สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

วัตต์มิเตอร์รวมศูนย์

Centralized Watt-Hour Meter

โดย

นายอภิชาติ กำลังแพทย์

นางสาวสิริภัทร ลาภนิมิตรชัย

ปร.
ค2512
2550

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....82452
วัน,เดือน,ปี.....11 ก.ค. 2551

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2550

119459160
b.....
i.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัตต์มิเตอร์รวมศูนย์

Centralized Watt-Hour Meter

โดย

นาย อภิชาติ กำลังแพทย์ รหัส 48015191

นางสาวสิริภัทร ลาภนิมิตรชัย รหัส 48015275

อาจารย์ที่ปรึกษา

รศ.ดร. สมศักดิ์ ชุมช่วย

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2550

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์สำหรับ ปีการศึกษา 2550

ภาควิชา อิเล็กทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง วัตต์มิเตอร์รวมศูนย์ (Centralized Watt-Hour Meter)

ผู้จัดทำ

นาย อภิชาติ กำลังแพทย์ รหัส 48015191

นางสาวสิริภัทร ลาภนิมิตรชัย รหัส 48015275

ลงชื่อ.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(รศ.ดร. สมศักดิ์ ชุมช่วย)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัตต์มิเตอร์รวมศูนย์

นาย อภิชาติ กำลังแพทย์ รหัส 48015191
นางสาวสิริภัทร ลาภนิมิตรชัย รหัส 48015275
รศ.ดร. สมศักดิ์ ชุมช่วย(อาจารย์ที่ปรึกษา)
ปีการศึกษา 2550

บทคัดย่อ

โครงงานนี้มีจุดประสงค์เพื่อออกแบบในส่วนฮาร์ดแวร์และซอร์ฟแวร์สำหรับกิโลวัตต์-อาวร์มิเตอร์แบบรวมศูนย์ โดยทำการดัดแปลงกิโลวัตต์-อาวร์มิเตอร์แบบอนาล็อกให้เป็นแบบดิจิตอล โดยใช้การนับรอบการหมุนของกิโลวัตต์-อาวร์มิเตอร์แบบอนาล็อกค่าที่นับได้จะส่งต่อไปยังไมโครคอลโทรลเลอร์ (MSC-51) เพื่อทำการประมวลผลแล้วแสดงผลค่ากำลังงานไฟฟ้าผ่านหน้าจอแอลซีดีซึ่งค่ากำลังงานไฟฟ้าที่แสดงที่แอลซีดีนั้นจะมีค่าเท่ากับค่าที่วัดได้โดยกิโลวัตต์-อาวร์มิเตอร์แบบอนาล็อก ทำให้สะดวกต่อผู้ใช้ โดยอาจสามารถนำไปใช้งานกับอาคารชุด หรือกิจการหอพัก ซึ่งการแสดงผลโดยรวมทำโดยผ่านคอมพิวเตอร์ ทำให้สามารถอ่านค่ากำลังงานไฟฟ้าของหอพักแต่ละห้องพักได้ง่าย โดยข้อมูลถูกเชื่อมต่อจากหน่วยลูกทางพอร์ท RS-232 และ RS-485 การประมวลผลโดยคอมพิวเตอร์ ทำให้สะดวกในการทำฐานข้อมูลและการจัดเก็บค่าบริการ โดยในส่วนการออกแบบซอร์ฟแวร์นั้นใช้ Visual Basics

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Centralized Watt-hour Meter

Mr.Apichat Kamlangpat ID.48015191

Miss.Siripat Lapnimitchai ID.48015275

Assoc. Prof. Dr. Somsak Choomchuay Advisor

Education Year 2007

Abstract

This project details the hardware and software design for kilowatt-hour meter. We firstly took out the digital data from the modified conventional analog kilowatt-hour meter. The MSC-51 based controller was employed in the client unit. RS-485 was used to ensure the distance data acquisition. The central PC process the information based on the package written under Visual Basics. It is expected that this project could be useful in condominium or house rental system. Collected data could be processed into a more readable form such as database and billing system. Moreover, some statistical data can be analized if energy management is a case.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานนี้สามารถลุล่วงลงไปได้ เนื่องจากได้รับการสนับสนุนและความช่วยเหลือจากหลาย ๆ ฝ่ายโดยเฉพาะ อาจารย์ รศ.ดร.สมศักดิ์ ชุมช่วย (อาจารย์ที่ปรึกษา)
อาจารย์ชินภัทร นันทจิวากรชัย , อาจารย์ในภาควิชาอิเล็กทรอนิกส์ทุกท่าน , พี่ปริญญาโทที่ให้การอุปการะในการให้คำปรึกษาและแนะนำชี้แนะให้ความรู้จนสามารถนำมาประยุกต์ใช้งานในการทำโครงงานครั้งนี้และขอขอบพระคุณคุณพ่อ,คุณแม่ที่ให้ความรัก กำลังใจ และเงินทุนจนทำให้ผลงานที่ได้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

นายอภิชาติ กำลังแพทย์
นางสาวสิริภัทร ลาภนิมิตรชัย

ผู้จัดทำโครงงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทที่ 1 บทนำ	
1.1วัตถุประสงค์ของโครงงาน	1
1.2 ขอบเขตของโครงงาน	2
1.3 ประโยชน์ที่ได้รับจากโครงงาน	3
1.4 รายละเอียดของปริญญานิพนธ์	3
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ	
2.1 การสื่อสารข้อมูลอนุกรม	4
2.1.1 ความเร็วของการสื่อสารข้อมูลอนุกรม	4
2.1.2 รูปแบบของการส่งข้อมูลอนุกรม	5
2.2 มาตรฐานพอร์ทอนุกรมแบบ RS – 232	6
2.2.1 คอนเน็คเตอร์สำหรับพอร์ท RS – 232 และการเชื่อมต่อ	6
2.3 การส่งข้อมูลตามมาตรฐาน RS-485 (EIA Standard RS-485 Data Transmission)	9
2.3.1 การควบคุม tri-state ของอุปกรณ์ RS-485 โดยการใช้สัญญาณ RTS	11
2.3.2 การควบคุมการส่งข้อมูลของอุปกรณ์ RS-485	12
2.3.3 การต่อขั้วปลาย	13
2.3.4 การไบอัสในระบบเครือข่าย RS-485	15
2.3.5 ข้อกำหนดในการขยายระบบ	16
2.4 ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51	16
2.4.1 การใช้งานพอร์ทสื่อสารอนุกรม	17
2.4.2 กระบวนการรับและส่งข้อมูลอนุกรมของ MCS-51	19
2.4.3 รีจิสเตอร์ที่ใช้ควบคุมการรับส่งข้อมูลอนุกรม SCON	26
2.4.4 การติดต่อหน่วยความจำข้อมูลภายนอกของใน MCS 51	25
2.5 การใช้งานแอลซีดี โมดูล (LCD Module)	28
2.5.1 ส่วนประกอบหลักของแอลซีดี โมดูล	28
2.5.2 การเชื่อมต่อ แอลซีดี โมดูล เข้ากับไมโครคอนโทรลเลอร์	29
2.5.3 ชุดคำสั่งของ แอลซีดี โมดูล	30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เรื่อง	หน้า
บทที่ 3 การสร้างและการออกแบบ	33
3.1 บล็อกไดอะแกรมการทำงานของวัตต์มิเตอร์รวมศูนย์	33
3.2 การสร้างและออกแบบวงจรในส่วนของวัตต์มิเตอร์	34
3.2.1 เซนเซอร์	35
3.2.2 วงจรเปรียบเทียบแรงดัน	35
3.2.3 ไมโครคอนโทรลเลอร์ ควบคุมการทำงาน	36
3.2.4 หน่วยความจำ	38
3.2.5 การติดต่อกับบัส RS-485	39
3.2.6 ภาคเพาเวอร์ซัพพลาย	41
3.2.7 ภาคควบคุมการจ่ายไฟให้กับโหลด	42
3.3 โปรแกรมควบคุมการทำงานกิโลวัตต์-อาวร์มิเตอร์	43
3.3.1 โฟล์วชาร์ตของโปรแกรมหลัก	43
3.3.2 โฟล์วชาร์ตของโปรแกรมเมื่อเกิดการอินเตอร์รัปต์	44
3.3.3 โฟลว์ชาร์ตของโปรแกรมเมื่อเกิดการส่งข้อมูลจากศูนย์กลางข้อมูล	46
3.3.4 โฟลว์ชาร์ตของโปรแกรมเมื่อได้รับคำสั่ง 0X41	47
3.3.5 โฟลว์ชาร์ตของโปรแกรมเมื่อได้รับคำสั่ง 0X48	47
3.3.6 โฟลว์ชาร์ตของโปรแกรมเมื่อได้รับคำสั่ง 0X44	48
3.3.7โฟลว์ชาร์ตของโปรแกรมเมื่อได้รับคำสั่ง 0X49	48
3.3.8โฟลว์ชาร์ตของโปรแกรมเมื่อได้รับคำสั่ง 0X50	49
3.3.9 โฟลว์ชาร์ตของโปรแกรมเมื่อได้รับคำสั่ง 0X51	49
3.3.10 โฟลว์ชาร์ตของโปรแกรมเมื่อได้รับคำสั่ง 0X52	50
3.4 การสร้างและออกแบบในส่วนของศูนย์กลางข้อมูล	51
3.4.1 การสร้างและออกแบบในส่วนของ Hardware	51
3.4.2 ส่วนของ software	52
3.4.2.1โปรแกรมหลัก	52
3.4.2.2 โปรแกรมในส่วนของการคำนวณการใช้ไฟ	57
3.4.2.3 ฐานข้อมูล	59
3.4.2.4 โปรแกรมจำกัดการใช้ไฟ	61
3.4.2.5 โปรแกรม Setup	64

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เรื่อง หน้า

บทที่ 4 คู่มือการใช้งานโปรแกรมของวัตต์มิเตอร์รวมศูนย์

4.1 การใช้งานโปรแกรมหลัก 67
4.1.1 การอ่านค่ากำลังงานไฟฟ้าที่วัตต์มิเตอร์แต่ละหน่วย 67
4.1.2 การดูข้อมูลของผู้พักในห้องต่างๆ 68
4.1.3 การป้อนข้อมูลผู้เข้าพักใหม่ 68
4.1.4 การค้นหาข้อมูลผู้เข้าพักใหม่ 69
4.1.5 การเลือกแอดเดรสที่ติดต่อกับวัตต์มิเตอร์ 70
4.1.6 การตั้งค่าราคาต่อหน่วยในการคำนวณค่าไฟ 71
4.1.7 โปรแกรมตั้งแอดเดรส 71
4.2 โปรแกรมคำนวณการใช้ไฟ 72
4.3 โปรแกรมจำกัดการใช้ไฟ 73
4.4โปรแกรมตั้งค่าการใช้งานวัตต์ มิเตอร์ 74
4.4.1 การทดสอบการตั้งเวลา 75
4.4.2 การทดสอบการตั้งค่าเริ่มต้น 75
4.4.3 ทดสอบการตัดต่อไฟ 76

บทที่ 5 การทดลองและผลการทดลอง 77
5.1 ทดลองโปรแกรมตั้งแอดเดรส 77
5.2 ทดลองโปรแกรมคำนวณการใช้ไฟ 77
5.3 การทดสอบการตั้งเวลา 78
5.4 การทดสอบการตั้งค่าเริ่มต้น 78
5.5 ทดสอบการตัดต่อไฟ 78
5.6 การทดสอบความเที่ยงตรงของวัตต์มิเตอร์ 78
5.7 ผลการวัดกำลังงานสูญเสียไปในขณะที่วัตต์มิเตอร์ทำงาน 80
5.8 สัญญาณที่วัดได้จากบัส RS232 (ระดับสัญญาณมาตรฐาน RS232) 81
5.9 สัญญาณที่วัดได้ที่ขา 8 ไอซี MAX 232 (ระดับสัญญาณ TTL) 81
5.10 สัญญาณที่วัดได้ที่จากบัส RS485 (ระดับสัญญาณมาตรฐาน RS 485) 81

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

	หน้า
รูปที่ 1 บล็อกไดอะแกรมการทำงานโดยรวมของวัตต์มิเตอร์รวมศูนย์	1
รูปที่ 2.1 แสดงหลักการการข้อมูลอนุกรม	4
รูปที่ 2.2 รูปแบบของการส่งข้อมูลอนุกรมแบบอะซิงโคนัส	5
รูปที่ 2.3 แสดงการจัดขาของคอนเน็คเตอร์พอร์ทอนุกรมตามมาตรฐาน RS-232	6
รูปที่ 2.4 แสดงการต่ออุปกรณ์ภายนอกกับพอร์ทอนุกรมของคอมพิวเตอร์ในลักษณะต่าง ๆ	8
รูปที่2.5 แสดงระบบเครือข่ายที่เรียกการต่อในลักษณะ two-wire multidrop	10
รูปที่2.6 แสดงระบบ RS-485 แบบ 4 สาย	10
รูปที่2.7 แสดง ไทมิ่งไดอะแกรมของการเปลี่ยน RS-232 เป็น RS-485	11
รูปที่ 2.8 ไทมิ่งไดอะแกรมของการแปลง RS-232 เป็น RS-485	12
รูปที่ 2.9 แสดงการต่อขั้วปลายแบบ Parallel termination และ AC Coupled Termination	14
รูปที่ 2.10 การต่อความต้านทานไบอัสเข้ากับตัวรับในระบบแบบ 2 สาย	15
รูปที่ 2.11 ผังการทำงานพอร์ทอนุกรม (โหมด 0)	21
รูปที่ 2.12 ผังการทำงานพอร์ทอนุกรม (โหมด 1)	22
รูปที่ 2.11 ผังการทำงานพอร์ทอนุกรม (โหมด 2)	23
รูปที่ 2.12 ผังการทำงานพอร์ทอนุกรม (โหมด 3)	24
รูปที่ 2.13 แผนผังหน่วยความจำข้อมูล MCS51	26
รูปที่ 2.14 การต่อใช้งาน หน่วยความจำข้อมูลภายนอก	26
รูปที่ 2.15 ไทมิ่งไดอะแกรมของการเขียนข้อมูลในหน่วยความจำภายนอก	27
รูปที่ 2.16 ไทมิ่งไดอะแกรมของการอ่านข้อมูลในหน่วยความจำภายนอก	27
รูปที่ 2.17 โครงสร้างแอลซีดีโมดูล	28
รูปที่ 3.1 บล็อกไดอะแกรมการทำงานของวัตต์มิเตอร์	33
รูปที่ 3.2 บล็อกไดอะแกรมการทำงานของศูนย์กลางข้อมูล	34
รูปที่ 3.3 วงจรในส่วนของเซนเซอร์	34
รูปที่ 3.4 วงจรเปรียบเทียบแรงดัน	35
รูปที่ 3.5 วงจรไมโครคอลโทรลเลอร์ควบคุมการทำงาน	37
รูปที่ 3.6 ในส่วนของการติดต่อกับบัส RS485	41
รูปที่ 3.7 ภาคพาเวอร์ซัพพลาย	42
รูปที่ 3.8 โฟลว์ชาร์ตของโปรแกรมหลัก	43
รูปที่ 3.9 โฟลว์ชาร์ตของโปรแกรมเมื่อเกิดการอินเตอร์รัปต์	44

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ(ต่อ)

หน้า

รูปที่ 3.10 โฟลว์ชาร์ตของโปรแกรมเมื่อเกิดการส่งข้อมูลจากศูนย์กลางข้อมูล 46

รูปที่ 3.11 โฟลว์ชาร์ตของโปรแกรมย่อยส่งข้อมูล 47

รูปที่ 3.12 โฟลว์ชาร์ตของโปรแกรมตั้งค่าการนับ 47

รูปที่ 3.13 โฟลว์ชาร์ตของโปรแกรมตั้งค่าเวลาหรือวันที่ 48

รูปที่ 3.14 โฟลว์ชาร์ตของโปรแกรมตั้งค่าAddress 48

รูปที่ 3.15 โฟล์วชาร์ตของโปรแกรมย่อยการตั้งค่าจำกัดการใช้ไฟ 49

รูปที่ 3.16 โฟล์วชาร์ตของโปรแกรมย่อยส่งค่าสถานะของ Relay 49

รูปที่3.17 โฟล์วชาร์ตของโปรแกรมย่อยส่งส่งค่ากำลังงานไฟฟ้า
ที่กำลังจะเกินค่าที่จำกัดให้กับศูนย์กลางข้อมูล 50

รูปที่ 3.18 วงจรแปลงสัญญาณ RS-485เป็น RS-232 51

รูปที่ 3.19 โปรแกรมหลัก 53

รูปที่ 3.20 โฟล์วชาร์ตการทำงานเมื่อคลิกปุ่ม Refresh 54

รูปที่ 3.21 ปุ่มควบคุมเพิ่มเติมที่โปรแกรมหลัก 54

รูปที่ 3.22 โปรแกรม New_person 55

รูปที่ 3.23 Massage Box เตือนเมื่อบันทึกข้อมูลซ้ำ

รูปที่ 3.24 Input Box รับข้อมูลที่ต้องการจะค้นหา 56

รูปที่ 3.25 ข้อมูลที่แสดงผลเมื่อค้นหาข้อมูลเจอ 56

รูปที่ 3.26 โฟล์วชาร์ตการทำงานของโปรแกรม Bill เมื่อเปิดขึ้นมาครั้งแรก 57

รูปที่ 3.27 โปรแกรม Bill เมื่อเปิดขึ้นมาครั้งแรก 57

รูปที่ 3.28 โฟล์วชาร์ตการทำงานเมื่อคลิกที่ปุ่ม calculate 58

รูปที่ 3.29 ฐานข้อมูล Personal_data 59

รูปที่ 3.30 ฐานข้อมูล Data_meter 59

รูปที่ 3.31 ฐานข้อมูล Bill 60

รูปที่ 3.32 ฐานข้อมูล Cost 60

รูปที่ 3.33 โปรแกรมจำกัดการใช้ไฟ 61

รูปที่ 3.34 โฟล์วชาร์ตการทำงานเมื่อคลิกปุ่ม Refresh 62

รูปที่ 3.35 โฟล์วชาร์ตการทำงานเมื่อคลิกปุ่มตกลง 63

รูปที่ 3.36 การจำกัดการใช้ไฟทำได้โดยเลือกออปชั่นบัตทอน 63

รูปที่ 3.37 โปรแกรม Setup 64

รูปที่ 3.38 โฟล์วชาร์ตของโปรแกรมเมื่อคลิกปุ่ม Turn On 64

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ(ต่อ)

หน้า

รูปที่ 3.39 โฟล์วชาร์ตของโปรแกรมเมื่อคลิกปุ่ม Turn Off 65
รูปที่ 3.40 โฟล์วชาร์ตของโปรแกรมเมื่อคลิกปุ่ม Set Time , Set date 66
รูปที่ 3.41 โฟล์วชาร์ตของโปรแกรมเมื่อคลิกปุ่ม Set data 66
รูปที่ 4.1 การอ่านค่ากำลังงานไฟฟ้า 67
รูปที่ 4.2 ข้อมูลของผู้พักห้องต่างๆ 68
รูปที่ 4.3 โปรแกรม New person 68
รูปที่ 4.4 ข้อมูลที่เก็บในฐานข้อมูลหลังจากคลิกปุ่ม OK ที่โปรแกรม New_person 69
รูปที่ 4.5 Massage box เตือนผู้ใช้งานเมื่อป้อนหมายเลขห้องซ้ำ 69
รูปที่ 4.6 input box ค้นหาข้อมูลผู้เข้าพัก 69
รูปที่ 4.7 ข้อมูลที่แสดงผลเมื่อหาข้อมูลเจอในฐานข้อมูล 70
รูปที่ 4.8 ก่อนเลื่อนแอดเดรส 70
รูปที่ 4.9 หลังเลื่อนอกแอดเดรส 70
รูปที่ 4.10 input box รับค่าที่ต้องการตั้งราคาต่อหน่วย 71
รูปที่ 4.11 ราคาต่อหน่วยที่เก็บในฐานข้อมูล 71
รูปที่ 4.12 input box รับค่า แอดเดรสเก่า 71
รูปที่ 4.13 input box รับค่า แอดเดรสใหม่ 71
รูปที่4.14 โปรแกรมคำนวณการใช้ไฟ 72
รูปที่ 4.15 โปรแกรมจำกัดการใช้ไฟ 73
รูปที่4.16 input box รับค่าที่ต้องการจำกัดการใช้ 73
รูปที่4.17 การกำหนดการใช้วัตต์มิเตอร์เสร็จสมบูรณ์ 74
รูปที่4.18โปรแกรม Set up 74
รูปที่4.19 การแสดงผลของโปรแกรมเมื่อการตั้งเวลาเสร็จสิ้น 75
รูปที่4.20 input box รับค่าตั้งต้นของวัตต์มิเตอร์ 75
รูปที่4.21 ผลการทดลองที่หน้าจอคอมพิวเตอร์ 76
รูปที่4.22 ผลการทดลองที่หน้าจอคอมพิวเตอร์ OFF 76
รูปที่4.23 ผลการตอบสนองเมื่อม่มีการตอบสนองจากวัตต์มิเตอร์ 76
รูปที่ 5.1 ก่อนการแก้แอดเดรส 77
รูปที่ 5.2 หลังการแก้แอดเดรส 77
รูปที่ 5.3 หน้าจอวัตต์มิเตอร์ขณะคำนวณการใช้ไฟ 77

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ(ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 5.4 ข้อมูลการใช้ไฟถูกเก็บไว้ในฐานข้อมูล	77
รูปที่ 5.5 ใบแจ้งค่าไฟฟ้า	78
รูปที่ 5.6 ก่อนการตั้งเวลา	78
รูปที่ 5.7 หลังการตั้งเวลา	78
รูปที่ 5.8 ก่อนตั้งค่าเริ่มต้น	78
รูปที่ 5.9 หลังตั้งค่าเริ่มต้น	78
รูปที่ 5.10 ผลการทดลองที่วัตต์มิเตอร์เมื่อคลิกปุ่ม turn ON	79
รูปที่ 5.11 ผลการทดลองที่วัตต์มิเตอร์เมื่อคลิกปุ่มturn OFF	79
รูปที่ 5.12 เปรียบเทียบค่ากำลังงานไฟฟ้าจริงเทียบกับที่แสดงผลที่ LCD	80
รูปที่ 5.13 สัญญาณที่วัดจากบัส RS232	81
รูปที่ 5.14 สัญญาณที่วัดจากบัส RS232	81
รูปที่ 5.15 สัญญาณที่วัดจากบัส RS232	81
รูปที่ 5.16 แสดงการติดตั้งเซนเซอร์นับรอบการหมุนเข้ากับวัตต์มิเตอร์	82
รูปที่ 5.17 วงจรนับรอบการหมุน,เก็บข้อมูล,ติดต่อบัส RS485	82
รูปที่ 5.17 ตำแหน่งต่อสายบัส RS485	83
รูปที่ 5.18 วงจรแปลงบัส RS 232 เป็นบัส RS485 ติดต่อกับคอมพิวเตอร์	83
รูปที่ 5.19 วัตต์มิเตอร์เมื่อต่อเข้ากับคอมพิวเตอร์	84

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2.1 โหมดการทำงานของพอร์ทสื่อสารอนุกรม	17
ตารางที่ 2.2 หน้าที่ของขาใช้งาน แอลซีดีโมดูล	29
ตารางที่ 2.3 คำสั่งเคลียร์ตัวแสดงผล	30
ตารางที่ 2.4 คำสั่ง CURSOR AT HOME	30
ตารางที่ 2.5 คำสั่งโหมดในการป้อนข้อมูล	3
ตารางที่ 2.6 คำสั่งควบคุมการแสดงผล	31
ตารางที่ 2.7 คำสั่งควบการเลื่อนเคอร์เซอร์และตัวอักษร	32
ตารางที่ 2.9 คำสั่งการกำหนดฟังก์ชั่นการทำงาน	32
ตารางที่ 3.1 แผนผังหน่วยความจำภายใน DS12c887	38
ตารางที่ 3.2 ตัวอย่างข้อมูลที่เก็บในหน่วยความจำของค่ากำลังงานไฟฟ้า 00015.4 KW/h	39
ตารางที่ 3.3 ตัวอย่างข้อมูลที่เก็บในหน่วยความจำของค่ากำลังงานไฟฟ้า 12345.6 KW/h	39
ตารางที่ 3.4 ตำแหน่งหน่วยความจำทั้งหมดที่ใช้งานในกิโลวัตต์-อาวร์มิเตอร์แทนด้วยชื่อตัวแปร	39
ตารางที่ 3.5 ตำแหน่งหน่วยความจำทั้งหมดที่ใช้แสดงเวลาแทนด้วยชื่อตัวแปร	40
ตารางที่ 3.6 ลำดับข้อมูลที่ส่งมาจากวัตต์มิเตอร์เมื่อคลิกกปุ่ม Refresf	61
ตารางที่ 5.1 เปรียบเทียบค่ากำลังงานไฟฟ้าจริงเทียบกับที่แสดงผลที่ LCD	79
ตารางที่ 5.2 ผลการวัดกำลังงานสูญเสียไปในขณะที่วัตต์มิเตอร์ทำงาน	80

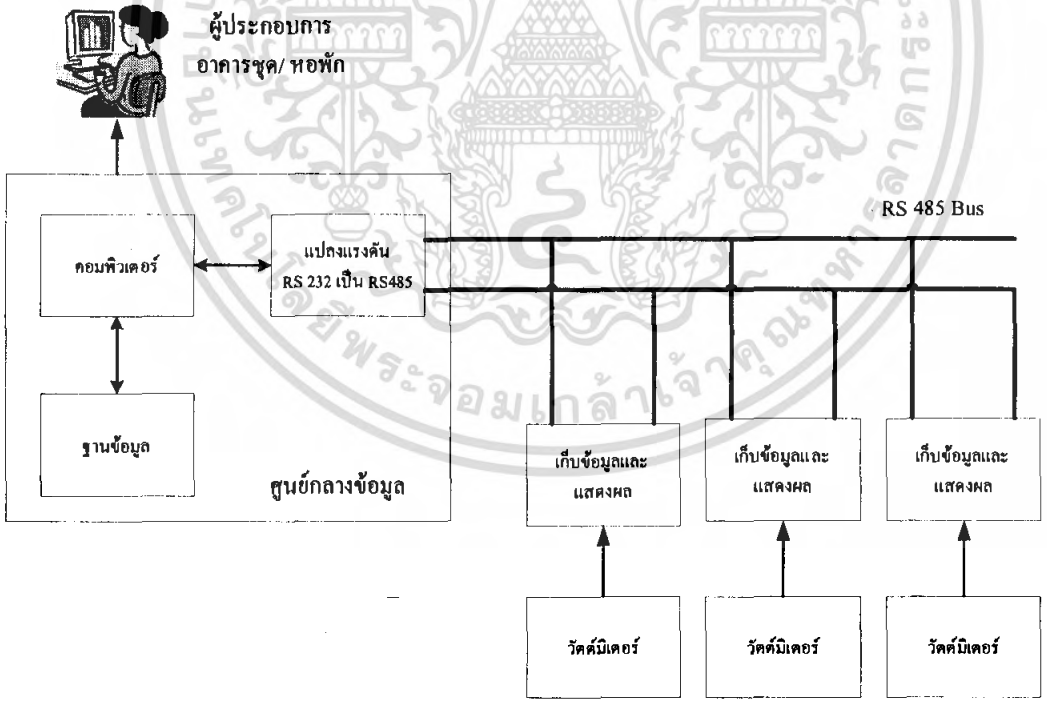
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1 บทนำ

เทคโนโลยีปัจจุบันนี้มีอุปกรณ์อำนวยความสะดวกหลายอย่างเกิดขึ้นมาเพื่อช่วยอำนวยความสะดวกแก่ผู้ใช้งาน ทั้งนี้เพื่อก่อให้เกิดความรวดเร็ว ง่ายต่อการใช้งานและปรับปรุงการทำงานให้มีความทันสมัยขึ้นและสามารถนำมาทดแทนอุปกรณ์เก่าได้อย่างมีประสิทธิภาพ

กิโลวัตต์-อาวร์มิเตอร์ แบบปัจจุบันจะต้องมีพนักงานมาจดหน่วยการใช้งานและคิดจำนวนค่าการใช้พลังงาน ซึ่งทำให้เสียเวลาและสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายในการจ้างและอาจจะมีปัญหาเกี่ยวกับการคิดค่าใช้จ่ายไฟฟ้าของผู้ใช้ไฟฟ้าซึ่งอาจทำให้เกิดปัญหาความไม่สะดวก

คณะผู้จัดทำจึงได้จัดสร้าง กิโลวัตต์-อาวร์มิเตอร์รวมศูนย์ เพื่อนำมาทดแทน กิโลวัตต์-อาวร์มิเตอร์ แบบเก่า ซึ่งจะสามารถดูค่าไฟด้วยตนเองได้ และสามารถรู้ค่ากำลังไฟฟ้าที่ใช้อยู่ และจำนวนยูนิตที่ใช้ในปัจจุบันได้โดยที่การใช้วัตต์มิเตอร์แบบรวมศูนย์นี้เหมาะสำหรับนำไปใช้งานกับอาคารชุด หรือกิจการหอพัก ที่มีมิเตอร์กระจายกันตามห้องต่างซึ่งการแสดงผลโดยรวมทำโดยผ่านคอมพิวเตอร์ ทำให้สามารถอ่านค่ากำลังงานไฟฟ้าของหอพักแต่ละห้องพักได้ง่าย



รูปที่ 1 บล็อกไดอะแกรมการทำงานโดยรวมของวัตต์มิเตอร์รวมศูนย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 1 เป็นบล็อกไดอะแกรมการทำงานโดยรวมของวัตต์มิเตอร์รวมศูนย์แบ่งออกเป็น 2 ส่วนดังนี้

ส่วนของศูนย์กลางข้อมูล เป็นส่วนที่ติดต่อกับผู้ประกอบการอาคารชุดหรือหอพักผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์ การส่งผ่านข้อมูลกับวัตต์มิเตอร์แต่ละหน่วยโดยผ่าน บัส RS485 แต่คอมพิวเตอร์นั้นมาตรฐานของระบบบัสเป็น RS232 จำต้องทำการแปลงให้เป็น RS485 จึงสามารถติดต่อกับระบบได้ ข้อมูลที่ได้รับจากวัตต์มิเตอร์ จะถูกเก็บไว้ในฐานข้อมูลเพื่อนำมาใช้งานต่อไป

ส่วนของวัตต์มิเตอร์ เป็นส่วนที่ติดตั้งกับหอพักแต่ละห้องเซนเซอร์จะถูกติดไว้ที่วัตต์มิเตอร์เพื่อทำการนับรอบการหมุนของวัตต์มิเตอร์ค่าที่ได้จากการนับจะถูกเก็บไว้ในหน่วยความจำและแสดงผลที่หน้าจอแอลซีดี ข้อมูลที่ได้จะส่งผ่านให้กับศูนย์กลางข้อมูลผ่าน บัส RS 485

1.1วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1.2.1 เพื่อศึกษาและประยุกต์เกี่ยวกับการใช้งานกิโลวัตต์-อาวร์มิเตอร์

1.2.2 เพื่อศึกษาการเขียนโปรแกรมควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

1.2.3 เพื่อศึกษาและประยุกต์การติดต่อสื่อสารระบบบัส RS485

1.2.4 เพื่อศึกษาการเขียนโปรแกรมด้วย Microsoft Visual Basic

1.2 ขอบเขตของโครงงาน

ทำการดัดแปลงกิโลวัตต์-อาวร์มิเตอร์แบบอนาล็อกให้เป็นแบบดิจิตอล โดยใช้การนับรอบการหมุนของกิโลวัตต์-อาวร์มิเตอร์แบบอนาล็อกค่าที่นับได้จะส่งต่อไปยังไมโครคอลโทรลเลอร์ (MSC-51) เพื่อทำการประมวลผลแล้วแสดงผลค่ากำลังงานไฟฟ้าผ่านหน้าจอแอลซีดีโดยข้อมูลของกิโลวัตต์-อาวร์มิเตอร์ในแต่ละหน่วยถูกเชื่อมต่อผ่านทางพอร์ท RS-232 และ RS-485 ติดต่อกับคอมพิวเตอร์ซึ่งคอมพิวเตอร์จะทำหน้าที่เป็นศูนย์กลางข้อมูลเก็บข้อมูลค่าการใช้กำลังงานไฟฟ้าที่อ่านได้จากกิโลวัตต์-อาวร์มิเตอร์ในแต่ละหน่วยลงในฐานข้อมูลและสามารถแสดงผลที่หน้าจอคอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 ประโยชน์ที่ได้รับจากโครงงาน

ประโยชน์ที่ได้รับจากโครงงานนี้ ปรับปรุงกิโลวัตต์-อาวร์มิเตอร์แบบเดิมให้มีความสะดวกในการใช้งานมากขึ้นและยังได้มีโอกาสนำทฤษฎีความรู้ที่ได้ศึกษามาประยุกต์ใช้งานจริง และสามารถนำไปใช้ในการทำงานในอนาคต

1.4 รายละเอียดของปริญญานิพนธ์

โครงงาน "วัตต์มิเตอร์รวมศูนย์" เป็นโครงงานที่รวบรวมเอาความรู้หลายๆ แขนงมาสร้างโครงงานนี้ จึงทำให้รายละเอียดของเนื้อหา และทฤษฎีที่เกี่ยวข้องของโครงงานที่มีมากพอสมควร โดยจะมีการแบ่งเนื้อหาออกเป็นบทต่างๆดังต่อไปนี้

บทที่ 1 บทนำจะกล่าวถึงรายละเอียดความเป็นมาขอบเขต และ รายละเอียดโดยย่อยของปริญญานิพนธ์

บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ โดยจะกล่าวถึงทฤษฎีและ หลักการพื้นฐานต่างๆที่นำมาใช้ออกแบบและแสดงถึงความสัมพันธ์ในการทำงานของอุปกรณ์ ของแต่ส่วน

บทที่ 3 การออกแบบส่วนต่างๆของกิโลวัตต์-อาวร์มิเตอร์รวมศูนย์ โดยจะกล่าว ถึงขั้นตอนการออกแบบส่วนต่างๆ ของวงจรควบคุม โครงสร้างของวัตต์มิเตอร์รวมศูนย์และการออกแบบ โปรแกรมควบคุมส่วนต่างๆของวัตต์มิเตอร์รวมศูนย์

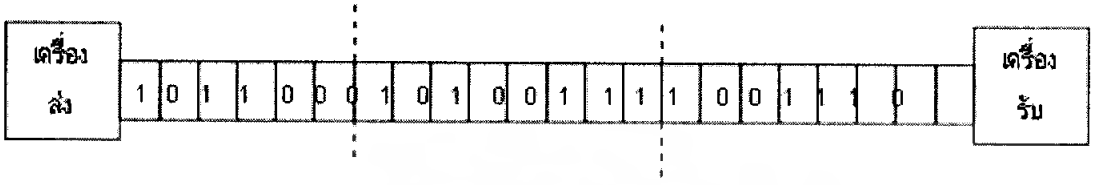
บทที่ 4 โดยจะกล่าวถึงผลการทดสอบการทำงานวงจรและโปรแกรมที่ได้ออกแบบไว้

บทที่ 5 สรุปและวิจารณ์กล่าวถึงปัญหาที่พบในการทำงานเพื่อนำไปพัฒนา และ ปรับปรุงต่อไปในอนาคต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ

2.1การสื่อสารข้อมูลอนุกรม



รูปที่ 2.1 แสดงหลักการการข้อมูลอนุกรม

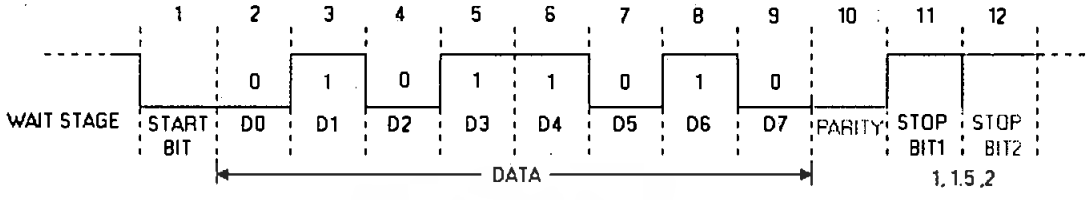
การสื่อสารข้อมูลอนุกรมเป็นการรับหรือส่งข้อมูลในลักษณะกลุ่มของบิต คราวละหนึ่งบิต เรียงลำดับเรื่อยไปจนสิ้นสุด การสื่อสารแบบนี้จะมีข้อแตกต่างจากการสื่อสารแบบขนานเป็นอย่างมากเนื่องจากการสื่อสารข้อมูลแบบขนานมีการ โอนย้ายมาพร้อมกัน จึงมีความจำเป็นต้องใช้จำนวนเส้นสัญญาณมากขึ้นตามจำนวนบิตของข้อมูลด้วย ในขณะที่การสื่อสารแบบอนุกรมนั้นต้องการเส้นสัญญาณเพียงสองหรือสามเส้นเท่านั้น ดังนั้นการสื่อสารแบบขนานจึงไม่เหมาะในการสื่อสารกับอุปกรณ์ภายนอกเป็นระยะทางไกลๆเพราะจะทำให้สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายมาก

2.1.1 ความเร็วของการสื่อสารข้อมูลอนุกรม

เนื่องจากการสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรม เป็นการรับ/ส่งข้อมูลในลักษณะกลุ่มของบิตข้อมูล(Bit stream) ดังนั้น จึงต้องให้ความสนใจในการพิจารณาเรื่องอัตราเร็วในการรับ/ส่งบิตเหล่านี้เป็นอันดับแรกโดยทั่วไปมักจะระบุกันในหน่วยของจำนวนบิตข้อมูลภายในเวลาหนึ่งวินาที เรียกว่า อัตราบอด ตามค่ามาตรฐานเหล่านี้ ได้แก่ 110,150,300,1200,2400,4800,9600,19200 บอด ข้อมูลทั้งแปดบิตนี้หากว่าถูกส่งออกมาด้วยอัตรา 9600 บอด จะใช้เวลาในการส่งข้อมูลหนึ่งบิตมีค่าเท่ากับ 1/9600 หรือ 104 μs และเวลาในการส่งข้อมูลทั้งแปดบิตมีค่าเท่ากับ 8*104 หรือ 832 μs

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2 รูปแบบของการส่งข้อมูลอนุกรม



รูปที่ 2.2 รูปแบบของการส่งข้อมูลอนุกรมแบบอะซิงโคนัส

การสื่อสารอนุกรมแบบอะซิงโคนัสดังแสดงในรูปที่ 2.2 เป็นการแปลงข้อมูลขนานให้เป็นอนุกรมแล้วเพิ่มเติมบิตบางอย่างร่วมไปกับการส่งข้อมูลจริงซึ่งได้แก่

1. บิตเริ่มต้น (Start Bit)

บิตเริ่มต้นมีหน้าที่สำหรับการบ่งบอกให้ทราบถึงตำแหน่งเริ่มต้นก่อนบิตข้อมูล ตามปกติแล้วค่าของบิตเริ่มต้นจะเป็นระดับลอจิกต่ำ

2. บิตแสดงสภาวะความเป็นเลขคู่หรือเลขคี่ (Parity Bit)

บิตนี้มีหน้าที่เพื่อการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลโดยทั่วไปมักเรียกว่า บิตพาริตี้และจะนำไปต่อท้ายบิตของข้อมูล ค่าของบิตนี้ขึ้นอยู่กับจำนวนค่าของบิตที่เป็น 1 ซึ่งจะเป็นได้สองลักษณะคือ พาริตี้คู่ (Even Parity) หรือพาริตี้คี่ (Odd Parity) ตัวอย่างเช่นระบบที่ติดต่อกันโดยระบุว่าจะใช้พาริตี้คู่ ทางด้านส่งจะนำค่าข้อมูลที่จะส่งมาพิจารณาหาจำนวนของบิตที่มีค่าเป็น 1 หากเป็นเลขจำนวนคู่อยู่แล้ว ค่าของพาริตี้จะมีค่าเป็นศูนย์ แต่หากว่าจำนวนของบิตที่มีค่าเป็น 1 เป็นเลขจำนวนคี่ ค่าของพาริตี้ก็จะมีค่าเป็น 1 การพิจารณาทางด้านรับเป็นการตรวจสอบจำนวนบิตที่มีค่าเป็น 1 ของข้อมูลที่ได้รับมาทั้งหมดรวมทั้งบิตพาริตี้ ถ้ามีค่าเป็นเลขจำนวนคู่ แสดงว่าข้อมูลที่ได้รับเข้ามานี้ถูกต้องแต่หากไม่เป็นเลขจำนวนคู่แสดงว่าเกิดการผิดพลาดของข้อมูลขึ้น เป็นต้น

3. บิตสิ้นสุด (Stop Bit)

บิตสิ้นสุดเป็นบิตที่เพิ่มขึ้นเพื่อระบุถึงขอบเขตการสิ้นสุดของกลุ่มบิตข้อมูล บิตสิ้นสุดสามารถโปรแกรมได้คือ 1 บิต 1 ½ บิต และ 2 บิต ดังนั้นกรณีของการส่งข้อมูล 8 บิต หากข้อมูลถูกส่งออกไปด้วยอัตราเร็ว 9600 บอด เวลาโดยรวมในการส่งข้อมูลหนึ่งไบต์จะมีค่าเป็น12*104 us หรือ 1.25 ms

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 มาตรฐานพอร์ทอนุกรมแบบ RS – 232

มาตรฐานการเชื่อมต่อแบบอนุกรมRS –232เป็นมาตรฐานอุตสาหกรรมที่ออกแบบมาเพื่อใช้ในการส่งข้อมูลอนุกรมแบบอะซิงโครนัส 2 ทิศทางด้วยมาตรฐานRS – 232 ในอดีตนั้นถูกออกแบบมาเพื่อการส่งผ่านข้อมูลจากคอมพิวเตอร์ไปยังโมเด็มเพียงอย่างเดียว เพื่อที่จะนำข้อมูลจากโมเด็มนี้สื่อสารผ่านสายโทรศัพท์ไปยังคอมพิวเตอร์อีกชุดหนึ่งซึ่งอยู่ห่างไกลกัน โดย 2-5 คณะกรรมการที่เรียกว่า สมาคมอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์(Electronic Industries Association : EIA)ได้วางมาตรฐานที่มีชื่อเรียกว่าEIA RS-232มาตรฐานนี้ในช่วงแรกจะใช้คอนเน็คเตอร์เป็นแบบ DB – 25 โดยกำหนดความยาวสูงสุดของสายสัญญาณไว้ที่ 50 ฟุต มีระดับสัญญาณตั้งแต่ -3 ถึง -12V แสดงว่ามีข้อมูล (MARK)และ +3 ถึง +12 Vแสดงว่าเป็นช่องว่าง (SPACE) มาตรฐานRS-232 ได้ กำหนดรูปแบบของอุปกรณ์ เชื่อมต่อข้อมูล (DATA TERMINAL EQUIPMENT : DTE) กับวงจรข้อมูลปลายทาง (DATA Circuit Terminating :DCE) ไว้ ว่าอุปกรณ์ DTE จะต้องเป็นอุปกรณ์ ที่มีการประมวลผลในตัวเช่น ไมโครคอนโทรลเลอร์ หรือ ไมโครคอมพิวเตอร์ ซึ่งมีความสามารถในการสร้างบิตข้อมูลแบบอนุกรมได้ ส่วนอุปกรณ์ DCE จะทำหน้าที่เป็นเพียงตัวรับข้อมูลที่ส่งมาจาก DTE เท่านั้น โดยการรับส่งข้อมูลระหว่างอุปกรณ์ทั้งสองจะทำผ่านมาตรฐานRS –232 ข้อแตกต่างของอุปกรณ์ DTE และอุปกรณ์ DCE อย่างหนึ่งที่เห็นได้ชัดคือคอนเน็คเตอร์ ของ DTE เป็นตัวผู้ส่วน คอนเน็คเตอร์ของ DCE จะเป็นตัวเมียซึ่งพอร์ทอนุกรมของคอมพิวเตอร์ ที่ใช้กันอยู่ทั่วไปจะเป็นแบบ DTE ส่วนคอนเน็คเตอร์ ที่อยู่ที่โมเด็มจะเป็นแบบ DCE สำหรับ การใช้งานบนคอมพิวเตอร์ พอร์ทอนุกรม RS – 232 มักถูกใช้เชื่อมต่อกับโมเด็มหรือเมาส์ โดยสามารถรับส่ง ข้อมูลได้ที่ความยาวของสายสัญญาณสูงสุดถึง 20 เมตร

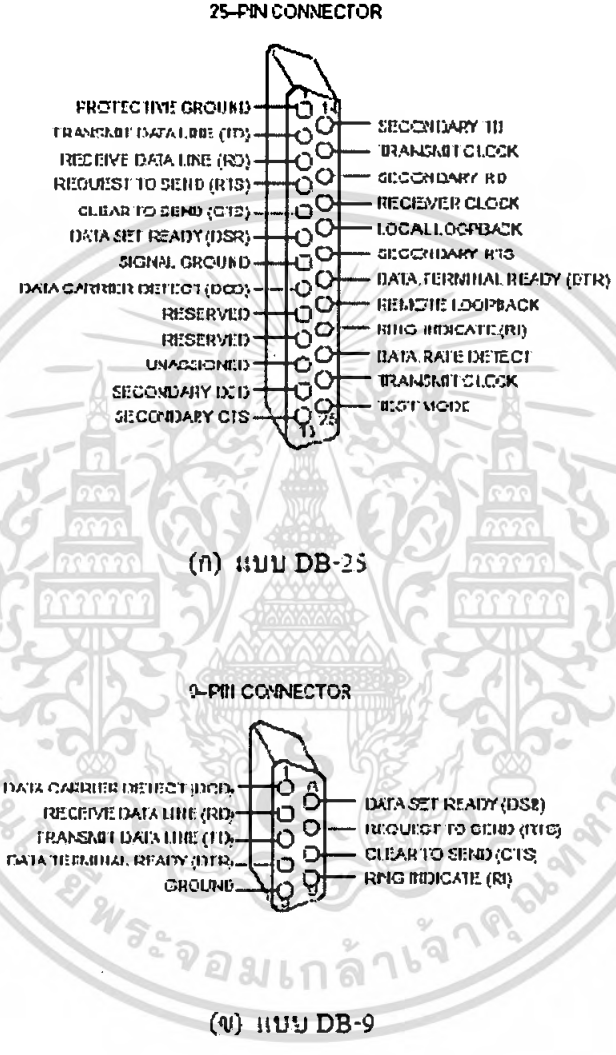
2.2.1 คอนเน็คเตอร์สำหรับพอร์ท RS – 232 และการเชื่อมต่อ

มาตรฐานการเชื่อมต่อแบบ RS –232 จะใช้คอนเน็คเตอร์แบบ DB–25 ตัวผู้ หรือ DB-9 ตัวผู้ คอนเน็คเตอร์ DB-25 จะมีขาต่อใช้งานเพียง 9 เส้นเช่นเดียวกับคอนเน็คเตอร์แบบ DB-9 เนื่องจากขาอื่น ๆ ที่เคยใช้งานในอดีตเพราะปัจจุบันมีการใช้งานไม่มากนัก จึงถูกยกเลิกไปโดยแสดงรูปร่างและตำแหน่งขาในรูปที่ 2.3

สำหรับการเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์กับอุปกรณ์ภายนอกที่แสดงในรูปที่ 2.4 ลูกศรในรูปแสดงถึงทิศทางในข้อมูลในรูปที่ 2.4 (ก) เป็นการเชื่อมต่อแบบNull Modem หรือการเชื่อมต่อแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยตรง โดยไม่ต้องผ่านโมเด็ม ส่วนในรูป 2.4 (ข) เป็นการเชื่อมต่อแบบ Null Modem ในลักษณะที่ใช้สายสัญญาณเพียง 3 เส้นโดยเส้นหนึ่ง สำหรับส่งข้อมูล อีกเส้นสำหรับรับข้อมูลและเส้นสุดท้ายเป็นกราวด์ สำหรับรายละเอียดหน้าที่การทำงานในแต่ละขาของพอร์ทอนุกรม RS –232 มีดังนี้



(ก) แบบ DB-25

(ข) แบบ DB-9

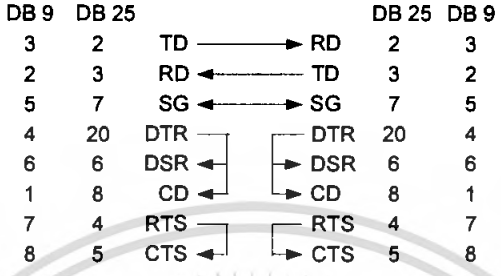
รูปที่ 2.3 แสดงการจัดขาของคอนเน็คเตอร์พอร์ทอนุกรมตามมาตรฐาน RS-232

DATA Carrier Detect: DCD หรืออาจเรียกว่า Carrier detect: CD ขานี้จะแอคทีฟเมื่อมีการส่งสัญญาณพาห์จากอุปกรณ์สื่อสารข้อมูลเช่น โมเด็มสำหรับการใช้งานปกติ ขานี้จะไม่ได้ถูกใช้งานมากนัก

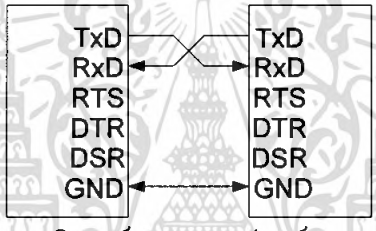
Receive DATA: RD หรือ RxD ขานี้ใช้เพื่อรับสัญญาณอนุกรมเข้ามายังคอมพิวเตอร์โดยนำข้อมูลที่อ่านได้เก็บไว้ในรีจิสเตอร์ บัฟเฟอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Transmitted DATA: TD หรือ TxD ขานี้ ใช้ เพื่อส่งข้อมูลออกจากคอมพิวเตอร์ โดยนำข้อมูลที่เก็บอยู่ในบัฟเฟอร์สำหรับส่งข้อมูลออกไป



(ก) การเชื่อมต่อแบบ Null Modem



(ข) การต่ออุปกรณ์ภายนอกเข้ากับคอมพิวเตอร์แบบ RS 232 โดยใช้สายสัญญาณเพียง 3 เส้น

รูปที่ 2.4 แสดงการต่ออุปกรณ์ภายนอกกับพอร์ทอนุกรมของคอมพิวเตอร์ในลักษณะต่าง ๆ

DATA Terminal Ready : DTR เป็นขาสัญญาณที่ส่งออกจากคอมพิวเตอร์ให้อุปกรณ์ปลายทางรับรู้ว่า ต้องการติดต่อด้วย โดยขา DTR นี้จะต้องเชื่อมต่อกับขา DSR ของอุปกรณ์ปลายทางและขา DTR ของอุปกรณ์ปลายทางจะต้องเชื่อมต่อกับขา DSR ของคอมพิวเตอร์ ถ้าใช้การเชื่อมต่อแบบ Null modem ซึ่งใช้สายในการเชื่อมต่อเพียง 3 เส้น จะต้องต่อขา DTR และ DSR ของตัวมันเองเข้าด้วยกันและต้องต่อกับขา DCD ด้วยในกรณีที่โปรแกรมสื่อสารที่ใช้ในการตรวจสอบจับสัญญาณพาห์

Signal ground : GND ขากราวด์ของระบบ

DATA Set Ready: DSR ขานี้จะใช้คู่กับขา DTR เพื่อตรวจสอบการเชื่อมต่อกันระหว่างคอมพิวเตอร์กับอุปกรณ์ปลายทาง ซึ่งขา DSR นี้จะเป็นขาสำหรับรับข้อมูลจากภายนอกซึ่งถูกส่งมาจากขา DTR

Request to Send: RTS เป็นขาสำหรับส่งสัญญาณร้องขอให้ทางอุปกรณ์ปลายทางส่งข้อมูลกลับมายังคอมพิวเตอร์ โดยขาที่รับสัญญาณ RTS ก็คือขา CTS ในกรณีที่ใช้การเชื่อมต่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบ Null Modem 3 สาย จะต้องเชื่อมต่อ RTS และ CTS ของตัวมันเองเข้าด้วยกันเพื่อจะให้การรับ และส่งข้อมูลสามารถเกิดขึ้นได้ตลอดเวลา Clear To Send: CTS ขานี้จะคอยรับสัญญาณจากขา RTS เมื่อรับสัญญาณได้ ข้อมูลที่ขา TxD จะถูกส่งออกไป ดังนั้นขานี้จึงถูกใช้เพื่อตรวจสอบอุปกรณ์ต่อพ่วงว่าพร้อมที่จะรับข้อมูลหรือไม่

Ring Indicator: RI ใช้แสดงสถานะสัญญาณเรียกจากสายโทรศัพท์ ปกติในการสื่อสารโดยทั่วไป สายนี้จะไม่ถูกใช้งานจะใช้งานก็ต่อเมื่อมีการเชื่อมต่อกับโมเด็มและโปรแกรมมีการตรวจสอบสัญญาณนี้เท่านั้น

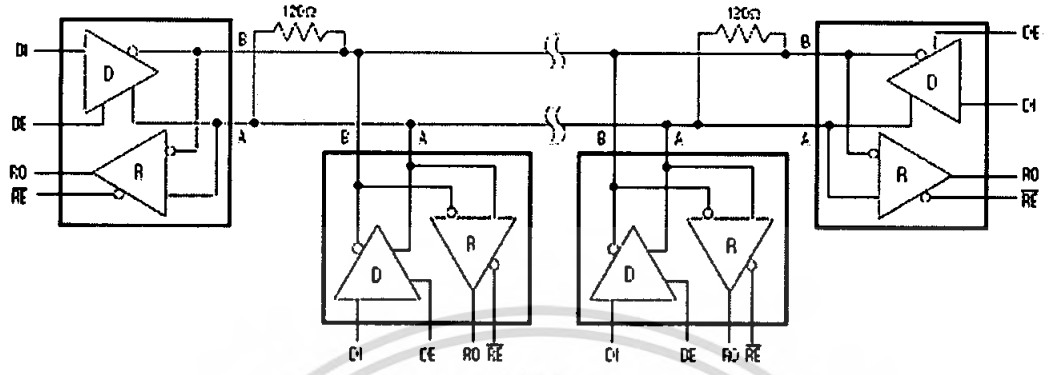
2.3 การส่งข้อมูลตามมาตรฐาน RS-485 (EIA Standard RS-485 Data Transmission)

ระบบเครือข่าย RS-485 สามารถติดต่อกันผ่านสาย 2 เส้น (โดยทั่วไปใช้สายคู่ตีเกลียว หรือ twisted pair) สัญญาณข้อมูลที่ส่งจะถูกวัดความแตกต่างของสัญญาณที่ตัวรับ ซึ่งมีข้อดีคือ สามารถส่งข้อมูลในระยะไกลและกำจัดปัญหาสัญญาณรบกวนได้ดี ลักษณะการเชื่อมต่อของ RS-485 สามารถทำได้ใน 2 ลักษณะคือ 2 สาย (two-wire) และ 4 สาย (four-wire) ในระบบ 2 สาย ตัวส่งและตัวรับของแต่ละอุปกรณ์ต่อเข้ากับสายคู่ตีเกลียว 1 เส้น ระบบ 4 สาย ตัวส่งของพอร์ตแม่ (master port) ต่อเข้ากับตัวรับของตัวลูก(slave port)ทุกตัวในระบบผ่านสายคู่ตีเกลียวเส้นหนึ่ง และตัวส่งของตัวลูกทุกตัวจะต่อเข้ากับตัวรับของตัวแม่ผ่านสายคู่ตีเกลียวอีกเส้นหนึ่ง การติดต่อกันในระบบอุปกรณ์ทุกตัวจะต้องถูกกำหนดตำแหน่ง(address) ตัวแม่ติดต่อกับตัวลูกทุกตัวโดยตรงแต่ตัวลูกแต่ละตัวจะติดต่อกับตัวแม่ได้เท่านั้นไม่สามารถติดต่อกันเองได้ และในการติดต่อนั้นตัวลูกจะติดต่อกับตัวแม่ได้ทีละตัว เมื่อตัวลูกตัวใดตัวหนึ่งกำลังติดต่อกับตัวแม่อยู่ ตัวลูกที่เหลือจะไม่สามารถติดต่อกับตัวแม่ได้และจะอยู่ในสถานะที่เรียกว่า High impedance หรือ tri-state ซึ่ง Hardware บางผลิตภัณฑ์สามารถจัดการสถานะดังกล่าวได้โดยอัตโนมัติ แต่สำหรับบางกรณีจำเป็นต้องใช้ Software เป็นตัวจัดการ (ถ้าอุปกรณ์ RS-485 ถูกควบคุมผ่าน RS-232 serial port การจัดการเกี่ยวกับ tri-state จะถูกจัดการด้วย RTS handshake line)

RS-485 เป็นการส่งข้อมูลในระบบสมดุลย์ สายสัญญาณ 1 คู่สายสามารถติดต่ออุปกรณ์ได้ถึง 32 ตัว คุณสมบัติของอุปกรณ์ในระบบ RS-422 และ RS-485 มีลักษณะคล้ายคลึงกัน สำหรับใน

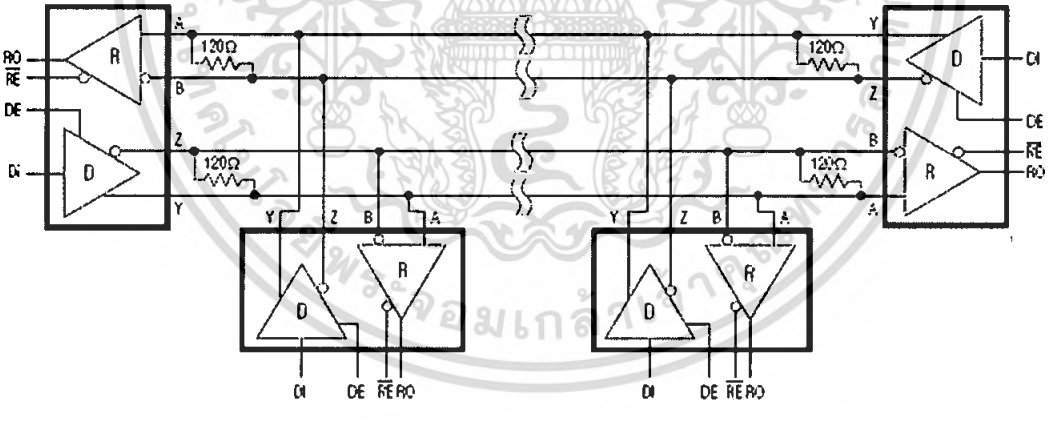
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบ RS-485 สามารถทนแรงดันระหว่างสายสัญญาณและสายกราวด์ หรือ Common Mode Voltage หรือ Vcm ได้ในช่วง - 7 V ถึง +12 V ซึ่งมากกว่าอุปกรณ์ในระบบ RS-422



รูปที่2.5 แสดงระบบเครือข่ายที่เรียกการต่อในลักษณะ two-wire multidrop

จากรูปสังเกตุได้ว่ามีการต่อความต้านทานขั้วที่โหนดปลายทั้งสองด้านของสายส่งแต่ไม่มีการต่อขั้วปลายที่โหนดที่อยู่ระหว่างสายส่ง การต่อขั้วปลาย (termination) มักใช้กับระบบที่มีอัตราการส่งข้อมูลสูงและระยะทางยาว



รูปที่2.6 แสดงระบบ RS-485 แบบ 4 สาย

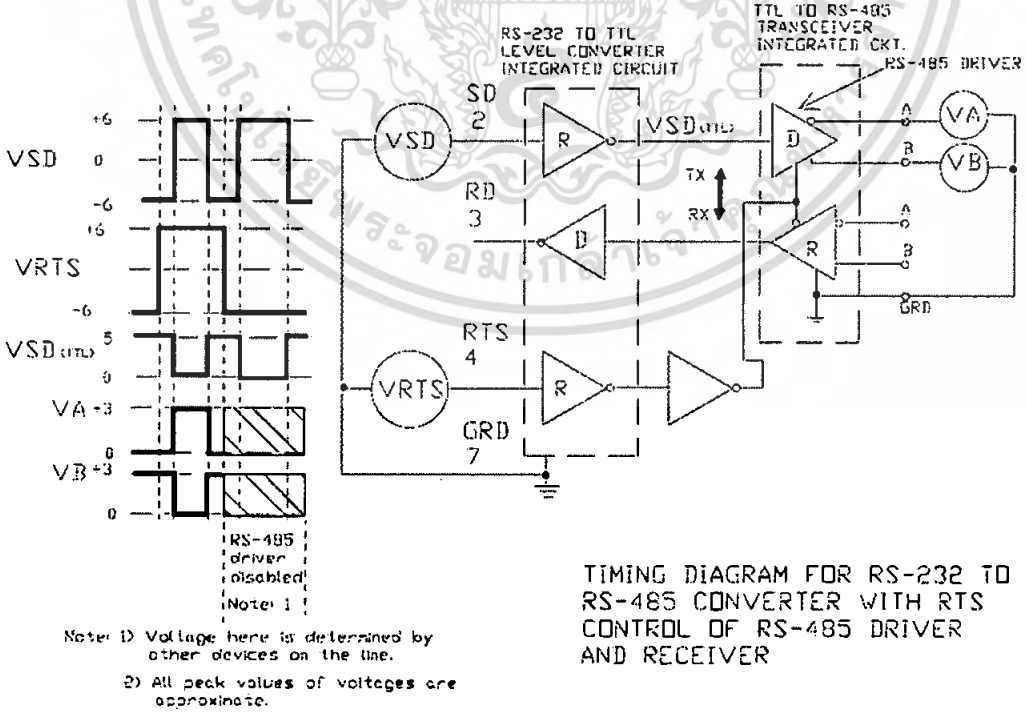
มีลักษณะการติดต่อแบบโหนดแม่ (master node) และโหนดลูก (slave node) ตัวส่งของตัวแม่จะต่อถึงตัวรับของตัวลูกทุกตัวผ่านสายสัญญาณ(โดยมากใช้เป็นสายคู่ตีเกลียว) 1 คู่ และตัวส่งของตัวลูกทุกตัวจะต่อเข้ากับตัวรับของตัวแม่ผ่านสายสัญญาณอีก 1 คู่ โดยในการติดต่อนั้นตัวแม่จะสามารถติดต่อกับตัวลูกได้ทุกตัวแต่ตัวลูกทุกตัวจะติดต่อกับตัวแม่ได้เท่านั้น ไม่สามารถติดต่อกับตัวลูกตัวอื่นหรือติดต่อกันเองได้ และในการติดต่อจากตัวลูกไปยังตัวแม่นั้นจะทำได้ทีละ 1 ตัว เมื่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มีตัวใดตัวหนึ่งติดต่อหรือทำการส่งข้อมูลอยู่ ตัวลูกตัวอื่นที่เหลือในระบบจะไม่สามารถส่งข้อมูลได้ โดยต้องอยู่ในสถานะ disable หรือ tri-state เนื่องจากตัวลูกจะไม่สนใจการติดต่อของตัวลูกตัวอื่นกับตัวแม่ ถือเป็นข้อดีคือทำให้สามารถต่ออุปกรณ์ที่มีโปรโตคอลต่างกันเข้าไว้ในระบบเดียวกันได้

2.3.1 การควบคุม tri-state ของอุปกรณ์ RS-485 โดยการใช้สัญญาณ RTS (Tri-state control of an RS-485 Device using RTS)

ในระบบ RS-485 เป็นการส่งผ่านข้อมูลผ่านสายส่งชุดเดียวกันโดยผลัดกันส่ง เมื่ออุปกรณ์ตัวใดตัวหนึ่งต้องการส่งข้อมูลจะทำการเชื่อมต่อตัวส่งเข้ากับสายส่ง และจะตัดตัวส่งออกจากสายส่งเมื่อส่งข้อมูลเสร็จ โดยส่วนมากมักใช้อุปกรณ์ที่เปลี่ยน RS-232 เป็น RS-485 หรือการ์ดอนุกรม RS-485 ต่อเข้ากับระบบ เพื่อใช้เป็นตัวให้สัญญาณควบคุมการส่ง หรือเรียกว่า RTS : Request To Send โดยต่อจาก Asynchronous serial port ไปยังขา Enable ของตัวส่งผ่านสาย RTS และอาจกำหนดการทำงานของขา Enable โดยถ้าได้รับสถานะ High หรือลอจิก 1 ให้ตัวส่งต่อเข้ากับสายส่งและทำการส่งข้อมูลได้ ถ้าได้รับสถานะ Low หรือลอจิก 0 ให้ตัวส่งตัดการต่อออกจากสายส่ง หรือเรียกว่า tri-state และยอมให้ตัวส่งอื่นที่ได้รับลอจิก 1 ต่อเข้ากับสายส่งและส่งข้อมูลผ่านสายส่งได้ ดังนั้นในขณะที่มีตัวส่งตัวเดียวได้รับลอจิก 1 และต่อเข้ากับสายส่ง ตัวส่งตัวอื่นๆที่เหลือจะต้องได้รับลอจิก 0



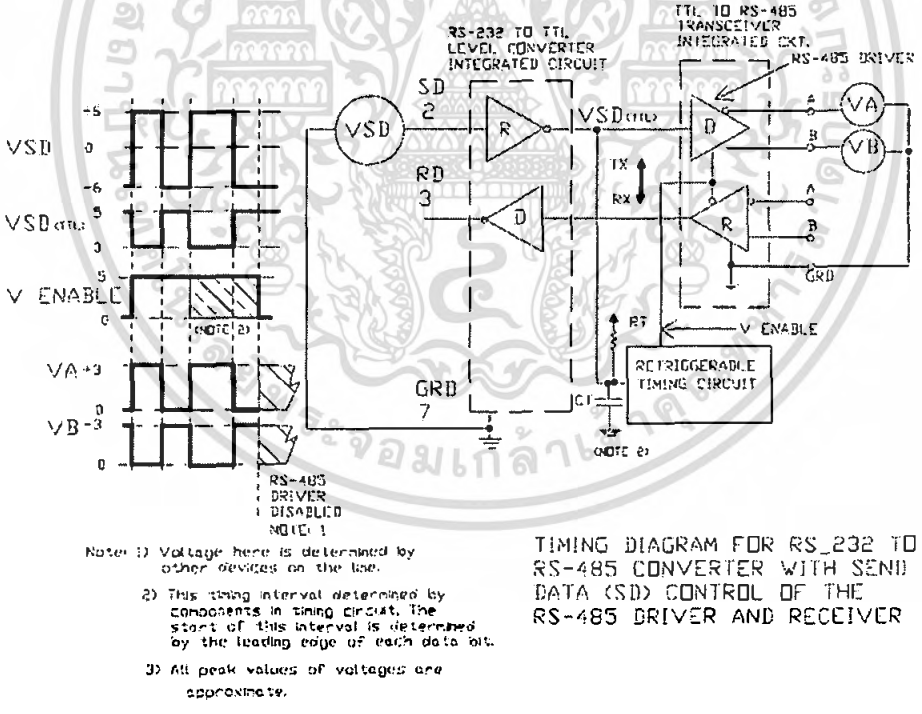
TIMING DIAGRAM FOR RS-232 TO RS-485 CONVERTER WITH RTS CONTROL OF RS-485 DRIVER AND RECEIVER

รูปที่2.7 แสดง Timimg diagram ของการเปลี่ยน RS-232 เป็น RS-485

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปคลื่น(waveform)แสดงให้เห็นถึงความผิดพลาดเนื่องจากสัญญาณที่ควบคุมการส่งหรือสัญญาณที่ส่งให้กับขา Enable หรือ VRTS ที่มีขนาดแคบกว่าสัญญาณข้อมูล (VSD) มีผลทำให้เกิดการสูญหายของข้อมูลในส่วนหลังนับจากที่สัญญาณ VRTS อยู่ในสถานะ low ดังนั้นต้องมั่นใจว่าสัญญาณควบคุมหรือ VRTS ต้องมีขนาดกว้างกว่าสัญญาณข้อมูล (VSD) หรือกล่าวได้ว่าสัญญาณ RTS จะต้องเป็น High ก่อนข้อมูลจะถูกส่ง และจะต้องเป็น Low หลังจากส่งบิทสุดท้ายแล้ว ซึ่งช่วงเวลาการทำงานดังกล่าวนี้จะถูกทำโดย software ที่ทำหน้าที่ควบคุมผ่านพอร์ตอนุกรมในการ์ดอนุกรม RS-485 ดังนั้นในการต่ออุปกรณ์หรือการเชื่อมต่อระบบเครือข่าย RS-485 ในลักษณะ 2 สายที่ตัวรับแต่ละตัวจะถูกต่อเข้ากับสายส่งข้อมูลดังในรูปที่2.5 จำเป็นต้องศึกษาถึงวิธีการจัดการในส่วนของ Enable function" ของแต่ละตัวอุปกรณ์

2.3.2 การควบคุมการส่งข้อมูลของอุปกรณ์ RS-485 (Send Data Control of a RS-485 Device)



รูปที่ 2.8 Timing Diagram ของการแปลง RS-232 เป็น RS-485

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลิตภัณฑ์ตัวเปลี่ยน RS-232 เป็น RS-485 (RS-232 to RS-485 Converter) และการ์ดอนุกรม RS-485 (RS-485 serial cards) มีวงจรพิเศษในการใช้สัญญาณข้อมูลเป็นตัว enable ให้กับตัวส่ง (RS-485 driver) รูปที่ 2.8 แสดง Timing diagram ของสัญญาณที่ใช้ควบคุมตัวเปลี่ยน (Converter) จาก diagram แสดงให้เห็นว่ามีช่วงเวลาคงที่เวลาหนึ่งหลังการส่งข้อมูลบิทสุดท้ายและก่อนการ disable ของตัวส่ง ถ้าระยะเวลานั้นสั้นเกินไปหรือตัวส่งอาจถูก disableก่อนที่ตัวส่งจะส่งข้อมูลเสร็จ อาจทำให้ข้อมูลในส่วนท้ายสูญหายได้ และถ้ามีขนาดยาวเกินไปจะทำให้ระบบเปลี่ยนสายสัญญาณจากส่งเป็นรับก่อนที่โหนดพร้อมจะรับข้อมูลหรือตัวรับเชื่อมต่อเข้ากับสายส่งและรับข้อมูลช้าไม่ทันต่อสัญญาณที่ส่งมาถึง ทำให้ไม่ได้รับข้อมูลในส่วนแรก ดังนั้นควรกำหนดช่วงเวลาดังกล่าวให้เหมาะสม โดยส่วนมากมักเท่ากับความยาวหนึ่งตัวอักษรที่อัตราการส่งข้อมูลนั้นๆ

2.3.3 การต่อขั้วปลาย (Termination)

ระบบควรมีการต่อขั้วปลายหรือการต่ออิมพีแดนซ์(Rt)เข้าระหว่างเทอร์มินอล เพื่อทำให้เกิดอิมพีแดนซ์สมดุลย์กันระหว่างอิมพีแดนซ์ของโหลดกับอิมพีแดนซ์ของสายส่ง ถ้าอิมพีแดนซ์ไม่สมดุลย์จะทำให้โหลดไม่ได้รับสัญญาณที่สมบูรณ์เนื่องจากสัญญาณบบางส่วนเกิดการสะท้อนกลับภายในสายส่ง ถ้าอิมพีแดนซ์ของตัวกำเนิด (source) , อิมพีแดนซ์ของสายส่ง (transmission line) และอิมพีแดนซ์ของโหลดมีค่าเท่ากันจะไม่เกิดการสะท้อนกลับในระบบ แต่การต่อขั้วปลายนั้นก็ถือว่าเป็นการเพิ่มโหลดให้กับตัวส่ง ทำให้การติดตั้งซับซ้อนมากขึ้น , จำเป็นต้องเปลี่ยนแปลงการไบอัส และการปรับปรุงหรือแก้ไขระบบจะทำได้ยากขึ้น การตัดสินใจว่าควรทำการต่อขั้วปลายหรือไม่ขึ้นอยู่กับความยาวของสายเคเบิ้ลและอัตราข้อมูลในระบบ หรืออีกทางหนึ่งอาจดูจาก Propagation delay ถ้ามีค่าน้อยกว่าความยาว 1 บิท ไม่จำเป็นต้องมีการต่อขั้วปลายเนื่องจากสัญญาณจะสะท้อนกลับไปกลับมาจนมีขนาดน้อยลงและหายไปในที่สุด(damp out)จึงไม่มีผลต่อการรับข้อมูล การรับของ "UART" จะเอาค่าที่อยู่ตรงกลางของบิทซึ่งถือว่าเป็นค่าที่มีความถูกต้องที่สุด การหาค่า Propagation delay คำนวณได้จากผลคูณระหว่างความยาวสายเคเบิ้ลกับ Propagation velocity ของสายเคเบิ้ล โดยจะถูกกำหนดจากผู้ผลิตซึ่งมีค่าอยู่ในช่วง 66%-75% ของความเร็วแสง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่าง ที่ ความยาว 1 รอบของสายเคเบิ้ล 4,000 ฟุต สายเคเบิ้ลมี Propagation velocity 66%

Propagation velocity = 0.66x3x10c8x3.33 (1 เมตร = 3.33 ฟุต)

= 6.5x10c8 ft/s

Propagation delay 1 รอบ = 4,000/6.5/10c8 = 6.2 ms.

ถ้าสมมติให้การสะท้อนกลับหายไปภายใน 3 รอบ Propagation delay = 18.6 ms.

ถ้าอัตราการส่งข้อมูล = 9,600 bps ความกว้าง 1 bit = 1/9,600 = 104 ms.

ตรงกลางข้อมูลอยู่ที่ 104/2 = 52 ms. จะเห็นได้ว่า Propagation delay มีค่าน้อยกว่าครึ่งหนึ่งของความยาว 1 บิท ดังนั้นการสะท้อนกลับไม่มีผลต่อข้อมูล จึงไม่จำเป็นต้องมีการต่อขั้วปลาย

การต่อขั้วปลายใช้วิธีการต่อขนาน หรือ Parallel termination ความต้านทานจะต่อขนานเข้ากับขั้ว A และ B ของตัวรับ ถ้าเป็นระบบที่ไม่มีการต่อตัวทวนสัญญาณ หรือ Repeater ควรต่อขั้วปลายเพียง 2 แห่งคือที่ปลายทั้งสองด้านของสายส่ง สำหรับการเลือกค่าความต้านทานขั้ว หรือ Rt นั้น ขึ้นอยู่กับค่าอิมพีแดนซ์ภายในสายส่งซึ่งขึ้นอยู่กับการผลิตของผู้ผลิตไม่ได้ขึ้นอยู่กับความยาวของสาย ซึ่งโดยมากแล้วผู้ผลิตมักกำหนดการผลิตสายเคเบิ้ลให้มีค่าความต้านทานอยู่ที่ 120 โอมห์ อย่างไรก็ตามสามารถเลือกค่าความต้านทานได้ตั้งแต่ 90 โอมห์ขึ้นไปข้อเสียของการต่อขั้วปลายแบบขนานคือ เปรียบเสมือนการเพิ่มโหลด DC ให้กับระบบและอาจทำให้ตัวเปลี่ยน RS-232 เป็น RS-485 (RS-232 to RS-485 Converter) เกิดการ overload

นอกจากนี้ยังมีการต่อขั้วปลายอีกวิธีหนึ่งเรียกว่า AC Coupled Termination ทำได้โดยการต่อคาปาซิเตอร์ขนาดเล็กๆอนุกรมเข้ากับความต้านทานขั้ว (Rt) เพื่อกำจัดผลกระทบจาก DC loading

รูปที่ 2.9 แสดงการต่อขั้วปลายแบบ Parallel termination และ AC Coupled Termination

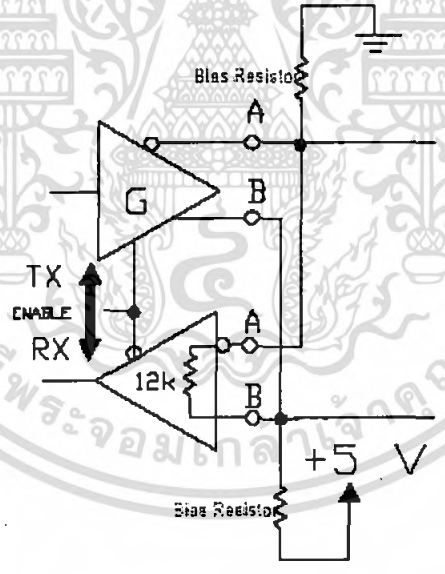
ในระบบ RS-485 แบบ 2 สาย สำหรับในระบบแบบ 4 สายความต้านทานขั้ว หรือ Rt จะถูกต่อคร่อมที่ตัวรับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.4 การไบอัสในระบบเครือข่าย RS-485 (Biasing an RS-485 Network)

เมื่อทุกโหนดอยู่ในโหมดของการรอรับข้อมูล หรืออยู่ในสถานะ idle (idle state) จะไม่มีตัวส่งใดทำงาน (active) หรือเรียกว่าอยู่ในสถานะ tri-state สายส่งจะอยู่ในลักษณะเรียกว่าUnknown ถ้าระดับแรงดันของอินพุทที่ ตัวรับ (A และ B)มีค่าอยู่ในช่วง +- 200 mV. ระดับลอจิกที่เอาท์พุทของตัวรับจะคงค่าของบิทสุดท้ายที่รับ เพื่อรักษาแรงดัน idle ให้เหมาะสมจำเป็นต้องมีการต่อความต้านทานที่เรียกว่าความต้านทานไบอัส เข้าระหว่างขั้ว B กับ 5 V. หรือเรียกว่า Pull up resister และใส่ความต้านระหว่างขั้ว A กับกราวด์หรือเรียกว่า Pull down resister

รูปที่ 2.10 แสดงการต่อความต้านทานไบอัสเข้ากับตัวรับในระบบแบบ 2 สาย สำหรับระบบแบบ4 สายจะต่อความต้านทานเข้ากับตัวรับ ค่าความต้านทานไบอัสขึ้นอยู่กับการต่อขั้วปลายและจำนวนโหนดในระบบ การสร้างกระแสไบอัสให้มีค่าเพียงพอที่จะรักษาแรงดันระหว่างสายส่ง AและBให้มีค่ามากกว่า 200 mV. ดูได้จากตัวอย่าง ซึ่งแสดงการคำนวณค่าความต้านทานไบอัส



รูปที่ 2.10 การต่อความต้านทานไบอัสเข้ากับตัวรับในระบบแบบ 2 สาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างที่ ระบบ RS-485 ต่อเข้าด้วยกัน 10 โหนด มี Rt = 120 Ohm ที่ขั้วปลายทั้ง 2 ด้าน แต่ละโหนดมีโหลดอิมพีแดนซ์ 12 k Ohm ดังนั้น

10 โหนดที่ต่อขนานกันจะให้โหลดอิมพีแดนซ์ = 1,200 Ohm

Rt ที่ขั้วปลายทั้ง 2 ให้โหลดอิมพีแดนซ์ = 60 Ohm

รวมโหลดอิมพีแดนซ์ = 60//1,200

= (60x1,200)/(60+1,200)

= 57 Ohm

สังเกตได้ว่าขนาดของ Rt จะเป็นโหลดหลักของระบบ และเพื่อรักษาระดับแรงดันระหว่างสาย A และ B ไว้ไม่ให้ต่ำกว่า 200 mV. ดังนั้นจะใช้กระแสไบอัส = 200 mV. / 57 Ohm

= 3.5 mA.

เพื่อให้ได้กระแสไบอัสไหลผ่านที่แรงดัน 5 V. ดังนั้นมีค่าอิมพีแดนซ์รวม

= 5 V./ 3.5mA. = 1,428 Ohm

ความต้านทานที่ใช้ไบอัส (Rpull up = Rpull down) = (1,428 - 57)/2

= 685 Ohm

ดังนั้นค่าสูงสุดสำหรับ pull up กับ 5 V. และ pull down กับกราวด์ = 685 Ohm จะให้กระแสไบอัสมากที่สุด

2.3.5 ข้อกำหนดในการขยายระบบ (Extending the Specification)

ถ้าต้องการขยายระบบให้ส่งได้ระยะทางที่ไกลหรือมีจำนวนโหลดมากเกินกว่าที่ระบบ RS-422 หรือ RS-485 จะรับได้ เราจำเป็นต้องต่อตัวทวนสัญญาณ หรือ Repeater เข้าในระบบ โดยสามารถแบ่งโหลดของระบบออกเป็นส่วน ในแต่ละส่วนที่ตัวทวนสัญญาณทำการทวนสัญญาณ (Refresh) จะสามารถส่งได้ไกลถึง 4,000 ฟุต และสามารถเพิ่มจำนวนโหนดได้อีก 31 โหนด อีกวิธีที่สามารถเพิ่มจำนวนโหนดในระบบได้โดยการใช้ตัวรับที่มีโหลดต่ำ ที่ตัวรับนี้จะมีอินพุทอิมพีแดนซ์สูงกว่าปกติทำให้โหลดของตัวส่งลดลง เราจึงสามารถเพิ่มจำนวนโหนดได้มากขึ้น เช่น ถ้าเราใช้ตัวรับที่มีโหลดเท่ากับ ½ ของโหลดปกติ เราจะสามารถต่อโหนดในระบบได้เพิ่มขึ้นเป็น 64 โหนด หรือถ้าใช้ตัวรับที่มีโหลดขนาดเท่ากับ ¼ ของโหลดปกติ จะสามารถต่อโหนดในระบบได้เพิ่มขึ้นเป็น 128 โหนด เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าฉลองกรุง

2.4 ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

2.4.1 การใช้งานพอร์ทสื่อสารอนุกรม

พอร์ทสื่อสารอนุกรมมีโครงสร้างการทำงานในแบบที่เรียกว่าฟูลดูเพล็กซ์ (Full Duplex) สามารถรับและส่งข้อมูลอนุกรมได้ในเวลาเดียวกัน

Serial Port Buffer (SBUF) ใช้เป็นบัพเฟอร์สำหรับรับและส่งข้อมูลอนุกรมโดยมีอยู่ 2 ตัว พอร์ทสื่อสารอนุกรมสามารถโปรแกรมการทำงานได้หลายโหมดด้วยกันโดยเลือกทีละบิต SM1 และ SM0 ซึ่งอยู่ในรีจิสเตอร์ควบคุม SCON การทำงานของทั้ง 4 โหมด ของพอร์ทสื่อสารอนุกรมมีดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 โหมดการทำงานของพอร์ทสื่อสารอนุกรม

SM0	SM1	โหมด	การทำงาน
0	0	0	Shift Register ความเร็วในการรับหรือส่งข้อมูลเท่ากับ (1/2) ของ CPU Osc
0	1	1	8 Bit UART ความเร็วในการรับหรือส่งข้อมูลกำหนดได้จาก Timer 1,2
1	0	2	9 Bit UART ความเร็วในการรับหรือส่งข้อมูล = (1/32) หรือ (1/64) เท่าของ CPU Osc โดยขึ้นกับบิต SMOD ใน PCON
1	1	3	9 Bit UART ความเร็วในการรับหรือส่งข้อมูลกำหนดที่ Timer 1,2

โหมด 0 : พอร์ทสื่อสารอนุกรม 8 บิต โดยการส่งข้อมูลเลื่อนออกทีละบิตโดยส่งบิต D0 ออกไปก่อน ทางขา RxD เนื่องจากไม่มีการส่งบิตเริ่มต้น แต่จะส่ง Shift Clock ทางขา TxD (ความเร็ว 1/12 เท่าของ CPU Osc)

โหมด 1 : พอร์ทสื่อสารข้อมูลอนุกรม 10 บิต ข้อมูล 8 บิต 1 บิตเริ่มต้น และ 1 บิตสิ้นสุด และสามารถเปลี่ยนแปลงความเร็วในการส่งข้อมูลได้ โดยขึ้นกับบิต SMOD ใน PCON และอัตราโอเวอร์โฟลว์ของ ไทเมอร์ 1,2

$$\text{บอดเรท โหมด } 1,3 = \frac{2^{SMOD} \times \text{CPU Osc}}{32 \times 12 \times \left[256 - (TH1)\right]} \qquad \text{โดยใช้ ไทเมอร์ 1}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
82452

บอดเรท โหมด 1,3 = $\frac{\text{CPU Osc}}{32 \times [65536 - (\text{RCAP2H, RCAP2L})]}$ โดยใช้ ไทเมอร์2

โหมด 2 : พอร์ทสื่อสารอนุกรม 11 บิต ข้อมูล 9 บิต 1 บิตเริ่มต้น และ 1 บิตสิ้นสุด (TB8 นิยมนำมาใช้ ส่งพาริตี้บิต) ความเร็วในการรับส่งข้อมูลเท่ากับ 1/32 หรือ 1/64 เท่าของ CPU Osc โดยขึ้นกับบิต SMOD ใน PCON

บอดเรท (โหมด 2) = $\frac{(2^{\text{SMOD}})\text{CPU Osc}}{64}$

- บอดเรท (โหมด 2) = 1/32 CPU Osc เมื่อ SMOD = 1
- บอดเรท (โหมด 2) = 1/64 CPU Osc เมื่อ SMOD = 0

โหมด 3 : พอร์ทสื่อสารอนุกรม 11 บิต ข้อมูล 9 บิต 1 บิดเริ่มต้น และ 1 บิตสิ้นสุด เหมือนโหมด 2 ยกเว้นอัตราความเร็วจะขึ้นกับบิต SMOD ใน PCON และอัตราโอเวอร์โฟลว์ของไทเมอร์ 2

บอดเรท โหมด 1,3 = $\frac{2^{\text{SMOD}} \times \text{CPU Osc}}{32 \times 12 \times [256 - (\text{TH1})]}$ โดยใช้ ไทเมอร์ 1

บอดเรท โหมด 1,3 = $\frac{\text{CPU Osc}}{32 \times [65536 - (\text{RCAP2H, RCAP2L})]}$ โดยใช้ ไทเมอร์ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.2 กระบวนการรับและส่งข้อมูลอนุกรมของ MCS-51

การส่งข้อมูลออกทางพอร์ทอนุกรมของ MCS-51 จะเริ่มต้นขึ้นภายหลังเมื่อมีการเขียนข้อมูลลงไปใน SBUF ข้อมูลนี้ จะถูกเลื่อนทีละบิต และส่งสัญญาณออกไปภายนอกโดยอัตโนมัติ เมื่อข้อมูลเหล่านี้ได้ส่งออกไปครบถ้วนแล้วจะทำให้ค่าแฟลกซ์ T1 เป็น 1 เพื่อแจ้งให้ทราบว่าขณะนี้ SBUF ว่างและพร้อมที่จะส่งข้อมูลไบต์ต่อไปแล้ว ในกรณีที่ใช้เขียนข้อมูลใหม่ลงในรีจิสเตอร์ SBUF โดยไม่รอให้แฟลกซ์ T1 มีค่าเป็น 1 ก่อน จะมีผลทำให้ข้อมูลที่ส่งไปผิดพลาดได้

สำหรับการรับข้อมูลจากพอร์ทอนุกรมจะต้องเริ่มต้นโดยการกำหนดค่า REN (Receive Enable)ให้มีค่าเป็น 1 ก่อน หลังจากนั้นเมื่อมีข้อมูลภายนอกถูกส่งเข้ามายัง 8051 ทีละบิตจนครบ และเมื่อบิตสุดท้ายเลื่อนเข้ามาเรียบร้อยแล้ว ข้อมูลนั้นจะถูกย้ายมาเก็บไว้ยังรีจิสเตอร์ SBUF และแฟลกซ์ RI ก็จะมีค่าเป็น 1 (ถูกเซต)

1. พอร์ทอนุกรม (โหมด 0)

การทำงานของพอร์ทอนุกรม (โหมด 0) เป็นการรับและส่งข้อมูลอนุกรมจำนวน 8 บิต โดยใช้เพียงขาสัญญาณ RxD เท่านั้น (ขานี้ใช้งาน 2 หน้าที่ใช้ส่งและรับข้อมูล) ส่วนขาสัญญาณ TxD จะนำไปใช้เพื่อเป็นขาสัญญาณนาฬิกาในการให้จังหวะ การเลื่อนข้อมูลกับวงจร เลื่อนบิตภายนอก สำหรับอัตราเร็วจะถูกกำหนดไว้คงที่ที่ค่า 1/12 เท่าของ CPU Osc จากรูปที่ 2.8 แสดงให้เห็นถึงแผนภาพเวลาสัญญาณต่างๆในโหมด 0 เมื่อมีการรับหรือส่งข้อมูล 1 ไบต์ โดยสัญญาณนาฬิกาในการเลื่อนบิตนี้จะเกิดภายในตัว 8051 เอง เนื่องจากโหมดนี้ไม่มีการส่งบิตเริ่มต้นและบิตสิ้นสุด ดังนั้นจึงจำเป็นที่จะต้องส่งสัญญาณ Shift clock ออกไป เพื่อใช้ Synchronize ระหว่างฝ่ายรับและฝ่ายส่ง โดยจะใช้ขา TxD ส่วนการรับข้อมูลจะรับข้อมูลเข้าทางขา RxD และรับ Shift clock เข้าทางขา TxD ถ้า CPU Osc มีค่าเท่ากับ 12 MHz ก็จะส่งได้ถึง 1 ล้านบอด ซึ่งโหมด 0 เป็นโหมดที่ส่งข้อมูลได้เร็วที่สุด รายละเอียดผังเวลาในการรับส่งดังแสดงในรูปที่ 2.11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. พอร์ทอนุกรม (โหมด 1)

การทำงานในโหมด 1 เป็นการสื่อสารข้อมูลอนุกรมจำนวน 10 บิต ประกอบด้วยบิตเริ่มต้น 1 บิต ข้อมูลจำนวน 8 บิต และบิตสิ้นสุดอีก 1 บิต ดังแสดงในรูปที่ 2.12 โดยข้อมูลจะถูกส่งออกทาง TxD และรับเข้ามาทางขาสัญญาณ RxD ในส่วนของข้อมูล 8 บิต ที่ได้รับหรือทำการส่งออก จะเป็นบิตนัยสำคัญต่ำเป็นลำดับแรก ทางฝ่ายรับค่าของบิตสิ้นสุดจะส่งเข้ามาจัดเก็บไว้ในบิต RB8 ภายในรีจิสเตอร์ SCONสำหรับอัตราเร็วในการส่งข้อมูลของโหมด 1 นั้น สามามารถเลือกได้จากไทเมอร์ 1 ผังเวลาการทำงานแสดงดังในรูปที่ 2.12

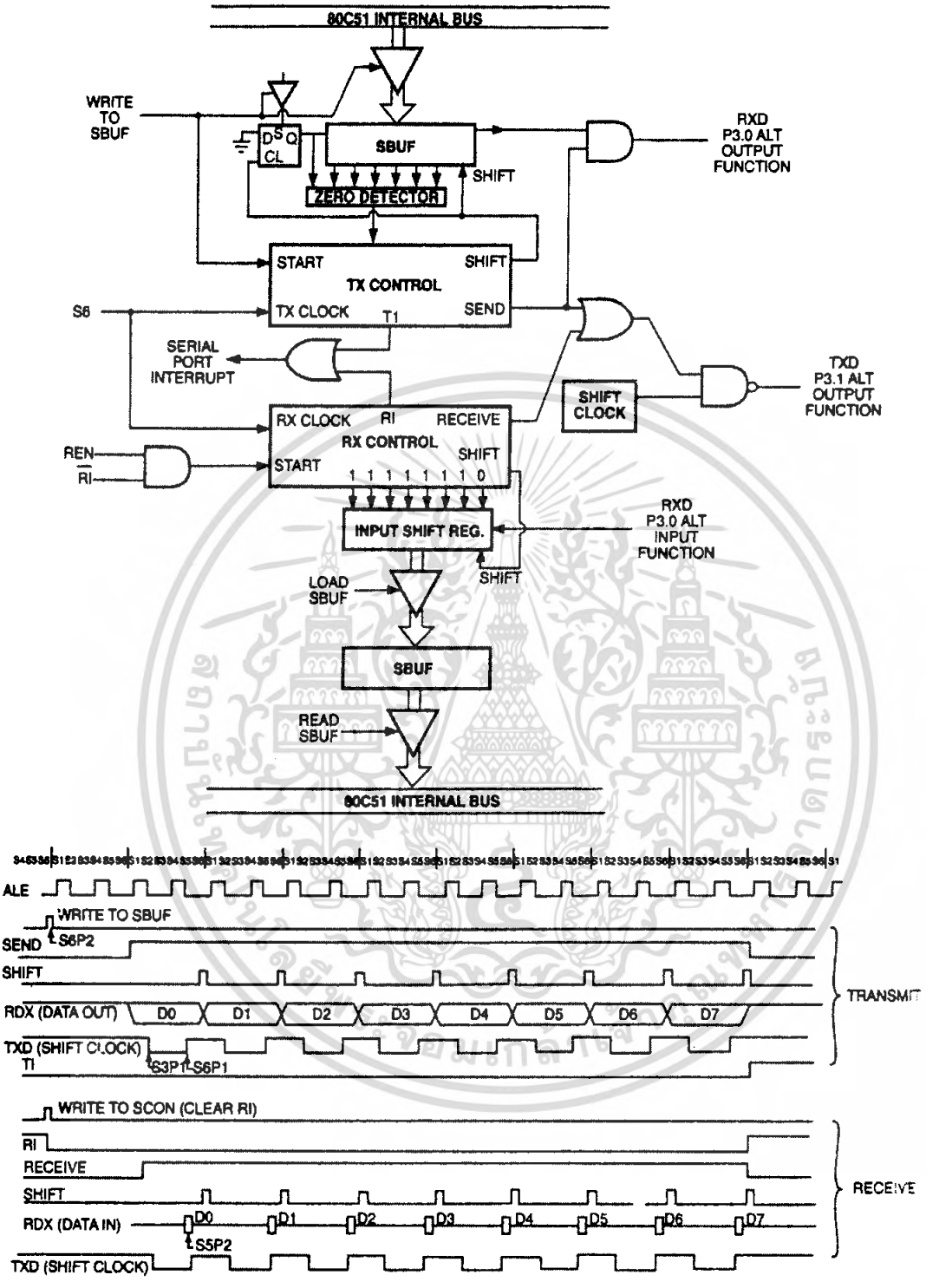
3. พอร์ทอนุกรม (โหมด 2)

โหมด 2 ใช้ทั้งหมด 11 บิต โดยแบ่งเป็น บิตเริ่มต้น 9 บิตข้อมูล และบิตสิ้นสุด โดยบิตที่ 9 ผู้ใช้สามารถกำหนดค่าเองได้ว่าจะส่งค่าอะไรออกไป โดยจะต้องนำไปใส่ไว้ในบิต TB8 ในรีจิสเตอร์ SCON ส่วนมากผู้ใช้มักจะนำบิตนี้มาใช้เป็นพาริตี้บิต โดยรับค่ามาจากพาริตี้แฟลกซ์ใน PSW ส่วนทางด้านรับบิตที่ 9 จะถูกนำไปเก็บไว้ใน RB8 อัตราเร็วในการส่ง/รับข้อมูลกับ CPU Osc และค่า SMODซึ่งอยู่ในบิต 7ใน SCON ผังเวลาการทำงานแสดงดังในรูปที่ 2.13

4. พอร์ทอนุกรม (โหมด 3)

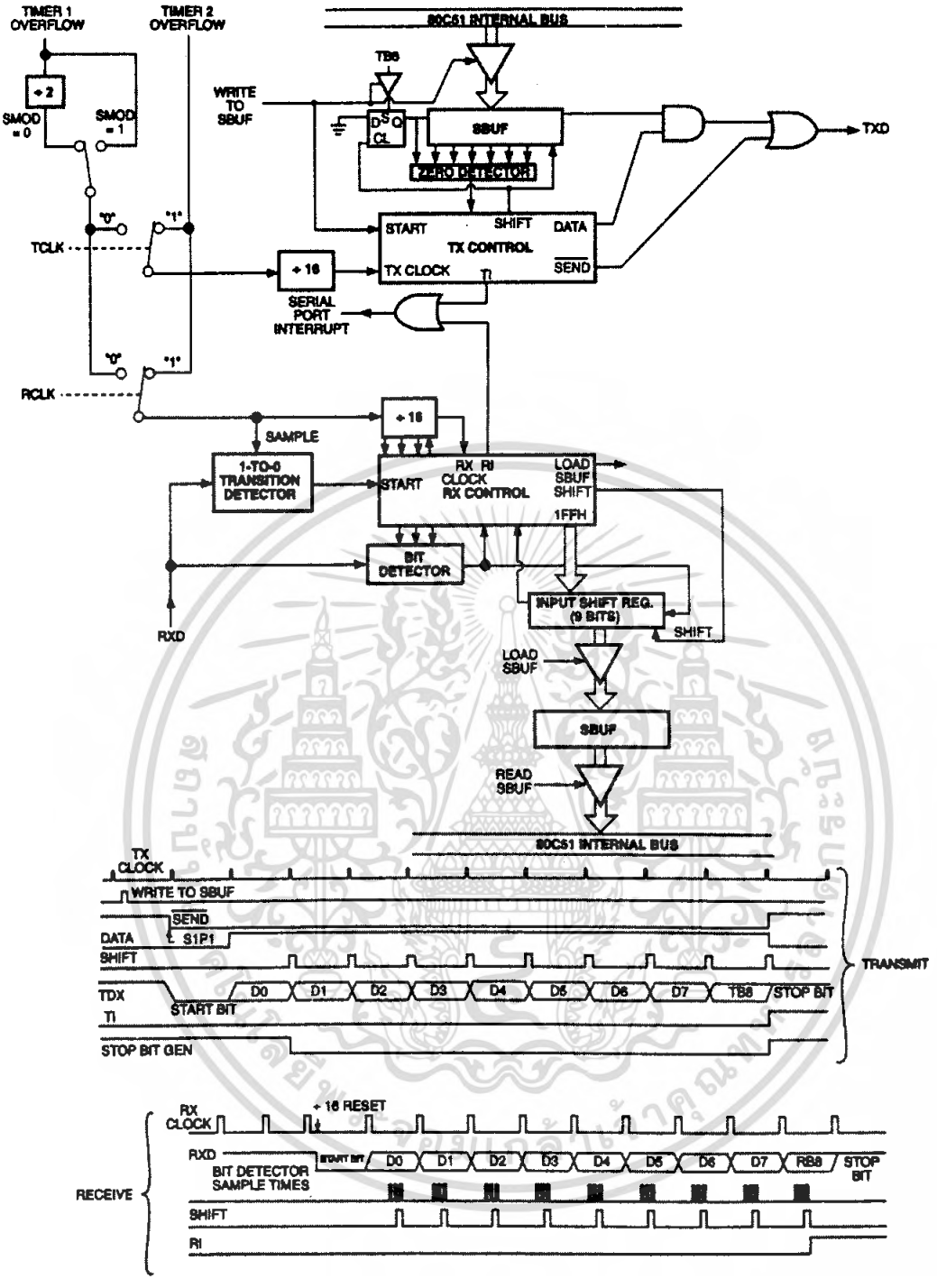
การทำงานเหมือนกับโหมด 2 ทุกอย่าง จะแตกต่างกันที่ความเร็วในการรับส่งข้อมูลจะขึ้นอยู่กับอัตราโอเวอร์โฟลว์ของไทเมอร์ 1 หรือ ไทเมอร์ 2 โดยมีผังการทำงานแสดงดังในรูปที่ 2.12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



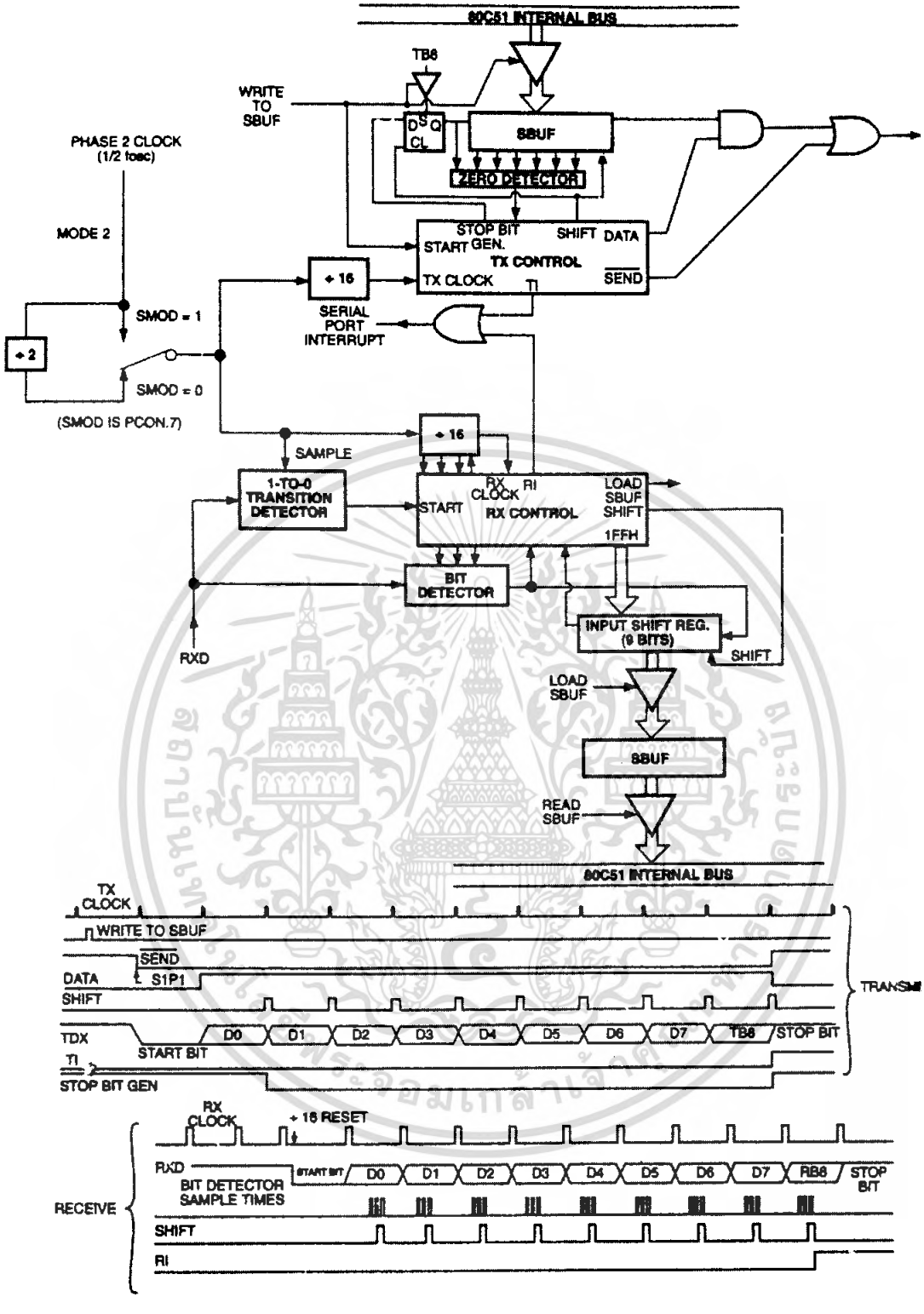
รูปที่ 2.11 ผังการทำงานพอร์ทอนุกรม (โหมด 0)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



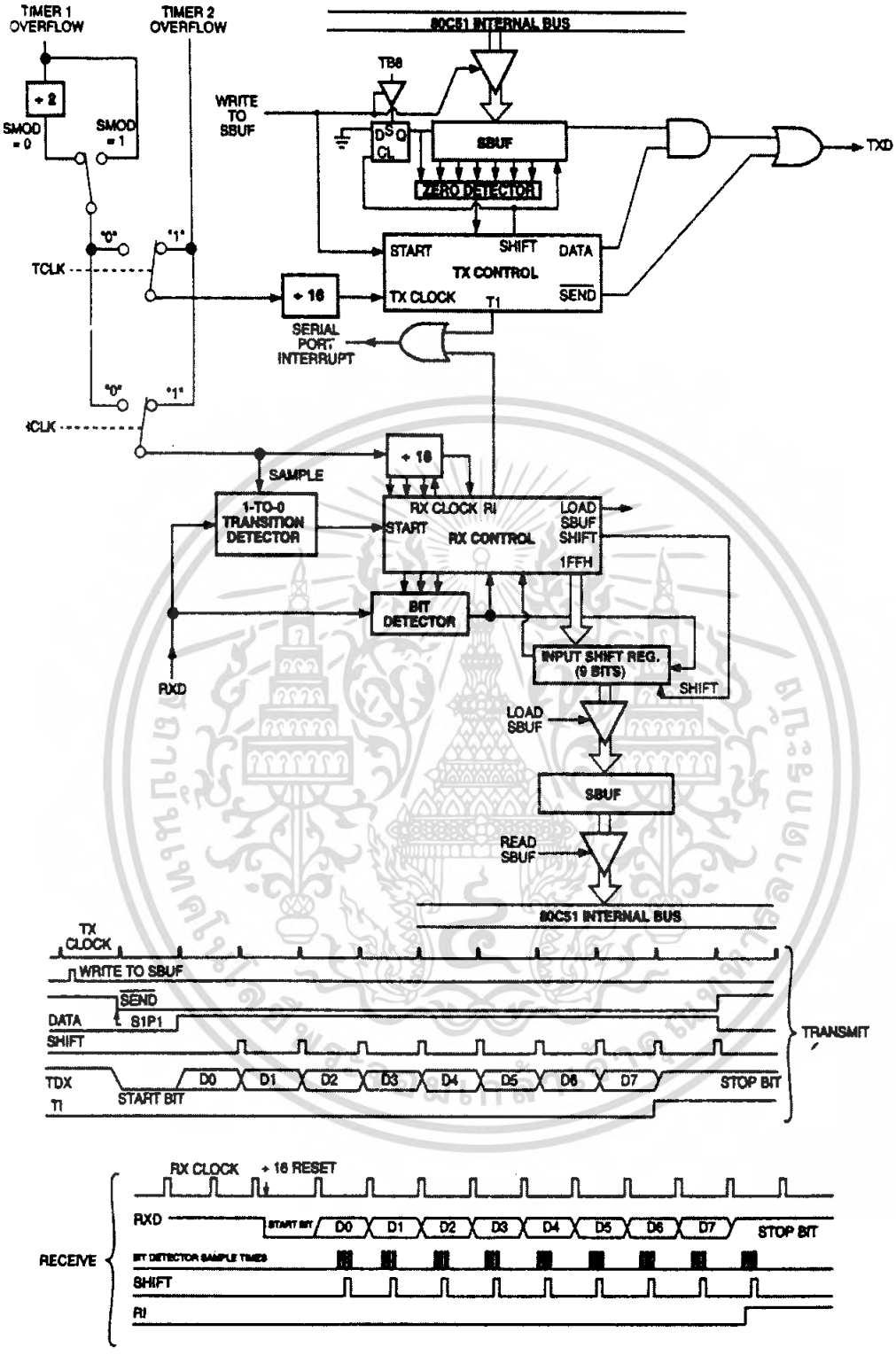
รูปที่ 2.12 ผังการทำงานพอร์ทอนุกรม(โหมด 1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.13 ผังการทำงานพอร์ทอนุกรม(โหมด 2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.14 ผังการทำงานพอร์ทอนุกรม(โหมด 3)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.3 รีจิสเตอร์ที่ใช้ควบคุมการรับส่งข้อมูลอนุกรม SCON

SM0	SM1	SM2	REN	TB8	RB8	TI	RI

SM0, SM1 : บิตเลือกโหมดการทำงาน

SM2 : บิตเลือกการทำงานแบบ Single Processor Environment หรือ Multiprocessor Environment

1 : เลือก Multiprocessor Environment ใช้ได้กับโหมด 2, 3

0 : เลือก Single Processor Environment ใช้ได้กับทุกโหมด

REN (Receive Enable): บิตควบคุมให้รับหรือไม่ให้รับข้อมูล

1 : ให้รับข้อมูล

0 : ห้ามรับข้อมูล

TB8 (Transmit bit D8): ข้อมูลบิตที่ 9 ที่จะส่งออกไปในโหมด 2, 3 ให้ใส่ในบิตนี้

RB8 (Receive bit D8): ข้อมูลบิตที่ 9 ที่รับเข้ามาจะมาเก็บในบิตนี้

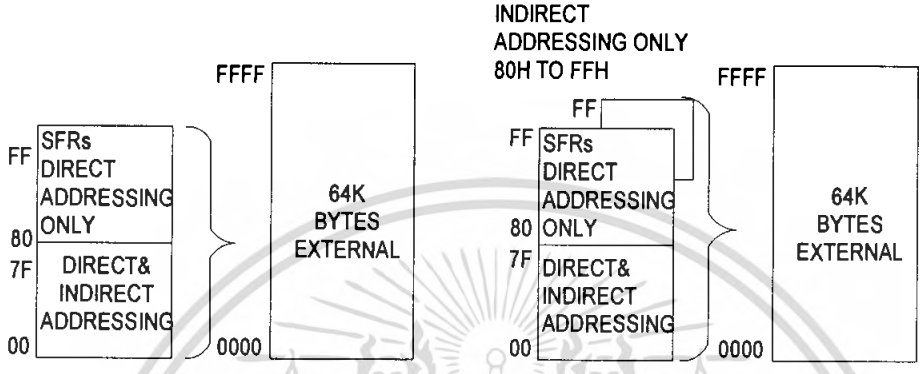
TI: แฟลกซ์ TI จะเป็น 1 เมื่อสิ้นสุดการส่งข้อมูล 1 ไบต์

RI: แฟลกซ์ RI จะเป็น 1 เมื่อรับข้อมูลเสร็จ 1 ไบต์

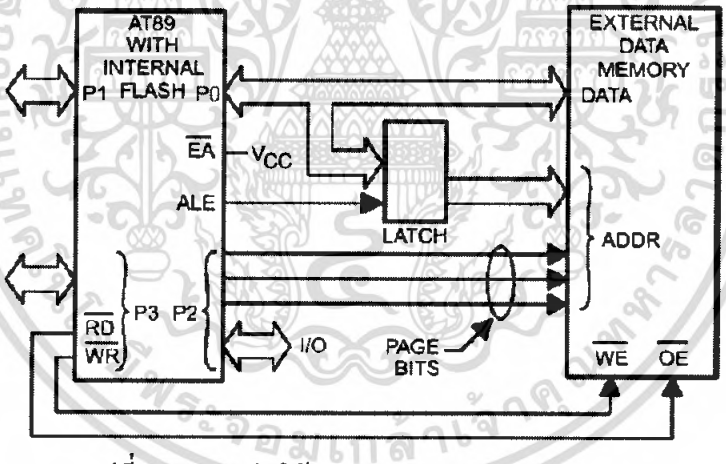
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.4 การติดต่อหน่วยความจำข้อมูลภายนอกของใน MCS 51

หน่วยความจำภายใน MCS 51 จะแบ่งออกเป็นหน่วยความจำภายใน(Internal data memory) และ หน่วยความจำภายนอก(External data memory) โดยการใช้งานหน่วยความจำทั้งสองส่วนนี้จะมีAddress ที่ต่างกันด้วย



รูปที่ 2.15 แผนผังหน่วยความจำข้อมูล MCS 51 ที่มีหน่วยความจำภายใน 128 ไบต์(ซ้าย)และ 256 ไบต์(ขวา)



รูปที่ 2.16 การต่อใช้งาน หน่วยความจำภายนอก

จากภาพการต่อใช้งาน External data memory จากรูปสามารถอ้าง Address 1 byte หรือ 2 byte ได้ขึ้นอยู่กับจำนวนหน่วยความจำที่ต้องการ

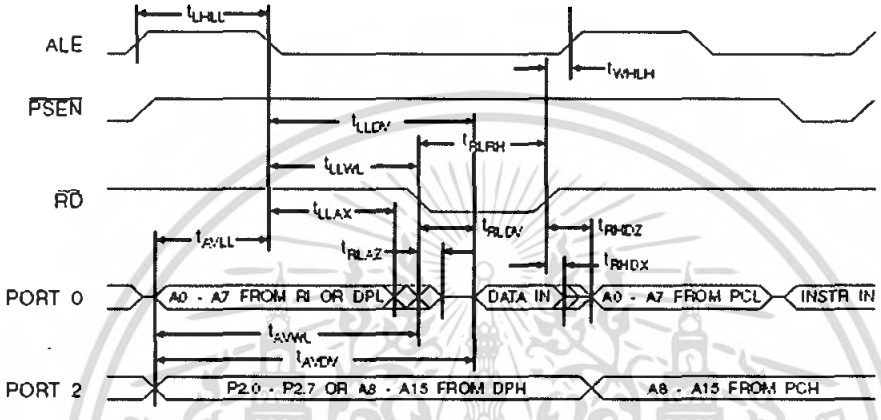
สำหรับการอ้าง Address แบบ 1 byte จะใช้สัญญาณของ พอร์ต P0 ทำหน้าที่ Address Bus และ Data Bus สลับกันคือค่าของ Address ออกมาแล้วจะใช้งานเป็น Data bus เพื่อส่งหรือรับข้อมูลจาก External data memory แล้ว CPU จะสร้าง RD หรือ WR เพื่ออ่านหรือเขียนหน่วยความจำ

สำหรับการอ้างอิง Address แบบ 1 byte จะทำให้ได้ตำแหน่งข้อมูลได้เพียง 256 ตำแหน่ง ดังนั้นสามารถใช้ Port 2 เพียงบางส่วนในการเลือก หน้าที่ต้องการ ข้อจำกัดการใช้งานของวิธีการอ้าง Address แบบ 1 byte นั้นสามารถใช้งานได้ต่อเนื่องได้เพียง 256 byte เท่านั้นเพราะจำเป็นต้อง

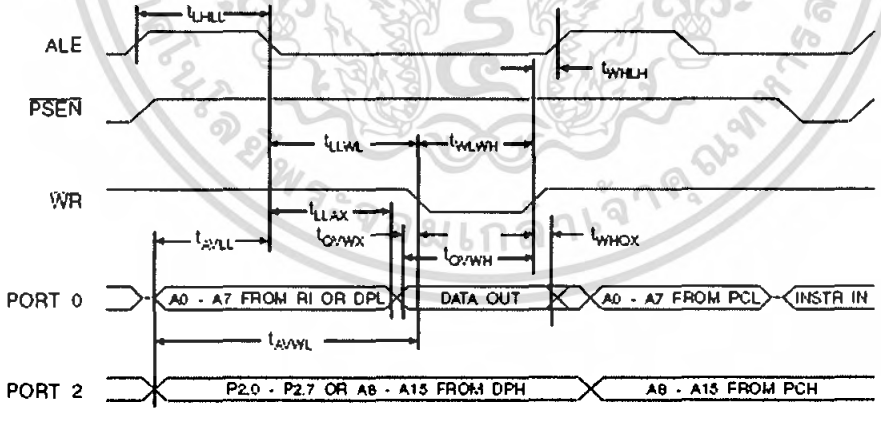
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สลับหน้าหน่วยความจำ ข้อดีของวิธีการนี้คือสามารถใช้งานขาสัญญาณของ P2 ที่เหลืออยู่ทำหน้าที่เป็น Input และ Output ได้

ในกรณีที่ต้องการใช้งานหน่วยความจำมากถึง 64K หรือต้องการหน่วยความจำต่อเนื่องสามมารถใช้การอ้าง Address แบบ 2 byte ได้ MCS51 จะส่งค่า Address ที่ต้องการในส่วนของ Low byte ออกมาที่ Port 0 ในส่วนของ High byte ก็จะถูกส่งออกมาที่ Port 2 หลังจากที่ส่งค่า Address ออกมาแล้ว CPU จะสร้างสัญญาณ RD หรือ WR เพื่ออ่านหรือเขียนหน่วยความจำและใช้ Port 0 ทำงานเป็น Data bus เพื่อส่งหรือรับข้อมูลจาก External data memory



รูปที่ 2.17 ไทมิ่งไดอะแกรมของการเขียนข้อมูลในหน่วยความจำภายนอก



รูปที่ 2.18 ไทมิ่งไดอะแกรมของการอ่านข้อมูลในหน่วยความจำภายนอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 การใช้งานแอลซีดี โมดูล (LCD Module)

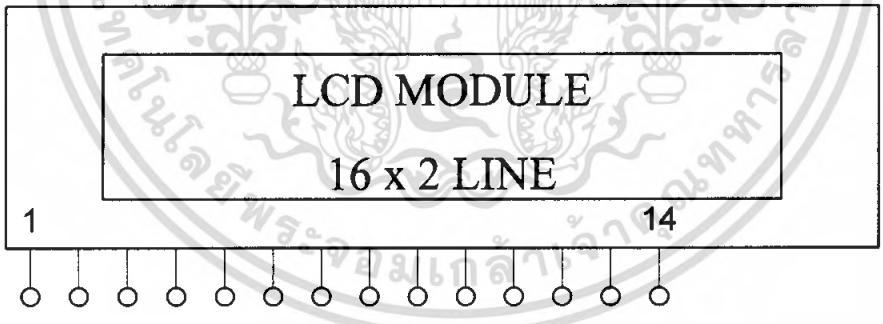
2.5.1 ส่วนประกอบหลักของแอลซีดี โมดูล

ใน แอลซีดี โมดูล จะมีส่วนประกอบหลักๆ 3 ส่วน ดังนี้

ตัวแสดงผล (Display) ภายในผลึกเหลวที่สามารถแสดงผลให้เห็นโดยอาศัยแสงจากภายนอก ดังนั้นจึงมีมุมมองข้อมูลที่แสดงผลบนจอ

ตัวควบคุม (Controller) เป็นตัวรับข้อมูลจากอุปกรณ์ภายนอกมาควบคุมการทำงานของแอลซีดี โมดูล เช่น ลบจอภาพ แสดงตัวอักษรหรือเลื่อนเคอร์เซอร์ เป็นต้น ตัวควบคุมนี้ใช้ชิปควบคุมโดยเฉพาะ ชิปที่นิยมใช้คือ เบอร์ HD 44780 และ HD 61830 โดย HD 44780 จะใช้ควบคุมแอลซีดี แบบอักขระ ส่วน HD 44780 ใช้ควบคุมแอลซีดี แบบกราฟฟิก

ตัวขับ (Driver) เป็นตัวรับสัญญาณจากตัวควบคุมมาขับให้ตัวแสดงผลแสดงข้อมูลตามที่กำหนด ชิปที่ใช้ทำหน้าที่นี้ได้แก่ เบอร์ HD 44100H และ MSM 5259 เป็นต้น แอลซีดี โมดูล มีอยู่หลายรุ่น และคุณสมบัติแตกต่างกันไป ซึ่งแบ่งได้เป็น 2 แบบ คือ แบบ Dot matrix และ Graphic โดยแบบ Dot matrix จะแสดงผลเป็นแบบ 5x8 Dot หรือ 5x10 Dot มีตั้งแต่ 1 Line, 2 Line และ 4 Line ซึ่งการใช้งานแต่ละแบบจะใกล้เคียงกัน ลักษณะขาสัญญาณของ แอลซีดี โมดูล แบบ 2 Line ดังรูปที่ 2.13



รูปที่ 2.19 โครงสร้างแอลซีดีโมดูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวแอลซีดี โมดูล จะมีขาใช้งานทั้งหมด 14 ขาด้วยกันหน้าที่ของแต่ละขามีดังนี้ คือ

ตารางที่ 2.2 หน้าที่ของขาใช้งาน แอลซีดี โมดูล

ขา 1 (GND)	เป็นกราวด์ ใช้ต่อกับระบบ กราวด์ ของไมโครคอนโทรลเลอร์
ขา 2 (VCC)	เป็นไฟเลี้ยงวงจรของ แอลซีดี มีขนาด +5 VDC
ขา 3 (Vee)	เป็นขาสำหรับปรับความเข้มของจอ แอลซีดี โดยที่เมื่อต่อกับ VCC จะมีความเข้มต่ำสุด และเมื่อต่อกับ กราวด์ จะมีความเข้มมากสุด โดยปกติจะต่อกับ กราวด์ เสมอเพื่อความสะดวกในการต่อ
ขา4 (RS)	Register Select ใช้สำหรับบอก แอลซีดี ให้ทราบว่าข้อมูลที่ส่งให้นั้นเป็น Instructionหรือ Data โดยเมื่อขานี้ เป็น “0” หมายถึง Instruction เป็น “1” หมายถึง Data
ขา 5 (R/$\overline{W}$)	ใช้สำหรับกำหนดว่าเป็นการอ่านหรือเขียนข้อมูลให้กับ แอลซีดี โดยเมื่อขานี้ เป็น “0” หมายถึงเป็นการเขียนข้อมูล เป็น “1” หมายถึงเป็นการอ่านข้อมูล
ขา 6 (E)	เป็นขา Enable เมื่อขานี้ เป็น “1” ใช้สำหรับบอก แอลซีดี ว่าอุปกรณ์ภายนอกต้องการติดต่อด้วย เป็น “0” ตัว แอลซีดี จะไม่สนใจในสัญญาณ RS, R/$\overline{W}$ และ ($DB_7 - DB_0$)
ขา 7 – 14 ($DB_7 - DB_0$)	เป็นขา Data Bus สำหรับอ่านหรือเขียนข้อมูลให้กับตัว แอลซีดี

2.5.2การเชื่อมต่อ แอลซีดี โมดูล เข้ากับไมโครคอนโทรลเลอร์

การเชื่อมต่อ แอลซีดี โมดูล เข้ากับไมโครคอนโทรลเลอร์สามารถต่อได้โดยตรงกับตัว MCS-51หรือต่อผ่าน 8255 ก็ได้ ในที่นี้จะต่อโดยตรงกับตัว MCS-51 ดังนี้

- ขาสัญญาณข้อมูล D0-D7 (ขา 7-14) ต่อเข้ากับ MCS-51 พอร์ท 2
- ขา RS (ขา 14) ต่อเข้ากับ MCS-51 พอร์ท 0 บิต 0
- ขา R/$\overline{W}$ (ขา 5) ต่อเข้ากับ MCS-51 พอร์ท 0 บิต 1
- ขา E (ขา 6) ต่อเข้ากับ MCS-51 พอร์ท 0 บิต 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.3 ชุดคำสั่งของ แอลซีดี โมดูล

1. คำสั่งเคลียร์ตัวแสดงผล (CLEAR DISPLAY)

ตารางที่ 2.3 คำสั่งเคลียร์ตัวแสดงผล

RS	R/$\overline{W}$	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

คำสั่ง CLEAR DISPLAY เป็นคำสั่งที่ใช้เขียนข้อมูลหรือตัวอักษรว่าง (Space) ลงใน DDRAM ทั้งหมด และทำการกำหนดค่า DDRAM ADDRESS เป็น 0 และเคอร์เซอร์จะกลับไปอยู่ที่ตำแหน่งซ้ายสุดของจอแสดงผล

2. คำสั่ง CURSOR AT HOME

ตารางที่ 2.4 คำสั่ง CURSOR AT HOME

RS	R/$\overline{W}$	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
0	0	0	0	0	0	0	0	1	*

คำสั่ง CURSOR AT HOME หรือ RETURN HOME เป็นคำสั่งที่ใช้ในการเลื่อนตำแหน่งของเคอร์เซอร์ไปอยู่ที่ตำแหน่งซ้ายสุดของจอแสดงผล โดยข้อมูลที่อยู่ใน DDRAM หรือที่หน้าจอแสดงผลจะไม่เปลี่ยนแปลง

3. คำสั่งโหมดในการป้อนข้อมูล (ENTRY MODE SET)

ตารางที่ 2.5 คำสั่งโหมดในการป้อนข้อมูล

RS	R/$\overline{W}$	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
0	0	0	0	0	0	0	1	I/D	S

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำสั่งในการป้อนข้อมูล (ENTRY MODE SET) ใช้สำหรับกำหนดการเลื่อนของเคอร์เซอร์และตำแหน่งแอดเดรสของ DDRAM ดังนี้

I/D เป็นบิตที่ใช้ในการกำหนดการเลื่อนเคอร์เซอร์และตำแหน่งแอดเดรสของ DDRAM ว่าจะให้เพิ่มหรือลดลงเมื่อเขียนหรืออ่านข้อมูล

บิต I/D = 0 แอดเดรสของ DDRAM จะลดลง

บิต I/D = 1 แอดเดรสของ DDRAM จะเพิ่มขึ้นส่วนเคอร์เซอร์จะเลื่อนตามตำแหน่ง แอดเดรสของ DDRAM

S เป็นบิตที่ใช้กำหนดลักษณะของการแสดงผลเมื่อมีการเขียนข้อมูล

บิต S = 1 เมื่อเขียนข้อมูลใหม่ลงไปแล้วตัวเคอร์เซอร์จะอยู่กับที่ แต่ตัวอักษรข้อมูล เดิมจะถูกผลักไปทางซ้าย

บิต S = 0 เมื่อเขียนข้อมูลใหม่ลงไปแล้วตัวเคอร์เซอร์จะเลื่อนไปทางขวา

4. คำสั่งควบคุมการแสดงผล (DISPLAY ON/OFF)

ตารางที่ 2.6 คำสั่งควบคุมการแสดงผล

RS	R/$\overline{W}$	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
0	0	0	0	0	0	1	D	C	B

คำสั่งควบคุมการแสดงผล เป็นคำสั่งที่ใช้ในการเปิดปิดจอแสดงผลและเคอร์เซอร์มีลักษณะดังนี้

D = 0 กำหนดให้ปิดจอแสดงผล (Display OFF)

D = 1 กำหนดให้เปิดจอแสดงผล (Display ON)

C = 0 กำหนดให้ปิดเคอร์เซอร์ (Cursor OFF)

C = 1 กำหนดให้เปิดเคอร์เซอร์ (Cursor ON)

B = 0 กำหนดให้ไม่มีการกระพริบที่เคอร์เซอร์

B = 1 กำหนดให้มีการกระพริบที่เคอร์เซอร์ (กระพริบเป็นรูปสี่เหลี่ยมทึบ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. คำสั่งควบคุมการเลื่อนเคอร์เซอร์และตัวอักษร (DISPLAY SHIFT)

ตารางที่ 2.7 คำสั่งควบการเลื่อนเคอร์เซอร์และตัวอักษร

RS	R/$\overline{W}$	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
0	0	0	0	0	1	S/C	R/L	*	*

คำสั่งควบคุมการเลื่อนเคอร์เซอร์และตัวอักษร เป็นการควบคุมการเลื่อนเคอร์เซอร์และตัวอักษรบนจอแสดงผล โดยขึ้นอยู่กับการกำหนดบิต S/C และ R/L โดยมีลักษณะดังนี้

ตารางที่ 2.8 การกำหนดบิต S/C และ R/L

S/C	R/L	ลักษณะการเลื่อน
0	0	เลื่อนเคอร์เซอร์ไปทางซ้าย
0	1	เลื่อนเคอร์เซอร์ไปทางขวา
1	0	เลื่อนตัวอักษรตัวใหม่ไปทางซ้าย
1	1	เลื่อนตัวอักษรตัวใหม่ไปทางขวา

6. คำสั่งการกำหนดฟังก์ชั่นการทำงาน (FUNCTION SET)

ตารางที่ 2.9 คำสั่งการกำหนดฟังก์ชั่นการทำงาน

RS	R/$\overline{W}$	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
0	0	0	0	1	DL	N	F	*	*

DL = 0 กำหนดให้ติดต่อกับ แอลซีดี โมดูลเป็นแบบ 4 บิต

DL = 1 กำหนดติดต่อกับ แอลซีดี โมดูลเป็นแบบ 8 บิต

N = 0 กำหนดการแสดงผลแบบ 1 บรรทัด

N = 1 กำหนดการแสดงผลตั้งแต่ 2 บรรทัดขึ้นไป

F = 0 กำหนดความละเอียดของการแสดงผลเป็น 5 x 7 Dot

F = 1 กำหนดความละเอียดของการแสดงผลเป็น 5 x 10 Dot

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3 การสร้างและการออกแบบ

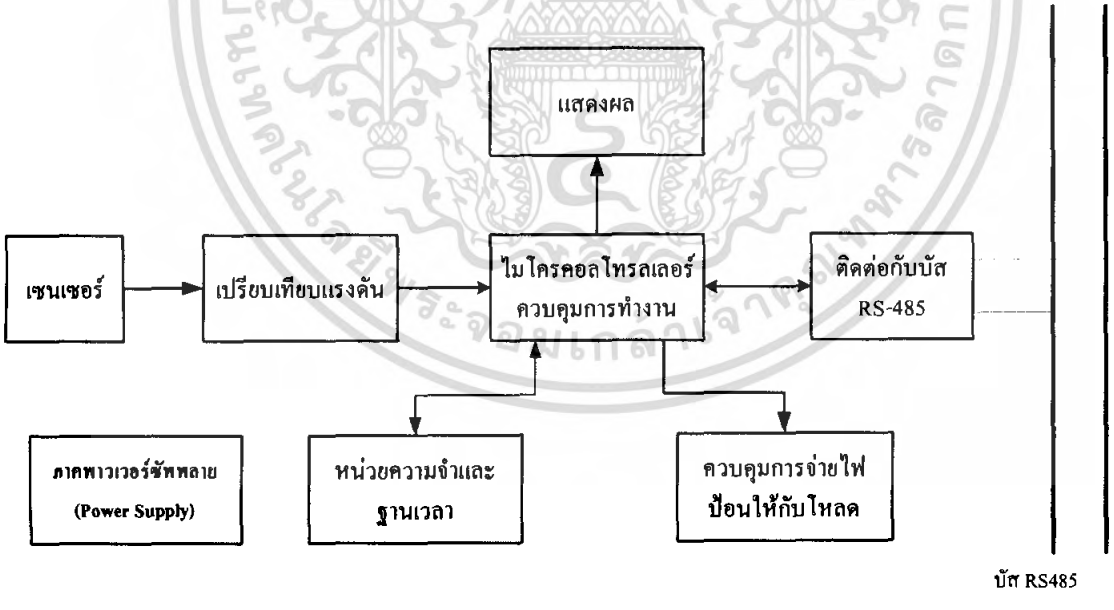
ในบทที่ 2 ได้กล่าวถึงในส่วนที่เป็นรายะเอียดของทฤษฎีต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการสร้างโครงงานมาแล้ว มาในบทนี้จะได้กล่าวถึงขั้นตอนในการออกแบบ การคำนวณ การสร้างและอธิบายหลักการทำงานของวงจรในแต่ละส่วนที่ประกอบกันขึ้นเป็นโครงงานวัตต์มิเตอร์รวมศูนย์ที่มีคุณสมบัติดังนี้

- แสดงผลการใช้กำลังงานไฟฟ้าแบบตัวเลขดิจิตอลที่หน้าจอแอลซีดี
- ข้อมูลการใช้กำลังงานไฟฟ้าต้องไม่สูญหายเมื่อไฟดับ
- สามารถควบคุมการจ่ายไฟให้กับโหลดได้
- สามารถติดต่อกับศูนย์กลางข้อมูลผ่านบัส RS-485

3.1 บล็อกไดอะแกรมการทำงานของวัตต์มิเตอร์รวมศูนย์

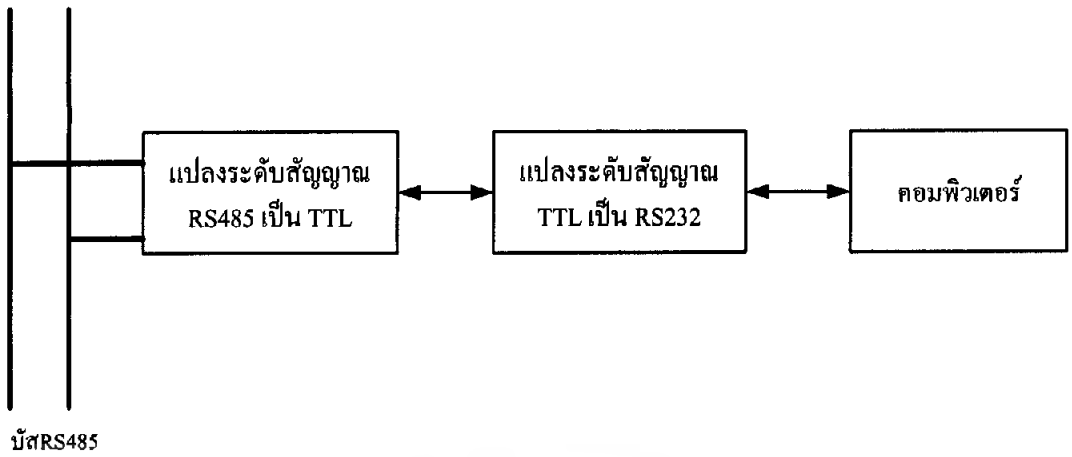
โครงงานวัตต์มิเตอร์แบบรวมศูนย์ ประกอบไปด้วย 2 ส่วนคือ ส่วนของวัตต์มิเตอร์ และส่วนของศูนย์กลางเก็บข้อมูล

บล็อกไดอะแกรมของวัตต์มิเตอร์ดังรูป



รูปที่ 3.1 บล็อกไดอะแกรมการทำงานของวัตต์มิเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



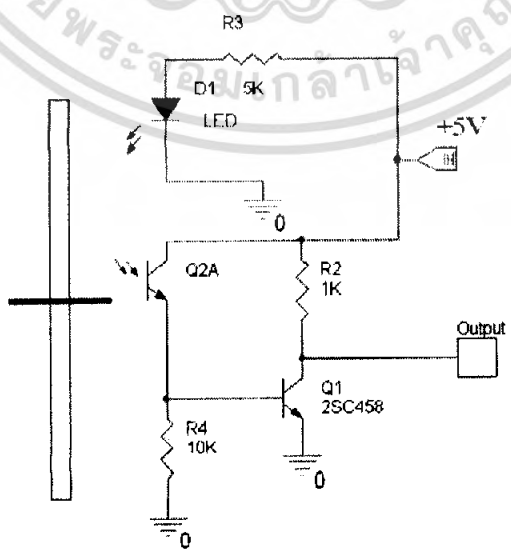
รูปที่ 3.2 บล็อกไดอะแกรมการทำงานของศูนย์กลางข้อมูล

3.2 การสร้างและออกแบบวงจรในส่วนของวัตต์มิเตอร์

3.2.1 เซนเซอร์

ในส่วนของเซนเซอร์ใช้เซนเซอร์อินฟาเรดทำหน้าที่ตรวจจับรอบการหมุนของจานหมุน โดยใช้หลักการสะท้อนของแสงใช้ไดโอดอินฟาเรดยิงลำแสงอินฟาเรดไปกระทบกับแผ่นจานหมุนของกิโลวัตต์อาวร์มิเตอร์โดยทั่วไปแล้วจานหมุนของกิโลวัตต์อาวร์มิเตอร์จะเป็นมันวาวแสงอินฟาเรดจะสะท้อนกลับมาที่โฟโต้ทรานซิสเตอร์ทำให้ทรานซิสเตอร์สามารถรับแสงอินฟาเรดได้

เมื่อนำแถบสีดำมาติดที่ขอบจานหมุนในช่วงที่แถบสีดำหมุนผ่านเซนเซอร์แสงอินฟาเรดจะถูกดูดกลืนหมดแสงอินฟาเรดมาสะท้อนกลับมาที่โฟโต้ทรานซิสเตอร์หายไปจากหลักการดังกล่าวสามารถสร้างวงจรได้ดังรูป



รูปที่ 3.3 วงจรในส่วนของเซนเซอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

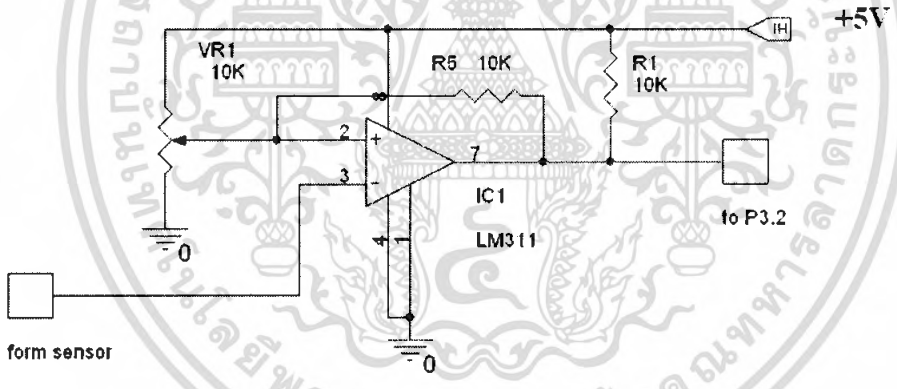
ในจังหวะที่แถบสีดำยังไม่ผ่านเซนเซอร์ทำให้ลำแสงอินฟาเรดสะท้อนแผ่นจานหมุนสะท้อนกลับลงมาที่โฟโต้ทรานซิสเตอร์ โฟโต้ทรานซิสเตอร์นำกระแสเกิดแรงดันตกคร่อม RE1 ไปไปอัสทรานซิสเตอร์ Q2 ทำให้ Q1 นำกระแสทำให้แรงดันเอาพุตมีค่าประมาณ 0 V

เมื่อแถบสีดำหมุนผ่านเซนเซอร์ทำให้ลำแสงอินฟาเรดสะท้อนแผ่นจานหมุนสะท้อนกลับลงมาที่โฟโต้ทรานซิสเตอร์หายไป โฟโต้ทรานซิสเตอร์หยุดนำกระแสแรงดันตกคร่อม RE1 มีค่าเป็น 0 V Q1 หยุดนำกระแสทำให้แรงดันเอาพุตมีค่าประมาณ Vcc

แรงดันเอาพุตจะไปเข้าวงจรเปรียบเทียบแรงดันในภาคต่อไปถ้าแรงดันเอาพุตมีค่าเป็น 0 V แสดงว่าเซนเซอร์ไม่เจอแถบสีดำถ้าแรงดันเอาท์พุตมีค่าประมาณ Vcc แสดงว่าเซนเซอร์เจอแถบสีดำ

3.2.2วงจรเปรียบเทียบแรงดัน

วงจรเปรียบเทียบแรงดันใช้ไอซี LM311 ทำหน้าที่เปรียบเทียบแรงดันแบบมี hyterasis ดังวงจร



รูปที่ 3.4 วงจรเปรียบเทียบแรงดัน

จากวงจรเอาท์พุดจะเข้าที่ขา INT 1 ของ AT 89C51 ซึ่งการนับในแต่ละครั้งจะนับตามระดับแรงดันลอจิก 0 ของสัญญาณเอาท์พุตจากเซนเซอร์ดังนั้นวงจรเปรียบเทียบแรงดันมีแนวทางในการออกแบบออกแบบดังนี้

แรงดันเอาท์พุตจากเซนเซอร์เข้าขา V- ของ LM311 แรงดันอ้างอิงป้อนเข้าขา V+แรงดันอ้างอิงสามารถปรับค่าได้โดย VR1 ถ้าแรงดันเอาท์พุตของเซนเซอร์มีค่าต่ำกว่าแรงดันอ้างอิงเอาท์พุตของวงจรเปรียบเทียบแรงดันมีค่าเท่ากับ Vcc (ลอจิก 1) ถ้าแรงดันเอาท์พุตของเซนเซอร์มีค่าสูงกว่าแรงดันอ้างอิง เอาท์พุตของวงจรเปรียบเทียบแรงดันมีค่าเท่ากับ 0 (ลอจิก 0)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

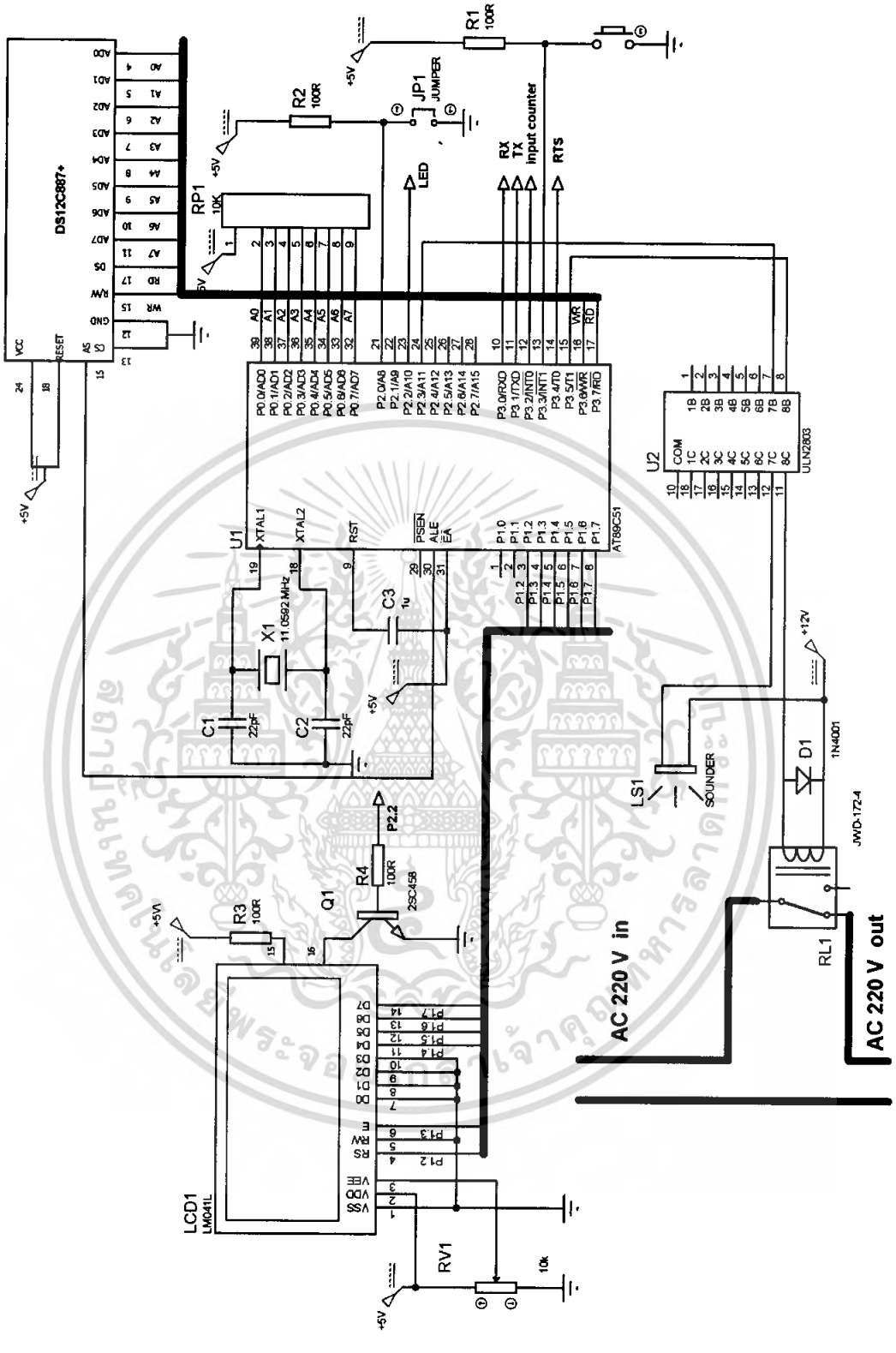
3.2.3 ไมโครคอนโทรลเลอร์ ควบคุมการทำงาน

ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์MCS-51 เบอร์ AT89C51 ซึ่งทำหน้าที่ควบคุมการทำงานทั้งหมดของวัตต์มิเตอร์ดังนี้

- ทำการนับรอบของวัตต์มิเตอร์เพื่อคำนวณค่ากำลังงานไฟฟ้า
- ควบคุมการแสดงผลที่หน้าจอ LCD
- ติดต่อกับหน่วยความจำภายนอก
- ติดต่อกับระบบบัส RS485
- ควบคุมการจ่ายไฟให้กับโหลด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรในส่วนของไมโครคอนโทรลเลอร์แสดงดังรูป3.5



รูปที่ 3.5 วงจรไมโครคอลโทรลเลอร์ควบคุมการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.4 หน่วยความจำ

หน่วยความจำทำหน้าที่เก็บผลที่ได้จากการนับและค่าแอดเดรสของวัตต์มิเตอร์ประจำตัวเครื่องซึ่งโดยทั่วไปแล้วสามารถเก็บไว้ในหน่วยความจำภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์ได้ แต่มีข้อจำกัดคือจะต้องมีไฟเลี้ยงให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ตลอดเวลาเพื่อไม่ให้ข้อมูลศูนย์หายดังนั้นจึงเลือกใช้หน่วยความจำภายนอก (RAM) เบอร์ DS12C887 ที่มีแบตเตอร์รี่สำรองภายในตัว และยังสามารถทำหน้าที่เป็น RTC (Real Time Clock) ได้อีกด้วย จึงทำให้วัตต์มิเตอร์ตัวนี้แสดงค่าเวลาได้ DS12C887 ติดต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์ผ่านระบบบัสของ MCS-51ดังที่กล่าวไว้ในบทที่2

การติดต่อกับระบบบัสของDS12C887 แสดงให้เห็นแล้วในรูปที่3.4สังเกตที่ขาPOของAT89C51 จะไม่ใช้แลทช์ 74HC737 เพราะขาแอดเดรสบัสและดาต้าบัสของDS12C887เป็นขาเดียวกัน

ADDRESS	BIT 7	BIT 6	BIT 5	BIT 4	BIT 3	BIT 2	BIT 1	BIT 0	FUNCTION	RANGE
00H	0	0	Seconds						Seconds	00–3B
01H	0	0	Seconds						Seconds Alarm	00–3B
02H	0	0	Minutes						Minutes	00–3B
03H	0	0	Minutes						Minutes Alarm	00–3B
04H	AM/PM	0	0	0	Hours				Hours	01–0C +AM/PM 00–17
	0			Hours						
05H	AM/PM	0	0	0	Hours				Hours Alarm	01–0C +AM/PM 00–17
	0			Hours						
06H	0	0	0	0	0		Day		Day	01–07
07H	0	0	0	Date					Date	01–1F
08H	0	0	0	0	Month				Month	01–0C
09H	0	Year							Year	00–63
0AH	UIP	DV2	DV1	DV0	RS3	RS2	RS1	RS0	Control	—
0BH	SET	PIE	AIE	UIE	SQWE	DM	24/12	DSE	Control	—
0CH	IROF	PF	AF	UF	0	0	0	0	Control	—
0DH	VRT	0	0	0	0	0	0	0	Control	—
0EH-31H	X	X	X	X	X	X	X	X	RAM	—
32H	N/A				N/A				Century	—
33H-7FH	X	X	X	X	X	X	X	X	RAM	—

ตารางที่ 3.1 แผนผังหน่วยความจำภายใน DS 12C887

จากตารางที่4.1จะเห็นว่าของDS 12C887มีพื้นที่หน่วยความจำว่างสามารถใช้เก็บข้อมูลตั้งแต่ตำแหน่ง 0X0E-0X31 และ ที่ตำแหน่ง 0X33-0X7F ข้อมูลของกำลังงานไฟฟ้าจะเก็บในรูปของรหัสแอสกี้ 7 ไบต์ ยกตัวอย่างเช่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิโลวัตต์-อาวร์มิเตอร์แบบอนาล็อกแสดงค่ากำลังงานไฟฟ้า 00015.4 KW/h

ข้อมูลที่เก็บในหน่วยความจำของค่ากำลังงานไฟฟ้า 00015.4 KW/h จะเก็บในหน่วยความจำตามตารางที่ 3.2

ตำแหน่งหน่วยความจำ	0x14	0x13	0x12	0x11	0x10	0x0F	0x0E
ข้อมูลที่เก็บในหน่วยความจำ	0x30	0x30	0x30	0x31	0x35	0x34	0x30
ค่ากำลังงานไฟฟ้าที่แสดงแบบอนาล็อก	0	0	0	1	5	4	0

ตารางที่ 3.2 ตัวอย่างข้อมูลที่เก็บในหน่วยความจำของค่ากำลังงานไฟฟ้า 00015.4 KW/h

กิโลวัตต์-อาวร์มิเตอร์แบบอนาล็อกแสดงค่ากำลังงานไฟฟ้า 12345.6 KW/h

ข้อมูลที่เก็บในหน่วยความจำของค่ากำลังงานไฟฟ้า 12345.6 KW/h จะเก็บในหน่วยความจำตามตารางที่ 3.3

ตำแหน่งหน่วยความจำ	0x14	0x13	0x12	0x11	0x10	0x0F	0x0E
ข้อมูลที่เก็บในหน่วยความจำ	0x31	0x32	0x33	0x34	0x35	0x36	0x30
ค่ากำลังงานไฟฟ้าที่แสดงแบบอนาล็อก	1	2	3	4	5	6	0

ตารางที่ 3.3 ตัวอย่างข้อมูลที่เก็บในหน่วยความจำของค่ากำลังงานไฟฟ้า 12345.6 KW/h

จะเห็นว่าตำแหน่งหน่วยความจำที่เก็บค่ากำลังงานไฟฟ้าจะแทนด้วยเลขฐาน 16 ดังนั้นเพื่อความสะดวกในการเขียนโปรแกรมจึงแทนตำแหน่งของหน่วยความจำด้วยชื่อตัวแปรตามตารางที่ 3.4 และเพิ่มตัวแปรใช้งานอีก 4 ตัวดังนี้

ตัวแปร	count	C7	C6	C5	C4	C3	C2	C1	addr	carry	relay
Address	0x15	0x14	0x13	0x12	0x11	0x10	0x0F	0x0E	0x33	0x18	0x17

ตารางที่ 3.4 ตำแหน่งหน่วยความจำทั้งหมดที่ใช้งานในกิโลวัตต์-อาร์วมิเตอร์แทนด้วยชื่อตัวแปร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวแปรใช้งานที่เพิ่มขึ้นมามีหน้าที่ดังนี้

Relay ทำหน้าที่เก็บสถานะของรีเลย์ว่าทำงานหรือไม่ทำงาน

Carry เก็บค่าการทดรอบของกิโลวัตต์-อาร์วมิเตอร์ในแต่ละรุ่น

Count ทำหน้าที่ทดรอบกิโลวัตต์-อาร์วมิเตอร์

Addr เก็บค่าตำแหน่ง (Address) ของกิโลวัตต์-อาร์วมิเตอร์แต่ละหน่วย

ส่วนตำแหน่งหน่วยความจำที่เก็บค่าเวลาจะแทนด้วยเลขฐาน 16 เช่นกัน ตำแหน่งของหน่วยความจำจะแทนด้วยชื่อตัวแปรตามตารางที่ 3.5 และเพิ่มตัวแปรควบคุมอีก 2 ตัวดังนี้

ตัวแปร	sec	min	hour	date	mouth	year	rtc_A	rtc_B
Address	0x00	0x02	0x04	0x07	0x08	0x09	0x0A	0x0B

ตารางที่ 3.5 ตำแหน่งหน่วยความจำทั้งหมดที่ใช้แสดงเวลาแทนด้วยชื่อตัวแปร

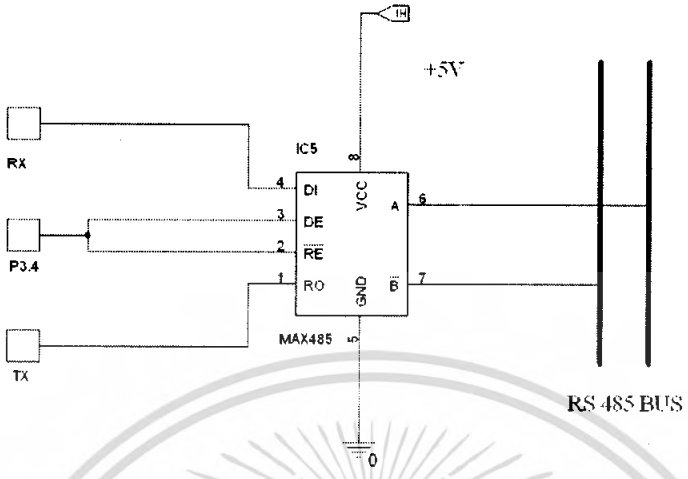
ตัวแปรที่ควบคุมที่เพิ่มขึ้นจะถูกกำหนดให้มีค่าดังต่อไปนี้

rtc_A ถูกกำหนดให้มีค่าเท่ากับ 0x20 ถูกกำหนดให้มีค่าเท่ากับ 0x04 เพื่อเปิดวงจรออสซิลเลเตอร์ภายใน DS12c887 ให้เวลาเริ่มเดิน

rtc_B หมายความว่าข้อมูลเวลาที่เก็บในหน่วยความจำจะเก็บในรูปของเลข BCD

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.5 การติดต่อกับบัส RS-485



รูปที่ 3.6 ในส่วนของการติดต่อกับบัส RS-485

จากรูปที่3.6 IC MAX 485 ทำหน้าที่แปลงสัญญาณตามมาตรฐาน RS-485 แต่บัส RS-485 ที่ใช้อยู่นี้เป็นการสื่อสารแบบ ผลัดกันรับและส่ง (Half Duplex) ซึ่งหมายความว่าระบบที่ต่ออยู่กับบัส RS-485 ไม่สามารถรับส่งข้อมูลพร้อมกันได้ในสายส่งเส้นเดียวกันได้ จึงต้องมีการสลับโหมดการทำงานของ MAX 485ว่าจะใช้เป็นตัวส่งหรือตัวรับโดยใช้ขา DI และRO ในการควบคุม

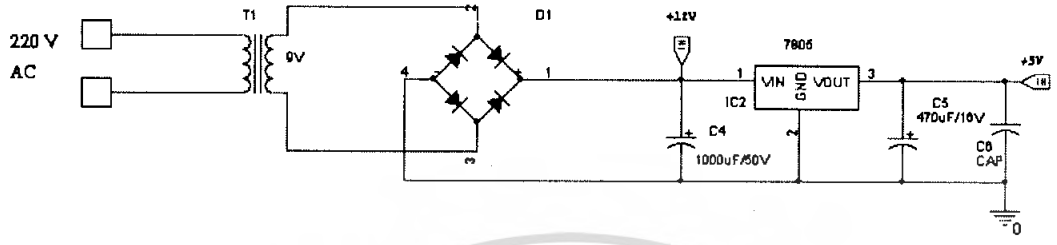
จากรูปที่ 3.5 จะต่อขา DE และ ขาRE เข้าด้วยกันแล้วต่อเข้าขา P3.4 ใช้ขา P3.4 ทำหน้าที่เปลี่ยนโหมดการทำงานว่าจะให้อยู่ในโหมดรับหรือส่ง

เมื่อทำให้ขาP3.4 เป็น "1" ทำให้ขา DE เกิดการแอคทีฟระบบ RS485จะอยู่ในโหมดส่งข้อมูล ซึ่งส่งผลให้ ขา P3.1 ซึ่งเป็นขาส่งข้อมูลของพอร์ตอนุกรมของไมโครคอลโทรลเลอร์ต่อเข้ากับระบบ RS-485 ส่วนที่ขา P3.0 ที่เป็นขารับข้อมูลของพอร์ตอนุกรม ถูกตัดออกจากระบบบัส RS-485 เพราะที่ขา P3.0 เกิดสภาวะอิมพีแดนซ์สูง (high impedance)

ในทางกลับกันเมื่อทำให้ขา P3.4 เป็น "0" ทำให้ขา RE เกิดการแอคทีฟระบบ RS485จะอยู่ในโหมดรับข้อมูล ซึ่งส่งผลให้ ขา P3.0 ซึ่งเป็นขารับข้อมูลของพอร์ตอนุกรมต่อเข้ากับระบบ RS-485 ได้ ส่วนที่ขา P3.1 ที่เป็นขาส่งข้อมูลของพอร์ตอนุกรม ถูกตัดออกจากระบบบัส RS-485 เพราะที่ขา P3.0 เกิดสภาวะอิมพีแดนซ์สูง (high impedance)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.6 ภาคเพาเวอร์ซัพพลาย (Power Supply)



รูปที่ 3.7 ภาคเพาเวอร์ซัพพลาย

วงจรพาเวอร์ซัพพลายแสดงดังรูปที่ 3.7 ซึ่งเป็นวงจรแหล่งจ่ายไฟอย่างง่ายจากไฟบ้าน 220 V ผ่านหม้อแปลงเพื่อแปลงแรงดันจาก 220 V ให้เหลือ 9 V แล้วนำมาต่อผ่านวงจรบริดจ์ผ่าน C1 ค่า 1000 โมโครฟารัด 16 V เพื่อกรองกระแสให้เรียบจะได้แรงดันไฟออกมาประมาณ +12V ไฟ+12V นี้จะไปจ่ายให้กับรีเรย์และลำโพงเปียโซก่อนที่จะนำมาต่อเข้ากับไอซีเร็คกูเลเตอร์ 7805 ก็จะได้แรงดันไฟฟ้ากระแสตรงออกมา +5V เป็นตัวจ่ายไฟให้กับวงจร

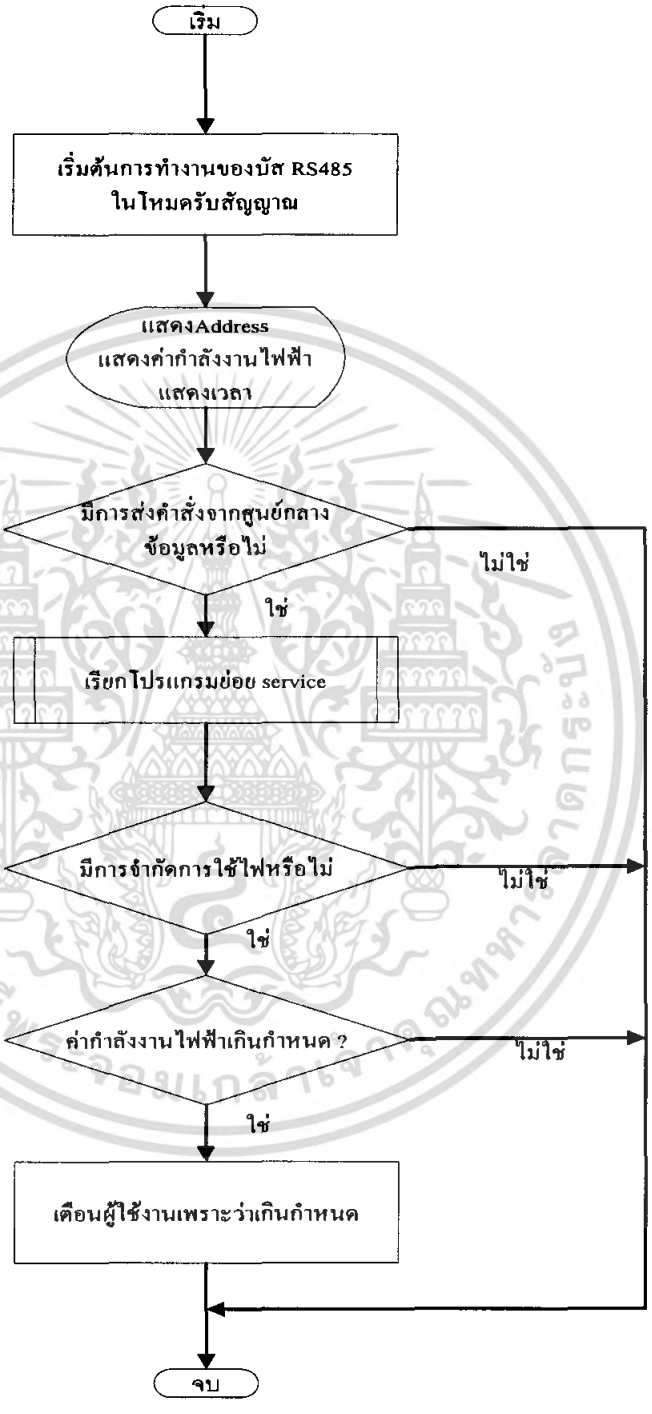
3.2.7 ภาคควบคุมการจ่ายไฟให้กับโหลด

กาควบคุมการจ่ายไฟให้กับโหลดในที่นี้เป็นการทดลองว่ากิโลวัตต์-อาวร์มิเตอร์สามารถทำการควบคุมการจ่ายไฟให้กับโหลดวงจรได้แสดงไว้แล้วในรูปที่3.7 ซึ่งควบคุมโดยการใช้รีเลย์โดยใช้ขา P3.5 ควบคุมผ่านไอซี ULN2803 เมื่อ P3.5 เป็น “0” ทำให้รีเลย์ไม่ทำงานหน้าสัมผัสรีเลย์จะอยู่ที่ตำแหน่ง Nc (Normally close)ทำให้ไฟ 220 V AC จ่ายให้กับโหลดซึ่งเป็นสภาวะปกติเมื่อ P3.5 เป็น “1” รีเลย์ทำงาน หน้าสัมผัสรีเลย์จะอยู่ที่ตำแหน่ง No (Normally close) ทำให้ไฟ 220 V AC ที่จ่ายให้กับโหลดหายไป การทำภาคควบคุมการจ่ายไฟให้กับโหลดนี้ทำให้ศูนย์กลางข้อมูลสามารถควบคุมการจ่ายไฟให้กับโหลดได้แต่ต้องจำกัดกระแสไม่เกิน5Aซึ่งไม่เกินหน้าสัมผัสของรีเลย์ที่จะทนได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 โปรแกรมควบคุมการทำงานกิโลวัตต์-อาวร์มิเตอร์

3.3.1 โฟล์วชาร์ตของโปรแกรมหลัก

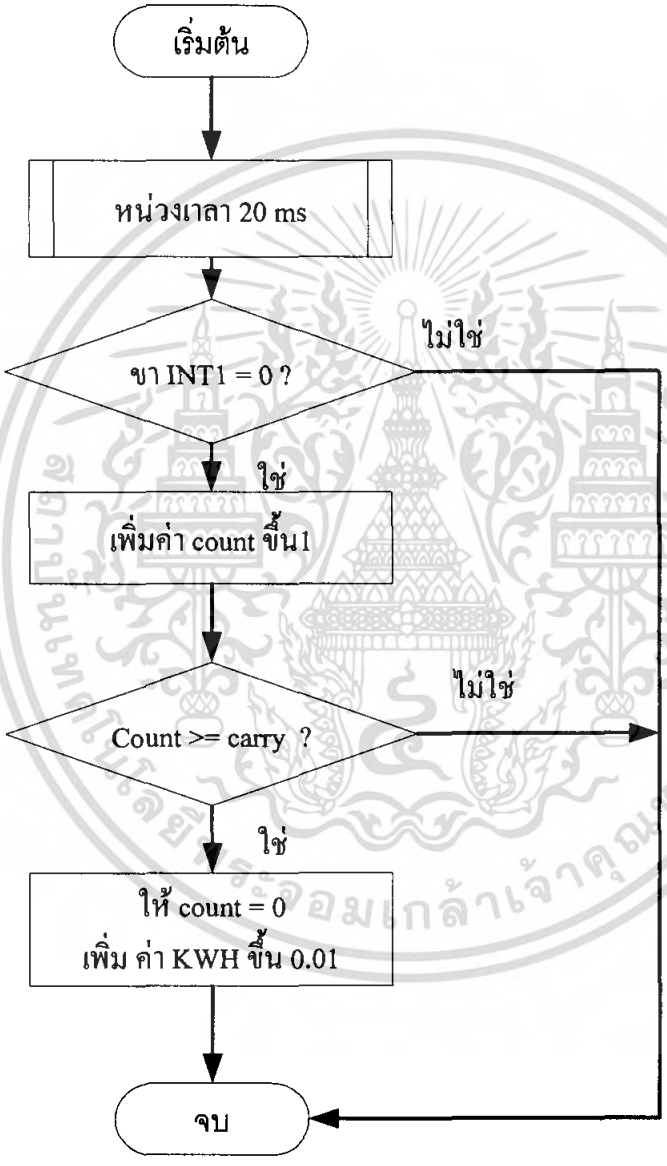


รูปที่ 3.8 โฟลว์ชาร์ตของโปรแกรมหลัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมหลักจะทำงานซ้ำไปเรื่อยๆจนกว่าจะมีการขัดจังหวะการทำงานที่ขา INT1 เมื่อขา INT0 เป็นลอจิก 0 โปรแกรมจะกระโดดไปทำงานในส่วนของโปรแกรมอินเตอร์รัปต์หรือเมื่อมีการส่งข้อมูลจากศูนย์กลางข้อมูลโปรแกรมจะเรียกโปรแกรมย่อยชื่อ Service เพื่ออ่านคำสั่งที่ส่งมาจากศูนย์กลางข้อมูล

3.3.2 โฟลว์ชาร์ตของโปรแกรมเมื่อเกิดการอินเตอร์รัปต์



รูปที่ 3.9 โฟลว์ชาร์ตของโปรแกรมเมื่อเกิดการอินเตอร์รัปต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การอินเตอร์ปต์จะเกิดขึ้นเมื่อขา INT1 เป็นลอจิก 0 ซึ่งหมายความว่าเซนเซอร์เจอแถบสีดำ โปรแกรมหลักจะเรียกโปรแกรมย่อยการอินเตอร์รัปต์ขึ้นมาเมื่อเข้าสู่การอินเตอร์รัปต์โปรแกรมจะหน่วงเวลา 20 ms แล้วตรวจสอบขา INT1 อีกครั้ง ว่ายังเป็นลอจิก 0 อยู่หรือเปล่าเพื่อป้องกันการตรวจจับสัญญาณรบกวน หลังจากนั้นจะเพิ่มค่า count ขึ้นหนึ่ง แล้วทำการตรวจสอบว่า count มีค่ามากกว่าหรือเท่า carry หรือไม่ ถ้ามากกว่าจะเพิ่มค่ากำลังงานไฟฟ้าขึ้น 0.01 KW/h แล้วซึ่งเริ่มการนับใหม่ให้ count เป็น 0

ตัวแปร carry เป็นจำนวนตัวแปรเต็มที่เก็บค่าการทดรอบของกิโลวัตต์-อาวร์มิเตอร์ ซึ่งกิโลวัตต์-อาวร์มิเตอร์แต่ละรุ่นอัตราการทดรอบจะไม่เท่ากันขึ้นอยู่กับการผลิตการทดรอบของกิโลวัตต์-อาวร์มิเตอร์จะบอกในหน่วยของ rev/kWh ยกตัวอย่างเช่น

กิโลวัตต์-อาวร์มิเตอร์ตัวหนึ่งบอกอัตราการทดรอบเท่ากับ 1200 rev/kWh

ถ้า กิโลวัตต์-อาวร์มิเตอร์หมุนครบ 1200 รอบ ค่ากำลังงานไฟฟ้าจะขึ้น 1 ยูนิต

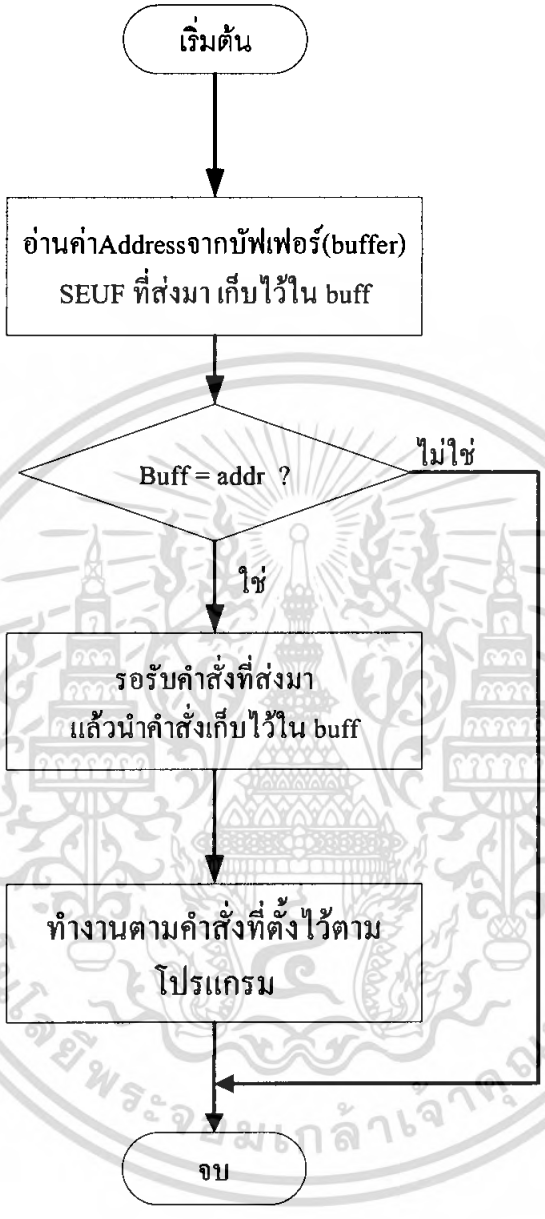
ถ้า กิโลวัตต์-อาวร์มิเตอร์หมุนครบ 120 รอบ ค่ากำลังงานไฟฟ้าจะขึ้น 0.1 ยูนิต

ถ้า กิโลวัตต์-อาวร์มิเตอร์หมุนครบ 12 รอบ ค่ากำลังงานไฟฟ้าจะขึ้น 0.01 ยูนิต

ดังนั้นการกำหนดค่าตัวแปร carry จึงให้มีค่าเท่ากับ 12 เป็นค่าการทดรอบของกิโลวัตต์-อาวร์มิเตอร์ตัวนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.3 โฟลว์ชาร์ตของโปรแกรมเมื่อเกิดการส่งข้อมูลจากศูนย์กลางข้อมูล



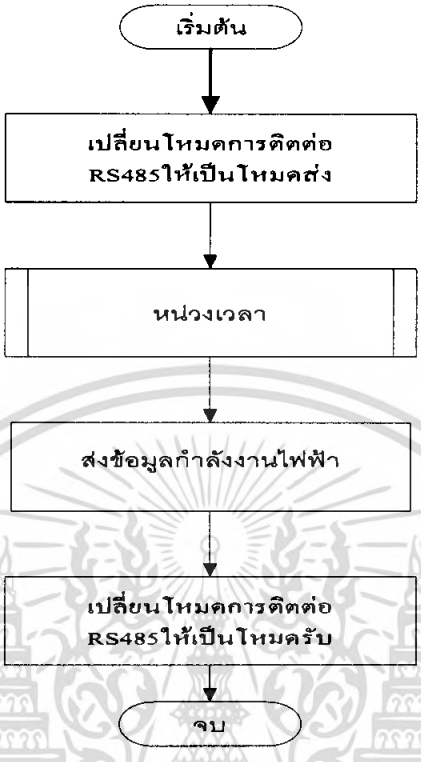
รูปที่ 3.10 โฟลว์ชาร์ตของโปรแกรมเมื่อเกิดการส่งข้อมูลจากศูนย์กลางข้อมูล

เมื่อศูนย์กลางข้อมูลส่งคำสั่งมา วัตต์มิเตอร์จะทำงานตามคำสั่งดังที่เขียนไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.4 โฟลว์ชาร์ตของโปรแกรมเมื่อได้รับคำสั่ง 0X41

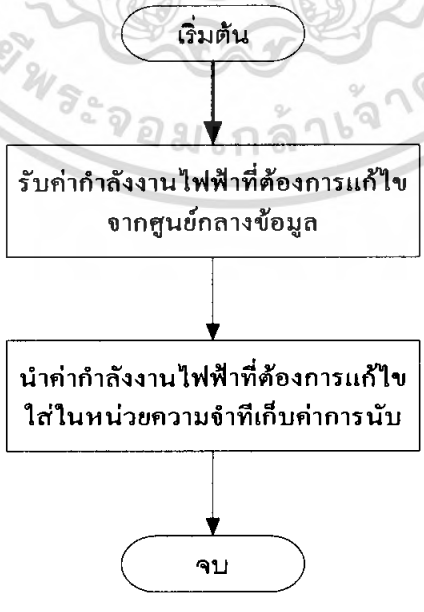
เมื่อวัตต์มิเตอร์ได้รับคำสั่ง 0X41 จะเป็นการส่งข้อมูลค่ากำลังไฟฟ้า



รูป 3.11 โฟล์วชาร์ตของโปรแกรมย่อยส่งข้อมูล

3.3.5 โฟลว์ชาร์ตของโปรแกรมเมื่อได้รับคำสั่ง 0X48

เมื่อวัตต์มิเตอร์ได้รับคำสั่ง 0X48 จะเป็นการตั้งค่ากำลังงานไฟฟ้าให้กับวัตต์มิเตอร์ครั้งแรก

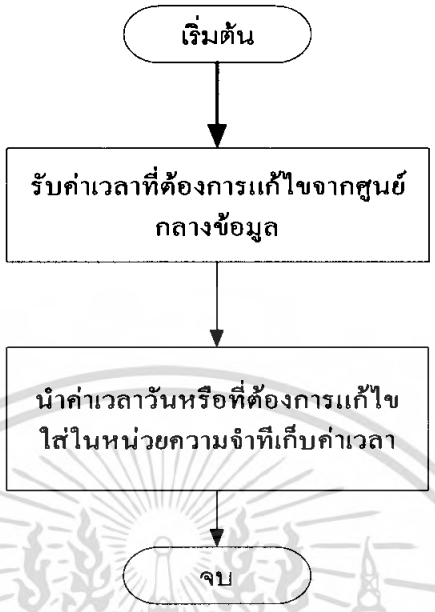


รูปที่ 3.12 โฟล์วชาร์ตของโปรแกรมตั้งค่าการนับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.6 โฟลว์ชาร์ตของโปรแกรมเมื่อได้รับคำสั่ง 0X44

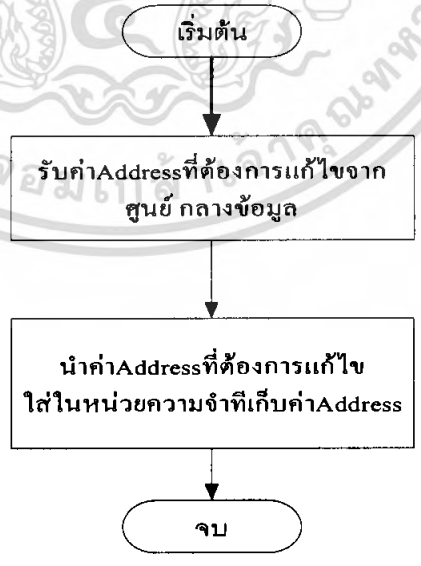
เมื่อวัตต์มิเตอร์ได้รับคำสั่ง 0X48 จะเป็นการตั้งเวลาและวันที่



รูปที่ 3.13 โฟล์วชาร์ตของโปรแกรมตั้งค่าเวลาหรือวันที่

3.3.7โฟลว์ชาร์ตของโปรแกรมเมื่อได้รับคำสั่ง 0X49

เมื่อวัตต์มิเตอร์ได้รับคำสั่ง 0X48 จะเป็นการตั้งค่าAddress

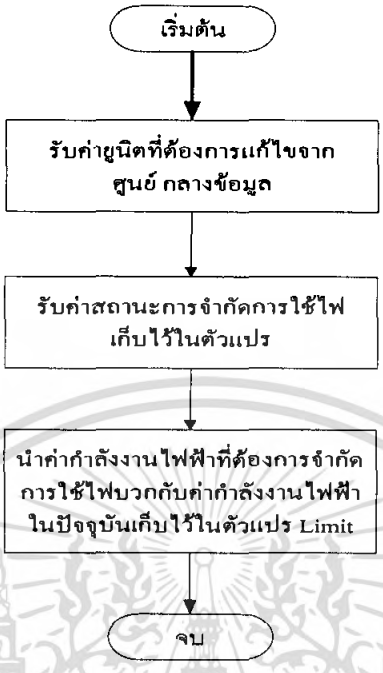


รูปที่3.14 โฟล์วชาร์ตของโปรแกรมตั้งค่าAddress

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.8โฟลว์ชาร์ตของโปรแกรมเมื่อได้รับคำสั่ง 0X50

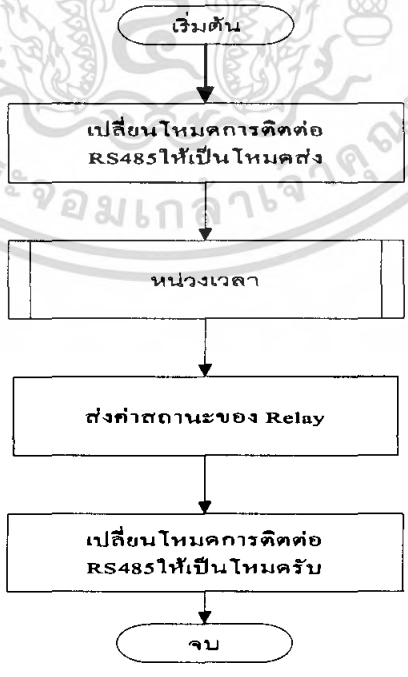
เมื่อวัตต์มิเตอร์ได้รับคำสั่ง 0X50 จะเป็นการตั้งค่าจำกัดการใช้ไฟ



รูปที่ 3.15 โฟล์วชาร์ตของโปรแกรมย่อยการตั้งค่าจำกัดการใช้ไฟ

3.3.9 โฟลว์ชาร์ตของโปรแกรมเมื่อได้รับคำสั่ง 0X51

เมื่อวัตต์มิเตอร์ได้รับคำสั่ง 0X51 จะเป็นการส่งค่าสถานะของ Relay ว่าปิดหรือเปิด

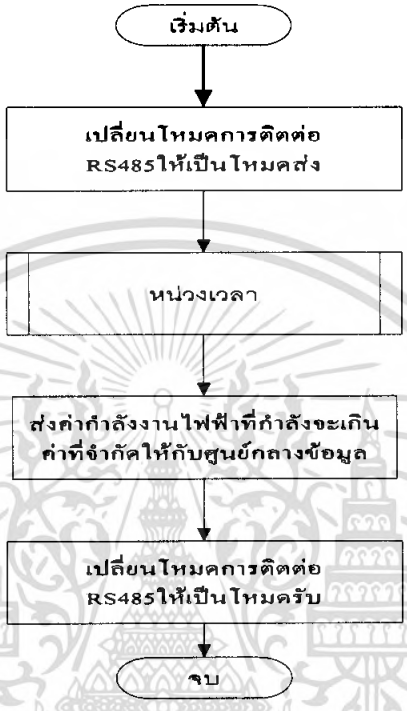


รูปที่ 3.16 โฟล์วชาร์ตของโปรแกรมย่อยส่งค่าสถานะของ Relay

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.10 โฟลว์ชาร์ตของโปรแกรมเมื่อได้รับคำสั่ง 0X52

เมื่อวัตต์มิเตอร์ได้รับคำสั่ง 0X52 จะเป็นการส่งค่ากำลังงานไฟฟ้าที่กำลังจะเกินค่าที่จำกัดให้กับศูนย์กลางข้อมูล



รูปที่3.17 โฟล์วชาร์ตของโปรแกรมย่อยส่งส่งค่ากำลังงานไฟฟ้าที่กำลังจะเกินค่าที่จำกัดให้กับศูนย์กลางข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

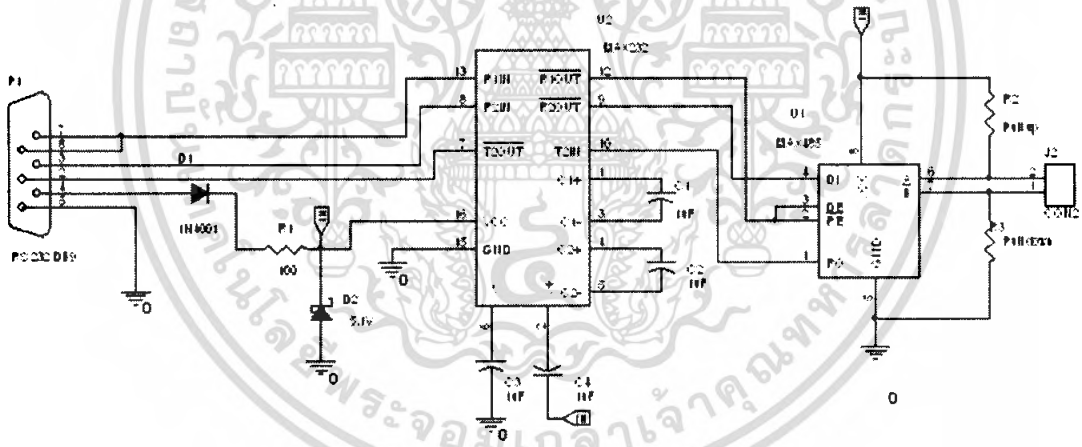
3.4 การสร้างและออกแบบในส่วนของศูนย์กลางข้อมูล

ในหัวข้อนี้กล่าวถึงการทำงานของศูนย์กลางข้อมูล จะแบ่งออกเป็น 2ส่วนคือ ในส่วนของ HardwareและSoftware ประกอบกันเป็นศูนย์กลางข้อมูลที่มีคุณสมบัติดังนี้

- ติดต่อกับวัตต์มิเตอร์แต่ละหน่วยด้วย BUS RS-485
- อ่านค่ากำลังงานไฟฟ้าแต่ละตัว และแสดงผลออกมาที่หน้าจอคอมพิวเตอร์เก็บข้อมูลการใช้ไฟฟ้าลงในฐานข้อมูล ซึ่งสามารถเรียกดูได้เมื่อต้องการ
- สามารถจำกัดการใช้ไฟฟ้าของผู้ใช้ในแต่ละห้องได้

3.4.1 การสร้างและออกแบบในส่วนของ Hardware

ในส่วนของ Hardware แสดงดังวงจรข้างล่าง มีหน้าที่คือ แปลงสัญญาณ RS-485เป็น RS-232 เพื่อติดต่อกับคอมพิวเตอร์



รูปที่ 3.18 วงจรแปลงสัญญาณ RS-485เป็น RS-232

จากวงจร MAX-485 ทำหน้าที่แปลงระดับแรงดัน RS-485 ให้เป็นระดับแรงดัน TTL โดยใช้ขา DE RF ควบคุมการเปลี่ยนโหมดการเชื่อมต่อกับ RS-485 ให้เป็นโหมดรับหรือโหมดส่งสัญญาณ เมื่อแปลงระดับเป็น TTLแล้วจะป้อนเข้า IC MAX-232 แปลงระดับ TTL เป็น RS-232 เข้าสู่คอมพิวเตอร์ต่อไป

จากวงจรจะเห็นว่าขา RTS(Request To Send) จะต่อผ่าน MAX-232 ออกมาต่อเข้ากับขา DE, RE ของ MAX 485 ขา RTS จะทำหน้าที่กำหนดโหมดการทำงานของ BUS RS-485 ผ่านทาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Software ที่เขียนโดย Visual Basic ซึ่งจะกล่าวในหัวข้อถัดไป ในที่นี้จะกล่าวถึงการควบคุมการรับ-ส่ง ของระบบบัส RS-485 ดังนี้

เมื่อต้องการให้ BUS RS-485 ทำงานในโหมดส่ง จะต้องใช้คำสั่ง

Com1.RTS = False

หลังจากที่โปรแกรมทำงานตามคำสั่งนี้ ขา RTS จะมีค่าเป็น ลอจิก 0 (ระดับสัญญาณRS-232) ผ่าน IC MAX 232 มีOutput เป็น ลอจิก 1(ระดับสัญญาณTTL) ป้อนเข้าขา DE, RE ของ MAX 485 ทำให้ MAX RS-485 อยู่ในโหมดส่ง

เมื่อต้องการให้ RS-485 ทำงานในโหมดรับ จะต้องใช้คำสั่ง

Com1.RST = True

หลังจากโปรแกรมทำงานตามคำสั่งนี้ ขา RTS จะมีค่าเป็น ลอจิก 1(RS-232) ผ่านIC MAX 232 โดยOutput มีค่าเป็น ลอจิก 0(TTL)ป้อนเข้าขา DE, REของ MAX 485 ทำให้ MAX 485 ทำงานในโหมดรับ

ในส่วนของ Power supply ที่จ่ายให้กับวงจรจะใช้ขา DTR เป็น ลอจิก 0 จะได้แรงดัน +12 ออกมา ป้อนให้กับ D 1 ป้องกันไฟกลับขั้ว เมื่อ DTR มีค่าเป็น ลอจิก1 ผ่าน RS และ ZD1 ควบคุมแรงดันให้คงที่ 5.1 V จ่ายให้กับวงจร

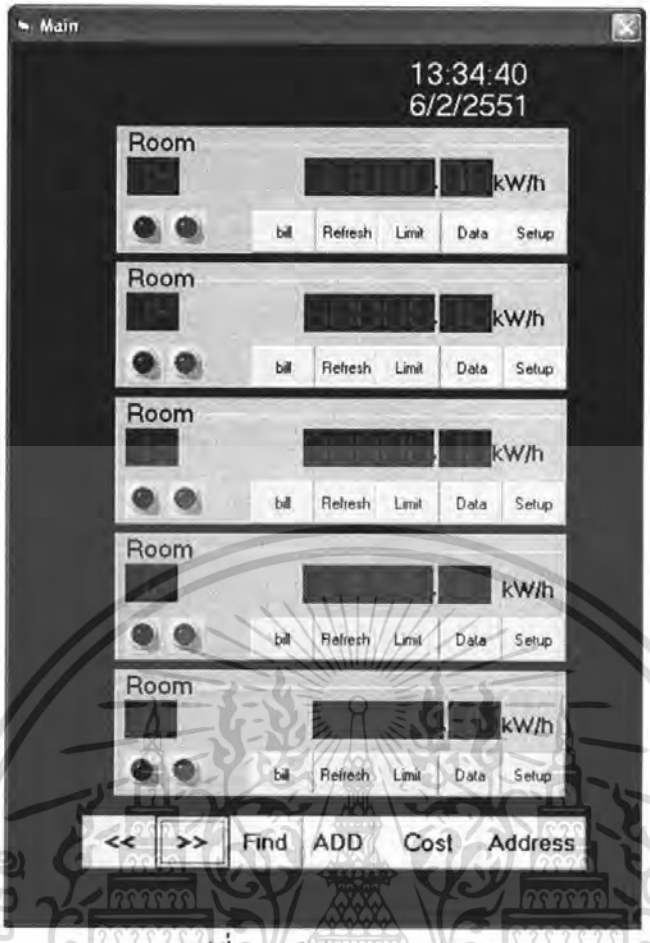
3.4.2 ส่วนของ software

โปรแกรมในส่วนของ software แบ่งเป็นโปรแกรมต่างๆ ดังนี้

3.4.2.1โปรแกรมหลัก

โปรแกรมหลักจะประกอบด้วยจอแสดงผลวัตต์มิเตอร์ในแต่ละหน่วยแยกอิสระกัน 5 หน่วยดังภาพในแต่ละหน่วยมีส่วนประกอบดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.19 โปรแกรมหลัก

1.แอลอีดีสีเขียวและสีแดงทำหน้าที่แสดงสถานะการเชื่อมต่อของวัตต์มิเตอร์ถ้าสีแดงติดหมายถึงไม่สามารถเชื่อมต่อกับวัตต์มิเตอร์ได้ถ้าสีเขียวติดหมายถึงสามารถเชื่อมต่อกับวัตต์มิเตอร์ได้

2. LED 7 segment(Room) แสดงหมายเลขห้องที่ใช้เป็น Addressในการติดต่อกับวัตต์มิเตอร์ในแต่ละหน่วย

3. LED 7 segment(Kw/h) แสดงค่ากำลังงานไฟฟ้าของแต่ละห้อง

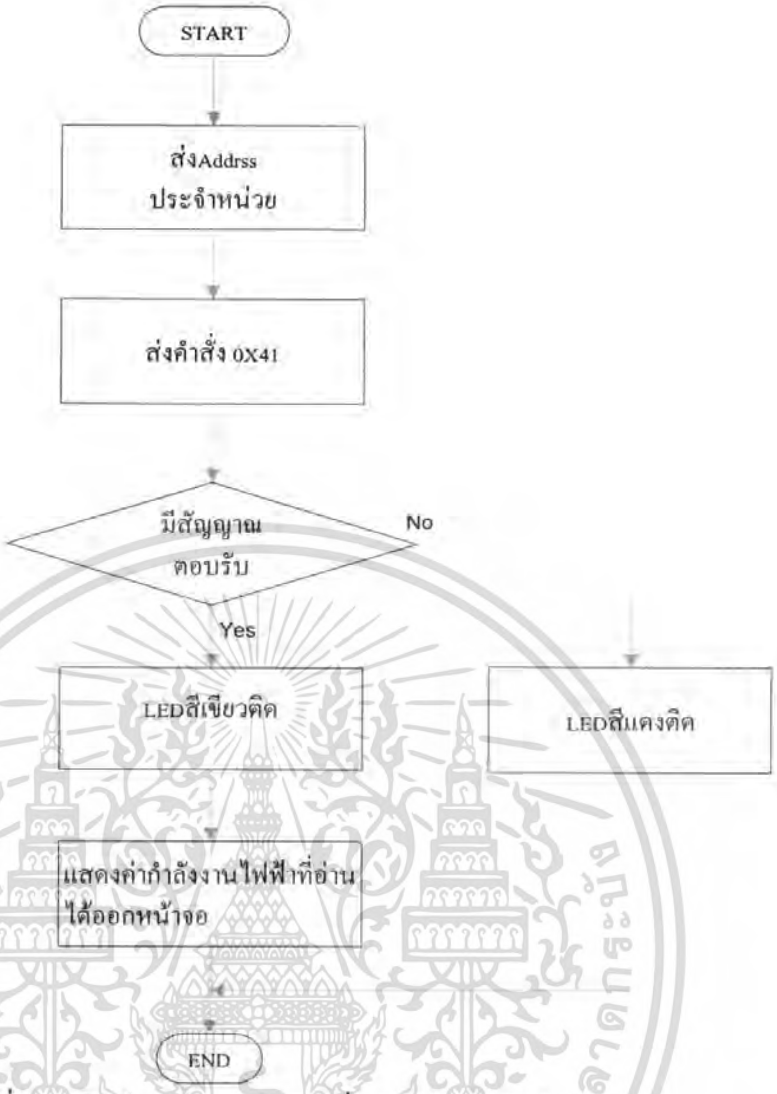
4. ปุ่ม bill ทำหน้าที่เรียกโปรแกรม bill และส่ง Address ประจำหน่วยให้กับโปรแกรม Bill เพื่อคำนวณการใช้ไฟและพิมพ์ใบแจ้งค่าไฟ

5. ปุ่ม Limit ทำหน้าที่เรียกโปรแกรม Limit และส่ง Address ประจำหน่วยให้กับโปรแกรม Limit

6. ปุ่ม Data ทำหน้าที่เรียกโปรแกรม Personal_data เพื่อแสดงข้อมูลของผู้เช่าห้องจากฐานข้อมูล

7.ปุ่ม Refresh ทำหน้าที่อ่านค่ากำลังงานไฟฟ้าของวัตต์มิเตอร์แต่ละหน่วยแสดงที่หน้าจอ LED segment ซึ่งหลังจากที่คลิกปุ่ม Refresh โปรแกรมจะทำงานตามโฟร์ชาต ดังต่อไปนี้

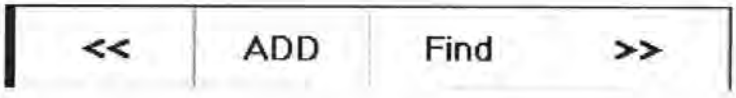
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.20 โฟล์วชาร์ตการทำงานเมื่อคลิกปุ่ม Refresh

จากที่กล่าวมาแล้วในส่วนของวัตต์มิเตอร์ในแต่ละหน่วย คำสั่ง 0x41 เป็นคำสั่งที่ให้วัตต์มิเตอร์ส่งค่ากำลังงานไฟฟ้าที่อ่านได้ในขณะนั้นออกมาให้ศูนย์กลางข้อมูล

นอกจากนี้โปรแกรมหลักมีปุ่มควบคุมเติมขึ้นมาดังภาพ



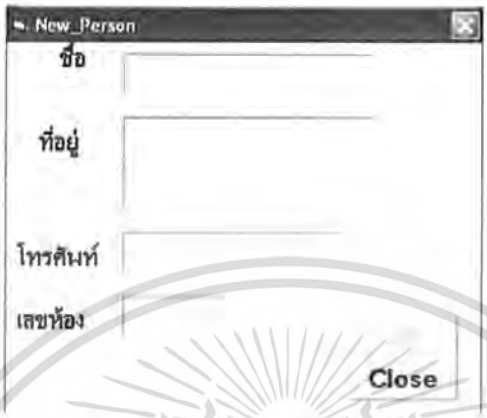
รูปที่ 3.21 ปุ่มควบคุมเพิ่มเติมที่โปรแกรมหลัก

ปุ่ม << ทำหน้าที่เลื่อน Address ของวัตต์มิเตอร์ของแต่ละหน่วยถอยหลังทีละ 5 หน่วย

ปุ่ม >> ทำหน้าที่เลื่อน Address ของวัตต์มิเตอร์ของแต่ละหน่วยเดินหน้าทีละ 5 หน่วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

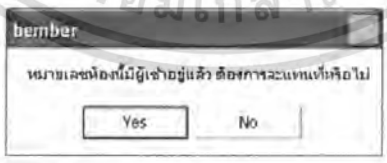
ปุ่ม ADD ทำหน้าที่เก็บข้อมูลผู้เช่าห้องใหม่ลงในฐานข้อมูล หลังจากที่คลิกปุ่ม ADD โปรแกรม New_person จะถูกเรียกขึ้นมาดังรูป



รูปที่ 3.22 โปรแกรม New_person

หลังจากที่โปรแกรม New_person ถูกเรียกขึ้นมาแล้ว จะให้ผู้ใช้งานกรอกข้อมูลผู้เช่าห้องใหม่จนครบทุกช่องแล้วคลิกปุ่ม OK ข้อมูลทั้งหมดที่กรอกไปจะถูกเก็บไว้ในฐานข้อมูลถ้าหากกรอกข้อมูลไม่ครบจะไม่สามารถคลิกที่ปุ่ม OK ได้จนกว่าจะกรอกข้อมูลจนครบทั้งหมด

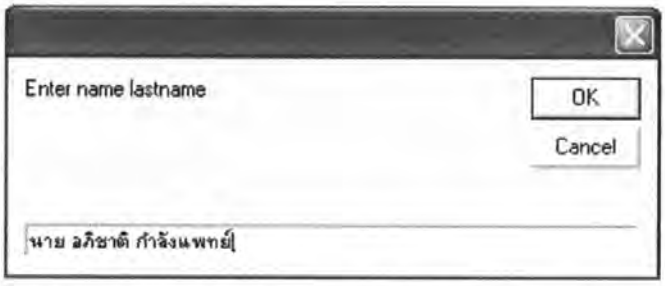
หลังจากที่คลิกปุ่ม OK ข้อมูลจะถูกเก็บบันทึกในฐานข้อมูลในกรณีที่ป้อนหมายเลขห้องซ้ำกับหมายเลขห้องในฐานข้อมูลโปรแกรมจะเตือนผู้ใช้งานก่อนดังภาพถ้าคลิกที่ Yes ชื่อผู้ที่อยู่ห้องเดิมจะถูกแทนที่ด้วยชื่อใหม่ที่ป้อนเข้าไป ถ้าคลิกที่ No จะออกจากโปรแกรม New_person กลับไปที่หน้าโปรแกรมหลัก



รูปที่ 3.23 Massage Box เตือนเมื่อบันทึกข้อมูลซ้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปุ่ม Find ทำหน้าที่ค้นหาข้อมูลผู้เช่าห้อง หลังจากคลิกปุ่ม Find แล้วจะปรากฏ Input Box ดังภาพเพื่อให้ผู้ใช้งานป้อนชื่อของผู้เช่าห้องที่จะค้าหาในฐานข้อมูล



รูปที่ 3.24 Input Box รับข้อมูลที่ต้องการจะค้นหา

หลังจากผู้ใช้งานป้อนข้อมูลแล้วคลิกปุ่ม OK โปรแกรมจะค้นหาข้อมูลในฐานข้อมูลถ้าหากเจอข้อมูลตามที่กรอกเอาไว้ก็จะนำข้อมูลนั้นมาแสดงผ่านหน้าจอดังรูป

รูปที่ 3.25 ข้อมูลที่แสดงผลเมื่อค้นหาข้อมูลเจอ

ถ้าหากไม่พบข้อมูลที่ต้องการในฐานข้อมูลจะแสดงให้ผู้ใช้งานทราบดังรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.2.2 โปรแกรมในส่วนของการคำนวณการใช้ไฟ

การทำงานในส่วนของโปรแกรมคำนวณการใช้ไฟหลังจากที่หน้าจอวัตต์มิเตอร์ในแต่ละหน่วยคลิกที่ปุ่มBillจะเป็นการคำนวณการใช้ไฟค่า Addressประจำหน่วยจะถูกส่งต่อไปที่โปรแกรมBill เมื่อโปรแกรม Bill ถูกเปิดขึ้นมาครั้งแรกโปรแกรมจะทำงานตามโฟลชาร์ต ต่อไปนี้

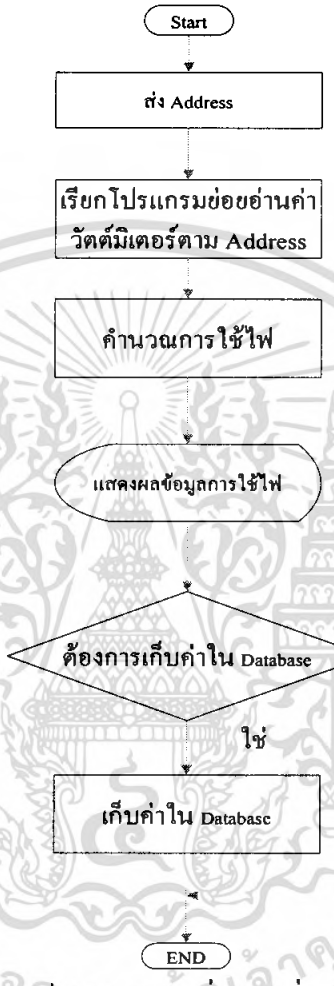
รูปที่ 3.26 โฟล์วชาร์ตการทำงานของโปรแกรม Bill เมื่อเปิดขึ้นมาครั้งแรก

หลังจากที่โปรแกรมทำงานแล้วค่าAddress ประจำหน่วยที่ติดต่ออยู่, ชื่อเจ้าของห้องและค่าที่อ่านครั้งสุดท้ายจะแสดงที่หน้าจอโปรแกรม ดังรูป

รูปที่ 3.27 โปรแกรม Bill เมื่อเปิดขึ้นมาครั้งแรก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อต้องการคำนวณค่าการใช้ไฟ คลิกที่ปุ่ม calculate โปรแกรมจะคำนวณค่าการใช้ไฟ ตามโฟลชาร์ต



รูปที่ 3.28 โฟล์วชาร์ตการทำงานเมื่อคลิกที่ปุ่ม calculate

เมื่อข้อมูลถูกเก็บไว้ในฐานข้อมูล ข้อมูลการใช้ไฟสามารพิมพ์ออกมาเป็นใบแจ้งค่าไฟฟ้าได้โดยคลิกปุ่ม Print ข้อมูลจะถูกพิมพ์ออกมาผ่านทาง Object printer

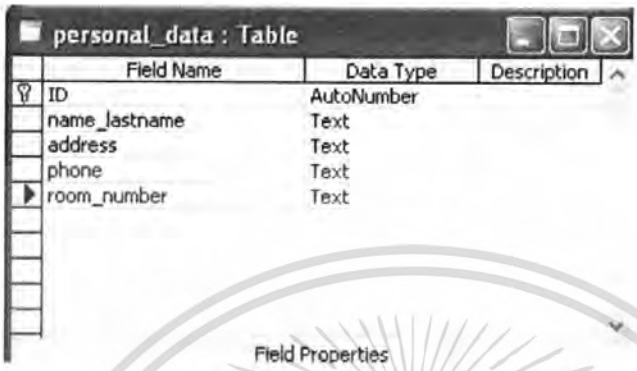
นอกจากนี้ยังสามารถเรียกข้อมูลดูการใช้ไฟย้อนหลังได้ โดยคลิกที่ปุ่ม << , >> โปรแกรมจะดึงข้อมูลการใช้ไฟจากฐานข้อมูลมาแสดงที่หน้าจอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.2.3 ฐานข้อมูล

รายละเอียดของฐานข้อมูล ฐานข้อมูลที่ใช้ในโครงงานนี้ถูกเขียนด้วย Microsoft Access มีทั้งหมด 3 ตาราง ดังต่อไปนี้

Personal_data จะเก็บข้อมูลของผู้ใช้ไฟในแต่ละห้อง ดังภาพ



รูปที่ 3.29 ฐานข้อมูล Personal_data

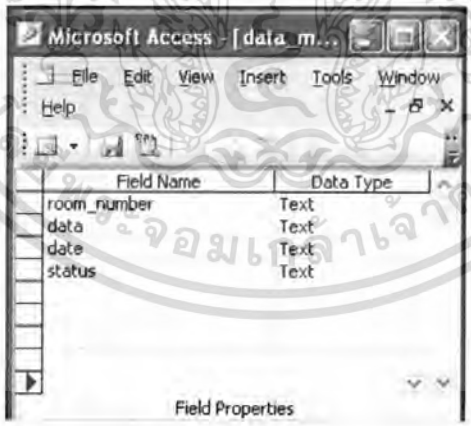
Name_last name เก็บชื่อและนามสกุลของผู้เช่าห้อง

Address เก็บที่อยู่ของผู้เช่าห้อง

Phone เก็บหมายเลขโทรศัพท์ของผู้เช่าห้อง

Room number เก็บหมายเลขห้องเป็น Address ประจำวัตต์มิเตอร์

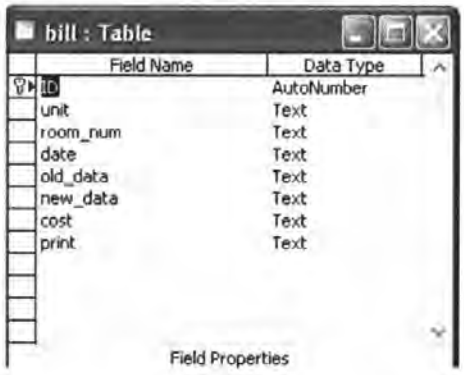
Data_meter จะเก็บค่ากำลังงานไฟฟ้าครั้งล่าสุดของแต่ละหน่วย พร้อมกับวัน-เดือน-ปี ที่อ่านค่าดังภาพ



รูปที่ 3.30 ฐานข้อมูล Data_meter

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Bill จะเก็บข้อมูลการใช้ไฟของแต่ละห้องที่จะนำมาพิมพ์ใบแจ้งค่าไฟฟ้า ดังภาพ



รูปที่ 3.31 ฐานข้อมูล Bill

Unit จะเก็บจำนวนหน่วยที่ใช้ไปของวัตต์มิเตอร์ แต่ละหน่วย

Room_number เก็บหมายเลขห้องเป็น Address ประจำของวัตต์มิเตอร์

Date เก็บค่าวัน-เดือน-ปี ที่ได้จากการคำนวณการใช้ไฟ

New_data เก็บค่าการใช้กำลังงานไฟฟ้าที่อ่านได้ใหม่

Old_data เก็บค่าการใช้กำลังงานไฟฟ้าค่าเก่าที่อ่านครั้งล่าสุด

Cost เก็บค่าไฟที่คำนวณได้

Print เก็บค่าสถานะว่าข้อมูลการใช้ไฟนั้นถูกพิมพ์แล้วหรือไม่

Cost ทำหน้าที่เก็บราคาต่อหน่วยเพื่อใช้คำนวณค่าไฟ

รูปที่ 3.32 ฐานข้อมูล Cost

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.2.4 โปรแกรมจำกัดการใช้ไฟ

โปรแกรมการใช้ไฟ จะจำกัดการใช้ไฟของวัตต์มิเตอร์แต่ละหน่วยยกตัวอย่างเช่นวัตต์มิเตอร์ปัจจุบันแสดงค่ากำลังไฟฟ้าที่ 1002.00 KWh แล้วผู้ใช้ต้องการจำกัดการใช้ไฟไม่เกิน 50 Unit แสดงว่าวัตต์มิเตอร์จะเตือนเมื่อผู้เช่าห้องใช้ไฟไปจนวัตต์มิเตอร์แสดงกำลังไฟฟ้าที่ 1052.00 KWh โปรแกรมการจำกัดการใช้ไฟแสดงดังรูป

รูปที่ 3.33 โปรแกรมจำกัดการใช้ไฟ

หน้าที่ของปุ่มต่างๆของโปรแกรมจำกัดการใช้ไฟ

ปุ่ม Refresh ทำหน้าที่ตรวจสอบสถานะของวัตต์มิเตอร์ว่ามีการตั้งการจำกัดการใช้ไฟหรือไม่หลังจากที่คลิกปุ่ม Refresh วัตต์มิเตอร์ Address ที่ติดต่ออยู่จะส่งข้อมูลเป็นชุดให้กับศูนย์กลาข้อมูลตามตารางต่อไปนี้

Data	Enable	Warn

ตารางที่ 3.6 ลำดับข้อมูลที่ส่งมาจากวัตต์มิเตอร์เมื่อคลิกกปุ่ม Refresf

ข้อมูลจะแสดงสถานะการจำกัดการใช้ไฟแบ่งเป็น 3 ชุดดังนี้

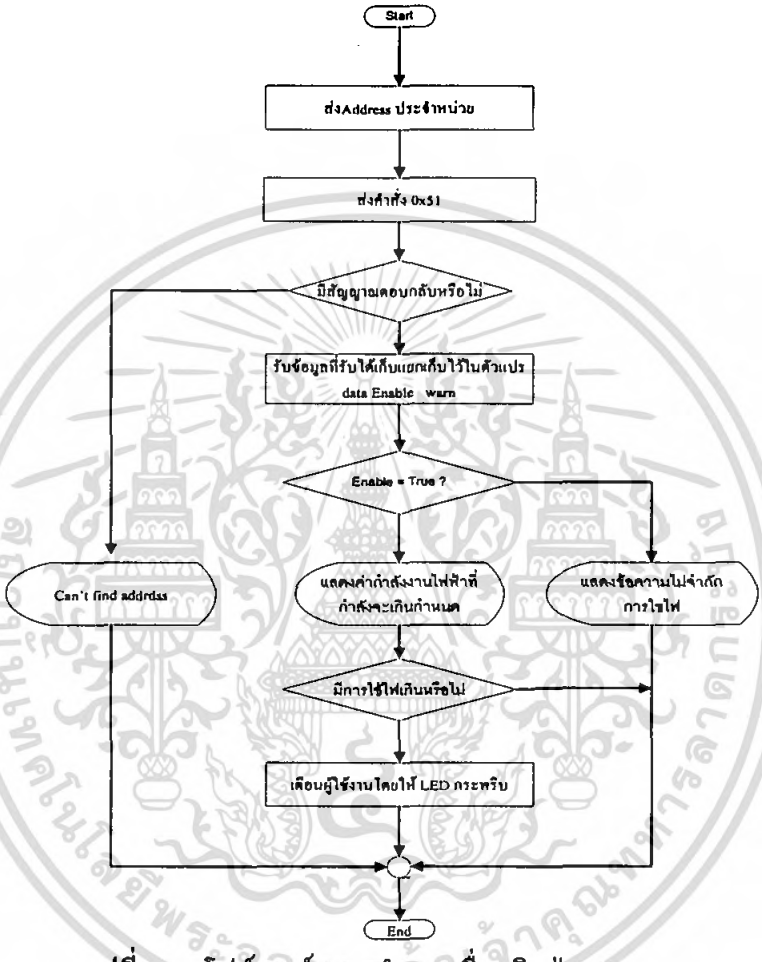
Data เป็นข้อมูลขนาด 8 ไบต์ก็บค่ากำลังไฟฟ้าที่กำลังจะเกินที่กำหนด

Enable เป็นข้อมูลขนาด 1ไบต์เก็บค่าสถานะของวัตต์มิเตอร์ว่ามีการจำกัดการใช้หรือไม่

Warn เป็นข้อมูลขนาด 1ไบต์เก็บค่าสถานะของวัตต์มิเตอร์ว่ามีการใช้ไฟเกินค่าที่กำหนดไว้หรือไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

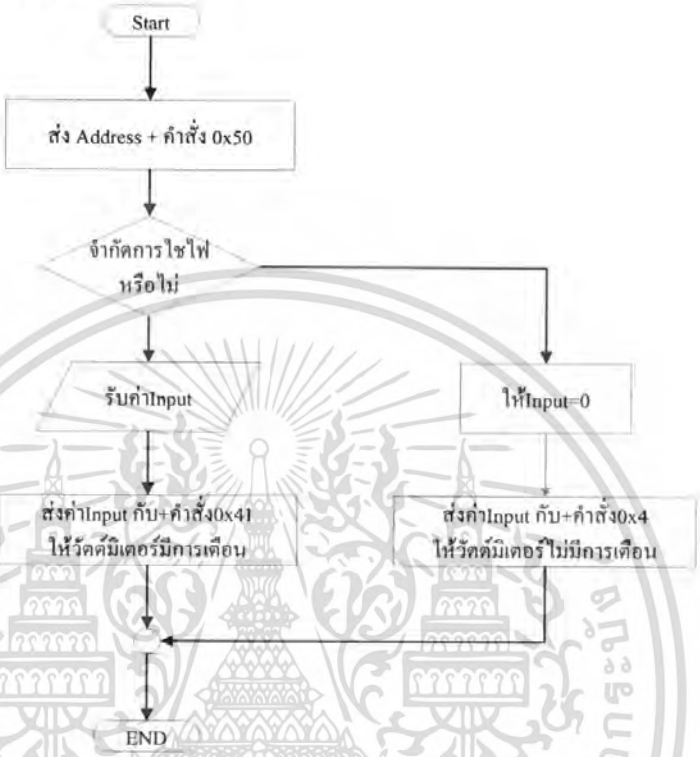
หลังจากที่คลิกปุ่ม Refrssh โปรแกรมจะทำงานตามโฟลชาร์ตดังต่อไปนี้



รูปที่ 3.34 โฟล์วชาร์ตการทำงานเมื่อคลิกปุ่ม Refresh

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปุ่ม ตกลง ทำหน้าที่ส่งสถานะการจำกัดการใช้ไฟให้กับวัตต์มิเตอร์หลังจากที่คลิกปุ่ม ตกลง โปรแกรมจะทำงานตามโฟลชาร์ตต่อไปนี้



รูปที่ 3.35 โฟล์วชาร์ตการทำงานเมื่อคลิกปุ่มตกลง

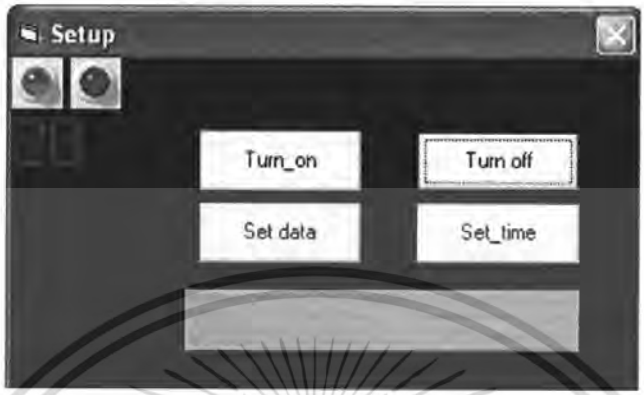
การตั้งให้มีการจำกัดการใช้ไฟทำได้โดยเลือกออบชั่นบัตทอนในตำแหน่งที่ **จำกัดการใช้ไฟ** ในทางตรงกันข้านหากไม่ต้องการจำกัดการใช้ไฟใช้ไฟ ก็ให้เลือกออบชั่นบัตทอนในตำแหน่ง **ไม่จำกัดการใช้ไฟ** ดังภาพ

รูปที่ 3.36 การจำกัดการใช้ไฟทำได้โดยเลือกออบชั่นบัตทอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลังจากที่ปุ่ม ตกลง โปแกรมจะทำงานตามโฟลชาร์ตที่แสดงไว้ด้านบนเพื่อส่งคำสั่งให้กับวัตต์มิเตอร์ตาม Address ที่ศูนย์กลางข้อมูลติดต่ออยู่

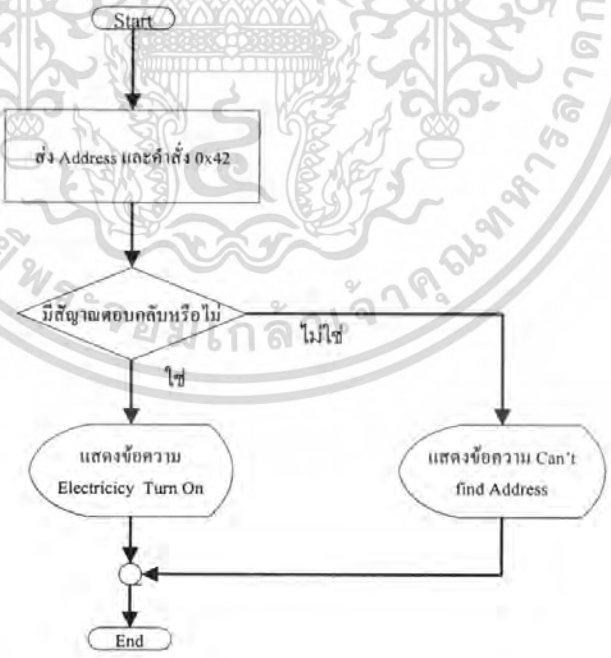
3.4.2.5 โปรแกรม Setup ทำหน้าที่ตั้งค่าการใช้งานเริ่มต้นให้กับวัตต์มิเตอร์ดังภาพ



รูปที่ 3.37 โปรแกรม Setup

หน้าที่ของปุ่มต่างๆของโปรแกรม Setup

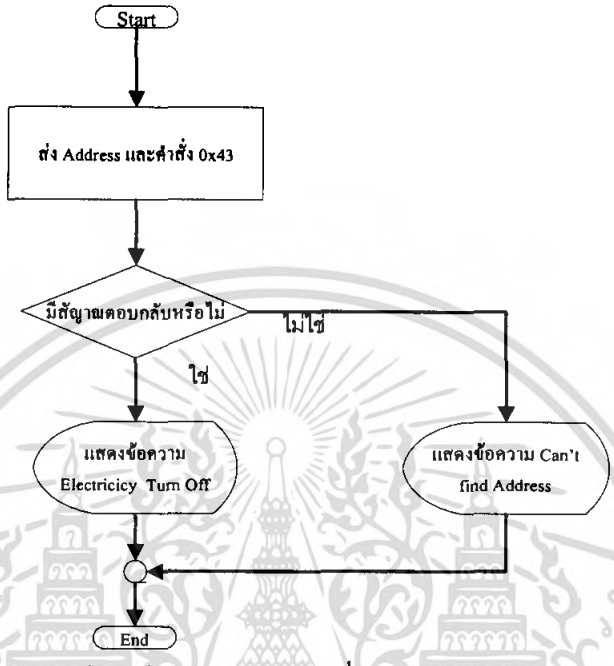
Turn On ทำหน้าที่ต่อไฟให้กับห้องพักหลังจากที่คลิกปุ่มนี้โปรแกรมจะทำงานตามโฟลชาร์ตต่อไปนี้



รูปที่ 3.38 โฟล์วชาร์ตของโปรแกรมเมื่อคลิกปุ่ม Turn On

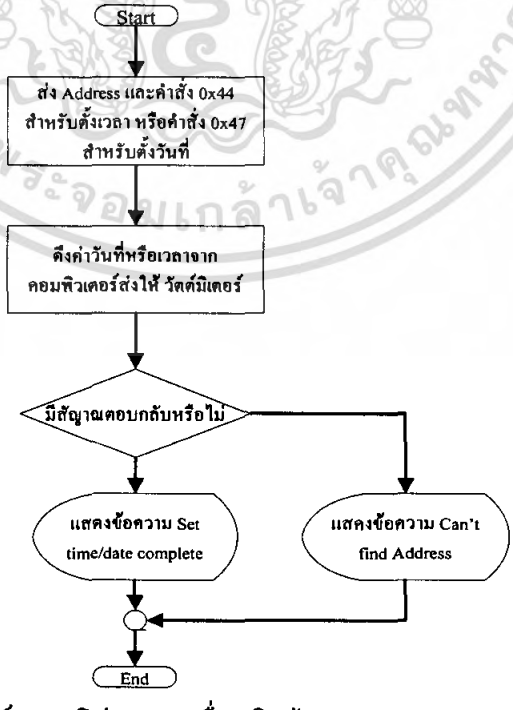
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Turn Off ทำหน้าที่ตัดไฟให้กับห้องพักหลังจากที่คลิกปุ่มนี้โปรแกรมจะทำงานตามโฟลชาร์ตต่อไปนี้



รูปที่ 3.39 โฟล์วชาร์ตของโปรแกรมเมื่อคลิกปุ่ม Turn Off

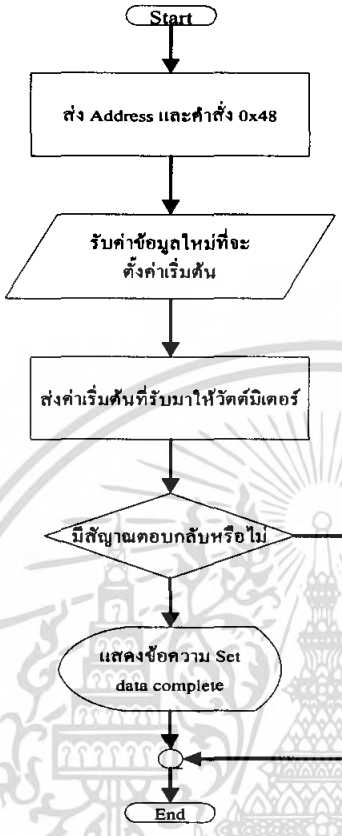
Set Time , Set date ทำหน้าที่ตั้งเวลาและวันที่หลังจากที่คลิกปุ่ม Set Time หรือ Set date โปรแกรมจะทำงานตามโฟลชาร์ต ต่อไปนี้



รูปที่ 3.40 โฟล์วชาร์ตของโปรแกรมเมื่อคลิกปุ่ม Set Time , Set date

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Set data ทำหน้าที่ตั้งค่าเริ่มต้นการนับของวัตต์มิเตอร์ หลังจากที่คลิกปุ่ม Set data โปรแกรมจะทำงานตาม โฟลชาร์ต ต่อไปนี้



รูปที่ 3.41 โฟล์วชาร์ตของโปรแกรมเมื่อคลิกปุ่ม Set data

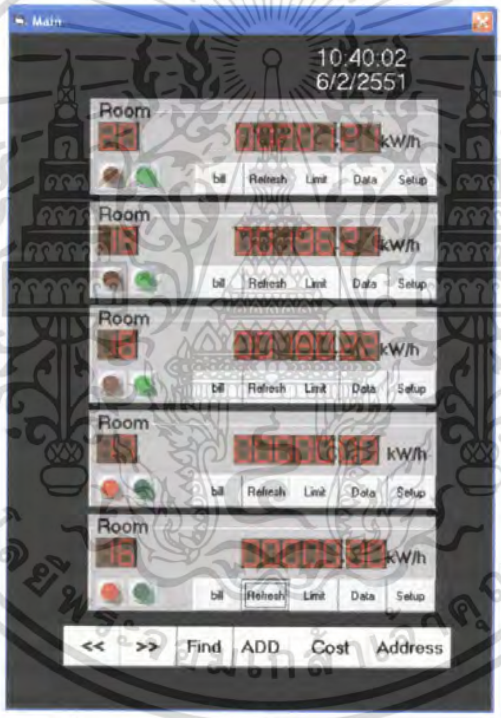
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
คู่มือการใช้งานโปรแกรมของวัตต์มิเตอร์รวมศูนย์

4.1 การใช้งานโปรแกรมหลัก

เมื่อโปรแกรมหลักทำงานดังรูปที่ 4.1 เห็นว่าหมายเลขห้องในแต่ละห้องจะถูกดึงจากฐานข้อมูลเพื่อใช้เป็น แอดเดสในการติดต่อกับวัตต์มิเตอร์แต่ละหน่วย หมายเลขห้องจะถูกแสดงผลที่ led 7 segment ในตำแหน่ง Roomจากรูปที่ 4.1 เห็นว่าโปรแกรมหลักสามารถติดต่อวัตต์มิเตอร์ได้ทีละ 5 หน่วยแยกอิสระ

4.1.1 การอ่านค่ากำลังงานไฟฟ้าที่วัตต์มิเตอร์แต่ละหน่วย



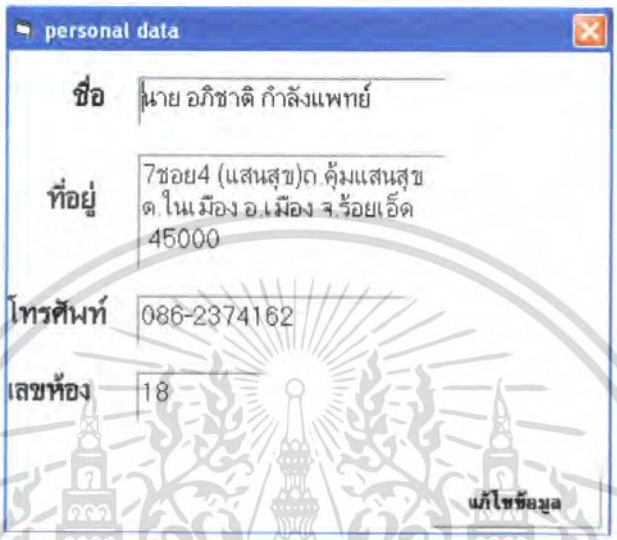
รูปที่ 4.1 การอ่านค่ากำลังงานไฟฟ้า

การอ่านค่ากำลังงานไฟฟ้าสามารถทำได้โดยคลิกที่ปุ่ม Refresh ในตำแหน่งหมายเลขของวัตต์มิเตอร์ที่ต้องการอ่านค่าได้ผลการทดลองดังรูปที่ 4.1 จะเห็นว่า วัตต์มิเตอร์ที่สามารถอ่านค่าได้มี 3 หน่วย คือที่หมายเลข 20,19,18 แอลอีดีแสดงสถานะเป็นสีเขียว ค่ากำลังงานไฟฟ้าที่อ่านได้จะถูกแสดงผลที่ Led 7 segment ส่วนวัตต์มิเตอร์ หมายเลข 17,16 ศูนย์กลางข้อมูลไม่สามารถติดต่อได้เพราะไม่มีวัตต์มิเตอร์หมายเลขนี้ แอลอีดีแสดงสถานะเป็นสีแดง ไม่มีค่ากำลังงานไฟฟ้าที่อ่านได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2 การดูข้อมูลของผู้พักในห้องต่างๆ

หลังจากที่เปิดโปรแกรมหลัก เมื่อต้องการดูข้อมูลของผู้พักห้องต่างๆ ในที่นี้ต้องการดูข้อมูลในห้องพักหมายเลข 18 สามารถทำได้โดยคลิกเมาท์ที่ปุ่ม Data ในตำแหน่งหมายเลข 18 โปรแกรมจะทำงานดังนี้



รูปที่ 4.2 ข้อมูลของผู้พักห้องต่างๆ

จากรูป 4.2 หลังจากที่คลิกปุ่ม Data โปรแกรม personal_data จะถูกเรียกขึ้นมาและดึงข้อมูลจากฐานข้อมูลที่ห้องหมายเลข 18 มาแสดงผลดังรูปที่ 4.2

4.1.3 การป้อนข้อมูลผู้เข้าพักใหม่

เมื่อมีผู้เข้าพักใหม่สามารถเพิ่มข้อมูลในฐานข้อมูลได้โดยคลิกเมาท์ที่ปุ่มADD โปรแกรม New person จะถูกเรียกขึ้นแล้วป้อนข้อมูลใหม่จนครบทุกช่องแล้วคลิกที่ปุ่ม OK โปรแกรมจะทำงานดังนี้ดังรูป 4.3

รูปที่ 4.3 โปรแกรม New person

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลังจากที่คลิกที่ปุ่ม OK ข้อมูลจะถูกเก็บไว้ในฐานข้อมูลซึ่งสามารถเรียกดูได้โดยใช้โปรแกรม Mictrosoft Accress

personal_data : Table

ID	name_lastname	address	phone	room_number
2	ภาณุวัฒน์ กำลังแพทย์	300/96 หมู่บ้านรุ่งอรุณ1	089-7157709	20
4	สมชาย กำลังแพทย์	7ซอย4 (แสนสุข)ถ.คุ้มแสนสุ	089-7114847	19
5	อภิชาติ กำลังแพทย์	7ซอย4 (แสนสุข)ถ.คุ้มแสนสุ	086-2374162	18
17	พงศิริ กำลังแพทย์	7 ซอย 4 (แสนสุข) ถ.คุ้มแสน	086-2374155	17
18	วันเพ็ญ กำลังแพทย์	7 ซอย 4 (แสนสุข)ถ.คุ้มแสน	089-7157709	16
19	น้อย เป็นไทย	36 หมู่ 4 บ้านโคก ต.หนองผัก	086-6705089	15
20	ณัฐ ภู่โรจน์	36 หมู่ 4 บ้านโคก ต.หนองผัก	087-2200754	14
21	น้อย เป็นไทย	36 หมู่ 4 บ้านโคก ต.หนองผัก	086-6452387	13
22	ใหญ่ เป็นไทย	36 หมู่ 4 บ้านโคก ต.หนองผัก	087-2200754	12
28	นาย จิรศักดิ์ แสงโทโพธิ	36 หมู่ 4 บ้านโคก ต.หนองผัก	087-9542633	11
(AutoNumber)				

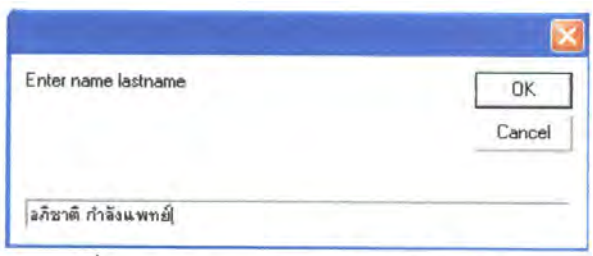
รูปที่ 4.4 ข้อมูลที่เก็บในฐานข้อมูลหลังจากคลิกปุ่ม OK ที่โปรแกรม New_person

จากรูปจะเห็นว่าข้อมูลใหม่จะถูกเก็บไว้ในฐานข้อมูล personal_data ในกรณีที่ผู้ใช้งานป้อนหมายเลขห้องซ้ำกับหมายเลขห้องเดิมที่มีอยู่แล้วโปรแกรมจะเตือนผู้ใช้งานก่อนดังรูปที่ 4.5 เมื่อคลิกที่ปุ่ม Yes หมายเลขห้องถูกแทนที่ด้วยข้อมูลใหม่ คลิกที่ No จะออกจากโปรแกรม New_person

รูปที่ 4.5 Massage box เตือนผู้ใช้งานเมื่อป้อนหมายเลขห้องซ้ำ

4.1.4 การค้นหาข้อมูลผู้เข้าพักใหม่

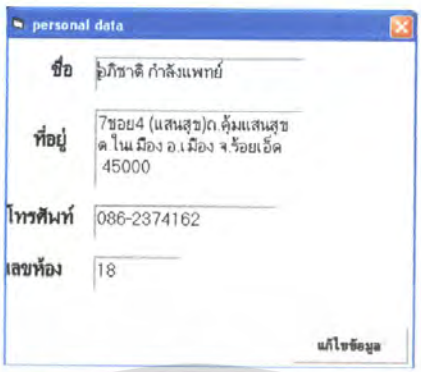
การค้นหาข้อมูลผู้เข้าพักทำได้โดย คลิกที่ปุ่ม Find จะมีหน้าจอให้ป้อนข้อมูลดังรูป



รูปที่ 4.6 input box ค้นหาข้อมูลผู้เข้าพัก

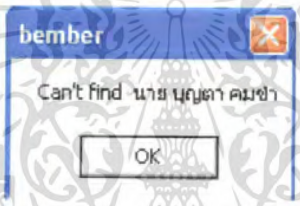
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูป 4.6 ต้องการหาข้อมูลของ " อภิชาติ กำลังแพทย์ " เมื่อป้อนข้อมูลเข้าไปแล้ว โปรแกรมจะหาข้อมูลในฐานข้อมูลแล้วถ้าโปรแกรมเจอข้อมูลตามที่ได้ตามที่ต้องการจะแสดงข้อมูลดังรูปที่4.7

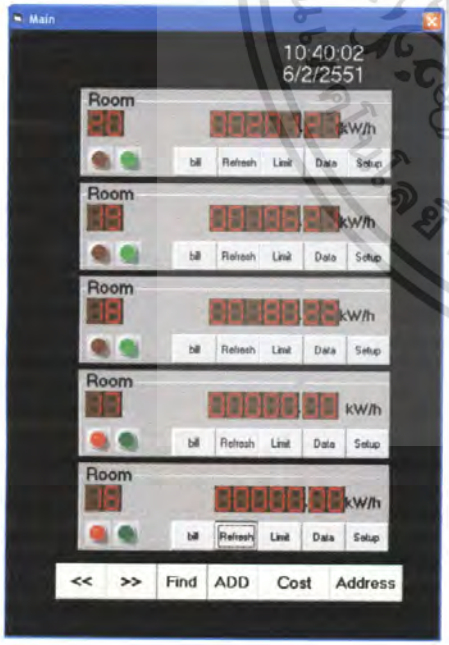


รูปที่ 4.7 ข้อมูลที่แสดงผลเมื่อหาข้อมูลเจอในฐานข้อมูล

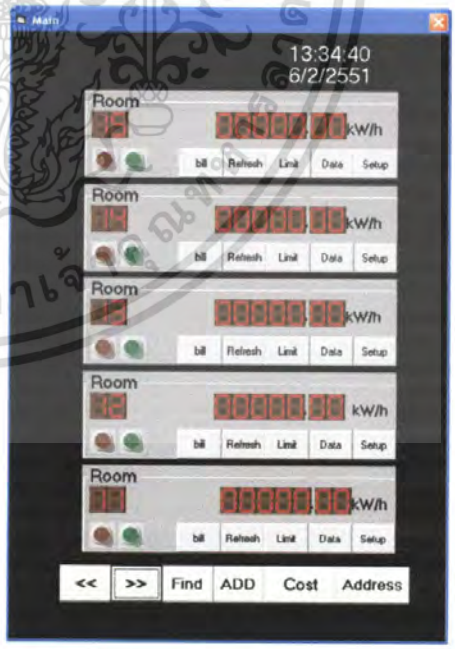
แต่ถ้าไม่เจอข้อมูลตามในฐานข้อมูลจะเตือนผู้ใช้งานดังภาพ



4.1.5 การเลื่อนแอดเดรสที่ติดต่อกับวัตต์มิเตอร์



รูปที่ 4.8 ก่อนเลื่อนแอดเดรส



รูปที่ 4.9 หลังเลื่อนออกแอดเดรส

การเลื่อนแอดเดรสทำได้โดยคลิกที่ปุ่ม << หรือ >> หลังจากที่คลิกปุ่ม แอดเดรสจะถูกเลื่อนที่ละ 5 หน่วยดังรูปที่ 4.8 และรูปที่ 4.9

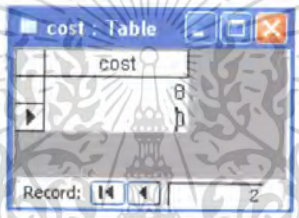
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.6 การตั้งค่าราคาต่อหน่วยในการคำนวณค่าไฟ

การตั้งราคาต่อหน่วยสามารถทำได้โดยคลิกที่ปุ่ม **cost** จะปรากฏหน้าจอให้ป้อนข้อมูลดังรูปที่ 4.10

รูปที่ 4.10 input box รับค่าที่ต้องการตั้งราคาต่อหน่วย

หลังจากที่คลิกปุ่ม **OK** แล้วราคาต่อหน่วยจะถูกเปลี่ยนไปแปลงเก็บไว้ในฐานข้อมูลราคาต่อหน่วยนั้นจะใช้คำนวณค่าไฟในโปรแกรมในส่วนของการคำนวณการใช้ไฟ



รูปที่ 4.11 ราคาต่อหน่วยที่เก็บในฐานข้อมูล

4.1.7 โปรแกรมตั้งแอดเดรส

การโปรแกรมแอดเดรสทำได้โดยคลิกที่ปุ่ม Address จะปรากฏหน้าจอให้ป้อนแอดเดรสเก่าดังภาพ

รูปที่ 4.12 input box รับค่า แอดเดรสเก่า

หลังจากที่คลิกปุ่ม OK แล้วจะปรากฏหน้าจออีกครั้งให้ป้อนแอดเดรสใหม่ดังภาพ

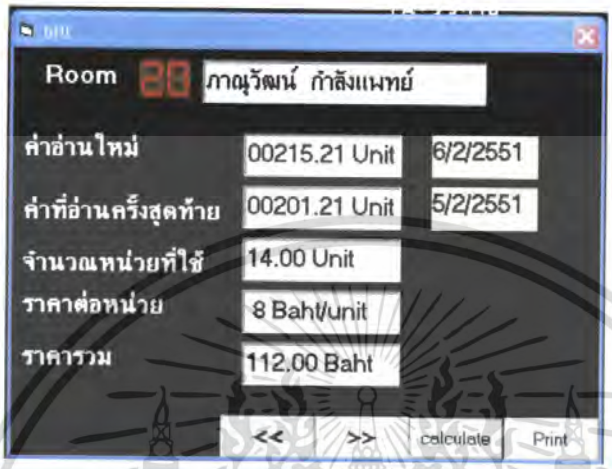
รูปที่ 4.13 input box รับค่า แอดเดรสใหม่

หลังจากที่คลิกปุ่ม OK แล้วแอดเดรสที่วัตต์มิเตอร์ที่แสดงที่จอ LCD จะเปลี่ยนค่าไปเป็นค่าที่เราป้อนดังแสดงหน้าผลการทดลองการตั้งค่าแอดเดรส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 โปรแกรมคำนวณการใช้ไฟ

ในที่นี้จะทดสอบการทำงานของโปรแกรมคำนวณการใช้ไฟติดต่อกับวัตต์มิเตอร์แอดเดรสที่ 20 หลังจากที่โปรแกรมหลักคลิกที่ปุ่ม Bill โปรแกรม Bill จะถูกเรียกขึ้นมาดังรูปพร้อมทั้งคำนวณการใช้ไฟทันที่ที่เปิดโปรแกรมดังภาพ



รูปที่ 4.14 โปรแกรมคำนวณการใช้ไฟ

ขณะนี้ที่จอ LCDจะปรากฏดังแสดงหน้าผลการทดลอง รูปที่4.17 หน้าจอวัตต์มิเตอร์ขณะคำนวณการใช้ไฟ

หลังจากนั้นโปรแกรมจะถามผู้ใช้งานว่าต้องการเก็บข้อมูลลงฐานข้อมูลหรือไม่ หากตอบใช่ข้อมูลจะถูกเก็บไว้ในฐานข้อมูล bill ซึ่งสามารถเรียกดูซ้ำได้ ดังแสดงในหน้าผลการทดลองรูปที่ 5.4 ข้อมูลการใช้ไฟถูกเก็บไว้ในฐานข้อมูล

เมื่อต้องการคำนวณใหม่สามารถทำได้โดยคลิกที่ปุ่ม calculate โปรแกรมจะทำการคำนวณใหม่

เมื่อต้องการพิมพ์ใบแจ้งค่าไฟสามารถทำได้โดยคลิกที่ปุ่ม Print ข้อมูลที่อยู่หน้าจอจะถูกพิมพ์ออกมาดังแสดงหน้าผลการทดลองรูปที่ 5.5 ใบแจ้งค่าไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

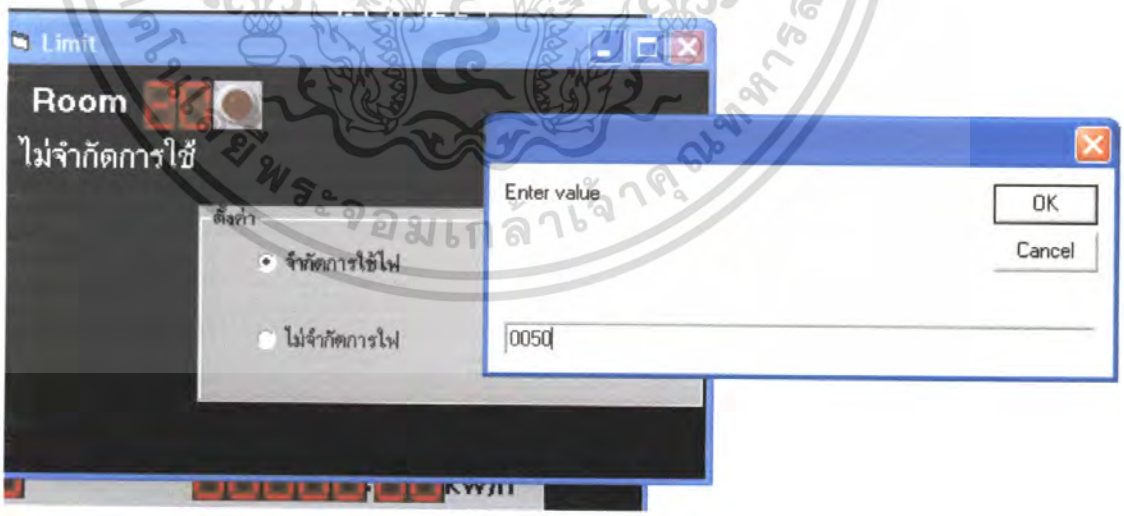
4.3 โปรแกรมจำกัดการใช้ไฟ

ในที่นี้จะทดสอบการทำงานของโปรแกรมคำนวณการใช้ไฟติดต่อกับวัตต์มิเตอร์แอดเดรสที่ 20 หลังจากที่โปรแกรมหลักคลิกที่ปุ่ม Limit โปรแกรม Limitจะถูกเรียกขึ้นมาดังรูป พร้อมทั้งแสดงสถานะของการจำกัดการใช้งานไฟทันทีที่เปิดโปรแกรมดังภาพ

รูปที่ 4.15 โปรแกรมจำกัดการใช้ไฟ

จากรูปที่ 4.15วัตต์มิเตอร์แอดเดรสที่ 20 ไม่ได้กำหนดการใช้งานที่หน้าจอจึงแสดงข้อความ 'ไม่จำกัดการใช้ '

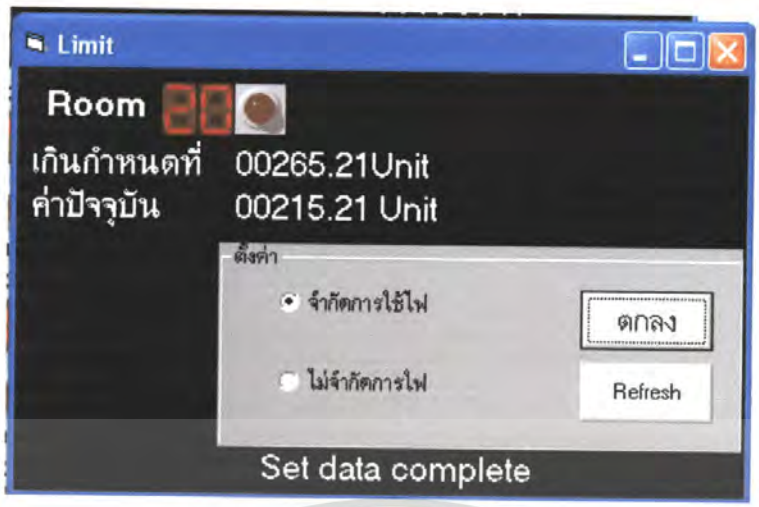
เมื่อต้องการกำหนดการใช้วัตต์มิเตอร์ให้ตั้ง ออปชันบัททอล ที่ตำแหน่งจำกัดการใช้งาน แล้วคลิกเมาท์จะมีหน้าจอให้ป้อนค่าที่ต้องการ ในที่นี้ต้องการจำกัดการใชไฟของวัตต์มิเตอร์แอดเดรสที่ 20 ไว้ที่ 50 ยูนิตดังรูปที่ 4.16



รูปที่ 4.16 input box รับค่าที่ต้องการจำกัดการใช้

หลังจากคลิกปุ่ม OK แล้วโปรแกรมจะส่งคำสั่งให้กับวัตต์มิเตอร์วัตต์มิเตอร์ แอดเดรสที่ 20 มีการตอบสนองดังรูปที่ 4.17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



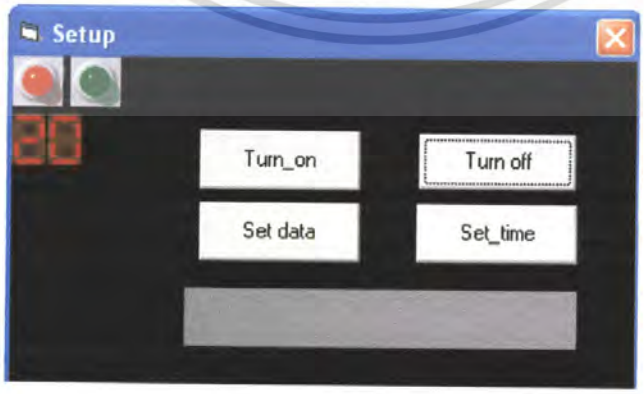
รูปที่ 4.17 การกำหนดการใช้วัตต์มิเตอร์เสร็จสมบูรณ์

หลังจากนี้โปรแกรมที่วัตต์มิเตอร์ได้ทำการตรวจสอบว่าเกินกำหนดหรือไม่หากเกินกำหนดที่หน้าจอของวัตต์มิเตอร์จะกระพริบ และเมื่อโปรแกรมที่ศูนย์กลางข้อมูลทำการตรวจเช็คสถานะของวัตต์มิเตอร์ แออีดีที่โปรแกรมศูนย์กลางข้อมูลก็จะกระพริบเช่นกัน

เมื่อต้องการยกเลิกการจำกัดการใช้ไฟสามารถทำได้โดยเลือกออปชันบัททอลในตำแหน่งที่ "ไม่จำกัดการใช้ไฟ" แล้วคลิกปุ่ม OK จะได้ผลการทดลองเช่นเดียวกับรูป 4.15

4.4โปรแกรมตั้งค่าการใช้งานวัตต์มิเตอร์

โปรแกรมจะถูกเรียกขึ้นมาหลังจากที่คลิกเมาท์ที่ปุ่ม Set up ในที่นี้ติดต่อกับวัตต์มิเตอร์แอดเดรส 20 โปรแกรม Set up จะถูกเรียกขึ้นมาดังรูปที่ 4.18 พร้อมทั้งแสดงสถานะของการตัดต่อไฟดังภาพ เห็นว่าแอลอีดีสีแดงติด หมายถึงไฟถูกตัดอยู่



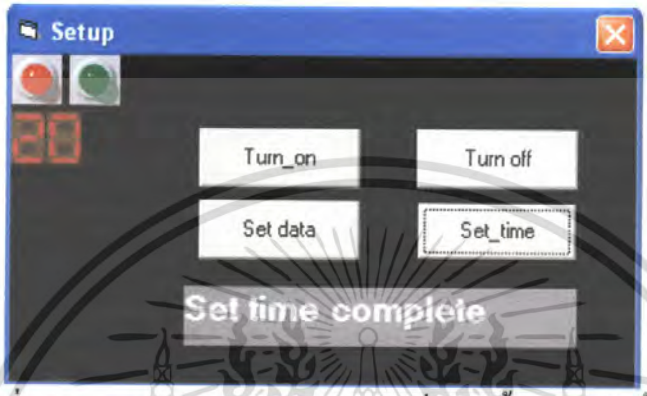
รูปที่ 4.18 โปรแกรม Set up

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.1 การตั้งเวลา

การตั้งเวลาทำได้โดยคลิกที่ปุ่ม Set time ที่หน้าจอ LCDจะแสดงดังหน้าผลการทดลอง รูปที่ 5.6 ก่อนการตั้งเวลา รูปที่ 5.7 หลังการตั้งเวลา

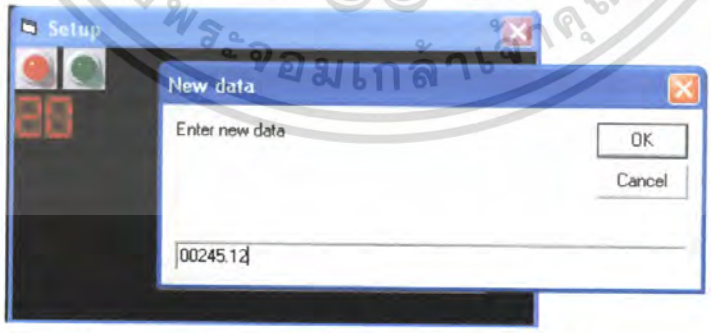
เมื่อการตั้งเวลาเสร็จสิ้นที่หน้าจอจะแสดงดังรูป



รูปที่ 4.19 การแสดงผลของโปรแกรมเมื่อการตั้งเวลาเสร็จสิ้น

4.4.2 การตั้งค่าเริ่มต้น

ในที่นี้ต้องการตั้งค่าเริ่มต้นวัตต์มิเตอร์แอดเดรส 20 จากเดิมคือ 00215.21 Unit เป็น 00245.12 Unit เมื่อป้อนค่าที่ต้องการดังรูปที่ 4.20 ได้ผลการทดลองดังนี้

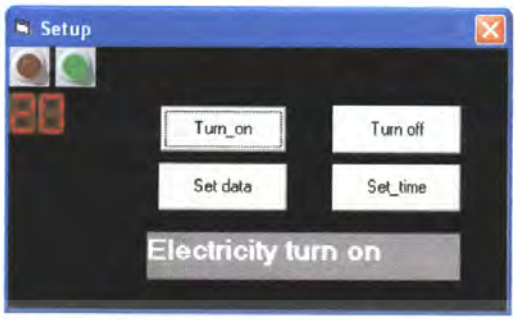


รูปที่ 4.20 input box รับค่าตั้งต้นของวัตต์มิเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.3 การตัดต่อไฟ

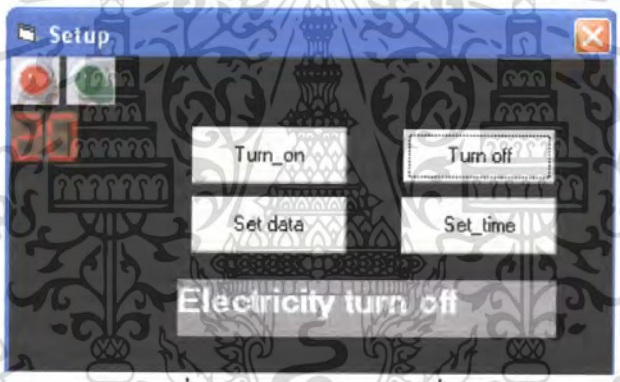
เมื่อต้องการต่อไฟวัตต์มิเตอร์แอดเดรส 20 (ห้องที่ 20)ทำได้โดยการคลิกปุ่ม **turn on**



รูปที่ 4.21 ผลการทดลองที่หน้าจอคอมพิวเตอร์เมื่อคลิกปุ่ม turn on

และจะปรากฏที่หน้าจอ LCDดังแสดงที่หน้าผลการทดลองรูปที่5.10 ผลการทดลองที่วัตต์มิเตอร์เมื่อคลิกปุ่ม turn ON

เมื่อต้องการตัดไฟวัตต์มิเตอร์แอดเดรส 20 (ห้องที่ 20)ทำได้โดยการคลิกปุ่ม **turn off**



รูปที่ 4.22 ผลการทดลองที่หน้าจอคอมพิวเตอร์เมื่อคลิกปุ่ม turn off

และจะปรากฏที่หน้าจอ LCDดังแสดงที่หน้าผลการทดลองดังรูปที่5.11 ผลการทดลองที่วัตต์มิเตอร์เมื่อคลิกปุ่ม turn OFF

ในทุกๆคำสั่งที่ติดต่อกับวัตต์มิเตอร์หากไม่มีการตอบสนองจากวัตต์มิเตอร์ในแอดเดรสที่ติดต่ออยู่จะแสดงผลให้ผู้ใช้งานทราบดังภาพ

รูปที่ 4.23 ผลการตอบสนองเมื่อม่มีการตอบสนองจากวัตต์มิเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

การทดลองและผลการทดลอง

5.1 ทดลองโปรแกรมตั้งแอดเดรส

การทดลองโปรแกรมแอดเดรส เมื่อคลิ๊กที่ปุ่ม Address จะปรากฏหน้าจอให้ป้อนแอดเดรสเก่า ดังรูปที่ 4.12 input box รับค่า แอดเดรสเก่า

หลังจากที่คลิกปุ่ม OK แล้วจะปรากฏหน้าจออีกครั้งให้ป้อนแอดเดรสใหม่ดังรูปที่ 4.13 input box รับค่า แอดเดรสใหม่,หลังจากที่คลิกปุ่ม OK แล้วแอดเดรสที่วัตต์มิเตอร์จะเปลี่ยนแปลงดังภาพ

รูปที่ 5.1 ก่อนการแก้แอดเดรส

รูปที่ 5.2 หลังการแก้แอดเดรส

5.2 ทดลองโปรแกรมคำนวณการใช้ไฟ

หลังจากที่โปรแกรมหลักคลิกที่ปุ่ม Bill โปรแกรม Bill จะถูกเรียกขึ้นมาพร้อมทั้งคำนวณการใช้ไฟทันทีที่เปิดโปรแกรมขณะนี้ที่หน้าจอ LCDจะปรากฏดังรูป

รูปที่ 5.3 หน้าจอวัตต์มิเตอร์ขณะคำนวณการใช้ไฟ

หลังจากนั้นโปรแกรมจะถามผู้ใช้งานว่าต้องการเก็บข้อมูลลงฐานข้อมูลหรือไม่ หากตอบใช่ข้อมูลจะถูกเก็บไว้ในฐานข้อมูล bill ซึ่งสามารถเรียกดูซ้ำได้ จากรูปเป็นการแสดงข้อมูลที่เก็บไว้แล้วในฐานข้อมูล

bill : Table

ID	unit	room_num	date	old_data	new_data	cost	print
1	7.52 Unit	20	5/2/2551	183	190.52	60.16 Baht	no
2	40.52 Unit	19	5/2/2551	135	175.52	324.16 Baht	no
3	14.69	18	5/2/2551	00150.52 Unit	00165.21	117.52 Baht	no
4	15	18	5/2/2551	00165.21 Unit	00180.21	120 Baht	no
5	10.69	20	5/2/2551	00190.52 Unit	00201.21	85.52 Baht	no
6	20.69	19	5/2/2551	00175.52 Unit	00196.21	165.52	no
7	14	20	6/2/2551	00201.21 Unit	00215.21	112	no
(AutoNumber)							

รูปที่ 5.4 ข้อมูลการใช้ไฟถูกเก็บไว้ในฐานข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อต้องการพิมพ์ใบแจ้งค่าไฟสามารถทำได้โดยคลิกที่ปุ่ม Print ข้อมูลที่อยู่หน้าจอจะถูกพิมพ์ออกมาดังแสดง

6/2/2551

ใบแจ้งค่าไฟฟ้า

ผู้เช่าห้อง ภาณุวัฒน์ กำลังแพทย์ เลขห้อง 20

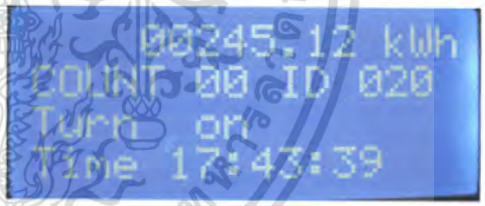
วันที่จดเลขอ่าน	เลขอ่านค่าล่าสุด	จำนวณหน่วย	จำนวณเงิน
6/2/2551	00215.21 Unit	14.00 Unit	112.00 Bath

รูปที่ 5.5 ใบแจ้งค่าไฟฟ้า

5.3 การทดสอบการตั้งเวลา

การตั้งเวลาทำได้โดยคลิกที่ปุ่ม Set time ได้ผลการทดลองดังรูป

รูปที่ 5.6 ก่อนการตั้งเวลา



รูปที่ 5.7 หลังการตั้งเวลา

5.4 การทดสอบการตั้งค่าเริ่มต้น

เมื่อป้อนค่าที่ต้องการดังรูปที่4.27 input box รับค่าตั้งต้นของวัตต์มิเตอร์จะได้ผลการทดลองดังนี้

รูปที่ 5.8 ก่อนตั้งค่าเริ่มต้น

รูปที่ 5.9 หลังตั้งค่าเริ่มต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.5 ทดสอบการตัดต่อไฟ

ในที่นี้ต้องการตัดต่อไฟวัตต์มิเตอร์แอดเดรส 20 (ห้องที่ 20)ได้ผลการทดลองดังนี้

เมื่อคลิกปุ่ม **turn on**

รูปที่ 5.10 ผลการทดลองที่วัตต์มิเตอร์เมื่อคลิกปุ่ม turn ON

เมื่อต้องการตัดไฟวัตต์มิเตอร์แอดเดรส 20 (ห้องที่ 20) ได้ผลการทดลองดังนี้

เมื่อคลิกปุ่ม **turn off**

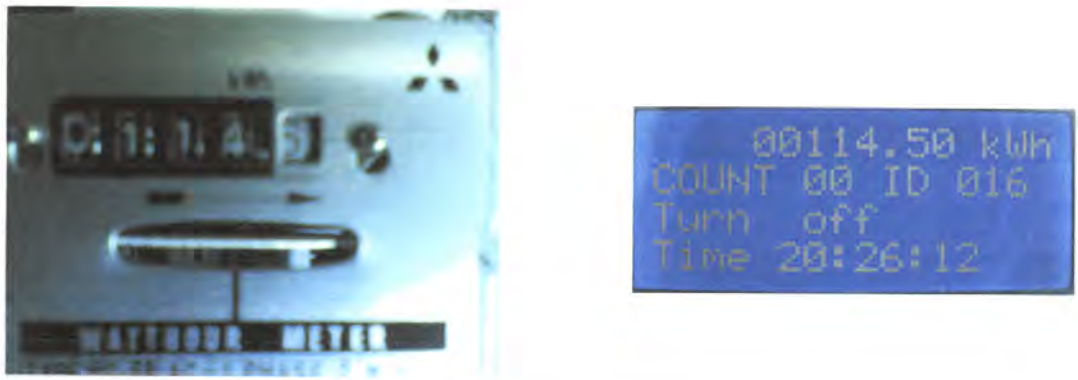
รูปที่ 5.11 ผลการทดลองที่วัตต์มิเตอร์เมื่อคลิกปุ่มturn OFF

5.6 การทดสอบความเที่ยงตรงของวัตต์มิเตอร์

ครั้งที่ทำการวัด	กำลังงานไฟฟ้าที่จริง(kW/h)	กำลังงานไฟฟ้าแสดง LCD(kW/h)
1	113.8	113.80
2	114.0	114.01
3	114.5	114.50
4	114.8	114.82
5	114.9	114.91

ตารางที่ 5.1 เปรียบเทียบค่ากำลังงานไฟฟ้าจริงเทียบกับที่แสดงผลที่ LCD

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.12 เปรียบเทียบค่ากำลังงานไฟฟ้าจริงเทียบกับที่แสดงผลที่ LCD

5.7 ผลการวัดกำลังงานสูญเสียไปในขณะที่วัตต์มิเตอร์ทำงาน

การวัดกำลังงานที่สูญเสียไปในขณะที่วัตต์มิเตอร์ทำงานจะวัดในทางดีซีกล่าวคือจะวัดระแสดีซีที่วัตต์มิเตอร์ใช้ไปและวัดแรงดันที่จ่ายให้กับวัตต์มิเตอร์แล้วคำนวณค่ากำลังงานจากสูตร

$$P = VI$$

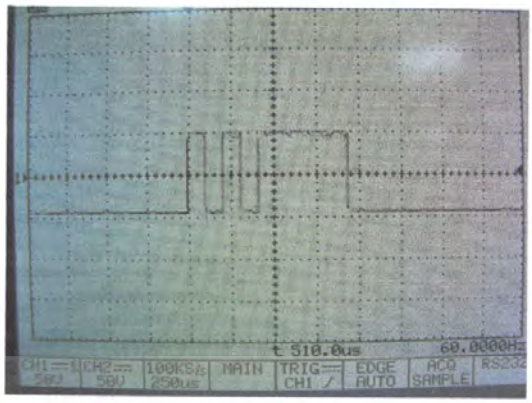
การวัดกำลังงานจะวัด 2 กรณีคือ วัดกระแสที่วัตต์มิเตอร์ใช้ในขณะที่เปิดไฟส่องหน้าจอแอลซีดีและวัดกระแสที่วัตต์มิเตอร์ใช้ในขณะที่ปิดไฟส่องหน้าที่จอแอลซีดี เหตุผลที่เลือกวัด 2 กรณีนี้เพราะกระแสที่วัตต์มิเตอร์ใช้ส่วนมากจะอยู่ที่ไฟส่องหน้าจอแอลซีดี

เงื่อนไข	กระแส(mA)	แรงดัน(V)	กำลังงาน(mW)
เปิดไฟส่องหน้าจอแอลซีดี	78	5	390
ปิดไฟส่องหน้าจอแอลซีดี	40	5	200

ตารางที่ 5.2 ผลการวัดกำลังงานสูญเสียไปในขณะที่วัตต์มิเตอร์ทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.8 สัญญาณที่วัดได้จากบัส RS232 (ระดับสัญญาณมาตรฐาน RS232)

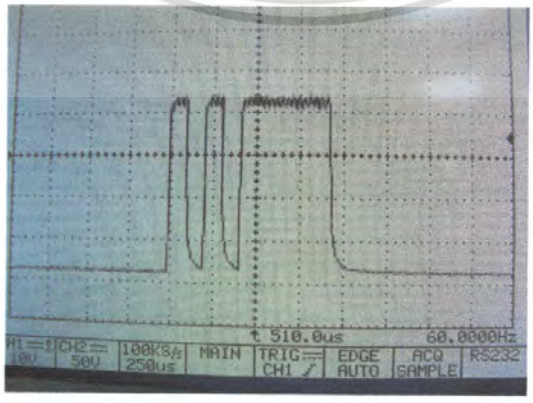


รูปที่ 5.13 สัญญาณที่วัดจากบัส RS232

5.9 สัญญาณที่วัดได้ที่ขา 8 ไอซี MAX 232 (ระดับสัญญาณ TTL)

รูปที่ 5.14 สัญญาณที่วัดจากบัส RS232

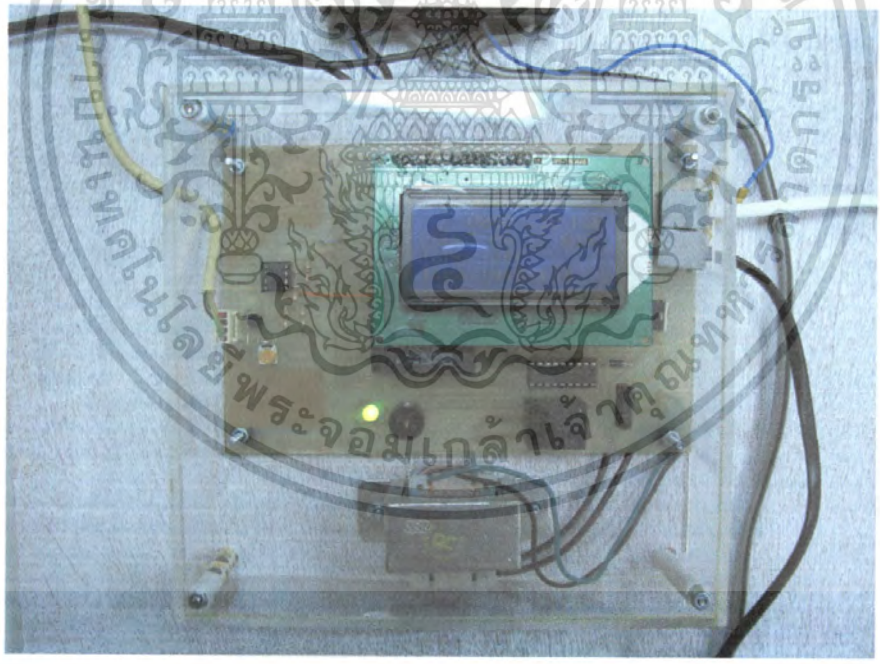
5.10 สัญญาณที่วัดได้ที่จากบัส RS485 (ระดับสัญญาณมาตรฐาน RS 485)



รูปที่ 5.15 สัญญาณที่วัดจากบัส RS232

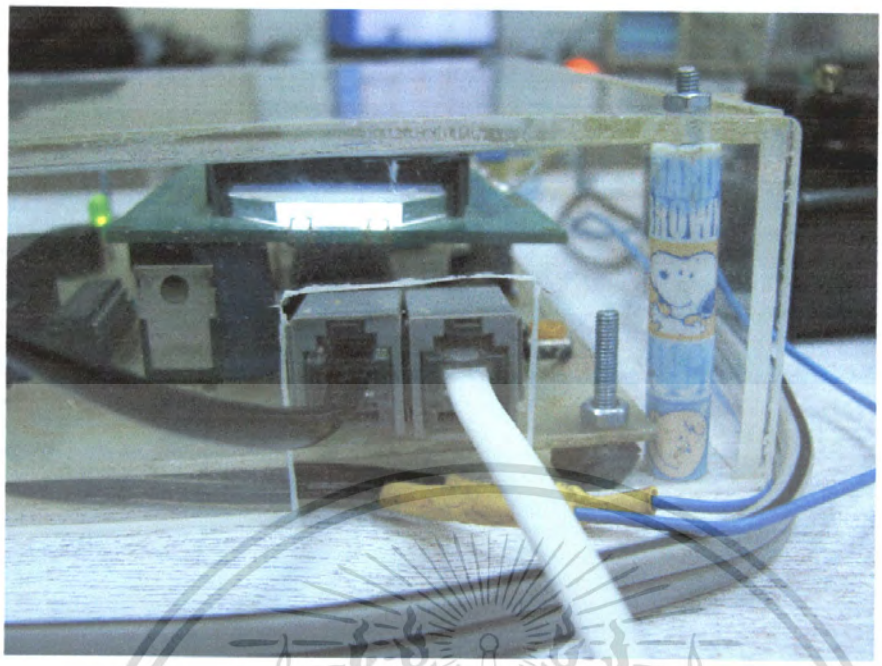
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 5.16 แสดงการติดตั้งเซนเซอร์นับรอบการหมุนเข้ากับวัตต์มิเตอร์



รูปที่ 5.17 วงจรนับรอบการหมุน,เก็บข้อมูล,ติดต่อบัส RS485

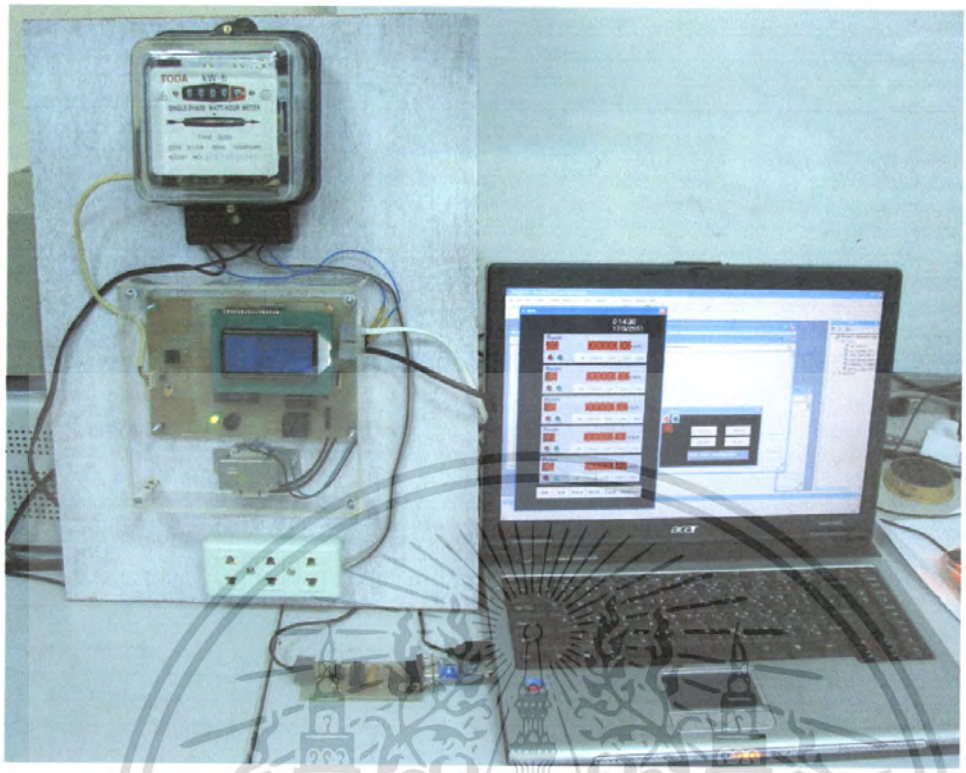
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.17 ตำแหน่งต่อสายบัส RS485

รูปที่ 5.18 วงจรแปลงบัส RS 232 เป็นบัส RS485 ติดต่อกับคอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.19 วัตต์มิเตอร์เมื่อต่อเข้ากับคอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6
สรุปผลการทดลอง

ในการทำวัตต์อาร์วมิเตอร์แบบรวมศูนย์ต้องอาศัยความรู้หลายด้าน ไม่ว่าจะเป็นในเรื่องของการทำงานของวัตต์อาร์วมิเตอร์ รู้หลักการคิดค่าไฟเมื่อมีการใช้พลังงานไฟฟ้าในอัตราที่เรากำหนดโดยต้องมีลักษณะการคิดไฟฟ้าที่ใช้จริง (Unit) คูณกับค่าไฟที่เรากำหนดต่อ Unit นอกจากนี้เราจะต้องรู้ถึงหลักการทำงานของโปรแกรม Visual Basic เพื่อนำมาประยุกต์ใช้ให้คอมพิวเตอร์ทำงานโดยสามารถเก็บข้อมูลแสดงผลการคำนวณและแสดงค่าต่างๆออกมาทางจอ LCD ได้

จากการทดลองจะพบว่าสามารถใช้คอมพิวเตอร์เก็บ,คำนวณ,แสดงผลที่หน้าจคอมพิวเตอร์และ LCD ตามที่เราต้องการ นอกจากนี้ยังสามารถสั่งการทำงานหรือหยุดการทำงานของวัตต์มิเตอร์ในกรณีที่เราต้องการหรือไม่ต้องการให้สามารถใช้พลังงานไฟฟ้าได้โดยผ่านทางคอมพิวเตอร์ ซึ่งผลการทดลองหลังจากเขียนโปรแกรมและทดลองใช้งานจริงโดยได้ใช้อุปกรณ์ควบคุมการใช้งานจริงของวัตต์มิเตอร์ 3 ชุด โดยให้แต่ละชุดใช้งานจริงของแต่ละห้องซึ่งเราสามารถกำหนดเลขห้องใส่ ชื่อ-นามสกุล และข้อมูลต่างๆของผู้ใช้, ตั้งค่าเริ่มต้นให้วัตต์มิเตอร์แล้วแสดงค่าของพลังงานไฟฟ้าที่ใช้จริงของแต่ละห้องโดยที่ผู้ใช้สามารถกำหนดอัตราค่าใช้ไฟของตัวเองได้ว่าต้องการใช้ไฟเป็นจำนวนเงินไม่เกินเท่าไหร่ซึ่งถ้าผู้ใช้ใช้ไฟเกินที่ตัวเองได้กำหนดไว้จะมีการเตือนผู้ใช้ห้องนั้นๆทราบโดยเกิดการกระพริบของ LED ในขณะเดียวกันก็จะเกิดการกระพริบไฟ LED ที่หน้าจอคอมพิวเตอร์ของเจ้าของหอพักด้วย นอกจากนี้เพื่อความสะดวกของเจ้าของหอพัก จึงเขียนโปรแกรมสำหรับพิมพ์ใบแจ้งค่าไฟผ่านคอมพิวเตอร์นี้ไว้ด้วย

ในส่วนของการตัดต่อไฟโดยผ่านเครื่องคอมพิวเตอร์ในการทดลองนั้นใช้รีเรย์ในการตัดต่อไฟซึ่งในการใช้งานจริงไม่สามารถใช้รีเรย์ได้เพราะกระแสใช้งานสูงสุด15 แอมป์เกินหน้าสัมผัสของรีเรย์ที่จะทนได้ในการใช้งานจริงจึงต้องเปลี่ยนจากหน้าสัมผัสรีเรย์เป็น Magnetic Cotactor จึงจะสามารถทนกระแสใช้งานสูงๆได้

ปัญหาที่เกิดขึ้นจากการทดลอง

การใช้งานตัว Sensor ได้ทดลองใช้ Sensorตรวจจับการหมุนรอบของวัตต์อาร์วมิเตอร์ที่ภายนอก ซึ่ง Sensor ไม่สามารถตรวจจับได้ จึงจำเป็นต้องใส่ Sensor เพื่อตรวจจับการหมุนรอบของวัตต์มิเตอร์ไว้ภายใน ซึ่งทำให้ไม่สะดวกนักต่อผู้ใช้งานและอาจทำให้ผลการวัดคลาดเคลื่อนเพราะได้ไปดัดแปลงระบบบางส่วนของวัตต์มิเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การคาดหวังที่จะประยุกต์ใช้ในอนาคต

เพื่อให้เกิดความสะดวกของเจ้าของหอพัก ในการใช้เซนเซอร์อาจเปลี่ยนมาใช้เซนเซอร์กระแสแทนโดยคำนวณค่ากำลังงานไฟฟ้าเองจากการคูณกันระหว่างกระแสกับแรงดัน ทำเซนเซอร์ไปยุ่งเกี่ยวกับวัตต์มิเตอร์เป็นความสะดวกในการติดตั้ง

เนื่องจากการสื่อสารผ่าน บัส RS-485 นั้นไม่สะดวกยุ่งยากเราอาจใช้การสื่อสารแบบไร้สายแทนการสื่อสารแบบ บัส RS-485 ก็ได้

หรืออาจใช้วิธีการแบบเติมเงินด้วยสมาร์ทการ์ด กล่าวคือการให้ผู้ใช้ไฟฟ้าซื้อบัตรเติมเงินเมื่อต้องการจะใช้ไฟฟ้า หรือกล่าวง่ายๆก็คือปริมาณไฟฟ้าที่ผู้เช่าห้องจะใช้ได้นั้นจะขึ้นอยู่กับปริมาณเงินที่เติม เพื่อความสะดวกและประหยัดในเรื่องของเวลาของตัวผู้ประกอบการเนื่องจากไม่ต้องใช้ Bill เก็บค่าไฟฟ้าที่ใช้ไปในแต่ละห้องพักแต่ให้ผู้เช่าห้องซื้อบัตรเติมเงินกับผู้ประกอบการเองเมื่อต้องการใช้พลังงานไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

(1) กิตติ ภักดีวัฒนะกุล,นวรัตน์ ธนะรุ่งรักษ์ , คัมภีร์การออกแบบและพัฒนาระบบ ฐานข้อมูล ด้วย Microsoft Access เล่ม 2 , กรุงเทพฯ:บริษัท เคทีพี คอมพ์ แอน คอนเซาท์ จำกัด

(2) กิตติ ภักดีวัฒนะกุล,จำลอง ครูอุตสาหะ , Visual Basic 6 ฉบับฐานข้อมูล , กรุงเทพฯ :บริษัท เคทีพี คอมพ์ แอน คอนเซาท์ จำกัด

(3) สิทธิ สิทธิธรรมชารี , สร้างโปรแกรมบน Window ด้วย Visual Basic , กรุงเทพฯ :บริษัท ซัคเซส มีเดีย จำกัด

(4) อภิชาติ ภู่พลับ , เริ่มต้นเขียนโปรแกรมติดต่อและควบคุมฮาร์ดแวร์ด้วยVisual Basic , กรุงเทพฯ : บริษัท ไอ ดี ซี อินโฟ ดิสทริบิวเตอร์ เซ็นเตอร์ จำกัด

(5) สัจจะ จรัสรุ่งรวีวร , คู่มือเขียนโปรแกรม Visual Basic 6 , กรุงเทพฯ : บริษัท ไอ ดี ซี อินโฟ ดิสทริบิวเตอร์ เซ็นเตอร์ จำกัด

(6) เรียนรู้และปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 Flash Micro Controller , กรุงเทพฯ : บริษัท อินโนเวตีฟ เอ็กเพอร์ริเมนต์ จำกัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้