



ระบบควบคุมการใช้อาคารและพลังงานไฟฟ้าด้วยบัตร TOT
Control of Using Building and Electrical Energy System with TOT Card

นายสัญญา ผาสุข

058929

ร 621.3

ค 555

2551

ไฟฟ้า.

โครงการนี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงการพัฒนาโครงการ/สิ่งประดิษฐ์นักศึกษาวิศวกรรมศาสตร์

งบประมาณประจำปี 2551

คณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

หัวข้อปริญญานิพนธ์

การควบคุมการใช้อาคารและพลังงานไฟฟ้าด้วย

บัตรสมาร์ทการ์ด

โดย

นายไมตรี พรหมเรือง

นายณัฐกิตติ์ ชรรณบัญญัติ

อาจารย์ที่ปรึกษา

นายสัญญา ผาสุข

นายอัมพร บุญราม

ภาควิชา

วิศวกรรมไฟฟ้า

ปีการศึกษา

2550

บทคัดย่อ

โครงการปริญญานิพนธ์เรื่อง การควบคุมการใช้อาคารและพลังงานไฟฟ้าด้วยบัตรสมาร์ทการ์ด (Controlling use building and electrical energy with Smart card) มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาถึงลักษณะการใช้งานบัตรสมาร์ทการ์ด ตลอดจนสามารถนำบัตรสมาร์ทการ์ดไปประยุกต์ใช้งานได้ ซึ่งในโครงการปริญญานิพนธ์นี้จะใช้ บัตร TOT CARD ขององค์การโทรศัพท์แห่งประเทศไทย เป็นตัวอ้างอิงในการศึกษาและนำมาประยุกต์ใช้งานต่อไป โดยแบ่งออกได้เป็น 2 ส่วนหลักตามลักษณะการปฏิบัติงานซึ่งมีรายละเอียดโดยย่อดังนี้

ส่วนแรกจะเกี่ยวกับลักษณะงานทางด้านซอฟต์แวร์ประกอบด้วย การเขียนโปรแกรมควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล PIC16F628 และ PIC16F877 (C Languages Programming) การเขียนโปรแกรมทางด้านฐานข้อมูล (Database Programming) สำหรับเก็บข้อมูลการใช้งานใช้บัตร และสามารถตรวจสอบการใช้งานของบัตรได้

ส่วนที่สองเป็นลักษณะงานทางด้านฮาร์ดแวร์ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 โมดูล ด้วยกันประกอบด้วย โมดูลแรกโมดูลสำหรับอ่านค่าจากบัตร มีชื่อว่า โมดูลอ่านค่าจากบัตรเพื่อสมัครสมาชิกและโมดูลอ่านค่าจากบัตรเพื่อประมวลผลกับฐานข้อมูล โมดูลที่สองคือ โมดูลสำหรับส่งสัญญาณ RS-485 ส่วนสุดท้ายคือ โมดูล Supply ของระบบ ในส่วนสุดท้ายจะเป็นส่วนของการทำหน้าที่รับสัญญาณและทำการเปิดปิดระบบไฟฟ้าด้วย

(ปริญญานิพนธ์นี้มีจำนวนทั้งสิ้น 78 หน้า)

Project Report Title	Control of Using building and Electrical Energy System with TOT Card
By	Mr.Maithree Promruang Mr.Nattakit Thumbunyat
Project Report Advisors	Mr.Sunya Pasuk Mr.Amporn Bunram
Department of	Electrical Engineering
Academic Year	2007

Abstract

Project control of using building and electrical energy with TOT card have purpose for study about appearance using smart card until smart card can applied for work. This project will use TOT Card of Telephone Organization of Thailand exist into studying and applied work.

Telephone Organization of Thailand card divide 2 main part to follow appearance workings that have summarized details therefore.

The first part concerning appearance software work of control programming micro controller PIC16F628 and PIC16F877 (C Language Programming) database programming for save data using card.

The second part appearance hardware work that device 3 module together , first module for read value from card for volunteer member and module read value from card for process with database. Second module is module for sent a signal RS-485 and the last module is supply system have function receive signal and turn on-turn off electrical system.

(Total 78 pages)

กิตติกรรมประกาศ

โครงการนี้สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีนั้น เกิดขึ้นจากความร่วมมือ และการทำงานของบุคคลในกลุ่ม โดยได้รับความร่วมมือ และสนับสนุนจากคุณพ่อ คุณแม่ ที่คอยเป็นกำลังใจด้วยกันเสมอมาและอาจารย์ ซึ่งได้ช่วยให้คำแนะนำและข้อมูลหลายๆ ด้านในการทำโครงการชิ้นนี้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งอาจารย์สัญญา ผาสุขและอาจารย์อัมพร บุญราม ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาของโครงการนี้

ขอขอบคุณอาจารย์ทุกท่านที่ยังไม่ได้เอ่ยนามในที่นี้ที่ได้ให้ความรู้ คำแนะนำ และเอื้อเพื่ออุปกรณ์ที่ใช้ในการทำโครงการนี้ ทำให้สามารถทำโครงการได้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

ขอขอบใจเพื่อนๆ และพี่ๆ ทุกคนที่ร่วมอยู่ทำโครงการด้วยกันและที่ให้คำปรึกษาและเอื้อเพื่ออุปกรณ์การทำงานต่างๆ โดยเฉพาะคุณพ่อและคุณแม่ของ นายณัฐวุฒิ ขาวสังข์ ที่ให้ที่พักพิงในโอกาสที่ต้องค้างคืน

ขอขอบใจน้องตู่ (นายณัฐพงศ์ เจริญ) และน้องกอฟฟาร์ (นายกอฟฟาร์ มาเจ๊ะมะ) รุ่นน้องที่คอยอยู่ช่วยทำโครงการด้วยกันในยามศึก

ขอขอบคุณพี่ ๆ รักษาความปลอดภัยทุกท่านที่ให้โอกาสในการเข้ามาทำโครงการในเวลากลางคืน

ไมตรี พรหมเรือง

ณัฐกิตติ์ ธรรมบัญญัติ

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ช
สารบัญภาพ	ฉ
คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ	ฎ
บทที่ 1. บทนำ	1
1.1 ความเป็นมา	1
1.2 วัตถุประสงค์	1
1.3 ขอบเขตโครงการ	2
1.4 ลักษณะของโครงการ	2
1.5 ส่วนประกอบของโครงการ	3
1.5.1 SOFT WARE	3
1.5.2 HARD WARE	3
1.6 ขั้นตอนวิธีการดำเนินงาน	3
1.7 ประโยชน์ที่จะได้รับจากการทำโครงการ	4
บทที่ 2. ความรู้พื้นฐานของสมาร์ทการ์ดและไมโครคอนโทรลเลอร์	
16F628 , 16F877 และไอซี DS75176	5
2.1 ความรู้พื้นฐานของสมาร์ทการ์ด	5
2.1.1 ความหมาย	5
2.1.2 ประวัติความเป็นมาของสมาร์ทการ์ด	6
2.1.3 องค์ประกอบในการใช้งานสมาร์ทการ์ด	9
2.1.3.1 ตัวบัตรและตัวชิป	9
2.1.3.2 สมาร์ทการ์ดรีดเดอร์	9

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.1.3.3 ซอฟต์แวร์	9
2.1.4 ชนิดของสมาร์ทการ์ด	10
2.1.4.1 Memory card (Synchronous card)	11
2.1.4.2 Processor card (Asynchronous card)	12
2.1.4.3 Contact less card	13
2.1.4.3.1 Com-Bi card	14
2.1.4.3.2 Hybrid card	14
2.1.5 สมาร์ทการ์ดครีเดอ์	14
2.1.5.1 สมาร์ทการ์ดครีเดอ์ชนิดหน้าสัมผัส	14
2.1.5.2 สมาร์ทการ์ดครีเดอ์ชนิด Contact less	15
2.1.6 สมาร์ทการ์ดในประเทศไทย	16
2.1.7 กว่าจะมาเป็น Smart card	16
2.1.7.1 สมาร์ทการ์ดแบบมีการสัมผัส (Contact Smart Cards)	16
2.7.1.1.1 Memory Cards	17
2.7.1.1.2 CPU/MPU Microprocessor Multifunction Cards	18
2.1.7.2 สมาร์ทการ์ดแบบไม่มีการสัมผัส (Contact less Smart Cards) หรือ RF Cards	19
2.1.8 สมาร์ทการ์ดมีข้อดีหลายประการ	19
2.2 การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F628	20
2.2.1 บทนำ	20
2.2.2 คุณสมบัติทางเทคนิคของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F628	22
2.2.3 โหมคสัญลักษณ์นาฬิกา	28
2.2.4 การจัดสรรหน่วยความจำโปรแกรม	29
2.2.5 การจัดสรรหน่วยความจำข้อมูล	30

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.3 ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูลPIC เบอร์ 16F877	33
2.3.1 คุณสมบัติของ PIC 16F877	33
2.3.2 การจัดขาของ PIC 16F877	34
2.3.3 สัญญาณนาฬิกา	34
2.3.4 โครงสร้างภายในของ PIC 16F877	35
2.4 มาตรฐานการสื่อสารข้อมูลผ่านมาตรฐานการสื่อสารข้อมูลผ่าน RS-485	36
2.4.1 มาตรฐาน TIA/EIA-485-A	36
2.4.2 ไอซี SN75176	38
2.4.3 การส่งข้อมูลตามมาตรฐาน RS-485	40
2.4.4 คุณลักษณะเฉพาะของตัวส่ง RS-485	41
2.4.5 คุณลักษณะเฉพาะของคู่สายสัญญาณ RS-485	41
2.4.6 ความหมายของยูนิตโหลด (Unit Load,U.L)	42
2.4.7 คุณสมบัติของคู่ รับ-ส่ง (Transceivers) RS-485	42
2.4.8 คุณลักษณะเฉพาะของคู่ตัวรับ-ตัวส่ง (Transceivers)	42
บทที่ 3. ระบบโครงสร้างของโครงการและฮาร์ดแวร์	43
3.1 คุณลักษณะของบัตร TOT Card	43
3.2 โมดูลสำหรับส่งสัญญาณ RS – 485	45
3.3 โมดูลอ่านบัตรเพื่อสมัครสมาชิก	47
3.4 โมดูลอ่านบัตรเพื่อประมวลผลกับฐานข้อมูล	48
3.5 ชุดแหล่งจ่ายไฟฟ้าและโมดูลควบคุมกำลังไฟฟ้า	51
3.5.1 ชุดแหล่งจ่ายไฟฟ้า	51
3.5.2 โมดูลควบคุมกำลังไฟฟ้า	52

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4. ซอฟต์แวร์	56
4.1 โปรแกรมย่อยในส่วนของ การติดต่อกับบัตรสมาร์ตการ์ด	56
4.2 โปรแกรมย่อยในส่วนของ การติดต่อระหว่าง PIC16F877 กับ โปรแกรมฐานข้อมูล	58
4.2.1 โปรแกรมย่อยการอ่านข้อมูลบัตร เปรียบเทียบกับ โปรแกรมฐานข้อมูล	58
4.3 ซอฟต์แวร์แสดงผลทางจอคอมพิวเตอร์	61
4.3.1 ส่วนที่แสดงรายการการใช้งานทั้งหมด	61
4.3.2 ส่วนที่ใช้สำหรับผู้ดูแลระบบ	61
4.4 ขั้นตอนการใช้ซอฟต์แวร์แสดงผลทางจอคอมพิวเตอร์	62
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง	72
5.1 การทดลองโปรแกรมฐานข้อมูล	72
บทที่ 6 สรุปโครงการและข้อเสนอแนะ	76
6.1 คำนำ	76
6.2 สรุปผลที่ได้จากโครงการ	76
6.3 อุปสรรคและปัญหาในการทำโครงการ	77
6.4 ข้อเสนอแนะในการพัฒนาโครงการ	78
เอกสารอ้างอิง	
ภาคผนวก ก	

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2-1 แสดงรายละเอียดทั้งหมดของขาต่อใช้งานของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F628	25
2-2 ตารางแสดงสถานะของเอาต์พุตที่สัมพันธ์กับขาสัญญาณอินพุตต่าง ๆ ทั้งในส่วน ของภาคส่งข้อมูล (Driver) และภาครับข้อมูล (Receiver)	40
5-1 ตารางผลการทดลองการใช้งานโปรแกรมฐานข้อมูล	72
5-2 ตารางผลการทดลองการใช้งานโปรแกรมฐานข้อมูลหลังการแก้ไขแล้ว	74



สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2-1 โครงสร้างทางกายภาพของสมาร์ทการ์ด	5
2-2 แท่นสำหรับพิมพ์ลายนูนบนหน้าบัตร (Imprinter)	6
2-3 การแบ่งสมาร์ทการ์ดตามชนิดของหน่วยความจำ และประเภทของหน้าสัมผัส	10
2-4 Memory Card รุ่น MLE 4428	11
2-5 Contact less smart card MICABI และเครื่องอ่าน	15
2-6 โครงสร้างทางกายภาพของแผงวงจรหน้าสัมผัส ของสมาร์ทการ์ดที่ต้องใช้ สัมผัสกับเครื่องอ่าน	17
2.7 กราฟแสดงข้อดีและข้อเสียของสมาร์ทการ์ดแต่ละแบบ	18
2.8 โครงสร้างของสมาร์ทการ์ดแบบ CPU/MPU Microprocessor Multifunction Cards	18
2-9 ไดอะแกรมแสดงการทำงานพื้นฐาน ของไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ใช้สถาปัตยกรรม	20
2-10 ไดอะแกรมของกระบวนการไปป์ไลน์ที่ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC	21
2-11 ไดอะแกรมของกระบวนการไปป์ไลน์เมื่อกระทำคำสั่งการกระโดด	21
2-12 ไดอะแกรมโครงสร้างการทำงานและการจัดขา ของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F628	24
2-13 แสดงการต่อคริสตอลหรือเซรามิกเรโซเนเตอร์ เพื่อสร้างสัญญาณนาฬิกาให้แก่ PIC16F628	28
2-14 การต่อตัวต้านทานภายนอกเพื่อกำหนดความถี่ในโหมดสัญญาณ ER	28
2-15 การจัดสรรหน่วยความจำของ PIC16F628	30
2-16 การจัดสรรหน่วยความจำข้อมูลแรมและตำแหน่งของรีจิสเตอร์ ทั้งหมดของ PIC16F628	32
2-17 การจัดขาและคุณสมบัติทางเทคนิคของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC 16F877	34
2-18 โครงสร้างภายในของ PIC 16F877	35
2-19 การเชื่อมต่อตัวส่งข้อมูล (G) , ตัวรับข้อมูล (R) และตัวรับ/ส่งข้อมูล (T) ตามมาตรฐานTIA/EIA-485-A	36

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
2-20 การแปลงค่าข้อมูลบิตกลายเป็นค่าความแตกต่าง ของระดับแรงดันไฟฟ้าบนบัสข้อมูล A และ B	37
2-21 แสดงขาต่าง ๆ ของไอซี SN75176 , สัญลัษณ์ทางอจิก ลอจิกไดอะแกรมของ SN75176	39
2-22 การเชื่อมต่อไอซี SN75176 หลายตัวเข้าด้วยกันเป็นเครือข่าย	40
2-23 การต่อ RS-485 ระบบ 2 สาย	41
3-1 แสดงตัวอย่างบัตร TOT card	43
3-2 แสดงแผนผังการทำงานของโครงการทั้งหมด	44
3-3 แสดงวงจรการต่อของโมดูลสำหรับส่งสัญญาณ RS-485	45
3-4 ภาพโมดูลสำหรับส่งสัญญาณ RS-485	46
3-5 แสดงวงจรของ โมดูลอ่านบัตรเพื่อสมัครสมาชิก	47
3-6 ภาพของ โมดูลอ่านเพื่อสมัครสมาชิก	48
3-7 แสดงการต่อวงจรการต่อ โมดูลอ่านบัตรเพื่อประมวลผลกับฐานข้อมูล	49
3-8 ภาพของ โมดูลอ่านบัตรเพื่อประมวลผลกับฐานข้อมูล	50
3-9 แสดงวงจรการต่อของชุดแหล่งจ่ายไฟฟ้าของระบบ	51
3-10 แสดงวงจรการต่อของชุดแหล่งจ่ายไฟฟ้าพร้อมกับโมดูลควบคุมกำลังไฟฟ้า	52
3-11 แสดงวงจรการต่อของโมดูลควบคุมกำลังไฟฟ้า	52
3-12 ภาพวงจรชุดแหล่งจ่ายไฟฟ้าพร้อมกับโมดูลควบคุมกำลังไฟฟ้า	53
3-13 ภาพการต่อชุดแหล่งจ่ายไฟฟ้าพร้อมกับโมดูลควบคุมกำลังไฟฟ้าในการใช้งานจริง	54
3-15 ไดอะแกรมบอกความหมายของสายในโครงการทั้งหมด	55
4-1 แสดง Flowchart การอ่านข้อมูลจากบัตร TOT สมาร์ทการ์ด	56
4-2 แสดง Flowchart การอ่านข้อมูลบัตรเปรียบเทียบกับโปรแกรมฐานข้อมูล	58
4-3 แสดง Flowchart ต่อไปนี้ในกรณีที่ทำให้การดึงบัตรออกจาก Socket อ่านบัตร	60
4-4 ไอคอนของ โปรแกรมการควบคุมระบบไฟฟ้าด้วยบัตร TOT สมาร์ทการ์ด	62
4-5 ภาพแสดง โปรแกรมในหน้าแรก	62

สารบัญญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
4-6 แสดงกล่องข้อความการใส่รหัสผ่านก่อนเข้าโปรแกรม	63
4-7 แสดงกล่องข้อความการออกจากโปรแกรม	63
4-8 กล่องข้อความเริ่มต้นของการใส่รหัสผ่าน	64
4-9 แสดงส่วนของสถานการณ์ใช้ห้องต่าง ๆ	64
4-10 ส่วนของการค้นหาข้อมูลต่าง ๆ	65
4-11 ส่วนของการสมัครสมาชิกเพื่อใช้งาน	66
4-12 ส่วนของการเพิ่ม/แก้ไข ข้อมูลห้อง , รหัสผ่าน	67
4-13 ส่วนของหน้าต่างลบข้อมูลสมาชิก	68
4-14 ส่วนของหน้าต่างลบข้อมูลห้อง	69
4-15 ส่วนของการตั้งเวลาปิดประตู	70
4-16 ส่วนของการลบข้อมูลการใช้	71
5-1 แสดงภาพของหน้าต่างโปรแกรมฐานข้อมูลในบางส่วน	75

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

ตารางแสดงตัวแปรที่ใช้ในโปรแกรม

ชื่อตัวแปร	ความหมาย/การใช้งาน
Ledcard	เป็นตัวแปรที่ใช้สำหรับประกาศกำหนดค่าของไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อใช้ควบคุมหลอด LED แสดงสถานะการเสียบบัตร
Control	เป็นตัวแปรที่ใช้สำหรับประกาศกำหนดค่าของไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อใช้สั่งให้อุปกรณ์ไฟฟ้าทำงาน
ID_ROOM[4]	เป็นตัวแปรที่ใช้สำหรับเก็บค่าของรหัสเครื่องควบคุมระบบไฟฟ้า
DATA1	เป็นตัวแปรที่ใช้เป็นตัวเก็บข้อมูลรหัสทั้งหมดที่ส่งมาจากคอมพิวเตอร์
status_on	เป็นตัวแปรที่ใช้เก็บค่าสถานะใช้งานเพื่อเปรียบเทียบกับค่าที่จะถูกส่งเข้ามา
status_OFF	เป็นตัวแปรที่ใช้เก็บค่าสถานะเลิกใช้งานเพื่อเปรียบเทียบกับค่าที่จะถูกส่งเข้ามา
i	เป็นตัวแปรที่ใช้เก็บค่ารหัสห้องหลังจากที่คอมพิวเตอร์ส่งมาให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ประมวลผลเสร็จสิ้นแล้ว
flag,stop,come,out	เป็นตัวแปรที่ใช้เพื่อทำให้การวนลูปในแต่ละฟังก์ชันเสร็จสิ้นลง
str	เป็นตัวแปรที่ใช้เก็บข้อมูลที่รับจากโปรแกรมฐานข้อมูลในรูปแบบของรหัส ASCII
A , B	เป็นสัญลักษณ์ในการบอกตำแหน่งของการต่อสายใน RS-485

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมา

ในโลกปัจจุบันพลังงานเชื้อเพลิงเป็นสิ่งสำคัญมากและจำนวนการใช้พลังงานเชื้อเพลิงก็มีมากขึ้น ไม่ว่าจะเป็นการใช้เชื้อเพลิงในด้านต่างๆ ส่งผลให้การใช้เชื้อเพลิงในปัจจุบันเพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้หน่วยงานต่างๆ ส่งเสริมการรณรงค์ลดการใช้พลังงานกันมากขึ้น

ในโครงการชิ้นนี้ได้สังเกตเห็นความสำคัญในการควบคุมการใช้พลังงานในองค์กรต่างๆ มากขึ้น โดยมีการจัดระเบียบการใช้พลังงานภายในองค์กรให้เป็นระเบียบและสามารถตรวจสอบการใช้งานได้ในภายหลัง โดยการนำบัตรโทรศัพท์ของบริษัท ทศท คอร์ปอเรชั่น จำกัด(มหาชน) หรือบัตร TOT Card ที่ไม่มีค่าเงินอยู่แล้วหรือบัตรที่ยังมีค่าเงินอยู่นำมาสร้างเป็นบัตรสมาชิกเพื่อใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคาร โดยบุคคลที่ไม่ได้เป็นสมาชิกจะไม่สามารถใช้พลังงานไฟฟ้าในจุดที่กำหนดภายในอาคารได้

โดยในโครงการนี้ได้ทดลองใช้เพื่อบริหารการใช้พลังงานไฟฟ้าในห้องเรียนของสาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ซึ่งอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในห้องได้แก่เครื่องปรับอากาศและโคมไฟประเภทแสงสว่าง โดยมีโปรแกรมฐานข้อมูลทำหน้าที่บันทึกการเข้าใช้งาน

1.2 วัตถุประสงค์

- 1.2.1 เพื่อศึกษาและเรียนรู้ถึงหลักการของเทคโนโลยีสมาร์ตการ์ดเบื้องต้น
- 1.2.2 เพื่อศึกษาและเรียนรู้การใช้โปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์ในตระกูล PIC
- 1.2.3 เรียนรู้การใช้โปรแกรม Visual Basic 6 เพื่อติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอกได้
- 1.2.4 เพื่อศึกษาและเรียนรู้ในการติดต่อสื่อสารในระบบ RS-232 และ RS-485
- 1.2.5 เพื่อเพื่อศึกษาและเรียนรู้การเขียนโปรแกรมฐานข้อมูลด้วย Visual Basic 6 ได้
- 1.2.6 เพื่อสามารถนำเทคโนโลยีสมาร์ตการ์ดไปประยุกต์ใช้งานอย่างง่ายได้ในโอกาสต่อไปได้

1.3 ขอบเขตโครงการ

- 1.3.1 สามารถออกแบบซอฟต์แวร์ที่สามารถทำการควบคุมใช้พลังงานไฟฟ้าได้
- 1.3.2 สามารถออกแบบและติดตั้งฮาร์ดแวร์ที่สามารถทำการเปิด-ปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าได้
- 1.3.3 สามารถสร้างเครื่องอ่านบัตรสมาร์ทการ์ด ด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ได้

1.4 ลักษณะของโครงการ

เป็นการนำไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F628 มาทำการอ่านข้อมูลบนบัตรสมาร์ทการ์ดของบริษัท ทศท คอร์ปอเรชั่น จำกัด(มหาชน) หรือบัตร TOT Card และนำเอาไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877 มาทำการประมวลผลและควบคุมการทำงานและสั่งการเปิด - ปิดระบบไฟฟ้า โดยใช้คำสั่งภาษา C เพื่อเขียนคำสั่งและสั่งการให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ทำงาน

ในขั้นตอนแรกต้องมีการสมัครเป็นสมาชิกเพื่อบันทึกข้อมูลลงในโปรแกรมฐานข้อมูลก่อน ด้วยบัตร TOT สมาร์ทการ์ด โดยภายในโมดูลอ่านบัตรเพื่อสมัครสมาชิกจะทำงานด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F628 เพื่ออ่านข้อมูลบนบัตร TOT สมาร์ทการ์ด แล้วส่งข้อมูลให้คอมพิวเตอร์ทำการบันทึกข้อมูลลงในฐานข้อมูล

เมื่อสมัครสมาชิกเรียบร้อยแล้วสามารถนำบัตร TOT สมาร์ทการ์ดนั้นมาใช้งานเพื่อสามารถใช้พลังงานไฟฟ้า ตามจุดที่กำหนดได้ โดยจะมีโมดูลสำหรับอ่านข้อมูลจากบัตร TOT จะติดตั้งอยู่ที่บริเวณภายในห้อง โดยภายในของโมดูลจะทำงานด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877 ซึ่งจะเป็นส่วนประมวลผลและทำการส่งค่าที่อ่านได้จากบัตร TOT แล้วส่งไปยังโปรแกรมฐานข้อมูลผ่านทางระบบ RS-485 เพื่อทำการเปรียบเทียบค่าที่บันทึกลงในฐานข้อมูลว่าตรงกับค่าที่ทำการบันทึกในฐานข้อมูลเดิมหรือไม่ หากข้อมูลของฐานข้อมูลตรงกันโปรแกรมจะทำการส่งค่ากลับมาไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877 ผ่านทางระบบ RS-485 เพื่อทำการสั่งให้อุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ต่อวงจรเมกเนติกเพื่อจ่ายกำลังไฟฟ้าให้อุปกรณ์ไฟฟ้าทำงานได้

ส่วนของโปรแกรมฐานข้อมูลสามารถทำการดูการใช้งานที่ผ่านมาและทำการค้นหาการใช้งานที่ผ่านมาได้ ทำการเพิ่มและลบจำนวนสมาชิกที่จะใช้งานได้ สามารถทำการเพิ่มจำนวนห้องที่จะใช้งานเพิ่มขึ้นได้เมื่อทำการติดตั้งโมดูลควบคุมการทำงานเพิ่มขึ้น

1.5 ส่วนประกอบของโครงการ

1.5.1 SOFT WARE

ส่วนของ Soft ware จะแบ่งเป็น 3 ส่วน

1.5.1.1 ส่วนของโปรแกรมที่เขียนใน PIC16F628 ใช้คำสั่งภาษา C สำหรับอ่านค่าตัวเลขที่อยู่บนบัตร TOT Card เพื่อบันทึกลงในฐานข้อมูล

1.5.1.2 ส่วนของโปรแกรมที่เขียนใน PIC16F877 ใช้คำสั่งภาษา C สำหรับอ่านบัตรสมาร์ทการ์ดและทำการส่งค่าที่อ่านได้ไปยังฐานข้อมูล และสั่งการให้อุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ทำงานเมื่อข้อมูลในฐานข้อมูลมีค่าตรงกับโปรแกรม

1.5.1.3 ส่วนของโปรแกรมฐานข้อมูลสำหรับผู้ใช้งาน และเป็นตัวสั่งการทำงานต่างๆ เขียนโดยใช้โปรแกรม Visual basic 6

1.5.2 HARD WARE

จะแยกออกเป็น 4 โมดูล ประกอบด้วย

1.5.2.1 โมดูลอ่านบัตรเพื่อสมัครสมาชิก

1.5.2.2 โมดูลอ่านบัตรเพื่อส่งค่าเปรียบเทียบกับฐานข้อมูล

1.5.2.3 โมดูล RS-485 (RS-232 To RS-485 Module)

1.5.2.4 ชุดแหล่งจ่ายไฟฟ้าและโมดูลควบคุมกำลังไฟฟ้า

1.6 ขั้นตอนวิธีการดำเนินงาน

1.6.1 ศึกษาโครงสร้างการทำงานของสมาร์ทการ์ด

1.6.2 ศึกษาการสื่อสารและการติดต่อในระบบ RS-232 และ RS-485

1.6.3 ทดลองการอ่านค่าจากบัตรสมาร์ทการ์ดโดยผ่าน Serial Port

1.6.4 เขียนโปรแกรมการอ่านข้อมูลจากบัตรสมาร์ทการ์ด

1.6.5 ทดลองการสั่งงานของไมโครคอนโทรลเลอร์

1.6.6 ทดลองระบบโดยการเปิดใช้งานจริง

1.6.7 ทำการติดตั้งอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ในพื้นที่ที่จะใช้งานจริง

1.6.8 ตรวจสอบปัญหาและข้อบกพร่องต่าง ๆ และแก้ไขข้อผิดพลาดต่างๆ

1.7 ประโยชน์ที่จะได้รับจากการทำโครงการ

1.7.1 เข้าใจโครงสร้างภายในและการทำงานเบื้องต้นของบัตรสมาร์ตการ์ด

1.7.2 เข้าใจการสื่อสารในระบบ RS-485 มากยิ่งขึ้น

1.7.3 เข้าใจหลักการเบื้องต้นในการเขียนโปรแกรมให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F628 และ PIC16F877 ให้ติดต่อกับสมาร์ตการ์ดมากยิ่งขึ้น

1.7.4 เข้าใจวิธีการเขียนโปรแกรมโดยใช้ Visual Basic โดยการติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอกและโปรแกรมทางด้านฐานข้อมูลหรือโปรแกรม Microsoft Access มากยิ่งขึ้น

1.7.5 เพื่อเป็นพื้นฐานในการออกแบบการควบคุมการใช้อาคารและพลังงานไฟฟ้าอย่างมีระบบต่อไป

บทที่ 2

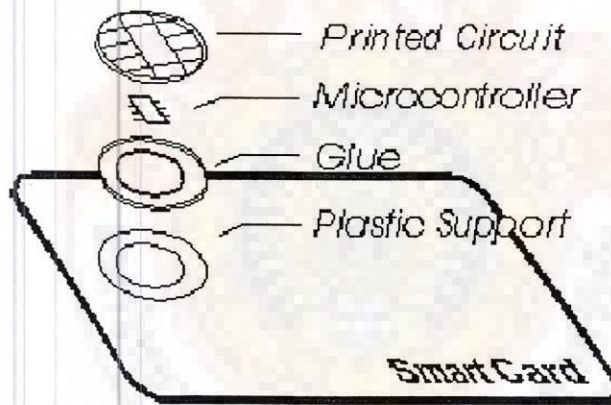
ความรู้พื้นฐานของสมาร์ทการ์ด

และไมโครคอนโทรลเลอร์ 16F628 , 16F877 และ ไอซี DS75176

2.1 ความรู้พื้นฐานของสมาร์ทการ์ด

2.1.1 ความหมาย

สมาร์ทการ์ด คือ บัตรพลาสติกที่มี ชิพ IC (Integrated circuit) ติดหรือฝังอยู่ใน ตัวบัตรพลาสติกตามมาตรฐาน ISO (International Standard Organization) เพื่อใช้ในการเก็บข้อมูลและประมวลผลภายในตัวเองโดยวิธีการเข้ารหัสตามมาตรฐาน DES Algorithm (Data Encryption Standard) เพื่อให้ระบบมีระดับความปลอดภัยสูงขึ้นด้วยคุณสมบัติประการหนึ่งที่ทำให้สมาร์ทการ์ดมีความแตกต่างจากบัตรพลาสติกทั่วไปก็คือ ขณะทำรายการ (Transaction) สมาร์ทการ์ดสามารถทำงานได้ด้วย ตัวของมันเองโดยไม่ต้องอาศัยการติดต่อสื่อสารกับระบบหลัก (Host) นั่นก็คือ สมาร์ทการ์ดไม่จำเป็นต้องมีการติดต่อสื่อสารกับศูนย์กลางข้อมูลเหมือนกับ บัตรแถบแม่เหล็ก (Offline) ทำให้ประหยัดในเรื่องระบบสื่อสารไปได้มาก



ภาพที่ 2-1 โครงสร้างทางกายภาพของสมาร์ทการ์ด

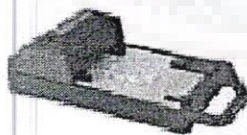
ในการประมวลผลและจัดเก็บข้อมูลสมาร์ทการ์ดสามารถทำได้อย่างรวดเร็วกว่า การสื่อสารสำหรับจัดเก็บข้อมูลชนิดอื่น ๆ ด้วยขนาดที่เท่ากับบัตรแถบแม่เหล็กทำให้สะดวกในการจัดเก็บและ

พกพา นอกจากนี้บัตรเครดิตยังมีคุณสมบัติด้านความทนทานที่น่าทึ่งไม่ว่าจะเป็นรังสีชนิดต่างๆ (ในปริมาณที่ไม่เป็นอันตรายต่อมนุษย์) สนามแม่เหล็กไฟฟ้าสถิต ความชื้น ความร้อน การบดบัง ฯลฯ ก็ไม่สามารถทำให้บัตรเครดิตเสียหายได้โดยง่าย จึงทำให้บัตรเครดิตเทียบเท่ากับบัตรในทางอุดมคติเลยทีเดียวในต่างประเทศก็ได้มีการใช้งานบัตรเครดิตกันอย่างแพร่หลายจนเป็นไปได้ว่าบัตรเครดิตกำลังเป็นบัตรชนิดใหม่ที่จะเข้ามาแทนที่บัตรแถบแม่เหล็กที่ใช้งานกันอยู่ในปัจจุบัน

2.1.2 ประวัติความเป็นมาของบัตรเครดิต

ปี 1950 ก่อนที่จะมีบัตรเครดิตใช้กันในปัจจุบัน บัตรพลาสติกได้ถูกนำมาใช้งานครั้งแรกด้วยคุณสมบัติที่ทนทาน ราคาถูก และอายุในการใช้งานที่ยาวนาน โดยไดเนออร์คลับได้นำมาใช้เป็นบัตรแทนเงินสดสำหรับสมาชิกในการแสดงต่อร้านค้าในเครือของไดเนออร์คลับซึ่งได้แก่ ร้านอาหาร และโรงแรมต่างๆ ต่อมา VISA และ MASTER ได้กระโดดมาร่วมใช้บัตรพลาสติกเช่นเดียวกับไดเนออร์คลับโดยออกบัตรของตนเองบ้างทำให้บัตรพลาสติกได้รับความนิยมแพร่หลายในสหรัฐอเมริกาและแพร่หลายเข้าไปยังยุโรปในเวลาไม่นานนักจนกลายเป็นบัตรเครดิตในปัจจุบัน ข้อดีประการหนึ่งที่ทำให้บัตรเครดิตได้รับความนิยมอย่างมากเพราะผู้ถือบัตรสามารถเดินทางไปรอบโลกโดยไม่จำเป็นต้องพกพาเงินสดจำนวนมาก ไม่ต้องกังวลในเรื่องของอัตราแลกเปลี่ยนของสกุลเงิน ด้วยเหตุนี้ทำให้บัตรเครดิตพลาสติกจึงมีอัตราการเติบโตหลายร้อยล้านใบต่อปี

แต่เดิมนั้นบัตรเครดิตเป็นเพียงบัตรพลาสติกที่มีการพิมพ์อักษรนูน (Emboss) ของหมายเลขบัตร ชื่อผู้ถือบัตร และช่องว่างสำหรับลายเซ็นของผู้ถือบัตร โดยขั้นตอนในการใช้บัตรจะทำโดยนำบัตรวางลงบนแท่นสำหรับพิมพ์ลายนูนบนหน้าบัตร (Imprinter) ตามภาพที่ 2-2 วางทับด้วยกระดาษสลีปเครดิตสำหรับพิมพ์ลายนูนหน้าบัตร ซึ่งจะมีคุณสมบัติในการพิมพ์ลายและทำการพิมพ์ลายนูนด้วยลูกกลิ้งของแท่นสำหรับพิมพ์ลายนูน ผลก็คือลายนูนของหน้าบัตรจะปรากฏบนกระดาษสลีปเครดิต จากนั้นทางร้านค้าจะกรอกจำนวนเงินลงในช่องที่กำหนดของกระดาษสลีป



ภาพที่ 2-2 แท่นสำหรับพิมพ์ลายนูนบนหน้าบัตร (Imprinter)

เครดิตและตั้งผู้ถือบัตรตรวจสอบตัวเลขจำนวนเงินเพื่อเซ็นชื่อกำกับ ซึ่งลายเซ็นนี้ทางร้านค้าต้องตรวจสอบกับลายเซ็นบนบัตรด้วย โดยกระดาษสลิปจะมีสำเนาในตัวกระดาษสลิปแผ่นหน้าทางร้านค้าจะเป็นผู้เก็บไว้เพื่อนำไปขอขึ้นเงินกับธนาคารผู้ออกบัตร ส่วนสำเนาผู้ถือบัตรต้องเป็นผู้เก็บไว้เพื่อยืนยันการใช้บัตรเมื่อธนาคารผู้ออกบัตรเรียกเก็บเงินจากผู้ถือบัตรในภายหลัง

จากขั้นตอนในการใช้บัตรที่ง่ายคายทำให้มีผู้คิดทำบัตรปลอมขึ้น ด้วยเหตุนี้ทางธนาคารผู้ออกบัตร (Card Issue) ก็ได้เพิ่มการพิมพ์ลวดลายพิเศษลงบนบัตร เช่น ลายน้ำ หรือฮาโลแกรม เพื่อป้องกันการปลอมแปลง แต่การทำเช่นนั้นก็ยังไม่เพียงพอ เนื่องจากผู้ที่ทำการปลอมบัตร ก็ได้พัฒนา การปลอมแปลงตามไปด้วยเช่นกัน เมื่อเป็นเช่นนี้จึงมีการเพิ่มกลไกและเครื่องสำหรับพิสูจน์บัตรเป็นการเฉพาะ ซึ่งกลไกที่เพิ่มเข้ามาก็คือการเพิ่มแถบแม่เหล็กที่ด้านหลังของบัตร โดยแถบแม่เหล็กดังกล่าวจะเก็บข้อมูลสำคัญของบัตรเอาไว้ เช่น ชื่อผู้ถือบัตร หมายเลขบัญชี หมายเลขบัตร วันหมดอายุ CVV (Card Verification Validity สำหรับ VISA) หรือ CVC (Card Verification Code สำหรับ MASTER) ฯลฯ โดยต้องมีเครื่องสำหรับอ่านข้อมูลแถบแม่เหล็กและทำรายการบัตรเครดิตซึ่งถูก เรียกว่าเครื่อง EDC (Electronic Data Capture) มาทำหน้าที่แทนแทนสำหรับพิมพ์ลายบนหน้าบัตร

การใช้แถบแม่เหล็กแบบนี้ทางร้านค้าจะต้องทำการรูดบัตรในช่องสำหรับอ่านข้อมูล แถบแม่เหล็กของเครื่อง EDC และเลือกทำรายการเครื่อง EDC จะทำการ On-line ไปยังคอมพิวเตอร์เมนเฟรมของธนาคารผู้ออกบัตรเพื่อตรวจสอบความถูกต้อง เมื่อเครื่องได้รับข้อมูลตอบกลับจากธนาคารผู้ออกบัตร เครื่องจะทำการพิมพ์สลิปเครดิตออกมาตามชนิดรายการที่ได้เลือกไว้ ที่เหลือก็เพียงแค่ผู้ถือบัตรทำการเซ็นกำกับลงบนกระดาษสลิปเครดิตและให้ร้านค้าตรวจสอบลายเซ็นบนบัตรกับลายเซ็นบนกระดาษสลิปเช่นเดิมแต่ทางร้านค้าไม่ต้องนำกระดาษสลิปไปขึ้นเงินกับธนาคารผู้ออกบัตร แต่ทางร้านค้าจะได้รับเงินจากการทำรายการโอนยอดที่เครื่อง EDC โดยยอดจะไปปรากฏที่ธนาคาร ผู้ออกบัตรทางธนาคารจะทำการ โอนเงินที่เท่ากับจำนวนยอดที่โอนมาจากเครื่อง EDC ให้กับร้านค้าผ่านทางบัญชีธนาคารและธนาคารจะเรียกเก็บเงินจากผู้ถือบัตรเช่นเดียวกับขั้นตอนเดิม

ต่อมาได้มีการเพิ่มเคดิตรหัสผ่านหรือที่เรียกว่า PIN (Personal Identification Number) เข้ามาอีกชั้นหนึ่งเนื่องจากหน้าบัตรอักษรตัวนูน ลายเซ็นและข้อมูลในแถบแม่เหล็กก็ยังสามารถถูกปลอมแปลงได้ จึงมีการกำหนดให้ผู้ถือบัตรต้องป้อน PIN ทุกครั้งที่ทำรายการ ซึ่งผู้ถือบัตรต้องจดจำ PIN ของตนเองให้ถูกต้อง ด้วยเหตุนี้ PIN จึงไม่ค่อยได้รับความนิยมมากนักและค่อย ๆ หดความนิยมไป จะมีเหลือให้เห็นก็เพียงเป็นรหัสผ่านสำหรับการเบิกเงินสดจากตู้ ATM เท่านั้น

ถึงอย่างไรก็ตามบัตรพลาสติกแถบแม่เหล็กก็ยังไม่ใช่หนทางที่ดีที่สุด ด้วยเหตุที่ว่าการทำรายการจากเครื่อง EDC แต่ละครั้งต้อง online กับคอมพิวเตอร์ Host ของธนาคารผู้ออกบัตรทุกครั้ง ทำให้เกิดค่าใช้จ่ายในเรื่องของระบบสื่อสาร อีกทั้งปัจจุบันข้อมูลในแถบแม่เหล็กก็สามารถอ่านและเขียนกันได้อย่างง่ายดายคั้งนั้นการทำรายการ Offline จึงเป็นหนทางแก้ไขที่น่าจะได้ผลมากที่สุดด้วยเหตุนี้สมาร์ทการ์ดจึงถูกนำมาเป็นหนทางแก้ไข

ปี 1986 สมาร์ทการ์ดปรากฏขึ้นครั้งแรกในเยอรมัน โดยชาวเยอรมัน (Jorgen Dethloff และ Helmut Grotupp) เป็นผู้คิดค้น แต่ผู้ที่ได้มาซึ่งสิทธิบัตรกลับเป็นชาวญี่ปุ่น (Kunitaka Arimura)

ปี 1970 และมีการจดสิทธิบัตรในชื่อของสมาร์ทการ์ดโดยชาวฝรั่งเศส (Roland Moreno)

ปี 1974 ในระยะแรกนั้นสมาร์ทการ์ดยังทำงานได้ไม่สมบูรณ์นักเพราะสมาร์ทการ์ดรุ่นแรก ๆ ยังมีปัญหาทางเทคนิคเล็ก ๆ น้อย ๆ

แม้ว่าสมาร์ทการ์ดจะถือกำเนิดในยุโรป แต่ในระยะแรกสมาร์ทการ์ดกลับไม่ค่อยได้รับความสนใจเท่าที่ควร

ปี 1984 บริษัท French PTT (Postal and telecommunication service) ได้นำสมาร์ทการ์ดมาใช้งานเป็นบัตรโทรศัพท์เพื่อป้องกันการโกงค่าโทรศัพท์ในครั้งนั้นโครงการเป็นโครงการนำร่องโดยมีการนำบัตรแถบแม่เหล็กบัตรแถบแสง (Optical Storage) และสมาร์ทการ์ดมาทำการทดลองใช้งานเปรียบเทียบกันซึ่งแน่นอนว่าสมาร์ทการ์ดได้พิสูจน์ให้เห็นคุณลักษณะที่เหนือกว่าบัตรชนิดอื่น ทั้งในเรื่องของความทนทาน ความปลอดภัย ความสวยงาม เป็นผลให้สมาร์ทการ์ดในรูปของบัตรโทรศัพท์มีการนำไปใช้ถึง 60 ล้านใบ (เฉพาะฝรั่งเศส) และต่อยักความสำเร็จอีกกว่า 100 ล้านใบจาก 50 ประเทศทั่วโลก

ปี 1997 กระนั้นสมาร์ทการ์ดก็ยังเป็นเพียงบัตรโทรศัพท์ การนำสมาร์ทการ์ดมาใช้ทางด้านการเงินการธนาคารกลับเป็นไปอย่างเชื่องช้า เนื่องจากบัตรที่เกี่ยวข้องกับระบบการเงินการธนาคารมีความยุ่งยากมากกว่าระบบบัตรโทรศัพท์

ปี 1960 เทคโนโลยีการประมวลผลเพื่อเข้ารหัสข้อมูลฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์มีความพร้อมมากขึ้น จึงมีการนำมาใช้ในการเข้ารหัสข้อมูลในสมาร์ทการ์ดซึ่งแต่เดิมนั้นการเข้ารหัสจะมีการใช้งานเฉพาะในหน่วยงานทหารหรือหน่วยงานราชการลับเท่านั้น ด้วยเหตุนี้ทำให้สมาร์ทการ์ดสามารถทำการเข้า-ถอดรหัสข้อมูลได้ด้วยตัวมันเอง ทำให้การใช้สมาร์ทการ์ดมีความปลอดภัยสูงขึ้นจนสามารถนำมาใช้เป็นบัตรเครดิต หรือบัตรเงินสดได้อย่างสมบูรณ์

ปี 1984 ธนาคารในฝรั่งเศสได้นำสมาร์ทการ์ดมาใช้เป็นบัตรเครดิตเป็นครั้งแรก ในระยะแรกนั้นต้องประสบปัญหามากมายเกี่ยวกับความเข้ากันได้ของบัตรต่างธนาคาร ซึ่งต้องใช้เวลาลงถึง 10 ปีที่จะทำให้เข้ากันได้ทั้งหมดเป็นเหตุให้มีการรวมตัวกันของ Euro pay VISA และ MASTER เพื่อ

กำหนดมาตรฐานแก่เครดิตการ์ด ในรูปของสมาร์ตการ์ดให้มีมาตรฐานเดียวกันทุกธนาคาร ในชื่อของมาตรฐาน EMV (Euro pay MASTER VISA) โดยอ้างอิงกับมาตรฐาน ISO 7816 เป็นหลัก ทำให้ผู้ที่ต้องการพัฒนาแอปพลิเคชันเครดิตหรือเดบิตบนสมาร์ตการ์ด ต้องทำตามข้อกำหนดของมาตรฐาน EMV เท่านั้น

2.1.3 องค์ประกอบในการใช้งานสมาร์ตการ์ด

2.1.3.1 ตัวบัตรและตัวชิปบัตรและชิปสมาร์ตการ์ดเป็นส่วนแรกที่มีกล่าวถึงกัน เพราะสมาร์ตการ์ดมีหลากหลายรูปแบบหลากหลายการใช้งาน โดยหลักการแล้วสมาร์ตการ์ดเป็นเพียงบัตรพลาสติกฝังชิป IC ที่สามารถเก็บข้อมูลและประมวลผลข้อมูลได้เท่านั้น ผู้ออกแบบระบบมีหน้าที่นำสมาร์ตการ์ดมาใช้งานอย่างชาญฉลาดเหมาะสมตามประเภทของงานและบริหารข้อมูลภายในสมาร์ตการ์ดให้เกิดความปลอดภัยสูงสุด ซึ่งสมาร์ตการ์ดที่นำมาใช้งานมีตั้งแต่ราคาใบละไม่กี่ร้อยบาท ถึงใบละหลายพันบาท โดยในปัจจุบันเราสามารถเห็นการใช้งานสมาร์ตการ์ดในหลาย ๆ รูปแบบ เช่น บัตรโทรศัพท์ ชิมการ์ดในโทรศัพท์มือถือ บัตรเข้า-ออกที่อยู่อาศัย (คอนโดมิเนียมบางแห่ง) บัตรนักศึกษา บัตรพนักงาน บัตรสำหรับเติมน้ำมันแบบเครดิต (Fleet card) บัตรแทนเงินสด ฯลฯ สมาร์ตการ์ดที่นำมาใช้งานจะมีความแตกต่างกันในเรื่องของประเภทการใช้งานที่เห็นได้ชัดเจนที่สุดก็คงเป็นชิมการ์ดในโทรศัพท์มือถือ ซึ่งมีการกำหนดเป็นมาตรฐาน GSM โดยผู้ผลิตสมาร์ตการ์ดสำหรับใช้เป็นชิมการ์ดต้องผลิตสมาร์ตการ์ดที่มีโครงสร้างข้อมูลภายในตามที่มาตรฐาน GSM กำหนดไว้

2.1.3.2 สมาร์ตการ์ดครีเดอ์สำหรับสมาร์ตการ์ดแล้วจำเป็นต้องมีอุปกรณ์สำหรับเชื่อมต่อกับชิมสมาร์ตการ์ดโดยเฉพาะซึ่งเรียกว่า สมาร์ตการ์ดครีเดอ์ โดยภายในสมาร์ตการ์ดครีเดอ์จะประกอบด้วยขาสำหรับเชื่อมสัญญาณกับหน้าสัมผัสบน ชิปสมาร์ตการ์ด (Card Contact) หรือเป็นเสาอากาศรับส่งคลื่นวิทยุ สำหรับสมาร์ตการ์ดแบบที่ไม่มีหน้าสัมผัส (Contactless) และหน่วยประมวลผลพร้อมหน่วยความจำสำหรับติดต่อสื่อสารกับชิปสมาร์ตการ์ด โดยตรงการสร้างสมาร์ตการ์ดครีเดอ์ขึ้นใช้เองก็สามารถทำได้โดยนำไมโครโปรเซสเซอร์ไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ใดก็ได้มาประยุกต์ใช้ในการเชื่อมต่อกับสมาร์ตการ์ด ปัจจุบันได้มีผู้ผลิตสมาร์ตการ์ดครีเดอ์ออกมาขายในท้องตลาดหลากหลายรูปแบบซึ่งมีราคาย่อมเยา และใช้งานได้ง่ายกว่าการสร้างสมาร์ตการ์ดครีเดอ์เองเสียอีก

2.1.3.3 ซอฟต์แวร์ ในการใช้งานสมาร์ตการ์ดนอกจากตัวบัตรสมาร์ตการ์ดและสมาร์ตการ์ดครีเดอ์แล้วยังต้องมีส่วนประกอบอีกส่วนหนึ่งที่สำคัญไม่ยิ่งหย่อนไปกว่ากัน นั่นคือซอฟต์แวร์สำหรับดูแลข้อมูลในสมาร์ตการ์ดและซอฟต์แวร์สำหรับบริหารงานด้านบัตรหรืออาจเรียกได้อีกอย่างว่าระบบ Font-End (เหมือนกับในระบบบัตรเครดิต) ซึ่งระบบ Font-End ในสมาร์ตการ์ด

จะแตกต่างจากระบบบัตรพลาสติกเนื่องจากสมาร์ตการ์ดไม่จำเป็นต้องมีการติดต่อสื่อสารกับ Font-End ทุกครั้งที่ทำรายการเหมือนในระบบบัตรเครดิตทำให้ระบบ Font-End ของสมาร์ตการ์ดมีเวลามากพอในการบริหารงานด้านอื่นๆ หากต้องการติดต่อสื่อสารกับระบบ Font-End จำเป็นต้องใช้สมาร์ตการ์ดรีดเดอร์ที่มีส่วนสำหรับการติดต่อสื่อสาร ไม่ว่าจะเป็น MODEM, Ethernet LAN, ระบบสื่อสารด้วยคลื่นวิทยุระบบการสื่อสารอนุกรม RS-485/422 สำหรับการสื่อสารในบริเวณพื้นที่ให้บริการที่ไม่กว้างใหญ่นัก ฯลฯ เพื่อใช้สำหรับรับ-ส่งข้อมูลระหว่าง Font-End เมื่อจำเป็นซึ่งนอกจากระบบ Font-End ยังมีระบบ BackOffice ซึ่งเป็นซอฟต์แวร์สำหรับควบคุมดูแลระบบทั้งหมดประกอบด้วยซอฟต์แวร์สำหรับป้อนข้อมูลเกี่ยวกับบัตรและผู้ถือบัตรเพื่อออกบัตรใหม่ (Card Issuer) ซอฟต์แวร์สำหรับออกรายงานต่าง ๆ (Report) ฯลฯ และซอฟต์แวร์ส่วนสุดท้ายก็คือซอฟต์แวร์สำหรับให้บริการแก่ผู้ถือบัตร เช่น ซอฟต์แวร์สำหรับเติมเงินลงในชิป (สมาร์ตการ์ดที่ใช้เป็นบัตรแทนเงินสด) ซอฟต์แวร์สำหรับเติม - แลกแต้มในบัตรสะสมแต้ม (Royalty card) ซอฟต์แวร์ภายในสมาร์ตการ์ดรีดเดอร์ ณ จุดให้บริการ ฯลฯ ปกติแล้วซอฟต์แวร์ในส่วน Back-End และ BackOffice ที่กล่าวมาต้องทำร่วมกับสมาร์ตการ์ดรีดเดอร์เสมอเพราะเพียงสมาร์ตการ์ดไม่สามารถใช้ทำรายการใด ๆ เองได้

2.1.4 ชนิดของสมาร์ตการ์ด

การแบ่งชนิดของสมาร์ตการ์ดในปัจจุบันอาจทำได้ยาก เนื่องจากมีการใส่เทคโนโลยีใหม่ ๆ ลงสมาร์ตการ์ดตลอดเวลาถ้าจะแบ่งตามชนิดของหน่วยความจำภายในอาจไม่ชัดเจนนัก ยิ่งแบ่งตามลักษณะการเชื่อมต่อ ก็คงจะไม่ครอบคลุมสมาร์ตการ์ดทั้งหมด ดังนั้นจึงแสดงการแบ่งชนิดของสมาร์ตการ์ดให้เข้าใจได้ง่าย ๆ ดังภาพที่ 2-3

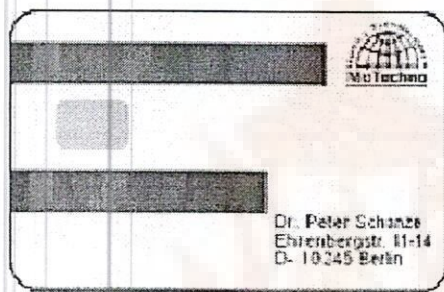


ภาพที่ 2-3 การแบ่งสมาร์ตการ์ดตามชนิดของหน่วยความจำ และประเภทของหน้าสัมผัส

ในการแบ่งสมาร์ตการ์ดออกเป็นสองชนิดตามชนิดของวงจรรภายในดังที่กล่าวมา อาจแบ่งได้อีกลักษณะ คือ แบ่งตามความถี่ในการรับ-ส่งข้อมูลผ่านหน้าสัมผัส I/O ของสมาร์ตการ์ดดังที่กล่าวไปแล้ว ซึ่งสามารถแบ่งได้ดังนี้

2.1.4.1 Memory card (Synchronous card)

สมาร์ตการ์ดชนิด Memory หรืออีกชื่อหนึ่งคือ Synchronous card เนื่องจากสมาร์ตการ์ดชนิดนี้มีการรับ - ส่งข้อมูลตามสัญญาณนาฬิกาที่ป้อนให้แก่ ชิพ (ข้อมูลแต่ละบิตที่ส่งให้แก่ชิปต้องสัมพันธ์กับสัญญาณนาฬิกา) สมาร์ตการ์ดชนิดนี้มีโครงสร้างที่ประกอบไปด้วยส่วนของวงจรรสำหรับติดต่อสื่อสารภายนอก หน่วยความจำข้อมูลและหน่วยความจำสำหรับเก็บชุดคำสั่งของสมาร์ตการ์ด



ภาพที่ 2-4 Memory Card รุ่น MLE 4428

สมาร์ตการ์ดที่เป็นพื้นฐานของสมาร์ตการ์ดในปัจจุบันก็คือ สมาร์ตการ์ดชนิด Free Access Memory สมาร์ตการ์ดชนิดนี้เปิดโอกาสให้อ่านหรือเขียนข้อมูลในแอดเดรสใด ๆ ก็ได้ตามชื่อของสมาร์ตการ์ดชนิดนี้ไม่มีการป้องกันข้อมูลโดยภายในสมาร์ตการ์ดชนิดนี้ซึ่งแน่นอนว่าเป็นสมาร์ตการ์ดที่มีความปลอดภัยต่ำที่สุด ถึงกระนั้นการอ่านข้อมูลก็ไม่ใช่ว่าจะง่ายนักเมื่อมีการออกแบบหน่วยความจำข้อมูลให้มีการสลับตำแหน่งของบิตข้อมูล โดยมีวงจรควบคุมการสลับตำแหน่งของบิตเป็นส่วนป้องกันข้อมูลอีกต่อหนึ่ง ดังนั้นการอ่านข้อมูลออกแบบธรรมดาจะไม่ได้ข้อมูลที่ถูกต้องหากไม่ติดต่อกับวงจรควบคุมการสลับตำแหน่งของบิตโดยตรง

นอกจากนี้สมาร์ตการ์ดชนิด Memory แบบธรรมดาก็ยังมีการใส่วงจรกำหนดเงื่อนไขการอ่าน - เขียนข้อมูลลงไปด้วยทำให้สามารถกำหนดเงื่อนไขการอ่าน - เขียนชนิดนี้ถูกเรียกว่า PIN Protect Memory เนื่องจากการเข้าถึงข้อมูลจะต้องแสดงรหัสผ่านให้บัตรรับทราบก่อนจึงจะสามารถเข้าถึงข้อมูลได้ วงจรกำหนดเงื่อนไขการอ่าน - เขียนข้อมูลจะมีบิตพิเศษที่มีชื่อว่า Bit

Protect ซึ่งเป็นบิตข้อมูลที่ฝากไว้กับข้อมูลให้เป็นบิตที่ 9 แต่ไม่สามารถแก้ไขด้วยคำสั่งเขียนข้อมูลธรรมดาเฉพาะ Bit Protect ไม่ได้เป็นส่วนหนึ่งของข้อมูลจริง ๆ ในการแก้ไข Bit Protect นี้จะสามารถทำการเปลี่ยนแปลงได้เพียงครั้งเดียวด้วยคำสั่งเฉพาะเท่านั้น เช่น หากต้องการบังคับไม่ให้ข้อมูลไบต์ใดไม่สามารถแก้ไขได้ก็ให้ทำการเคลียร์บิตที่ 9 ของข้อมูลไบต์นั้น ๆ แต่สำหรับรหัสผ่านในการเข้าถึงข้อมูลสามารถเปลี่ยนแปลงได้ แต่ต้องแสดงรหัสผ่านชุดเก่าให้บัตรได้รับทราบเสียก่อนจึงจะสามารถเปลี่ยนแปลงรหัสผ่านได้

สมาร์ทการ์ดอีกชนิดหนึ่งที่มีใช้เป็นบัตรโทรศัพท์ในประเทศไทยนั้น คือ Memory card ชนิด Token ภายในสมาร์ทการ์ดชนิดนี้จะมีการเก็บข้อมูลในลักษณะของการจำนวนนับ (Counter) ซึ่งจำนวนนับนี้จะเป็นตัวเลขแทนมูลค่าของเงินที่ระบุบนบัตร การนับเลขเป็นการนับถอยหลังเพื่อเป็นการนับมูลค่าที่คงเหลือในบัตรหมายความว่าหากใช้บัตรในการโทรศัพท์ไปเรื่อย ๆ มูลค่าในบัตรก็จะถูกลดลงตามไปด้วยเช่นกัน ในการเข้าถึงข้อมูลของสมาร์ทการ์ดชนิดนี้ต้องมีการแสดงรหัสผ่านให้บัตรรับทราบเหมือนกับ Memory card ชนิด PIN Protect แต่ไม่มี Bit Protect เท่านั้นเอง

สมาร์ทการ์ดชนิด Memory เป็นสมาร์ทการ์ดที่เป็นพื้นฐานของสมาร์ทการ์ดรุ่นใหม่ ๆ ในปัจจุบันด้วยโครงสร้างและการทำงานที่ง่ายต่อการทำความเข้าใจ ราคาถูก สามารถเก็บข้อมูลได้จำนวนมาก และความเร็วในการทำงานของชิปไม่สูงนัก จึงทำให้สมาร์ทการ์ดชนิดนี้เหมาะที่จะนำไปประยุกต์ใช้กับงานที่ข้อมูลไม่ค่อยสำคัญมากนัก เช่น บัตรลงเวลาทำงาน บัตรผ่านประตู บัตรโทรศัพท์ ฯลฯ ปัจจุบันสมาร์ทการ์ดชนิด Memory มีขนาดหน่วยความจำสูงสุดถึง 64 กิโลไบต์ และอีกไม่นานนักเราจะได้เห็นสมาร์ทการ์ดที่มีขนาดหน่วยความจำข้อมูลถึง 128 กิโลไบต์

2.1.4.2 Processor card (Asynchronous card)

สมาร์ทการ์ดชนิดนี้เป็นสมาร์ทการ์ดที่ได้รับการปรับปรุงจากสมาร์ทการ์ดชนิด Memory ด้วยการใส่เทคโนโลยีไมโครโปรเซสเซอร์เข้าไปในชิป เพื่อให้ชิปสามารถประมวลผลข้อมูลและเพิ่มความปลอดภัยให้แก่ข้อมูลให้สูงขึ้น การที่ใส่ไมโครโปรเซสเซอร์ลงในชิปทำให้จำเป็นต้องมีการเพิ่มส่วนของหน่วยความจำสำหรับจัดเก็บระบบปฏิบัติการของไมโครโปรเซสเซอร์และหน่วยความจำชั่วคราวสำหรับการประมวลผลข้อมูล นอกจากนี้ยังมีการใส่ชิปประมวลผลทางคณิตศาสตร์ลงในชิปสมาร์ทการ์ดเพื่อช่วยในการประมวลผลข้อมูลด้วยอัลกอริทึมสำหรับเข้ารหัส-ถอดรหัส ทำให้สมาร์ทการ์ดชนิด Processor มีความเร็วในการทำงานสูงกว่าสมาร์ทการ์ดชนิด Memory หลายเท่า

ในการรับส่งข้อมูลให้สมาร์ทการ์ดชนิดนี้จะใช้หน้าสัมผัสเดียวกับสมาร์ทการ์ดชนิด Memory โดยสัญญาณนาฬิกาที่ป้อนจะถูกใช้เป็นสัญญาณนาฬิกาให้แก่โปรเซสเซอร์ภายในสมาร์ทการ์ด ข้อมูลที่รับ - ส่งจึงไม่จำเป็นต้องสัมพันธ์กับสัญญาณนาฬิกาที่ป้อนให้แก่ ชิป เพียงกำหนดอัตรา

การรับ-ส่งข้อมูลเป็น 9600 บิต/วินาที ก็จะสามารถติดต่อกับ โปรเซสเซอร์ของชิปได้แล้วแต่การเข้าถึงข้อมูลไม่สามารถทำได้เหมือนอย่างในสมาร์ตการ์ดชนิด Memory การเข้าถึงข้อมูลต้องกระทำผ่าน โปรเซสเซอร์ของสมาร์ตการ์ดเท่านั้นไม่ว่าจะเป็นการอ่านหรือเขียนข้อมูลก็ตามเพราะหน่วยความจำจะอยู่ภายในความควบคุมของโปรเซสเซอร์เพียงอย่างเดียวซึ่งคืออย่างหนึ่งที่ไม่สามารถติดต่อกับหน่วยความจำในชิปโดยตรงก็คือการลอบเข้าถึงข้อมูลโดยไม่ได้รับอนุญาตแทบเป็นไปได้ ยกเว้นมีความบกพร่องในการกำหนดเงื่อนไขในการเข้าถึงข้อมูลที่เป็นความลับ

2.1.4.3 Contact less card

สมาร์ตการ์ดชนิด Contact less เป็นสมาร์ตการ์ดชนิดที่ล้ำสมัยที่สุดในปัจจุบันด้วยเทคโนโลยีการสื่อสารผ่านคลื่นวิทยุโดยการส่งคลื่นวิทยุความถี่ 13.56 MHz ที่ได้รับการมอดูเลตข้อมูลและส่งให้กับชิปสมาร์ตการ์ดทางด้านชิปสมาร์ตการ์ดจะใช้ขดลวดเป็นเสารับ - ส่งสัญญาณ โดยเสารับส่งสัญญาณนี้จะเป็นขดลวดขนาดเล็กที่ถูกฝังลงในเนื้อบัตรภายนอกบัตรชนิดนี้แทบจะไม่ออกว่าเป็นสมาร์ตการ์ดด้วยเหตุนี้เราจึงพบว่าสมาร์ตการ์ดชนิด Contact less มักอยู่ในรูปร่างแปลก ๆ เสมอ

จะพบว่าส่วนที่เพิ่มเข้ามาเป็นส่วนที่ใช้รับสัญญาณคลื่นวิทยุมาแบ่งเป็นสองส่วน โดยส่วนแรกจะถูกแปลงเป็นกระแสไฟฟ้าสำหรับป้อนชิปและวงจรสร้างสัญญาณนาฬิกาให้สามารถทำงานได้ อีกส่วนหนึ่งจะถูก Demodulate เอาข้อมูลออกจากคลื่นวิทยุและส่งให้แก่ชิปสมาร์ตการ์ด อีกต่อหนึ่งส่วนการส่งข้อมูลกลับก็จะใช้กระแสไฟฟ้าที่ได้จากคลื่นวิทยุมาทำการ Modulate ข้อมูลและส่งกลับไปยังเสารับ - ส่งสัญญาณภายในเนื้อบัตร

ด้วยเหตุนี้จึงทำให้ชิปสมาร์ตการ์ดชนิด Contact less ถูกออกแบบให้ใช้กระแสไฟฟ้าที่ต่ำ เพราะกระแสไฟฟ้าที่ได้จากคลื่นวิทยุ นั้นมีปริมาณเพียงเล็กน้อยไม่เพียงพอที่จะทำให้สมาร์ตการ์ดแบบธรรมดาสามารถทำงานได้ฉะนั้นสมาร์ตการ์ดชนิด Contact less รุ่นเก่า ๆ จะไม่สามารถทำคำสั่งที่ซับซ้อนมาก ๆ เช่น คำสั่งในการรับ - ส่งสัญญาณก็ไม่มากนัก แต่ปัจจุบันสมาร์ตการ์ด Contact less สามารถทำการเข้ารหัสที่ยุ่งยากได้แล้วด้วยการเพิ่มวงจรสำหรับเข้ารหัสไว้ภายในชิป

นอกจากสมาร์ตการ์ดแบบ Contact less ที่ใช้การสื่อสารด้วยคลื่นวิทยุเพียงอย่างเดียวยังมีการรวมเอาสมาร์ตการ์ดชนิด Contact และ Contact less บนบัตรใบเดียวกัน ซึ่งเป็นสมาร์ตการ์ดที่รวมเอาสมาร์ตการ์ดแบบที่หน้าสัมผัสกับสมาร์ตการ์ดแบบไม่มีหน้าสัมผัสเข้าด้วยกันเพื่อความสะดวกและเพิ่มความเร็วในการใช้งานอีกด้วยสมาร์ตการ์ดชนิดนี้สามารถแบ่งออกได้อีก 2 ประเภทคือ

2.1.4.3.1 Com-Bi card

สมาร์ตการ์ดชนิดนี้เป็นการรวมเอาสมาร์ตการ์ดแบบ Contact และสมาร์ตการ์ดชนิด Contact less เข้าด้วยกันโดยใช้หน่วยความจำข้อมูลร่วมกันเพื่อให้การทำรายการที่จำเป็นต้องอยู่

ภายใต้ระบบรักษาความปลอดภัย สามารถทำได้โดยผ่านทางหน้าสัมผัสที่มีไมโครโปรเซสเซอร์ควบคุมอยู่และสามารถใช้งานทั่วไปได้อย่างสะดวกสบาย (Speed pass) ผ่านทางคลื่นวิทยุ

2.1.4.3.2 Hybrid card

สมาร์ทการ์ดชนิดนี้มีลักษณะ โครงสร้างภายในคล้ายกับประเภท Com - Bi card แต่จะต่างกันในเรื่องของหน่วยความจำข้อมูล โดยหน่วยความจำข้อมูลจะถูกแยกจากกันอย่างสิ้นเชิงระหว่าง Contact และ Contact less เพื่อความสะดวกในการแยกใช้งานซึ่งปัจจุบัน Hybrid card จะมีความหมายรวมถึงบัตรที่มีคุณสมบัติในการใช้งานตั้งแต่สองอย่างขึ้นไป เช่น สมาร์ทการ์ดที่มีทั้งชิปสมาร์ทการ์ดและแถบแม่เหล็กบัตรสมาร์ทการ์ดที่เป็นทั้ง Contact และ Contact less

2.1.5 สมาร์ทการ์ดรีดเดอร์

ส่วนสำคัญที่ใช้ในการเชื่อมต่อกับสมาร์ทการ์ดก็คือ สมาร์ทการ์ดรีดเดอร์เนื่องจากเป็นส่วนที่ใช้เชื่อมต่อกับหน้าสัมผัสกับชิปสมาร์ทการ์ดโดยตรงทำให้สมาร์ทการ์ดรีดเดอร์ต้องถูกออกแบบมาเป็นพิเศษซึ่งสมาร์ทการ์ดรีดเดอร์เป็นชิ้นส่วนที่มีราคาสูงที่สุดในบรรดาอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับสมาร์ทการ์ดทั้งหมดเพราะส่วนที่เป็นขาลโลหะที่ใช้ในการกดลงกับหน้าสัมผัสชิปต้องผลิตด้วยโลหะที่มีคุณสมบัติที่ทนทาน แต่ต้องไม่ทำอันตรายต่อหน้าสัมผัสชิปสมาร์ทการ์ดและต้องมีขนาดตรงกับมาตรฐาน ISO7816-2 ทำให้ต้องใช้วัสดุและกระบวนการผลิตที่ยุ่งยากมากกว่าปกติ สมาร์ทการ์ดรีดเดอร์ที่ใช้กันอยู่มี 2 ชนิด ตามชนิดการเชื่อมต่อของสมาร์ทการ์ด ดังนี้

2.1.5.1 สมาร์ทการ์ดรีดเดอร์ชนิดหน้าสัมผัส

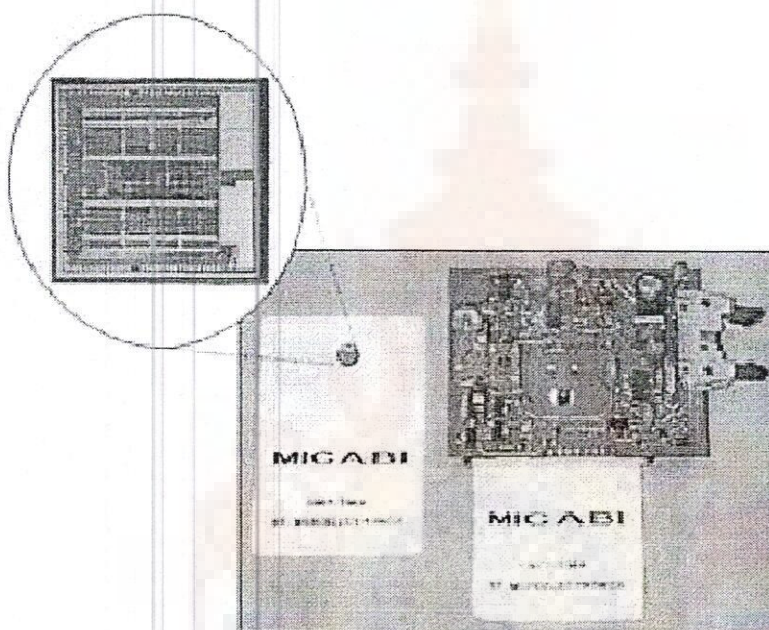
สมาร์ทการ์ดรีดเดอร์ชนิดหน้าสัมผัส เป็นสมาร์ทการ์ดรีดเดอร์ชนิดแรกที่ถูกสร้างพร้อมๆ กับสมาร์ทการ์ดถูกสร้างขึ้นมาครั้งแรกโดยมีส่วนประกอบของโครงสร้างหลักของสมาร์ทการ์ดรีดเดอร์ ขาสัมผัสและสวิตช์ตรวจสอบบัตรซึ่ง โครงหลักของสมาร์ทการ์ดรีดเดอร์เป็นแผ่นพลาสติกที่ขึ้นรูปสำหรับเป็นช่องทางให้สมาร์ทการ์ดสอดเข้ามา โดยส่วนในสุดของช่องจะติดตั้งสวิตช์ตรวจสอบบัตรเมื่อบัตรถูกสอดเข้ามาจนสุด ตัวบัตรจะไปกดสวิตช์ตรวจสอบบัตรทำให้สวิตช์ ON ทำให้เทอร์มินอลทราบได้ว่ามีบัตรสอดเข้ามา นอกจากนี้ โครงหลักของสมาร์ทการ์ดรีดเดอร์จะมีการเจาะช่องสำหรับติดตั้งขาสัมผัสในตำแหน่งที่ตรงกับหน้าสัมผัสของสมาร์ทการ์ด

2.1.5.2 สมาร์ทการ์ดรีดเดอร์ชนิด Contact less

สมาร์ทการ์ดรีดเดอร์ชนิด Contact less จะแตกต่างจากชนิดหน้าสัมผัส เนื่องจากสมาร์ทการ์ดชนิด Contact less ในคลื่นวิทยุความถี่ 13.56 MHz ทำให้ส่วนที่เป็นขาสัมผัสต้องเปลี่ยนเป็นวงจรรับส่งและสายส่งคลื่นวิทยุซึ่งมีหลักการคล้ายกับเครื่องรับส่งคลื่นวิทยุ ซึ่งคลื่นที่รับส่งนั้นจะมีความแรงคลื่นไม่สูงนักทำให้ระยะการรับส่งข้อมูลลดลง โดยปกติแล้วจะอยู่ในระยะเพียง 3 ถึง 10 เซนติเมตรเท่านั้น (ความผิดพลาดของข้อมูลน้อยกว่า 1 เบบ์เซ็นต์) แต่ก็มีสมาร์ทการ์ดรีดเดอร์

ชนิด Contact less บางรุ่นสามารถทำระยะได้สูงถึง 1-10 เมตร ทำให้เกิดความผิดพลาดของข้อมูลมากกว่า 10 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเกินกว่าจะยอมรับได้ในงานบางอย่าง

สมาร์ทการ์ดรีดเดอร์ชนิด Contact less ส่วนใหญ่จะเป็นชุดสำเร็จรูปจากผู้ผลิตโดยตรงซึ่งจะรวมเอาเสารับส่งสัญญาณวงจรรับส่งและชุดคอนโทรลเลอร์เข้าด้วยกัน โดยผู้ที่ต้องการนำไปใช้งานจะสามารถควบคุมและรับส่งข้อมูลโดยเชื่อมต่อผ่านพอร์ตสื่อสารของสมาร์ทการ์ดรีดเดอร์โดยตรงอีกทั้งเทคโนโลยีเกี่ยวกับสมาร์ทการ์ดชนิด Contact less ยังถูกผู้ผลิตสมาร์ทการ์ดจำกัดไม่ให้นำไปเผยแพร่จึงทำให้ไม่ค่อยพบเห็นอุปกรณ์ของสมาร์ทการ์ดรีดเดอร์ชนิด Contact less ขายแยกเป็นส่วน ๆ



ภาพที่ 2-5 Contact less smart card MICABI และเครื่องอ่าน

058929

๖
๕๕๕

๒๕๕๑

2.1.6 สมาร์ทการ์ดในประเทศไทย

ในประเทศไทยได้มีการนำเอาบัตร Smart card รุ่น SLE 4436 มาใช้ก็คือ บัตรโทรศัพท์สาธารณะหรือที่เรียกกันว่า TOT Card นั่นเองทำให้เราสามารถหาได้โดยง่ายและที่สำคัญบัตรนี้จะมีตัวเลขประจำบัตรที่ไม่ซ้ำกันภายในตัวบัตรจะมีการบันทึกข้อมูลในรูปของ Unit Counter อยู่ภายในส่วนของหน่วยบันทึกข้อมูลบัตร (Memory Unit) โดยหลังจากการบันทึกข้อมูลลงยังบัตรแล้วโดยผู้ผลิตแล้วข้อมูลบางตัวเช่น หมายเลขบัตร วันเดือนปีที่ผลิต วันหมดอายุของบัตร จะถูกเขียน

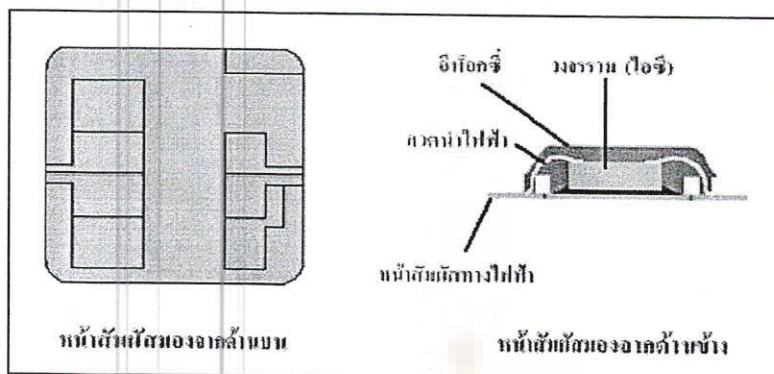
ลงไปอย่างถาวรและข้อมูลอีกส่วนหนึ่งคือ Unit Counter จะลดค่าลงเพียงอย่างเดียวเมื่อบัตรหมดมูลค่าจึงนำไปใช้ต่อไม่ได้จึงเป็นทางเลือกหนึ่งที่จะนำมาประยุกต์ใช้งาน

2.1.7 กว่าจะมาเป็น Smart card

ลักษณะโดยทั่วไปแล้วจะมีขนาดเท่ากับบัตรพลาสติกทั่วไปเช่น บัตรเอทีเอ็ม หรืออื่นๆ อีกมาก ซึ่งบัตรเหล่านี้ได้ถูกผลิตขึ้นมาภายใต้ข้อกำหนดตามมาตรฐาน ISO7816-1 แต่มีอยู่สิ่งหนึ่งที่บัตรอื่นๆ ไม่มีคือ โครงสร้างภายในที่ประกอบไปด้วยวงจรรวม IC หรือ ไมโครชิปซึ่งจะถูกยึดติดไว้บนแผ่นคาร์ดพลาสติกเช่น PVC,ABS,PC ชนิดพลาสติกที่ใช้ขึ้นอยู่กับลักษณะงานพลาสติกจะถูกกำหนดไว้อย่างตายตัวที่ 85.6 x 53.98 x 0.80 มิลลิเมตร ตามมาตรฐาน ISO7816-1 บนคาร์ดพลาสติกนี้จะถูกติดตั้งไว้ด้วยชิพโมดูลซึ่งเป็นส่วนที่บอบบางที่สุดและถือเป็นหัวใจสำคัญที่สุดของ Smart card โดยจะถูกยึดเข้ากับขั้วสัมผัส Contact ที่มีรูปแบบตามมาตรฐาน ISO7816-3 เพื่อใช้เป็นจุดเชื่อมต่อทางไฟฟ้าระหว่างวงจรรภายในกับอุปกรณ์รับบัตรหรือ CAD (Card Acceptor Device) สำหรับการสื่อสารทั้งหมดมายึดเข้ากับตัวของแผ่นคาร์ดที่ตำแหน่งห่างจากขอบซ้ายของบัตร 6.25 มิลลิเมตร ห่างจากขอบด้านบนของบัตร 16.40 มิลลิเมตร ความสำคัญของชิพโมดูลก็อยู่ตรงส่วนการทำงานที่อยู่ภายในซึ่งประกอบด้วยหน่วยความจำชนิดต่างๆ เช่น ROM, RAM, FRAM, EEPROM โดยทั่วไปสามารถแบ่งประเภทของสมาร์ทการ์ดออกได้เป็น 2 กลุ่ม คือ

2.1.7.1 สมาร์ทการ์ดแบบมีการสัมผัส (Contact Smart Cards)

การใช้งานสมาร์ทการ์ดชนิดนี้จำเป็นต้องมีการสอดบัตรเข้าไปในเครื่องอ่าน เพื่อให้หน้าสัมผัสของการ์ดสัมผัสกับเครื่องอ่านโดยตรง สมาร์ทการ์ดชนิดนี้จะมีการพนักชิปซึ่งมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณครึ่งนิ้วเอาไว้ที่หน้าบัตร ส่วนใหญ่ใช้งานมากในบัตรเครดิตหรือบัตรเอทีเอ็ม สมาร์ทการ์ดแบบมีการสัมผัสสามารถจำแนกได้เป็น 2 ชนิด คือ Memory Cart และ CPU/MPU Microprocessor Multifunction Cards



ภาพที่ 2-6 โครงสร้างทางกายภาพของแผงวงจรหน้าสัมผัสของสมาร์ทการ์ดที่ต้องใช้
สัมผัสกับเครื่องอ่าน

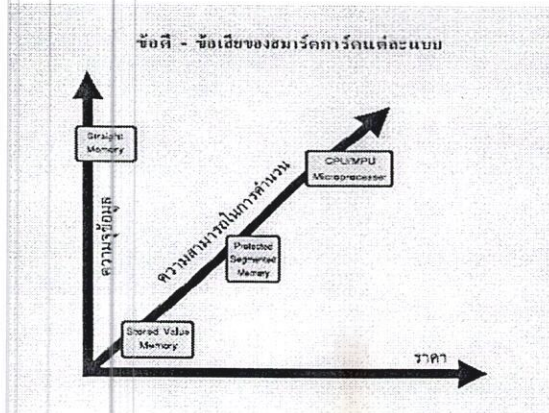
2.7.1.1.1 Memory Cards

เป็นการ์ประเภทหน่วยความจำอย่างเดียวไม่มีชิปควบคุมภายในจึงไม่มีความสามารถในการประมวลผลข้อมูลและไม่สามารถจัดการไฟล์ได้ การติดต่อกับหน่วยความจำทั้งหมดอาศัยเครื่องอ่านสมาร์ทการ์ดผ่านทาง โปรโตคอล Memory card ซึ่งสามารถแบ่งออกได้อีก 3 ชนิดคือ

1) Straight Memory Card เป็นสมาร์ทการ์ดที่ใช้สำหรับเก็บข้อมูลใดๆ และมีราคาต่อบิตของหน่วยความจำที่ใช้ต่ำที่สุดคล้ายกับแผ่นฟลอปปีดิสก์ที่มีกลไกในการประมวลผล เครื่องอ่านสมาร์ทการ์ดตรวจสอบได้ว่าเป็นการ์ดชนิดนี้

2) Protected / Segmented Memory Card สมาร์ทการ์ดชนิดนี้สามารถป้องกันการอ่านและเขียนข้อมูลได้โดยมีระบบควบคุมภายในในการติดต่อกับหน่วยความจำในการ์ด บางครั้งเรียกว่าการ์ดชนิดนี้ว่า Intelligent Memory Card การ์ดชนิดนี้สามารถป้องกันพื้นที่ในหน่วยความจำบางส่วนหรือทั้งหมดก็ได้และสามารถจำกัดการเข้าถึงของข้อมูลได้ทั้งอ่านและเขียน

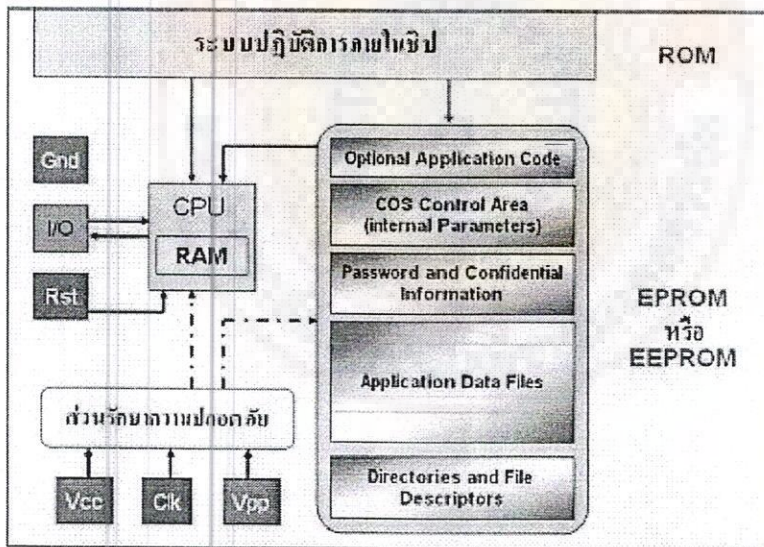
3) Stored Value Memory Card การ์ดชนิดนี้ถูกออกแบบเพื่อใช้เก็บข้อมูลและนำข้อมูลออกมาใช้งาน โดยเฉพาะระดับความปลอดภัยของการ์ดประเภทนี้ขึ้นอยู่กับ Password keys และลอจิกภายในชิปที่สร้างขึ้นโดยบริษัทผู้ผลิตการ์ดแต่ละบริษัท เมื่อใช้งานพื้นที่หน่วยความจำจะลดลงหรือเกิดการนับจำนวนครั้งขึ้นนั่นเอง โดยหน่วยความจำจะลดลงหรือเกิดการนับจำนวนครั้งขึ้นนั่นเอง โดยหน่วยความจำของการ์ดมีเพียงเล็กน้อยสำหรับใช้งาน



ภาพที่ 2.7 กราฟแสดงข้อดีและข้อเสียของสมาร์ทการ์ดแต่ละแบบ

2.1.7.1.2 CPU/MPU Microprocessor Multifunction Cards

การ์ดชนิดนี้มีความสามารถในการจัดข้อมูลได้ Multifunction Smart Cards สามารถจองหน่วยความจำบางส่วนเพื่อใช้ในงานต่างๆ ได้ โดยมีไมโครโปรเซสเซอร์หรือไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นส่วนควบคุมบัตรชนิดนี้ประกอบไปด้วยไมโครโปรเซสเซอร์และหน่วยความจำแบบแฟลช (Flash Rom) หนึ่งก็อยู่ภายในจึงสามารถจัดการกำหนดหน่วยความจำและการเข้าถึงไฟล์ได้การ์ดชนิดนี้จะเหมือนกับคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กที่จัดการกับข้อมูลและโครงสร้างภายในระบบปฏิบัติการของการ์ด (Card Operating System หรือ COS) ซึ่งจะไม่เหมือนกับระบบปฏิบัติการอื่นๆ



ภาพที่ 2.8 โครงสร้างของสมาร์ทการ์ดแบบ CPU/MPU Microprocessor Multifunction Cards

2.1.7.2 สมาร์ทการ์ดแบบไม่มีการสัมผัส (Contact less Smart Cards) หรือ RF Cards

การใช้งานสมาร์ทการ์ดชนิดนี้ต้องการเพียงการนำไปวางให้อยู่ใกล้ ๆ กับบริเวณสายอากาศของเครื่องอ่านเท่านั้น โดยไม่จำเป็นต้องมีการสัมผัสใดๆ กับเครื่องอ่านทั้งสิ้น หากมองดูจากภายนอกแล้วตัวการ์ดก็มีลักษณะคล้ายกับบัตรพลาสติกแบบหนึ่ง แต่ด้วยโครงสร้างภายในที่มีการฉีกชิปและขดลวดสายอากาศไว้จึงทำให้การสื่อสารระหว่างการ์ดกับเครื่องอ่านข้อมูลทำได้จากระยะไกล

นอกจากสมาร์ทการ์ดทั้ง 2 ประเภทที่ได้กล่าวมาแล้วในอุตสาหกรรมได้คิดค้นสมาร์ทการ์ดรูปแบบพิเศษเพิ่มขึ้นอีก 2 ชนิดคือ สมาร์ทการ์ดแบบคอมบิ (Combi Smartcard) และสมาร์ทการ์ดแบบไฮบริดจ์ (Hybrid Smart) ซึ่งทั้งสองบัตรสามารถใช้งานได้ทั้งแบบสัมผัสและแบบไร้การสัมผัส เนื่องจากภายในตัวบัตรจะประกอบด้วยทั้งเสาอากาศและหน้าสัมผัสทอง สมาร์ทการ์ดแบบไฮบริดจ์เป็นบัตรที่ได้รับการเสนอในเชิงพาณิชย์ก่อนภายในมีการบรรจุชิปไว้ 2 ชุค ชุคหนึ่งทำหน้าที่ในการติดต่อสื่อสารแบบอาศัยการสัมผัสชิปทั้งสองชุคจะไม่มีการต่อถึงกัน สมาร์ทการ์ดแบบไฮบริดจ์มีข้อจำกัดและความยุ่งยากหลายอย่างในการใช้งาน ประการที่สำคัญก็คือการแยกเก็บข้อมูลจะต้องกระทำซ้ำถึง 2 ครั้ง

สำหรับสมาร์ทการ์ดแบบคอมบิซึ่งเป็นเทคโนโลยีล่าสุดมีการรวมชิปทั้งสองชุคไว้ด้วยกันเป็นชิปชุคเดียวกันทำให้เพิ่มความสะดวกสำหรับผู้ใช้งานเนื่องจากสามารถติดต่ออ่านหรือแก้ไขข้อมูลภายในชิปโดยมีตัวเลือกทั้งการสื่อสารแบบสัมผัสหรือไร้การสัมผัส นอกจากนี้ยังมีขีดความสามารถในการรักษาความปลอดภัยของข้อมูลไว้อย่างเข้มงวด คาดว่ากลุ่มธุรกิจธนาคารและขนส่งมวลชนขนาดใหญ่จะเป็นเป็นกลุ่มเป้าหมายของสมาร์ทการ์ดประเภทนี้

2.1.8 สมาร์ทการ์ดมีข้อดีหลายประการที่ควรกล่าวถึง คือ

- 1) พิสูจน์แล้วว่ามีความไว้วางใจได้ดีกว่าบัตรที่ใช้แถบแม่เหล็ก
- 2) สามารถเก็บสะสมข้อมูลได้มากกว่าบัตรที่ใช้แถบแม่เหล็กเป็นร้อย ๆ เท่า
- 3) ลดโอกาสที่จะเข้าไปยุ่งเกี่ยวและป้องกันการปลอมแปลงด้วยระบบป้องกันที่ซับซ้อน
- 4) สามารถเปลี่ยนมือและนำกลับมาใช้ใหม่ได้
- 5) ทำหน้าที่ต่าง ๆ ได้มากมาย
- 6) สามารถนำไปใช้ในงานต่าง ๆ ได้อย่างกว้างขวาง เช่น การขนส่ง ธนาคาร และการรักษาสุขภาพ เป็นต้น
- 7) ทำงานด้วยเทคโนโลยีเซมิคอนดักเตอร์ที่มีการพัฒนาอย่างรวดเร็ว

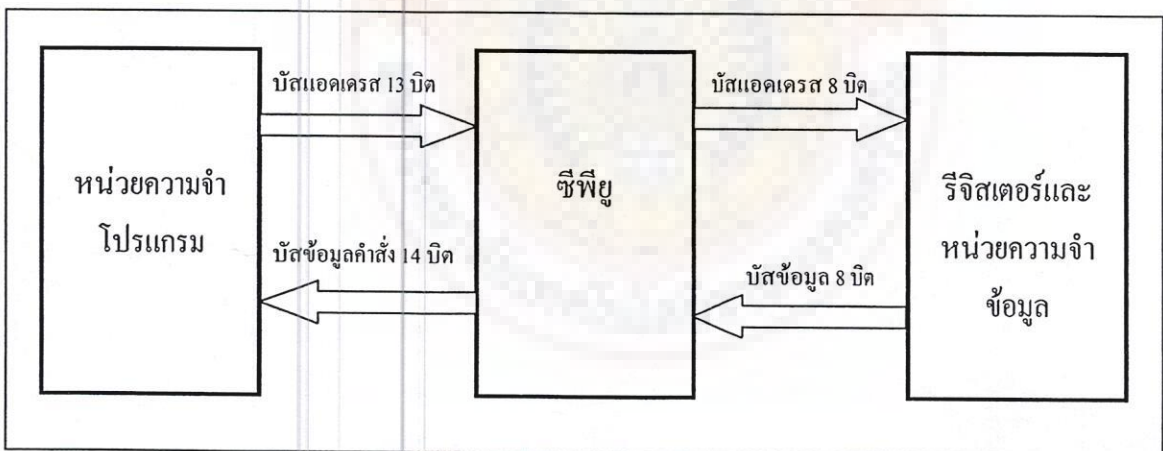
2.2 ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F628

2.2.1 บทนำ

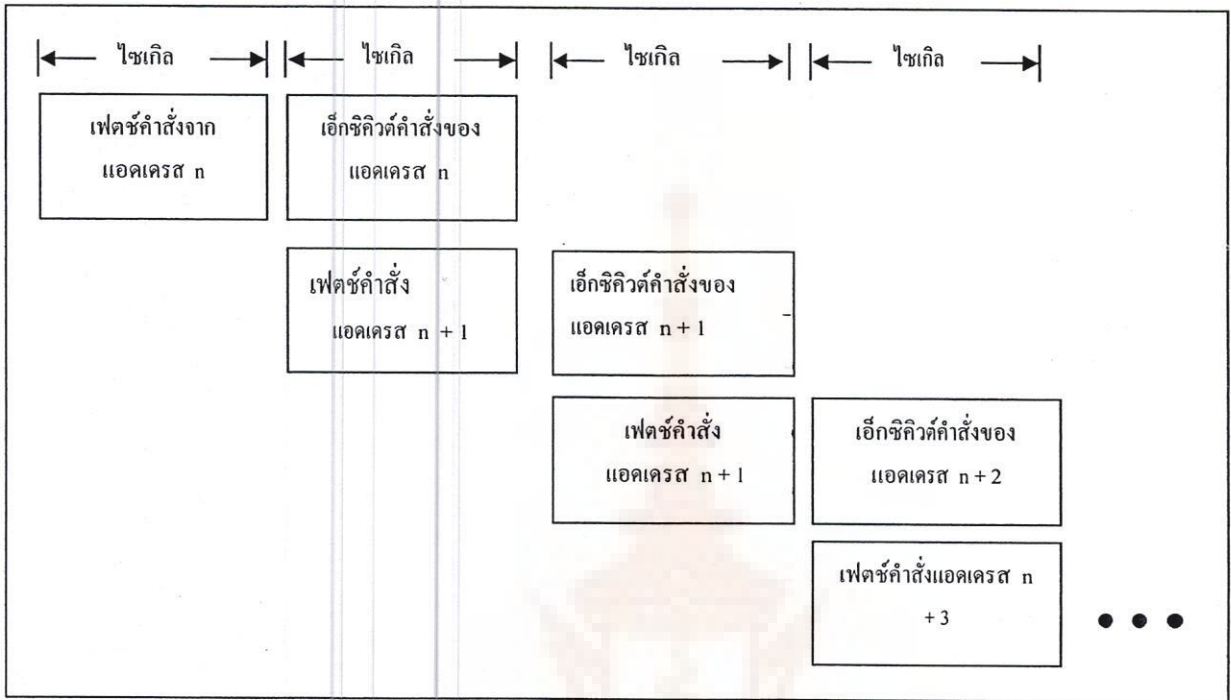
ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล PIC เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ที่สถาปัตยกรรมแบบฮาร์ดแวร์ (Hardware architecture) กล่าวคือ มีการจัดแยกหน่วยความจำโปรแกรมและหน่วยความจำข้อมูลออกจากกัน มีบัสสำหรับติดต่อแยกกันดังแสดงในภาพที่ 2-9 จะเห็นได้ว่าซีพียูภายในไมโครคอนโทรลเลอร์จะติดต่อกับหน่วยความจำโปรแกรมด้วยบัสของแอดเดรส 13 บิต และบัสของข้อมูลหน่วยความจำโปรแกรม 14 บิต ในขณะที่บัสติดต่อหน่วยความจำข้อมูลและรีจิสเตอร์ภายในแบบ 8 บิต

นอกจากการจัดสถาปัตยกรรมแบบนี้แล้วการกระทำคำสั่งทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ยังใช้กระบวนการที่เรียกว่า ไปป์ไลน์ (pipeline) ทำให้สามารถเฟตซ์คำสั่งถัดไป ในขณะที่กำลังเอ็กซีกิวต์คำสั่งปัจจุบัน ส่งผลให้ความเร็วของไมโครคอนโทรลเลอร์เพิ่มขึ้นมากนั่นจึงเป็นที่มาของความสามารถในการกระทำคำสั่ง 1 คำสั่งภายในสัญญาณนาฬิกา 1 ลูก สำหรับกระบวนการไปป์ไลน์แสดงดังภาพที่ 2-7

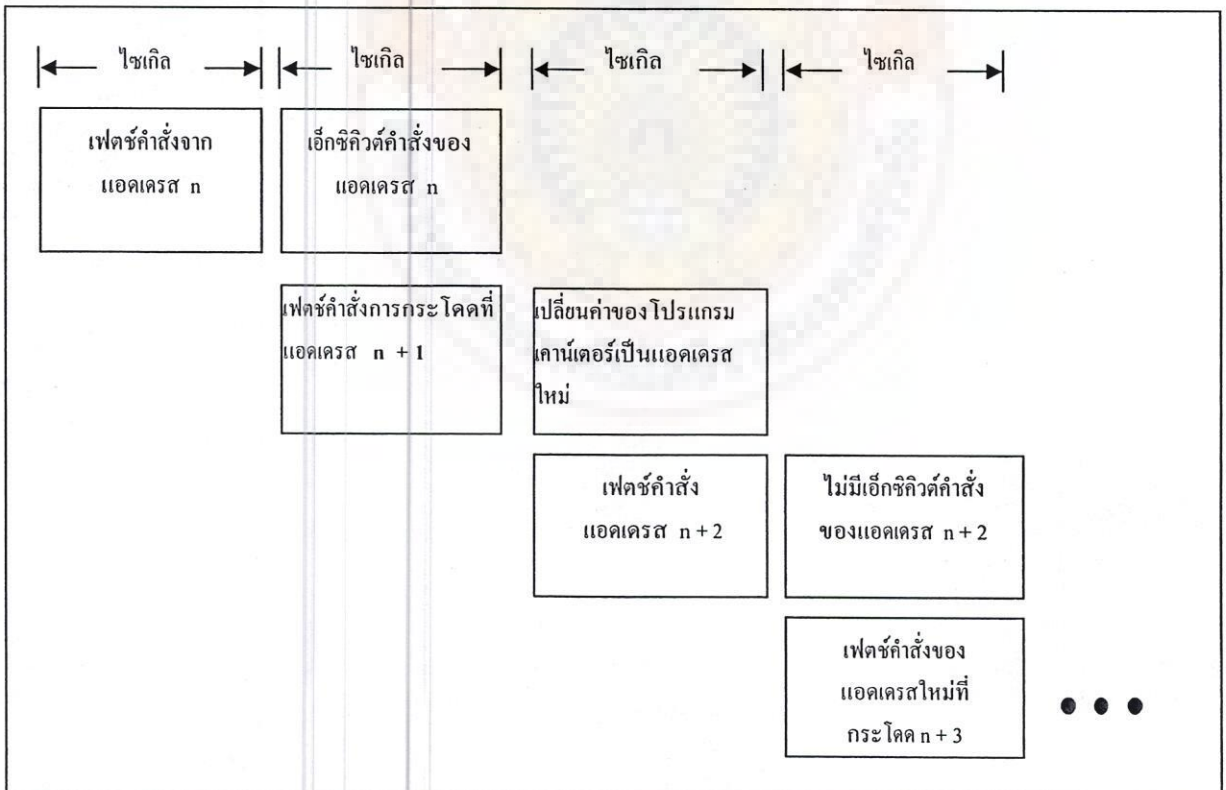
เมื่อเริ่มต้นกระทำคำสั่งที่ 1 ซีพียูจะเฟตซ์คำสั่งจากหน่วยความจำโปรแกรมที่แอดเดรส n จากนั้นทำการเอ็กซีกิวต์ในไซเกิลต่อมาและที่ไซเกิลของการเอ็กซีกิวต์ คำสั่งที่แอดเดรส n นั้นซีพียูก็จะเริ่มต้นเฟตซ์คำสั่งจากแอดเดรส $n + 1$ ทันทีเมื่อเอ็กซีกิวต์คำสั่งที่แอดเดรส $n + 1$ เรียบร้อยซีพียูก็จะสามารถเอ็กซีกิวต์คำสั่งที่แอดเดรส $n + 1$ ต่อเนื่องกันไปได้ทันทีและในทำนองเดียวกันขณะที่กำลังทำการเอ็กซีกิวต์คำสั่งแอดเดรส $n + 1$ ซีพียูก็จะดำเนินการเฟตซ์คำสั่งที่แอดเดรส $n + 2$ ต่อไป



ภาพที่ 2-9 ไลอะแกรมแสดงการทำงานพื้นฐานของไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ใช้สถาปัตยกรรมแบบฮาร์ดแวร์



ภาพที่ 2-10 ไคอะแกรมของกระบวนการไปป์ไลน์ที่ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC



ภาพที่ 2-11 ไคอะแกรมของกระบวนการไปป์ไลน์เมื่อกระทำคำสั่งการกระโดด

แต่ถ้าคำสั่งที่กระทำเป็นคำสั่งการกระโดดจะมีขั้นตอนเพิ่มขึ้นมาดังแสดงในภาพที่ 2-11 เมื่อทำการเอ็ชชีวิคต์คำสั่งที่แอดเดรส n ซีพียูจะทำการเฟตซ์คำสั่งที่แอดเดรส $n + 1$ ปรากฏว่าคำสั่งที่แอดเดรส $n + 1$ นั้นเป็นคำสั่งกระโดด ดังนั้นในไซเกิลถัดไปจึงยังไม่มีกรเอ็ชชีวิคต์ในทันที แต่จะเป็นการเปลี่ยนค่าของโปรแกรมเคาท์เตอร์ซึ่งเป็นรีจิสเตอร์ที่ใช้ในการระบุแอดเดรสถัดไปที่ซีพียูจะไปทำงานในระหว่างที่เกิดการกระโดด ไปยังแอดเดรสใหม่นั้น ซีพียูจะทำการเฟตซ์คำสั่งที่แอดเดรส $n + 2$ ต่อไปตามขั้นตอนปกติแต่ทว่าเมื่อการกระโดดสิ้นสุดลงแอดเดรสของการทำงานเปลี่ยนไปจึงไม่เกิดการเอ็ชชีวิคต์คำสั่งที่แอดเดรส $n + 2$ แต่จะเกิดการเฟตซ์คำสั่งที่แอดเดรสใหม่ที่กระโดดมาแทนจากนั้นจึงเข้าสู่กระบวนการทำงานตามปกติต่อไป

โครงสร้างของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F628 แสดงดังในภาพที่ 2-12 ส่วนประกอบหลักก็จะเหมือนกับไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F84 แต่จะมีส่วนที่เพิ่มเติมเข้ามาพอสมควร ได้แก่ วงจรบราวเอาต์รีเซต (brown-out reset) สำหรับรีเซตซีพียูเมื่อๆ ไฟเลี้ยงลดลงต่ำกว่าที่กำหนด, วงจรโปรแกรมข้อมูลด้วยแรงต่ำ (low - voltage programming), ไทมเมอร์ที่มีมากถึง 3 ตัว, โมดูลเปรียบเทียบแรงดัน, โมดูลเปรียบเทียบแรงดันอะนาลอก 2 ชุด (Analog comparator), วงจรสื่อสารอนุกรม (USART) และโมดูลตรวจจับสัญญาณเปรียบเทียบข้อมูล วงจรสร้างสัญญาณ มอดูเรชั่นทางความกว้างของพัลส์หรือ PWM (CCP: Capture compare pulse-width modulation module)

นอกจากขนาดของหน่วยความจำทั้งส่วนโปรแกรม, ข้อมูล, รีจิสเตอร์ และหน่วยความจำภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F628 ก็มีเพิ่มมากขึ้น การจัดขาของ PIC16F628 แสดงดังภาพที่ 2-12 และตารางที่ 2-1 เป็นรายละเอียดการทำงานในแต่ละขาสัญญาณของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F62x

2.2.2 คุณสมบัติทางเทคนิคของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F628

- ซีพียูเป็นแบบ RISC (Reduce instruction-set computer) มีคำสั่งใช้งานเพียง 35 คำสั่ง
- ความถี่สัญญาณนาฬิกา ตั้งแต่ไฟตรงถึง 20 MHz
- ขนาดหน่วยความจำ 2 กิโลไบต์
- หน่วยความจำแรมข้อมูล 224 ไบต์
- หน่วยความจำข้อมูลอีพรอม 128 ไบต์
- ตอบสนองแหล่งกำเนิดอินเตอร์รัปได้ 10 แหล่ง
- มีสเต็ก 8 ระดับ
- มีวงจรเพาเวอร์ออนรีเซต (POR) เพาเวอร์อัปไทมเมอร์ (PWRT) และออสซิลเลเตอร์

สตาร์ทอัปไทมเมอร์ (OST)

- มีวอตช์ด็อกไทมเมอร์ (WDT) ที่มีวงจรรอสซิลเลเตอร์ในตัว
- เลือกป้องกันข้อมูลทั้งในหน่วยความจำโปรแกรมและหน่วยความจำข้อมูล
- เลือกใช้วงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกาได้ 6 โหมดหลัก
 1. โหมด EC ใช้สัญญาณนาฬิกาจากภายนอก
 2. โหมด ER ใช้ตัวต้านทานภายนอก
 3. โหมด INTRC ใช้วงจร RC ภายในไมโครคอนโทรลเลอร์มี 2 ความถี่ให้เลือก
 4. โหมด LP ใช้คริสตอลพลังงานต่ำ ความถี่สูงสุดไม่เกิน 200kHz
 5. โหมด LP ใช้คริสตอล ความถี่ตั้งแต่ 100kHz สูงสุดไม่เกิน 4 MHz
 6. โหมด LP ใช้คริสตอลความถี่สูงสุดไม่เกิน 20MHz
- สามารถโปรแกรมโดยใช้แรงดัน + 5 V ได้
- สามารถโปรแกรมในวงจรได้
- ไฟเลี้ยง +3 ถึง + 5.5 V
- กระแสซิงก์และซอร์สของพอร์ต 25mA
- ขาพอร์ตปกติ 15 บิต สูงสุด 16 บิต เมื่อทำงานในโหมด INTRC และกำหนดให้

MCLR เป็นพอร์ตอินพุท

- ไทมเมอร์ 3 ตัว (ไทมเมอร์ 0, ไทมเมอร์ 1, ไทมเมอร์ 2)
- มีโมดูล CCP (Capture/Compare/PWM) 1 ชุด
- มีโมดูลเปรียบเทียบแรงดันอะนาล็อก 2 ชุด
- มีโมดูลสร้างแรงดันอ้างอิง
- มีโมดูลสื่อสารข้อมูลอนุกรม USART
- มีวงจรตรวจจับระดับแรงดันไฟเลี้ยงเพื่อสร้างสัญญาณรีเซ็ตซีพียู
- การใช้กำลังงานในกรณีไม่ขับโหลดน้อยกว่า 2 mA ที่ + 5V และสัญญาณ

นาฬิกา 4 MHz , 15 μ A ที่ + 3V และสัญญาณนาฬิกา 32 kHz

ตารางที่ 2-1 แสดงรายละเอียดทั้งหมดของขาต่อใช้งานของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F628

ชื่อขา	ตำแหน่งขา	ชนิดของขา	ชนิดของวงจรบัฟเฟอร์	รายละเอียดการทำงาน
Vdd	14	อินพุต	-	- ขาต่อไฟเลี้ยงบวก ตั้งแต่ 3 - 5.5 โวลต์
Vss	5	อินพุต	-	- ขาต่อกราวด์
ขาพอร์ต A เป็นขาพอร์ต 2 ทิศทาง				
RA0/AN0	17	อินพุต/ เอาต์พุต	ชมิตต์ทริกเกอร์	- ขาพอร์ต RA0 - อินพุตเปรียบเทียบแรงดันอะนาล็อกช่อง 0
RA1/AN1	18	อินพุต/ เอาต์พุต	ชมิตต์ทริกเกอร์	- ขาพอร์ต RA1 - อินพุตเปรียบเทียบแรงดันอะนาล็อกช่อง 1
RA2/AN2/VREF	1	อินพุต/ เอาต์พุต	ชมิตต์ทริกเกอร์	- ขาพอร์ต RA2 - อินพุตเปรียบเทียบแรงดันอะนาล็อกช่อง 2 - เอาต์พุตแรงดันอ้างอิง
RA3/AN3/CMP1	2	อินพุต/ เอาต์พุต	ชมิตต์ทริกเกอร์	- ขาพอร์ต RA3 - อินพุตเปรียบเทียบแรงดันอะนาล็อกช่อง 3 - เอาต์พุตเปรียบเทียบแรงดันอะนาล็อกช่อง 1
RA4/TOCKI/ CMP2	3	อินพุต/ เอาต์พุต	ชมิตต์ทริกเกอร์	- ขาพอร์ต RA4 กรณีใช้งานเป็นเอาต์พุตจะมีโครงสร้างเป็นแบบเบรคเปิด - สัญญาณนาฬิกาของ ไทมเมอร์ 0 - เอาต์พุตเปรียบเทียบแรงดันอะนาล็อกช่อง 2
RA5/MCLR/THV	4	อินพุต	ชมิตต์ทริกเกอร์	- ขาพอร์ตอินพุต RA5 - ขารีสตาร์ทหลัก - อินพุตรับแรงดันสูงสำหรับการ โปรแกรม
RA6/OSC2/ CLKOUT	15	อินพุต/ เอาต์พุต	ชมิตต์ทริกเกอร์	- ขาพอร์ต RA6 เมื่อทำงานในโหมด INTRC - เอาต์พุตสัญญาณนาฬิกาหลักเมื่อทำงานในโหมด ER มีความถี่เท่า $\frac{1}{4}$ ของความถี่ที่ขา OSC1 - ขาต่อคริสตอลเมื่อทำงานในโหมด LP , XT และ HS

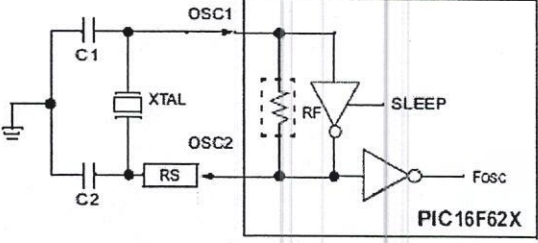
ตารางที่ 2-1 แสดงรายละเอียดทั้งหมดของขาต่อใช้งานของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F628 (ต่อ)

ชื่อขา	ตำแหน่งขา	ชนิดของขา	ชนิดของวงจรบัฟเฟอร์	รายละเอียดการทำงาน
RA7/OSC1/CLKIN	16	อินพุต/เอาต์พุต	ซมิตต์ทริกเกอร์	<ul style="list-style-type: none"> - ขาพอร์ต RA7 เมื่อทำงานในโหมด INTRC - เอาต์พุตสัญญาณนาฬิกาหลักเมื่อทำงานในโหมด EC - ต่อตัวต้านทานเพื่อกำหนดค่าในโหมด ER - ขาคอคริสตอลเมื่อทำงานในโหมด LP ,XT และHS
ขาพอร์ต B เป็นขาพอร์ต 2 ทิศทาง สามารถกำหนดให้ต่อตัวต้านทานพูลอัปภายในเมื่อทำงานเป็นอินพุตได้ทางซอฟต์แวร์				
RB0/INT	6	อินพุต/เอาต์พุต	ทีทีแอล/ซมิตต์ทริกเกอร์ ⁽¹⁾	<ul style="list-style-type: none"> - ขาพอร์ต RB0 - อินพุตรับสัญญาณอินเทอร์รัปต์จากภายนอก
RB1/RxD/DT	7	อินพุต/เอาต์พุต	ทีทีแอล/ซมิตต์ทริกเกอร์ ⁽³⁾	<ul style="list-style-type: none"> - ขาพอร์ต RB1 - ขารับข้อมูลของวงจรสื่อสารข้อมูลอนุกรม USART - ขาคอสัญญาณข้อมูลซิงโครนัส
RB2/TxD/CK	8	อินพุต/เอาต์พุต	ทีทีแอล/ซมิตต์ทริกเกอร์ ⁽³⁾	<ul style="list-style-type: none"> - ขาพอร์ต RB2 - ขาส่งข้อมูลของวงจรสื่อสารข้อมูลอนุกรม USART - ขาคอสัญญาณนาฬิกาซิงโครนัส
RB3/CCP1	9	อินพุต/เอาต์พุต	ทีทีแอล/ซมิตต์ทริกเกอร์ ⁽⁴⁾	<ul style="list-style-type: none"> - ขาพอร์ต RB3 - ขาอินพุต/เอาต์พุตของ โมดูล CCP
RB4/PGM	10	อินพุต/เอาต์พุต	ทีทีแอล/ซมิตต์ทริกเกอร์ ⁽⁵⁾	<ul style="list-style-type: none"> - ขาพอร์ต RB4 - สามารถกำเนิดสัญญาณอินเทอร์รัปต์ขึ้นเนื่องมาจากมีการเปลี่ยนแปลงลอจิกที่ขาในกรณีเอ็นเอเบิลไว้ - ป้อนสัญญาณกระตุ้นให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ทำงาน (wake – up) กรณีอยู่ในโหมดประหยัดพลังงาน (Sleep) - อินพุตรับแรงดัน + 5 โวลต์ ในกรณีที่ต้องการโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์ด้วยแรงดันต่ำ เมื่อเลือกการโปรแกรมแบบนี้ การเกิดสัญญาณอินเทอร์รัปต์ขึ้นเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงลอจิกที่ขาจะถูกดีสเอเบิล

ตารางที่ 2-1 แสดงรายละเอียดทั้งหมดของขาต่อใช้งานของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F628 (ต่อ)

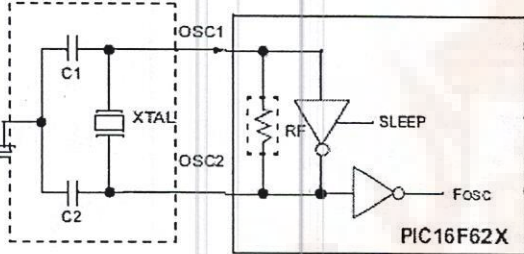
ชื่อขา	ตำแหน่งขา	ชนิดของขา	ชนิดของวงจรบัฟเฟอร์	รายละเอียดการทำงาน
RB5	11	อินพุต/ เอาต์พุต	ทีทีแอล	- ขาพอร์ต RB5 - สามารถกำเนิดสัญญาณอินเทอร์รัปต์ขึ้นเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงลอจิกที่ขาในกรณีเอ็นเอเบิลไว้ - ป้อนสัญญาณกระตุ้นให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ทำงาน (wake – up) กรณีอยู่ในโหมดประหยัดพลังงาน (Sleep)
RB6/T1OSO/ T1CKI/PGC	12	อินพุต/ เอาต์พุต	ทีทีแอล/ชนิดตรีเกออร์ ⁽²⁾	- ขาพอร์ต RB6 - สามารถกำเนิดสัญญาณอินเทอร์รัปต์ขึ้นเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงลอจิกที่ขาในกรณีเอ็นเอเบิลไว้ - ป้อนสัญญาณกระตุ้นให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ทำงาน (wake – up) กรณีอยู่ในโหมดประหยัดพลังงาน (Sleep) - ขาสัญญาณนาฬิกาของโปรแกรม - ขาเอาต์พุตสัญญาณออสซิลเลเตอร์ของไทมเมอร์ 1 - อินพุตรับสัญญาณนาฬิกาสำหรับไทมเมอร์ 1
RB7/T1OS/ PGD	13	อินพุต/ เอาต์พุต	ทีทีแอล/ชนิดตรีเกออร์ ⁽²⁾	- ขาพอร์ต RB7 - สามารถกำเนิดสัญญาณอินเทอร์รัปต์ขึ้นเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงลอจิกที่ขาในกรณีเอ็นเอเบิลไว้ - ป้อนสัญญาณกระตุ้นให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ทำงาน (wake – up) กรณีอยู่ในโหมดประหยัดพลังงาน (Sleep) - ขาสัญญาณข้อมูลของโปรแกรม - ขาอินพุตสัญญาณออสซิลเลเตอร์ของไทมเมอร์ 1
หมายเหตุ	<p>(1) อินพุตของวงจรบัฟเฟอร์จะเป็นแบบชนิดตรีเกออร์ เมื่อใช้งานเป็นขาอินพุตรับสัญญาณจากภายนอก</p> <p>(2) อินพุตของวงจรบัฟเฟอร์จะเป็นแบบชนิดตรีเกออร์ เมื่อทำงานในโหมดโปรแกรมข้อมูลอนุกรม</p> <p>(3) อินพุตเอาต์พุตของวงจรบัฟเฟอร์จะเป็นแบบชนิดตรีเกออร์ เมื่อกำหนดให้ทำงานในโหมดสื่อสารข้อมูลอนุกรม</p> <p>(4) อินพุตเอาต์พุตของวงจรบัฟเฟอร์จะเป็นแบบชนิดตรีเกออร์ เมื่อกำหนดให้ทำงานในโหมด CCP</p> <p>(5) อินพุตของวงจรบัฟเฟอร์จะเป็นแบบชนิดตรีเกออร์ เมื่อทำงานในโหมดโปรแกรมด้วยแรงดันต่ำ (Low voltage programming)</p>			

2.2.3 โหมดสัญญาณนาฬิกา



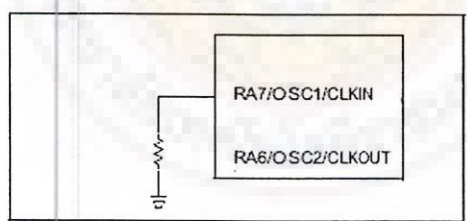
Mode	Freq	OSC1(C1)	OSC2(C2)
LP	32 kHz	68 - 100 pF	68 - 100 pF
	200 kHz	15 - 30 pF	15 - 30 pF
XT	100 kHz	68 - 150 pF	150 - 200 pF
	2 MHz	15 - 30 pF	15 - 30 pF
	4 MHz	15 - 30 pF	15 - 30 pF
HS	8 MHz	15 - 30 pF	15 - 30 pF
	10 MHz	15 - 30 pF	15 - 30 pF
	20 MHz	15 - 30 pF	15 - 30 pF

ก. กรณีใช้คริสตอล



ข. กรณีใช้เซรามิกเรโซเนเตอร์แบบมีตัวเก็บประจุภายใน

ภาพที่ 2-13 แสดงการต่อคริสตอลหรือเซรามิกเรโซเนเตอร์เพื่อสร้างสัญญาณนาฬิกาให้แก่ PIC16F628



ภาพที่ 2-14 การต่อตัวต้านทานภายนอกเพื่อกำหนดความถี่ในโหมดสัญญาณ ER

PIC16F628 สามารถเลือกโหมดของสัญญาณได้มากถึง 6 โหมดหลัก 8 โหมดย่อยซึ่งในการทำงานจะต้องเลือกโหมดใดโหมดหนึ่งสามารถสรุปเพื่อแยกได้เป็น 3 กลุ่ม

1) กลุ่มคริสตอลหรือเซรามิกเรโซเนเตอร์ ซึ่งมีด้วยกัน 3 โหมดคือ LP, XT และ HS โดยมีการต่อคริสตอลและตัวเก็บประจุเพิ่มเติมอีก 2 ตัวในกรณีที่ใช้คริสตอล แต่ถ้าใช้กับเซรามิก เรโซเนเตอร์แบบที่มีตัวเก็บประจุอยู่ภายในสามารถตัดตัวเก็บประจุออกไปได้อีก 2 ตัวดังใน ภาพที่ 2-10

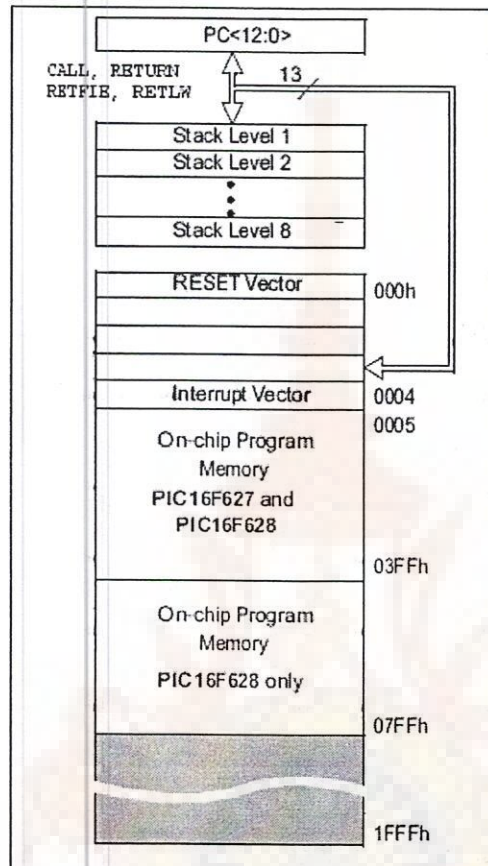
2) โหมด INTRC จะมีด้วยกัน 2 โหมดให้ใช้งานแตกต่างกันที่การทำงานของขา RA6/OSC2/CLKOUT โดยในโหมด INTRC (100) จะกำหนดให้เป็นขาพอร์ตอินพุต/เอาต์พุต ส่วนโหมด INTRC (101) จะกำหนดให้ขา RA6 เป็นเอาต์พุตของสัญญาณนาฬิกา CLKOUT ซึ่งมีความถี่เท่ากับ 1/4 ของความถี่สัญญาณนาฬิกาหลักสำหรับความถี่ของสัญญาณนาฬิกาหลักในโหมดนี้เลือกได้

3) กลุ่มสัญญาณนาฬิกาจากภายนอกมีด้วยกัน 3 โหมดคือ ER (2 โหมด) และ EC ในโหมด ER กำหนดความถี่ได้ 2 ค่า ก็จะต้องต่อตัวต้านทานพูลดาวน์ภายนอกที่ขา RA7/OSC1/CLKIN ดังในภาพที่ 2-13 โดยตัวต้านทานนี้จะเป็นตัวกำหนดค่าสัญญาณนาฬิกาเมื่อเลือกโหมด 4MHz หากค่าความต้านทานเปลี่ยนไปความถี่ก็จะเปลี่ยนแปลงตาม โดยอยู่ในช่วง 37kHz - 4MHz แต่ถ้าเลือกโหมด 37kHz การเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานภายนอกจะไม่มีผลต่อความถี่ค่าความต้านทานที่เหมาะสมอยู่ในช่วง 38k Ω - 1M Ω

2.2.4 การจัดสรรหน่วยความจำโปรแกรม

หน่วยความจำโปรแกรม (Program memory) เป็นส่วนที่สำคัญมากต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ เพราะเป็นที่เก็บข้อมูลทั้งหมดซึ่งใช้ในการกำหนดให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ทำงานหน่วยความจำโปรแกรมของ PIC16F628 เป็นแบบแฟลช (Flash memory) ทำให้สามารถลบและเขียนใหม่ได้นับพันครั้งแต่อย่างไรก็ตามโดยปกติหน่วยความจำโปรแกรมหลังจากที่ทำการเขียนในขั้นตอนของการโปรแกรมแล้วก็จะมิไว้สำหรับการอ่านออกมาได้เพียงทางเดียว

PIC16F62x มีโปรแกรมแอดเรสขนาด 13 บิต เพื่อกำหนดการเข้าถึงหน่วยความจำโปรแกรม โดยใน PIC16F628 มีขนาด 2K x 14 บิต การจัดสรรหน่วยความจำของ PIC16F628 แสดงดังภาพที่ 2-15



ภาพที่ 2-15 การจัดสรรหน่วยความจำของ PIC16F628

2.2.5 การจัดสรรหน่วยความจำข้อมูล

มีการจัดสรรพื้นที่ของหน่วยความจำข้อมูลแรมออกเป็น 4 ช่วง แต่ละช่วงเรียกว่า แบนก์ แต่ละแบนก์มีขนาดสูงสุด 128 ไบต์ แต่จะมีการใช้งานแต่ละแบนก์แตกต่างกันดังภาพที่ 2-16 โดยในแต่ละแบนก์มีการจัดสรรพื้นที่ดังนี้

แบนก์ 0 มีช่วงแอดเดรส 0x00 – 0x7F

แอดเดรส 0x00 – 0x1F เป็นพื้นที่ของรีจิสเตอร์ไฟล์

แอดเดรส 0x20 – 0x7F เป็นพื้นที่หน่วยความจำข้อมูลสำหรับใช้งานทั่วไป 96 ไบต์

แบนก์ 1 มีช่วงแอดเดรส 0x80 – 0xFF

แอดเดรส 0x80 – 0x9F เป็นพื้นที่ของรีจิสเตอร์ไฟล์

แอดเดรส 0xA0 – 0xEF เป็นพื้นที่หน่วยความจำข้อมูลสำหรับใช้งานทั่วไป 80 ไบต์

แอดเดรส 0xF0 – 0xFF บรรจุข้อมูลเหมือนในแอดเดรส 0x70 – 0x7F ในแบงก์ 0 เพื่อให้สามารถใช้ข้อมูลจากแอดเดรส 0x70 – 0x7F ได้ง่ายโดยไม่ต้องเปลี่ยนแบงก์

แบงก์ 2 มีช่วงแอดเดรส 0x100 – 0x17F

แอดเดรส 0x100 – 0x10F เป็นพื้นที่ของรีจิสเตอร์ไฟล์

แอดเดรส 0x100 – 0x11F ไม่มีการใช้งาน

แอดเดรส 0x120 – 0x14F เป็นพื้นที่หน่วยความจำข้อมูลสำหรับใช้งานทั่วไป 80

ไบต์

แอดเดรส 0x150 – 0x16F ไม่มีการใช้งาน

แอดเดรส 0x170 – 0x17F บรรจุข้อมูลเหมือนในแอดเดรส 0x70 – 0x7F ในแบงก์ 0 เพื่อให้สามารถใช้ข้อมูลจากแอดเดรส 0x70 – 0x7F ได้ง่ายโดยไม่ต้องเปลี่ยนแบงก์

แบงก์ 3 มีช่วงแอดเดรส 0x180 – 0x1FF

แอดเดรส 0x180 – 0x18B เป็นพื้นที่ของรีจิสเตอร์ไฟล์

แอดเดรส 0x18C – 0x1EF ไม่มีการใช้งาน

แอดเดรส 0x1F0 – 0x1FF บรรจุข้อมูลเหมือนในแอดเดรส 0x70 – 0x7F ในแบงก์ 0 เพื่อให้สามารถใช้ข้อมูลจากแอดเดรส 0x70 – 0x7F ได้ง่ายโดยไม่ต้องเปลี่ยนแบงก์

						File Address	
Indirect addr. ⁽¹⁾	00h	Indirect addr. ⁽¹⁾	80h	Indirect addr. ⁽¹⁾	100h	Indirect addr. ⁽¹⁾	180h
TMR0	01h	OPTION	81h	TMR0	101h	OPTION	181h
PCL	02h	PCL	82h	PCL	102h	PCL	182h
STATUS	03h	STATUS	83h	STATUS	103h	STATUS	183h
FSR	04h	FSR	84h	FSR	104h	FSR	184h
PORTA	05h	TRISA	85h		105h		185h
PORTB	06h	TRISB	86h	PORTB	106h	TRISB	186h
	07h		87h		107h		187h
	08h		88h		108h		188h
	09h		89h		109h		189h
PCLATH	0Ah	PCLATH	8Ah	PCLATH	10Ah	PCLATH	18Ah
INTCON	0Bh	INTCON	8Bh	INTCON	10Bh	INTCON	18Bh
PIR1	0Ch	PIE1	8Ch		10Ch		18Ch
	0Dh		8Dh		10Dh		18Dh
TMR1L	0Eh	PCON	8Eh		10Eh		18Eh
TMR1H	0Fh		8Fh		10Fh		18Fh
T1CON	10h		90h				
TMR2	11h		91h				
T2CON	12h	PR2	92h				
	13h		93h				
	14h		94h				
CCPR1L	15h		95h				
CCPR1H	16h		96h				
CCP1CON	17h		97h				
RCSTA	18h	TXSTA	98h				
TXREG	19h	SPBRG	99h				
RCREG	1Ah	EEDATA	9Ah				
	1Bh	EEADR	9Bh				
	1Ch	EECON1	9Ch				
	1Dh	EECON2 ⁽¹⁾	9Dh				
	1Eh		9Eh				
CMCON	1Fh	VRCON	9Fh				
	20h		A0h	General Purpose Register 48 Bytes	11Fh		
General Purpose Register 80 Bytes		General Purpose Register 80 Bytes			120h		
					14Fh		
					150h		
	6Fh		EFh		16Fh		1EFh
16 Bytes	70h	accesses 70h-7Fh	F0h	accesses 70h-7Fh	170h	accesses 70h-7Fh	1F0h
	7Fh		FFh		17Fh		1FFh
Bank 0		Bank 1		Bank 2		Bank 3	

Unimplemented data memory locations, read as '0'.
Note 1: Not a physical register.

ภาพที่ 2-16 การจัดสรรหน่วยความจำข้อมูลแรมและตำแหน่งของรีจิสเตอร์ทั้งหมดของ

PIC16F628

2.3 ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูลPIC เบอร์16F877

2.3.1 คุณสมบัติของ PIC 16F877

1. มีคำสั่งใช้งาน 35 คำสั่ง
2. คำสั่งหนึ่งๆใช้เวลาทำงาน 1 ถึง 2 Cycle
3. ทำงานได้สูงสุดที่ 20MHz
4. ทำงานแบบ Pipe-line ทำให้ ณ เวลาหนึ่งทำงาน 2 อย่างพร้อมๆกันได้
5. หน่วยความจำโปรแกรมเป็นแบบ Flash มีขนาด 8KWord (1 word=14 บิต)
6. มี RAM ขนาด 368 ไบต์
7. มี EEPROM ขนาด 256 ไบต์
8. ตอบสนองกับอินเตอร์รัพท์ได้ทั้งหมด 14 แหล่ง
9. มี Stack ให้ใช้ได้สูงสุด 8 ระดับ
10. มีระบบ Power On Reset, Power Up Timer, Oscillator Start-up timer
11. Watchdog timer
12. มีระบบ Code Protection
13. มีโหมดประหยัดพลังงาน
14. สัญญาณนาฬิกา มีหลายโหมดให้เลือกใช้งาน คือ อาจจะใช้ XTAL หรือ วงจร RC ก็ได้
15. สามารถโปรแกรมด้วยไฟ +5VDC ได้
16. ใช้การโปรแกรมแบบ In-Circuit Serial Programming
17. ทำงานที่ไฟเลี้ยง 2VDC ถึง 5.5VDC
18. Current Sink และ Current Source อยู่ที่ 25 mA
19. มี Timer/Counter 3 ตัว
20. มีโมดูล Capture/Compare/PWM อีก 2 ชุด
21. มี A-TO-D Converter แบบ 10 บิต จำนวน 8 ช่อง
22. มีระบบ USART สำหรับต่อกับ การสื่อสารแบบ RS232
23. มีระบบตรวจระดับไปเลี้ยง (Brown-out reset)
24. มี I/O พอร์ตทั้งหมด 5 พอร์ต

2.3.2 การจัดขาของ PIC 16F877



ภาพที่ 2-17 การจัดขาและคุณสมบัติทางเทคนิคของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC 16F877

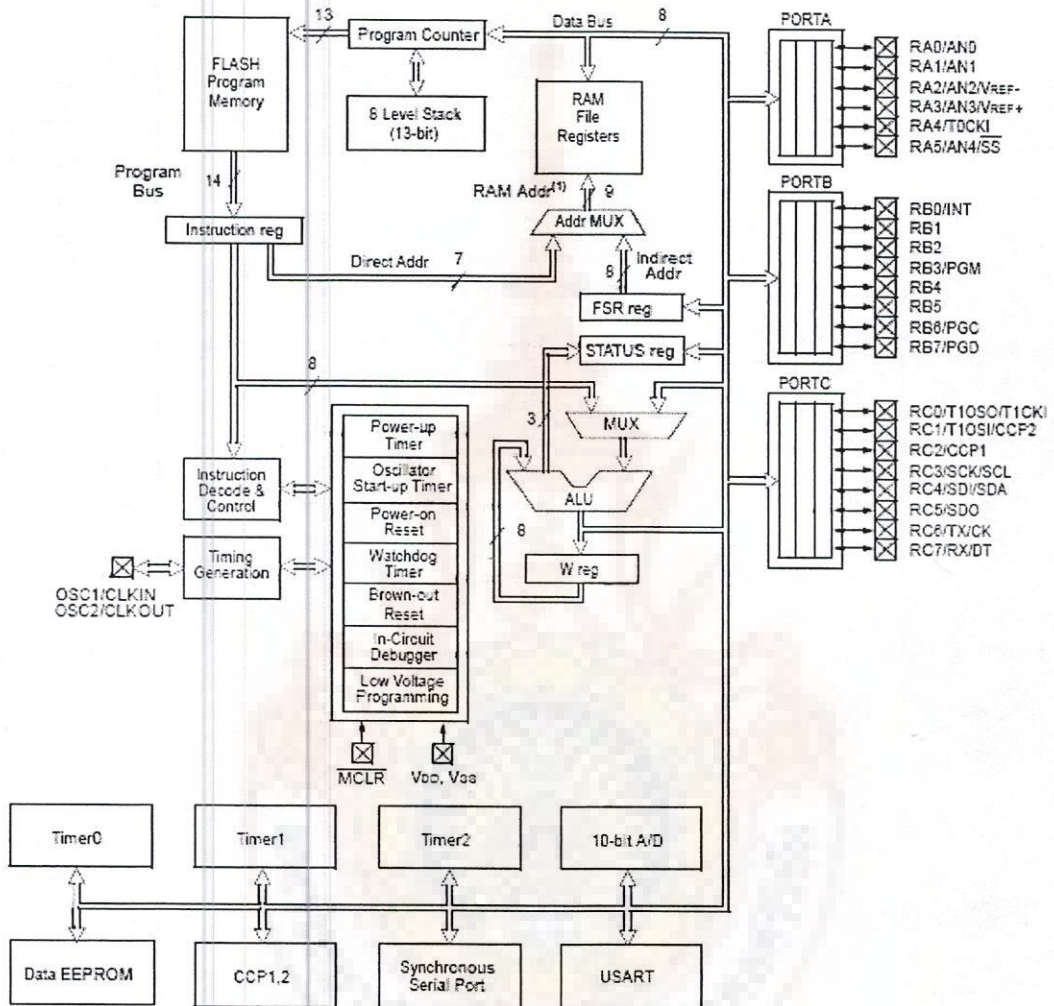
2.3.3 สัญญาณนาฬิกา

PIC จะใช้สัญญาณนาฬิกา โดยมองเป็นลักษณะของวงรอบ (Cycle) ซึ่งระบุเอาไว้ว่า 1 คำสั่งนั้นจะประกอบไปด้วย 1-2 วงรอบ โดยแต่ละวงรอบนั้นจะแบ่งเป็น 4 ส่วน คือ Q1, Q2, Q3 และ Q4 ด้วยเหตุนี้ความเร็วโดยรวมของ PIC จึงเท่ากับ ค่าความถี่ของสัญญาณนาฬิกาหารด้วย 4

$$1_{\text{cycle}} = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 = \frac{XTAL}{4}$$

ส่วนรุ่น 18Fxxx นั้นจะมีความสามารถพิเศษคือ สามารถสร้างสัญญาณนาฬิกาเป็น 4 เท่าของ XTAL โดยใช้วงจรเฟสล็อกกลุบ (อยู่ในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์) ด้วยเหตุนี้ถ้าเราใช้ XTAL 10 MHz ความเร็วสูงสุดของชิพจึงเป็น 40MHz ซึ่งถ้าหารด้วย 4 ก็ประมาณได้ว่าทำงานที่ความเร็วประมาณ 10 ล้านคำสั่งต่อวินาที

2.3.4 โครงสร้างภายในของ PIC 16F877



ภาพที่ 2-18 โครงสร้างภายในของ PIC 16F877

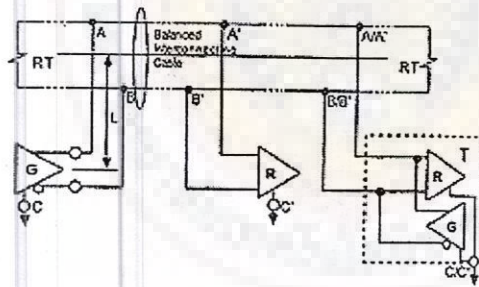
จากผังจะมี Register สำคัญๆ คือ W ซึ่งเป็น Register ที่ใช้ในการทำเป็น Input ให้กับ ALU และเป็นตัวเก็บผลลัพธ์จากการทำงานของ ALU, STATUS เป็น Register ที่ใช้เก็บสถานะการทำงานของคำสั่งว่าเมื่อคำสั่งทำงานเสร็จแล้วเกิดอะไรขึ้นบ้าง ซึ่งมีประโยชน์ในการเขียนโปรแกรมแบบมีเงื่อนไข, PC หรือ Program Counter เป็น Register อีกตัวหนึ่งที่มีความสำคัญเนื่องจากใช้สำหรับเป็นตัวชี้ว่าคำสั่งที่จะนำมาประมวลผลนั้นอยู่ ณ ตำแหน่งใดในหน่วยความจำ

2.4 การสื่อสารข้อมูลผ่านมาตรฐานการสื่อสารข้อมูลผ่าน RS-485

RS-485 เป็นมาตรฐานการสื่อสารข้อมูลแบบสมดุล ที่ได้พัฒนาจากมาตรฐาน RS-422 เพื่อให้ตัวรับส่งมีจำนวนมากขึ้น สามารถใช้คู่สายรับส่งรวมกันได้ (Multipoint Multiple Driver and Receiver) ซึ่งในกรณีของ RS-422 มีคู่สายสัญญาณรับส่ง 1 คู่ จะมีตัวรับได้ไม่เกิน 1 ชุด และมีตัวส่งได้ 1 ชุด แต่ในกรณีของ RS-485 สามารถใช้ตัวรับ 32 ชุด และตัวส่ง 32 ชุด รวมกันได้ภายในคู่สายสัญญาณ 1 คู่โดยทั่วไป RS-485 มีคุณลักษณะเฉพาะของไฟฟ้าตัวรับและตัวส่งคล้ายตัวรับ RS-422 และไม่จำกัดรูปแบบข้อมูลที่จะนำมาใช้งานกับระบบที่พัฒนาขึ้น โดยขึ้นอยู่กับผู้พัฒนาว่าจะเลือกใช้ข้อมูลแบบไหน นอกจากนี้ ตัวรับและตัวส่งมีราคาถูกทำให้ RS-485 ถูกนำมาประยุกต์ใช้งานในระบบสื่อสารแบบอนุกรมแบบโครงข่ายอย่างแพร่หลาย

2.4.1. มาตรฐาน TIA/EIA-485-A

มาตรฐาน TIA/EIA-485-A กำหนดโดยสมาคมอุตสาหกรรมโทรคมนาคม (Telecommunications Industry Association: TIA) เมื่อประมาณเดือนมีนาคม ปี ค.ศ.1998 มีวัตถุประสงค์เพื่อกำหนดคุณสมบัติมาตรฐานของอุปกรณ์ตัวส่งข้อมูลและอุปกรณ์ตัวรับข้อมูล สำหรับใช้ในสื่อสารข้อมูลดิจิทัลระหว่างอุปกรณ์ดิจิทัลหลายตัวที่เชื่อมต่อกันเป็นเครือข่าย (Multi-point Interconnection)



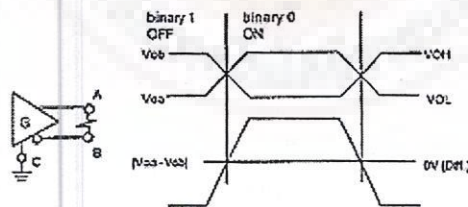
ภาพที่ 2-19 การเชื่อมต่อตัวส่งข้อมูล (G) , ตัวรับข้อมูล (R) และตัวรับ/ส่งข้อมูล (T) ตามมาตรฐานTIA/EIA-485-A

RS-485 ได้รับการออกแบบให้รองรับมาตรฐาน TIA/EIA-485-A จุดเด่นที่สำคัญคือ สามารถเชื่อมต่ออุปกรณ์ได้มากกว่า 2 ตัว (โดยทั่วไปกำหนดอยู่ที่ 32 ตัว) เพื่อทำการสื่อสารข้อมูลร่วมกัน และระยะห่างไกลสุดระหว่างอุปกรณ์ภายในเครือข่ายอยู่ที่ประมาณ 1.2 กิโลเมตร (ขึ้นอยู่กับความสามารถของอุปกรณ์ไอซีที่ทำหน้าที่เป็นตัวขับสัญญาณด้วย ดังจะกล่าวในหัวข้อถัดไป) ด้วย

คุณสมบัติ 2 ข้อนี้ ทำให้มีความเหมาะสมกับการนำไปใช้งานในระบบสื่อสารข้อมูลภายในเครือข่ายไมโครคอนโทรลเลอร์ได้เป็นอย่างดี

สังเกตรูปที่ 2-19 เป็นรูปแผนผังแสดงการเชื่อมต่ออุปกรณ์ต่าง ๆ เข้ากับสายบัสข้อมูลเป็นเครือข่ายอุปกรณ์ภายในรูปที่ 2-19 แทนด้วยสัญลักษณ์สามเหลี่ยมมีจำนวนทั้งหมด 3 ตัว ตัวแรกอยู่ทางด้านซ้าย มีอักษร G อยู่ภายในสามเหลี่ยมหมายถึง อุปกรณ์ตัวนี้ทำหน้าที่เป็นเพียงตัวส่งหรือสร้างข้อมูล (Generator : G) เท่านั้น ไม่สามารถรับข้อมูลได้ อุปกรณ์ตัวที่สองอยู่ตรงกลางรูป ทำหน้าที่เป็นตัวรับข้อมูล (Receiver : R) เพียงอย่างเดียว ส่วนอุปกรณ์ด้านขวาสุดที่ประกอบด้วยสามเหลี่ยม 2 รูป และตัวอักษร R และ G สามารถทำได้ทั้งส่งและรับข้อมูลภายในตัวเดียวกัน เรียกว่า Transceiver อุปกรณ์ทั้งหมดถูกเชื่อมต่อเข้ากับสายไฟฟ้าซึ่งทำหน้าที่เป็นตัวกลางรับส่งข้อมูลหรือบัสข้อมูลมีจำนวน 2 เส้น คือสาย A และสาย B (ควรเลือกสายไฟฟ้าที่มีฉนวนหุ้มภายนอกเพื่อป้องกันสัญญาณรบกวน) โดยที่ปลายทั้ง 2 ด้านของบัสข้อมูลถูกต่อคร่อมด้วยตัวความต้านทาน RT (Termination Resistor) เพื่อป้องกันสัญญาณรบกวนภายนอกที่อาจกระโดดเข้ามาที่ปลายสายได้ หากปล่อยลอยทิ้งไว้ ซึ่งค่าของความต้านทานที่มาตรฐานนี้ระบุไว้คือ 50 โอห์ม

ข้อมูลดิจิทัลที่ถูกส่งจากตัวส่งข้อมูลลงไปบนบัส จะอยู่ในรูปของค่าแตกต่างของแรงดันไฟตรง (DC Voltage Difference) ระหว่างสายสัญญาณ A และ B เมื่อต้องการส่งข้อมูลลอจิก 1 อุปกรณ์ภาคขับสัญญาณข้อมูลจะควบคุมให้แรงดันที่สาย B มีค่าสูงกว่าแรงดันที่สาย A ซึ่งตามมาตรฐานระบุขั้นต่ำไว้ที่ 0.2 โวลต์ ส่วนลอจิก 0 ก็จะเป็นตรงกันข้าม คือ แรงดันสายที่ B จะมีค่าต่ำกว่าแรงดันที่สาย A อย่างน้อย 0.2 โวลต์เช่นกัน



ภาพที่ 2-20 การแปลงค่าข้อมูลบิตกลายเป็นค่าความแตกต่างของระดับแรงดันไฟฟ้าบนบัสข้อมูล A และ B

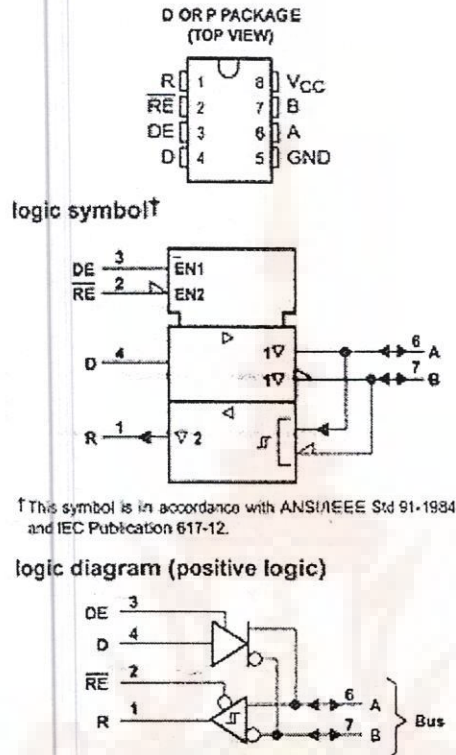
อุปกรณ์ภาคขับสัญญาณข้อมูลที่มีใช้กันทั่วไป ได้รับการออกแบบให้สามารถสร้างค่าแตกต่างทางแรงดันได้มากกว่า 0.2 โวลต์ เพื่อให้สามารถใช้งานได้ที่ระยะห่างไกลมาก ๆ ได้

เพราะการรับส่งข้อมูลที่ระยะทางไกล ๆ นั้น จะมีปัญหาเรื่องแรงดันตกเนื่องจากความต้านทานภายในบัสข้อมูล ดังนั้น อุปกรณ์ขับสัญญาณจะต้องมีความสามารถในการจ่ายกระแสไฟฟ้าผ่านบัสเพื่อให้แรงดันที่ปรากฏอยู่ที่ตัวรับข้อมูลนั้น มีค่าอยู่ที่ระดับที่สามารถจำแนกได้ว่าเป็นสัญญาณข้อมูลลอจิก 0 หรือ ลอจิก 1 ซึ่งก็คือ ต้องไม่ต่ำกว่า 0.2 โวลต์ ผู้เขียนเลือกใช้ไอซีเบอร์ SN75176 (Differential Bus Transceiver) เป็นตัวขับสัญญาณข้อมูล โดยสามารถจ่ายกระแสได้สูงถึง 60 มิลลิแอมป์ ทำให้สามารถใช้กับระยะทางไกลได้

2.4.2 ไอซี SN75176

SN75176 เป็นไอซีขับสัญญาณข้อมูลในระบบบัสแบบผลต่างแรงดัน (Differential Bus Transceiver) ของ TEXAS INSTRUMENTS มีจุดเด่นหลายประการ ดังนี้

- 1) ทั้งรับและส่งข้อมูล (Bi-directional Transceiver)
- 2) รองรับความต้องการของมาตรฐาน TIA/EIA-485-A
- 3) ได้รับการออกแบบให้ทนต่อสัญญาณรบกวน
- 4) ขับกระแสสัญญาณข้อมูลได้สูงสุด 60 มิลลิแอมป์
- 5) กำหนดสถานะรับข้อมูล (Receive Enable) และส่งข้อมูล (Driver Enable) ด้วยขาสัญญาณ 2 ขาแยกเป็นอิสระจากกัน
- 6) มีระบบป้องกันความเสียหายโดยหยุดทำงานหากเกิดสภาวะอุณหภูมิสูงเกินไป (Thermal Shutdown Protection)



ภาพที่ 2-21 แสดงขาต่าง ๆ ของไอซี SN75176 , สัญลักษณ์ทางอจิก , ลอจิกไดอะแกรมของ SN75176

SN75176 มีขาทั้งหมด 8 ขา ประกอบด้วยขาขับแรงดันเลี้ยงวงจรและขากราวด์, ขาที่ต่อกับบัสข้อมูลคือ A และ B, และขาสัญญาณอินพุตเอาต์พุตที่เชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์ 4 ขา จะขอกล่าวถึงเฉพาะขาสัญญาณที่เชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์ ทั้ง 4 ขา ดังนี้

- 1) ขาส่งข้อมูล (D, Driver) จากไมโครคอนโทรลเลอร์ลงไปในบัสข้อมูล
- 2) ขารับข้อมูล (R, Receiver) จากบัสข้อมูลขึ้นมาให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์
- 3) ขา Driver Enable (DE) กำหนดว่า จะอนุญาตให้มีการส่งข้อมูลจากขา D ลงไปในบัสข้อมูลได้หรือไม่
- 4) ขา Receiver Enable (\sim RE) กำหนดว่า จะอนุญาตให้มีการรับข้อมูลจากบัสข้อมูลขึ้นมาให้กับขา R ได้หรือไม่

ตารางที่ 2-2 ตารางแสดงสถานะของเอาต์พุตที่สัมพันธ์กับขาสัญญาณอินพุตต่าง ๆ ทั้งในส่วน
ของภาคส่งข้อมูล (Driver) และภาครับข้อมูล (Receiver)

Function Tables

DRIVER

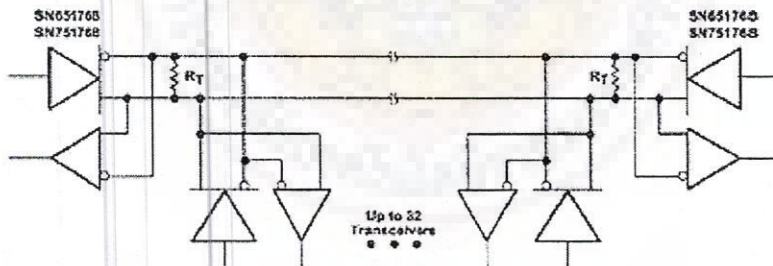
INPUT D	ENABLE DE	OUTPUTS	
		A	B
H	H	H	L
L	H	L	H
X	L	Z	Z

RECEIVER

DIFFERENTIAL INPUTS A - B	ENABLE RE	OUTPUT R
$V_{ID} \geq 0.2 V$	L	H
$-0.2 V < V_{ID} < 0.2 V$	L	?
$V_{ID} \leq -0.2 V$	L	L
X	H	Z
Open	L	H

H = high level, L = low level, ? = indeterminate,
X = irrelevant, Z = high impedance (off)

APPLICATION INFORMATION

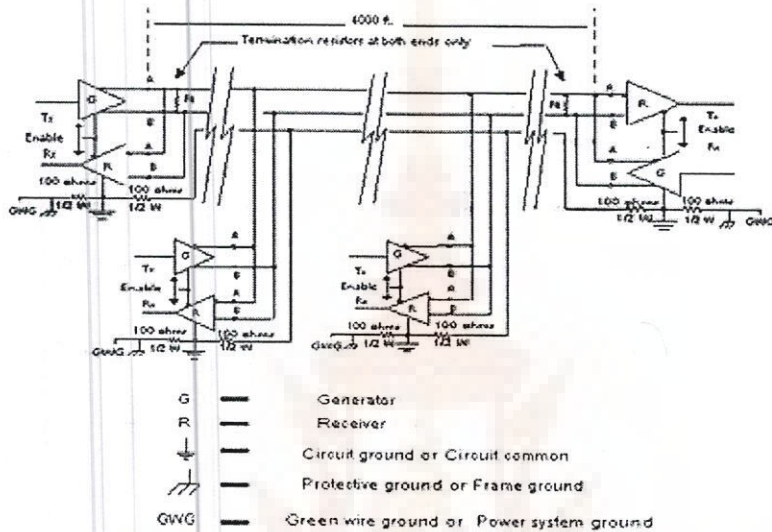


ภาพที่ 2-22 การเชื่อมต่อไอซี SN75176 หลายตัวเข้าด้วยกันเป็นเครือข่าย

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

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

ระบบ RS-485 สามารถทนแรงดันระหว่างสายสัญญาณและสายกราวด์ หรือ Common Mode Voltage หรือ V_{cm} ได้ในช่วง -7 V ถึง +12 V ซึ่งมากกว่าอุปกรณ์ในระบบ RS-422



ภาพที่ 2-23 การต่อ RS-485 ระบบ 2 สาย

2.4.4 คุณลักษณะเฉพาะของตัวส่ง RS-485

- ตัวส่ง 1 ตัว สามารถขับโหลดได้ถึง 32 ชุด (โหลด 1 ชุดประกอบด้วยตัวส่ง 1 ตัว และตัวรับ 1 ตัว) และค่าความต้านทานรวมที่ต่อคร่อมคู่สายสัญญาณมีค่า 60 โอห์ม หรือมากกว่า
- เอาต์พุตของตัวส่งในสถานะออฟมีกระแสรั่วไหลไม่เกิน 100 ไมโครแอมป์ ในช่วงแรงดันไฟฟ้าโหมครระหว่างค่า -7 โวลต์ถึง 7 โวลต์
- เอาต์พุตของตัวส่งให้แรงดันไฟฟ้าเอาต์พุต 1.5 โวลต์ ถึง 5 โวลต์ ในช่วงแรงดันไฟฟ้าโหมครรวมระหว่างค่า -7 โวลต์ถึง 12 โวลต์
- ตัวส่งมีวงจรป้องกันตัวเองที่ส่วนเอาต์พุตในกรณีที่ส่งข้อมูลออกมาพร้อม ๆ กัน
- ค่าความต้านทานที่อินพุตมีค่าสูงโดยมีค่าไม่น้อยกว่า 12 กิโลโอห์ม
- ตัวรับมีค่าแรงดันไฟฟ้าอินพุตโหมครรวมระหว่างค่า -7 โวลต์ ถึง 12 โวลต์
- ตัวรับสามารถตอบสนองต่อสัญญาณที่แตกต่างจากสัญญาณโหมครร่วมได้ +200 มิลลิโวลต์ (น้อยที่สุด)

2.4.5 คุณลักษณะเฉพาะของคู่สายสัญญาณ RS-485

คู่สายสัญญาณรับส่งควรพันสลับกันเป็นเกลียวเพื่อลดทอนสัญญาณรบกวน และระยะทางในการรับส่งของมาตรฐาน RS-485 จะสามารถส่งได้ไกลประมาณ 1.2 กิโลเมตร

2.4.6 ความหมายของยูนิต โหลด (Unit Load,U.L)

เป็นจำนวนมากที่สุดของตัวรับและตัวส่ง ที่สามารถใช้งานบนคู่สายสัญญาณรับส่งหนึ่งคู่ โดยจะขึ้นอยู่กับค่ายูนิตโหลดซึ่ง RS-485 ขอมรับได้ที่ 32 ตัวต่อคู่สายสัญญาณหนึ่งคู่ ค่า 1 U.L ถูกนิยามไว้ดังนี้ (ในกรณีที่มีปัญหามากที่สุด) เป็นโหลดที่ใช้กระแส 1 มิลลิแอมป์ ที่แรงดันไฟฟ้าหมดรวม 12 โวลต์ซึ่งโหลดนี้ประกบด้วยตัวส่ง และตัวรับแต่ไม่รวมค่าความต้านทานที่เกิดจากตัวต้านทานที่ต่อคร่อมคู่สายสัญญาณรับส่ง

2.4.7 คุณสมบัติของคู่ รัับ-ส่ง (Transceivers) RS-485

คู่ตัวรับ-ส่ง (Transceivers) เป็นอุปกรณ์ที่มีทั้งตัวรับ และตัวส่งอยู่ในชิพเดียวกัน เพื่อให้เกิดความสะดวกในการใช้งาน และทำให้ระบบมีขนาดเล็กลงคู่ตัวรับและส่ง ของ RS-485 มีอยู่หลายเบอร์

2.4.8 คุณลักษณะเฉพาะของคู่ตัวรับ - ตัวส่ง (Transceivers)

- ตามมาตรฐานRS-485,RS-422-A,CCITT V.11และX.27

- เอาต์พุตของตัวส่งเป็นแบบ 3 สเตท ยกเว้น SN75179B
- เอาต์พุตของตัวส่งสามารถขับกระแสได้สูง 60 มิลลิแอมป์
- ค่าความต้านทานอินพุตของตัวรับ 20 กิโลโอห์ม(น้อยสุด)
- ตัวรับมีค่าอินพุตไม่เกิน 200 มิลลิโวลต์
- ค่าตัวรับมีค่าอินพุต Hysteresis 50 มิลลิโวลต์
- ใช้ไฟเลี้ยง 5 โวลต์

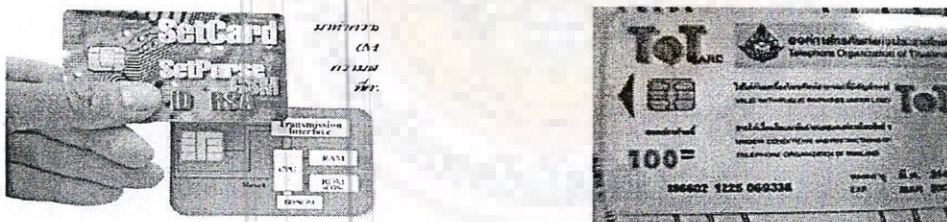
บทที่ 3

ระบบโครงสร้างของโรงงานและฮาร์ดแวร์

3.1 คุณลักษณะของบัตร TOT Card

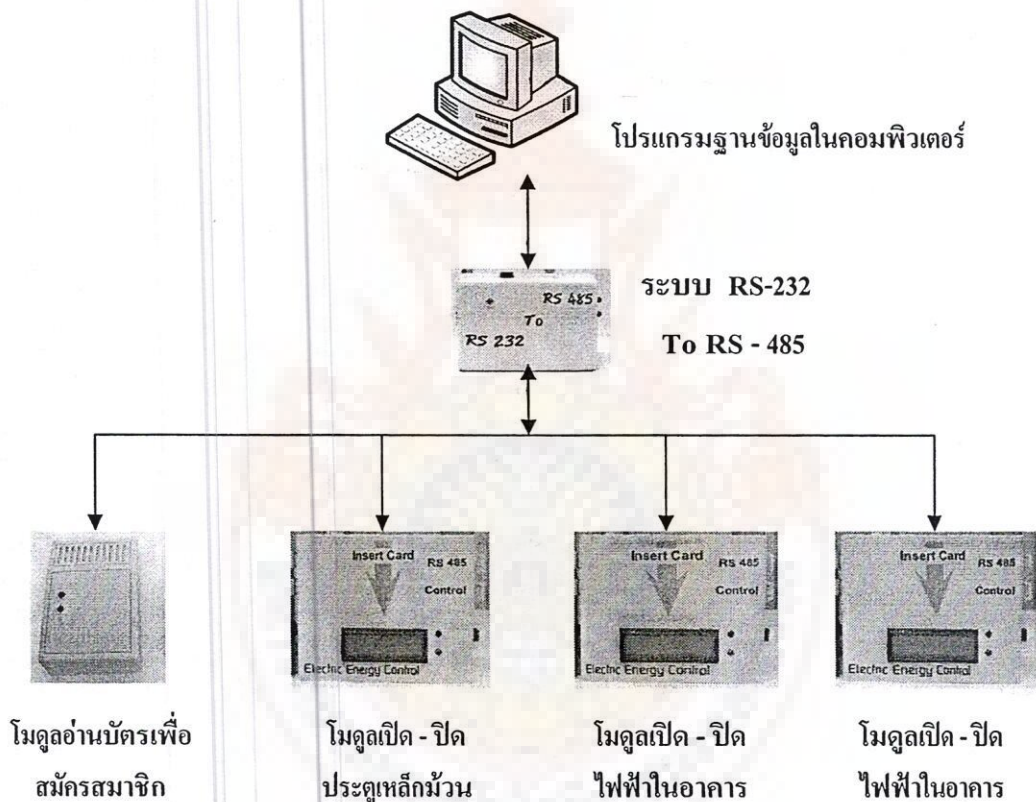
คุณสมบัติของบัตรสมาร์ทการ์ดขององค์การโทรศัพท์ (TOT CARD)

1. เป็นสมาร์ทการ์ดซึ่งเป็นสมาร์ทการ์ดที่นิยมใช้เป็น Debit Card หรือบัตรแทนเงินสด
2. มีหน่วยความจำ แบบ EEPROM มีความจุ 48 ไบต์ ใน 8 ไบต์แรก จะเป็นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการผลิตเช่น รหัสประจำตัวบัตร ส่วนอีก 40 ไบต์ผู้ใช้สามารถกำหนดได้เอง
3. มีการจัดการกับระบบหน่วยความจำ โดยแบ่งออกเป็น ข้อมูล 5 ชุด
 - 1) ข้อมูลชุดที่ 1 มีขนาด 3 ไบต์เป็นข้อมูลของรหัสสินค้าหรือ Factory Code
 - 2) ข้อมูลชุดที่ 2 มีขนาด 5 ไบต์เป็นรหัสประจำตัวบัตร (เป็นเลขรหัสที่อยู่หลังบัตร)
 - 3) ข้อมูลชุดที่ 3 มีขนาด 5 ไบต์เป็นจำนวนเงินที่ยังคงเหลือในบัตร โทรศัพท์
 - 4) ข้อมูลชุดที่ 4 มีขนาด 32 ไบต์เป็นข้อมูลลับของผู้ผลิต
 - 5) ข้อมูลชุดที่ 5 มีขนาด 1 ไบต์เป็นวันหมดอายุของบัตรโดยจะระบุเป็น เดือน ปี
4. มีการบันทึกข้อมูลในรูปของ Unit Counter นั่นคือข้อมูลจะลดลงเมื่อมีการใช้งานและจะไม่สามารถเพิ่มข้อมูลเข้าไปได้อีกต่อไป



ภาพที่ 3-1 แสดงตัวอย่างบัตร TOT card

สำหรับในโครงการชิ้นนี้จะเลือกใช้เพียงข้อมูลชุดที่ 2 มีขนาด 5 ไบต์ซึ่งเป็นรหัสประจำตัวบัตร นำมาประยุกต์ใช้เนื่องจากรหัสของแต่ละบัตรจะไม่ซ้ำกัน ดังนั้นจึงเลือกใช้ข้อมูลชุดนี้ในการเปรียบเทียบว่าบัตรที่นำมาใช้นั้นถูกบันทึกลงในฐานข้อมูลหรือไม่ โดยในฐานข้อมูลที่อยู่ในคอมพิวเตอร์จะเก็บรหัสบัตรจำนวน 5 ไบต์เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบค่าแล้วส่งค่าไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อสั่งให้วงจรการตัดต่อแมคเนติกเปิดปิดไฟฟ้าได้ทำงาน สำหรับในส่วนของการรวมการทำงานทั้งหมดของโครงการนี้ดังภาพที่ 3-2 ข้างล่างนี้



ภาพที่ 3-2 แสดงแผนผังการทำงานของโครงการทั้งหมด

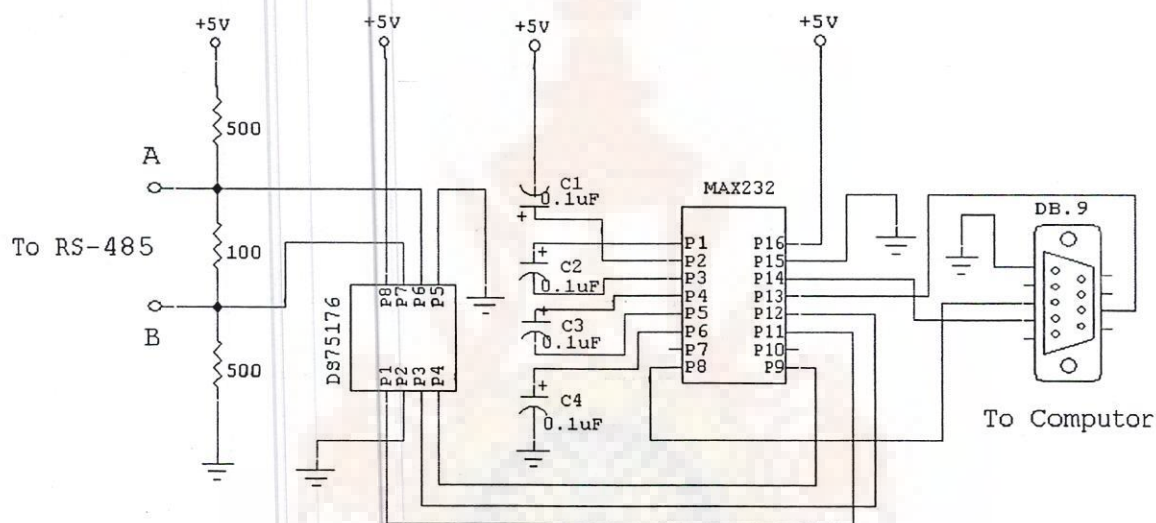
จากแผนผังการทำงานของโครงการชิ้นนี้ เริ่มจากโปรแกรมฐานข้อมูลจะเป็นตัวประมวลผลเพื่อทำการเปรียบเทียบค่าที่ได้จากการอ่านค่าจากบัตรสมาร์ทการ์ด โดยจะขอกค่าในเรื่องของโปรแกรมฐานข้อมูลในบทที่ 4 ในหัวข้อของเรื่องซอฟต์แวร์ต่อไป

หัวข้อต่อไปนี้จะขอกค่าในเรื่องของทางด้านฮาร์ดแวร์ โดยจะขอเริ่มจากการแปลงสัญญาณ RS-232 เป็นระบบ RS-485

3.2 โมดูลสำหรับส่งสัญญาณ RS - 485

เป็นโมดูลที่ทำหน้าที่ในการส่งค่าของเลขบัตรไปทำการเปรียบเทียบกับ โปรแกรมฐานข้อมูล โดยการสื่อสารของ RS-485 จะทำหน้าที่ส่งค่าได้ไกลขึ้นจากการเปรียบเทียบกับระบบ RS-232 โดยจากมาตรฐานของ RS-485 สามารถส่งได้ไกลประมาณ 1.2 กิโลเมตร ตัวส่ง 1 ตัว สามารถขับ โหลดได้ถึง 32 ชุด

ซึ่งวงจรการต่อของ โมดูลสำหรับส่งสัญญาณ RS-485 แสดงดังภาพที่ 3-3



ภาพที่ 3-3 แสดงวงจรการต่อของโมดูลสำหรับส่งสัญญาณ RS-485

จากวงจรการต่อของโมดูลสำหรับส่งสัญญาณ RS-485 จากภาพที่ 3-3 นั้นขาสัญญาณ A และ ขาสัญญาณ B เป็น Output ของระบบ RS-485 ที่สื่อสารในระบบ 2 สาย โดยที่ Connector DB.9 จะ รับและส่งสัญญาณ RS-232 จากคอมพิวเตอร์เพื่อเข้าสู่โปรแกรมฐานข้อมูลต่อไป

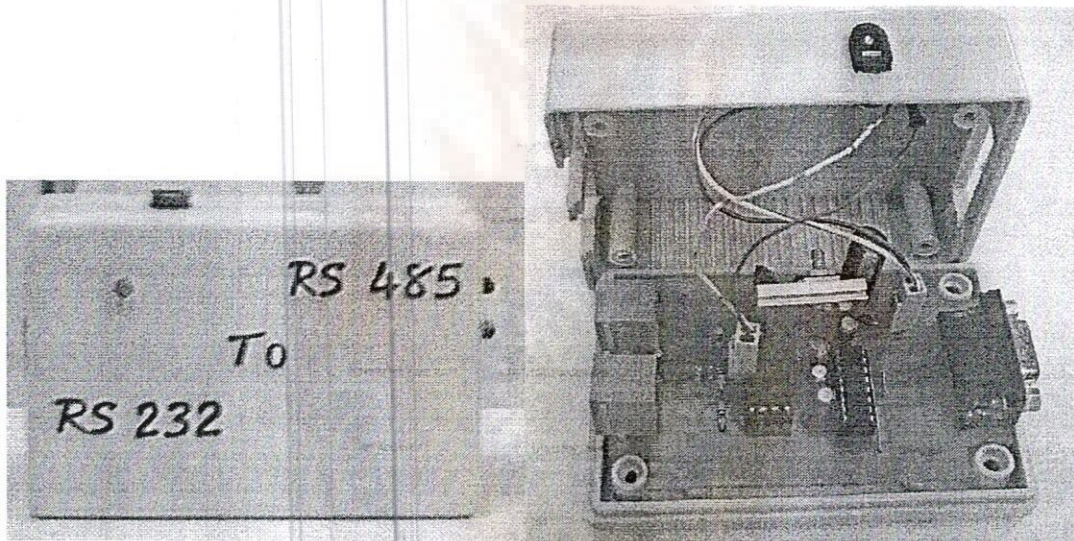
โดยโมดูลชิ้นนี้จะทำการคิดตั้งหลังจากสัญญาณ RS-232 ของคอมพิวเตอร์เพื่อแปลงสัญญาณ ให้ทำการสามารถส่งข้อมูลได้ระยะทางที่ไกลขึ้น

เดิม RS-232-C เป็นมาตรฐาน RS-232 ที่มีการปรับปรุงแก้ไขจากมาตรฐานเดิม ซึ่งอาจจะ คู่กันเคยกับชื่อนี้มากกว่า RS-232-A หรือ RS-232-B อันที่จริงแล้วยังมีมาตรฐาน RS-232-D ที่ใหม่ กว่า RS-232-C โดยที่มีการเพิ่มข้อกำหนดของคอนเน็คเตอร์แบบ DB เข้าไปด้วยเช่น DB-25 ลักษณะโดยทั่วไปของการเชื่อมต่อข้อมูลแบบอนุกรมตามมาตรฐาน RS-232 คือเป็นการสื่อสาร ข้อมูลแบบจุดต่อจุด ซึ่งเดิมทีเป็นการสื่อสารข้อมูลระหว่างคอมพิวเตอร์กับโมเด็ม ซึ่งจริงๆแล้วทั้ง

สองฝั่งจะเป็นอะไรก็ได้ การสื่อสารเป็นแบบสองทางพร้อมกัน (Full-duplex) โดยอาจใช้สายสัญญาณอื่นร่วมเพื่อทำแฮนด์เชก (Hand-shake) หรือไม่ก็ได้

โดยมาตรฐานของ RS-232 จำกัดความยาวสายไว้ที่ 50 ฟุต (หรือประมาณ 15 เมตร) สำหรับการส่งสัญญาณที่ความเร็ว 19,200 บิตต่อวินาที โดยที่ความยาวสายจะต้องสั้นลงถ้าต้องการสื่อสารที่ความเร็วสูงขึ้น และถ้ามีสัญญาณรบกวนมากๆ เช่นในโรงงาน หรือบริเวณใกล้เครื่องจักรที่เป็นแบบมีการสวิตซ์สัญญาณไฟฟ้าที่กระแสดูๆ ก็จะทำให้ต้องมีการลดความเร็วในการส่งสัญญาณลง หรือใช้สายที่สั้นลง

ด้วยเหตุนี้เองจึงต้องมีการแปลงสัญญาณเป็นระบบ RS-485 ในโรงงานนี้ และวงจรลายพริ้นท์พร้อมรายการอุปกรณ์ของวงจร RS-485 ของโรงงานสามารถดูได้ที่ภาคผนวก ก-1



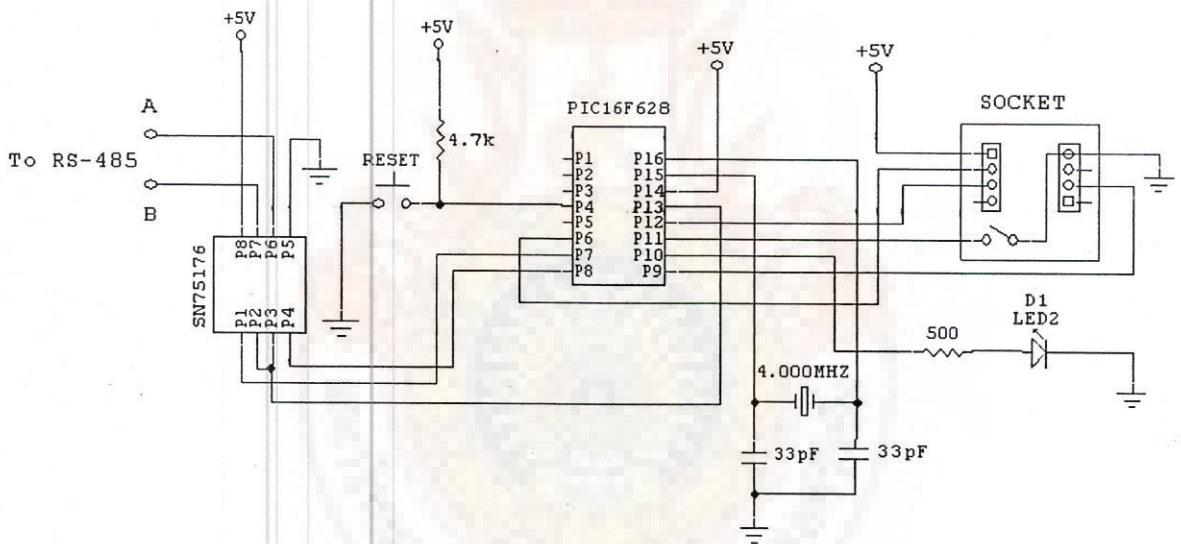
ภาพที่ 3-4 ภาพโมดูลสำหรับส่งสัญญาณ RS-485

3.3 โมดูลอ่านบัตรเพื่อสมัครสมาชิก

หลักการการทำงานของโมดูลนี้คือ จะทำหน้าที่เป็นส่วนของการอ่านค่าจากบัตรสมาชิกแล้วทำการบันทึกลงในส่วนของโปรแกรมฐานข้อมูลในหน้าโปรแกรมของการสมัครการเป็นสมาชิก และเมื่อทำการสมัครสมาชิกเสร็จสิ้นแล้วก็จะสามารถนำบัตรมาใช้พลังงานไฟฟ้าในห้องได้

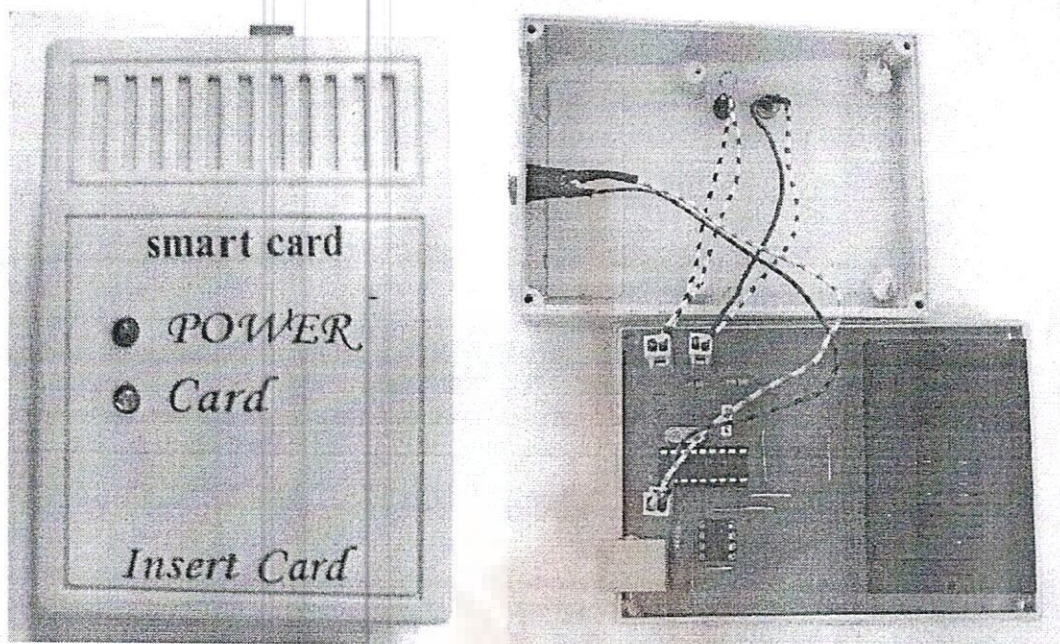
การสื่อสารระหว่างโมดูลอ่านค่าเพื่อสมัครสมาชิกกับโปรแกรมฐานข้อมูลนั้นจะสื่อสารผ่านโมดูล RS-485 เพื่อจะแปลงเป็นระบบ RS-232 เพื่อส่งให้คอมพิวเตอร์ และนำค่าส่งให้กับโปรแกรมฐานข้อมูลเพื่อบันทึกค่าของรหัสบัตรต่อไป การติดตั้งจะติดตั้งในบริเวณข้างเครื่องคอมพิวเตอร์ของโปรแกรมฐานข้อมูลเพื่อให้ผู้ดูแลระบบทำการสมัครสมาชิกแก่ผู้ที่ต้องการต่อไป

โดยโมดูลนี้จะมีวงจรการต่อดังภาพที่ 3-5



ภาพที่ 3-5 แสดงวงจรของ โมดูลอ่านค่าจากบัตรเพื่อสมัครสมาชิก

จากภาพที่ 3-5 เป็นวงจรอ่านบัตรเพื่อสมัครสมาชิก ส่วนวงจรลายพริ้นท์และรายการอุปกรณ์ของโมดูลสามารถดูได้ที่ภาคผนวกที่ ก-2 และภาพของ โมดูลอ่านค่าจากบัตรเพื่อสมัครสมาชิก แสดงในภาพที่ 3-6



ภาพที่ 3-6 ภาพของ โมดูลอ่านบัตรเพื่อสมัครสมาชิก

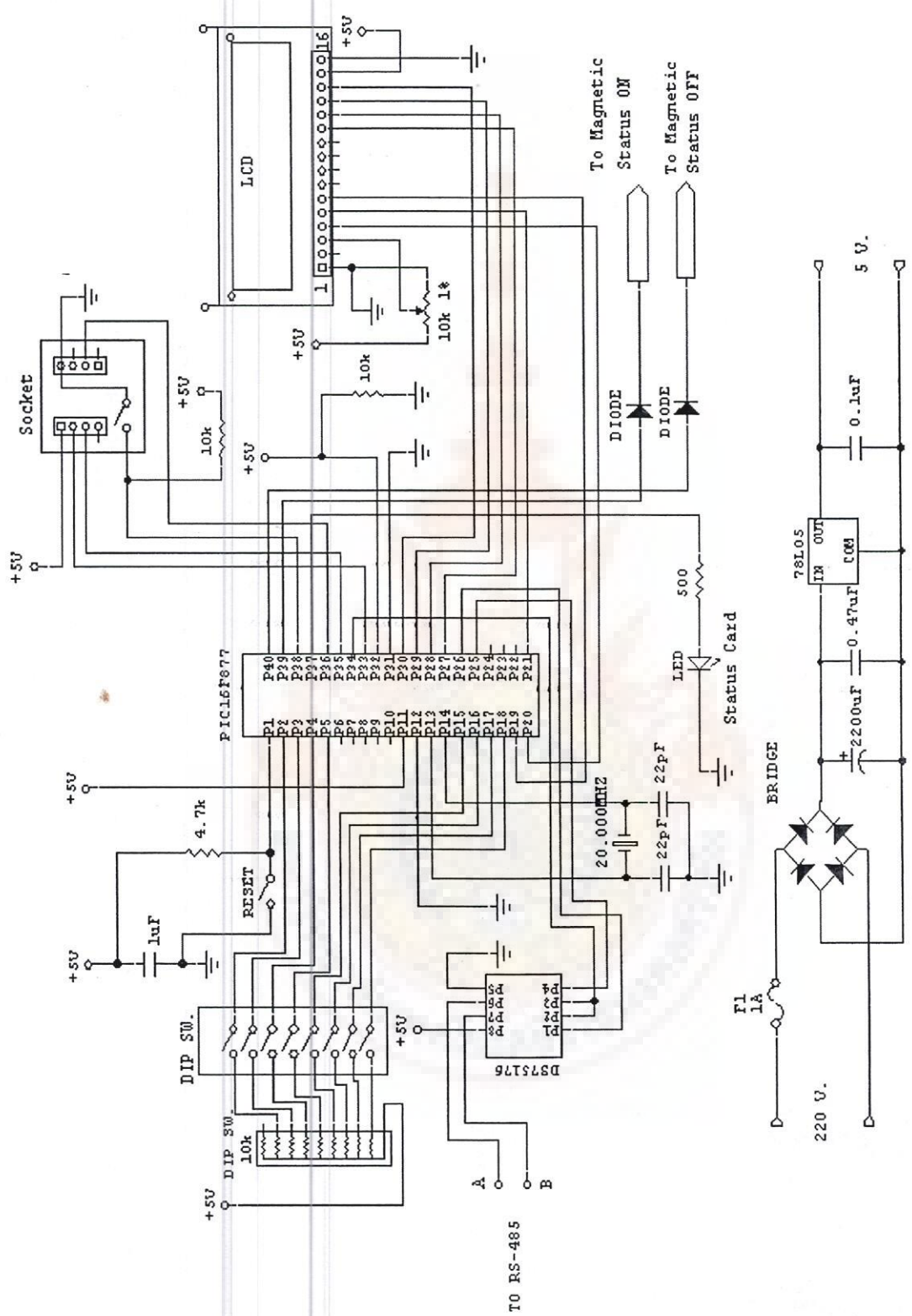
3.4 โมดูลอ่านบัตรเพื่อประมวลผลกับฐานข้อมูล

โดยในโมดูลนี้จะทำการอ่านค่าจากบัตร TOT Card ของผู้ใช้งานเมื่อผู้ใช้งานนำบัตร TOT Card เสียบในช่องที่กำหนด ข้อมูลในบัตรก็จะถูกอ่าน แล้วจะถูกส่งไปยังคอมพิวเตอร์ส่วนกลาง เพื่อค้นหาและเปรียบเทียบกับโปรแกรมฐานข้อมูล หากเลขบัตรตรงกับค่าที่ได้ทำการบันทึกไว้ในโปรแกรมฐานข้อมูลคอมพิวเตอร์จะส่งคำสั่งให้ไมโครคอนโทรลเลอร์เปิดการใช้ระบบไฟฟ้า ซึ่งผู้ใช้งานสามารถใช้พลังงานไฟฟ้าในห้องได้ โดยการทำงานของโมดูลนี้จะมีการแสดงค่าการทำงานทางหน้าจอ LCD

ซึ่งการแสดงผลทางจอ LCD จะแสดงผลดังนี้

- 1) หน้าจอปรกติจะแสดงข้อความว่า “Insert TOT card”
- 2) หากเลขบัตรที่อยู่ภายในบัตรมีค่าตรงกับกับฐานข้อมูลก็จะแสดงข้อความว่า “Energy Ready Use” สามารถใช้งานได้
- 3) หากเลขบัตรไม่ตรงกับโปรแกรมฐานข้อมูลก็จะปรากฏข้อความว่า “Card Not Use” ไม่สามารถใช้งานได้

ซึ่งวงจรการต่อของโมดูลอ่านค่าจากบัตรเพื่อประมวลผลกับฐานข้อมูลแสดงดังภาพที่ 3-7

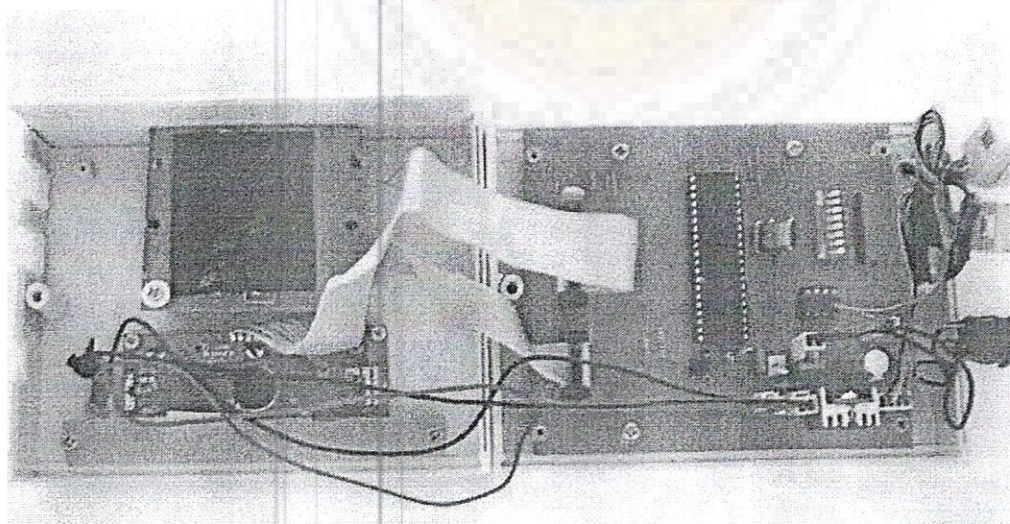
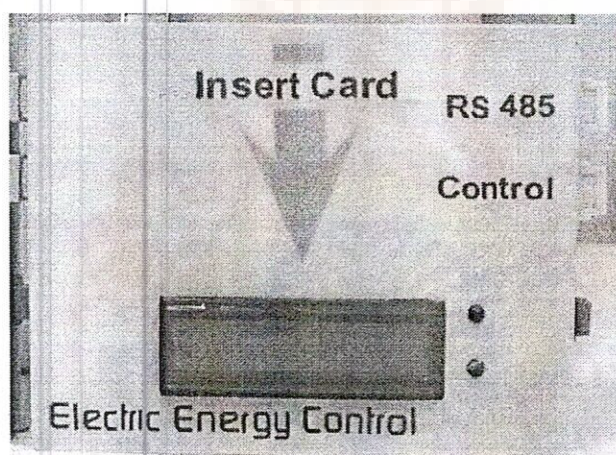


ภาพที่ 3-7 แสดงการต่อวงจรการต่อไมโครอ่านบัตรเพื่อประมวลผลกับฐานข้อมูล

จากภาพที่ 3-7 เป็นการแสดงการต่อวงจรโมดูลอ่านบัตรเพื่อประมวลผลกับฐานข้อมูล ซึ่งจากภาพวงจรการทำงานนั้น เริ่มจากเอาต์พุตของไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ขาที่ 39 (ขา B6) จะเป็นการสั่งการให้มีการเปิดใช้พลังงานภายในห้อง โดยไมโครคอนโทรลเลอร์จะเป็นตัวสั่งการให้มีการใช้งานต่อไป โดยมีโปรแกรมฐานข้อมูลเป็นตัวเปรียบเทียบข้อมูล โดยการสื่อสารจะผ่านทางระบบ RS-485 ที่ขาสัญญาณ A และ B ของวงจร

โดยการสั่งการให้มีการเปิดปิดการใช้พลังงานไฟฟ้าจะมีการสั่งการให้โมดูลควบคุมกำลังไฟฟ้าทำงานนั้นจะขอกว่าในหัวข้อต่อไป

ส่วนของวงจรลายพริ้นท์และรายการอุปกรณ์ของ โมดูลสามารถดูได้ที่ภาคผนวกที่ ก-3 พร้อมลายพริ้นท์ของ Socket ของสมาร์ทการ์ด ส่วนภาพที่ 3-8 แสดงภาพของโมดูลอ่านบัตรเพื่อประมวลผลกับฐานข้อมูล



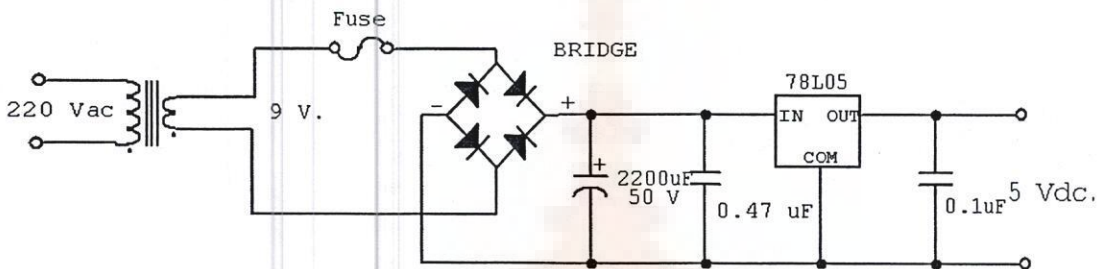
ภาพที่ 3-8 ภาพของโมดูลอ่านบัตรเพื่อประมวลผลกับฐานข้อมูล

3.5 ชุดแหล่งจ่ายไฟฟ้าและโมดูลควบคุมกำลังไฟฟ้า

ในระบบการทำงานทั้งหมดนี้จะใช้แหล่งจ่ายไฟฟ้าในการทำงานที่แรงดัน 5 V. เท่านั้นจึงต้องมีการแปลงระดับแรงดันให้มีระดับแรงดันที่น้อยลงจากแรงดันไฟฟ้าทั่วไปที่หาได้ง่ายจากแรงดัน 220 V. ให้มีระดับแรงดันที่ 5 V. เพื่อสะดวกในการใช้งานต่อไป

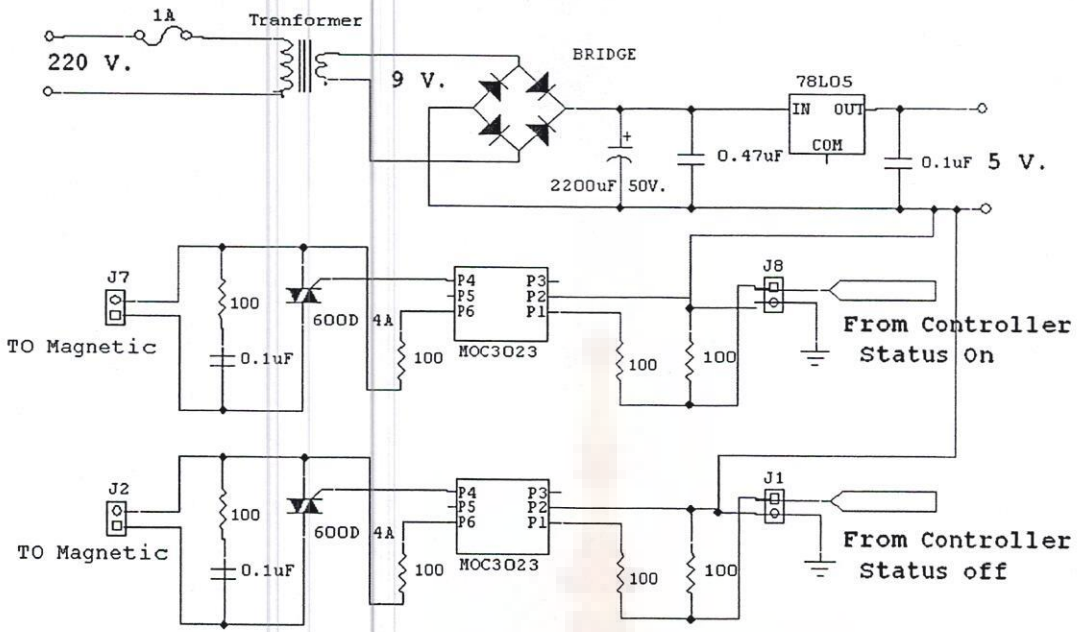
3.5.1 ชุดแหล่งจ่ายไฟฟ้า

โดยวงจรการแปลงระดับแรงดันที่ 5 V. ใช้ Regulator 78L05 โดยวงจรการต่อแสดงดังรูปที่ 3-9



ภาพที่ 3-9 แสดงวงจรการต่อของชุดแหล่งจ่ายไฟฟ้าของระบบ

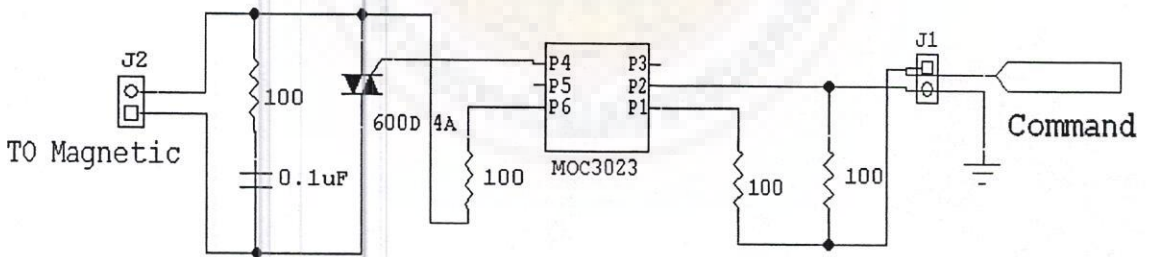
วงจรลายพริ้นท์นั้นจะรวมเข้ากับวงจรโมดูลควบคุมกำลังไฟฟ้าที่จะกล่าวต่อไปนี้ ซึ่งทำขึ้นอีกวงจรหนึ่งโดยวงจรใช้งานนั้นจะต่อร่วมกับชุดแหล่งจ่ายไฟฟ้า โดยวงจรการต่อนั้นจะแสดงในภาพที่ 3-10 ต่อไป



ภาพที่ 3-10 แสดงวงจรการต่อของชุดแหล่งจ่ายไฟที่รวมกับ โมดูลควบคุมกำลังไฟฟ้า

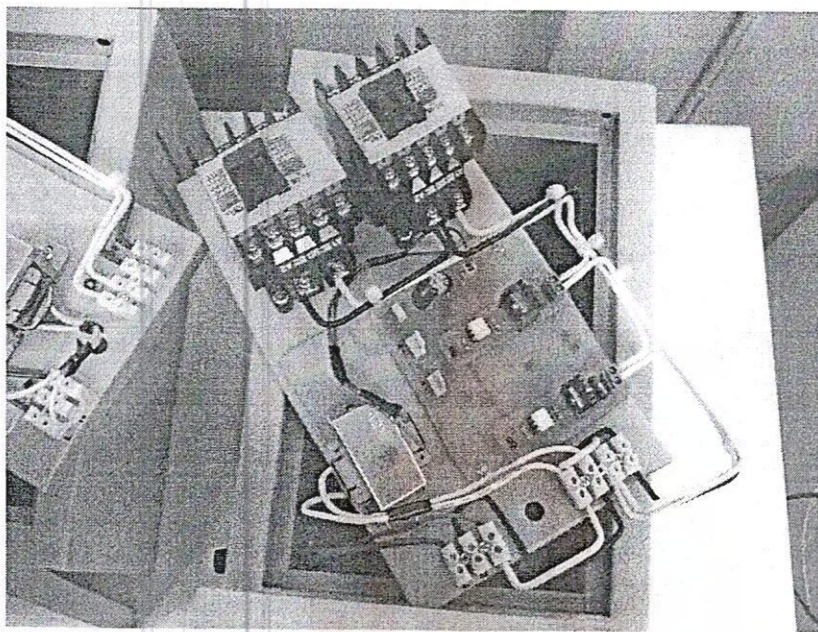
3.5.2 โมดูลควบคุมกำลังไฟฟ้า

วงจรโมดูลควบคุมกำลังไฟฟ้าจะทำหน้าที่คล้ายกับอุปกรณ์ที่เป็นสวิตซ์ที่ทำหน้าที่ควบคุมการเปิด-ปิดของพลังงานไฟฟ้าในห้อง ซึ่งจะได้รับการคำสั่งการทำงานจากไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยจากภาพที่ 3-11 ที่ Connector J7 นั้นจะต่อการทำงานลักษณะเป็นการต่อแบบสวิตซ์เข้ากับแมคเนติก ส่วนที่ Connector J8 นั้นจะมีการสั่งการทำงานจากไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อสั่งการให้ไอซี MOC3023 ทำงานส่งสัญญาณให้กับ ไทแร็ค 600D 4A ทำการขับแมคเนติกเพื่อเปิดใช้งานต่อไป



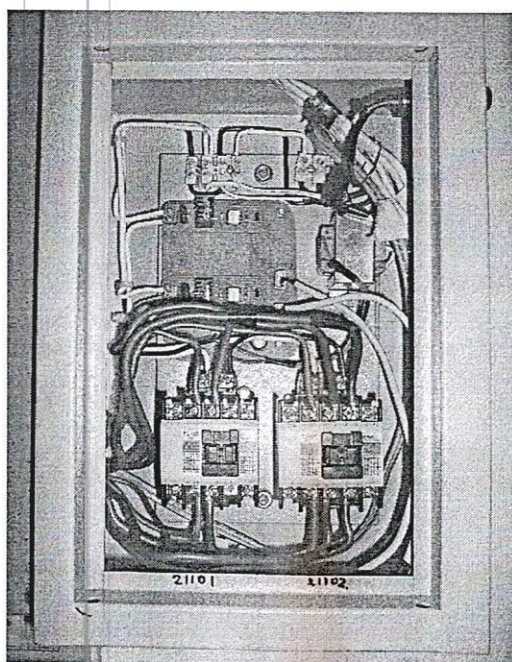
ภาพที่ 3-11 แสดงวงจรการต่อของโมดูลควบคุมกำลังไฟฟ้า

จากภาพที่ 3-9 ถึงภาพที่ 3-11 จะเป็นการแสดงการต่อวงจรการต่อชุดแหล่งจ่ายไฟฟ้าและวงจรโมดูลควบคุมกำลังไฟฟ้าของระบบ ส่วนของวงจรลายพริ้นท์และรายการอุปกรณ์ของโมดูลนี้สามารถดูได้ที่ภาคผนวกที่ ก-4 ส่วนภาพด้านล่างเป็นการแสดงตัวอย่างชิ้นงานของชุดแหล่งจ่ายไฟฟ้าร่วมกับวงจรโมดูลควบคุมกำลังไฟฟ้าในภาพที่ 3-12

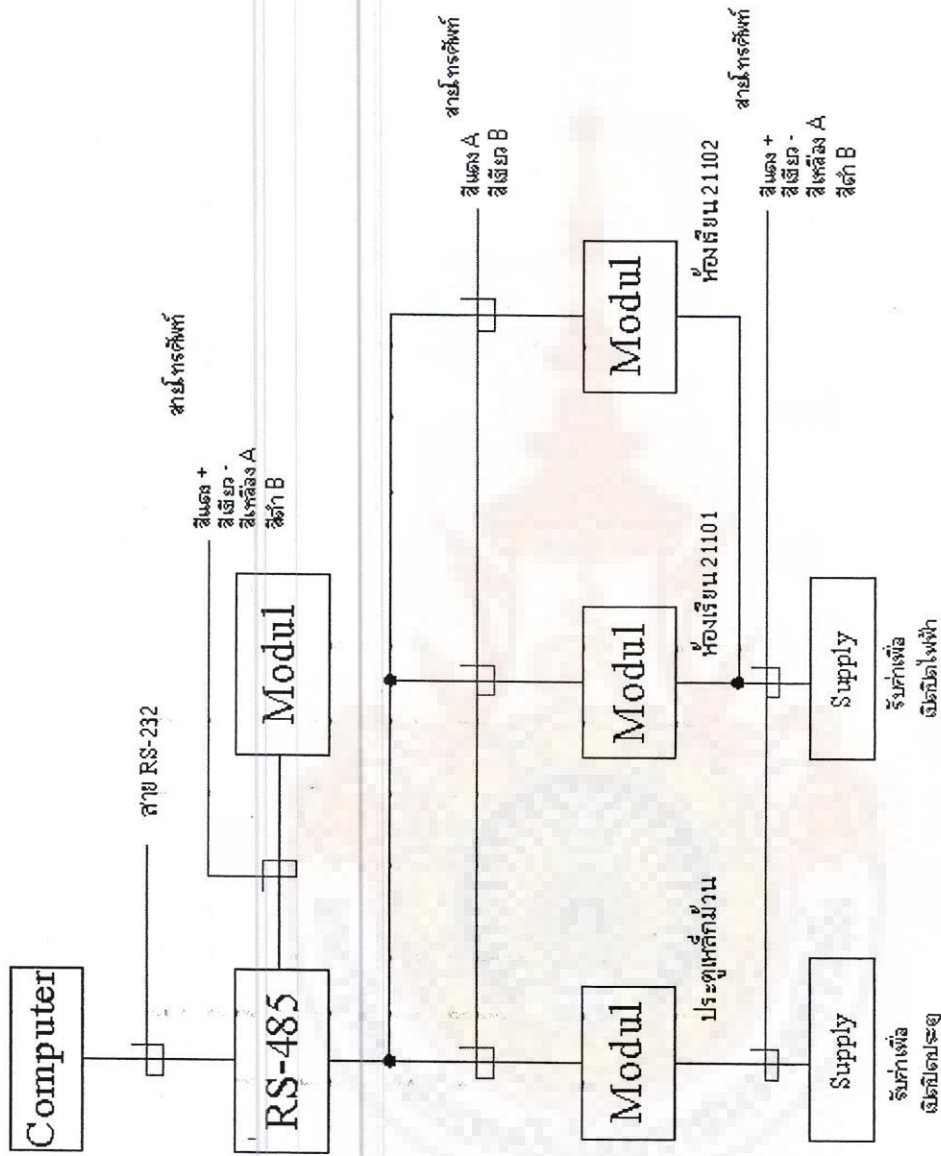


ภาพที่ 3-12 ภาพวงจรชุดแหล่งจ่ายไฟฟ้าร่วมกับ โมดูลควบคุมกำลังไฟฟ้า

ส่วนภาพที่ 3-14 เป็นการแสดงของไดอะแกรมความหมายของสายในโครงการทั้งหมด เป็นการแสดงถึงความหมายของสายสัญญาณต่างๆ เพื่อสะดวกในการตรวจสอบเมื่อมีการซ่อมแซมหรือแก้ไขในภายหลังต่อไป



ภาพที่ 3-13 ภาพการต่อชุดแหล่งจ่ายไฟพร้อมกับโมดูลควบคุมกำลังไฟฟ้าในการใช้งานจริง



ภาพที่ 3-15 โค้ดแกรมบอกความหมายของสายในโครงการทั้งหมด

ไดอะแกรมบอกความหมายของสาย

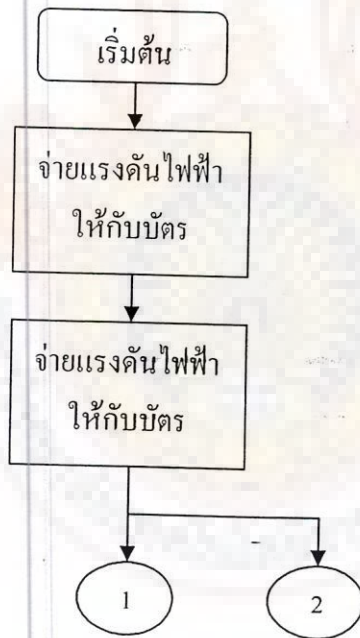
บทที่ 4

ซอฟต์แวร์

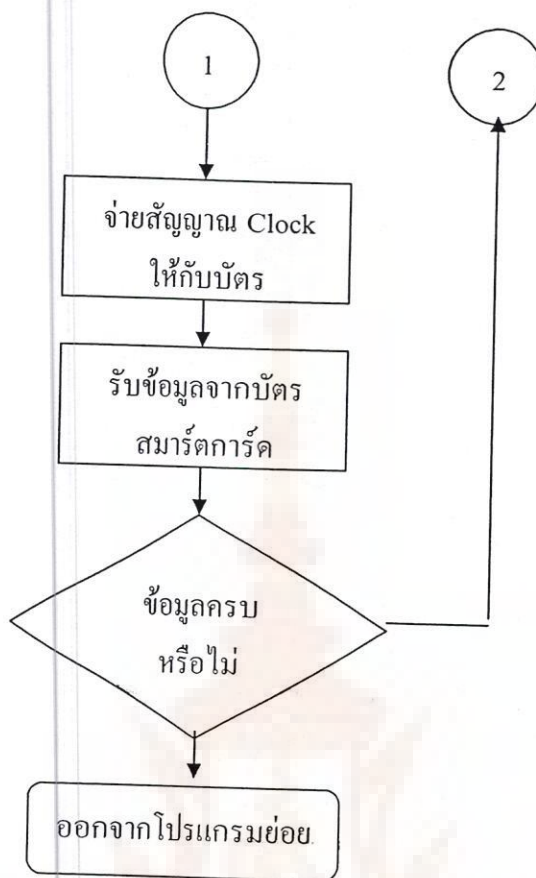
ในบทที่ 4 นี้ จะแสดงรายละเอียดเกี่ยวกับการทำงานของโปรแกรมในส่วนต่างๆ ที่มีอยู่ในโครงงานชิ้นนี้ตัวอย่างเช่น โปรแกรมย่อยในส่วนของ การติดต่อกับบัตรสมาร์ทการ์ด โปรแกรมย่อยในส่วนของ การติดต่อสื่อสารการส่งข้อมูลระหว่างตัวไมโครคอนโทรลเลอร์กับระบบ RS-485 ซึ่งใช้เป็นตัวส่งข้อมูลในการใช้งานและ โปรแกรมย่อยสำหรับการเปรียบเทียบบัตร โปรแกรมย่อยในส่วนของ การรับส่งข้อมูลระหว่างตัวไมโครคอนโทรลเลอร์กับฮาร์ดแวร์เพื่อส่งการทำงานต่อไป เป็นต้น ซึ่งจะขออธิบาย โปรแกรมย่อยในส่วนต่างๆ ในหัวข้อดังนี้

4.1 โปรแกรมย่อยในส่วนของ การติดต่อกับบัตรสมาร์ทการ์ด

การติดต่อกับบัตรสมาร์ทการ์ดเพื่ออ่านข้อมูลที่มีอยู่ในตัวบัตรนั้นสามารถทำได้โดยวิธีการดังแสดงในภาพที่ 4-1 ซึ่งจะเป็น Flowchart ที่แสดงถึงลำดับขั้นตอนในการอ่านข้อมูลจากบัตรสมาร์ทการ์ด



ภาพที่ 4-1 แสดง Flowchart การอ่านข้อมูลจากบัตรTOT สมาร์ทการ์ด



ภาพที่ 4-1 แสดง Flowchart การอ่านข้อมูลจากบัตร TOT สมาร์ทการ์ด (ต่อ)

จากภาพที่ 4-1 สามารถเขียนเป็นโปรแกรมย่อยเพื่อใช้ในการติดต่อกับบัตรสมาร์ทการ์ดโดยจะเขียนโดยใช้คำสั่งภาษา C ให้กับตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC 16F628 ได้ตั้งโปรแกรมย่อยด้านล่างซึ่งจะยกตัวอย่างมาจาก Source code ที่มีอยู่ในโปรแกรมหลักของโครงการชิ้นนี้ และสามารถดู Source code ของโปรแกรมอ่านบัตรทั้งหมดได้ที่ภาคผนวก ข

โปรแกรมย่อยอ่านข้อมูลจากบัตรสมาร์ทการ์ด

```

Void read_smart(){
  For (i=0;i<32;i++){
    If (input(SW)==On){
      output_high(clk);
      delay_us(3);
      shift_right(buffer,4,input(data));
    }
  }
}
  
```

```

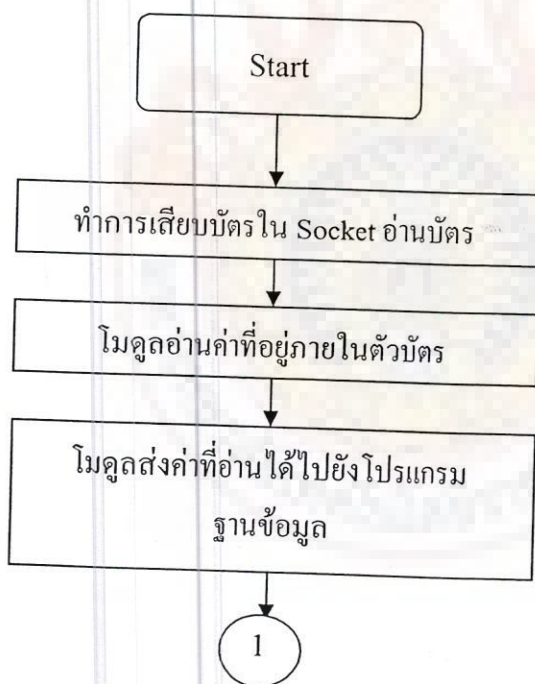
delay_us(3);
output_low(clk);
delay_us(3);}}
If (input(SW)==On){
    output_low(RST);
    delay_ms(100);
    If((buffer[0] !=0xff)&&(buffer[1]!=0xff)) {
        for(i=0;i<4;i++){
            printf("%x",buffer[i]);
        }
    }
}
}
}
}

```

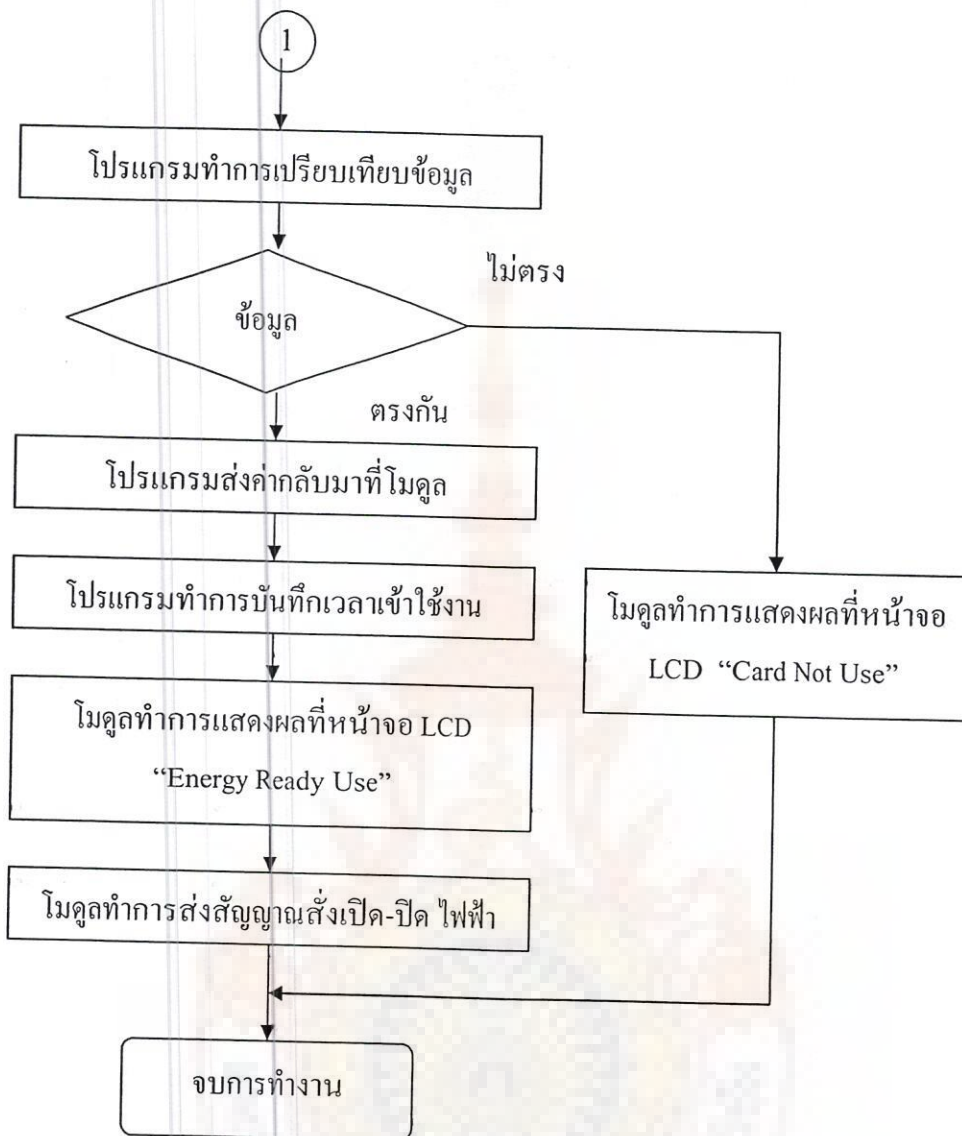
4.2 โปรแกรมย่อยในส่วนของการทำงานติดต่อระหว่าง PIC16F877 กับ โปรแกรมฐานข้อมูล

4.2.1 โปรแกรมย่อยการอ่านข้อมูลบัตรเปรียบเทียบกับ โปรแกรมฐานข้อมูล

โดยในส่วนของโปรแกรมย่อยในส่วนนี้เป็นการทำงานของส่วนการเข้าใช้ทำงาน เป็นการ
ทำงานตรงส่วนของการเสียบบัตรเข้า Socket อ่านบัตรเท่านั้น

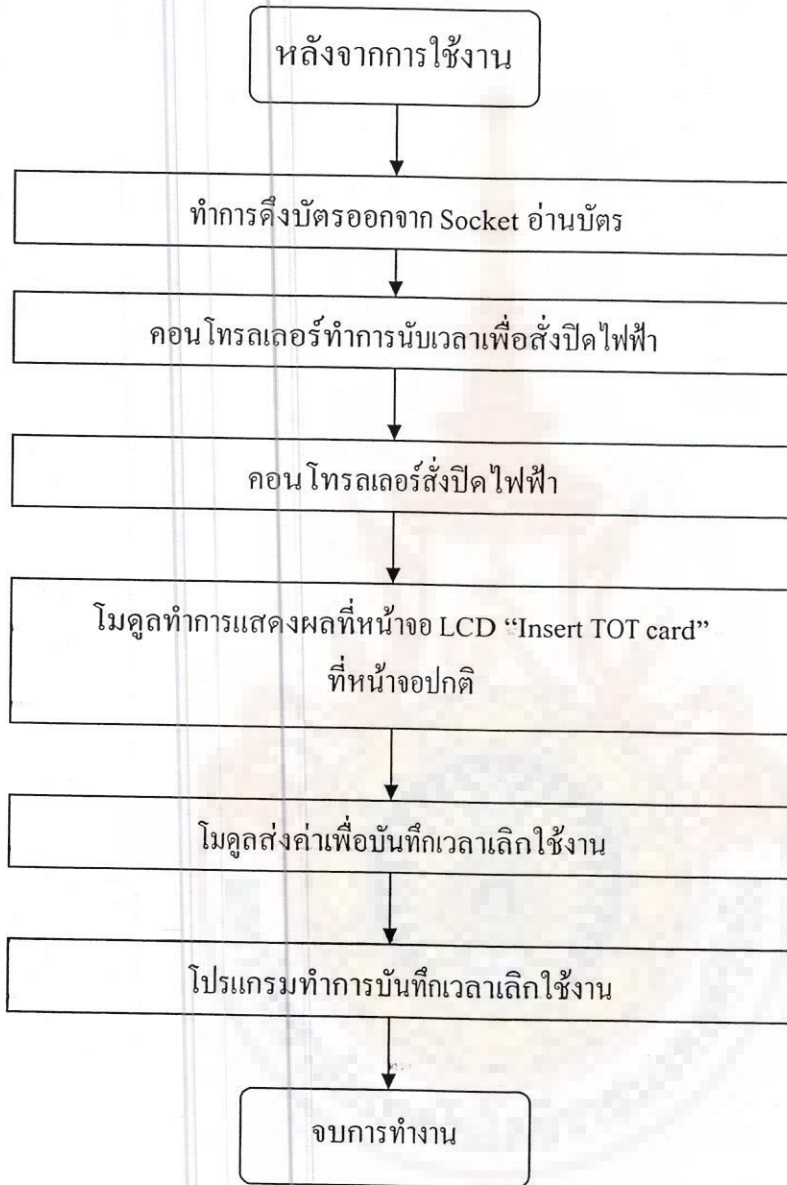


ภาพที่ 4-2 แสดง Flowchart การอ่านข้อมูลบัตรเปรียบเทียบกับ โปรแกรมฐานข้อมูล



ภาพที่ 4-2 แสดง Flowchart การอ่านข้อมูลบัตรเปรียบเทียบกับ โปรแกรมฐานข้อมูล (ต่อ)

เมื่อมีการใช้งานแล้วก็เป็นการดึงบัตรออกจากเครื่องอ่านบัตรต่อไปนี้เป็น Flowchart ในกรณีที่ทำกรดึงบัตรออกจาก Socket อ่านบัตรและสามารถดู Source code ของโปรแกรมอ่านบัตรทั้งหมดได้ที่ภาคผนวก ข



ภาพที่ 4-3 แสดง Flowchart ต่อไปนี้ในกรณีที่ทำการดึงบัตรออกจาก Socket อ่านบัตร

4.3 ซอฟต์แวร์แสดงผลทางจอคอมพิวเตอร์

ซอฟต์แวร์ส่วนนี้จะเป็นส่วนที่อยู่ในคอมพิวเตอร์ ซึ่งจะใช้คอมพิวเตอร์ในควบคุมการทำงานของฮาร์ดแวร์โดยสามารถดู Source Code โปรแกรมทั้งหมดได้ในภาคผนวก ข และโปรแกรมการทำงานสามารถแบ่งออกเป็น 2 ส่วนหลักๆ คือ

4.3.1 ส่วนที่แสดงรายการการใช้งานทั้งหมด

ในส่วนนี้จะแสดงให้เห็นผู้ควบคุมการใช้งาน โดยในส่วนนี้จะมีการแสดงเวลาการใช้ทั้งหมดที่ใช้งานและเวลาที่เลิกใช้งานและจะบอกรายชื่อผู้ใช้งานตามที่ได้ทำการสมัครไว้แล้วกับโปรแกรมก่อนที่จะมีการนำบัตรไปใช้งาน และโปรแกรมจะมีการบันทึกทุกครั้งที่มีการใช้งานของบัตรนั้นๆ

4.3.2 ส่วนที่ใช้สำหรับผู้ดูแลระบบ

ตรงส่วนนี้จะมีการถามรหัสผ่านเพื่อเข้าสู่หน้าโปรแกรมที่จะประกอบด้วยส่วนต่างๆ ดังนี้

4.6.2.1 ส่วนของการสมัครสมาชิก ตรงส่วนนี้จะเป็นส่วนของสมัครสมาชิกของบัตรเพื่อนำบัตรมาใช้งานต่อไป

4.6.2.2 ส่วนของการ เพิ่ม/แก้ไข ข้อมูลห้อง , รหัสผ่าน เป็นส่วนที่สำหรับทำการเพิ่มรายชื่อห้องเมื่อทำการติดตั้งโมดูลการอ่านค่าบัตรเพื่อทำเปรียบเทียบกับโปรแกรมฐานข้อมูลและแสดงการใช้งานห้องว่ามีการใช้งาน ณ. ห้องใดบ้าง

4.6.2.3 ส่วนของการค้นหาข้อมูล ในส่วนนี้ใช้สำหรับค้นหารายชื่อสมาชิกทั้งหมดรวมทั้งเวลาการใช้งานทั้งหมด ทั้งเวลาเข้าใช้งานและเวลาเลิกใช้งาน

4.6.2.4 ส่วนของการสถานะของการใช้ห้องต่างๆ ในส่วนนี้จะเป็นการแสดงการใช้งานล่าสุด

4.6.2.5 ส่วนของการลบข้อมูลสมาชิก โดยในส่วนนี้เป็นการลบข้อมูลสมาชิกออกจากฐานข้อมูลหรือเพื่อยกเลิกการใช้งานข้อบัตรสมาชิกของคน ๆ นั้น โดยการลบข้อมูลนั้นจะมีการถามเพื่อยืนยันการลบข้อมูลทุกครั้ง

4.6.2.6 ส่วนของการลบข้อมูลห้อง ในส่วนนี้เป็นการลบข้อมูลของห้องที่ใช้งานออกจากฐานข้อมูล

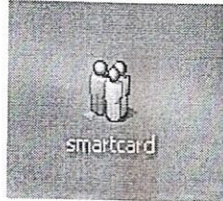
4.6.2.7 ส่วนของการตั้งเวลาปิดประตู ตรงส่วนนี้เป็นการตั้งเวลาเพื่อทำการปิดประตูเหล็กม้วนไฟฟ้าของคณะวิศวกรรมไฟฟ้าอัตโนมัติ โดยโปรแกรมจะทำการปิดอัตโนมัติเมื่อถึงเวลาได้ทำการตั้งไว้

4.6.2.8 ส่วนของการลบข้อมูลการใช้ ตรงส่วนนี้เป็นการลบข้อมูลการใช้งานของเวลาล่าสุดเมื่อไม่ต้องการแสดงข้อมูลตรงส่วนนั้น

4.4 ขั้นตอนการใช้ซอฟต์แวร์แสดงผลทางจอคอมพิวเตอร์

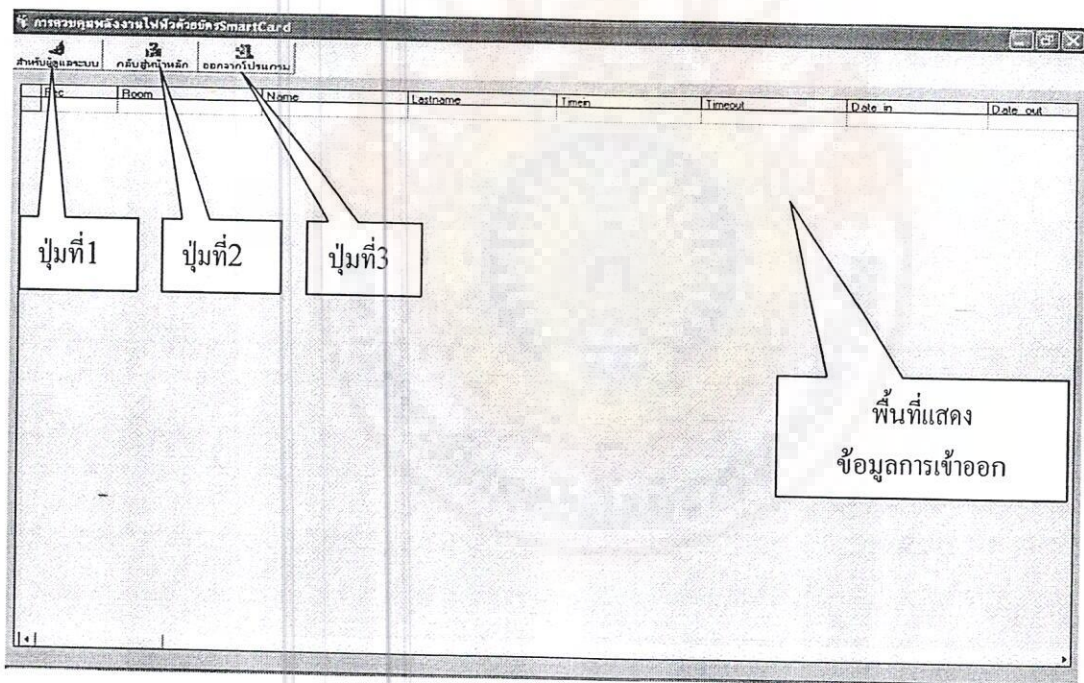
ซอฟต์แวร์ส่วนนี้จะเขียนด้วยโปรแกรมวิซวลเบสิก (Visual Basic) ซึ่งมีขั้นตอนการใช้โปรแกรมดังนี้

1. เริ่มจากไอคอนของโปรแกรม



ภาพที่ 4-4 ไอคอนของโปรแกรมการควบคุมระบบไฟฟ้าด้วยบัตร TOT สมาร์ทการ์ด

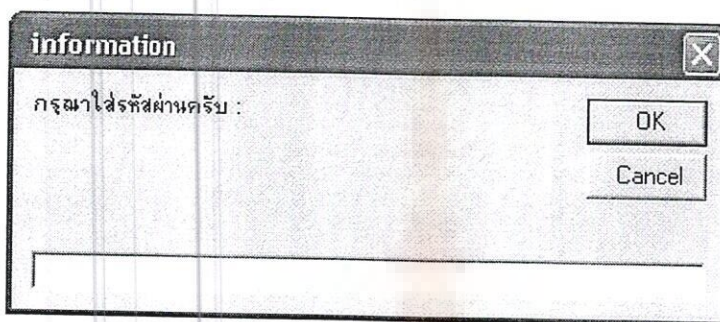
2. หลังจากเปิดโปรแกรมจะมีหน้าแรกของโปรแกรมขึ้นมา จะแสดงรายการเข้าออกของห้องต่างๆ ที่ถูกบันทึกอยู่ในฐานข้อมูลรวมไปถึงการปิดและเปิดประตู จะมีเมนูบาร์ด้านบนไว้สำหรับเข้าไปในระบบฐานข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับโปรแกรมจะประกอบด้วย 3 ปุ่มด้วยกันในภาพที่ 4-5



ภาพที่ 4-5 ภาพแสดงโปรแกรมในหน้าแรก

ปุ่มที่ 1

หากคลิกเลือกปุ่มที่ 1 จะปรากฏกล่องข้อความขึ้นมาสั่งให้ใส่รหัสผ่านก่อนเข้าไปใช้งานซึ่งรหัสผ่านนี้จะมีแต่ผู้ควบคุมการใช้โปรแกรมเท่านั้นที่ทราบและสามารถตั้งรหัสผ่านใหม่ได้ในภายหลังที่เข้าไปในโปรแกรมภายในแล้ว ดังภาพที่ 4-6 แสดงกล่องข้อความใส่รหัส



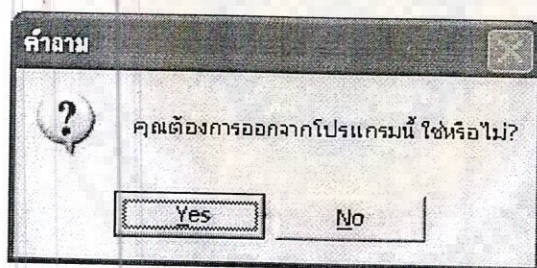
ภาพที่ 4-6 แสดงกล่องข้อความการใส่รหัสผ่านก่อนเข้าโปรแกรม

ปุ่มที่ 2

เมื่อกดปุ่มนี้จะกลับมาสู่หน้าหลักของโปรแกรม

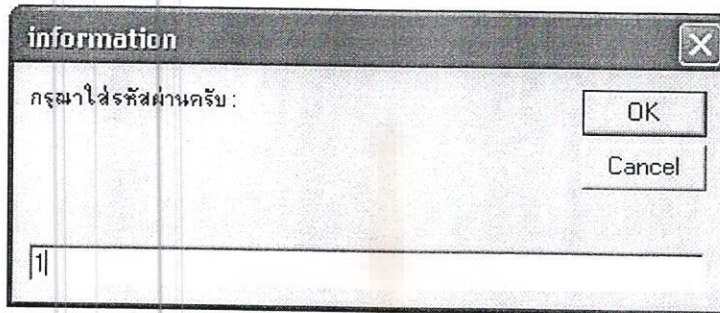
ปุ่มที่ 3

เป็นปุ่มที่ไว้สำหรับออกจากการใช้โปรแกรม จะมีกล่องข้อความแสดงขึ้นมา



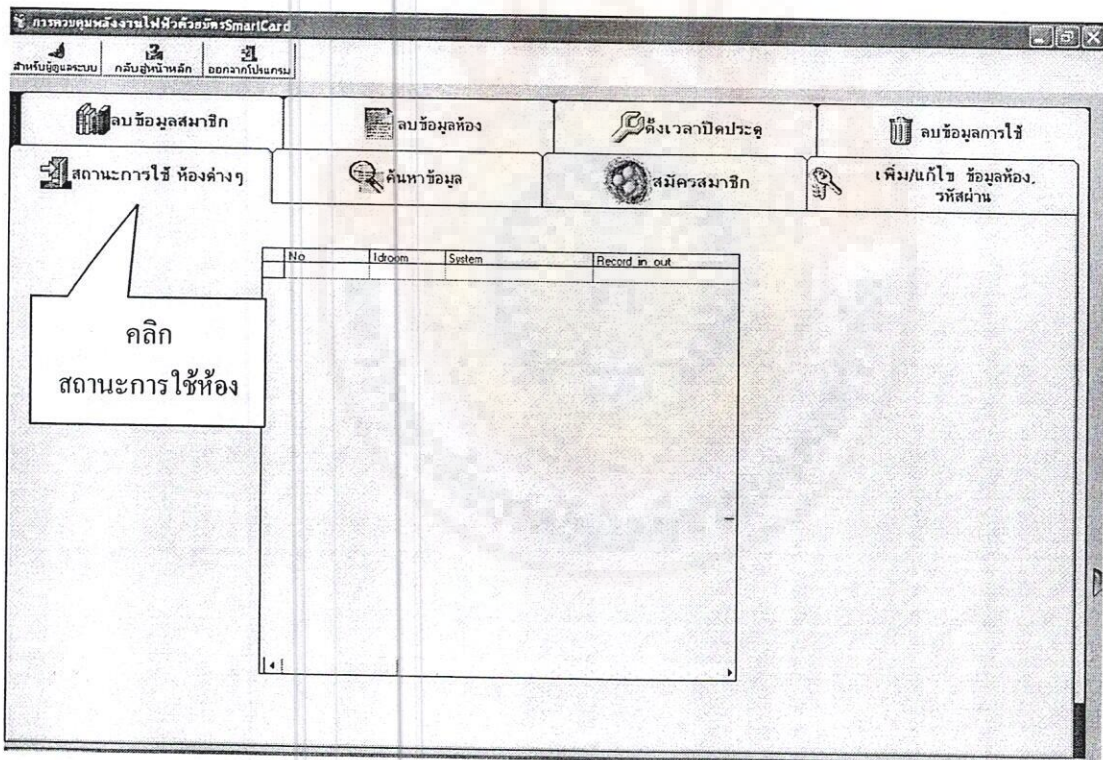
ภาพที่ 4-7 แสดงกล่องข้อความการออกจากโปรแกรม

3. เมื่อมีการใส่รหัสผ่านที่ถูกต้องเข้าไปแล้วซึ่งรหัสผ่านในครั้งแรกจะเป็นตัวเลข 1 ตัวเดียว หลังจากกดยืนยันแล้วจะปรากฏหน้าต่างของโปรแกรมภายในขึ้นมา



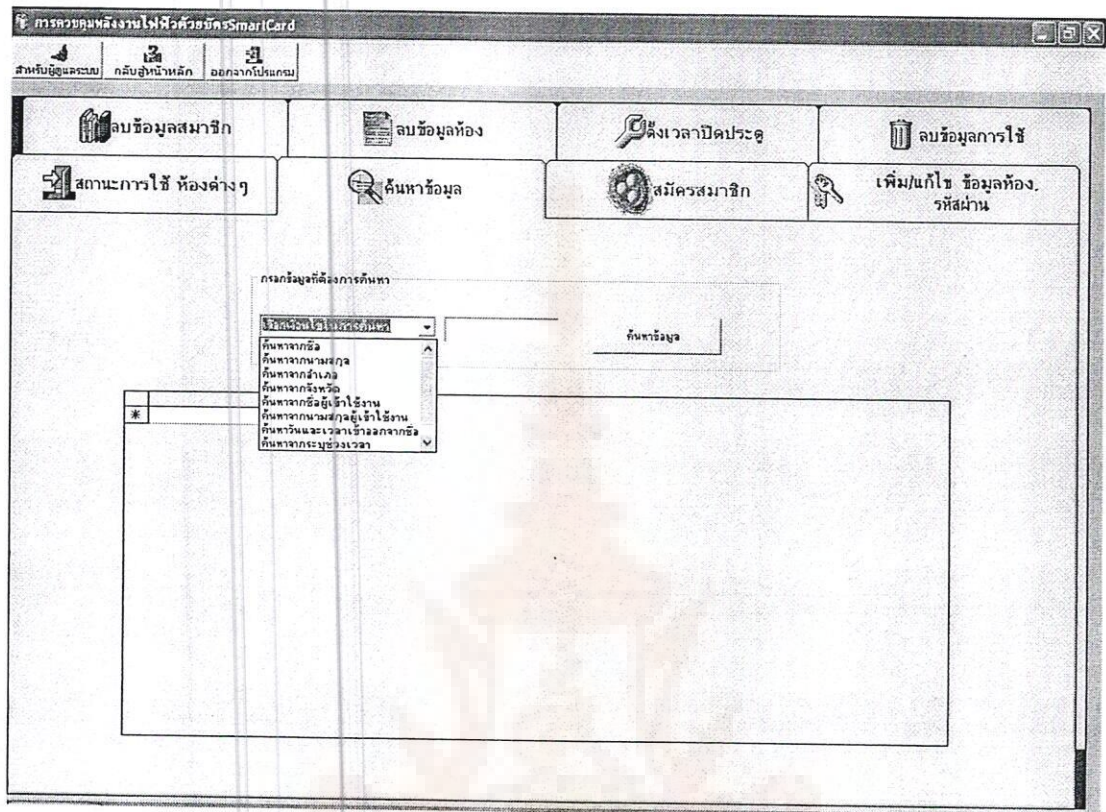
ภาพที่ 4-8 กล่องข้อความเริ่มต้นของการใส่รหัสผ่าน

4. สถานะการใช้งานห้องต่างๆ ซึ่งจะแสดงรายการของห้องที่ถูกใช้อยู่ในปัจจุบันเท่านั้น หากว่าไม่มีห้องที่ถูกใช้เลยจะไม่มีรายการแสดงขึ้นมาให้ในหน้านี้ดังภาพที่ 4-9



ภาพที่ 4-9 แสดงส่วนของสถานะการใช้งานห้องต่างๆ

5. ส่วนของการค้นหาข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับโปรแกรมเพื่อช่วยในการค้นหาจะมีรายการย่อยให้เลือกสำหรับไว้ค้นหาข้อมูลอย่างสะดวกดังภาพที่ 4-10

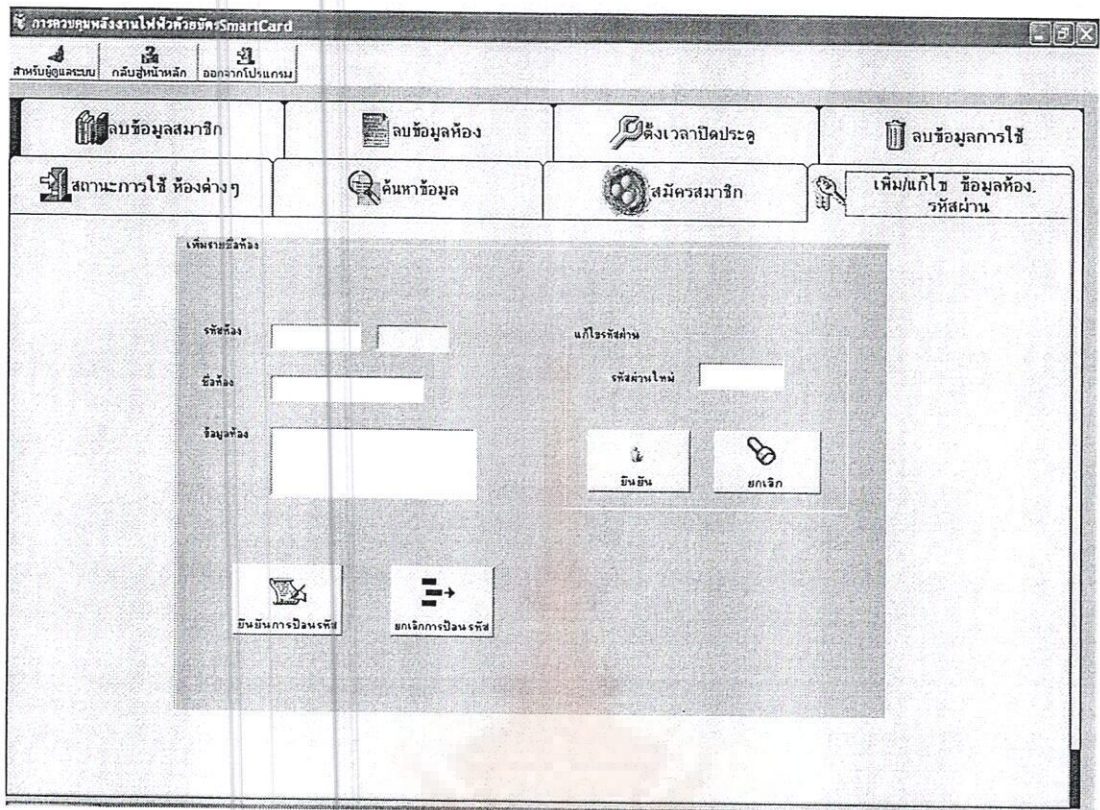


ภาพที่ 4-10 ส่วนของการค้นหาข้อมูลต่าง ๆ

6. ส่วนสำหรับสมัครสมาชิกจะต้องมีการเสียบบัตร TOT Card ก่อนที่กล่องอ่านบัตรสำหรับสมัครสมาชิก จึงสามารถบันทึกข้อมูลต่างๆ ลงไปในฐานข้อมูลได้ ในส่วนของการกรอกข้อมูลชื่อสมาชิก นามสกุล อำเภอ/เขตและจังหวัด จะต้องกรอกข้อมูลเป็นตัวหนังสือเท่านั้นมิฉะนั้นโปรแกรมจะไม่ทำการบันทึกข้อมูลให้ได้ หลังจากกรอกข้อมูลจนครบถ้วนแล้ว ให้ทำการคลิกกระบุเพศของผู้ใช้งาน หลังจากนั้นกดปุ่มเพิ่ม เพื่อเป็นการบันทึกข้อมูลลงในฐานข้อมูลสมาชิก หากว่ากรอกข้อมูลไปแล้วแต่ยังไม่ต้องการเพิ่มรายการ สามารถกดปุ่มยกเลิกได้ ข้อความที่กรอกไปแล้วก็จะถูกลบออกจากช่องข้อความต่างๆ ที่ได้กรอกข้อมูลไว้แล้ว ดังภาพที่ 4-11

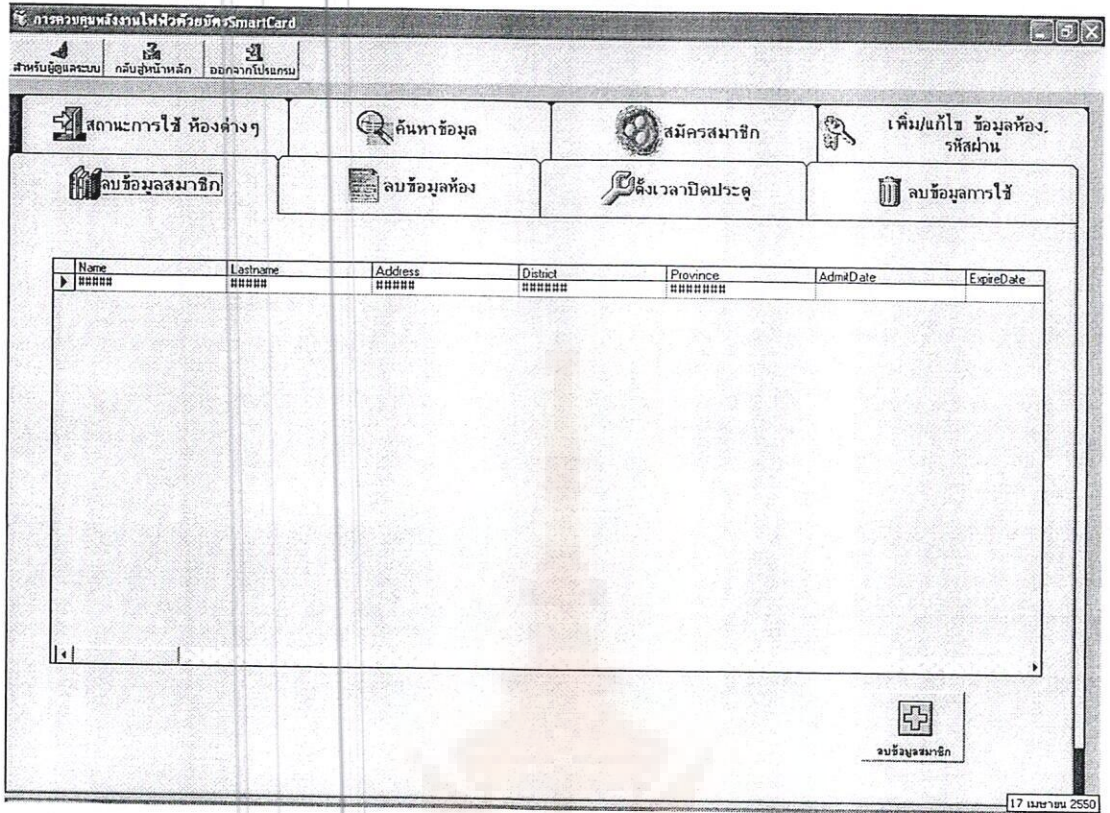
ภาพที่ 4-11 ส่วนของการสมัครสมาชิกเพื่อใช้งาน

7. ในส่วนของการเพิ่ม/แก้ไข ข้อมูลห้อง , รหัสผ่าน ข้อมูลในหน้าต่างนี้จะมีอยู่ด้วยกันสองส่วนคือ ส่วนของการบันทึกข้อมูลห้องและส่วนของการแก้ไขรหัสผ่าน ในช่องของรหัสห้องจะต้องกรอกข้อมูลเป็นตัวเลขเท่านั้นและตัวเลขต้องไม่เกินสามหลัก เมื่อกรอกข้อมูลเสร็จให้กดปุ่มยืนยัน ข้อมูลจะมีกล่องข้อความแสดงขึ้นมา หากได้รับการบันทึกข้อมูลลงในฐานข้อมูลเสร็จสิ้น ดังภาพที่ 4-12



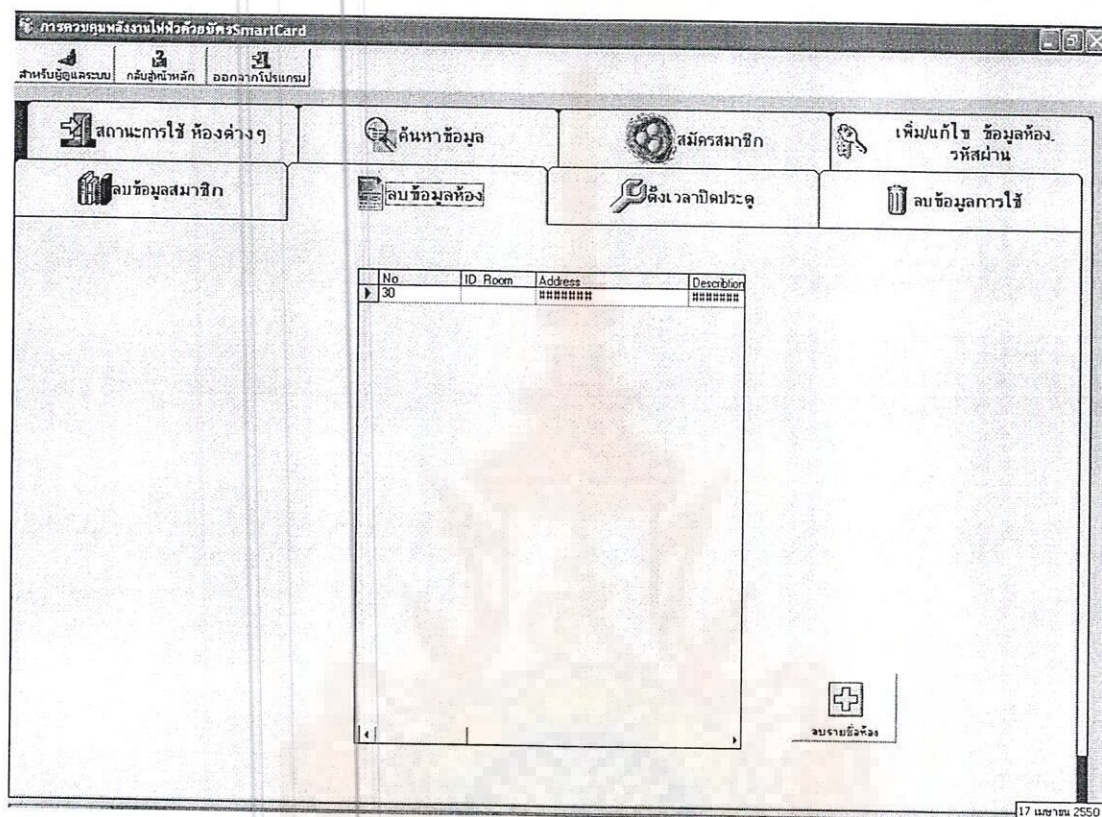
ภาพที่ 4-12 ส่วนของการเพิ่ม/แก้ไข ข้อมูลห้อง , รหัสผ่าน

8. ในส่วนของหน้าต่างลบข้อมูลสมาชิกนี้ จะแสดงข้อมูลสมาชิกที่มีอยู่และสามารถลบข้อมูลสมาชิกที่ไม่ต้องการออกได้แต่จะต้องมีข้อมูลเหลือไว้ 1 เร็คคอร์ด ที่จะไม่สามารถลบออกไปได้เพื่อความเสถียรภาพของโปรแกรมเอง ดังภาพที่ 4-13



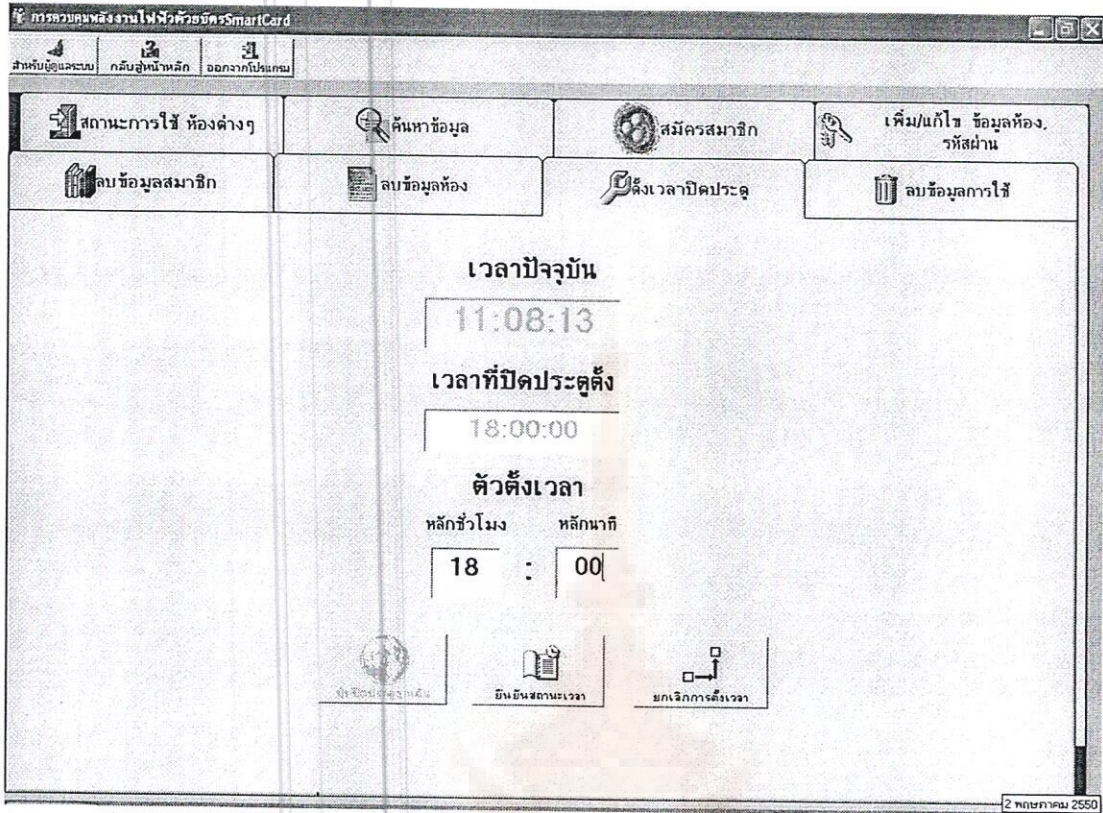
ภาพที่ 4-13 ส่วนของหน้าต่างลบข้อมูลสมาชิก

9. ในส่วนของหน้าต่างลบข้อมูลห้องนี้ จะแสดงข้อมูลของห้องต่างๆ ที่มีอยู่ในฐานข้อมูล และจะมีข้อมูลของเครื่องบันทึกรหัสบัตรใส่มาให้ในตอนเริ่มต้นของ โปรแกรม และหน้าต่างนี้ สามารถลบข้อมูลของห้องที่ไม่ต้องการออกได้แต่ไม่สามารถลบข้อมูลของเครื่องบันทึกรหัสบัตร ออกได้ดังภาพที่ 4-14



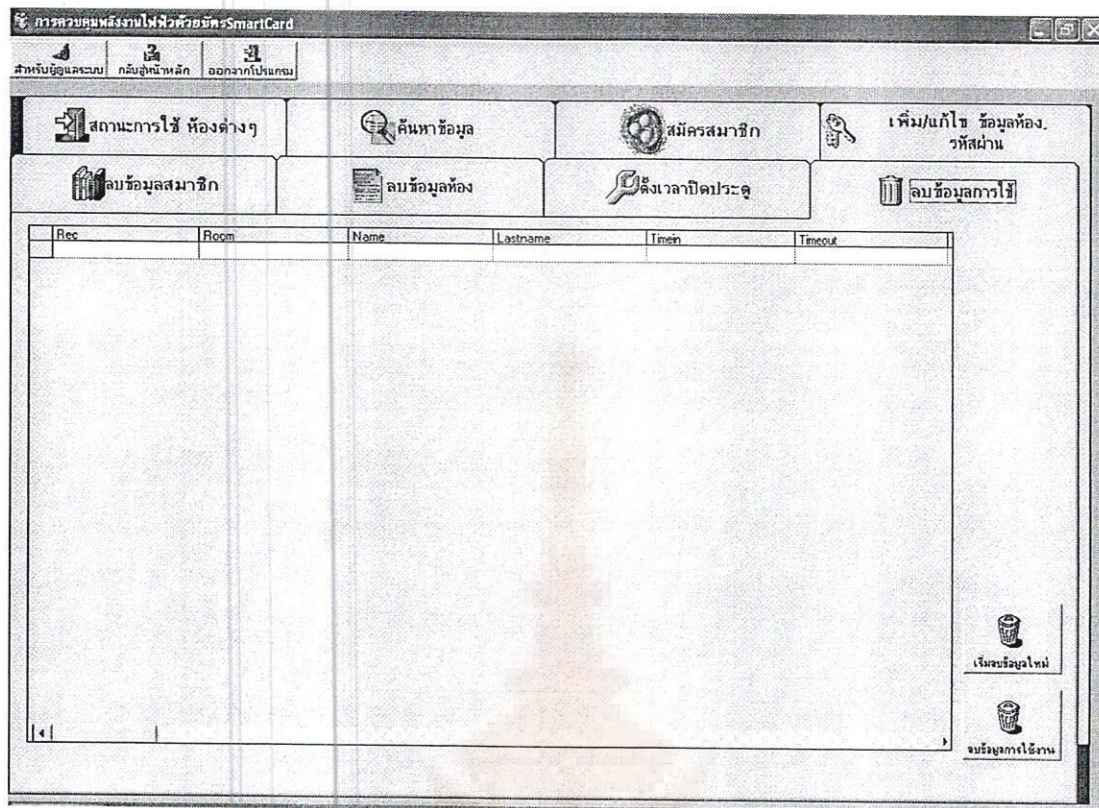
ภาพที่ 4-14 ส่วนของหน้าต่างลบข้อมูลห้อง

10. ในส่วนของหน้าต่างตั้งเวลาปิดประตูนี้ ไว้สำหรับสั่งให้ประตูปิดตามเวลาที่ได้ตั้งเอาไว้ การตั้งเวลานี้จะนำเอาเวลาที่ตั้งเอาไว้บันทึกลงในฐานข้อมูลเพื่อนำไปเปรียบเทียบกับเวลาของเครื่องคอมพิวเตอร์หากตรงกันก็จะสั่งปิดประตู และจะมีปุ่มสำหรับกดปิดประตูฉุกเฉิน สามารถสั่งปิดประตูโดยที่ไม่ต้องตั้งเวลา ดังภาพที่ 4-15



ภาพที่ 4-15 ส่วนของการตั้งเวลาปิดประตู

11. ในส่วนของหน้าต่างการลบข้อมูล การใช้สามารถลบข้อมูลที่อยู่ในฐานข้อมูลที่ได้ถูกบันทึกเอาแล้ว ออกได้โดยการกดปุ่มลบข้อมูลการใช้งาน หากว่ามีการลบข้อมูลในฐานข้อมูลจนหมดปุ่มนี้จะไม่สามารถกดต่อไปได้อีก ดังภาพที่ 4-16



ภาพที่ 4-16 ส่วนของการลบข้อมูลการใช้

สำหรับซอฟต์แวร์แสดงผลทางจอคอมพิวเตอร์นั้น สามารถที่จะพัฒนาให้มีความสามารถให้มากกว่านี้ได้ ไม่ว่าจะเป็นส่วนของหน้าตาของโปรแกรม ความสะดวกของการใช้การโปรแกรม เป็นต้น

บทที่ 6

สรุปโครงการและข้อเสนอแนะ

6.1 คำนำ

โครงการนี้เกิดจากแนวคิดที่จะนำเอาบัตร TOT Card ที่มีอยู่ทั่วไปมาใช้ให้เกิดประโยชน์มากขึ้นโดยอาศัยคุณสมบัติของบัตร TOT Card ที่มีรหัสภายในตัวบัตรและสามารถอ่านรหัสบัตรออกมาได้ จึงนำเอามาเป็นตัวควบคุมการปิดและเปิดระบบไฟฟ้าที่สามารถควบคุมและบันทึกเวลาใช้งานได้ โดยใช้รหัสจากตัวบัตร TOT Card หรือบัตรสมาร์ทการ์ดเป็นกุญแจในการเปิดปิดไฟฟ้าที่ต้องการควบคุม โดยที่จำเป็นต้องสามารถควบคุมและตรวจสอบการปิดและเปิดระบบไฟฟ้าในระยะทางที่ไกลได้ โดยเกินมาตรฐานของระบบสาย RS-232 จะควบคุมได้จึงได้มีการทำโครงการนี้ขึ้นมาเพื่อเป็นต้นแบบในการควบคุมการปิดและเปิดระบบไฟฟ้าจาก บัตร TOT Card และสามารถควบคุมในระยะทางที่ไกลขึ้นได้ เกินกว่าระบบสาย RS 232 จะควบคุมได้

6.2 สรุปผลที่ได้จากโครงการ

จุดประสงค์ของโครงการนี้คือ สามารถสร้างเครื่องสำหรับอ่านข้อมูลของบัตรสมาร์ทการ์ด จากนั้นประยุกต์เป็นอุปกรณ์การอ่านค่าจากบัตรเพื่อสามารถทำการสั่งการเพื่อเปิด - ปิดไฟฟ้าภายในห้อง โดยเงื่อนไขรหัสต้องตรงกับฐานข้อมูลแล้วทำการเปิดปิดไฟฟ้าได้ โดยมีการสร้างสร้างโปรแกรมฐานข้อมูลของผู้ใช้งานสำหรับสั่งการ

จากการทดลองของโครงการนี้ สามารถใช้บัตร TOT Card ในการสั่งเปิดปิดไฟฟ้าได้ โดยผ่านทางโปรแกรมฐานข้อมูลและผ่านทางสายสื่อสารระบบ RS-485

โปรแกรมฐานข้อมูลที่ใช้ในการเก็บข้อมูลผู้ใช้งาน สามารถแสดงข้อมูลเวลาการใช้งานของผู้ถือบัตรได้ โดยจะเป็นการแสดงวันและเวลาที่ผู้ถือบัตรได้ใช้งานในการเปิดปิดไฟฟ้าในครั้งล่าสุด และสามารถทำการสั่งการปิดประตูตามเวลาที่สามารถตั้งค่าได้ตามกำหนด

สามารถใช้บัตร TOT Card มาควบคุมระบบไฟฟ้าผ่านระบบ RS-485 ได้โดยที่มีเครื่องควบคุมระบบไฟฟ้าหลายๆ เครื่องต่อเข้าด้วยกัน อาจมีความผิดพลาดอันเกิดจากการออกแบบและเขียนโปรแกรมอยู่บ้างแต่ที่สำคัญคือความผิดพลาดในการออกแบบตัวเครื่องที่ใช้ในการอ่านบัตร TOT Card เพราะสามารถทำให้ผู้ใช้งานสามารถถอดสายควบคุมและสายสัญญาณ RS-485 ได้ส่งผลกระทบต่อระบบการทำงาน

ปัญหาที่เกิดจากระบบทำงานขัดข้องอาจทำให้ระบบการทำงานของ PIC 16F877 ทำงานผิดพลาดได้ในแต่ละเครื่อง และวิธีการแก้ไขปัญหานี้ทำได้ แต่ไม่ค่อยดีมากนักคือต้องถอดสายควบคุมที่ตัวเครื่องออกก่อนเพราะว่าสายเส้นนี้จะมีทั้งสายที่เป็นแหล่งจ่ายไฟเลี้ยงให้กับวงจรภายในตัวเครื่องและสายควบคุมการปิดและเปิดของระบบไฟฟ้าเพราะการถอดสายที่กล่าวมานี้จะทำให้ระบบกลับไปสู่สถานะเริ่มต้นใหม่ได้เหมือนการรีเซ็ตเครื่องอย่างหนึ่ง และอาจมีสถานะของไฟฟ้าที่เป็นแหล่งจ่ายของระบบที่ทำให้เกิดขัดข้อง ทำให้การส่งข้อมูลเพื่อไปบันทึกเวลาเข้าออกต้องหยุดชะงักไปแล้วจำเป็นต้องกลับไปเริ่มต้นสถานะกันใหม่

โดยภาพรวมแล้วการใช้บัตร TOT Card เพื่อควบคุมระบบไฟฟ้าในการเข้าใช้ห้องเรียน และเพื่อเปิดปิดประตูนี้ยังจำเป็นต้องมีการพัฒนาระบบต่างๆ ที่เกี่ยวข้องต่อไปอีก เพื่อความเสถียรภาพของระบบ แต่การใช้ระบบ RS-485 มาเป็นตัวเชื่อมระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์กับตัวเครื่องควบคุมสามารถทำได้ดีเพราะสามารถใช้ส่งข้อมูลได้ไกลถึง 400 เมตรซึ่งเป็นไปตามทฤษฎีของ RS 485 ที่สามารถส่งได้ไกลถึง 1.2 กิโลเมตร และการนำเอา PIC 16F628 และ PIC 16F877 มาใช้ในการอ่านบัตร TOT Card และควบคุมการปิดและเปิดระบบไฟฟ้าซึ่งสามารถใช้งานได้ดี

6.3 อุปสรรคและปัญหาในการทำโครงการ

เมื่อทำการติดตั้งฮาร์ดแวร์เสร็จสิ้นแล้วจะพบปัญหาการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ ดังนี้

1) การติดตั้งตู้ควบคุมในการตัดต่อวงจรไฟฟ้าให้กับห้องต้องมีการนำไฟเลี้ยงให้กับอุปกรณ์ และเมื่อทำการติดตั้งกับสถานที่จริง ก็เกิดมีสัญญาณรบกวนจากหลอดฟลูออเรสเซนต์ขนาด 36 W. ส่งผลให้อุปกรณ์ที่ทำการติดตั้งเพื่อควบคุมการเปิด-ปิดไฟฟ้าทำงานผิดพลาด ขณะเดียวกันที่หลอดฟลูออเรสเซนต์ขนาด 18 W. ไม่ส่งผลให้กับอุปกรณ์ที่ติดตั้งทำงานผิดพลาดเลย อาจเนื่องมาจากสนามแม่เหล็กในบัลลาสต์ส่งผลให้อุปกรณ์ทำงานผิดพลาด

2) อุปกรณ์ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877 ในบางครั้งอาจส่งค่าที่อ่านได้ให้กับโปรแกรมฐานข้อมูลช้า ส่งผลให้การเปิดใช้งานของห้องเกิดช้าตามไปด้วย

3) ในอุปกรณ์ไมโครอ่านค่าจากบัตรเพื่อประมวลผลกับฐานข้อมูล เมื่อเปิดใช้งานไปในระยะเวลาอันยาวนาน ทำให้ไมโครไม่ทำการอ่านค่าบัตร ต้องทำการรีเซ็ตเครื่องใหม่ จึงสามารถใช้งานได้ต่อไป

6.4 ข้อเสนอแนะในการพัฒนาโครงการ

หากมีผู้ต้องการที่จะพัฒนาหรือทำโครงการที่เกี่ยวข้องหรือแบบเดียวกันกับ โครงการนี้ ทางคณะผู้จัดทำโครงการมีข้อเสนอแนะดังนี้ คือ

1) ในส่วนของโปรแกรมของผู้ใช้งานนั้นควรมีการปรับปรุงในเรื่องการบันทึกข้อมูลและลบข้อมูลให้ดียิ่งขึ้นเพราะในตอนนี้การลบข้อมูลที่บันทึกเวลาเข้าออกยังไม่สามารถนำมาใช้งานได้มากน่ะยังมีข้อผิดพลาดอยู่บ้างจึงควรมีการปรับปรุงให้ดีกว่าเดิม

2) หน้าตาของตัวโปรแกรมยังต้องมีการพัฒนาให้มีความสะดวกในการใช้งานให้มากกว่าเดิม

3) การออกแบบรูปลักษณ์ของตัวเครื่องที่ใช้ในการอ่านบัตรและควบคุมการปิดและเปิดนั้นจำเป็นต้องมีการออกแบบที่ดีกว่าเดิมเพื่อป้องกันข้อผิดพลาดอันเกิดมาจากผู้ใช้ที่อาจถอดสายสัญญาณและสายควบคุมออกได้

4) เตรียมเงินทุนที่จะใช้ในการทำโครงการ

ส่วนสุดท้ายคือการนำไปใช้งานนั้นอาจจะเพิ่มทางเลือกในการเข้าใช้ห้องต่างๆ ได้จากบัตร เช่น บัตร 1 ใบสามารถที่จะเลือกได้ว่าให้ใช้ห้องใดได้บ้างไม่จำเป็นที่จะต้องใช้ได้กับทุกห้องเสมอไป และควรมีการศึกษาในเรื่องสัญญาณรบกวนที่อาจจะเกิดขึ้นได้กับวงจรควบคุมการปิดและเปิดระบบไฟฟ้าว่ามีสาเหตุใดบ้างที่ก่อให้เกิดปัญหาในการทำงานของระบบ

เอกสารอ้างอิง

- [1] เลิศ แซ่ตั้ง. เทคโนโลยี สมาร์ทการ์ด. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น, 2546
- [2] ฉันทวุฒิ พีชผล และ พิชิต ตันติภูตานนท์. คู่มือเรียน Visual Basic 6. กรุงเทพฯ: เอช เอ็น กรุ๊ป จำกัด, 2543
- [3] สุทธิศักดิ์ พงษ์ธนาพานิช. Visual Basic 5.0 Professional. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดยูเคชั่น, 2541
- [4] เจน สงสมพันธุ์ และ คณะ. ทำเล่นให้เป็นจริง 5. กรุงเทพฯ: สถาบันอิเล็กทรอนิกส์ กรุงเทพมหานคร, 2544
- [5] กิตติ ภัคดี วัฒนะกุล และ จำลองครูอุตสาหะ. Visual Basic6 ฉบับ โปรแกรมเมอร์. กรุงเทพฯ: ดวงกมลสมัย จำกัด, พิมพ์ครั้งที่ 10, 2545
- [6] ศุภชัย สมพานิช. สร้างระบบงานฐานข้อมูลด้วย Visual Basic. กรุงเทพฯ: อินโฟเพรส, 2545
- [7] อารัมภีร์ จันทร์ไย. “โครงการ : Smart Cart workshop เรียนรู้และเข้าใจสมาร์ทการ์ดในภาคปฏิบัติ.” เซมิคอนดักเตอร์ อิเล็กทรอนิกส์, ฉบับที่ 241-246, 249, 253. (ตุลาคม 2545)

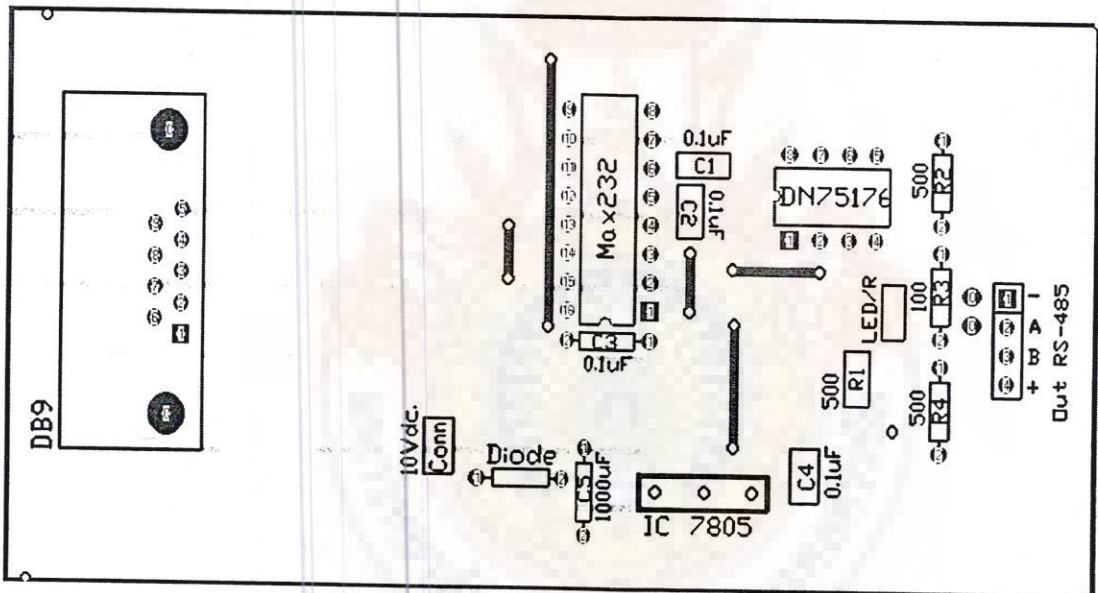
ภาคผนวก ก
วงจรรายพรรณที่



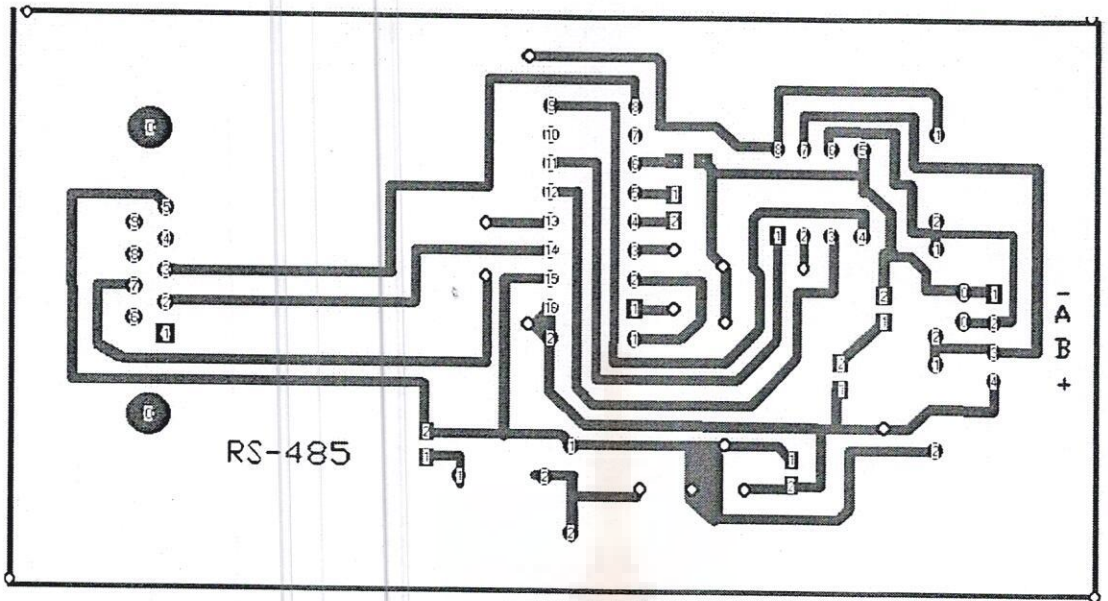
ภาคผนวก ก-1

รายการอุปกรณ์ที่ใช้ในโมดูลสำหรับส่งสัญญาณ RS-485 ประกอบด้วย

- | | |
|-----------------------------|-------|
| 1) IC MAX 232 | 1 ตัว |
| 2) IC SN75176 | 1 ตัว |
| 3) ไดโอด 1N4001 | 1 ตัว |
| 4) IC Regulator 7805 | 1 ตัว |
| 5) ตัวเก็บประจุ 0.1 μ F | 4 ตัว |
| 6) ตัวต้านทาน 500 Ω | 3 ตัว |
| 7) ตัวต้านทาน 100 Ω | 1 ตัว |
| 8) Connector DB9 | 1 ตัว |
| 9) หลอด LED สีแดง | 1 ตัว |



ภาพที่ ก-1.1 แสดงการต่ออุปกรณ์ของโมดูลสำหรับส่งสัญญาณ RS-485

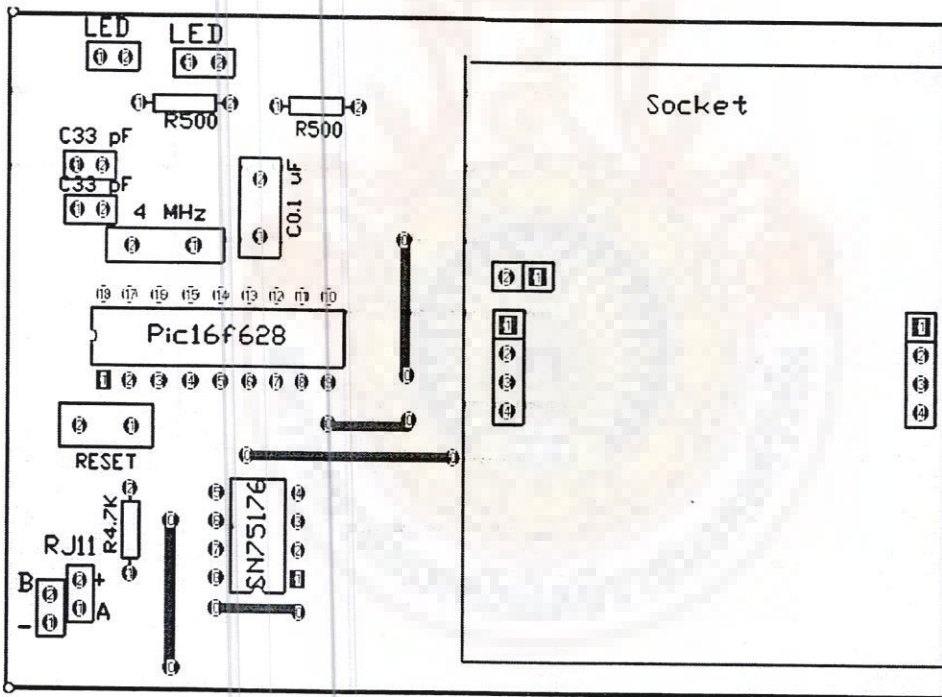


ภาพที่ ก-1.2 แสดงวงจร (ลายพริ้นท์) ของโมดูลสำหรับส่งสัญญาณ RS-485

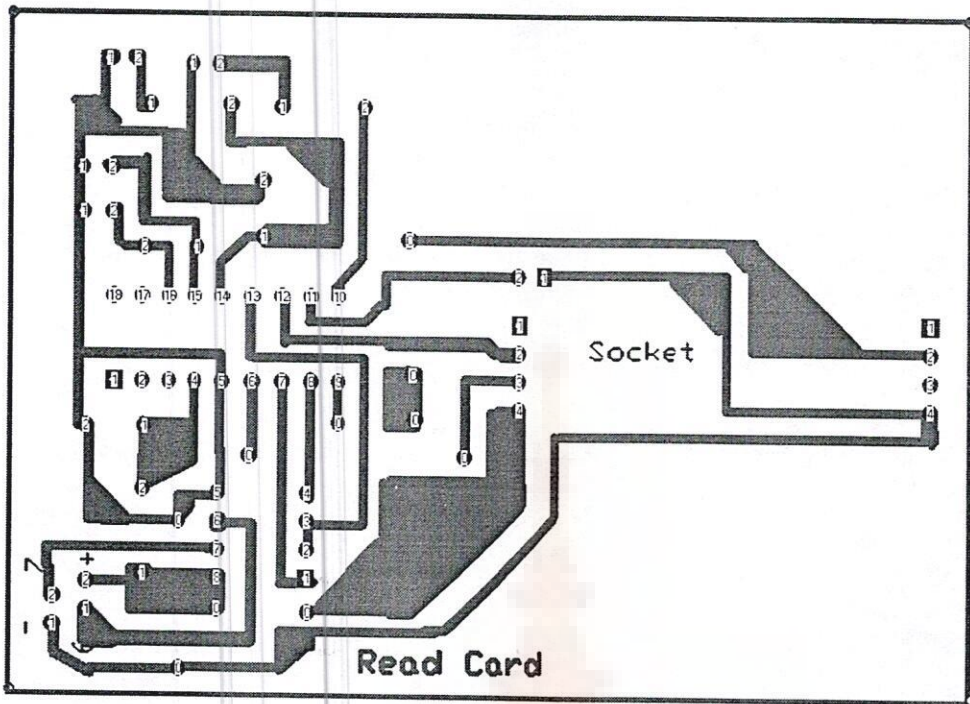
ภาคผนวก ก-2

รายการอุปกรณ์และวงจรสายพินท์ของโมดูลอ่านบัตรเพื่อสมัครสมาชิก ประกอบด้วย

- | | |
|---|-------|
| 1) ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F628 | 1ตัว |
| 2) IC SN75176 | 1ตัว |
| 3) Socket Smart Card | 1ตัว |
| 4) Crystal 4 MHz. | 1ตัว |
| 5) ตัวเก็บประจุ 0.1 μ F 50 V. | 1ตัว |
| 6) ตัวเก็บประจุ 33pF | 2ตัว |
| 7) ตัวต้านทาน 500 Ω และ 4.7 k Ω อย่างละ | 1ตัว |
| 8) LED สีแดงและเหลือง อย่างละ | 1หลอด |
| 9) สวิตช์ Reset | 1ตัว |
| 10) แจ็คโทรศัพท์ RJ11 | 1ตัว |



ภาพที่ ก-2.1 แสดงการต่ออุปกรณ์ของ โมดูลอ่านบัตรเพื่อสมัครสมาชิก

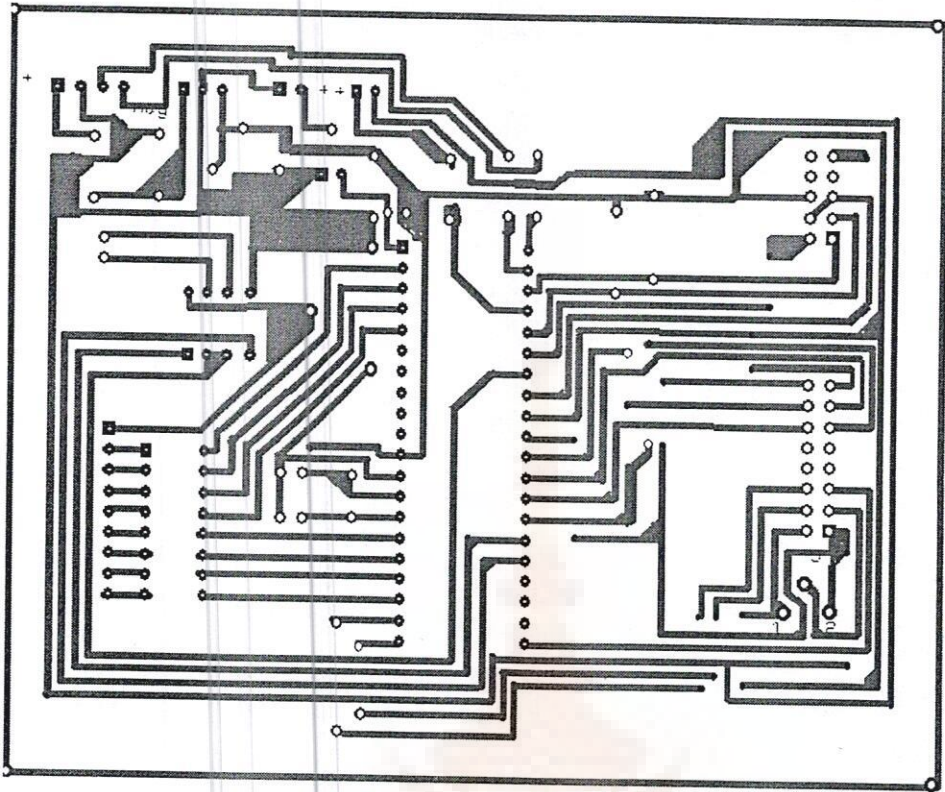


ภาพที่ ก-2.2 แสดงวงจร (ลายพริ้นท์) ของโมดูลอ่านบัตรเพื่อสมัครสมาชิก

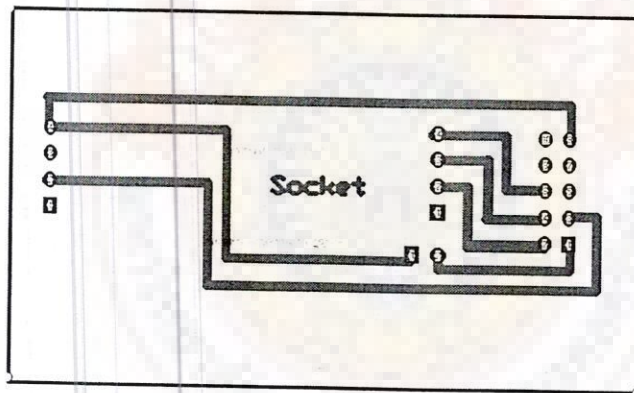
ภาคผนวก ก-3

รายการอุปกรณ์และวงจรลายพริ้นท์ของโมดูลอ่านบัตรเพื่อประมวลผลกับฐานข้อมูลและ
ลายพริ้นท์ Socket สมาร์ทการ์ดประกอบด้วย

- | | |
|---|--------|
| 1) ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877 | 1 ตัว |
| 2) IC SN75176 | 1 ตัว |
| 3) ไดโอด 1N4001 | 3 ตัว |
| 4) IC Regulator 7805 | 1 ตัว |
| 5) Socket Smart Card | 1 ตัว |
| 6) จอ LCD แบบมี Backlight 1 บรรทัด | 1 ตัว |
| 7) Crystal 20 MHz. | 1 ตัว |
| 8) ตัวเก็บประจุ 2000 μ F 25 V. | 1 ตัว |
| 9) ตัวเก็บประจุ 0.1 μ F 50 V. | 1 ตัว |
| 10) ตัวเก็บประจุ 22 pF | 2 ตัว |
| 11) ตัวต้านทาน 4.7 k Ω อย่างละ | 1 ตัว |
| 12) ตัวต้านทาน 500 Ω และ 10 k Ω อย่างละ | 2 ตัว |
| 13) ตัวต้านทานแบบปรับค่าได้ 10 k Ω | 1 ตัว |
| 14) ตัวต้านทานแบบ Network 10 k Ω | 1 ตัว |
| 15) Connector ขนาด 10 Pin และ 16 Pin อย่างละ | 2 ตัว |
| 16) Connector ขนาด 2 Pin | 3 ตัว |
| 17) Connector ขนาด 3 Pin และ 4 Pin อย่างละ | 1 ตัว |
| 18) DIP Switch 10 k Ω | 1 ตัว |
| 19) LED สีแดงและเหลือง อย่างละ | 1 หลอด |
| 20) สวิตช์ Reset | 1 ตัว |



ภาพที่ ก-3.2 แสดงวงจร (ลายพริ้นท์) ของโมดูลอ่านบัตรเพื่อประมวลผลกับฐานข้อมูล



ภาพที่ ก-3.3 แสดงวงจร (ลายพริ้นท์) ของ Socket Card

ภาคผนวก ก-4

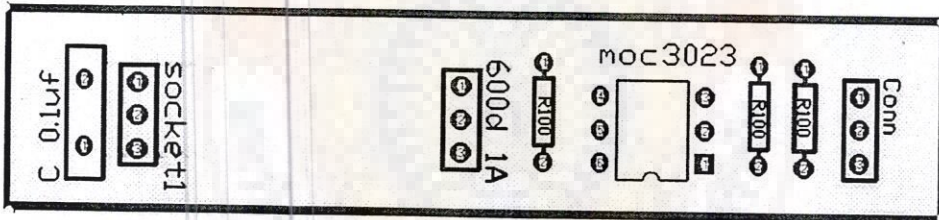
รายการอุปกรณ์และวงจรลายพริ้นท์ของชุดแหล่งจ่ายไฟฟ้าและ โมดูลควบคุมกำลังไฟฟ้าของระบบแสดงดังต่อไปนี้

รายการอุปกรณ์ที่ใช้ในชุดแหล่งจ่ายไฟฟ้าของระบบประกอบด้วย

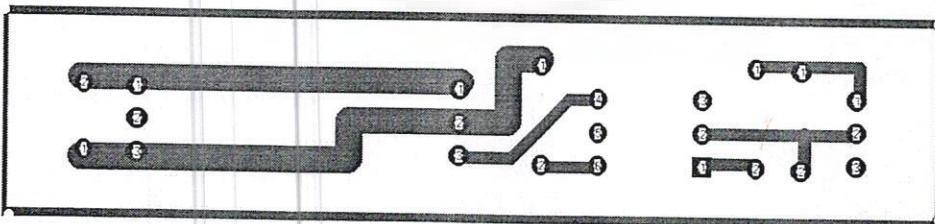
- | | |
|--|-------|
| 1) หม้อแปลงขนาด 9 V. | 1 ตัว |
| 2) วงจร Bridge | 1 ตัว |
| 3) ฟิวส์ขนาด 1 A | 1 ตัว |
| 4) IC Regulator 7805 | 1 ตัว |
| 5) ตัวเก็บประจุ 2200 μF 50 V. | 1 ตัว |
| 6) ตัวเก็บประจุ 0.47 μF และ 0.1 μF อย่างละ | 1 ตัว |

รายการอุปกรณ์ที่ใช้ในโมดูลควบคุมกำลังไฟฟ้าประกอบด้วย

- | | |
|-----------------------------------|-------|
| 1) MOC 3023 | 1 ตัว |
| 2) Transistor 600D 2A | 1 ตัว |
| 3) ตัวต้านทานขนาด 100 Ω | 4 ตัว |
| 4) ตัวเก็บประจุ 0.1 μF | 1 ตัว |

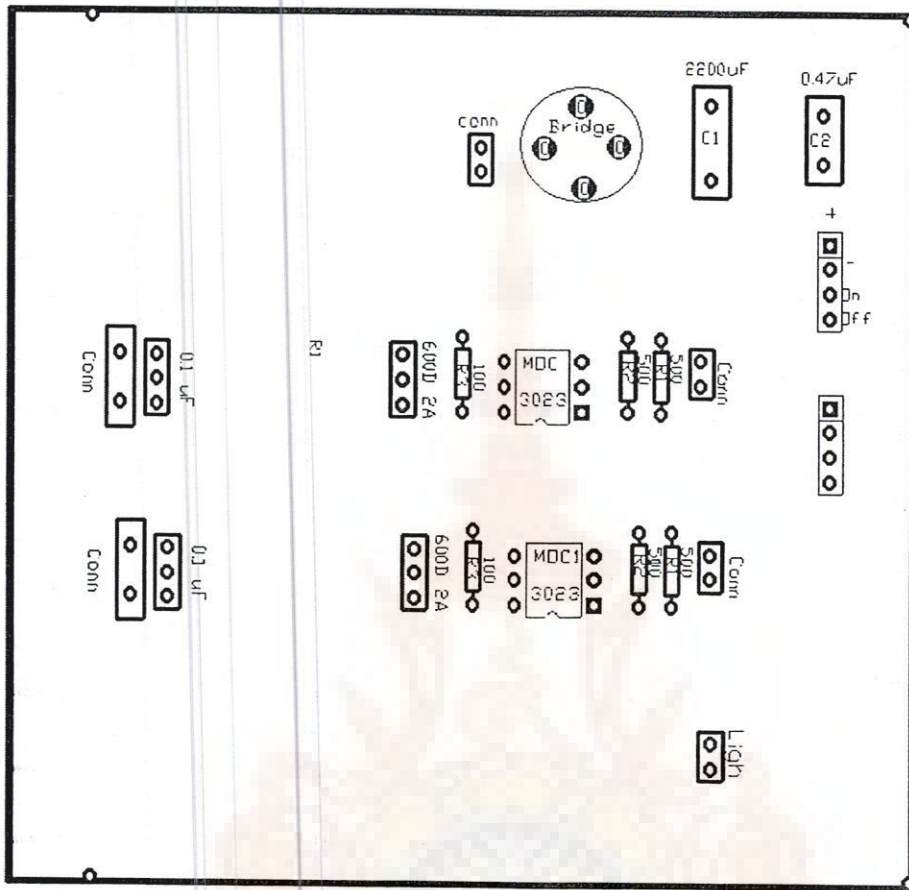


ภาพที่ ก-4.1 แสดงการต่ออุปกรณ์ของ โมดูลควบคุมกำลังไฟฟ้า

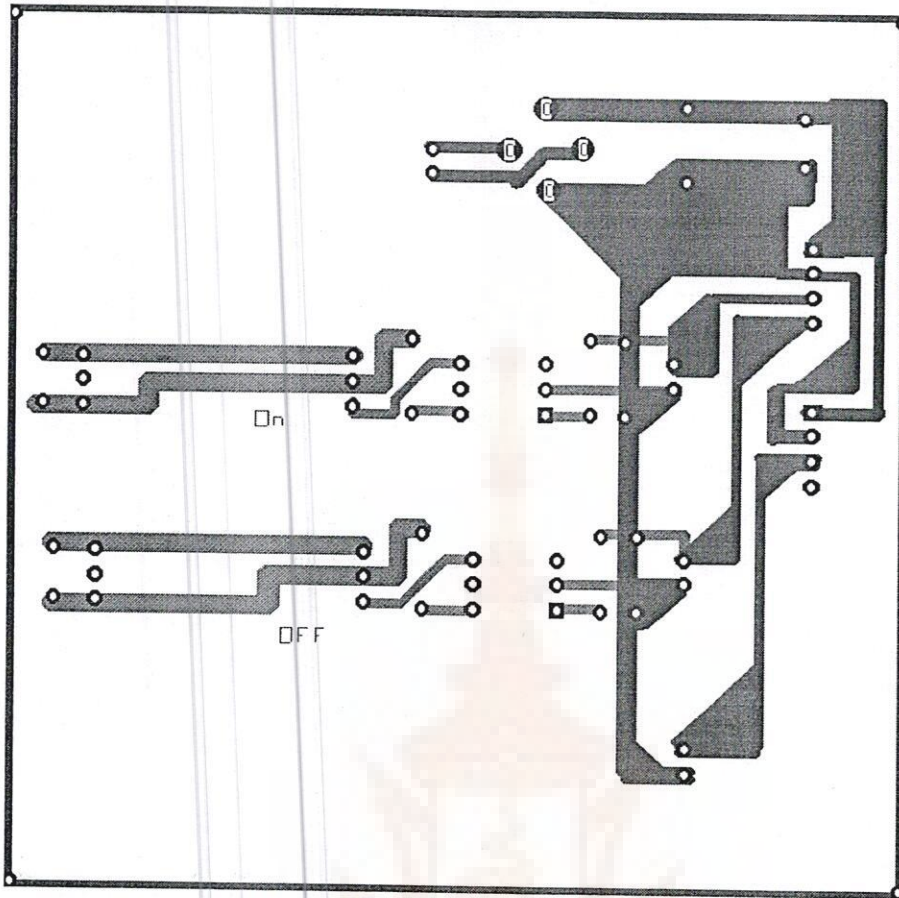


ภาพที่ ก-4.2 แสดงวงจร (ลายพริ้นท์) ของ โมดูลควบคุมกำลังไฟฟ้า(แบบขยาย)

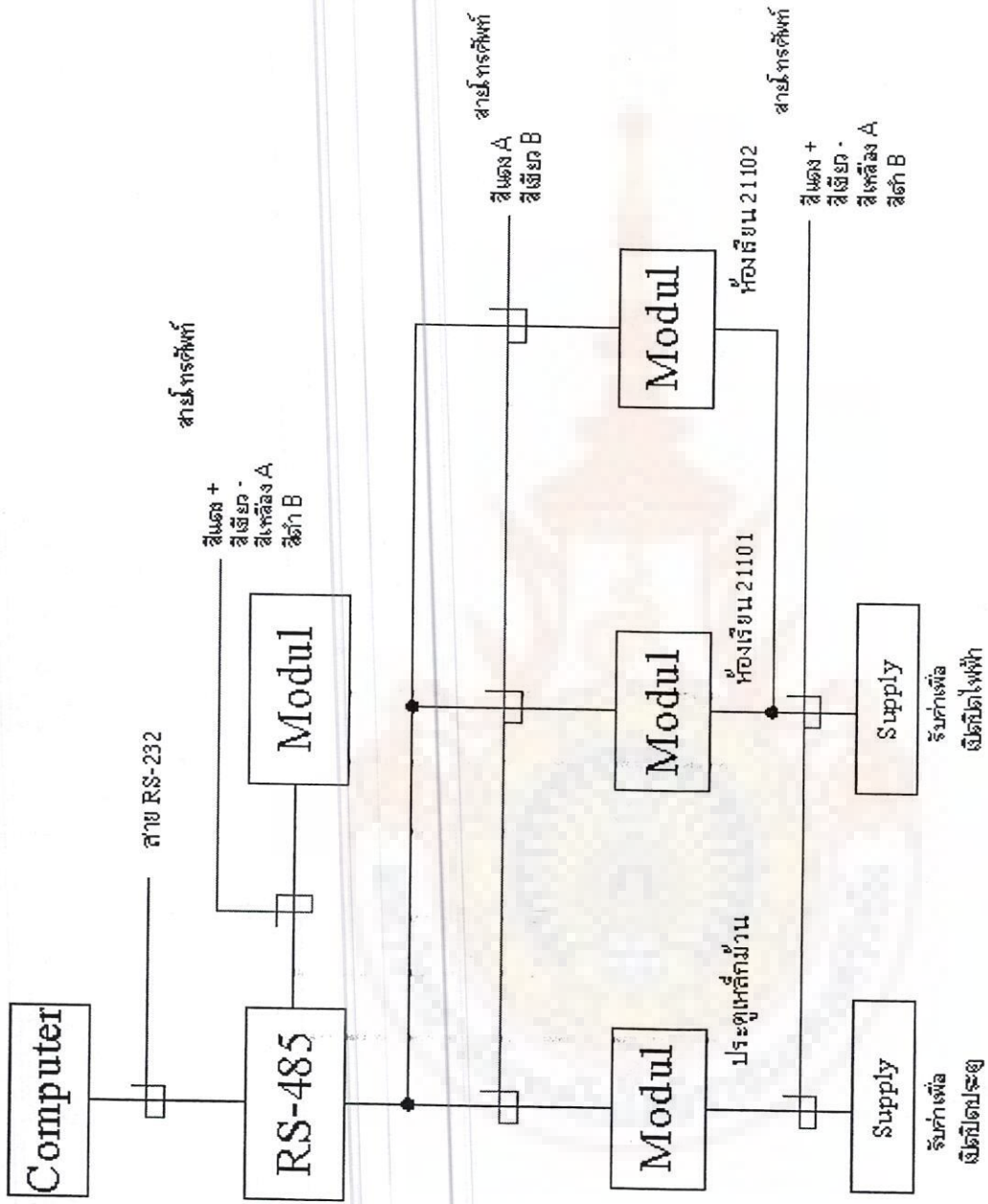
โดยวงจรทั้งสองจะมีการทำลายพรีนที่ที่แยกออกจากกัน เมื่อนำวงจรทั้งสองมารวมกันในวงจรลายพรีนที่จะได้วงจรลายพรีนที่ดังนี้



ภาพที่ ก-4.3 แสดงการต่ออุปกรณ์ของชุดแหล่งจ่ายไฟฟ้าร่วมกับโมดูลควบคุมกำลังไฟฟ้า



ภาพที่ ก-4.4 แสดงวงจร (ลายพริ้นท์) ของชุดแหล่งจ่ายไฟฟ้าร่วมกับ โมดูลควบคุมกำลังไฟฟ้า



ไดอะแกรมบอกความหมายของสาย