต์อยู่ภายใน สามารถใช้เก็บทั่วไปได้

- ใช้การเชื่อมต่อแบบระบบบัส I^2C

- มีวงจรตรวจจับไฟเลี้ยงต่ำหรือหายไปอย่างอัตโนมัติ และสามารถรักษาข้อมูลเวลาไว้ได้แม้ไม่มีไฟเลี้ยงไอซี

2.7.1 รายละเอียดขาต่อใช้งานของ DS1307 ในรูปที่ 2.18 แสดงการจัดขาของ DS1307 แต่ละขามีหน้าที่และการใช้งานดังนี้ Vcc GND (ขา 8, 4) ต่อไฟเลี้ยง +5V



รูป 2.18 การจัดขาไอซีของ DS1307

VBAT (ขา3) ใช้ต่อกับแบตเตอรี่ 3V เพื่อรักษาการทำงานของวงจรสร้างฐานเวลาของ DS1307 ให้คงอยู่ต่อไป แม้ว่าไม่มีไฟเลี้ยงจ่ายให้แก่ DS1307 ชนิดของแบตเตอรี่ที่เหมาะสมคือ แบตเตอรี่แบบลิเธียม ซึ่งมีความจุ 40 mAhr หรือมากกว่า จะสามารถรักษาข้อมูลได้นาน 10 ปีที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส SDA, SCL (ขา 5 และ 6) เป็นขาสำหรับเชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์บนระบบ I^2C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

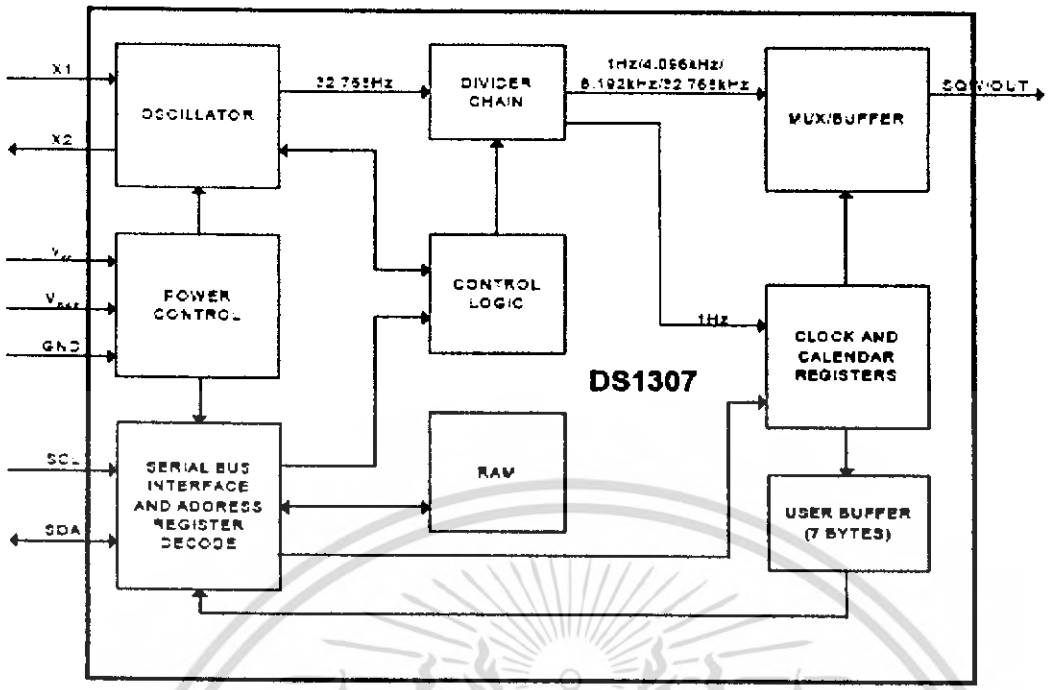
SQW/OUT (ขา 7) ที่ขานี้จะมีสัญญาณรูปสี่เหลี่ยมส่งออกมา โดยสามารถเลือกความถี่ได้ 1Hz, 4.096kHz, 8.192kHz และ 32kHz ในการใช้งานต้องต่อตัวต้านทาน 1k พูลอัปที่ขานี้ด้วย X1, X2 (ขา 1 และ 2) ใช้ต่อกับคริสตอลความถี่มาตรฐาน 32.768 kHz เพื่อใช้เป็นฐานเวลาในการสร้างค่าเวลาจริงในการใช้งานต้องต่อคริสตอลเข้ากับขาทั้งสองนี้ และ แต่ละขาต้องต่อตัวเก็บประจุค่าต่ำๆ ประมาณ 15pf กร่อมกับขากราวด์ด้วย

2.7.2 การทำงานของ DS1307 ไอซี DS1307 จัดการเชื่อมต่อในแบบบัส I^2C โดยจะทำงานเป็นอุปกรณ์สเลฟเสมอ ดังนั้นการติดต่อเพื่อใช้งานจึงต้องกำหนดรูปแบบตามที่กำหนด วงจรออสซิลเลเตอร์ถือเป็นหัวใจหลักของไอซี เนื่องจากเป็นจุดเริ่มต้นของการสร้างข้อมูลเวลาจริง ในขณะที่ DS1307 ทำงานที่ขา SQW/OUT จะมีสัญญาณพัลส์สี่เหลี่ยมส่งออกมาตลอดเวลาในกรณีที่การอีนาเบิลวงจนกำหนดสัญญาณพัลส์ที่รีจีสเตอร์ควบคุม ค่าความถี่ของสัญญาณนี้สามารถเลือกได้ 4 ค่าคือ 1Hz 4.096kHz 8.192kHz และ 32kHz พร้อมกันนั้นก็จะมีการเก็บค่าของเวลาไว้ในหน่วยความจำนอนโวลาไทล์แรม ซึ่งมีขนาดรวม 64 ไบต์แต่จัดสรรให้ใช้เก็บข้อมูลเวลา 3 ไบต์ และเป็นหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลทั่วไปสำหรับผู้ใช้งานอีก 56 ไบต์

วงจรควบคุมพลังงานไฟฟ้าจะคอยตรวจสอบสภาวะของไฟเลี้ยงไอซี หากไฟเลี้ยงต่ำกว่า 1.25xVBAT ก็จะควบคุมให้ DS1307 หยุดการทำงานรีเซตค่าตัวนับแอดเดรสภายในทำให้ไม่สามารถติดต่อกับ DS1307 ได้ ดังนั้นในการใช้งาน DS1307 ตั้งระมัดระวังอย่าให้ไฟเลี้ยงตกต่ำกว่า 1.25xVBAT หรือประมาณ 3.75V ในกรณีที่ใช้ VBAT เท่ากับ 3V

ถ้าหากไฟเลี้ยงมีค่าต่ำกว่า VBAT ไอซี DS1307 จะเข้าสู่โหมดสำรองข้อมูลกระแสต่ำทันที จะไม่มีการส่งสัญญาณพัลส์ออกมาที่ขา SQW/OUT แต่วงจรสร้างฐานเวลายังคงทำงานเพื่อให้ค่าของเวลาเดินไปอย่างไม่ผิดพลาด เมื่อมีไฟเลี้ยงปรากฏขึ้นอีกครั้ง DS1307 ก็จะสามารถให้ค่าของเวลาที่เป็นจริงแก่ผู้ใช้งานต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 2.19 โครงสร้างภายในของไอซีรีอัลไทม์คล็อกเบอร์ DS1307

วงจรสื่อสารอนุกรมภายใน DS1307 ได้รับการกำหนดให้ทำงานตามรูปแบบของบัส I^2C เป็นช่องทางการสื่อสารระหว่าง DS1307 กับอุปกรณ์มาสเตอร์ ผู้ใช้สามารถเข้าถึงหน่วยความจำที่ใช้เก็บค่าเวลาและหน่วยความจำใช้งานทั่วไปได้โดยการเขียนข้อมูลตามรูปแบบที่กำหนดในระบบบัส I^2C

2.7.3 การจัดสรรหน่วยความจำใน DS1307 ในรูปที่ 2.20 แสดงการจัดสรรพื้นที่ของหน่วยความจำภายใน DS1307 พื้นที่ 7 ไบต์แรกตั้งแต่แอดเดรส 00H – 06H เป็นพื้นที่ของรีจิสเตอร์ค่าเวลาใช้เก็บข้อมูลเกี่ยวกับเวลา ไบต์ต่อมาที่แอดเดรส 07 เป็นพื้นที่ของรีจิสเตอร์ควบคุมการทำงานของ DS1307 ซึ่งแสดงรายละเอียดของรีจิสเตอร์ค่าเวลา และรีจิสเตอร์ควบคุมของ DS1307

ด้วยการจัดสรรพื้นที่แบบนี้ ทำให้ผู้ใช้งานสามารถเรียกข้อมูลเวลาออกมาได้ตามต้องการ โดยไม่จำเป็นต้องอ่านออกมาทั้งหมดก็ได้ค่าของเวลาทั้งหมดจะอยู่ในรูปของเลขฐานสิบ สหรับการแสดงเวลาในรูปของชั่วโมง สามารถเลือกได้ว่าต้องการแบบ 12 หรือ 24 ชั่วโมง โดยกำหนดที่บิต 6 ของแอดเดรส 02H และเมื่อเลือกแบบ 12 ชั่วโมง ที่บิต 5 ในแอดเดรสเดียวกันจะใช้ในการแสดงค่า AM/PM โดยถ้าบิตนี้เป็น "1" หมายถึง ค่าชั่วโมงในขณะนี้เป็นช่วงเวลาหลังเที่ยงวัน โดยในกรณีที่เป็นแบบ 24 ชั่วโมง บิตนี้จะใช้แสดงค่า 2 ของเลขฐานสิบในหน่วยชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ADDRESS	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0	FUNCTION	RANGE
00H	CH	10 Seconds			Seconds				Seconds	00–59
01H	0	10 Minutes			Minutes				Minutes	00–59
02H	0	12	10 Hour	10 Hour	Hours				Hours	1–12 +AM/PM 00–23
		24	PM/AM							
03H	0	0	0	0	0	DAY			Day	01–07
04H	0	0	10 Date		Date				Date	01–31
05H	0	0	0	10 Month	Month				Month	01–12
06H	10 Year				Year				Year	00–99
07H	OUT	0	0	SQWE	0	0	RS1	RS0	Control	—
08H-3FH									RAM 56 x 8	00H–FFH

รูปที่ 2.20 การจัดสรรหน่วยความจำแรมภายในของ DS1307

2.7.4 รีจิสเตอร์ควบคุม มีแอดเดรสอยู่ที่ 07H มีรายละเอียดของแต่ละบิดดังนี้

หนึ่ง OUT (Output Control): ใช้ในการควบคุมระดับโลจิกที่ขา SQW/OUT ในกรณีที่ดิสเอเบิลการกำหนดสัญญาณสี่เหลี่ยม โดยถ้าบิตนี้เป็น "1" ที่ขา SQW/OUT ก็จะเป็น "1" ถ้าบิตนี้เป็น "0" ที่ขา SQW/OUT ก็จะเป็น "0"

สอง SQWE (Square Wave Enable): ใช้ในการอีนาเบิลวงจรกำหนดสัญญาณสี่เหลี่ยมที่ขา SQW/OUT ถ้าต้องการให้มีสัญญาณสี่เหลี่ยมออกมา ให้กำหนดบิตนี้เป็น "1"

สาม RS1, RS0 (Rate Select): ใช้ในการเลือกความถี่ของสัญญาณสี่เหลี่ยมที่ออกจากขา SQW/OUT ดังมีรายละเอียดต่อไปนี้

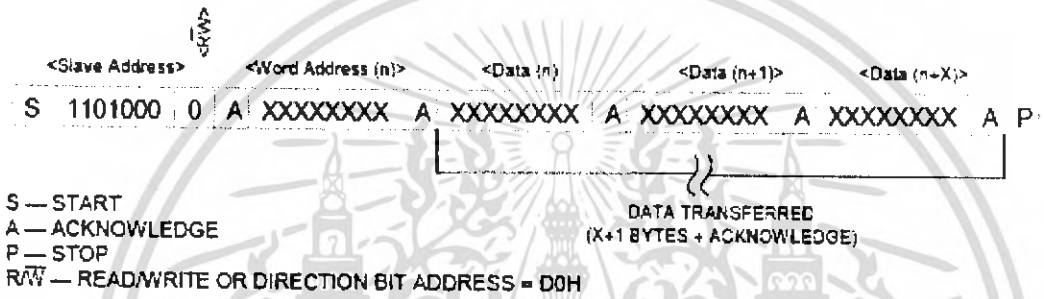
RS1	RS0	ค่าความถี่ของสัญญาณสี่เหลี่ยม
0	0	1 HZ
0	1	4.096 kHz
1	0	8.192 kHz
1	1	32.768 kHz

ตารางที่ 2.5 แสดงการเลือกใช้ความถี่ของสัญญาณจากขา SQW/OUT

2.7.5 โหมดการทำงานของ DS1307 มีด้วยกัน 2 โหมดคือ โหมดเขียนข้อมูล และโหมดอ่านข้อมูลในการใช้งาน DS1307 ตามปกติจะใช้งานเฉพาะโหมดอ่านข้อมูลเท่านั้น เนื่องจากไมโครคอนโทรลเลอร์จะติดต่อกับ DS1307 เพื่ออ่านข้อมูลของเวลาไปใช้งานโหมดการเขียนข้อมูลจะถูกใช้งานก็ต่อเมื่อต้องการตั้งค่าเวลาใหม่ และต้องการเขียนข้อมูลลงในหน่วยความจำใช้งานทั่วไป อย่างไรก็ตามเมื่อเริ่มต้นติดต่อกับ DS1307จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องเข้าสู่โหมดการเขียนข้อมูลก่อนเพื่อกำหนดแอดเดรสที่ต้องการอ่านข้อมูลจากนั้นจึงเปลี่ยนโหมดการทำงานมาเป็นโหมดการอ่านข้อมูลต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

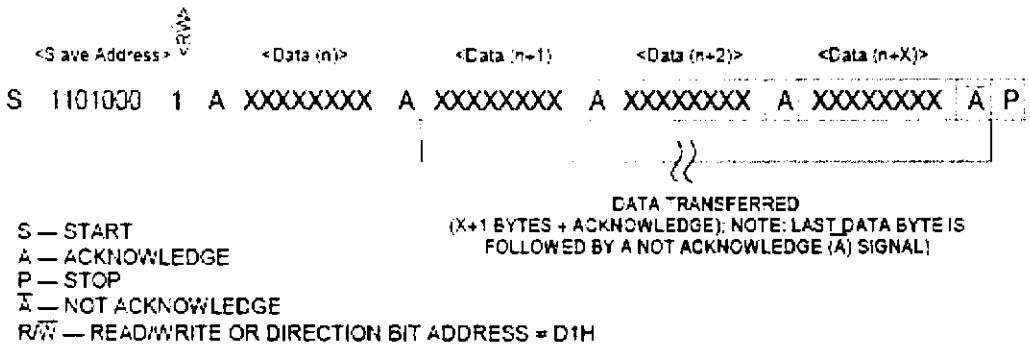
- โหมดการเขียนข้อมูล มีรูปแบบดังในรูปที่ 2.21 เริ่มต้นเมื่อไมโครคอนโทรลเลอร์ ทำการกำหนดสภาวะเริ่มต้น (START: S) จากนั้นส่งข้อมูลกำหนดแอดเดรส 1101000 ตามด้วยข้อมูลเลือกการเขียน นั่นคือค่า 0 จากนั้นจะรอการตอบรับจาก DS1307 ขั้นตอนต่อมาคือ ส่งข้อมูลเพื่อเลือกแอดเดรสที่ต้องการเขียนจากนั้นรอการตอบรับจาก DS1307 เมื่อมีการตอบรับมาเรียบร้อย ก็เริ่มทยอยเขียนข้อมูลลงไปครั้งละแอดเดรส หลังจากเขียนข้อมูลในแต่ละแอดเดรส จะต้องหยุดรอการตอบรับจาก DS1307 ทุกครั้ง จึงจะสามารถเขียนข้อมูลต่อไปได้ เมื่อเขียนเรียบร้อยแล้วให้ส่งสภาวะหยุด (STOP: P) เป็นอันสิ้นสุดกระบวนการเขียนข้อมูล



รูปที่ 2.21 รูปแบบของข้อมูลสำหรับติดต่อกับ DS1307 ในโหมดการเขียนข้อมูล

- โหมดการอ่านข้อมูล มีรูปแบบแสดงในรูปที่ 2.22 เริ่มต้นการทำงานเหมือนกับโหมดการเขียนข้อมูลคือ ไมโครคอนโทรลเลอร์กำหนดสภาวะเริ่มต้น แล้วส่งข้อมูลกำหนดแอดเดรสตามด้วยข้อมูลเลือกการอ่านซึ่งเท่ากับ 1 จากนั้นรอการตอบรับจาก DS1307 เมื่อตอบรับเรียบร้อย DS1307 จะทยอยส่งข้อมูลออกมาให้ไมโครคอนโทรลเลอร์คราวละ 1 แอดเดรสหรือ 1 ไบต์โดยแอดเดรสที่เลือกอ่านข้อมูลจะต้องมีการกำหนดมาก่อนล่วงหน้า ด้วยโหมดการเขียนข้อมูล วิธีการง่ายๆ คือ เข้าสู่โหมดการเขียนข้อมูลก่อน เมื่อถึงจังหวะที่ต้องเขียนข้อมูล ให้ทำการสร้างสภาวะเริ่มต้นและส่งข้อมูลกำหนดแอดเดรสใหม่อีกครั้งตามด้วยเลือกโหมดการอ่านข้อมูลข้อมูลที่ออกมาจาก DS1307 ก็จะเป็นข้อมูลจากแอดเดรสที่กำหนดไว้ก่อนหน้านี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

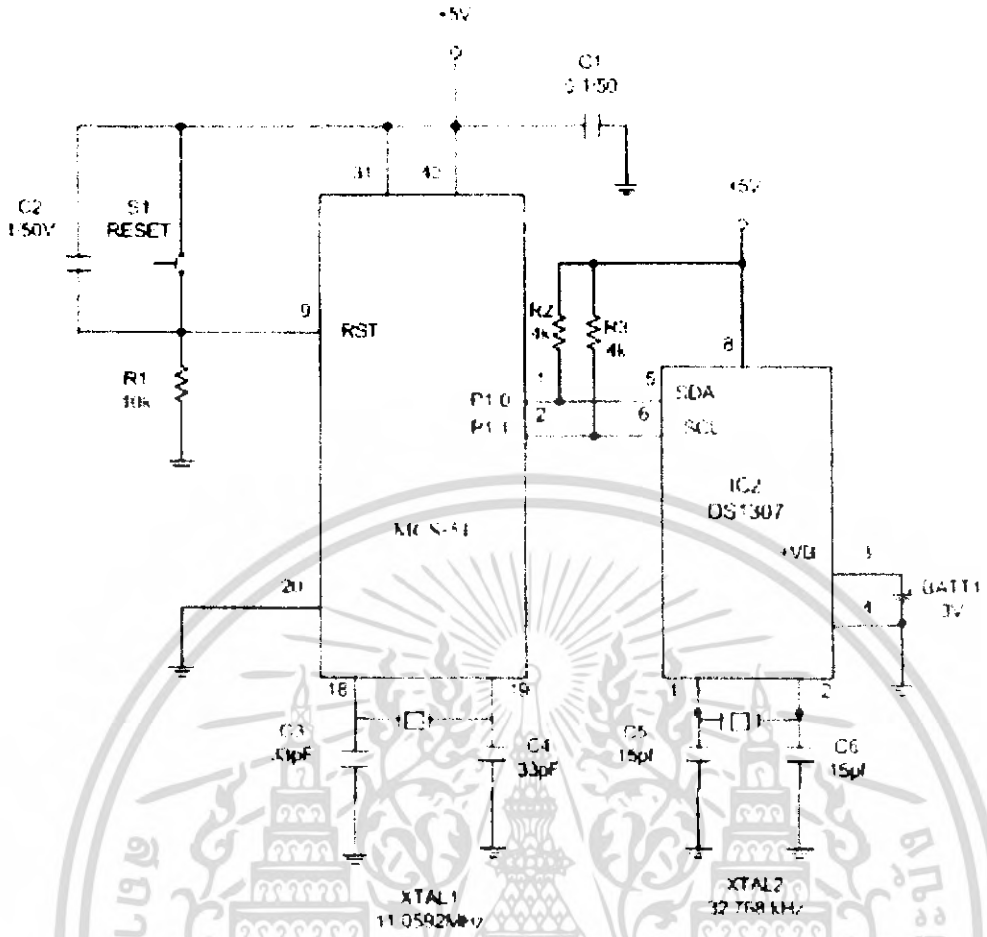


รูปที่ 2.22 รูปแบบของข้อมูลสำหรับติดต่อกับ DS1307 ในโหมดการอ่านข้อมูล

2.7.6 การเชื่อมต่อ DS1307 กับไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 มีตัวอย่างวงจรแสดงในรูปที่ 2.23 จะเห็นได้ว่ามีลักษณะการต่อเหมือนกับอุปกรณ์บนระบบบัส I^2C ตัวอื่นๆ ทุกประการ และสามารถที่จะต่อไอซีทั้งหมดร่วมกันบนสาย SDA และ SCL ได้เป็นการย้ำให้เห็นถึงความสามารถพิเศษของระบบบัส I^2C ที่ผู้ใช้งานสามารถเชื่อมต่ออุปกรณ์ที่มีความต่างกันในหน้าที่การทำงานบนสายสัญญาณเดียวกันได้โดยในการทดลองนี้ผู้ใช้งานสามารถเชื่อมต่ออุปกรณ์ระบบบัส I^2C ได้ถึง 3 ตัว 3 ลักษณะการทำงาน โดยใช้สายสัญญาณเพียง 2 เส้น

จากวงจรในรูปที่ 2.23 ไอซี DS1307 จำเป็นจะต้องต่อแบตเตอรี่ไว้ตลอดเวลาไม่ว่าจะใช้งานหรือไม่ ทั้งนี้เพื่อรักษาการทำงานของวงจรภายใน DS1307 ให้ยังคงทำงานต่อเนื่องไป เมื่อใดที่ไมโครคอนโทรลเลอร์ต้องการอ่านข้อมูล ก็จะได้ข้อมูลเวลาที่เป็นจริงตลอดเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.23 แสดงการเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 กับไอซีเรียลไทม์คล็อก DS1307

การใช้งานไอซีสร้างฐานเวลาจริง หรือเรียลไทม์คล็อก (RTC) ในการติดต่อสื่อสารแบบนี้ อาจใช้อาร์เอส 232 ซึ่งเป็นมาตรฐานที่นิยมมากในการติดต่อสื่อสารข้อมูลระหว่างคอมพิวเตอร์ โดยมีสายในการติดต่อสื่อสาร 25 เส้นระหว่างการติดต่อสื่อสารดีทีอี (DTE) และดีซีอี (DCE) ซึ่งสายแต่ละเส้นมีหน้าที่ติดต่อสื่อสารต่างกันคือ ดีทีอีเช่น เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ (PC) และดีซีอีเช่น โมเดม (Modem) ซึ่งอุปกรณ์ทั้งสองจะไม่ส่งข้อมูลถ้าอุปกรณ์อีกเครื่องไม่ต้องการรับข้อมูล เมื่ออีซีอีเชื่อมต่อเข้ากับโครงข่าย (Network) ซึ่งมีอีทีอี เชื่อมต่ออยู่กับดีซีอี ต้องรู้ว่าเมื่อไหร่ที่ ดีซีอี พร้อมในการส่งข้อมูลประกอบกับเมื่อ ดีทีอีส่งสัญญาณ ดีทีอาร์ (DTR: Data Terminal Ready ที่เวลา t1) ต่อมา ดีซีอี จะตอบสนองต่อสัญญาณโดยเชื่อมตัวเองเข้ากับโครงข่าย ต่อมา ดีซีอี จะส่งสัญญาณดีเอสอาร์ (DSR: Data Set Ready) เพื่อตอบกลับไปว่าพร้อมสำหรับรับข้อมูลที่คาบเวลา t2 ตอนนี้อุปกรณ์ทั้งสองพร้อมในการติดต่อสื่อสารกันแล้ว หากดีทีอีขออนุญาตในการส่งข้อมูลให้แก่ ดีซีอี มันก็จะส่งสัญญาณอาร์ทีเอส (RTS: Request To Send) ช่วงนี้ระบบจะมีทิศทางการสื่อสารแบบฮาร์ฟดิวเพล็ก (Half-Duplex) ในการตอบรับสัญญาณอาร์ทีดีนั้น ดีซีอีจะเข้าสู่โหมด ทรานสมิต

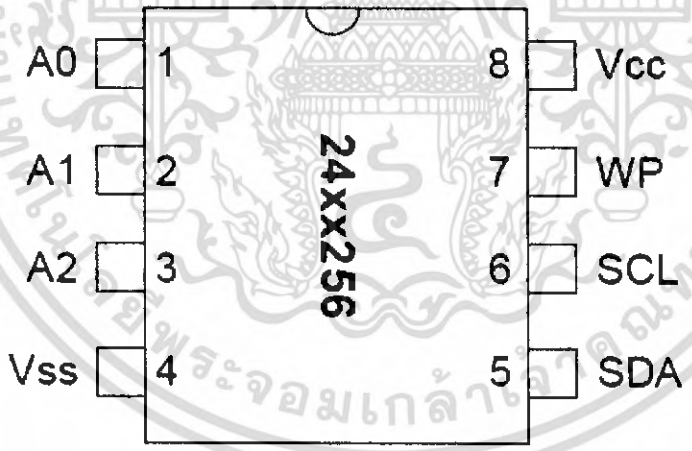
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(Transmit) คือจะเป็นการบอกว่าพร้อมที่จะส่งข้อมูลออกไปตามสายสัญญาณ (TD: Transmitted Data) เมื่อ ดีซีอี ตรวจพบสัญญาณเข้ามาจากโครงข่ายมันจะส่งสัญญาณ ดีซีดี (DCD: incoming signal) ดีซีอีจะส่งสัญญาณเหล่านี้ไปยัง ดีทีอี โยใช้สายสัญญาณอาร์ดี (RD: Received Data) โดยทั่วๆไปตัวเชื่อมต่อกับ อาร์เอส 232 จะมักใช้ไม่ถึง 25 เส้น ซึ่งอาจใช้เพียง 8-9 เส้น หรือน้อยกว่านั้นซึ่งก็เพียงพอต่อการใช้งานแล้ว โดยในมาตรฐานอาร์เอส 232 สามารถส่งข้อมูลได้ 20,000 บิทต่อวินาที โดยระยะทางสายประมาณ 50 ฟุต

2.8 หน่วยความจำ EEPROM แบบ I^2C

ในที่นี้เราได้เลือกใช้หน่วยความจำ EEPROM เบอร์ 24LC256 โดยมีขนาดหน่วยความจำภายในขนาด 32 Kb ซึ่งทำหน้าที่หลังในการจัดเก็บข้อมูลในส่วนของลายนิ้วมือ และข้อมูลแสดงการเข้าใช้งาน หรือเลิกใช้งานเครื่องคอมพิวเตอร์ย้อนหลัง ซึ่งมีข้อดีคือไม่จำเป็นต้องใช้ไฟเลี้ยง IC ในการจัดเก็บข้อมูลในขณะปิดเครื่อง โดยสามารถเขียนหรืออ่านได้นับล้านครั้ง

2.8.1 รายละเอียดขาต่อใช้งานของ 24LC256 ในรูปที่ 2.24 เป็นการแสดงการจัดขาของ 24LC256 แต่ละขามีหน้าที่และการใช้งานดังนี้



รูปที่ 2.24 การจัดขาของ 24LC256

- A0, A1, A2 (ขา1-3) ทั้ง 3 ขานี้เป็นขาที่มีไว้เพื่อใช้เซ็ตค่า Address ของ 24LC256
- Vss (ขา 4) ใช้สำหรับต่อ Ground
- SDA, SCL (ขา 5 และ 6) ใช้สำหรับเชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์บนระบบ I^2C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

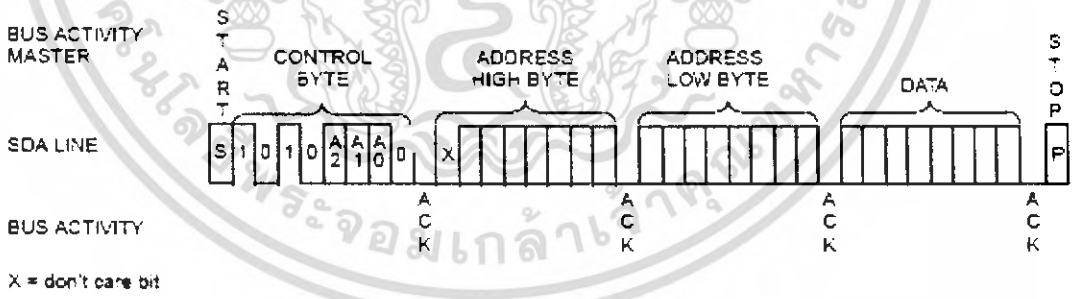
- WP (ขา 7) ขานี้คือ Write Protect ถ้าให้ขานี้เป็นโลจิกสูงจะเป็นการป้องกันการเขียนจะทำให้สามารถอ่านข้อมูลจาก 24LC256 ได้อย่างเดียว แต่ถ้าให้ขานี้เป็นโลจิกต่ำหรือปล่อยขานี้ลอยไว้จะเป็นการเขียนหรืออ่านข้อมูลตามปกติ

- Vcc (ขา 8) ขานี้ไว้ใช้สำหรับต่อเข้ากับไฟเลี้ยงตัว IC ซึ่งระดับของไฟเลี้ยงนั้นจะอยู่ระหว่าง 2.5 ถึง 5.5 V

2.8.2 โหมดการทำงานของ 24LC256

- โหมดการเขียนข้อมูล มีรูปแบบดังในรูปที่ 2.25 เรียกว่าการเขียนแบบ Byte Write เริ่มต้นเมื่อไมโครคอนโทรลเลอร์ ทำการกำหนดสภาวะเริ่มต้น (START: S) จากนั้นส่งข้อมูลกำหนดแอดเดรส 10I0000 จากนั้นจะรอการตอบรับจาก 24LC256 ต่อมาให้ส่งแอดเดรส HIGH BYTE แล้วรอสภาวะตอบกลับจากนั้นให้ส่งแอดเดรส LOW BYTE จากนั้นให้รอสภาวะตอบกลับขั้นตอนต่อมาคือ เริ่มส่งข้อมูลที่ต้องการเขียนลงไป ซึ่งได้ครั้งละแอดเดรสจากนั้นก็ให้รอสภาวะตอบกลับแล้วจึงส่งสภาวะหยุด (STOP: P) เป็นการสิ้นสุดการเขียนข้อมูลมูลขนาด 1 BYTE ลงไปใน 24LC256 จากนั้นถ้าต้องการเขียนเพิ่มก็ทำการเพิ่มแอดเดรสไปเรื่อยๆ

จะมีการเขียนข้อมูลลงใน 24LC256 อีกรูปแบบหนึ่งคือ การเขียนแบบ Page Writeคือการส่งข้อมูล I^2C นั้นจะเหมือนแบบ Byte Write แต่ต่างกันที่หลังจากรอสภาวะตอบกลับจากการส่งข้อมูลแอดเดรส LOW BYTE แล้วให้ส่งข้อมูล และรอสภาวะตอบกลับ หลังจากนั้นแทนที่จะส่งสภาวะหยุด (STOP: P) ให้ส่งข้อมูลไปเรื่อยๆ ซึ่งการเขียนข้อมูลลักษณะนี้จะเขียนได้ครั้งละ 64 BYTE จากนั้นจึงส่งสภาวะหยุด (STOP: P) ไปที่ 24LC256

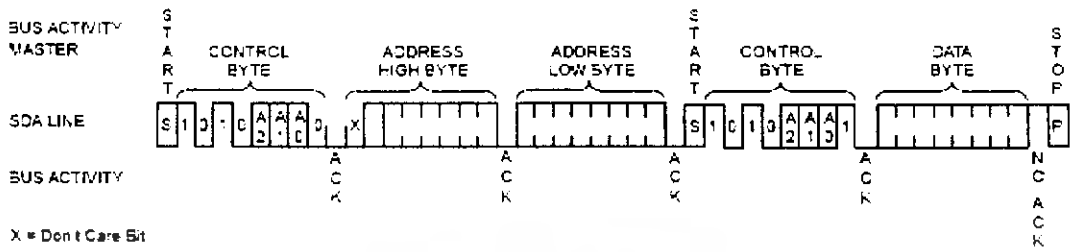


รูปที่ 2.25 รูปแบบของข้อมูลสำหรับติดต่อกับ 24LC256 ในโหมดการเขียนข้อมูลแบบ Byte Write

- โหมดการอ่านข้อมูล มีรูปแบบแสดงในรูปที่ 2.26 โหมดการอ่านข้อมูลมีหลายรูปแบบในที่นี้เราเลือกใช้โหมดการอ่านข้อมูลแบบกำหนด Address เป็นหลักซึ่งมีรูปแบบการทำงานดังนี้คือ เริ่มแรกส่งสภาวะ (START: S) จากนั้นส่งข้อมูลกำหนดแอดเดรสคือ 1010001 แล้วรอ

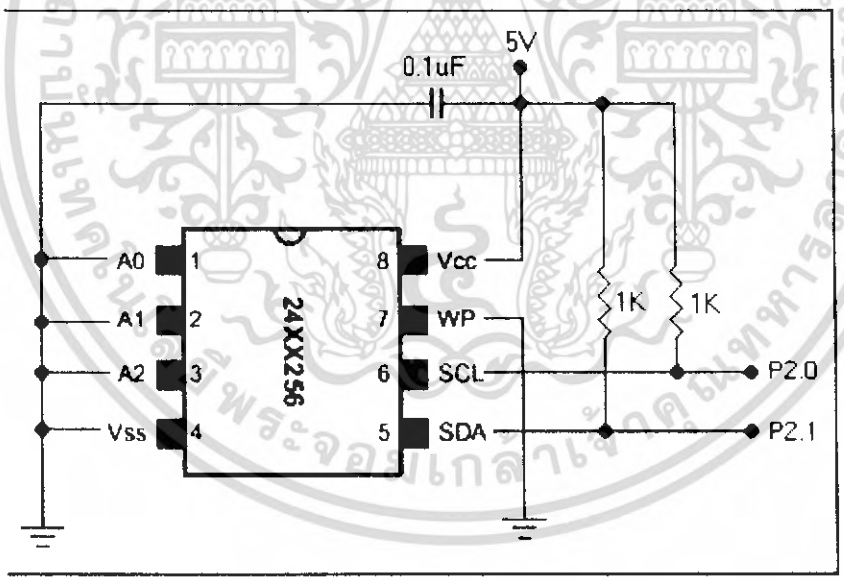
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สภาวะตอบกลับ หลังจากนั้นให้เอาตัวแปลมารับข้อมูลที่ส่งออกมาจากแอดเดรสนั้นๆ และหลังจากนั้นจะไม่มีสภาวะตอบกลับจาก 24LC256 แล้วให้ส่งสภาวะหยุด (STOP: P) ไป



รูปที่ 2.26 รูปแบบของข้อมูลสำหรับติดต่อกับ 24LC256 ในโหมดการอ่านข้อมูลแบบ Random Read

2.8.3 การเชื่อมต่อ 24LC256 กับไมโครคอนโทรลเลอร์ ในการเชื่อมต่อ 24LC256 เข้ากับไมโครคอนโทรลเลอร์นั้นจำเป็นที่จะต้องกำหนดแอดเดรสของตัว 24LC256 และการทำงานนั้นใช้คุณสมบัติของการเชื่อมต่อแบบ I^2C ซึ่งเป็นการใช้สายสัญญาณเพียง 2 เส้นคือ SCL และ SLC



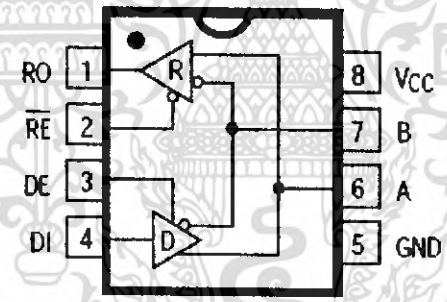
รูปที่ 2.27 แสดงการเชื่อมต่อ 24LC256 เข้ากับไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9 มาตรฐานการสื่อสารข้อมูลอนุกรมแบบอาร์เอส 485

อาร์เอส 485 เป็นมาตรฐานการสื่อสารข้อมูลแบบสมดุลพัฒนามาจากมาตรฐานอาร์เอส 422A (RS422A) เพื่อให้ตัวรับ และตัวส่งจำนวนมากคู่ สามารถใช้คู่สายในการรับส่งสัญญาณร่วมกันได้ (Multipoint multiple drivers and receivers) ซึ่งในกรณีของอาร์เอส 422A คู่สายสัญญาณสามารถรับส่งได้หนึ่งคู่ จะมีตัวรับได้ไม่เกิน 10 ชุด และมีตัวส่งเพียงหนึ่งชุด แต่ในกรณีอาร์เอส 485 สามารถใช้ตัวรับ 32 ชุด และตัวส่ง 32 ชุด ร่วมกันได้ภายในคู่สายสัญญาณ 1 คู่โดยทั่วๆ ไปอาร์เอส 485 มีคุณลักษณะเฉพาะทางไฟฟ้าของตัวรับ และตัวส่งคล้ายตัวรับ และตัวส่งเพียงหนึ่งชุดแต่ในกรณีของอาร์เอส 422A และไม่จำกัดรูปแบบของโปรโตคอลที่จะนำไปใช้งานกับ ระบบที่พัฒนาขึ้น โดยขึ้นอยู่กับผู้พัฒนาระบบเองว่าจะเลือกใช้โปรโตคอลแบบไหนมาใช้ นอกจากนี้ตัวรับแล้วตัวส่งมีราคาไม่สูง ทำให้อาร์เอส 485 ถูกนำมาประยุกต์ใช้งานกันอย่างแพร่หลายสำหรับการเชื่อมต่อ

2.9.1 รายละเอียดขาต่อใช้งาน RS-485 ในรูปที่ 2.28 แสดงการจัดขาของ RS-485 ซึ่งแต่ละขามีหน้าที่และการใช้งานดังนี้



รูปที่ 2.28 การจัดขาของ RS-485

- RO(ขาที่ 1): Receiver Output ใช้ต่อกับขา RxD ของ ไมโครคอนโทรลเลอร์

- ขา RE,DE (ขาที่ 2,3): Receiver Output Enable และ Driver Output Enable ถ้าต้องการให้ RS-485 ตัวไหนเป็นตัวส่งต้องให้ทั้ง 2 ขานี้เป็น 1 และเมื่อต้องการให้ตัวไหนเป็นตัวรับต้องให้ทั้ว 2 ขานี้เป็น 0

- DI (ขาที่ 4): Driver Input ใช้ต่อกับขา TxD ของ ไมโครคอนโทรลเลอร์

- GND(ขาที่ 5): ใช้ต่อกับ Ground

- A (ขาที่ 6): No inverting Receiver Input and No inverting Driver Output ใช้ต่อกับโครงข่ายของ RS-485

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- B (ขาที่ 7): Inverting Receiver Input and Inverting Driver Output ใช้ต่อกับโครงข่ายของ RS-485

- Vcc (ขาที่ 8): ใช้ต่อกับไฟเลี้ยง 5V

2.9.2 คุณลักษณะเฉพาะของอาร์เอส 485

คุณลักษณะของตัวส่ง

- ตัวส่ง 1 ตัวสามารถขับโหลดได้ถึง 32 ชุด (ตัวรับ 1 ตัว ตัวส่ง 1 ตัว) และค่าความต้านทานรวมระหว่างคู่สายมากกว่า 60 โอห์ม

- เอาท์พุทของตัวส่งในสภาวะออฟ มีกระแสรั่วไหลไม่เกิน 100 ไมโครแอมป์ในช่วงแรงดันไฟฟ้าโหมดร่วมระหว่าง -7 โวลท์ ถึง 7 โวลท์

- เอาท์พุทของตัวส่งในสภาวะออฟ มีกระแสรั่วไม่เกิน 700 ไมโครแอมป์ในช่วงแรงดันไฟฟ้าโหมดร่วมระหว่าง -7 โวลท์ ถึง 7 โวลท์

- เอาท์พุทของตัวส่ง ให้แรงดันไฟฟ้าเอาท์พุท 1.5 โวลท์ ถึง 5 โวลท์ ในช่วงแรงดันไฟฟ้าโหมดร่วมระหว่างค่า -7 โวลท์ ถึง 12 โวลท์

- ตัวส่งมีวงจรป้องกันตัวเองที่ส่วนเอาท์พุท ในกระณีที่ตัวส่งหลายๆ ตัวส่งข้อมูลออกมาพร้อมๆ กัน

คุณสมบัติของตัวรับ

- ค่าความต้านทานที่อินพุทมีค่าสูง โดยมีค่าไม่น้อยกว่า 12 กิโลโอห์ม

- ตัวรับมีค่าแรงดันไฟฟ้าอินพุทโหมดร่วมระหว่าง -7โวลท์ ถึง 12 โวลท์

- ตัวรับสามารถต่อสนองต่อสัญญาณที่แตกต่างจากสัญญาณโหมดร่วมได้ + 200 มิลลิโวลท์ และ -200 มิลลิโวลท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
โครงสร้าง และการออกแบบระบบ

3.1 โครงสร้างและการออกแบบระบบ

โครงสร้างของระบบควบคุมการเข้าออกโดยใช้การสแกนลายนิ้วมือนั้นจะนำไปใช้ในการควบคุมการใช้งานของเครื่องคอมพิวเตอร์โดยในการออกแบบระบบของเรานั้นได้ทำการแยกเป็นส่วนๆ คือ

หนึ่ง ส่วนประมวลผลกลางและจัดเก็บข้อมูล ในการทำงานของระบบที่ได้ออกแบบไว้นั้นซึ่งมีทั้ง หน่วยตรวจสอบและแปลงสัญญาณจากการกดรหัส หน่วยตรวจสอบและแปลงสัญญาณจากลายนิ้วมือ หน่วยตัด-จ่ายกำลังไฟนั้น ทั้งหมดเหล่านี้จะถูกควบคุมโดยหน่วยประมวลผลกลาง โดยในการทำงานของหน่วยประมวลผลกลางนั้นจะสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 โหมดการทำงานสำคัญคือ

หนึ่ง โหมดการประมวลผล โดยในโหมดของการประมวลผลนี้ตัวประมวลผลของเรา (ซึ่งในที่นี้คือ ไอซีไมโครคอนโทรเลอร์ตระกูล MCS-51) จะทำงานร่วมกันกับหน่วยตรวจสอบและแปลงสัญญาณจากการกดรหัส หน่วยตรวจสอบและแปลงสัญญาณจากลายนิ้วมือ หน่วยตัด-จ่ายกำลังไฟฟ้า โดยจะทำงานเริ่มจากการรอรับสัญญาณจาก หน่วยตรวจสอบและแปลงสัญญาณจากการกดรหัส เพื่อตรวจสอบว่าเป็นรหัสของใครใช่ของผู้ที่ลงทะเบียนไว้หรือไม่ หากตรวจสอบแล้วว่าใช่ก็จะส่งสัญญาณต่อไปที่หน่วยตรวจสอบและแปลงสัญญาณจากลายนิ้วมือ เพื่อเป็นการส่งค่าของรหัสตำแหน่งของลายนิ้วมือของเจ้าของรหัส (ค่าของตำแหน่งได้มาจากการประมวลผลจากข้อมูลการกดรหัส) ซึ่งหน่วยตรวจสอบและแปลงสัญญาณจากลายนิ้วมือก็จะทำการอ่านค่าของลายนิ้วมือ แล้วนำมาเปรียบเทียบกับลายนิ้วมือที่ได้บันทึกไว้ของเจ้าของรหัส ว่าเป็นคนคนเดียวกันหรือไม่จากนั้นก็จะส่งสัญญาณกลับมาที่หน่วยประมวลผลกลาง หากเป็นคนคนเดียวกันหน่วยประมวลผลกลางก็จะรอรับสัญญาณจากคีย์แพด ซึ่งจะเป็นการระบุว่าผู้ใช้ต้องการที่จะใช้เครื่องคอมพิวเตอร์เครื่องใดโดยหน่วยประมวลผลกลาง ได้รับข้อมูลแล้วก็จะนำมาประมวลแล้วจึงส่งสัญญาณเปิดประตูและสัญญาณเพื่อทำการจ่ายกำลังไฟฟ้า ให้แก่หน่วยตัด-จ่ายกำลังไฟฟ้า เพื่อควบคุมการเปิดประตู และเปิดเครื่องคอมพิวเตอร์เครื่องที่ต้องการใช้งานต่อไป

สอง โหมดการจัดเก็บข้อมูล โดยในโหมดของการจัดเก็บข้อมูลนั้นหน่วยประมวลผลกลางจะทำการบันทึกข้อมูลในแต่ละครั้งว่ามีผู้ใดเข้ามาใช้เครื่องคอมพิวเตอร์เครื่องใด เวลาใดโดยจะทำการบันทึกข้อมูลไว้ในหน่วยความจำ EEPROM โดยข้อมูลที่จะนำมาบันทึกนั้นก็จะได้มาจากการประมวลผลของข้อมูลที่มาจากหน่วยตรวจสอบและแปลงสัญญาณจากบัตรแม่เหล็ก หน่วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

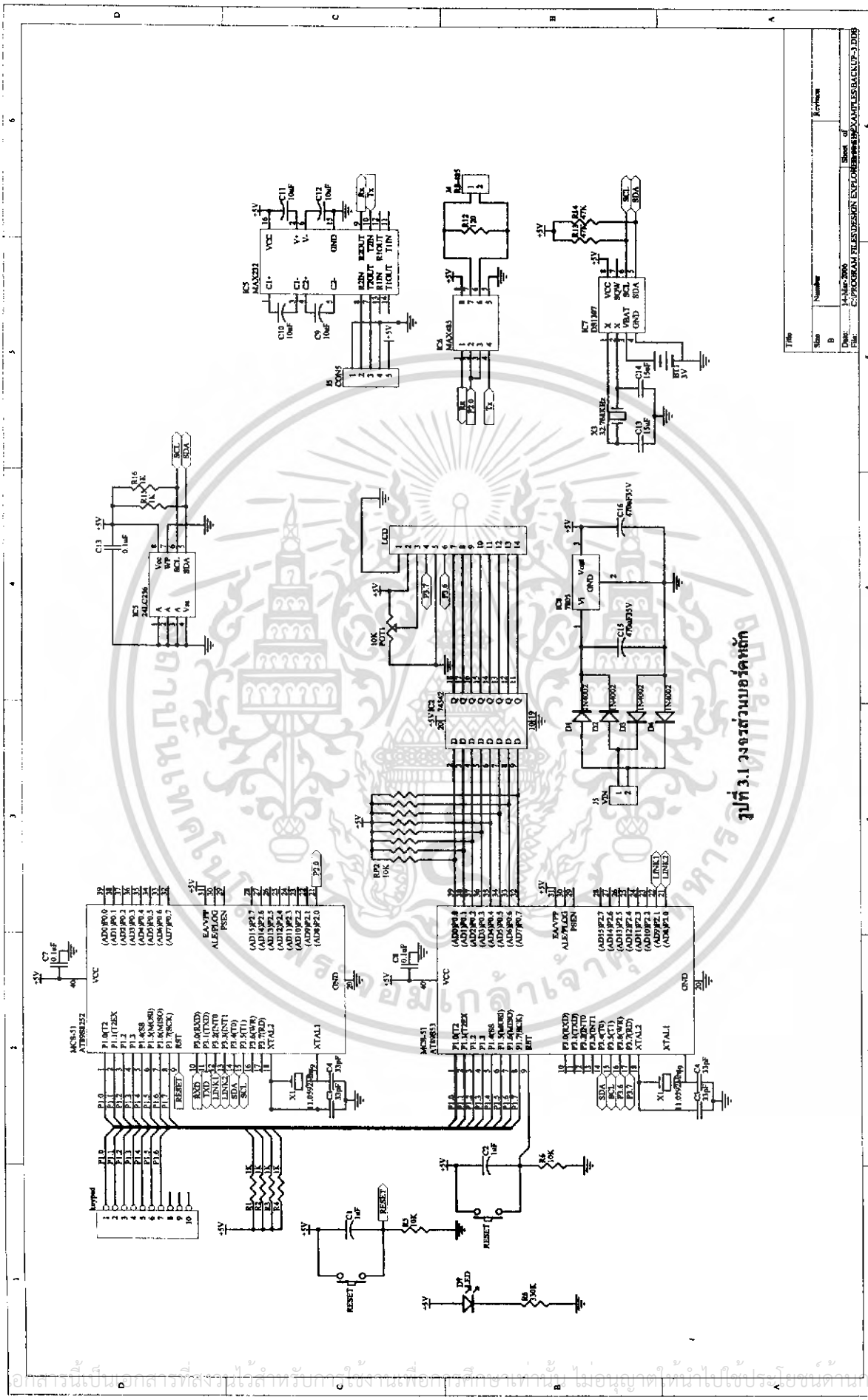
ตรวจสอบและแปลงสัญญาณจากลายนิ้วมือ และไอซีสร้างฐานเวลาจริง หรือ ไอซีเรียลไทม์คล็อก (RTC) เบอร์ DS1307 โดยในหน่วยประมวลผลกลางและจัดเก็บข้อมูลนี้เราจะใช้อุปกรณ์คือ ไอซีไมโครคอนโทรเลอร์ตระกูล MCS-51 เบอร์ AT89S8252 และ AT89S53 ซึ่งเป็นไมโครคอนโทรเลอร์ ขนาด 8 บิต เป็นอุปกรณ์ประมวลผล โดยมีอุปกรณ์ต่อร่วมอื่นๆ เช่น ไอซีบัฟเฟอร์, ไอซีสร้างฐานเวลาจริง หรือ ไอซีเรียลไทม์คล็อก (RTC) เบอร์ DS1307, หน่วยความจำแบบ EEPROM และในการใช้งานนั้นจะต้องมีส่วนสำคัญอีกส่วนคือ ส่วนของการแสดงผล เพื่อแสดงผลของข้อมูลต่างๆที่ถูกบันทึกไว้ โดยจะต้องมีการติดต่อกันระหว่าง เครื่องคอมพิวเตอร์ที่จะแสดงผลกับ หน่วยประมวลผลกลางและจัดเก็บข้อมูลของเรา โดยจะทำการติดต่อกันแบบอนุกรม โดยใช้มาตรฐาน RS-232 หรือมาตรฐาน RS-485 (โดยจะพิจารณาเลือกจากระยะทางระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์ที่จะแสดงผลกับ หน่วยประมวลผลกลางและจัดเก็บข้อมูล) โดยในส่วนของคอมพิวเตอร์ที่จะแสดงผลนั้นต้องสามารถดึงข้อมูลเข้ามาแล้วทำการแปลงข้อมูลนั้นออกมาได้โดยใช้โปรแกรม วิชวลเบสิค

3.2 ส่วนควบคุมการปิด-เปิด ประตูและเครื่องคอมพิวเตอร์หรือหน่วยตัด-จ่ายกำลังไฟฟ้า

ส่วนควบคุมการปิด-เปิดประตูและเครื่องคอมพิวเตอร์หรือหน่วยตัด-จ่ายกำลังไฟฟ้า จะมีหน้าที่ในการรับคำสั่งจากหน่วยประมวลผลกลาง เพื่อทำการตัด-จ่ายกำลังไฟฟ้า ซึ่งในที่นี้ หมายถึงเครื่องคอมพิวเตอร์ และโซลินอยด์ ที่ใช้ในการปิดเปิดประตู ซึ่งในส่วนของหน่วยตัด-จ่ายกำลังไฟฟ้าจะประกอบไปด้วยอุปกรณ์หลักๆ คือ

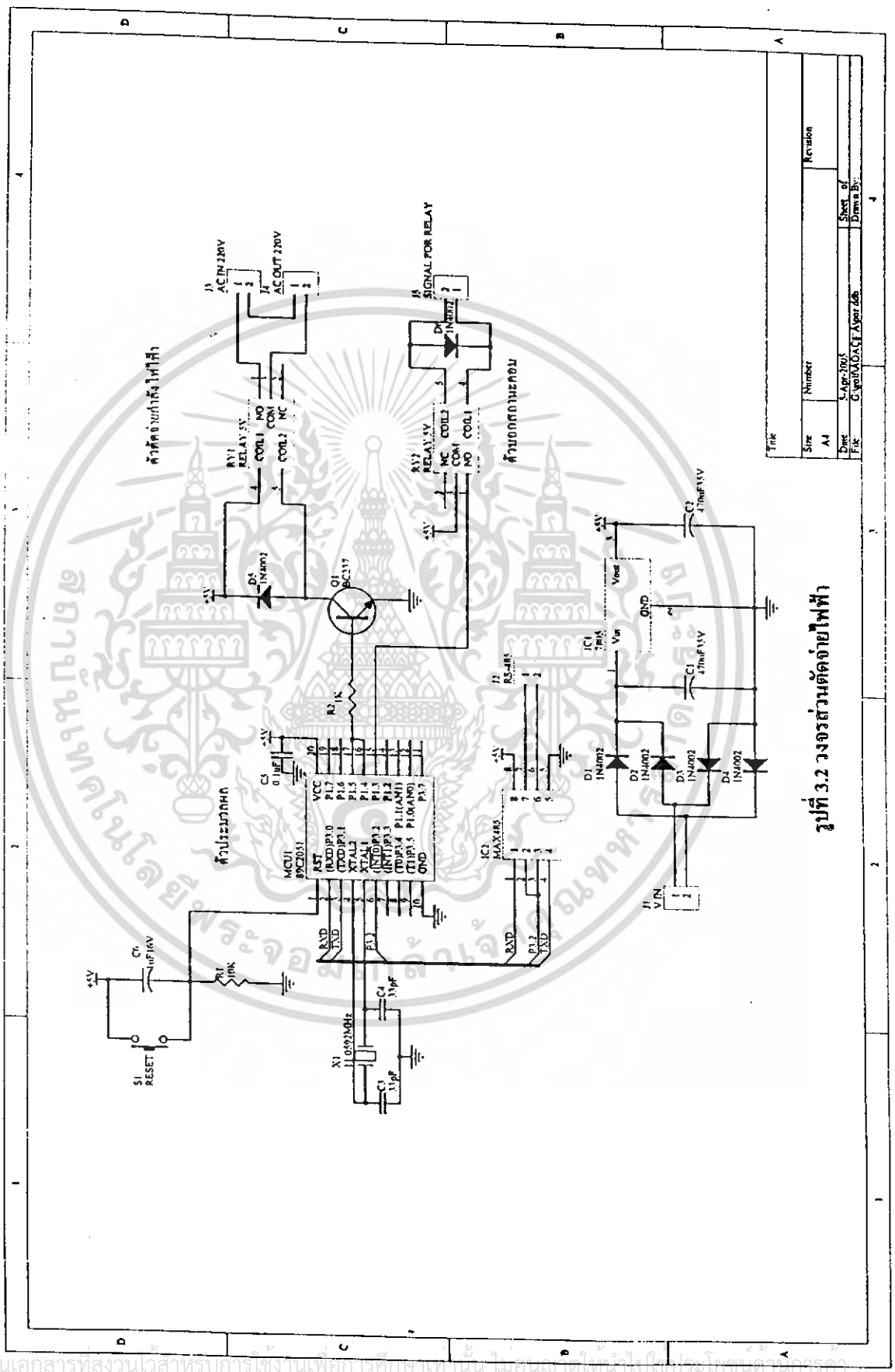
- ไมโครคอนโทรเลอร์ ตระกูล MCS-51 เบอร์ AT89c2051 เพื่อใช้ในการรับและประมวลผลสัญญาณที่ส่ง มาจากหน่วยประมวลผลกลาง
- ทรานซิสเตอร์ และรีเลย์ เพื่อใช้ในการควบคุมแหล่งจ่ายไฟฟ้า AC 220 V. ด้วยกระแสไฟฟ้า DC 5 V.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



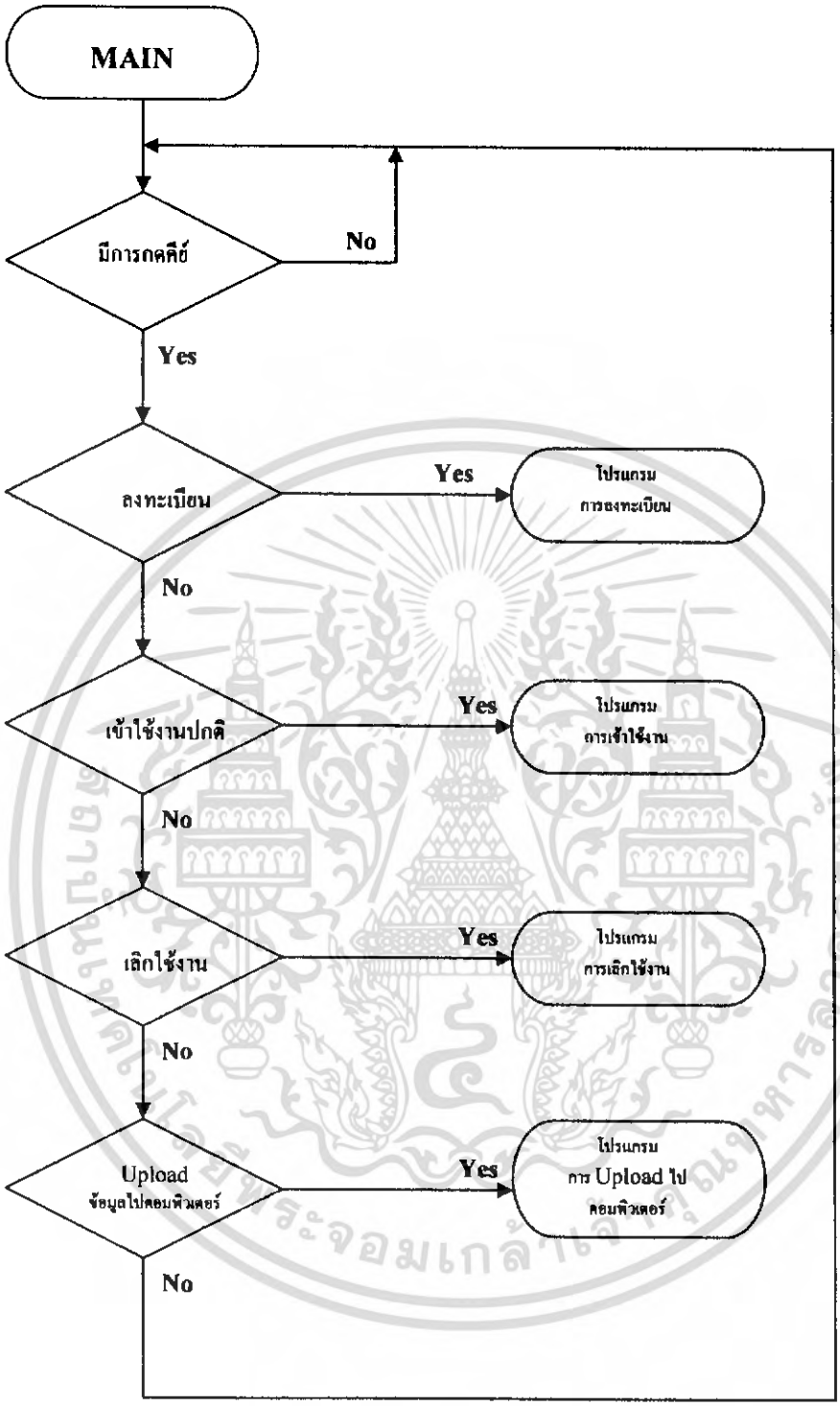
รูปที่ 3.1 วงจรส่วนบอร์ดหลัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



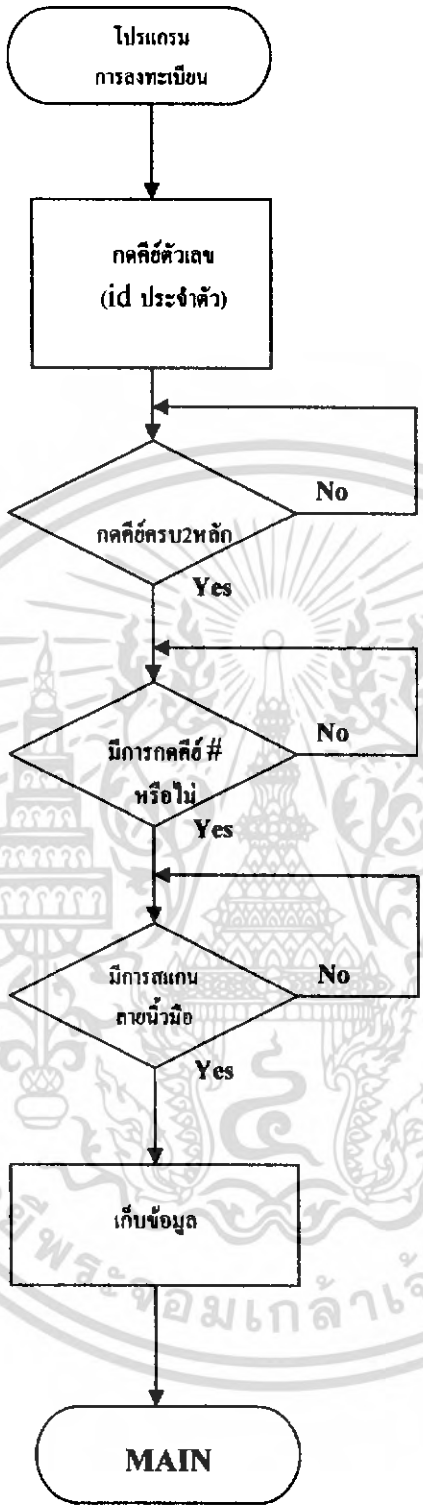
รูปที่ 3.2 วงจรส่วนตัดต่อไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



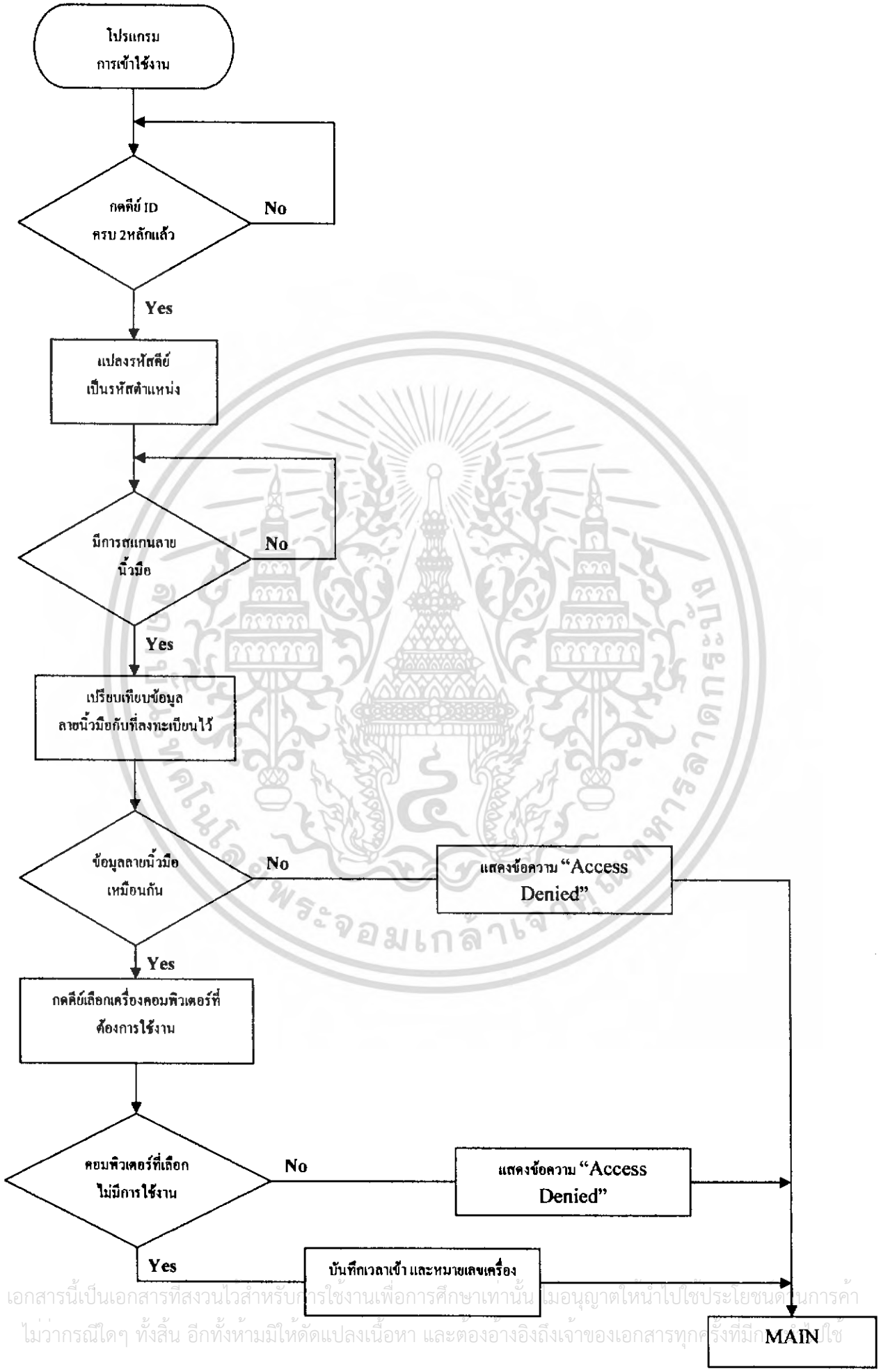
รูปที่ 3.3 MAIN โปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



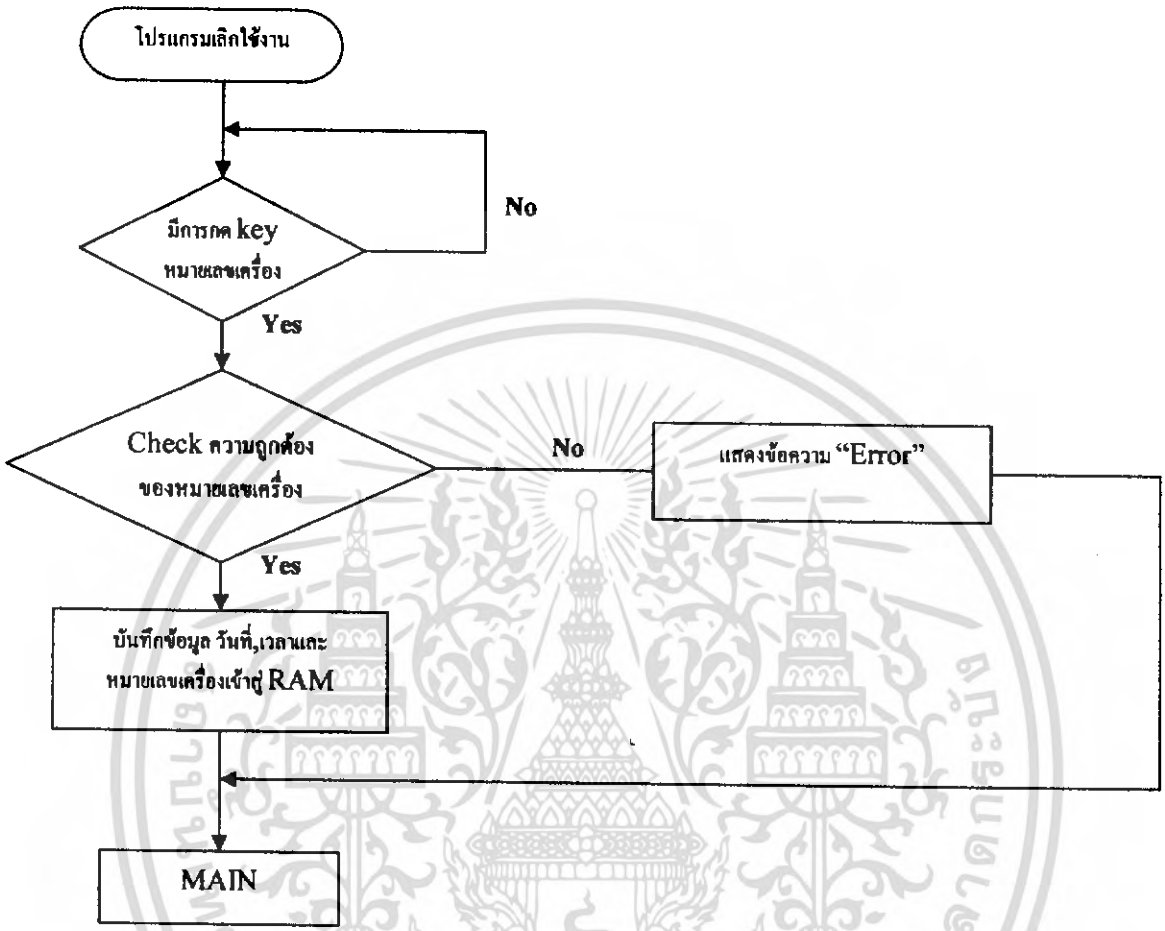
รูปที่ 3.4 โปรแกรมการลงทะเบียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



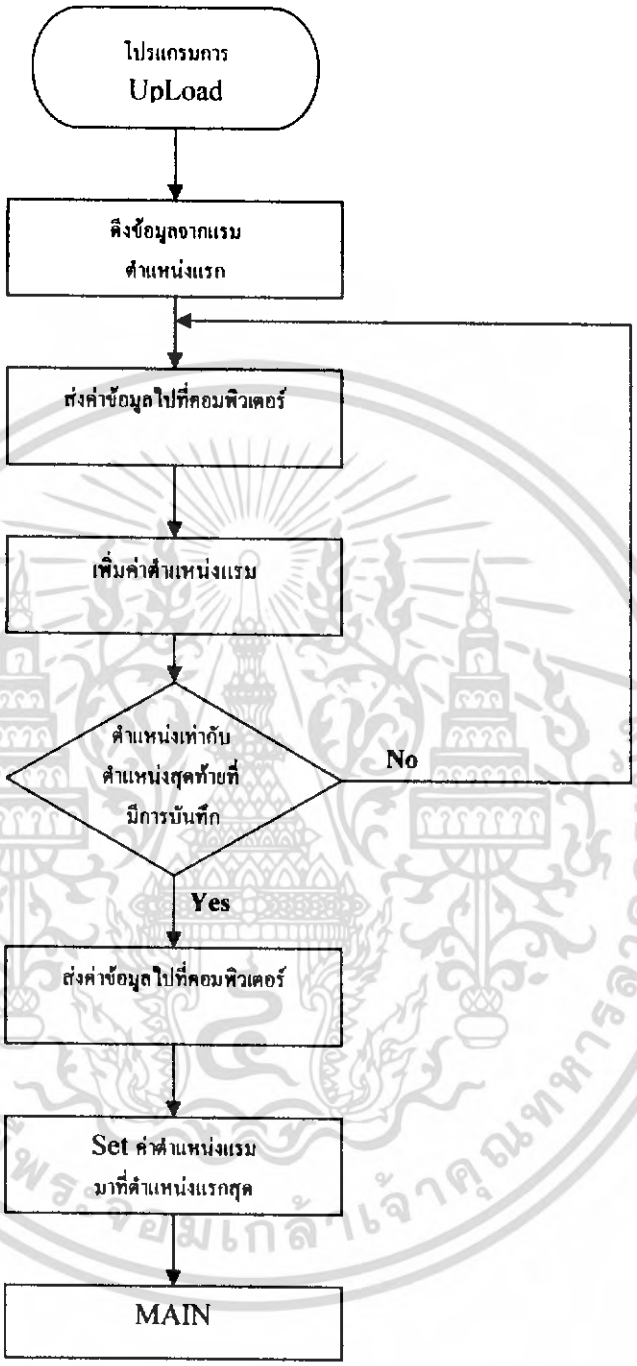
รปที่ 3.5 โปรแกรมการเข้าใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



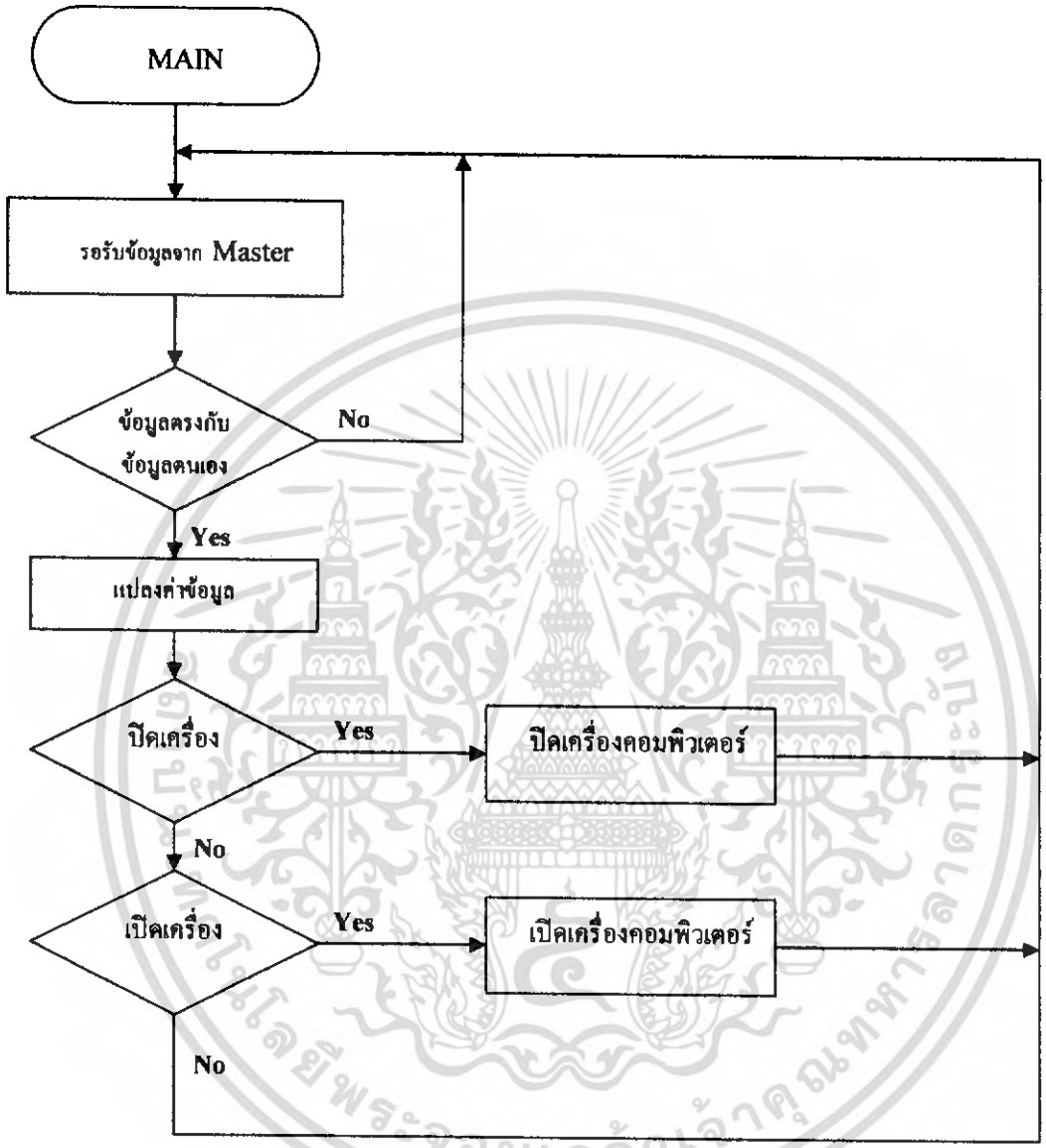
รูปที่ 3.6 โปรแกรมเลิกใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



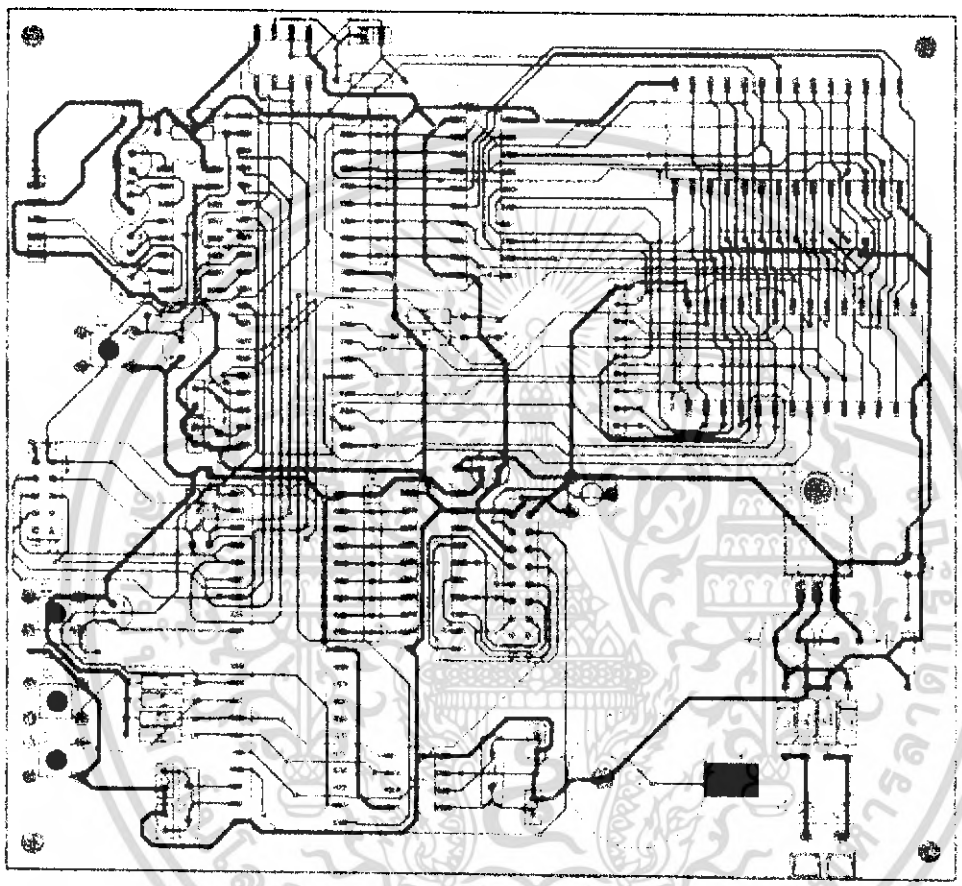
รูปที่ 3.7 โปรแกรมการ Up-load ข้อมูลไปคอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



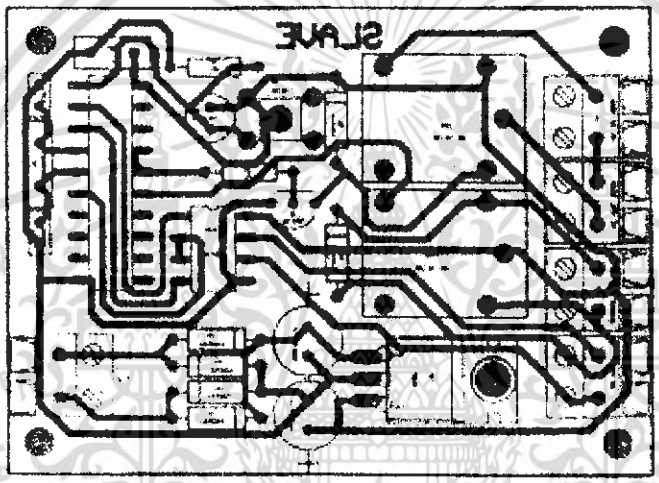
รูปที่ 3.8 โปรแกรมการทำงานส่วนตัดจ่ายกำลังไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.9 ลายวงจรของบอร์ดหลัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.10 ลายวงจรของส่วนตัดจ่ายกำลังไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
การทดลอง และผลการทดลอง

การทดลองได้ทำการทดลองโดยแยกเป็นส่วนของ วงจรบอร์ดหลัก ส่วนของวงจรตัวจ่ายกำลังงานไฟฟ้า และส่วนของภาคแสดงผลบนคอมพิวเตอร์

4.1 การทดลองของส่วนวงจรบอร์ดหลัก

ในส่วนของวงจรบอร์ดหลักนั้น ได้ใช้ ไมโครคอนโทรลเลอร์ 2 ตัวในการทำงาน โดยแบ่งหน้าที่กันทำดังนี้คือ

หนึ่ง ไมโครคอนโทรลเลอร์ตัวแรกนั้นจะทำหน้าที่ในการ ติดต่อสื่อสารกับตัวสแกนลายนิ้วมือ หน่วยความจำภายนอก และแป้นพิมพ์

สอง ไมโครคอนโทรเลอร์ตัวที่สองนั้น ทำหน้าที่ในการติดต่อกับ หน่วยแสดงผลแบบ LCD ไอซีฐานเวลาจริง (DS1307) หน่วยความจำภายนอก และแป้นพิมพ์

ซึ่งไมโครคอนโทรลเลอร์ทั้ง 2 ตัวนี้นั้นจะแยกหน้าที่กันทำงานชัดเจน โดยจะติดต่อระหว่างกันแบบขนานโดยผ่าน พอร์ต P1 ของทั้ง 2 ตัว โดยที่ไมโครคอนโทรลเลอร์ตัวแรกนั้นหน้าที่หลักจะเป็นการประมวลผลในส่วนของลายนิ้วมือ ส่วนไมโครคอนโทรลเลอร์ตัวที่สองนั้นหน้าที่หลักคือ แปลงค่าที่ได้นำมาแสดงผลผ่านหน้าจอ LCD โดยที่ทั้งไมโครคอนโทรลเลอร์ 2 ตัวนี้จะติดต่อกับหน่วยความจำภายนอกเพื่อ เก็บข้อมูลในส่วนของลายนิ้วมืออีกด้วย

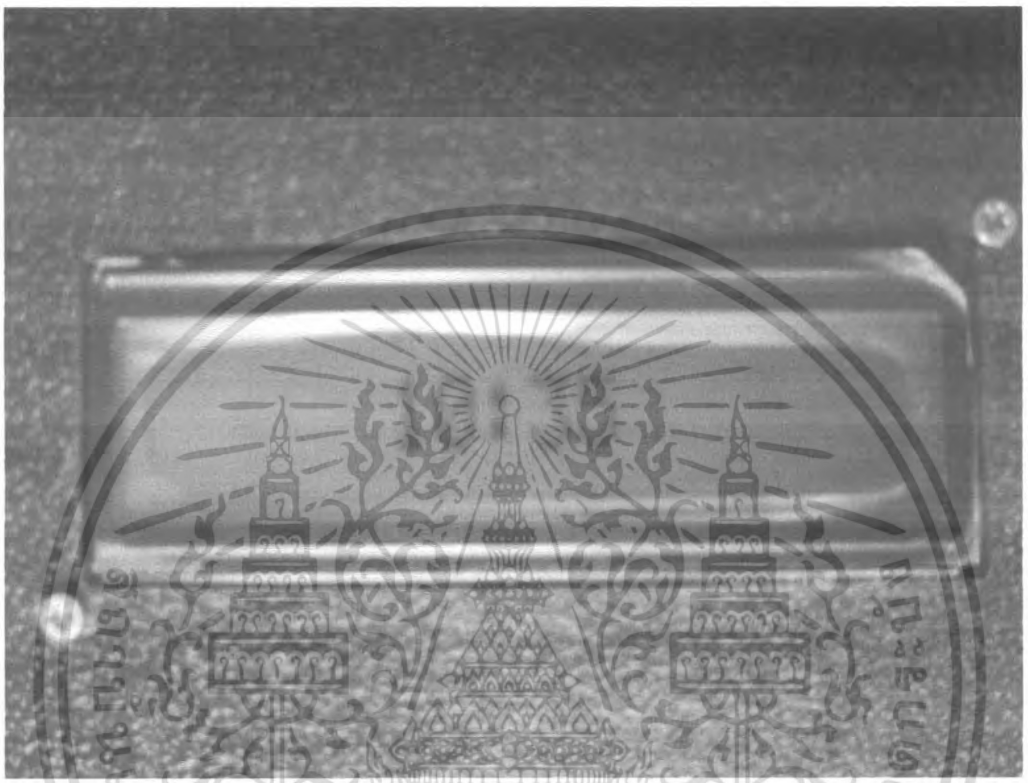
ในส่วนของผลของการทดลองนั้นได้แยกแบ่งการทดลองเป็นส่วน ๆ ดังนี้คือ

- การทดลองติดต่อ DS1307 กับ ไมโครคอนโทรลเลอร์ แล้วนำค่าเวลาที่ได้นำไปแสดงผลออกทางจอ LCD ค่าเวลาที่ได้นั้นเป็นการอ่านค่าเวลาแล้วทำการ Initial หน้าจอ LCD ตลอดเพื่อให้ได้ข้อมูลเวลาที่ถูกต้องแม่นยำที่สุด

```
/*************Show time to LCD************************/
void showtime(){
        ds1307read_time();
        timebuffer();
        initLCD();
        putLCD(0x00);
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

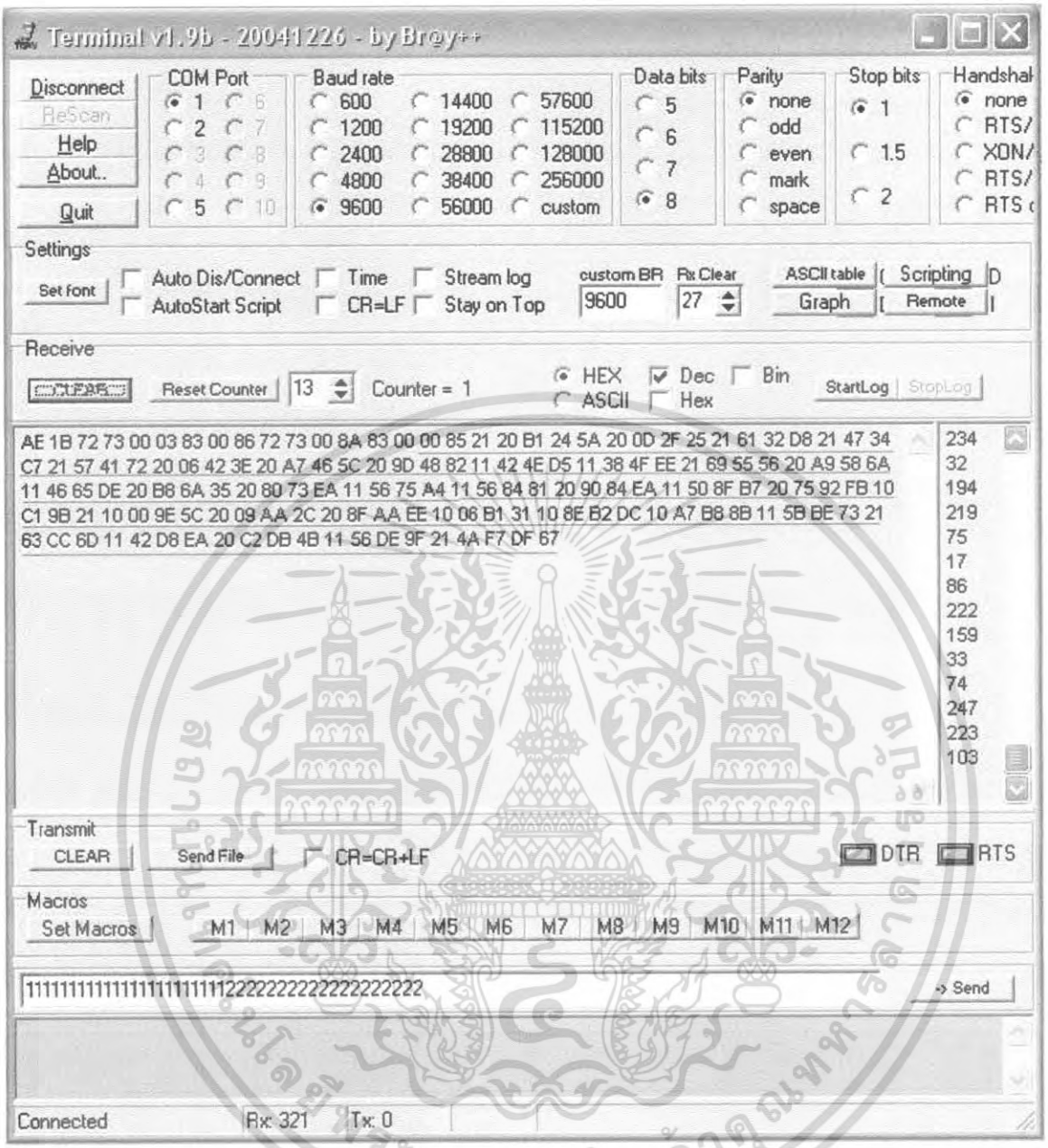
จาก Code ที่กล่าวมาเป็นการตัดส่วนย่อย ๆ ของ Source Code ทั้งหมดมาซึ่งในตอนแรกจะเป็นการอ่านค่าเวลาจาก DS1307 แล้วนำค่ามาเก็บไว้ในตัวแปร Buffer ของเวลาซึ่งมีหน้าที่เก็บค่าของเวลาแล้วนำค่าของเวลานั้นไปแสดงออกทางจอ LCD ดังรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 การแสดงค่าเวลาออกทางหน้าจอ LCD

- การทดลองติดต่อไมโครคอนโทรลเลอร์กับโมดูลสแกนลายนิ้วมือ TSFID335416EB ซึ่งโมดูลสแกนลายนิ้วมือตัวนี้มีวงจร DSP อยู่ภายใน ซึ่งทำหน้าที่ถอดรหัสลายนิ้วมือออกมาเป็นค่า HEX ทำให้สามารถนำค่าที่ได้ไปใช้งานได้สะดวกมากขึ้น โดยในขั้นแรกนั้นทำการทดลองโดยการส่งค่าฟังก์ชั่นเรียกใช้การสแกนนิ้วมือแล้วถอดรหัสของลายนิ้วมือ แล้วให้เครื่องสแกนลายนิ้วมือส่งคืนออกมา จากนั้นสั่งให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ส่งค่าลายนิ้วมือออกมาทางพอร์ตอนุกรม (RS-232) แล้วนำค่ามาแสดงทางหน้าจอคอมพิวเตอร์ผ่านโปรแกรมเทอร์มินอล ดังรูปที่ 4.2

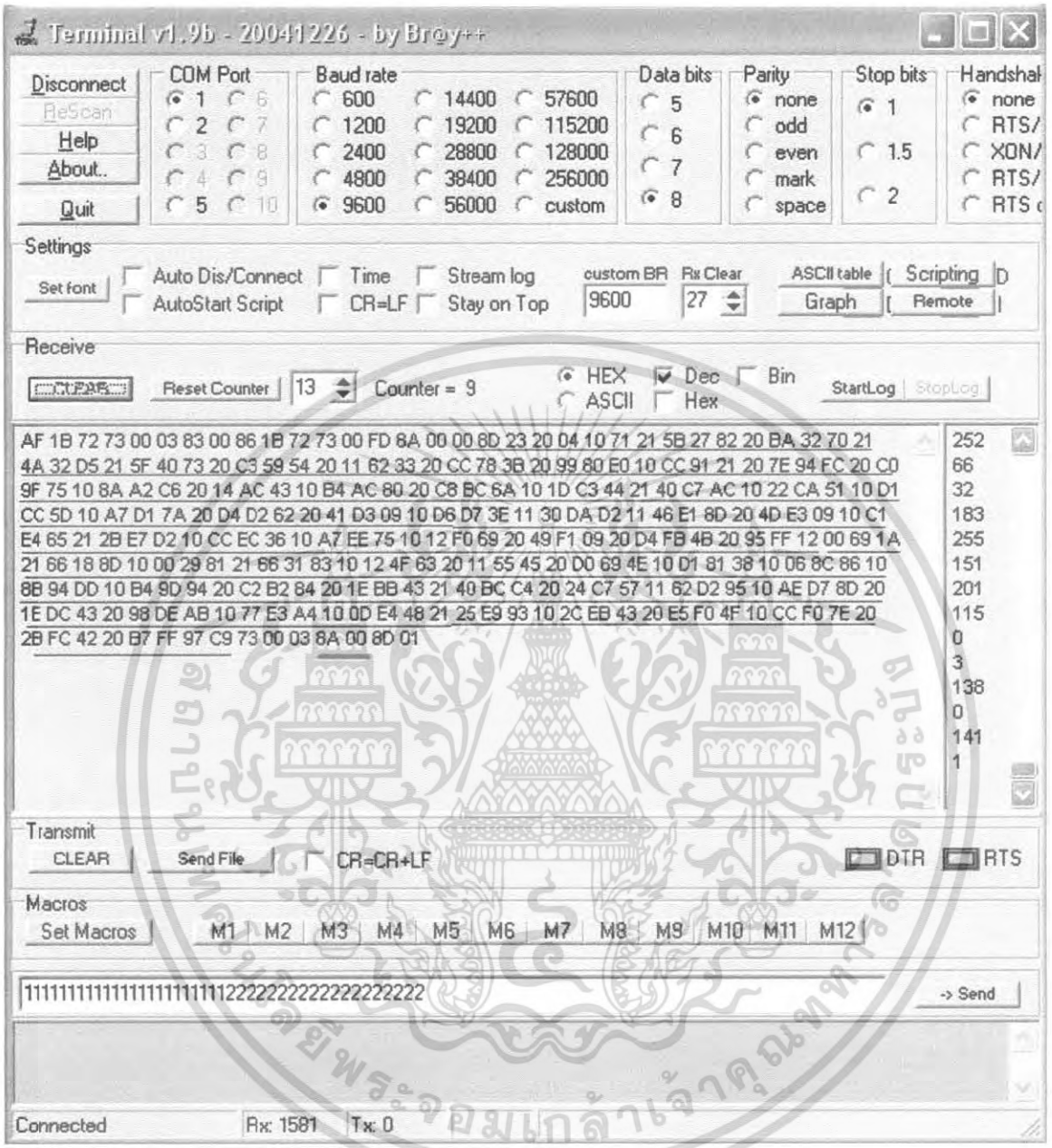
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.2 การแสดงค่าลายนิ้วมือออกมาทางจอคอมพิวเตอร์

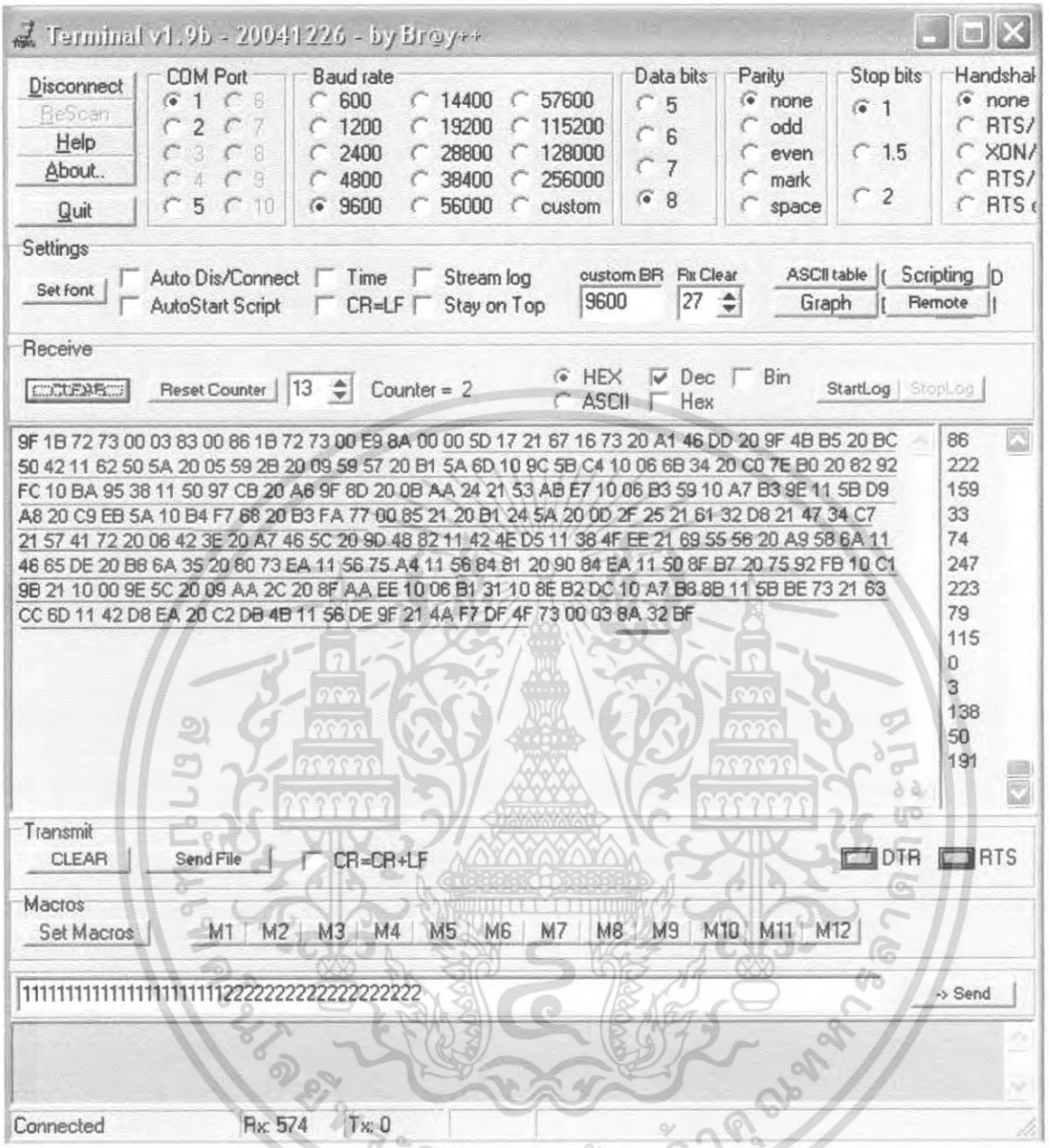
ในอีกการทดลองหนึ่งในส่วนของโมดูลสแกนลายนิ้วมือ คือการนำค่าลายนิ้วมือ 2 นิ้วมาเปรียบเทียบกัน ซึ่งสามารถนำไปใช้ในโหมด Access (การเข้าใช้งาน) ได้ซึ่งถ้าค่าที่ออกมาในส่วนสุดท้ายเป็น 0x8A 0x00 จะหมายถึงว่าลายนิ้วมือที่ได้เปรียบเทียบกันนั้นเป็นลายนิ้วมือเดียวกัน (แสดงในรูปที่ 4.3) แต่ถ้าค่าแสดงออกมาว่า 0x8A 0x32 จะหมายถึงว่าลายนิ้วมือที่ได้เปรียบเทียบกันนั้นไม่ถูกต้อง (แสดงในรูปที่ 4.4)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.3 การแสดงค่าของลายนิ้วมือออกมาทางจอคอมพิวเตอร์
ในโหมดเปรียบเทียบลายนิ้วมือแล้วค่าที่ได้นั้นถูกต้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

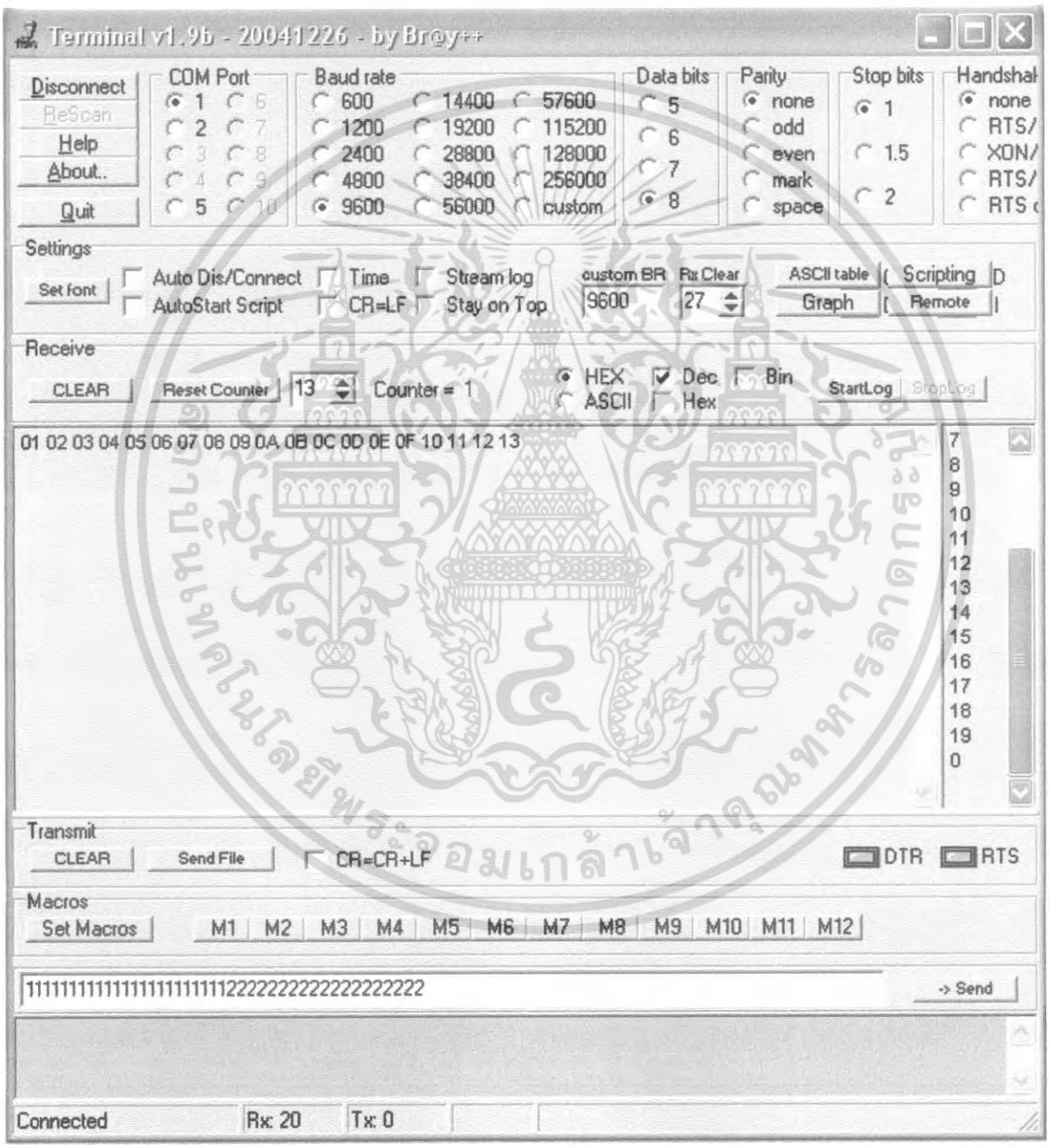


รูปที่ 4.4 การแสดงค่าของลายนิ้วมือออกมาทางจอคอมพิวเตอร์ ในโหมดเปรียบเทียบลายนิ้วมือแล้วค่าที่ได้นั้นไม่ถูกต้อง

- การทดลองติดต่อไมโครคอนโทรลเลอร์กับหน่วยความจำภายนอก (24LC256) ในการทำการทดลองนี้คือในส่วนแรกเขียนข้อมูลลงไป แล้วดึงค่าที่เขียนเข้าไปที่ตำแหน่งนั้น ๆ ออกมาแสดงทางหน้าจอคอมพิวเตอร์ผ่านทางโปรแกรมเทอร์มินอล ดังรูปที่ 4.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
for (i=0;i<=19;i++)Eeprom_WRITE(0x000+i,i);
for (i=0;i<=19;i++) d[i] = Eeprom_READ(0x000+i);
for (i=0;i<=19;i++){
        SBUF = d[i];
        While (!TI);
        TI=0;
}
```



รูปที่ 4.5 แสดงการทดลองเขียนข้อมูลและดึงข้อมูลนั้น ๆ ออกมาจาก หน่วยความจำแล้วนำไปแสดงผลทางหน้าจอคอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 การทดลองส่วนของวงจรตัวจ่ายกำลังงานไฟฟ้า

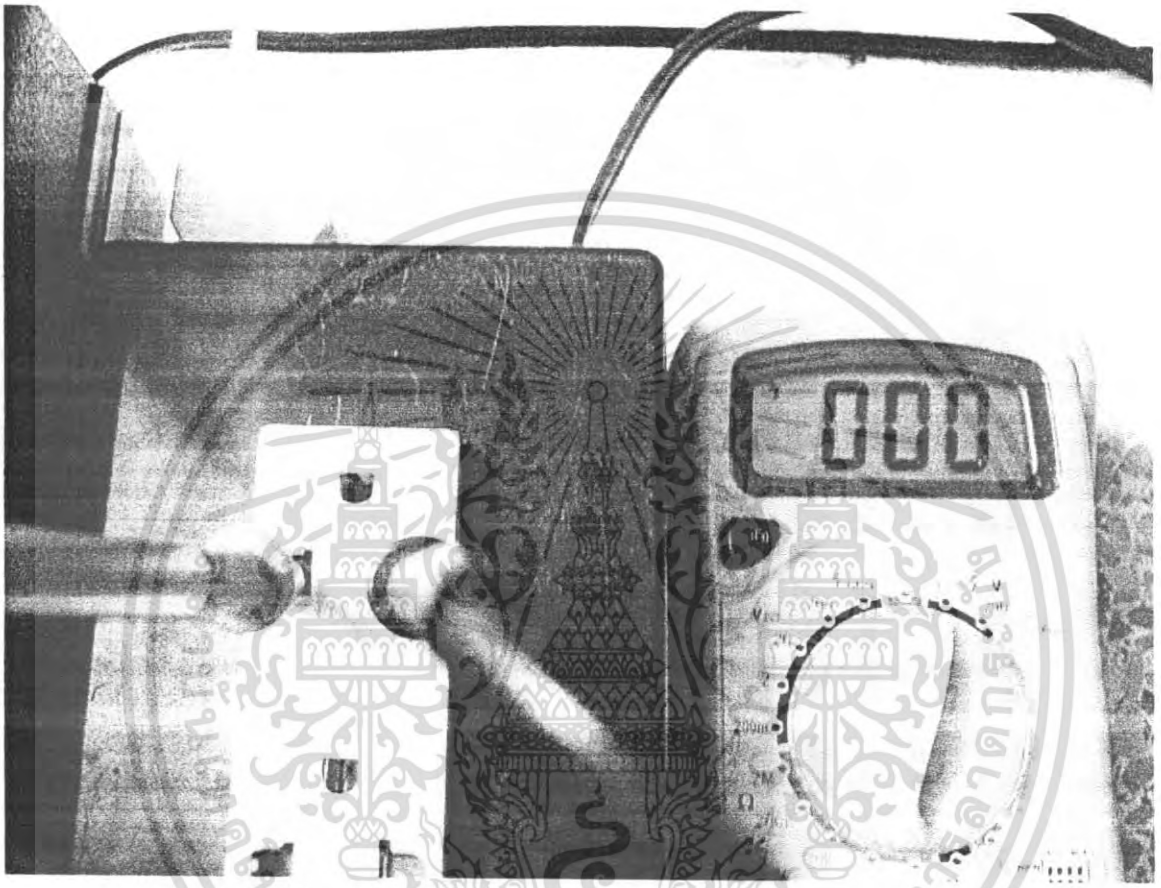
ในการทดลองของส่วนนี้จำเป็นที่ต้องใช้บอร์ดหลักในการสั่งควบคุมโดยผ่านทางมาตรฐานการส่งข้อมูลอนุกรมแบบ RS-485 ซึ่งใช้สายสัญญาณเพียง 2 เส้น และมีลักษณะเด่นคือระยะทางของสายนั้นใช้ได้ยาวมากหลายร้อยฟุต ทั้งยังสามารถรับจำนวนโหลดได้มากอีกด้วย

ในส่วนของการทดลองได้ทำการทดลองดังนี้คือ

- การทดลองโดยการให้บอร์ดหลักสั่งการตัดจ่ายรีเลย์เพื่อจ่ายกระแสไฟ โดยในการทดลองนี้ส่วนของตัวตัดจ่ายกำลังไฟฟ้าจะคอยรับข้อมูลจากบอร์ดหลักผ่านทางมาตรฐาน RS-485 ซึ่งถ้าข้อมูลตรงกับของตนตัวตัดจ่ายกำลังงานไฟฟ้าก็จะสั่งให้รีเลย์ตัดจ่ายกระแสไฟเพื่อให้เต้าเสียบมีไฟฟ้าไหลผ่าน (แสดงดังรูปที่ 4.6) และเมื่อบอร์ดหลักส่งข้อมูลมาว่าให้ทำการหยุดจ่ายกระแสไฟก็จะทำการตัดจ่ายกระแสไฟ (แสดงดังรูปที่ 4.7)

รูปที่ 4.6 แสดงส่วนของวงจรตัดจ่ายกำลังงานไฟฟ้าเมื่อรีเลย์ตัดจ่ายไฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

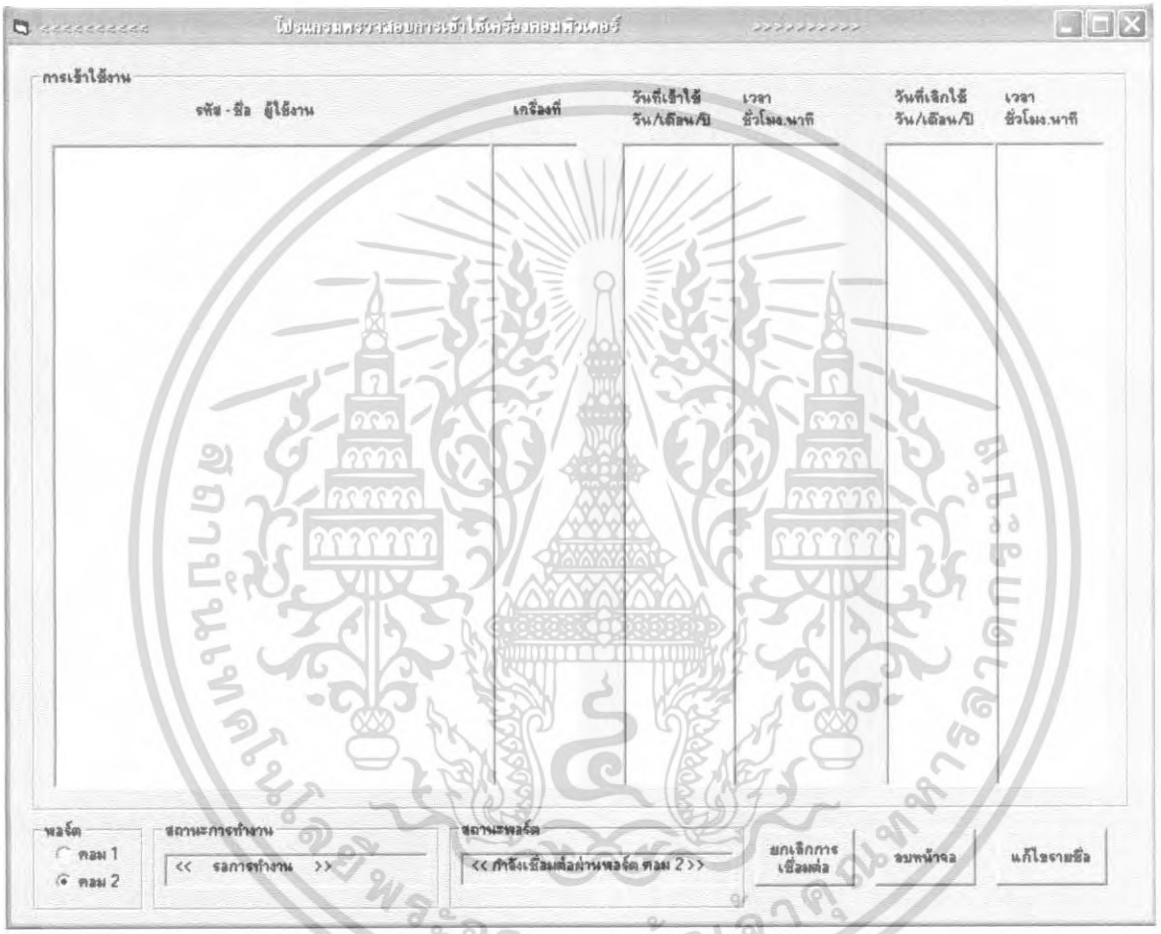


รูปที่ 4.7 แสดงส่วนของวงจรตัดจ่ายกำลังงานไฟฟ้าเมื่อรีเลย์สั่งยกเลิกการจ่ายไฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

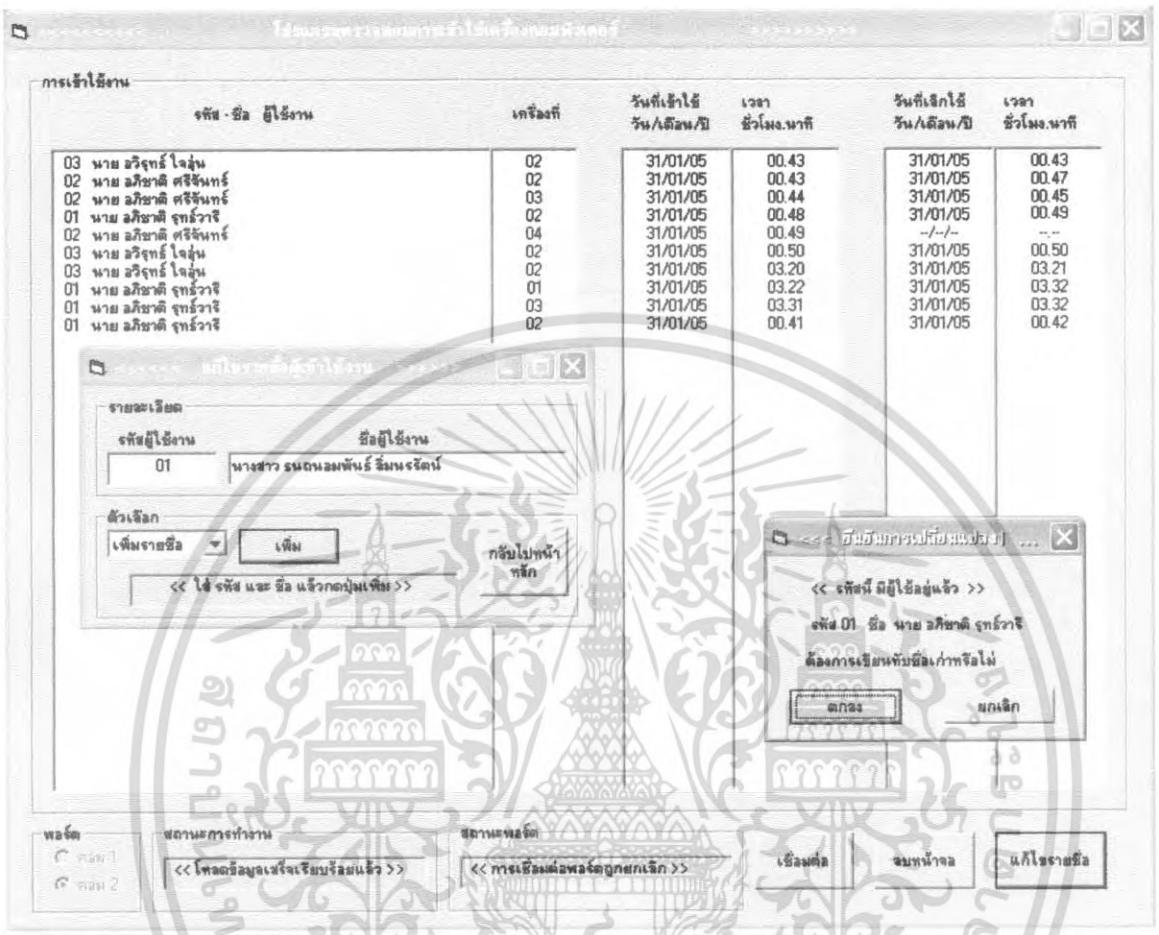
4.3 การทดลองในส่วนของภาคแสดงผลบนคอมพิวเตอร์

ภาคแสดงผลบนคอมพิวเตอร์นั้นจะเป็นโปรแกรมที่รอรับค่าจากส่วนของบอร์ดหลักผ่านทางโหมด Upload to Com เพื่อทำการ Check ค่าของ วัน-เวลา การเข้า-ออก ของขอเข้าใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ซึ่งในการทำงานนั้นต้องทำงานควบคู่กันไปเสมอ โดยสามารถแสดงวัน-เวลาการเข้า-ออกได้ 10 ครั้งหลังสุด



รูปที่ 4.8 โปรแกรมแสดงผลทางจอคอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.9 โปรแกรมแสดงผลทางจอคอมพิวเตอร์เมื่อมีการรับข้อมูลมาแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
บทสรุป วิจารณ์ ปัญหาที่พบ และการพัฒนา

บทสรุป

ในโครงงาน "ระบบควบคุมการเข้าออกด้วยลายนิ้วมือ" นี้นั้นไม่ใช่แค่การควบคุมการเปิด – ปิดประตูเท่านั้น แต่เราได้พัฒนาเพื่อใช้ในการควบคุมการเปิด – ปิดเครื่องคอมพิวเตอร์ที่อยู่ในโครงข่ายของเราได้ด้วยโดยวัตถุประสงค์หลักคือ เพื่อความปลอดภัยของทรัพย์สินและข้อมูลที่อยู่ในเครื่องคอมพิวเตอร์นั้นๆ โดยผู้ที่มีสิทธิ์เข้าใช้งานเครื่องคอมพิวเตอร์นั้นต้องเป็นบุคคลที่มีสิทธิ์และได้รับอนุญาตเท่านั้น ซึ่งหากเกิดปัญหาในการใช้งานหรือมีปัญหาเกี่ยวกับทรัพย์สินก็สามารถตรวจสอบได้โดยง่ายเพราะจะมีการบันทึกว่าใครเข้ามาใช้เวลาใดและใช้เครื่องคอมพิวเตอร์เครื่องใด ซึ่งจะทำให้ระบบของเรามีมาตรฐานในด้านของการรักษาความปลอดภัยมากขึ้น

บทวิจารณ์

ในระบบของเรานั้นได้นำไอซีฐานเวลาจริง (Real time clock) และหน่วยความจำแบบ EEPROM มาใช้งานด้วย ทำให้ระบบของเราสามารถทราบ และตรวจสอบได้ในภายหลังว่ามีใครเข้ามาใช้งานคอมพิวเตอร์เมื่อใดและยังทราบว่าใช้เครื่องไหนทำให้ระบบของเรามีความสามารถที่จะตรวจเช็ค และสามารถทราบถึงผู้ที่เข้ามาใช้งานแล้วไม่ทำตามกฎระเบียบ อันพึงจะทำให้เกิดความเสียหายแก่ทรัพย์สินได้

ปัญหาที่พบ

ในการสแกนลายนิ้วมือนั้นจำเป็นต้องวางนิ้วมือให้แม่นยำและได้มุมที่ถูกต้อง ไม่เช่นนั้นในบางครั้งโมดูลสแกนลายนิ้วมืออาจจะมองเห็นว่าเป็นคนละลายนิ้วมือได้ทั้งที่เป็นลายนิ้วมือเดียวกัน

แนวทางการพัฒนาต่อ

ในอนาคตเมื่อนำไปใช้งานจริง อาจจำเป็นต้องเพิ่มขนาดของหน่วยความจำเพื่อรองรับการเก็บลายนิ้วมือเพิ่มขึ้น ทำให้สามารถรองรับจำนวนผู้ใช้งานได้มากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

1. อภิชาติ ภู่พลับ "เริ่มต้นเขียนโปรแกรมติดต่อและควบคุมฮาร์ดแวร์ ด้วย Visual Basic" บริษัท "Dev Book", 240 หน้า, 2546
2. ฉันทวุฒิ พืชพล และ พิชิต สันติรุจานนท์ "คู่มือเรียน Visual Basic 6" ซีเอ็ดยูเคชั่น, 560 หน้า, พิมพ์ครั้งที่ 11, 2547
3. ชัยวัฒน์ ลิ้มพรจิตรวิไล และ วรพจน์ กรแก้ววัฒนกุล,"เรียนรู้และปฏิบัติการ ไมโครคอนโทรเลอร์ MCS-51", บริษัท อินเวดีฟ เอ็กเพอริเมนต์ จำกัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การใช้งานเครื่องสแกนลายนิ้วมือ

ในส่วนของรูปแบบการทำงานในตอนแรกนั้น ไมโครคอนโทรเลอร์ตัวที่สอง ซึ่งทำหน้าที่แสดงผลนั้นเมื่อเปิดเครื่องมาแล้ว จะต้องทำการ เซ็ตเวลาให้กับระบบก่อนโดย เราใช้ไอซีฐานเวลาจริง(DS1307) มาเป็นตัวสร้างฐานเวลาให้กับระบบนี้และไอซีนี้ต้องติดต่อสื่อสารแบบ I^2C หลังจากนั้นก็จะแสดงผลที่หน้าจอ LCD ซึ่งถ้าเราไม่กดอะไรเลย LCD ก็จะแสดงเวลาไปเรื่อยๆ จนเมื่อมีการกด คีย์ * (ในที่นี้เรียกว่า ฟังก์ชั่นคีย์) เมื่อทำการกดฟังก์ชั่นคีย์ แล้วจะเป็นการเข้าสู่เมนูการทำงาน และถ้าทำการกดฟังก์ชั่นคีย์ไปเรื่อยๆจะเป็นการเปลี่ยนเมนูการทำงานไปเรื่อยๆ ซึ่งถ้าต้องการเลือกใช้เมนูไหนสามารถทำได้โดยการกด คีย์ # (ในที่นี้เรียกว่า เอ็นเทอร์คีย์) ซึ่งแบ่งเมนูการทำงานเป็น 4 โหมดดังนี้คือ

1. โหมดการลงทะเบียนลายนิ้วมือ (Enrollment)
2. โหมดการเข้าใช้งานเครื่องคอมพิวเตอร์ (Access)
3. โหมดการเลิกใช้งานเครื่องคอมพิวเตอร์ (Exit)
4. โหมดการโอนถ่ายข้อมูลไปสู่เครื่องคอมพิวเตอร์ (Upload to Com)

โหมดการลงทะเบียนลายนิ้วมือ (Enrollment)

เมื่อเริ่มเข้าสู่โหมดนี้แล้ว ต้องทำการกดรหัสประจำตัว 2 ตำแหน่งก่อน แล้วจากนั้นจะเป็นการสแกนลายนิ้วมือเพื่อนำไปเป็นแม่แบบในการเทียบลายนิ้วมือ ซึ่งเมื่อทำการสแกนเสร็จสิ้นแล้วที่หน้าจอ LCD จะแสดงข้อความว่า "SUCCESS" ซึ่งหมายความว่าได้ทำแม่แบบของลายนิ้วมือเพื่อนำไปทำการเปรียบเทียบเสร็จสิ้นแล้ว แต่ถ้าหลังจากสแกนแล้วที่หน้าจอ LCD แสดงว่า "ERROR" แปลว่ามีการผิดพลาดในการสแกนลายนิ้วมือให้ทำการลงทะเบียนใหม่อีกครั้ง

โหมดการเข้าใช้งานเครื่องคอมพิวเตอร์ (Access)

ในโหมดนี้จะคล้ายกับโหมดการลงทะเบียนลายนิ้วมือคือ เมื่อเข้าสู่โหมดนี้จะต้องทำการกด รหัสประจำตัวก่อน แล้วจากนั้นถึงจะทำการสแกนลายนิ้วมือเพื่อนำลายนิ้วมือไปเปรียบเทียบกับลายนิ้วมือแม่แบบของรหัสประจำตัวที่ลงทะเบียนไว้ เมื่อเครื่องสแกนลายนิ้วมือประมวลเสร็จสิ้นแล้ว และแสดงผลออกมาว่าลายนิ้วมือที่ทำการเปรียบเทียบนั้นตรงกับลายนิ้วมือแม่แบบที่หน้าจอ LCD จะแสดงข้อความว่า "ACCESSED" แปลว่าเข้าใช้งานได้หลังจากนั้นจะเป็นการกดรหัสเพื่อเลือกคอมพิวเตอร์ที่ต้องการเข้าใช้งาน แต่ถ้าลายนิ้วมือนั้นเปรียบเทียบกันแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไม่ตรงกัน LCD จะแสดงข้อความว่า "ACCESS DENIED" ทำให้ไม่สามารถเข้าใช้งานได้ แล้วหลังจากนั้นจะเป็นการเลือกหมายเลขเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ต้องการเรียกใช้งาน ซึ่งต้องเป็นคอมพิวเตอร์ที่ยังไม่มีการใช้งานอยู่ ถึงจะสามารถเข้าไปใช้ได้ แต่ถ้าเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ทำการเลือกมีผู้ใช้งานอยู่ที่หน้าจอ LCD จะแสดงข้อความว่า "ACCESS DENIED"

โหมดการเลิกใช้งานเครื่องคอมพิวเตอร์ (Exit)

เมื่อเข้าสู่โหมดการเลิกใช้งานนี้จะเป็นการกดรหัสของคอมพิวเตอร์ที่เราต้องการจะเลิกใช้งาน ระบบจะทำการสั่งตัดการจ่ายไฟไปที่ เต้าจ่ายไฟให้คอมพิวเตอร์

โหมดการโอนถ่ายข้อมูลไปสู่เครื่องคอมพิวเตอร์ (Upload To Com)

การโอนข้อถ่ายข้อมูลไปที่เครื่องคอมพิวเตอร์หมายถึง การแสดงเวลาการเข้าใช้งานเครื่องคอมพิวเตอร์ และการเลิกใช้งานเครื่องคอมพิวเตอร์ แบบย้อนหลังโดยจะแสดงข้อมูลการใช้ได้ 10 ครั้งหลังสุดของการเรียกใช้งาน ซึ่งต้องใช้ควบคู่กับโปรแกรมการแสดงผลบนหน้าจอคอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SUPIDENT

TSFID335416EB
Software Development Kit

Supident Science & Technology Co., LTD.

Monday, April 04, 2005

Sales,Beijing TEL:(8610)82251184 FAX:(8610)-82250476
R&D,ShenZhen TEL:(86755)26819066 26819366 FAX:(86755)26819766

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. Description

Commands hereof apply to TSFID-335416EB embedded suite without card and voice support. In order to strengthen the operating feasibility, in each real-time fingerprint capture operation, TSFID-335416EB will prompt "place/withdraw the finger" to the host and the application system may determine the methods of prompt (voice or text) at its own option.

2. Conventions

Command messages hereof contain HEX digits, with or without suffix of H. For instance, 1B equals 1BH (0x1B) and 05 equals 05H (0x05).

The word "host" refers to application system controlling machine (card-issuing system controlling machine or main control SCM); "TSFID" or "equipment" refers to TSFID-335416EB.

"Command" refers to a message sent from the host to TSFID to direct or inform the verification equipment how to act. "Response" refers to a message sent from TSFID to the host, and is mostly the feedback execution result after receiving a command. The command 84H is special. It is sent from the equipment to the host, prompting an operation requiring no response from the host and without leader command. It can be considered as a response just in the category of transmission direction.

In the following explanation, if multi-bytes are involved, the order of the bytes is determined by their order of being sent or received. The first sent or received byte is named the first byte, and the next the second byte, and so on.

The proposed method of implementation is that: the host sends a command message to TSFID, and TSFID returns a response message to the host after processing the command accordingly.

2.1 Command Message

	Header	Length	Command ID	Parameter	Checksum
Length	3	2	1	n	1
Value	1B 72 73				

The format of a data packet is as described in the above table. It is composed of five parts, and the length unit is byte. Data in the message is in HEX digits.

(i) Message Header

Message header marks the start of a command. It has 3 bytes. Its value is 1B 72 73 HEX.

(ii) Length

Length refers to the bytes number, include the command ID, the parameter and the checksum. It has 2 bytes, and the first byte reflects the high order of the length. For instance, length 01 00 means that the length of the message is 0100H (256).

(iii) Command ID

Command ID shows the denote which command to be executed currently. It includes one byte, describing what kind of operation to be executed.

(iv) Parameter

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Parameter is optional. It describes data requirements of the command.

(v) Checksum

Checksum equals to the unsigned carry-free sum from the first byte to the last byte near the checksum byte itself, one byte.

For Example:

1B 72 73 00 02 61 63

Explanation: This is a plain text command message. The first three bytes form the message header 1B 72 73, marking the start of the command. The length is 0002H, which means that there are 2 bytes in total of command, parameter and checksum. The Command ID is 61. And there is no parameter. The checksum is 1B+72+73+00+02+61=63.

2.2 Response Message

	Header	Length	Command ID	Response	Checksum
Length	3	2	1	n	1
value	1B 72 73				

The message header, length, Command ID and checksum of the response message is similar with those of the command message. The most difference lies in the response. The response usually includes the following parts:

(i) Return code (1 byte) 00 representing operation successful

(ii) Operation result *whose existence rests with the command, and when* Return code is 00, it has a practical meaning

For example:

1B 72 73 00 05 61 00 04 FF 69

Explanation: The first three bytes of the response message make the message header 1b 72 73. The length is 0005H. There are 5 bytes in total of the Command ID, response parameter and checksum. The Command ID is 61. The return code is 00, which means the operation is successful. The operation result is 04 FF. And the checksum is 69.

2.3 Data Structure

Among the provided interface commands, there are several commands that require data transmission. Therefore, we define the structures of some frequently used data parameters. The whole structure information must be offered no matter being used in command parameters or information saving.

2.3.1 Fingerprint feature Structure

In some feature extracting or template matching commands, there are usually requirements for feature transmission. Its structure is as follow:

Byte Order	Definition	description
1、2	Length of the template, indicating the byte number of the next valid characteristic bytes.	The length does not include the length byte itself.
Rest	Minutiae characteristic value contained in the template	

The size of the whole structure is the first byte*256+the second byte+2. A template (include the length byte) is not more than 263 bytes.

For example: 00 09 02 11 12 13 14 15 16 17 18 as a feature, the valid characteristic byte number is

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

09H（00H*256+09H）, the minutiae characteristic value is 021112131415161718.
The size of the whole template is 11 bytes.

3. Command Set

3.1 Summary List

Command ID	Function	Note
Basic Operation Commands		
61H	Set up Connection	
62H	Reset the baud rate used in communication	
Fingerprint Operation Commands		
80H	Unconditioned scan of fingerprint images	
81H	Conditioned scan of fingerprint images	
82H	Extract features from the saved image data and upload to the host	
83H	Capture a Real-time sample, upload the features to the host.	
84* 31/32	Finger action prompts: play/withdraw the finger	One-way
85H	The features extraction during enrollment stage	
86H	The template construction during enrollment by the command 85H and upload to the host	
89H	Capture a real-time sample, and verify it against the templates downloaded as the command parameter.	
8AH	Compare the two templates download and response the compared result.	

*84H is a one-way command, sent from TSFID device to the controlling machine to indicate an operation and with no follow-up processing. When the host sends 81H, 83H, 85H and 89H commands to TSFID, it will receive a response with the Command ID 84H, prompting placing/withdrawing the finger.

3.2 Return code

In the process of command operation, different value will be returned according to different operation status of the command.

Order	Value(Hex)	Description
1	00h	The command executed successfully
2	01h	Invalid Command ID
3	02h	The parameter does not match its definition.
4	03h	Checksum error
5	30h	Failure to scan valid fingerprint image during desired time
6	31h	Enrollment failure
7	32h	Verification, the captured fingerprint is not matched with the template download.
8	33h	Failure to capture, Not enough features captured.

3.3 Command Details

3.3.1 Connect: 61H

Command ID: 61H

Function: Connect to TSFID device

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

The host send this command to try to connect with TSFID. Once received this command, TSFID will return a response with the parameters used in the communication to the host.

Parameter: none

Command (the host→TSFID):

	Header	Length	Command ID	Checksum
Length	3	2	1	1
Value	1B 72 73		61	

Response (TSFID→the host):

	Header	Length	Command ID	Response Parameter	Checksum
Length	3	2	1	1+[2]	1
Value	1B 72 73		61	Return code + [communication parameter]	

When Return code is 00, the communication parameter in the response parameter is valid. The communication parameter includes two bytes, and is mainly designed for serial ports. The definition is as follow:

The first byte: baud rate

Value（Hex）	Baud Rate
04	9600
06	14400
08	19200
10	38400

The second byte: reserved, without practical meaning.

Return code:

Value(Hex)	Description
00	Correct connection.
01	Invalid Command ID
02	The baud rate in this communication will adopt the default value 9600 due to incorrect parameters.
03	Checksum error

For example:

Command -- 1B 72 73 00 02 61 xx

Successful Response –1B 72 73 00 05 61 00 04 FF xx

Failed Response -- 1B 72 73 00 03 61 03 xx

3.3.2 Modify Baud Rate: 62H

Command ID: 62H

Function: Reset the baud rate of serial communication

The host uses this command to modify the baud rate used in the serial communication. After receiving the command, TSFID will return a response with the current communication setting and reset the baud rate. And later communication will adopt the new setting.

Parameter: communication parameter

Command (the host→TSFID):

	Header	Length	Command ID	Parameter	Checksum
Length	3	2	1	2	1
value	1B 72 73		62	new baud rate	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

The length of the new baud rate is two byte. Refer to Command 61H for its definition.

Response (TSFID→the host):

	Header	Length	Command ID	Response	Checksum
Length	3	2	1	1	1
value	1B 72 73		62	Return code	

Return code:

Value(Hex)	Description
00	The command executed successfully
01	Invalid Command ID
02	The parameter does not match its definition
03	Checksum error

For example:

Command –1B 72 73 00 04 62 04 FF *xx*

Successful Response –1B 72 73 00 03 62 00 *xx*

Failed Response -- 1B 72 73 00 03 62 03 *xx*

3.3.3 Unconditioned Scan of Fingerprint Images: 80H

Command ID: 80H

Function: unconditioned scan of fingerprint images

The host uses this command to inform TSFID to scan fingerprint image once immediately after it receiving the command, no matter whether the finger has placed or not, or whether the fingerprint image quality achieved the system requirements.

Parameter: none

Command (the host→TSFID):

	Header	Length	Command ID	Checksum
Length	3	2	1	1
Value	1B 72 73		80	

Response (TSFID→the host):

	Header	Length	Command ID	Response	Checksum
Length	3	2	1	1	1
value	1B 72 73		80	Return code	

Return code:

Value(Hex)	Description
00	Command executed successful.
01	Invalid Command ID
03	Checksum error

For example:

Command –1B 72 73 00 02 80 *xx*

Successful Response –1B 72 73 00 03 80 00 *xx*

Failed Response -- 1B 72 73 00 03 80 01 *xx*

3.3.4 Conditioned scan of Fingerprint Images: 81H

Command ID: 81H

Function: conditioned scan of fingerprint images

The host sends this command to start one conditioned scan. After receiving this command, TSFID will:

Step 1: Send Command 84 31 to prompt placing on the finger, and stand by for the finger to press;

Step 2: scan the image and judge the image quality; and if having scanned qualified images, proceed to Step 3; or else, send response 81 30 to the host prompting capture

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

overtime and terminate the operation;

Step 3: Send Command 84 32 to prompt raising the finger, and then send response 81 00 to the host prompting scan OK, and exit the operation.

Response hereafter shall refer to the response of Command 81 itself.

Parameter: none

Command (the host→TSFID) :

	Header	Length	Command ID	Checksum
Length	3	2	1	1
Value	1B 72 73		81	

Response (TSFID→the host):

	Header	Length	Command ID	Response	Checksum
Length	3	2	1	1	1
value	1B 72 73		81	Return code	

Return code:

Value(Hex)	Description
00	Command executed successfully.
01	Invalid Command ID
03	Checksum error
30	Fail to capture valid fingerprint images during the desired time

For example:

Command –1B 72 73 00 02 81 *xx*

Successful Response –1B 72 73 00 03 81 00 *xx*

Failed Response -- 1B 72 73 00 03 80 30 *xx*

3.3.5 Extract Features From Saved Images: 82H

Command ID: 82H

Function: extract features from saved images

The host sends the command to inform TSFID to extract characteristics from the saved image of the latest scan, and upload the features to the host.

Parameter: 00

Command (the host→TSFID):

	Header	Length	Command ID	Parameter	Checksum
Length	3	2	1	1	1
Value	1B 72 73		82	00	

Response (TSFID→the host):

	Header	Length	Command ID	Response	Checksum
Length	3	2	1	1+[n]	1
Value	1B 72 73		82	Return code + [Fingerprint feature]	

When Return code is 00, the **fingerprint feature** is valid. Refer to 2.3.1 for its structure definition.

Return code:

Value(Hex)	Description
00	Command executed successfully. Feature extracted;
01	Invalid Command ID
02	The parameter does not match its definition.
03	Checksum error
33	Not enough features extracted

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

For example:

Command –1B 72 73 00 03 82 00 *xx:*

Successful Response –1B 72 73 xx xx 82 00 nn xx xx ... *xx*

Failed Response – 1B 72 73 00 03 82 33 *xx: fail to extract valid characteristics*

3.3.6 Capture a Real-time sample, upload the features to the host.: 83H

Command ID: 83H

Function: Capture a Real-time sample, upload the features to the host

The host sends this command to inform TSFID to execute one real-time conditioned image capture and extract fingerprint characteristics. After receiving this command, TSFID will:

Step 1: Send Command 84 31 to prompt placing the finger, and stand by for the finger to press;

Step 2: scan the image and judge the image quality; and if collected qualified images , proceed to Step 3; or else, send response 83 30 to the host prompting capture overtime and terminate the operation;

Step 3: Send Command 84 32 to prompt removing the finger, and extract characteristics according to the captured images; if the extraction is successful, send response 83 00 to the host, or else, send response 83 33 prompting extraction failure and exit the operation.

Response in the following text shall refer to the response of Command 83 itself.

Parameter: 00

Command (the host→TSFID):

	Header	Length	Command ID	Parameter	Checksum
Length	3	2	1	1	1
Value	1B 72 73		83	00	

Response (TSFID→the host):

	Header	Length	Command ID	Response	Checksum
Length	3	2	1	1+[n]	1
Value	1B 72 73		83	Return code+ [fingerprint feature]	

When Return code is 00, the **fingerprint feature** is valid. Refer to 2.3.1 for its structure definition.

Return code:

Value(Hex)	Description
00	Command executed successfully; characteristics successfully extracted
01	Invalid Command ID
02	The parameter does not match its definition
03	Checksum error
30	Fail to capture invalid fingerprint images during the desired time
33	Not enough features extracted

For example:

Command –1B 72 73 00 03 83 00 *xx;*

Successful Response –1B 72 73 xx xx 83 00 nn xx xx ... *xx*

Failed Response -- 1B 72 73 00 03 83 xx *B9; fail to extract valid characteristics*

3.3.7 Finger Action Prompts: 84H

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Command ID: 84H

Function: finger action prompts

During the some operation demanded to real-time scan, TSFID sends this command to inform the host that the equipment is waiting for the finger to place or withdraw.

Parameter: operation

Response (TSFID→the host):

	Header	Length	Command ID	Parameter	Checksum
Length	3	2	1	1	1
Value	1B 72 73		84	Operation	

Definition of the operation:

Value	Description
0x31	Place the finger
0x32	Remove the finger

For example:

Command -- 1B 72 73 00 03 84 31 *xx; place the finger*

1B 72 73 00 03 84 32 *xx;remove the finger*

3.3.8 Fingerprint Template Enrollment

Fingerprint Template Enrollment is to register the fingerprint template for later recognition.First, capture a number of samples by using the specific device, such as TSFID, then extract the salient features from these samples and construct the base template.

TSFID use such method to enroll a template: first, take three-time samples, and then generate template .

For enrolling a template, The host should send:

a. Command 85 01 to capture the first sample;
b. Command 85 02 to capture the second sample;
c. Command 85 03 to capture the third sample;
d. Command 86 to construct the fingerprint.

Each time TSFID receives Command 85, it will respond step by step:

Step 1: Send Command 84 31 to prompt placing the finger, and stand by for the finger to press;

Step 2: scan the image and judge the image quality; and if collected qualified images , proceed to Step 3; or else, send response 85 30 to the host prompting capture overtime and terminate the operation;

Step 3: Send Command 84 32 to prompt removing the finger, and extract characteristics according to the captured images; if the extraction is successful, send response 83 00 to the host, or else, send response 85 33 prompting extraction failure and exit the operation.

Response in the following text shall refer to the response of Command 85 itself.

The communication process of a complete and correct fingerprint template enrollment is as follow:

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) Capture samples : 85H

Command ID: 85H

Function: Sample capturing for template enrollment

The host sends the command to inform TSFID to start enrolling template.Capturing fingerprint images in real time, extracting characteristics and save them at a temporary space pursuant to sampling serial number.

The response of the Command is complicated. Please refer to the text above for response process. Response in the follow-up text refers to the final response of the command.

Parameter: sample order

Command (the host→TSFID):

	Header	Length	Command ID	Parameter	Checksum
Length	3	2	1	1	1
Value	1B 72 73		85	sample order	

Valid value of sample order: 01 (first), 02 (second), 03 (third times)

Response (ISFID→the host):

	Header	Length	Command ID	Response	Checksum
Length	3	2	1	1	1
Value	1B 72 73		85	Return code	

Return code:

Value(Hex)	Description
00	Command executed successfully
01	Invalid Command ID
02	The parameter does not match its definition.
03	Checksum error
30	Fail to capture valid fingerprint image during the desired time
33	Not enough features extracted

For example:

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Command –1B 72 73 00 03 85 01 *xx*

Successful Response – 1B 72 73 00 03 85 00 *xx*

Failed Response – 1B 72 73 00 03 85 33 *xx: fail to extract valid characteristics*

2) Template Construction: 86H

Command ID: 86H

Function: construct template

The host sends this command to inform TSFID to combine templates using the samples extracted through Command 85, and upload the template to the host or save it temporarily based on the saving conditions .

Parameter: 00

Command (the host→TSFID):

	Header	Length	Command ID	Parameter	Checksum
Length	3	2	1	1	1
Value	1B 72 73		86	00	

Response (TSFID→the host):

	Header	Length	Command ID	Parameter	Checksum
Length	3	2	1	1+[n]	1
Value	1B 72 73		86	Return code+ [fingerprint features]	

When Return code is 00, the **fingerprint features** is valid. Refer to 2.3.1 for its structure definition.

Return code:

Value(Hex)	Description
00	Command executed successfully
01	Invalid Command ID
02	The parameter does not match its definition.
03	Checksum error
31	Template enrollment fail.

For example:

Command –1B 72 73 00 03 86 00 *xx: Combine the templates and output*

Successful Response –1B 72 73 xx xx 86 00 nn xx xx … *xx*

Failed Response – 1B 72 73 00 03 86 31 *xx: template enrollment failure*

3.3.9 Capture a real-time sample, and verify it against the templates downloaded as the command parameters.: 89H

Command ID: 89H

Function: Real-time sampling and comparing with the templates downloaded along with the command. After receiving the command, TSFID will:

Step 1: Send Command 84 31 prompting placing the finger, and wait for the finger to press;

Step 2: Scan images and judge image quality; if having collected qualified images in due course, proceed to Step 3; or else, send response 89 30 to the host prompting capture overtime and terminate the operation;

Step 3: Send Command 89 32 to prompt raising the finger; extract characteristics according to captured fingerprints, and if succeed, proceed to Step 4, or else, send response 89 33 prompting extraction failure and terminate the operation;

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Step 4: Compare the extracted characteristics with templates downloaded along with the command; in case of matching, send response 89 00; in case of mismatching, send response 89 32 and terminate the operation.

Response hereafter shall refer to response of Command 89 itself.

Parameter: template number (1) +fingerprint features

Command (the host→TSFID) :

	Header	Length	Command ID	Parameter	Checksum
Length	3	2	1	1+n	1
Value	1B 72 73		89	template number+ fingerprint feature	

The template number means how many templates there are in the command, and the valid value is 1-3.

Each template is saved one by one. Refer to 2.3.1 for the definition of **fingerprint features structure**.

For example: 02 00 20 xx xx .....00 16 xx xx. It means there are two templates. The length of the first template is 32 bytes. The length of the second template is 22 bytes. And length n shall be 1+20H+2+16H+2.

Response (TSFID→the host):

	Header	Length	Command ID	Response	Checksum
Length	3	2	1	1	1
Value	1B 72 73		89	Return code	

Return code:

Value(Hex)	Description
00h	The command executed successfully
01h	Invalid Command ID
02h	The parameter does not match its definition.
03h	Checksum error
30h	Failure to scan valid fingerprint image during desired time
32h	Verification was rejected or not match
33h	Not enough features extracted

For example:

Command –1B 72 73 xx xx 89 nn xx xx ... *xx*

Successful Response –1B 72 73 00 03 89 00 *xx*

Failed Response -- 1B 72 73 00 03 89 32 *xx*

3.3.10 Download two templates to match: 8AH

Command ID: 8AH

Function: Comparing the two templates downloaded along with the command.

The host sends this command to inform TSFID not to conduct real-time capture, but to compare the two downloaded templates and return the result to the host.

Parameter: 00+ fingerprint feature

Command (the host→TSFID) :

	Header	Length	Command ID	Parameter	Checksum
Length	3	2	1	1+n	1
Value	1B 72 73		8A	00+ fingerprint features	

Refer to 2.3.1 for definition for **fingerprint feature structure**.

For example: 00 20 xx xx .....00 16 xx xx. It means that the length of the first template to be

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

compared is 32 bytes. The length of the second template is 22 bytes. The length n is 20H+2+16H+2.

Response (TSFID→the host)

	Header	Length	Command ID	Response	Checksum
Length	3	2	1	1	1
Value	1B 72 73		8A	Return code	

Return code:

Value(Hex)	Description
00h	The command executed successfully
01h	Invalid Command ID
02h	The parameter does not match its definition.
03h	Checksum error
32h	Verification was rejected or not match
33h	Not enough features extracted

For example:

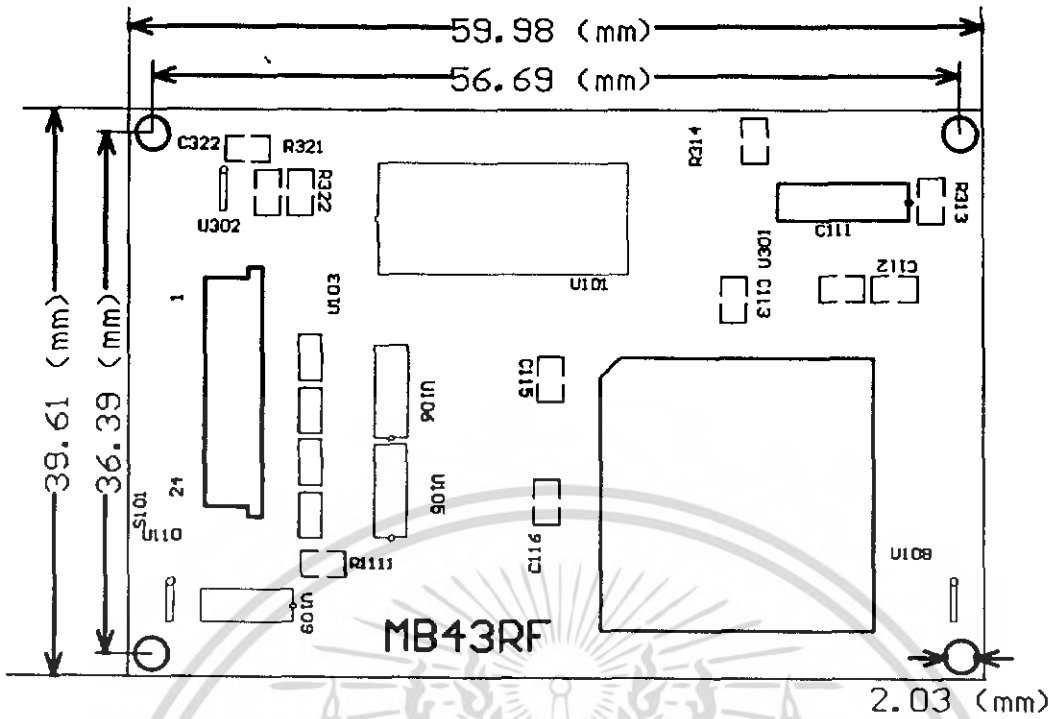
Command --1B 72 73 00 nn 8A 00 20 xx xx ...00 16 xx xx... *xx;*

//00 20 means the size of the first template , 00 16 means the size of the second one.

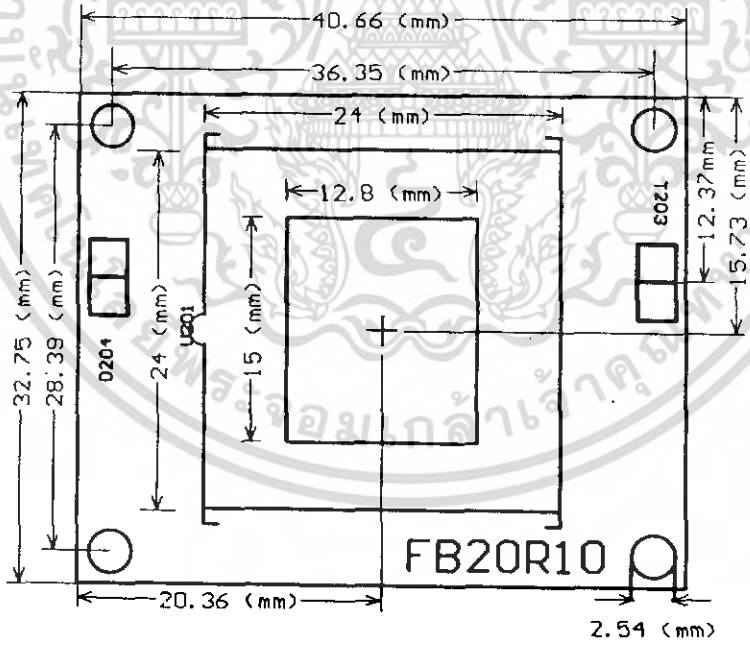
Successful Response --1B 72 73 00 03 8A 00 *xx*

Failed Response -- 1B 72 73 00 03 8A 32 *xx*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

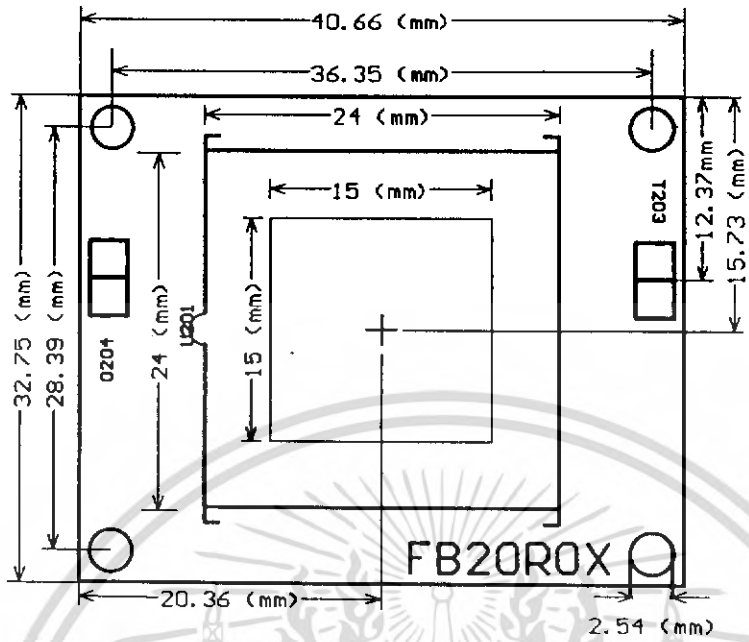


MB43RF Dimension



FB20R10 Dimension

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



FB20R0X Dimension

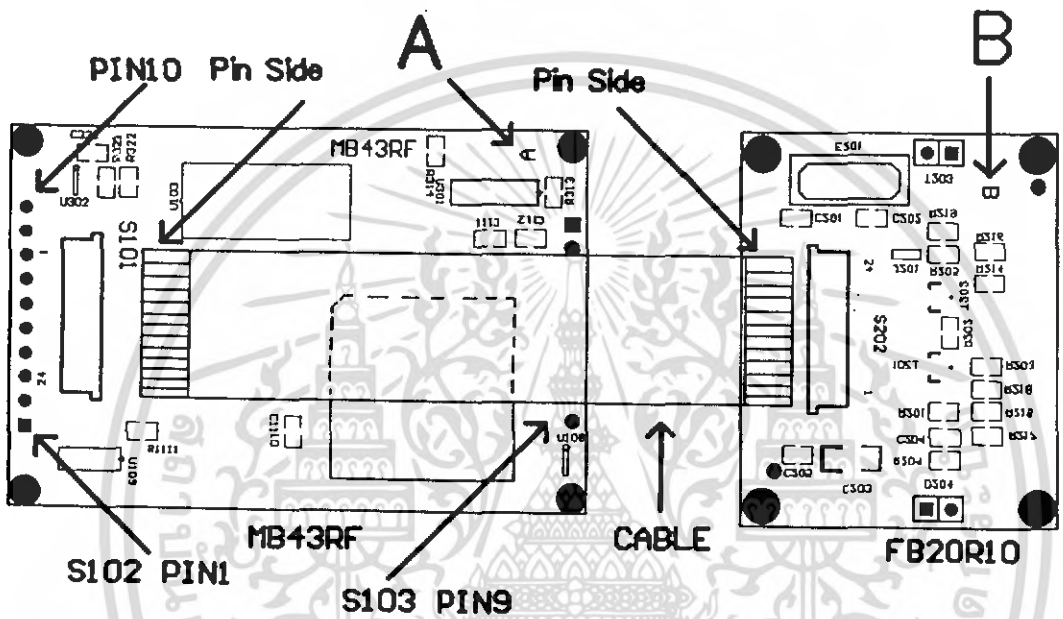
S102 Pin Function List

Pin No:	Signal	Type	Function
1	GND		Power Ground.
2	TXD1	O/Z	Serial data transmit output of COM1, compatible with RS232C level. TXD1 is avail when COMSET is driven low; TXD1 is high impedance when COMSET is drove high level。
3	RXD1	I	Serial data receive input of COM1, compatible with RS232C level. RXD1 is avail when COMSET is driven low. It has internal pull-up resistor.
4	COMSET	I	Select the serial communication Channel. Drive high to select COM2, Drive low to select COM1. It has internal pull-up resistor.
5	VCC		+5V Supply voltage.
6	PE		Protect end，recommend to connect with chassis grand .
7	TXD2	O/Z	Serial data transmit output of COM2, compatible with TTL level. TXD2 is avail when COMSET is driven high. TXD2 is high impedance when COMSET is driven low.
8	RXD2	I	Serial data receive input of COM2, compatible with TTL level.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

			RXD2 is avail when COMSET goes high. It has internal pull-up resistor.
9	GND		Power Ground
10	-POWEREN	I	Power enable，avail level is low. Power enable keeps low, the set is power on; Power enable keeps high level, the set is power off.

Notes: S103 is reserved for OEM，**it must be keep unconnected with anything!** Any connection may causes damage to the devices on board. !



Connection Diagram

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้