RMUTSV
SK071021

รายงานการวิจัย

ระบบควบคุมการใช้เครื่องปรับอากาศชนิดรวมศูนย์แบบไร้สาย

Wireless Central Air Condition Control System

b000 46231

นายสัญญา ผาสุข
นายคนโฑ ปานทองคำ

697.93
ส555
2551

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัย ประเภทอุดหนุนทั่วไป งบประมาณผลประโยชน์ประจำปี
พ. ศ. 2549

รายงานการวิจัย

ระบบควบคุมการใช้เครื่องปรับอากาศชนิดรวมศูนย์แบบไร้สาย

Wireless Central Air Condition Control System

นายสัญญา ผาสุข
นายคนโฑ ปานทองคำ

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัย ประเภทอุดหนุนทั่วไป งบประมาณผลประโยชน์ประจำปี
พ. ศ. 2549

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้นำเสนอระบบควบคุมการใช้เครื่องปรับอากาศในอาคารหรือของหน่วยงาน เพื่อควบคุมและลดการใช้พลังงานไฟฟ้าในหน่วยงาน โดยผู้ประสงค์จะใช้งานเครื่องปรับอากาศของแต่ละห้องจะต้องนำบัตรโทรศัพท์ TOT มาสมัครเป็นสมาชิกที่เครื่องเซิฟเวอร์และต้องได้รับอนุญาตจากผู้ดูแลระบบก่อนจึงจะสามารถนำบัตรโทรศัพท์ TOT ไปเสียบที่ช่องอ่านบัตรของเครื่องอ่านบัตรของแต่ละห้องเพื่อใช้เครื่องปรับอากาศ

Abstract

This research is represents the control of using air condition system of building. For reduce the electric energy. Before use air condition of building must use TOT card to register with administer.

กิตติกรรมประกาศ

รายงานการวิจัยฉบับนี้ได้ดำเนินการมาจนสำเร็จลุล่วงนั้น เกิดจากความร่วมมือของคณะวิจัย แม้ว่าจะมีเวลาในการทำวิจัยกันน้อย แต่ก็สามารถจัดสรรเวลาจึงสามารถช่วยกันกระทั่งสำเร็จลุล่วง และทั้งนี้ได้รับการสนับสนุนจากสาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้ากำลัง ที่ให้การสนับสนุนทั้งสถานที่และเครื่องมือในการทำวิจัย และงานวิจัยนี้มีขึ้นมาได้เนื่องจากการสนับสนุนทุนอุดหนุนการทำวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตภาคใต้

สัญญา ผาสุข
คณโฑ ปานทองคำ

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
กิตติกรรมประกาศ	ง
สารบัญ	จ
สารบัญภาพ	ซ
บทที่ 1. บทนำ	1
1.1 ความสำคัญและที่มาของการวิจัย	1
1.2 วัตถุประสงค์	1
1.3 ขอบเขตของงานวิจัย	1
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2. ความรู้พื้นฐานไมโครคอนโทรลเลอร์ 16F628 , 16F877 และ ET-RF24G	3
2.1 ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F628	3
2.1.1 คุณสมบัติทางเทคนิคของไมโครคอนโทรเลอร์ PIC16F628	4
2.1.2 การจัดสรรหน่วยความจำโปรแกรม	6
2.1.3 การจัดสรรหน่วยความจำข้อมูล	7
2.2 **ไมโครคอนโทรลเลอร์ ตระกูลPIC เบอร์16F877**	8
2.2.1 คุณสมบัติของ PIC 16F877	8
2.2.2 สัญญาณนาฬิกา	9
2.2.3 โครงสร้างภายในของ PIC 16F877	10
2.3 การส่งข้อมูลไร้สาย	11
บทที่ 3. เครื่องอ่านบัตร TOT และระบบควบคุม	16
3.1 เครื่องอ่านบัตร TOTเพื่อสมัครสมาชิก	16
3.2 เครื่องอ่านบัตร TOT เพื่อควบคุม	17
3.3 ระบบสื่อสารข้อมูล	20
3.4 ชุดแหล่งจ่ายไฟฟ้าและชุดควบคุมกำลังไฟฟ้า	22

บทที่ 4. การออกแบบและพัฒนาโปรแกรม 24

4.1 การสมัครสมาชิก 24

4.2 การลงทะเบียนเครื่องปรับอากาศและห้องที่ใช้งาน 27

4.3 การบันทึกสถานะการใช้งาน 28

4.4 การค้นหาข้อมูล 30

บทที่ 5. สรุปผล 33

บรรณานุกรม 35

ประวัติผู้เขียน 36

สารบัญภาพ

ภาพประกอบที่		หน้า
2-1	ไดอะแกรมแสดงการทำงานพื้นฐานของไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ใช้สถาปัตยกรรมแบบฮาร์ดแวร์	3
2-2	โครงสร้างการทำงานและการจัดขาของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F628	5
2-3	การจัดสรรหน่วยความจำของ PIC16F628	6
2-4	การจัดขาและคุณสมบัติทางเทคนิคของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC 16F877	9
2-5	โครงสร้างภายในของ PIC 16F877	10
2-6	แสดงสายสัญญาณ RS232 เพื่อใช้กับ ET-RF24G ในโหมดส่งหรือรับอย่างเดียว	13
2-7	แสดงสายสัญญาณ RS232 เพื่อใช้กับ ET-RF24G ในโหมดทั้งส่งและรับข้อมูล	14
3-1	แสดงวงจรของเครื่องอ่านบัตรเพื่อสมัครสมาชิก	16
3-2	ภาพของเครื่องอ่านบัตรเพื่อสมัครสมาชิก	17
3-3	แสดงการต่อวงจรเครื่องอ่านบัตรเพื่อประมวลผลกับฐานข้อมูล	18
3-4	แสดงการประกอบเครื่องอ่านบัตร TOT	19
3-5	แสดงลักษณะการสื่อสารข้อมูล	20
3-6	แสดงเครื่องรับส่งข้อมูลไร้สาย ET-RF24G V2.0 ของบริษัท ETT	20
3-7	แสดงเครื่องเซิฟเวอร์และตัวรับส่งข้อมูล ET-RF24G V2.0	21
3-8	แสดงเครื่องอ่านบัตรTOT และตัวรับส่งข้อมูล ET-RF24G V2.0	21
3-9	แสดงวงจรการต่อของชุดแหล่งจ่ายไฟฟ้าของระบบ	22
3-10	แสดงวงจรชุดควบคุมกำลังไฟฟ้า	22
3-11	แสดงวงจรแหล่งจ่ายไฟฟ้ารวมกับชุดควบคุมกำลังไฟฟ้า	23
3-12	แหล่งจ่ายไฟฟ้าร่วมกับชุดควบคุมกำลังไฟฟ้า	23
4-1	แสดงขั้นตอนของโปรแกรมรับสมัครสมาชิก	25
4-2	แสดงหน้าต่างของโปรแกรมในการรับสมัครสมาชิก	26
4-3	แสดงรายชื่อและข้อมูลต่างๆของสมาชิกที่ได้ลงทะเบียนไว้	26

4-4	แสดงขั้นตอนการลงทะเบียนเครื่องปรับอากาศและห้องที่ใช้งาน	27
4-5	แสดงหน้าต่างการทะเบียนเครื่องปรับอากาศและห้องที่ใช้งาน	28
4-6	แสดงขั้นตอนการควบคุมการใช้เครื่องปรับอากาศชนิดรวมศูนย์	29
4-7	แสดงหน้าต่างการเก็บข้อมูลสถานะการใช้งานของระบบเครื่องปรับอากาศชนิดรวมศูนย์	30
4-8	แสดงลักษณะการค้นหาข้อมูลต่างๆจากฐานข้อมูล	31
4-9	แสดงตัวอย่างการค้นหาชื่อของสมาชิกจากการใช้งานที่ผ่านมาจากฐานข้อมูล	32
5-1	แสดงบันทึกการใช้งานเครื่องปรับอากาศของสมาชิก	34

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของการวิจัย

สภาวะปัจจุบันอัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าเพิ่มขึ้นทุกๆปี นับเป็นภาระหนักต่อการเงินของประเทศที่จะต้องจัดหาพลังงานไฟฟ้าให้เพียงพอและเหมาะสม ดังนั้นเพื่อลดการใช้พลังงานไฟฟ้าหน่วยงานที่รับผิดชอบจึงจัดให้มีการรณรงค์และหามาตรการต่างๆเพื่อให้ประชาชนเห็นถึงคุณค่าของพลังงานไฟฟ้า ซึ่งมาตรการที่จะประหยัดพลังงานไฟฟ้ามีหลายมาตรการด้วยกัน เช่นการเลือกเครื่องใช้ไฟฟ้าที่มีประสิทธิภาพ การเลือกขนาดเครื่องใช้ไฟฟ้าให้เหมาะสมกับการใช้งาน การสร้างแรงจูงใจในการประหยัดพลังงานไฟฟ้า ซึ่งมาตรการเหล่าจะไม่เกิดประโยชน์เลยหากว่าผู้ใช้พลังงานไฟฟ้าไม่มีจิตสำนึกในการประหยัดพลังงงานไฟฟ้า

หน่วยงานหรือสำนักงานที่มีเครื่องปรับอากาศจำนวนมากหลายหน่วยงานก็มีการรณรงค์เรื่องการประหยัดพลังงานไฟฟ้า เช่นการกำหนดให้ ตั้งอุณหภูมิของห้องปรับอากาศไว้ที่ 25 องศา การปิดเครื่องปรับอากาศก่อนเลิกงานครั่งชั่วโมงหรือการกำหนดเวลาในการปิดเปิดเครื่องปรับอากาศเป็นต้น แต่ในสำนักงานมักจะมีผู้ร่วมงานหลายคน ซึ่งเป็นเรื่องยากที่จะรณรงค์ให้ทุกคนเห็นด้วยและร่วมมือกับมาตรการประหยัดพลังงาน และเป็นเรื่องลำบากใจสำหรับหัวหน้างานที่จะคอยเตือนเรื่องการใช้พลังงานอย่างประหยัด หลายครั้งที่ผู้ใช้งานเกิดการพลั้งเผลอ มิได้ปิด เปิด เครื่องปรับอากาศตามเวลาที่กำหนด และบางครั้งเผลอลืมเปิดทิ้งไว้ช่วงพักเที่ยงโดยไม่มีใครอยู่ในห้อง ซึ่งพฤติกรรมต่างๆ เหล่านี้เป็นการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าโดยใช่เหตุ และหากโดนตำหนิจากผู้บังคับบัญชา ก็จะทำให้เสียบรรยากาศในการทำงาน

ดังนั้นหากมีเครื่องควบคุมการใช้เครื่องปรับอากาศแบบรวมศูนย์ จะสามารถควบคุมการใช้งานของเครื่องปรับอากาศและพลังงานไฟฟ้าแต่ละห้องได้ โดยการใช้งานร่วมกับบัตรอัจฉริยะ (TOT Card) ซึ่งจะเป็นการระบุตัวบุคคลที่ต้องการใช้เครื่องปรับอากาศ โดยผู้ใช้งานจำต้องมีการลงทะเบียนที่เครื่องเซิฟเวอร์เสียก่อนจึงจะสามารถเปิดใช้เครื่องปรับอากาศได้ ซึ่งเมื่อผู้ต้องการใช้เครื่องปรับอากาศหรือพลังงานในห้องใด จะต้องนำบัตร TOT Card เสียบที่เครื่องอ่านบัตรแล้วเครื่องอ่านบัตรจะส่งข้อมูลไปยังเซิฟเวอร์ ซึ่งเครื่องเซิฟเวอร์จะทำการตรวจสอบว่าได้ลงทะเบียนไว้หรือไม่ หากได้ลงทะเบียนแล้วก็จะส่งคำสั่งไปยังเครื่องอ่านบัตรให้เปิดใช้เครื่องปรับอากาศได้และทำการบันทึกเวลาเข้าใช้และเมื่อเลิกใช้จะต้องดึงบัตรออกและเครื่องเซิฟเวอร์จะบันทึกเวลาเลิกใช้ทำให้สามารถเก็บบันทึกข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าและสามารถบริหารการใช้พลังงานไฟฟ้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 ได้ต้นแบบระบบควบคุมการใช้เครื่องปรับอากาศชนิดรวมศูนย์แบบไร้สาย

1.2.2 ได้องค์ความรู้เกี่ยวการควบคุมระบบไฟฟ้าแบบไร้สายด้วยสัญญาณ RF

1.3 ขอบเขตงานวิจัย

1.3.1 สามารถควบคุมให้เครื่องปรับอากาศแต่ละตัวปิดและเปิดตามเวลาที่กำหนดได้

1.3.2 สามารถควบคุมเครื่องปรับอากาศได้ไม่เกิน 256 เครื่อง

1.3.3 ระยะทางการควบคุมเครื่องปรับอากาศได้ไม่เกิน 300 เมตร

1.3.4 เครื่องปรับอากาศเป็นชนิดแยกส่วน

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 ได้ต้นแบบระบบควบคุมการใช้เครื่องปรับอากาศชนิดรวมศูนย์แบบไร้สาย

1.4.2 สามารถควบคุมให้เครื่องปรับอากาศแต่ละตัวปิดและเปิดตามเวลาที่กำหนดได้

1.4.3 สามารถช่วยลดการใช้พลังงานไฟฟ้าในหน่วยงานได้

1.4.4 สามารถนำเสนอแก่หน่วยงานภายนอกที่สนใจ

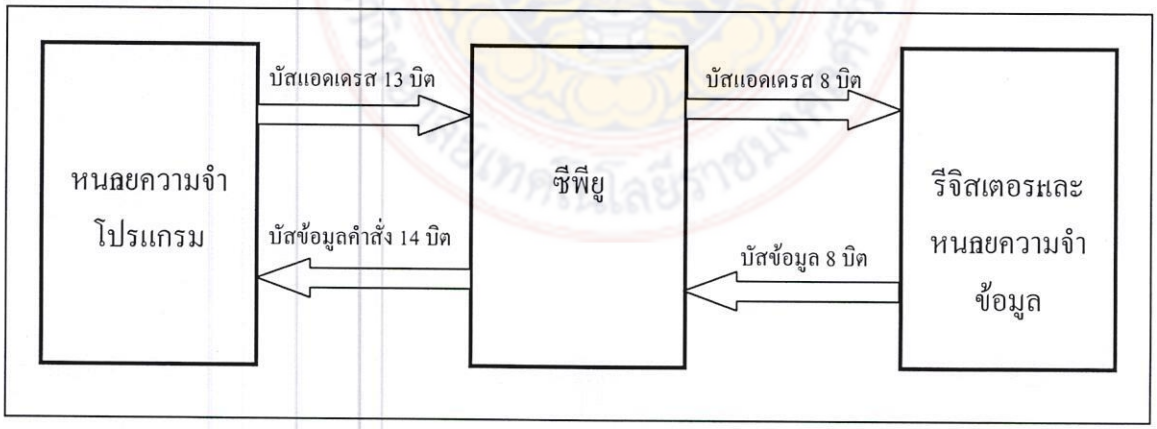
บทที่2
ความรู้พื้นฐานไมโครคอนโทรลเลอร์ 16F628 , 16F877 และ ET-RF24G

2.1 ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F628

ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล PIC เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ที่สถาปัตยกรรมแบบฮาร์ดแวร์ (Hardware architecture) กล่าวคือ มีการจัดแยกหน่วยความจำโปรแกรมและหน่วยความจำข้อมูลออกจากกัน มีบัสสำหรับติดต่อแยกกัน ซีพียูภายในไมโครคอนโทรลเลอร์จะติดต่อกับหน่วยความจำโปรแกรมด้วยบัสของแอดเดรส 13 บิต และบัสของข้อมูลหน่วยความจำโปรแกรม 14 บิต ในขณะที่บัสติดต่อหน่วยความจำข้อมูลและรีจิสเตอร์ภายในแบบ 8 บิต

นอกจากการจัดสถาปัตยกรรมแบบนี้แล้วการกระทำคำสั่งทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ยังใช้กระบวนการที่เรียกว่า ไปป์ไลน์ (pipeline) ทำให้สามารถเฟตช์คำสั่งถัดไป ในขณะที่กำลังเอ็กซีคิวต์คำสั่งปัจจุบันส่งผลให้ความเร็วของไมโครคอนโทรลเลอร์เพิ่มขึ้นมากนั่นจึงเป็นที่มาของความสามารถในการกระทำคำสั่ง 1 คำสั่งภายในสัญญาณนาฬิกา 1 ลูก สำหรับกระบวนการไปป์ไลน์แสดงดังภาพประกอบที่ 2-1

เมื่อเริ่มต้นกระทำคำสั่งที่ 1 ซีพียูจะเฟตช์คำสั่งจากหน่วยความจำโปรแกรมที่แอดเดรส n จากนั้นทำการเอ็กซีคิวต์ในไซเกิลต่อมาและที่ไซเกิลของการเอ็กซิคิวต์ คำสั่งที่แอดเดรส n นั้นซีพียูก็จะเริ่มต้นเฟตช์คำสั่งจากแอดเดรส n + 1 ทันทีเมื่อเอ็กซิคิวต์คำสั่งที่แอดเดรส n + 1 เรียบร้อยซีพียูก็จะสามารถเอ็กซีคิวต์คำสั่งที่แอดเดรส n + 1 ต่อเนื่องกันไปได้ทันทีและในทำนองเดียวกันขณะที่กำลังทำการเอ็กซีคิวต์คำสั่งแอดเดรส n + 1 ซีพียูก็จะดำเนินการเฟตช์คำสั่งที่แอดเดรส n + 2 ต่อไป



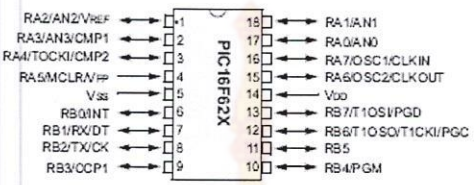
ภาพประกอบที่ 2-1 ไดอะแกรมแสดงการทำงานพื้นฐานของไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ใช้สถาปัตยกรรมแบบฮาร์ดแวร์

2.1.1 คุณสมบัติทางเทคนิคของไมโครคอนโทรเลอร์ PIC16F628

- ซีพียูเป็นแบบ RISC (Reduce instruction-set computer) มีคำสั่งใช้งานเพียง 35 คำสั่ง
- ความถี่สัญญาณนาฬิกา ตั้งแต่ไฟตรงถึง 20 MHz
- ขนาดหน่วยความจำ 2 กิโลเวิร์ด
- หน่วยความจำแรมข้อมูล 224 ไบต์
- หน่วยความจำข้อมูลอีอีพรอม 128 ไบต์
- ตอบสนองแหล่งกำเนิดอินเตอร์รัปได้ 10 แหล่ง
- มีสแต็ก 8 ระดับ
- มีวงจรเพาเวอร์ออนรีเซต (POR) เพาเวอร์อัปไทเมอร์ (PWRT) และออสซิลเลเตอร์สตาร์ทอัปไทเมอร์ (OST)
- มีวอตช์ด็อกไทเมอร์ (WDT) ที่มีวงจรออสซิลเลเตอร์ในตัว
- 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 ใช้คริสตอลความถี่สูงสูงสุดไม่เกิน 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
- ไทเมอร์ 3 ตัว (ไทเมอร์ 0, ไทเมอร์ 1,ไทเมอร์ 2)
- มีโมดูล CCP (Capture/Compare/PWM) 1 ชุด
- มีโมดูลเปรียบเทียบแรงดันอะนาลอก 2 ชุด
- มีโมดูลสร้างแรงดันอ้างอิง
- มีโมดูลสื่อสารข้อมูลอนุกรม USART

- มีวงจรตรวจจับระดับแรงดันไฟเลี้ยงเพื่อสร้างสัญญาณรีเซตซีพียู

PDIP, SOIC



SSOP

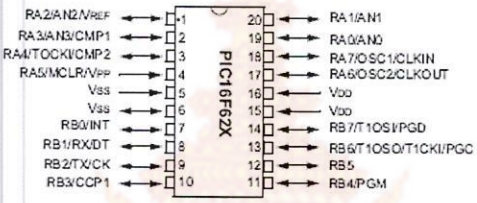
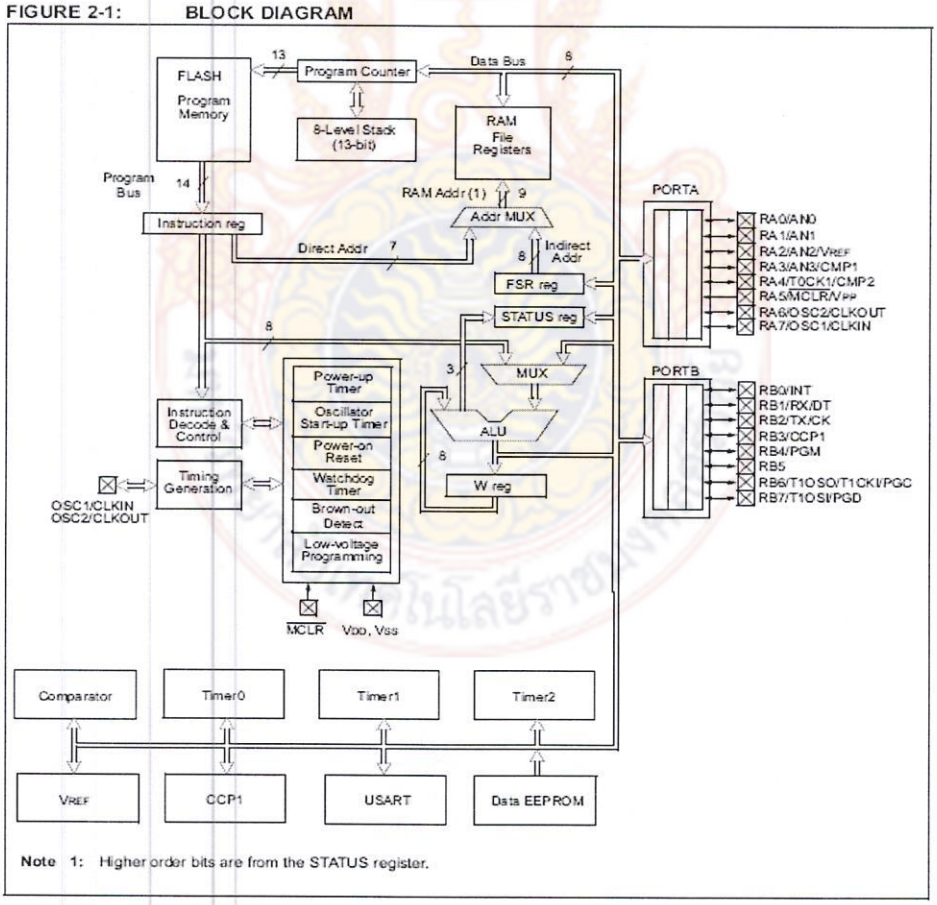


FIGURE 2-1: BLOCK DIAGRAM

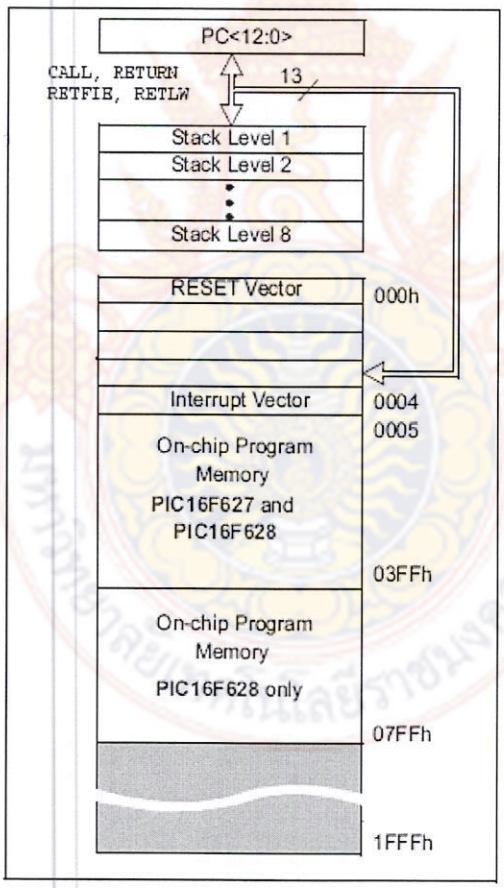


ภาพประกอบที่ 2-2 โครงสร้างการทำงานและการจัดขาของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F628

2.1.2 การจัดสรรหน่วยความจำโปรแกรม

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

PIC16F62x มีโปรแกรมเคาน์เตอร์ขนาด 13 บิต เพื่อกำหนดการเข้าถึงหน่วยความจำโปรแกรมโดยใน PIC16F628 มีขนาด 2K x 14 บิต การจัดสรรหน่วยความจำของPIC16F628 แสดงดังภาพประกอบที่ 2-3



ภาพประกอบที่ 2-3 การจัดสรรหน่วยความจำของ PIC16F628

2.1.3 การจัดสรรหน่วยความจำข้อมูล

มีการจัดสรรพื้นที่ของหน่วยความจำข้อมูลแรมออกเป็น 4 ช่วง แต่ละช่วงเรียกว่า แบงก์ แต่ละแบงก์มีขนาดสูงสุด 128 ไบต์ แต่จะมีการใช้งานแต่ละแบงก์แตกต่างกันดังภาพที่ 2 -16 โดยในแต่ละแบงก์มีการจัดสรรพื้นที่ดังนี้

แบงก์ 0 มีช่วงแอดเดรส 0x00 – 0x7F

แอดเดรส 0x00 – 0x1F เป็นพื้นที่ของรีจิสเตอร์ไฟล์

แอดเดรส 0x20 – 0x7F เป็นพื้นที่หน่วยความจำข้อมูลสำหรับใช้งานทั่วไป 96 ไบต์

แบงก์ 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

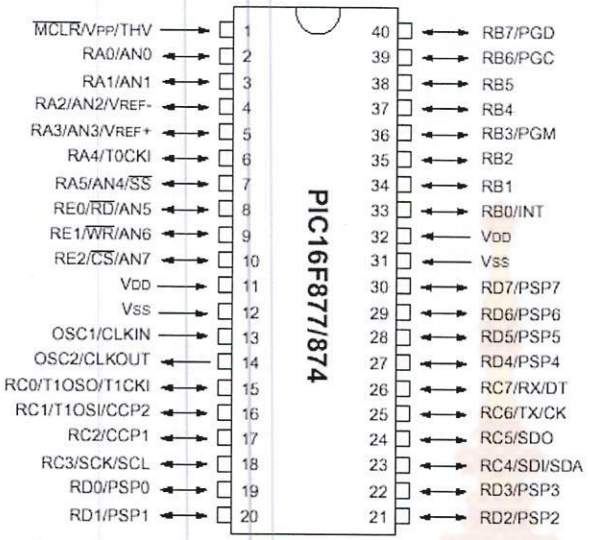
แอดเดรส 0x18C – 0x1EF ไม่มีการใช้งาน

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

2.2 ไมโครคอนโทรลเลอร์ ตระกูลPIC เบอร์16F877

2.2.1 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. สัญญาณนาฬิกามีหลายโหมดให้เลือกใช้งาน 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



ภาพประกอบที่ 2-4 การจัดขาและคุณสมบัติทางเทคนิคของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC 16F877

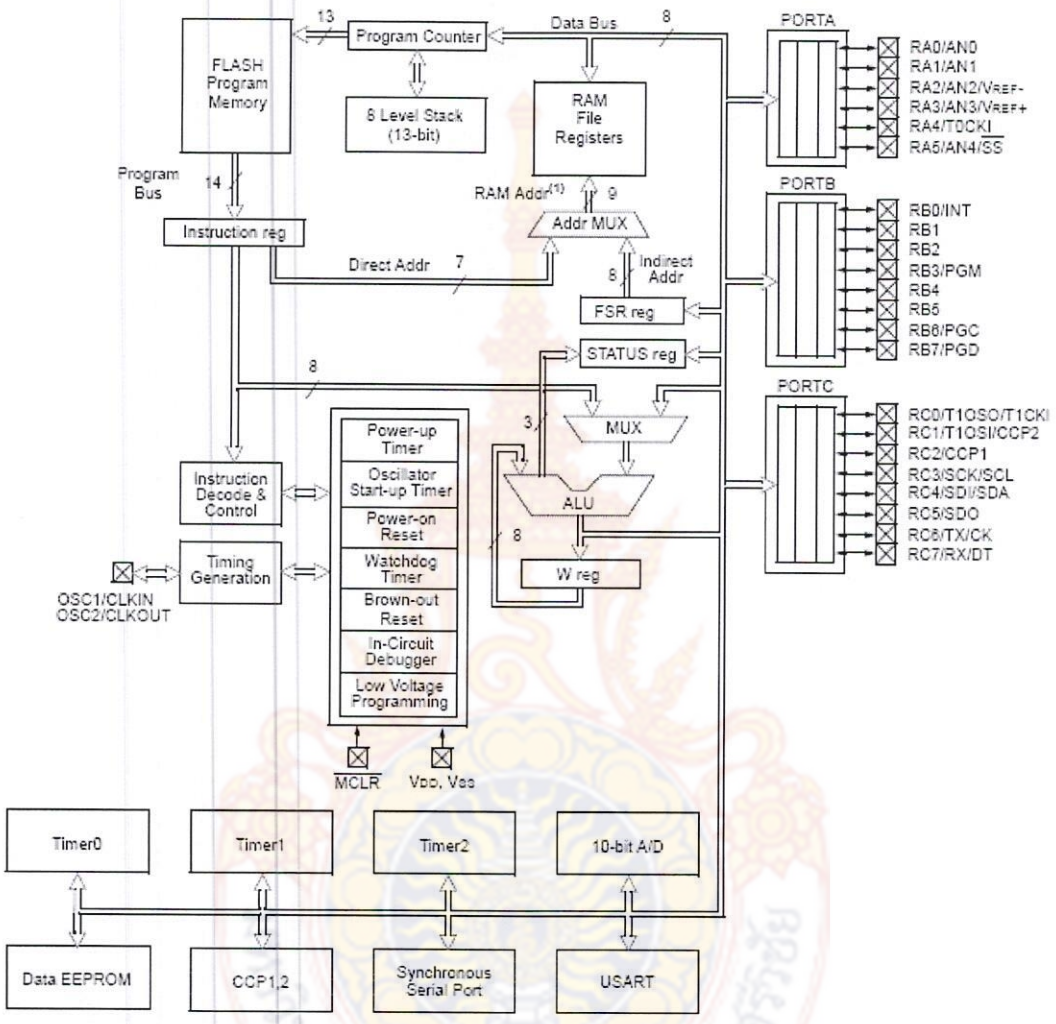
2.2.2 สัญญาณนาฬิกา

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

$$1cycle \quad Q_1 \quad Q_2 \quad Q_3 \quad Q_4 \quad \frac{XTAL}{4}$$

ส่วนรุ่น 18Fxxx นั้นจะมีความสามารถพิเศษคือ สามารถสร้างสัญญาณนาฬิกาเป็น 4 เท่าของ XTAL โดยใช้วงจรเฟสล็อกลูป (อยู่ในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์) ด้วยเหตุนี้ ถ้าเราใช้ XTAL 10 MHz ความเร็วสูงสุดของชิพจึงเป็น 40MHz ซึ่งถ้าหารด้วย 4 ก็ประมาณได้ว่าทำงานที่ความเร็วประมาณ 10 ล้านคำสั่งต่อวินาที

2.2.3 โครงสร้างภายในของ PIC 16F877



ภาพประกอบที่ 2-5 โครงสร้างภายในของ PIC 16F877

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

2.3 การส่งข้อมูลไร้สาย

การส่งข้อมูลไร้สายในงานวิจัยนี้เป็นวิธีการส่งข้อมูลทางพอร์ต RS232แล้วแปลงเป็นคลื่นวิทยุ (RF-Wireless) ซึ่งได้เลือกใช้ตัวแปลง ET-RF24G V2 .0 ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ของบริษัท ETT ทำหน้าที่แปลงสัญญาณระหว่าง RS232 และ RF-Wireless โดยในโหมดการทำงานของการส่งข้อมูลจะรอรับข้อมูลจากพอร์ตสื่อสารอนุกรม RS232 จากขา RX แล้วแปลงเป็นสัญญาณความถี่ออกไปในอากาศด้วยความถี่ 24 MHz ในทางกลับกันในโหมดการทำงานแบบรับก็จะคอยตรวจจับข้อมูลที่อยู่ในรูปของสัญญาณความถี่จากด้าน RF เพื่อแปลงกลับเป็นข้อมูลแบบ RS232 ส่งออกไปทางขา TX ซึ่งจะเห็นได้ว่าชุดแปลงสัญญาณ ET-RF24G V2.0 นั้นสามารถนำไปต่อใช้งานร่วมกับพอร์ตสื่อสารอนุกรมแบบ RS232 เพื่อใช้งานในลักษณะของการสื่อสารอนุกรมไร้สายได้โดยตรง โดยจะมีข้อดีกว่าคือสสามารถรับส่งข้อมูลกันได้ในระยะทางที่ไกลกว่า RS232 หลายเท่าตัว และประการสำคัญคือไม่จำเป็นต้องใช้สายสัญญาณที่เป็นตัวนำสัญญาณไฟฟ้าในการสื่อสารข้อมูลกัน ทำให้สะดวกต่อการติดตั้งไม่ยุ่งยากเรื่องการติดตั้งสายสัญญาณ

แต่อย่างไรก็ตามการรับส่งข้อมูลโดยใช้อากาศเป็นตัวกลางในการสื่อสารนั้นก็มีข้อจำกัดบางประการเหมือนกัน คือเรื่องความน่าเชื่อถือในการรับส่งข้อมูล ซึ่งมีโอกาสผิดพลาดหรือสูญหายได้ เนื่องจากในการลำเลียงข้อมูลไม่ได้ใช้สายสัญญาณเป็นตัวกลางในการรับส่งข้อมูลแต่ใช้อากาศเป็นตัวกลางในการรับส่งข้อมูลแทน ซึ่งมีโอกาสที่ข้อมูลจะเกิดการรบกวนจากสัญญาณอื่นๆ ที่มีย่านความถี่ใกล้เคียงกัน แล้วทำให้ข้อมูลผิดเพี้ยนไป แต่ระบบการจัดการข้อมูลของเครื่อง ET-RF24G V2.0 นั้นมีระบบการเข้ารหัสและถอดรหัสข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถืออยู่ในเกณฑ์ที่จัดว่าดี โดยข้อมูลแต่ละไบต์ ที่มีการรับส่งกันนั้นจะมีการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลให้ด้วยแล้ว โดยข้อมูลที่รับได้จากด้าน RF นั้นรับประกันได้ว่าเป็นข้อมูลที่มีความถูกต้องแน่นอน

การทำงานของ ET-RF24G V2.0 นั้นแบ่งการทำงานออกเป็น 2 โหมดด้วยกันคือโหมด RUN และโหมด Setup ซึ่งการกำหนดโหมดการทำงานของ ET-RF24G V2.0 นั้นจะกระทำผ่าน Switch เลือกโหมด ซึ่งอยู่ด้านใต้กล่อง โดยการเลือกโหมดการทำงานนั้นจะต้องทำให้เสร็จเรียบร้อยก่อนการจ่ายไฟให้กับ ET-RF24G V2.0 ด้วยเสมอ เนื่องจากการทำงานของเครื่องจะทำการตรวจสอบโหมดการทำงานของเครื่องจาก Switch เลือกโหมดเฉพาะในช่วงของการจ่ายไฟเลี้ยงให้เครื่องเริ่มต้นการทำงานครั้งแรกเท่านั้น ซึ่งการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งการทำงานของสวิทช์เลือกโหมดหลังจากจ่ายไฟให้กับ ET-RF24G V2.0 ไปแล้ว จะไม่มีผลต่อการทำงานของเครื่องแต่อย่างใด

การใช้งานในโหมด RUN จะสังเกตเห็นหลอดไฟแสดงสถานะของการทำงานดับอยู่ แต่เมื่อมีการรับหรือส่งข้อมูลเกิดขึ้น สถานการณ์ทำงานของหลอด LED จะกระพริบตามจังหวะของการรับส่งข้อมูลนั้นๆ แต่ถ้าไม่มีการรับส่งข้อมูลกัน หลอด LED จะดับอยู่ตลอดเวลา สำหรับการทำงานในโหมด RUN นั้น จะแบ่งลักษณะการทำงานออกเป็น 3 แบบด้วยกัน

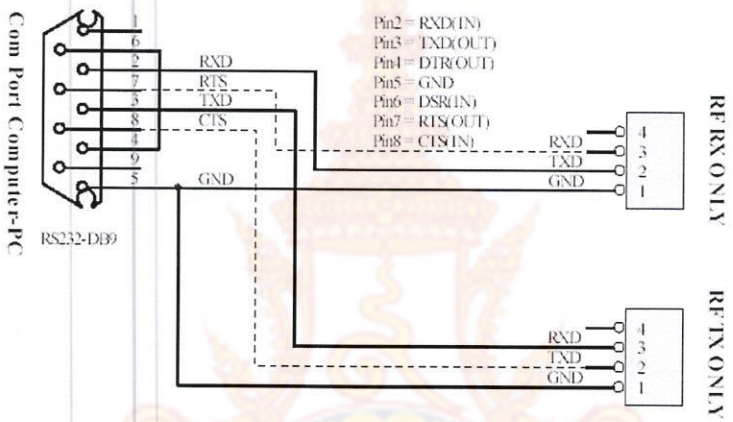
1. การทำงานให้โหมดรับข้อมูลอย่างเดียว

เป็นการทำงานแบบทิศทางเดียว โดยการทำงานในโหมดนี้จะเป็นการรอรับข้อมูลความถี่แบบ GFSK จากด้าน RF แล้วเปลี่ยนเป็นข้อมูลอนุกรมส่งออกไปทางขา TX ของ RS232 โดยการทำงานจะวนรอบอยู่เช่นนี้ไปตลอดเวลา ซึ่งในการใช้งานเครื่อง ET-RF24G V2.0 ในโหมดนี้จะต้องนำสัญญาณ TX ไปต่อกับขาสัญญาณ RX ของอุปกรณ์ตรงข้าม โดยในโหมดนี้การทำงานของขาสัญญาณ RX ด้าน RS232 ของเครื่อง ET-RF24G V2.0 จะถูกเปลี่ยนหน้าที่เป็นสัญญาณ CTS สำหรับใช้ตรวจสอบความพร้อมในการส่งข้อมูลไปให้อุปกรณ์ตรงข้ามแทน ซึ่งในการใช้งานจะต้องนำสัญญาณนี้ไปต่อกับสัญญาณ RTS ของอุปกรณ์ตรงข้า โดยเครื่อง ET-RF24G V2.0 จะทำการตรวจสอบสถานะของสัญญาณ RX ซึ่งในโหมดนี้เปรียบเสมือน CTS ว่ามีค่าเป็น "0" หรือไม่ โดยถ้าพบว่าเป็น "0" จึงจะส่งข้อมูลออกไปทางขา TX แต่ถ้าพบว่าสถานะของสัญญาณดังกล่าวมีค่าเป็น "1" แสดงว่าอุปกรณ์ตรงกันข้ามยังไม่พร้อมรับข้อมูล ก็รอจนกว่าจะพบว่าสถานะของสัญญาณดังกล่าวมีค่าเป็น "0" จึงจะส่งข้อมูลออกไปให้ โดยเครื่อง ET-RF24G V2.0 จะสามารถจัดเก็บข้อมูลไว้ใน Buffer เพื่อรอการส่งได้สูงสุด 64 ไบต์เท่านั้น ซึ่งถ้าระหว่างที่รอความพร้อมอยู่นั้น มีข้อมูลด้าน RF ส่งเข้ามาเกินกว่า 64 ไบต์จะทำให้ข้อมูลที่เกินมานั้นสูญหายไป

2. การทำงานแบบส่งอย่างเดียว

การทำงานแบบส่งอย่างเดียวนั้นจะมีลักษณะตรงข้ามกับการรับข้อมูลอย่างเดียว กล่าวคือ เครื่อง ET-RF24G V2.0 จะทำหน้าที่รอรับข้อมูลจากขา RX ด้าน RS232 แล้วเปลี่ยนเป็นข้อมูลแบบ GFSK ส่งออกไปทางด้าน RF โดยการใช้งานในโหมดนี้ จะต้องนำสัญญาณ TX ซึ่งเป็นขาส่งข้อมูลจาก RS232 ของอุปกรณ์ด้านตรงข้ามมาต่อกับขา RX ของเครื่อง ET-RF24G V2.0 ส่วนขา TX จะถูกเปลี่ยนหน้าที่เป็น RTS เพื่อใช้แสดงสถานะความพร้อมในการรับข้อมูลจากด้าน RS232 ซึ่งในการใช้งานจะต้องนำสัญญาณ TX ซึ่งเปรียบเสมือนกับ RTS นำไปต่อเข้ากับสัญญาณ CTS ของอุปกรณ์ด้านตรงกันข้ามเพื่อใช้ในการตรวจสอบความพร้อมในการรับข้อมูล โดยอุปกรณ์ตรงข้ามจะต้องทำการตรวจสอบสถานะของสัญญาณ RTS นี้ เพื่อตรวจสอบความพร้อมในการรับข้อมูลของเครื่อง ET-RF24G V2.0 โดยถ้าเครื่อง ET-RF24G V2.0 พร้อมรับข้อมูลจาก RS232 มันจะส่งสัญญาณ RTS ให้มีค่าเป็น "0" รอไว้ และเมื่อใดก็ตามที่การรับข้อมูลด้าน RS232 มีจำนวนข้อมูลที่ยังไม่สามารถเปลี่ยนเป็น GFSK เพื่อส่งออกไปทางด้าน RF ได้ทันจน

เกือบเต็ม Buffer แล้ว เครื่อง ET-RF24G V2.0 จะทำการส่งสัญญาณ RTS ให้มีค่าเป็น "1" ออกไปบอกให้อุปกรณ์ตรงข้ามทราบเพื่อจะได้หยุดการส่งข้อมูลออกมา โดยอุปกรณ์ด้านตรงข้ามจะต้องทำการหยุดส่งข้อมูลและรอจนกว่าสถานะของสัญญาณ RTS จะกลับเป็น "0" จึงจะเริ่มต้นส่งข้อมูลออกมาใหม่ ซึ่งหลังจากที่เครื่อง ET-RF24G V2.0 ส่งสัญญาณ RTS ด้วยค่า "1" ออกไปแล้ว จะยังคงสามารถรับข้อมูลเพิ่มเติมได้อีกไม่เกิน 16 ไบต์เท่านั้น ซึ่งถ้าอุปกรณ์ด้านตรงข้ามยังส่งข้อมูลต่อเนื่องมาอีกจนเกินขนาดของ Buffer จะทำให้ข้อมูลที่เกินมานั้นเกิดการสูญหาย



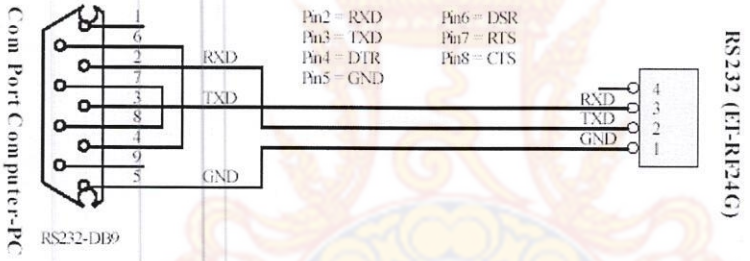
ภาพประกอบที่ 2-6 แสดงสายสัญญาณ RS232 เพื่อใช้กับ ET-RF24G ในโหมดส่งหรือรับอย่างเดียว

3. การทำงานแบบทั้งส่งและรับข้อมูล

เป็นการทำงานชนิด 2 ทาง แบบ Half Duplex ซึ่งผลัดกันรับผลัดกันส่ง ซึ่งสามารถใช้รับส่งข้อมูลระหว่างต้นทางและปลายทาง ได้ โดยใช้เครื่อง ET-RF24G V2.0 ด้านละชุดเท่านั้น เพียงแต่การรับส่งข้อมูลไม่สามารถส่งข้อมูลสวนกันได้เหมือนกับแบบ Full Duplex แต่จะต้องใช้วิธีการผลัดกันรับข้อมูลและส่งข้อมูลแทน โดยเมื่อฝ่ายหนึ่งส่งข้อมูลอีกฝ่ายจะไม่สามารถส่งได้

โดยปกติเครื่อง ET-RF24G V2.0 จะทำหน้าที่เป็นทั้งฝ่ายรอรับข้อมูล ซึ่งถ้าพบว่ามีข้อมูลส่งมาทางด้าน RF ก็จะนำข้อมูลนั้นส่งออกไปทางด้านขา TX ของ RS232 ทันที และในทำนองเดียวกันถ้าพบว่ามีข้อมูลส่งเข้ามาทางด้าน RX ของ RS232 มันก็จะทำการรับข้อมูลนั้นจาก RS232 พร้อมทั้งเปลี่ยนทิศทางของอุปกรณ์ RF จากการรอรับข้อมูลให้ทำหน้าที่เป็นตัวส่งข้อมูลแทน เพื่อทำการส่งข้อมูลที่รับได้จาก RS232 ออกไปทาง RF ในทันที ซึ่งหลังจากที่เครื่อง ET-RF24G V2.0 ทำการสลับโหมดการทำงานของอุปกรณ์ด้าน RF จากการรอรับเป็นการส่งและทำให้การเริ่มต้นส่ง

ข้อมูลออกไปทางด้าน RF เรียบร้อยแล้ว มันจะวนกลับไปตรวจสอบการรับข้อมูลจากด้าน RS232 อีกว่ามีข้อมูลส่งเข้ามาอีกหรือไม่ ถ้าพบว่ายังมีข้อมูลส่งเข้ามาอีกก็จะทำการแปลงข้อมูลเพื่อส่งออกไปยังด้าน RF ต่อไปอีกจนกว่าการส่งข้อมูลด้าน RS232 จะสิ้นสุดลง ซึ่งข้อมูลด้าน RS232 ที่ส่งเข้ามานั้น ควรส่งอย่างต่อเนื่อง โดยเมื่อเครื่อง ET-RF24G V2.0 ทำการส่งข้อมูลแต่ละไบต์ออกไปทางด้าน RF เรียบร้อยแล้วมันจะวนไปรอข้อมูลไบต์ถัดไปจาก RS232 ภายในเวลา 2.5 มิลลิวินาที ถ้าไม่พบข้อมูลส่งเข้ามาอีกภายในระยะเวลาดังกล่าวมันจะทำให้การเปลี่ยนหน้าที่ของอุปกรณ์ด้าน RF ให้กลับมาทำหน้าที่เป็นการรอรับข้อมูลตามเดิม โดยในขณะที่อุปกรณ์ด้าน RF ถูกกำหนดให้เป็นฝ่ายส่งข้อมูลอยู่นั้น จะไม่สามารถทำการรับข้อมูลจาก RF ได้ ซึ่งถ้ามารส่งข้อมูลเข้ามาในขณะนั้นก็จะไม่สามารถรับได้



ภาพประกอบที่ 2-7 แสดงสายสัญญาณ RS232 เพื่อใช้กับ ET-RF24G ในโหมดทั้งส่งและรับข้อมูล

ตัวอย่างการรับส่งข้อมูล 2 ทิศทาง (Half Duplex)

เป็นการรับส่งข้อมูลระหว่างอุปกรณ์ที่การสื่อสารอนุกรมแบบ RS232 จำนวน 2 ชุดโดยต้องใช้รูปแบบการสื่อสารแบบ Half Duplex หรือผลัดกันรับผลัดกันส่ง กล่าวคือด้านรับจะต้องทำการรอรับข้อมูลจากด้านส่งจนครบทั้งหมด แล้วจึงส่งข้อมูลตอบกลับไปได้ ซึ่งจะไม่สามารถส่งข้อมูลสวนทางกลับไปในขณะที่กำลังรับข้อมูลอยู่ได้ โดยการสื่อสารแบบนี้ฝ่ายรับข้อมูลจะต้องรอให้รับข้อมูลได้ครบทั้งหมดเสียก่อน จากนั้นจึงจะส่งข้อมูลตอบกลับไปได้ โดยการกำหนดค่าของตัวเครื่อง ET-RF24G V2.0 ต้องกำหนดค่าดังนี้

ค่า Configuration	ET-RF24G V2.0 ตัวที่1	ET-RF24G V2.0 ตัวที่2
User RS232 Baudrate	9600 Bps	9600 Bps
RF Data Rate	250 Kbps	250 Kbps
RF Operation Mode	Auto Direction	Auto Direction
RF Power Gain	+0dBm	+0dBm
RXD ID Code	01	02
TXD ID Code	02	01
RF Frequency Channel	0	0

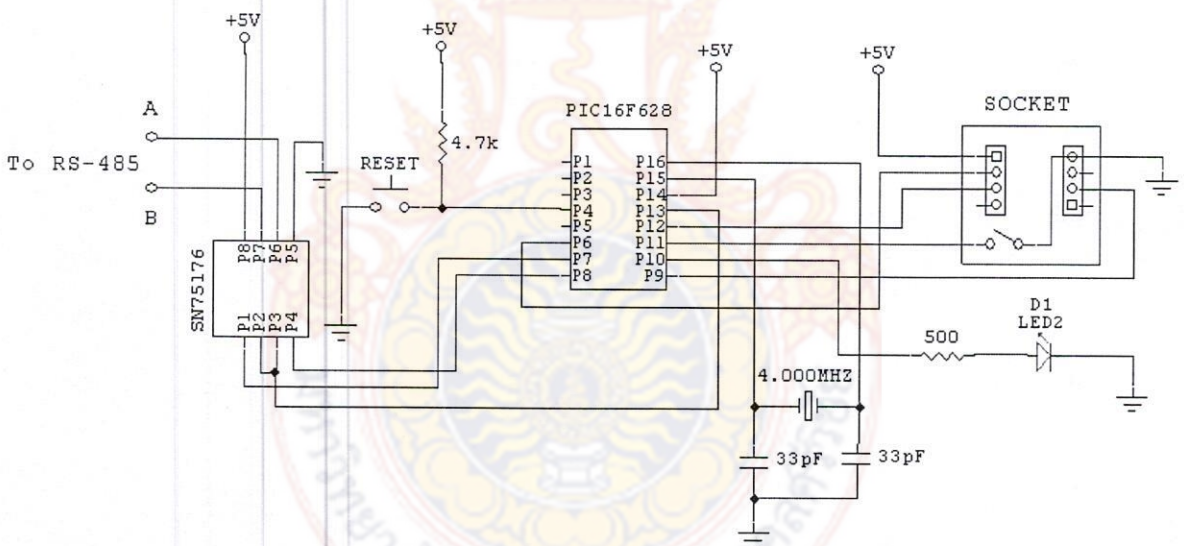
ข้อสังเกตในการกำหนดค่า

- ค่า RF Frequency Channel ต้องกำหนดให้ตรงกันทั้ง 2 ตัว
- ค่า RF Data Rate ต้องกำหนดให้ตรงกันทั้ง 2 ตัว
- ค่า RXD ID Code ของตัวที่ 1 ต้องตรงกับ TXD ID Code ของตัวที่ 2
- ค่า TXD ID Code ของตัวที่ 1 ต้องตรงกับ RXD ID Code ของตัวที่ 2

บทที่ 3
เครื่องอ่านบัตร TOT และระบบควบคุม

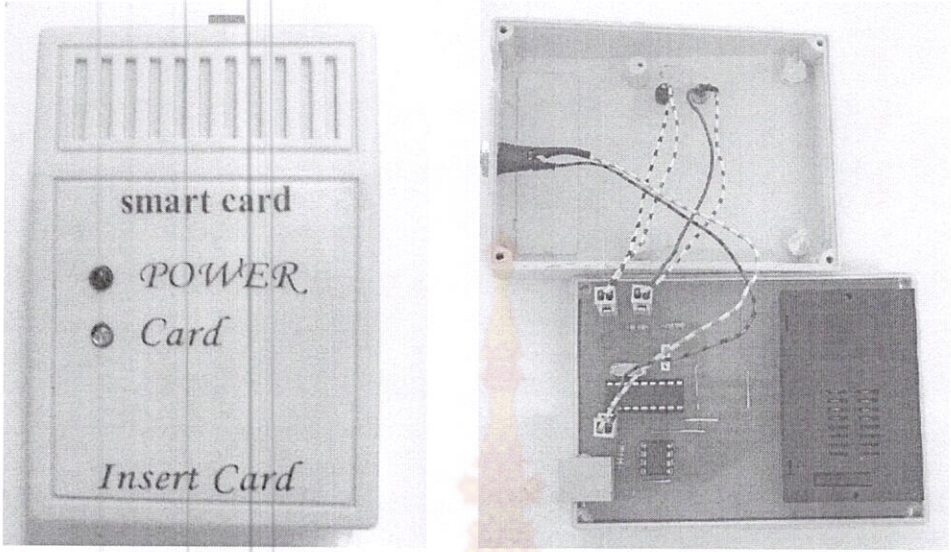
3.1 เครื่องอ่านบัตร TOTเพื่อสมัครสมาชิก

การใช้งานระบบควบคุมเครื่องปรับอากาศแบบรวมศูนย์นั้นผู้ใช้งานจะต้องลงทะเบียนที่เครื่องเซิฟเวอร์เสียก่อน ดังนั้นจะต้องสร้างเครื่องอ่านบัตร TOT เพื่อทำการลงทะเบียนการใช้งาน โดยหลักการทำงานของเครื่องอ่านบัตรนี้จะทำหน้าที่อ่านค่าจากบัตรสมาร์ตการ์ดแล้วส่งข้อมูลที่อ่านได้ให้กับเครื่องเซิฟเวอร์ทำการบันทึกลงในส่วนของโปรแกรมฐานข้อมูล โดยวงจรเครื่องอ่านบัตร TOT จะมีไอซีหลักคือไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ PIC16F628 ทำหน้าที่ในการหมายเลขจากบัตร TOT ซึ่งมีวงจรการทำงานดังภาพประกอบที่ 3-1



ภาพประกอบที่ 3-1 แสดงวงจรของเครื่องอ่านบัตรเพื่อสมัครสมาชิก

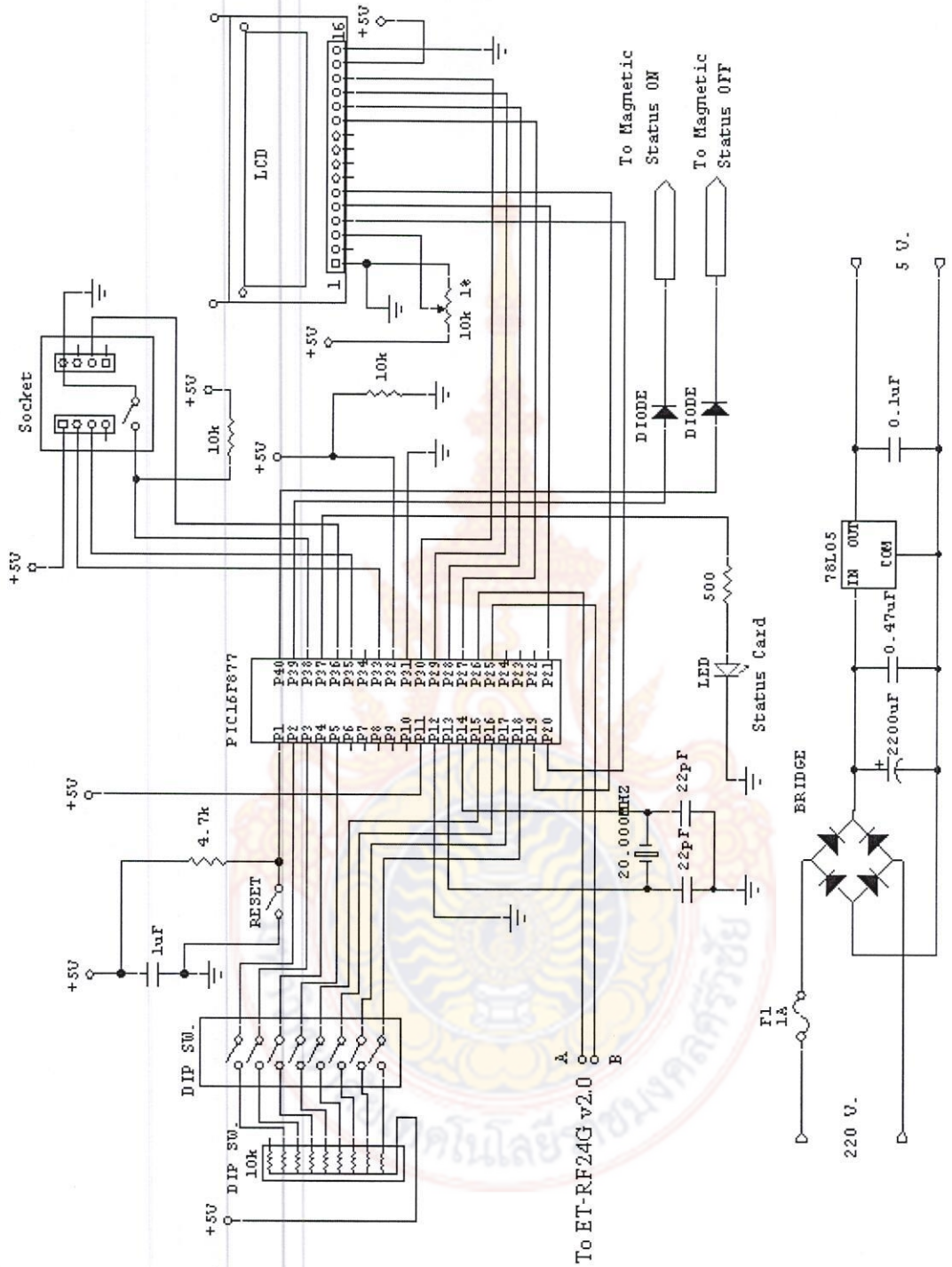
วงจรอ่านบัตร TOT เมื่อนำไปสร้างเป็นแผ่น PCB เพื่อประกอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และลงกล่องมีลักษณะดังภาพประกอบที่ 3-2



ภาพประกอบที่ 3-2 ภาพของเครื่องอ่านบัตรเพื่อสมัครสมาชิก

3.2 เครื่องอ่านบัตร TOT เพื่อควบคุม

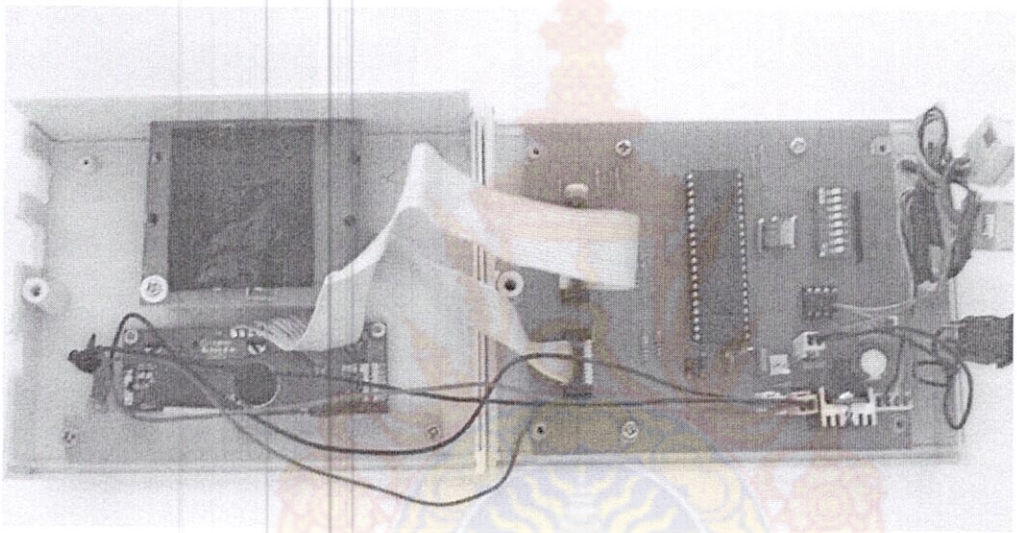
เครื่องอ่านบัตร TOT นี้จะทำการอ่านหมายเลขจากบัตร TOT ของผู้ใช้งานซึ่งเมื่อผู้ใช้งานนำบัตร TOT Cá d เสียบในช่องที่กำหนด ข้อมูลในบัตรก็จะถูกอ่าน แล้วจะถูกส่งไปยังเซิฟเวอร์ส่วนกลางเพื่อค้นหาและเปรียบเทียบกับข้อมูลในฐานข้อมูล หากเลขบัตรตรงกับค่าที่ได้ทำการบันทึกไว้ในโปรแกรมฐานข้อมูลเซิฟเวอร์จะส่งคำสั่งตอบกลับให้ไมโครคอนโทรลเลอร์จ่ายกำลังไฟฟ้าให้กับเครื่องปรับอากาศและอุปกรณ์ไฟฟ้าอื่นเพื่อให้สามารถเปิดใช้งานได้ โดยไอซีที่ทำหน้าทีหลักในเครื่องอ่านบัตรนี้จะใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ PIC16F877 ทำหน้าที่ประมวลผลผ่านบัตร TOT และติดต่อกับเซิฟเวอร์ด้วยการแปลงข้อมูลจากพอร์ตอนุกรมเป็นสัญญาณวิทยุด้วยเครื่อง ET-RF24G V2.0 ซึ่งมีวงจรการทำงานดังภาพประกอบที่ 3-3



ภาพประกอบที่ 3-3 แสดงการต่อวงจรเครื่องอ่านบัตรเพื่อประมวลผลกับฐานข้อมูล

จากภาพประกอบที่ 3-3 เป็นการแสดงการต่อวงจรโมดูลอ่านบัตรเพื่อประมวลผลกับฐานข้อมูล ซึ่งจากภาพวงจรการทำงานนั้น หากนำบัตร TOT เสียบในช่อง Socket จะทำให้สวิทช์ปิด ขา P38 ของ ไมโครคอนโทรลเลอร์มีค่าเป็นลอจิก “0” จะทำให้ไมโครคอนโทรลเลอร์อ่านข้อมูล

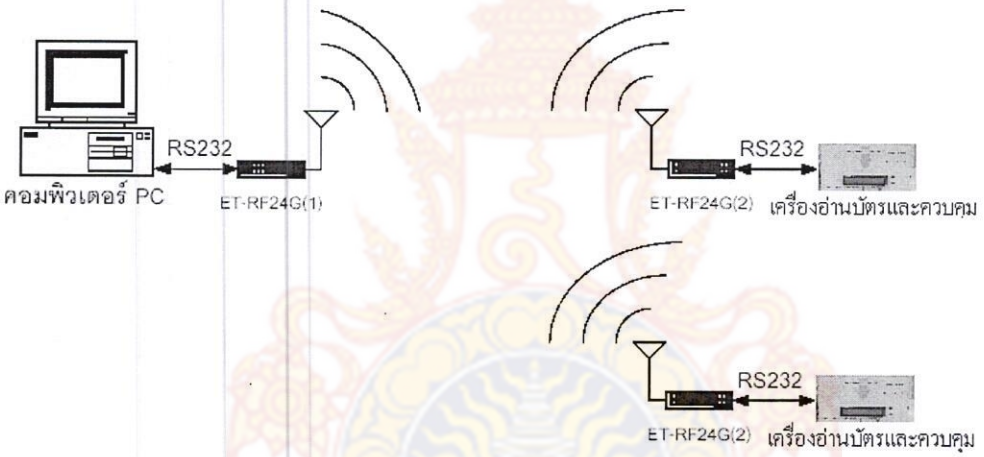
จากบัตร TOT ผ่านทางขา P33, P35 และขา P36 ข้อมูลที่อ่านได้จะถูกส่งออกไปทางขา Tx แล้วถูกแปลงเป็นสัญญาณวิทยุด้วยเครื่อง ET-RF24G V2.0 เพื่อส่งต่อไปยังเครื่องเซิฟเวอร์ซึ่งรับข้อมูลด้วยเครื่อง ET-RF24G V2.0 เช่นเดียวกัน โดยเซิฟเวอร์จะนำข้อมูลดังกล่าวไปเปรียบเทียบกับฐานข้อมูล และหากเป็นสมาชิกที่ได้ลงทะเบียนไว้ก็จะสั่งคำสั่งผ่านทางพอร์ตอนุกรมและส่งไปยังเครื่อง ET-RF24G V2.0 เพื่อส่งคำสั่งดังกล่าวไปยังไมโครคอนโทรลเลอ์ และไมโครคอนโทรลเลอร์จะนำคำสั่งควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้าที่ขา P39 (ขา B6) ซึ่งจะเป็นการควบคุมให้มีการเปิดใช้พลังงานไฟฟ้า



ภาพประกอบที่ 3-4 แสดงการประกอบเครื่องอ่านบัตร TOT

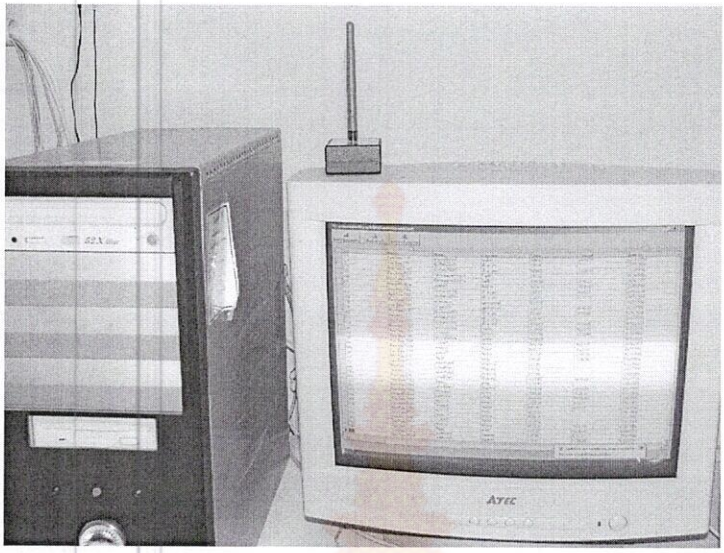
3.3 ระบบสื่อสารข้อมูล

การสื่อสารข้อมูลไร้สายในงานวิจัยนี้ได้ใช้เครื่อง ET-RF24G V2.0 ทำหน้าที่รับส่งสัญญาณด้วยคลื่นวิทยุระหว่างเครื่องเซิฟเวอร์และเครื่องอ่านบัตรแต่ละตัว โดยเครื่องบัตรซึ่งภายในจะมี PIC16F877 ทำหน้าที่ประมวลผลและติดต่อกับเครื่อง ET-RF24G V2.0 ผ่านทางขา Tx และ Rx และเครื่อง ET-RF24G V2.0 จะนำข้อมูลดังกล่าวแปลงเป็นสัญญาณวิทยุส่งออกไปในอากาศด้วยความถี่ 24 MHz ซึ่งที่เครื่องเซิฟเวอร์เองก็จะมี ET-RF24G V2.0 ทำหน้าที่รับสัญญาณวิทยุแล้วแปลงเป็นข้อมูลส่งเข้าไปยังพอร์ตอนุกรมของเครื่องเซิฟเวอร์ เพื่อให้เครื่องเซิฟเวอร์นำข้อมูลไปตรวจสอบกับฐานข้อมูลว่าเป็นสมาชิกหรือไม่แล้วจึงส่งคำสั่งตอบกลับไปยังเครื่องอ่านบัตรด้วยคลื่นวิทยุเช่นเดียวกัน โดยมีลักษณะการสื่อสารข้อมูลดังภาพประกอบที่ 3-5

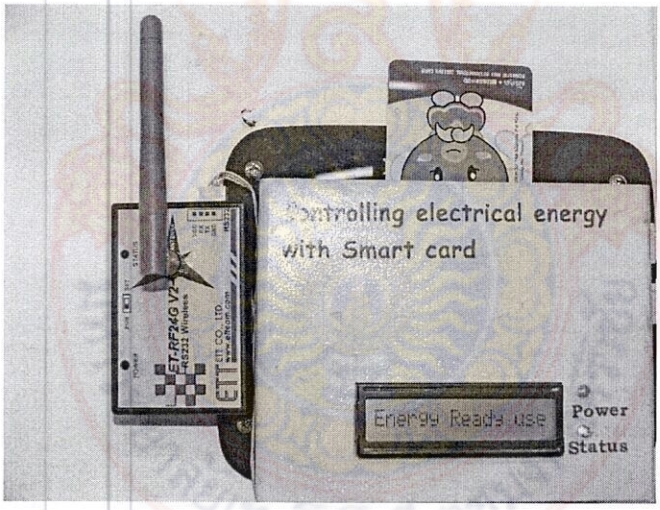


ภาพประกอบที่ 3- 5 แสดงลักษณะการสื่อสารข้อมูล

ภาพประกอบที่ 3- 6 แสดงเครื่องรับส่งข้อมูลไร้สาย ET-RF24G V2.0 ของบริษัท ETT



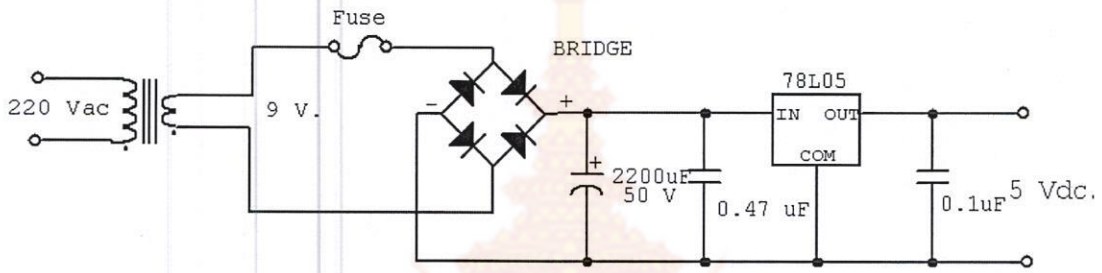
ภาพประกอบที่ 3-7 แสดงเครื่องเซิฟเวอร์และตัวรับส่งข้อมูล ET-RF24G V2.0



ภาพประกอบที่ 3-8 แสดงเครื่องอ่านบัตรTOT และตัวรับส่งข้อมูล ET-RF24G V2.0

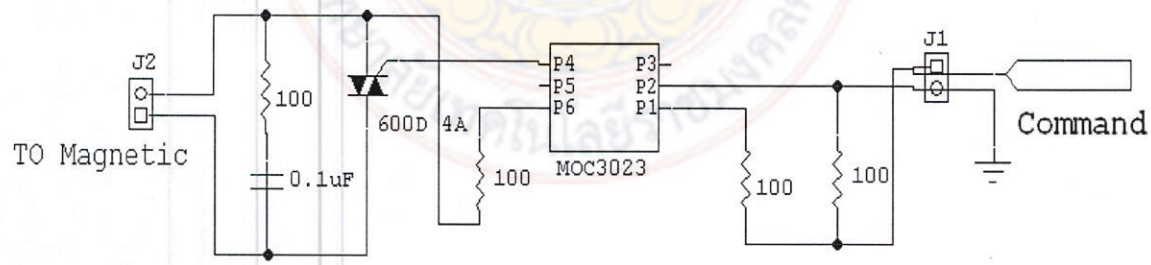
3.4 ชุดแหล่งจ่ายไฟฟ้าและชุดควบคุมกำลังไฟฟ้า

ในระบบการทำงานทั้งหมดนี้จะใช้แหล่งจ่ายไฟฟ้าในการทำงานที่แรงดัน 5 V. เท่านั้นจึงต้องมีการแปลงระดับแรงดันให้มีระดับแรงดันที่น้อยลงจากแรงดันไฟฟ้าทั่วไปที่หาได้ง่ายจากแรงดัน 220 V. ให้มีระดับแรงดันที่ 5 V. เพื่อสะดวกในการใช้งานต่อไปโดยวงจรการแปลงระดับแรงดันที่ 5 V. ใช้ Regulator 7805 โดยวงจรการต่อแสดงดังภาพประกอบที่ 3-7

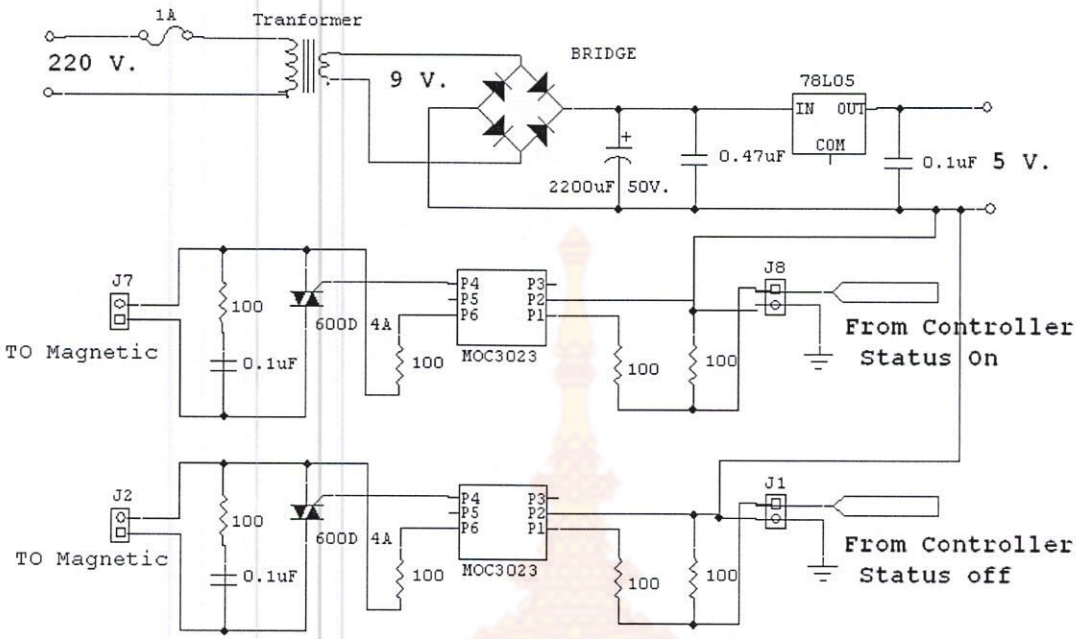


ภาพประกอบที่ 3-9 แสดงวงจรการต่อของชุดแหล่งจ่ายไฟฟ้าของระบบ

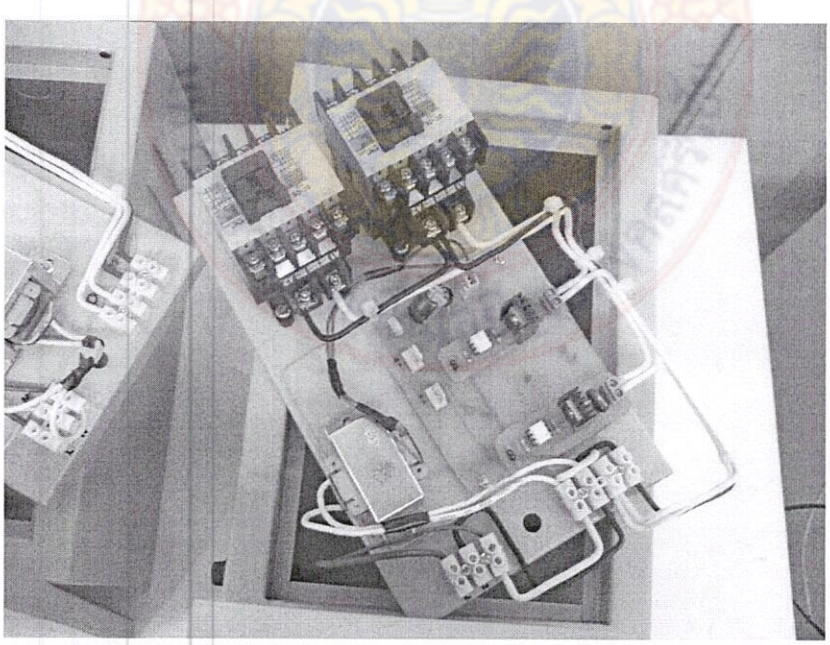
ชุดควบคุมกำลังไฟฟ้าจะทำหน้าที่คล้ายกับอุปกรณ์ที่เป็นสวิทซ์ที่ทำหน้าที่ควบคุมการเปิด-ปิดการทำงานของเครื่องปรับอากาศหรืออุปกรณ์ไฟฟ้าอื่นๆที่ต้องการควบคุม ซึ่งจะได้รับการคำสั่งการทำงานจากไมโครคอนโทรลเลอร์ผ่านทางขาคอนเน็กเตอร์ J7 และชุดควบคุมกำลังไฟฟ้าจะนำสัญญาณดังกล่าวมาขยายและขับแมกเนติกส์ด้วยไอซี MOC3023 และไทรแอค 600D 4A เพื่อควบคุมการทำงานของเครื่องปรับอากาศ ดังแสดงในภาพประกอบที่ 3-10



ภาพประกอบที่ 3-10 แสดงวงจรชุดควบคุมกำลังไฟฟ้า



ภาพประกอบที่ 3-11 แสดงวงจรแหล่งจ่ายไฟฟ้ารวมกับชุดควบคุมกำลังไฟฟ้า



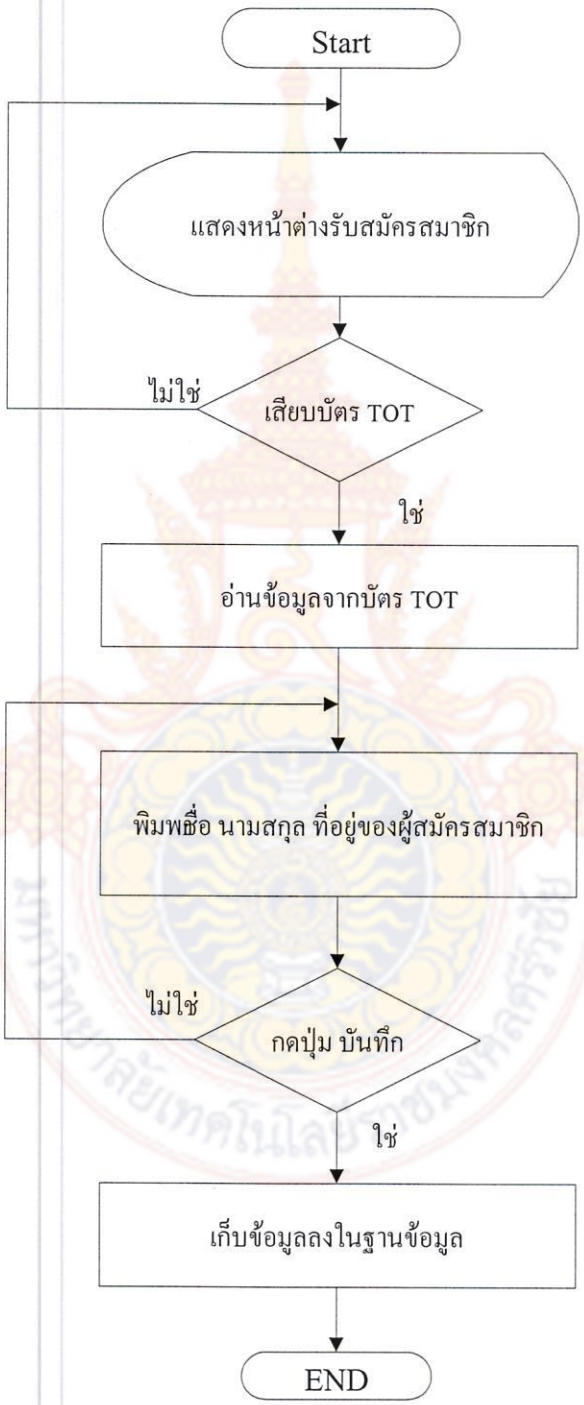
ภาพประกอบที่ 3-12 แหล่งจ่ายไฟฟ้าร่วมกับชุดควบคุมกำลังไฟฟ้า

บทที่ 4
การออกแบบและพัฒนาโปรแกรม

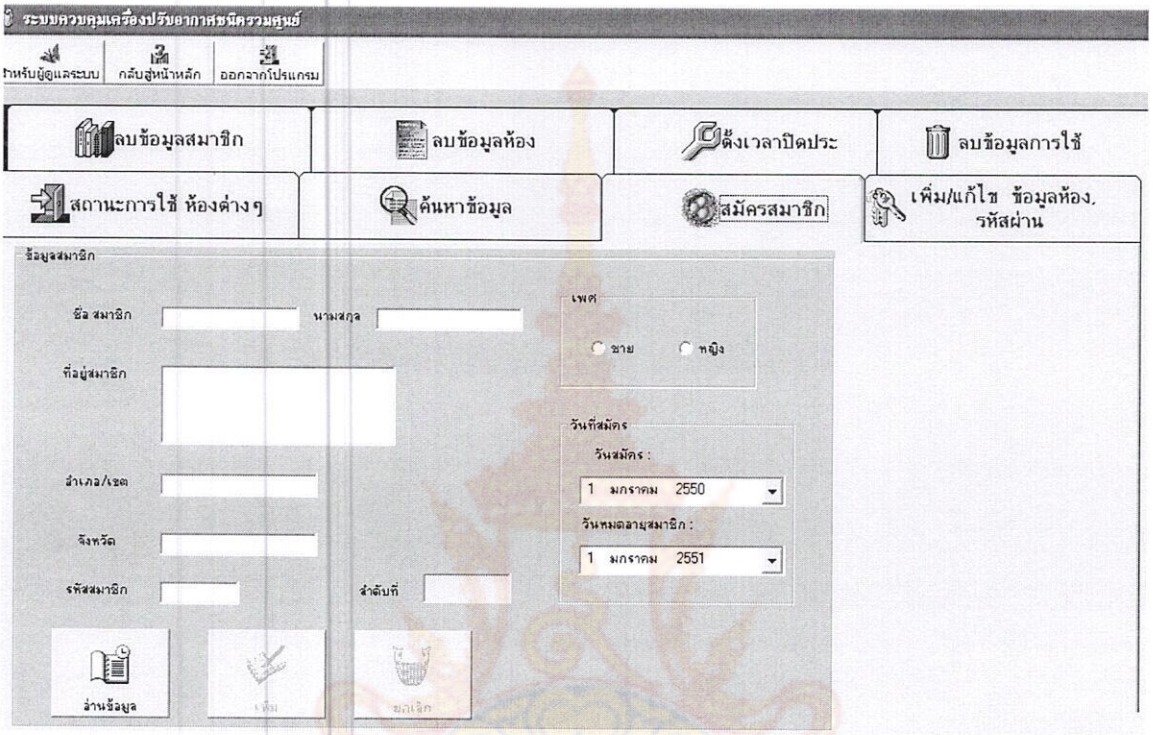
การออกแบบโปรแกรมเพื่อใช้สำหรับควบคุมการใช้เครื่องปรับอากาศแบบรวมศูนย์นี้ได้พัฒนาด้วยโปรแกรม Visual Basic 6 ร่วมกับโปรแกรม ACCESS ทำหน้าที่เป็นฐานข้อมูลบันทึกสมาชิก, เครื่องปรับอากาศของแต่ละห้อง และบันทึกการเข้ามาใช้งานของสมาชิก โดยจะต้องเปิดใช้งานโปรแกรมที่ได้พัฒนาขึ้นมานี้บนเครื่องคอมพิวเตอร์ที่เป็นเซิฟเวอร์เพื่อให้ระบบการควบคุมเครื่องปรับอากาศแบบรวมศูนย์ใช้งานได้ หากไม่ได้เปิดโปรแกรมที่ได้พัฒนานี้หรือเครื่องคอมพิวเตอร์ที่เป็นเครื่องเซิฟเวอร์ปิดจะทำให้ระบบไม่สามารถใช้งานได้ โดยแบ่งส่วนของการทำงานในแต่ละส่วนของโปรแกรมดังนี้

4.1 การสมัครสมาชิก

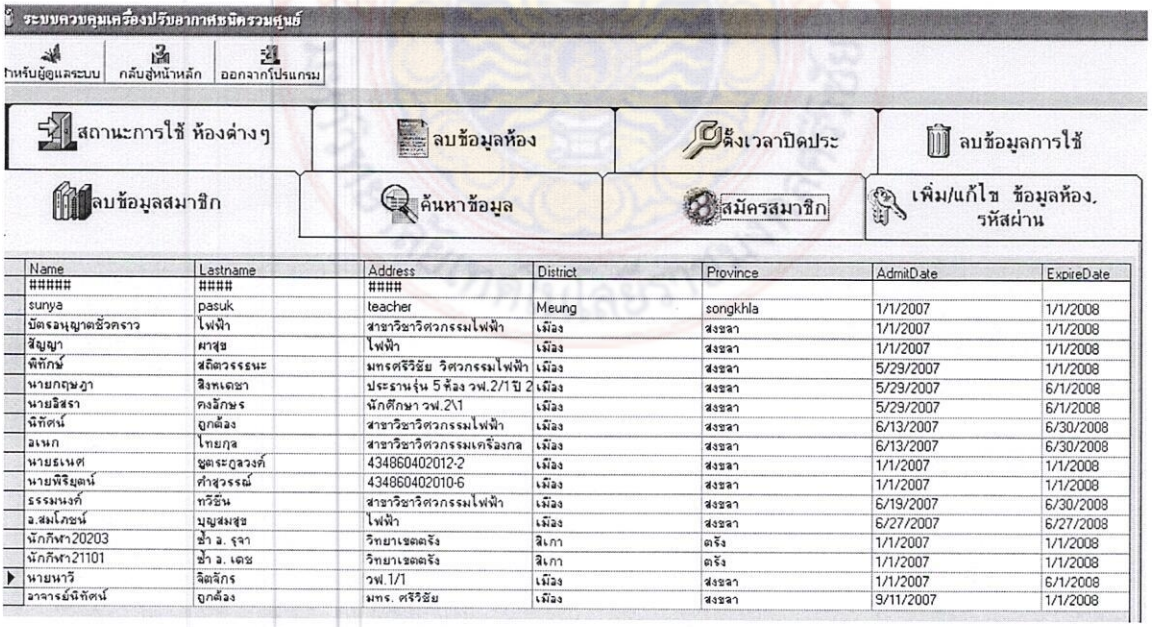
การที่จะใช้งานระบบควบคุมเครื่องปรับอากาศชนิดรวมศูนย์นี้ ผู้ประสงค์จะใช้งานเครื่องปรับอากาศหรืออุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ ที่ถูกควบคุมอยู่ด้วยระบบนี้ จะต้องทำการสมัครสมาชิกกับผู้ดูแลระบบเสียก่อน โดยต้องนำบัตร TOT ซึ่งอาจจะเป็นบัตรใหม่หรือบัตรที่หมดจำนวนเงินแล้วมาสมัครสมาชิก โดยผู้ดูแลระบบจะนำบัตร TOT เสียบเข้ากับเครื่องอ่านบัตรสมาชิก แล้วกดปุ่ม “ อ่านข้อมูล” เครื่องอ่านบัตรจะอ่านค่าหมายเลขบัตร TOT แล้วส่งข้อมูลที่อ่านได้ให้กับโปรแกรมระบบควบคุมเครื่องปรับอากาศชนิดรวมศูนย์ผ่านทางพอร์ตอนุกรม จากนั้นเมื่ออ่านหมายเลขบัตรได้แล้ว ก็สามารถกำหนดชื่อ-นามสกุล และที่อยู่ของผู้สมัครลงในช่องที่กำหนด ทั้งนี้ยังสามารถกำหนดวันหมดอายุของการใช้บัตรได้อีกด้วย หลังจากกำหนดข้อมูลของผู้สมัครเรียบร้อยแล้วก็สามารถกดปุ่ม “เพิ่ม” เพื่อเก็บข้อมูลของสมาชิกเป็นฐานข้อมูลในโปรแกรม ACCESS โดยลำดับการทำงานและรูปร่างของโปรแกรมในส่วนของการสมัครสมาชิกเป็นดังภาพประกอบที่ 4-1 และภาพประกอบที่ 4-2



ภาพประกอบที่ 4-1 แสดงขั้นตอนของโปรแกรมรับสมัครสมาชิก



ภาพประกอบที่ 4-2 แสดงหน้าต่างของโปรแกรมในการรับสมัครสมาชิก

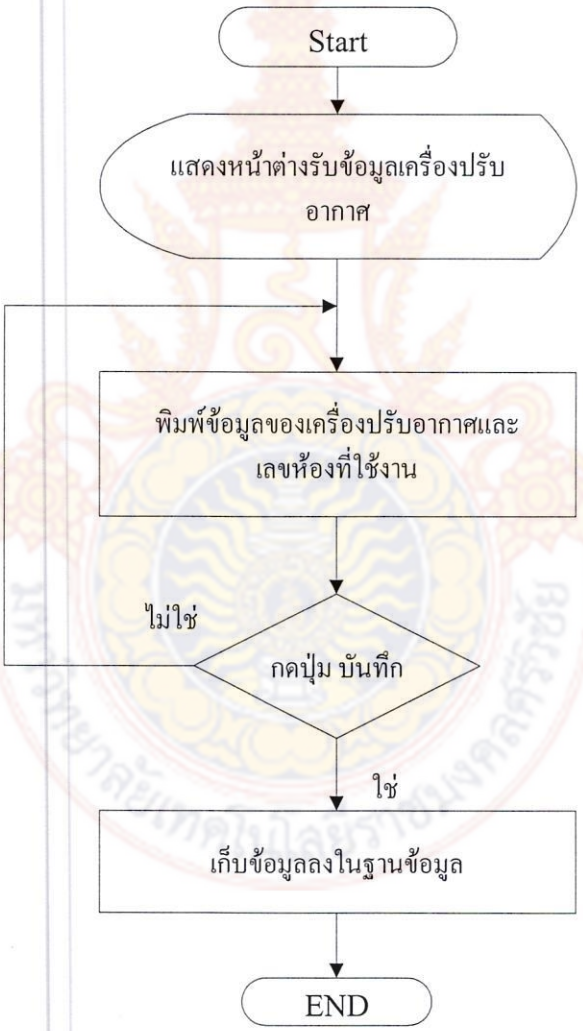


Name	Lastname	Address	District	Province	AdmitDate	ExpireDate
#####	####	####				
sunya	pasuk	teacher	Meung	songkhla	1/1/2007	1/1/2008
บัตรอนุญาตชั่วคราว	ไฟฟ้า	สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า	เมือง	สงขลา	1/1/2007	1/1/2008
สัญญา	ผาสุข	ไฟฟ้า	เมือง	สงขลา	1/1/2007	1/1/2008
พิทักษ์	สถิตวรรธนะ	มทรศรีวิชัย วิศวกรรมไฟฟ้า	เมือง	สงขลา	5/29/2007	1/1/2008
นายกฤษฎา	สิงหเดชา	ประธานรุ่น 5 ห้อง วฟ.2/1ปี 2	เมือง	สงขลา	5/29/2007	6/1/2008
นายอิสรา	คงลักษร	นักศึกษา วฟ.2\1	เมือง	สงขลา	5/29/2007	6/1/2008
นิทัศน์	ถูกต้อง	สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า	เมือง	สงขลา	6/13/2007	6/30/2008
อเนก	ไทยกุล	สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล	เมือง	สงขลา	6/13/2007	6/30/2008
นายธเนศ	ชูตระกูลวงศ์	4348604020l2-2	เมือง	สงขลา	1/1/2007	1/1/2008
นายพิริยุตน์	คำสุวรรณ์	4348604020l0-6	เมือง	สงขลา	1/1/2007	1/1/2008
ธรรมนงค์	ทวีชัน	สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า	เมือง	สงขลา	6/19/2007	6/30/2008
อ.สมโภชน์	บุญสมสุข	ไฟฟ้า	เมือง	สงขลา	6/27/2007	6/27/2008
นักกีฬา20203	ช้า อ. รุจา	วิทยาเขตตรัง	สิเกา	ตรัง	1/1/2007	1/1/2008
นักกีฬา21101	ช้า อ. เดช	วิทยาเขตตรัง	สิเกา	ตรัง	1/1/2007	1/1/2008
นายนาวี	จิตจักร	วฟ.1/1	เมือง	สงขลา	1/1/2007	6/1/2008
อาจารย์นิทัศน์	ถูกต้อง	มทร. ศรีวิชัย	เมือง	สงขลา	9/11/2007	1/1/2008

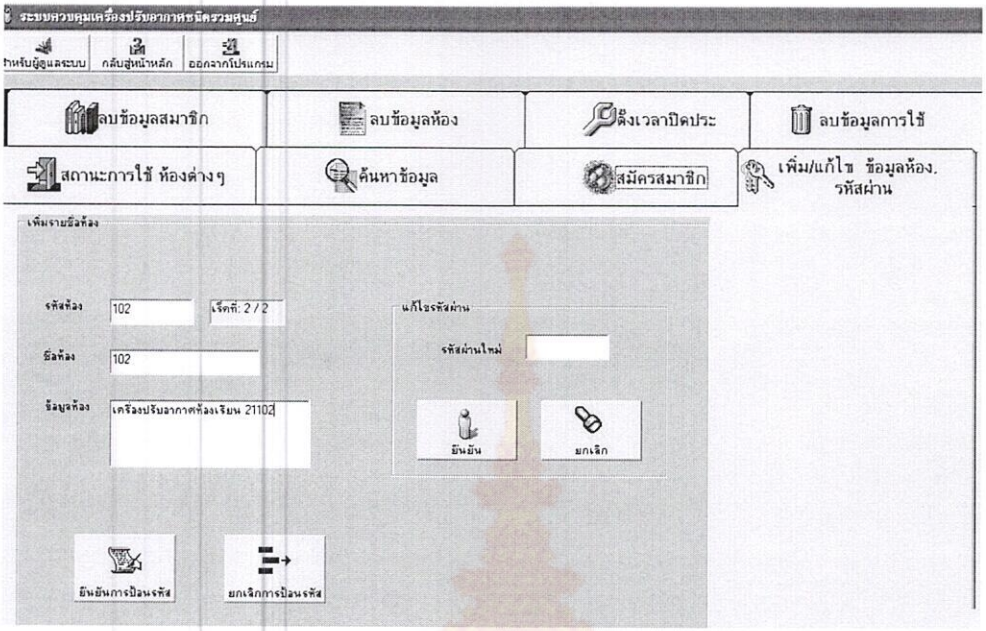
ภาพประกอบที่ 4-3 แสดงรายชื่อและข้อมูลต่างๆของสมาชิกที่ได้ลงทะเบียนไว้

4.2 การลงทะเบียนเครื่องปรับอากาศและห้องที่ใช้งาน

การใช้งานระบบควบคุมเครื่องปรับอากาศชนิดรวมศูนย์จะต้องมีรายละเอียดของสถานที่และตำแหน่งการติดตั้งของเครื่องปรับอากาศเพื่อควบคุมการใช้งานของเครื่องปรับอากาศแต่ละตัว ดังนั้นโปรแกรมที่ได้พัฒนาขึ้นมานี้จึงมีส่วนของการบันทึกชื่อของห้องและสถานที่ติดตั้งเครื่องปรับอากาศที่ต้องการควบคุมเพื่อให้ผู้ที่ประสงค์ใช้งานเครื่องปรับอากาศในห้องดังกล่าวต้องมาขออนุญาตการใช้งานจากผู้ดูแลระบบเสียก่อนจึงใช้งานได้ โดยในส่วนของโปรแกรมบันทึกข้อมูลเครื่องปรับอากาศมีลักษณะการทำงานดังต่อไปนี้



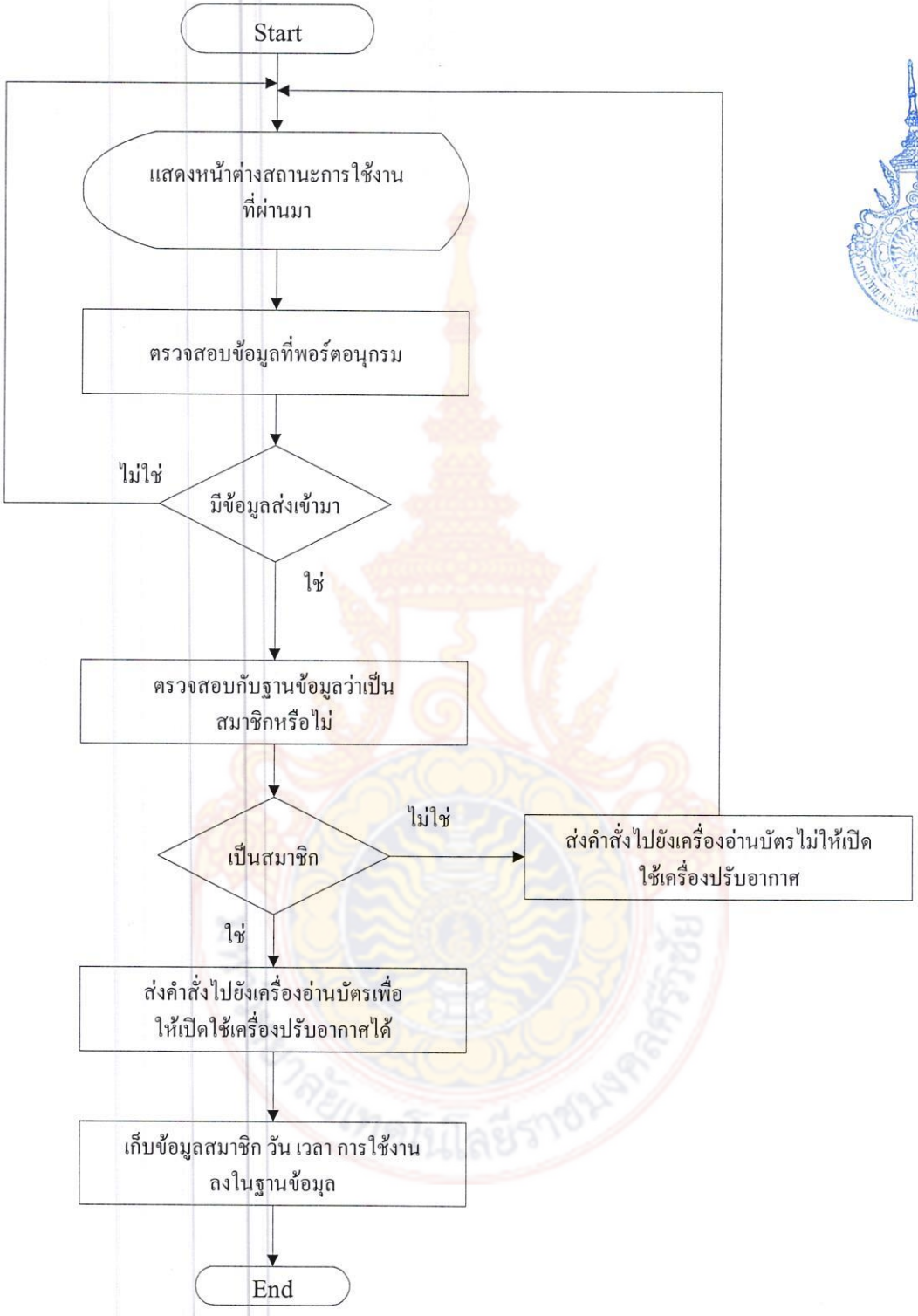
ภาพประกอบที่ 4-4 แสดงขั้นตอนการลงทะเบียนเครื่องปรับอากาศและห้องที่ใช้งาน



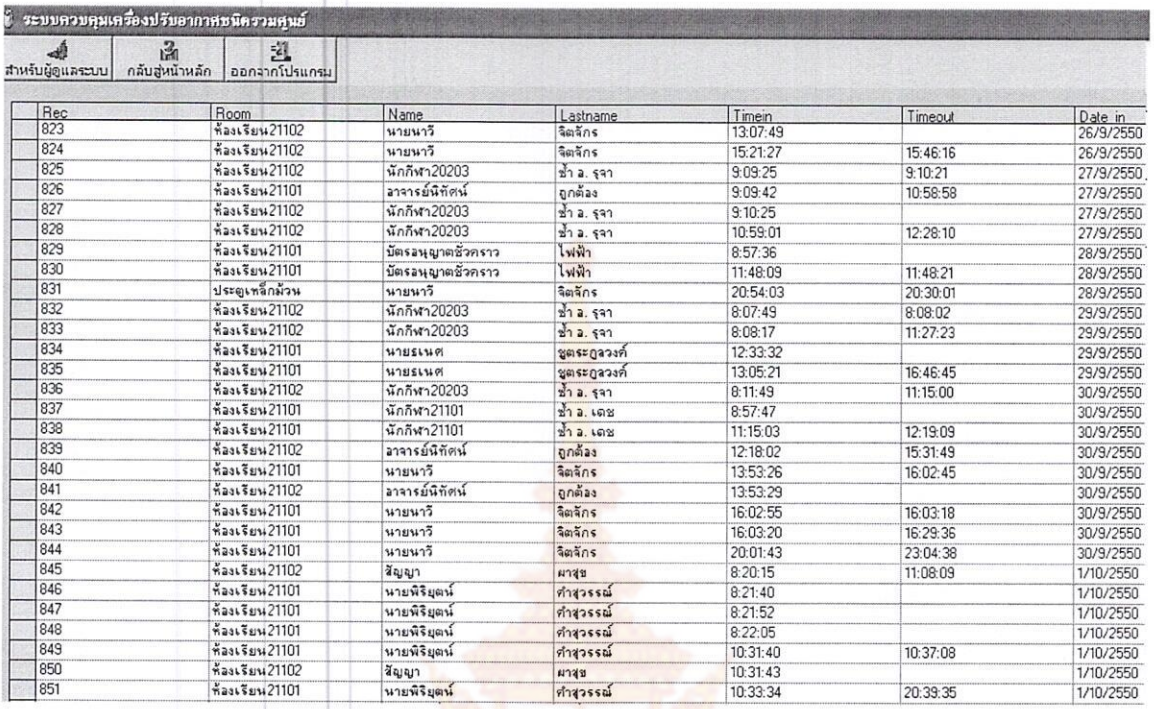
ภาพประกอบที่ 4-5 แสดงหน้าต่างการทะเบียนเครื่องปรับอากาศและห้องที่ใช้งาน

4.3 การบันทึกสถานะการใช้งาน

การบันทึกสถานะการใช้งานของผู้เข้าใช้ห้องที่ได้ควบคุมเป็นสิ่งสำคัญที่ต้องมีการเก็บข้อมูลไว้เพื่อใช้ในการตรวจสอบการใช้งานในภายหลัง ซึ่งจะสามารถรู้ได้ว่าห้องที่ได้ควบคุมไว้นั้นมีใคร มาใช้งานเมื่อไหร่และใช้เป็นเวลาเท่าใด และทำให้ทราบได้ว่าปัจจุบันมีห้องใดที่เปิดใช้งานเครื่องปรับอากาศอยู่บ้าง โดยโปรแกรมจะทำการบันทึกชื่อเจ้าของบัตร TOT บันทึกวันเวลาการเข้าใช้งานและเลิกใช้งานของสมาชิก โดยจะเก็บข้อมูลการใช้งานดังกล่าวลงในโปรแกรมฐานข้อมูล ACCESS ซึ่งสามารถเก็บข้อมูลการใช้งานได้ถึง 3,000 ครั้ง โดยมีลักษณะการทำงานของโปรแกรมและรูปร่างของโปรแกรมเป็นดังภาพประกอบที่ 4-6



ภาพประกอบที่ 4-6 แสดงขั้นตอนการควบคุมการใช้เครื่องปรับอากาศชนิดรวมศูนย์

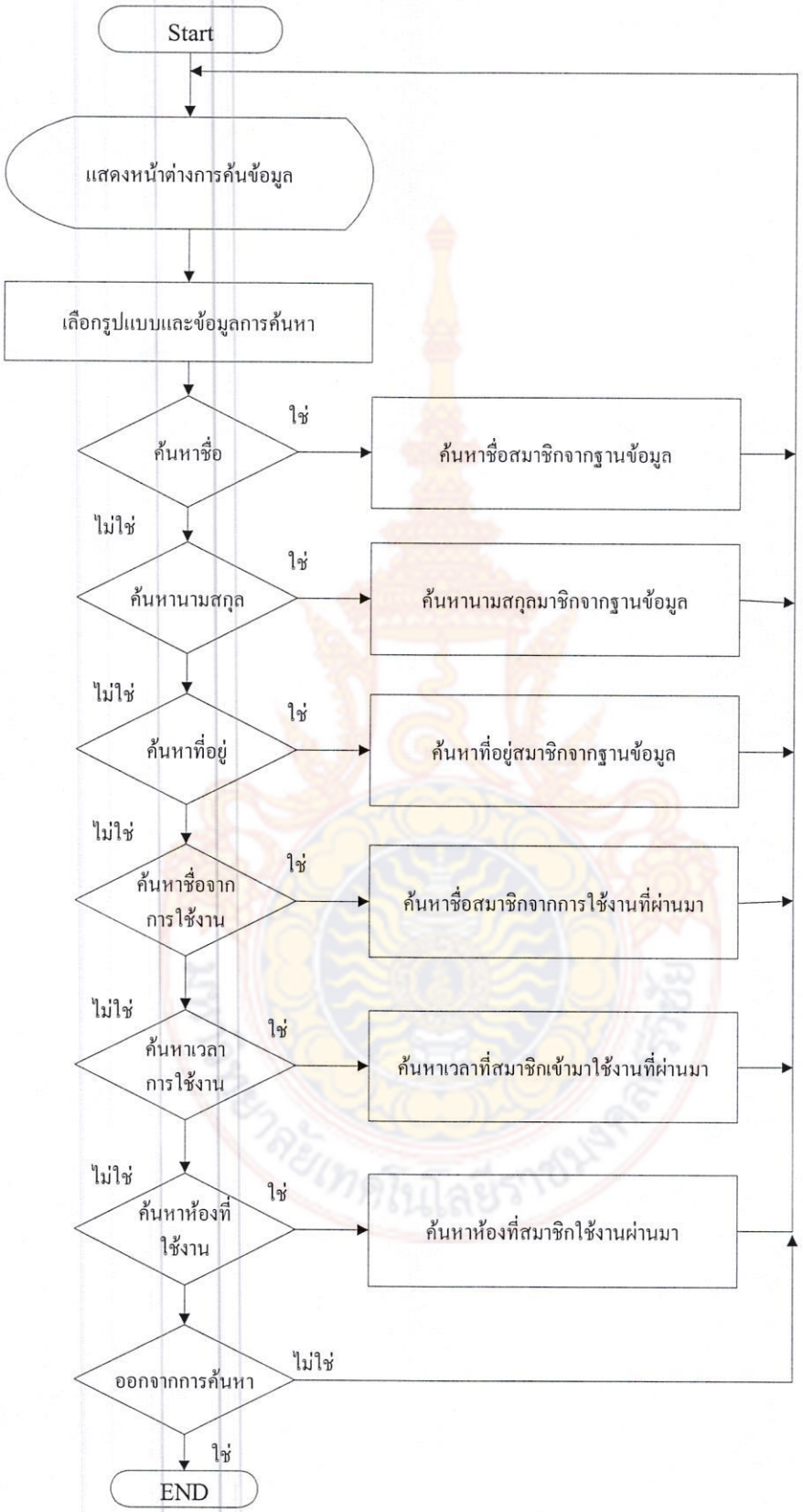


Rec	Room	Name	Lastname	Timein	Timeout	Date in
823	ห้องเรียน21102	นายนาวี	จิตจักร	13:07:49		26/9/2550
824	ห้องเรียน21102	นายนาวี	จิตจักร	15:21:27	15:46:16	26/9/2550
825	ห้องเรียน21102	นักกีฬา20203	ช้า ล. รุจา	9:09:25	9:10:21	27/9/2550
826	ห้องเรียน21101	อาจารย์นิทัศน์	ถูกต้อง	9:09:42	10:58:58	27/9/2550
827	ห้องเรียน21102	นักกีฬา20203	ช้า ล. รุจา	9:10:25		27/9/2550
828	ห้องเรียน21102	นักกีฬา20203	ช้า ล. รุจา	10:59:01	12:28:10	27/9/2550
829	ห้องเรียน21101	บัตรอนุญาตชั่วคราว	ไฟฟ้า	8:57:36		28/9/2550
830	ห้องเรียน21101	บัตรอนุญาตชั่วคราว	ไฟฟ้า	11:48:09	11:48:21	28/9/2550
831	ประตูเหล็กม้วน	นายนาวี	จิตจักร	20:54:03	20:30:01	28/9/2550
832	ห้องเรียน21102	นักกีฬา20203	ช้า ล. รุจา	8:07:49	8:08:02	29/9/2550
833	ห้องเรียน21102	นักกีฬา20203	ช้า ล. รุจา	8:08:17	11:27:23	29/9/2550
834	ห้องเรียน21101	นายธเนศ	ชูตระกูลวงศ์	12:33:32		29/9/2550
835	ห้องเรียน21101	นายธเนศ	ชูตระกูลวงศ์	13:05:21	16:46:45	29/9/2550
836	ห้องเรียน21102	นักกีฬา20203	ช้า ล. รุจา	8:11:49	11:15:00	30/9/2550
837	ห้องเรียน21101	นักกีฬา21101	ช้า ล. เดช	8:57:47		30/9/2550
838	ห้องเรียน21101	นักกีฬา21101	ช้า ล. เดช	11:15:03	12:19:09	30/9/2550
839	ห้องเรียน21102	อาจารย์นิทัศน์	ถูกต้อง	12:18:02	15:31:49	30/9/2550
840	ห้องเรียน21101	นายนาวี	จิตจักร	13:53:26	16:02:45	30/9/2550
841	ห้องเรียน21102	อาจารย์นิทัศน์	ถูกต้อง	13:53:29		30/9/2550
842	ห้องเรียน21101	นายนาวี	จิตจักร	16:02:55	16:03:18	30/9/2550
843	ห้องเรียน21101	นายนาวี	จิตจักร	16:03:20	16:29:36	30/9/2550
844	ห้องเรียน21101	นายนาวี	จิตจักร	20:01:43	23:04:38	30/9/2550
845	ห้องเรียน21102	สัญญา	ผาสุข	8:20:15	11:08:09	1/10/2550
846	ห้องเรียน21101	นายพิริยุตน์	คำสุวรรณ์	8:21:40		1/10/2550
847	ห้องเรียน21101	นายพิริยุตน์	คำสุวรรณ์	8:21:52		1/10/2550
848	ห้องเรียน21101	นายพิริยุตน์	คำสุวรรณ์	8:22:05		1/10/2550
849	ห้องเรียน21101	นายพิริยุตน์	คำสุวรรณ์	10:31:40	10:37:08	1/10/2550
850	ห้องเรียน21102	สัญญา	ผาสุข	10:31:43		1/10/2550
851	ห้องเรียน21101	นายพิริยุตน์	คำสุวรรณ์	10:33:34	20:39:35	1/10/2550

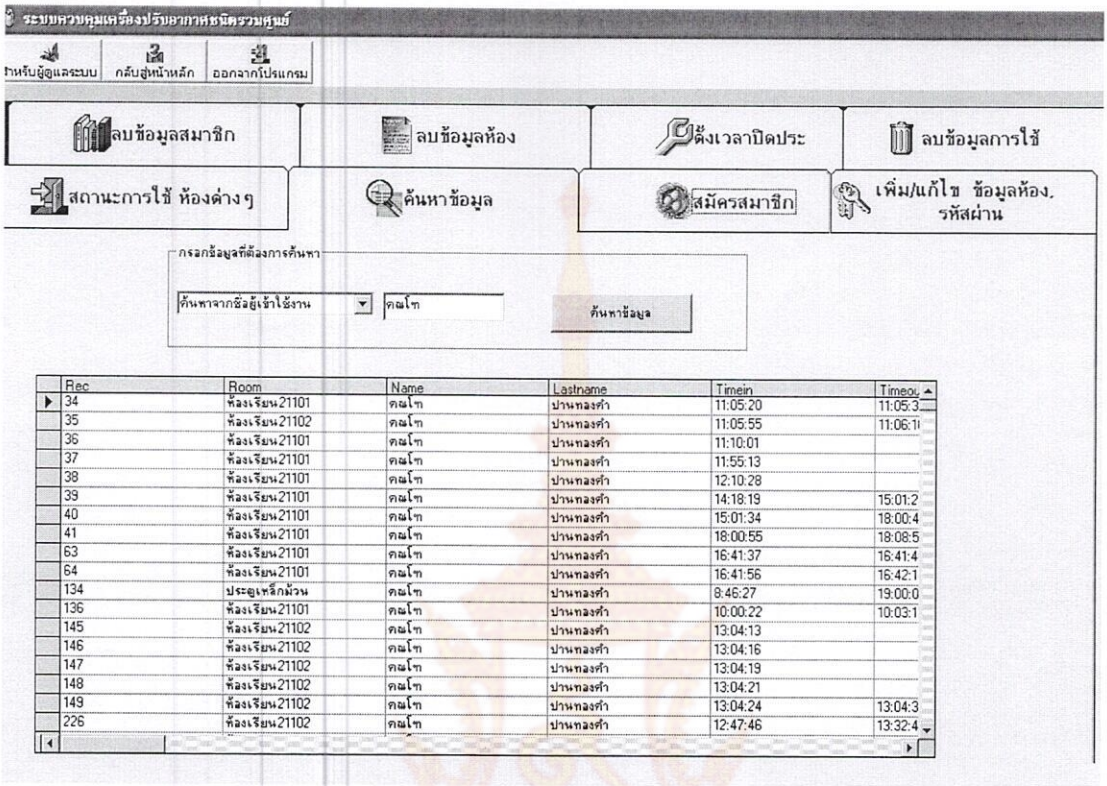
ภาพประกอบที่ 4-7 แสดงหน้าต่างการเก็บข้อมูลสถานะการใช้งานของระบบเครื่องปรับอากาศชนิดรวมศูนย์

4.4 การค้นหาข้อมูล

การค้นหาข้อมูลเป็นส่วนเสริมความสะดวกในการค้นหาข้อมูลการใช้งานที่ผ่านมา ซึ่งเมื่อมีการบันทึกการใช้งานไปเป็นเวลานานจะทำให้จำนวนของข้อมูลมีมากขึ้น หากต้องการทราบว่าวันที่ระบุนั้น มีใครมาใช้งานบ้าง หรือหากต้องการทราบว่าสมาชิกชื่อนี้ได้เข้ามาใช้งานเมื่อวันไหนเวลาใด ซึ่งหากมีปัญหาเกิดขึ้นก็สามารถตรวจสอบการใช้งานที่ผ่านมา โดยการใช้โปรแกรมค้นหาข้อมูลนี้สามารถเลือกได้ว่าจะค้นจากชื่อ นามสกุล หรือจากสถานที่ของสมาชิก ค้นได้ว่าห้องนี้มีใครมาใช้งานเมื่อใดบ้าง หรือค้นจาก วันเวลาที่กำหนดว่ามีใครมาใช้งานบ้าง โดยการเลือกว่าจะค้นจากอะไรและระบุข้อมูลลงในช่องที่กำหนด ซึ่งลักษณะการทำงานโปรแกรมและหน้าตาของโปรแกรมเป็นดังภาพประกอบที่ 4-8 และภาพประกอบที่ 4-9



ภาพประกอบที่ 4-8 แสดงลักษณะการค้นหาข้อมูลต่างๆจากฐานข้อมูล



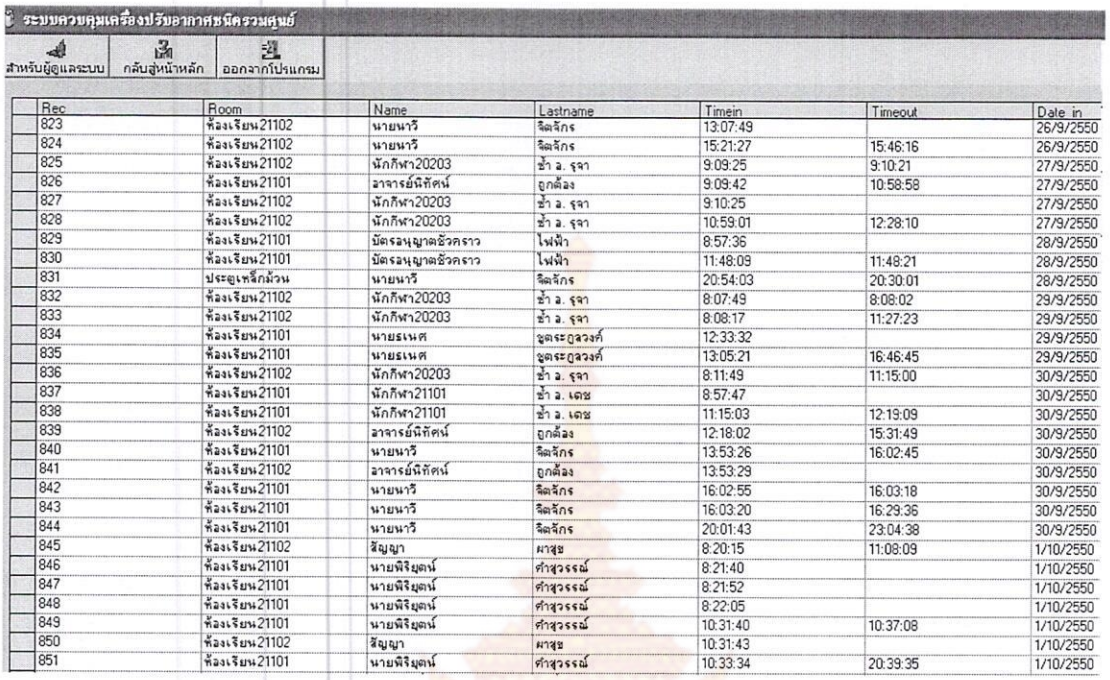
ภาพประกอบที่ 4-9 แสดงตัวอย่างการค้นหาชื่อของสมาชิกจากการใช้งานที่ผ่านมาจากฐานข้อมูล

บทที่ 5
สรุปผล

การทดสอบการใช้งานระบบควบคุมเครื่องปรับอากาศชนิดรวมศูนย์แบบไร้สายนั้น ได้ทำการติดตั้งเพื่อทดสอบระบบไว้ที่อาคารเรียนของสาขาวิศวกรรมไฟฟ้า โดยให้อาจารย์และนักศึกษาบางส่วนได้สมัครเป็นสมาชิกของระบบ อาจารย์หรือนักศึกษาที่ผู้ประสงค์ใช้งานในห้องที่ถูกควบคุมการใช้เครื่องปรับอากาศจะต้องสมัครเป็นสมาชิกก่อนจึงจะสามารถใช้งานเครื่องปรับอากาศงานได้ ซึ่งผู้สมัครสมาชิกจะต้องนำบัตรโทรศัพท์ TOT ที่อาจจะเป็นบัตรที่หมดจำนวนเงินแล้วก็สามารถนำมาใช้งานได้ การเป็นสมาชิกนั้นจะต้องแจ้งให้ผู้ดูแลระบบควบคุมเครื่องปรับอากาศชนิดรวมศูนย์เพื่อนำบัตรโทรศัพท์ TOT ดังกล่าวไปบันทึกเป็นข้อมูลการเป็นสมาชิก แล้วจึงจะสามารถนำบัตรโทรศัพท์ TOT ไปเสียบในช่องของเครื่องอ่านบัตรเพื่อเปิดใช้งานเครื่องปรับอากาศและพลังงานไฟฟ้าตามห้องที่ได้ถูกควบคุมการพลังงานไฟฟ้า

จากการทดสอบการใช้งานระบบควบคุมเครื่องปรับอากาศชนิดรวมศูนย์แบบไร้สายนี้ การติดต่อระหว่างเครื่องเซิฟเวอร์และเครื่องอ่านบัตรเป็นไปได้ด้วยดี แต่มีข้อเสียคือระยะทางระหว่างเครื่องเซิฟเวอร์และเครื่องอ่านบัตรต้องมีระยะห่างไม่เกิน 100 เมตร ซึ่งหากระยะทางเกินไปจะทำให้ข้อมูลในการติดต่อระหว่างเครื่องเซิฟเวอร์และเครื่องอ่านบัตรเกิดการสูญหายไป เครื่องเซิฟเวอร์จะไม่สามารถสั่งการไปยังเครื่องอ่านบัตรเพื่อควบคุมเครื่องปรับอากาศได ดังนั้นเพื่อการใช้งานที่ดีจึงไม่ควรติดตั้งเครื่องอ่านบัตรห่างจากเครื่องเซิฟเวอร์เกินระยะทาง 100 เมตร

การใช้งานโปรแกรมระบบควบคุมเครื่องปรับอากาศชนิดรวมศูนย์บนเครื่องเซิฟเวอร์นั้นนอกจากเก็บข้อมูลของสมาชิกแต่ละคนแล้วยังเก็บบันทึกการใช้งาน วัน เวลาที่เข้าใช้และเลิกใช้งานของห้องที่ควบคุมดังแสดงในภาพประกอบที่ 5-1 ทำให้ผู้ดูแลระบบสามารถทราบได้ว่าสามาชิกคนใดกำลังใช้งานห้องอะไรอยู่บ้าง และสามารถค้นหาย้อนหลังไปดูการใช้งานที่ผ่านมาเมื่อกรณีเกิดปัญหาขึ้นในองค์กร



ระบบควบคุมเครื่องปรับอากาศชนิดรวมศูนย์

สำหรับผู้ดูแลระบบ | กลับสู่หน้าหลัก | ออกจากโปรแกรม

Rec	Room	Name	Lastname	Timein	Timeout	Date_in
823	ห้องเรียน21102	นายนารี	จิตจักร	13:07:49		26/9/2550
824	ห้องเรียน21102	นายนารี	จิตจักร	15:21:27	15:46:16	26/9/2550
825	ห้องเรียน21102	นักกีฬา20203	ช้า ล. รุจา	9:09:25	9:10:21	27/9/2550
826	ห้องเรียน21101	อาจารย์นิทัศน์	ถูกต้อง	9:09:42	10:58:58	27/9/2550
827	ห้องเรียน21102	นักกีฬา20203	ช้า ล. รุจา	9:10:25		27/9/2550
828	ห้องเรียน21102	นักกีฬา20203	ช้า ล. รุจา	10:59:01	12:28:10	27/9/2550
829	ห้องเรียน21101	บัตรอนุญาตชั่วคราว	ไฟฟ้า	8:57:36		28/9/2550
830	ห้องเรียน21101	บัตรอนุญาตชั่วคราว	ไฟฟ้า	11:48:09	11:48:21	28/9/2550
831	ประตูเหล็กม้วน	นายนารี	จิตจักร	20:54:03	20:30:01	28/9/2550
832	ห้องเรียน21102	นักกีฬา20203	ช้า ล. รุจา	8:07:49	8:08:02	29/9/2550
833	ห้องเรียน21102	นักกีฬา20203	ช้า ล. รุจา	8:08:17	11:27:23	29/9/2550
834	ห้องเรียน21101	นายธเนศ	ชูตระกูลวงศ์	12:33:32		29/9/2550
835	ห้องเรียน21101	นายธเนศ	ชูตระกูลวงศ์	13:05:21	16:46:45	29/9/2550
836	ห้องเรียน21102	นักกีฬา20203	ช้า ล. รุจา	8:11:49	11:15:00	30/9/2550
837	ห้องเรียน21101	นักกีฬา21101	ช้า ล. เดช	8:57:47		30/9/2550
838	ห้องเรียน21101	นักกีฬา21101	ช้า ล. เดช	11:15:03	12:19:09	30/9/2550
839	ห้องเรียน21102	อาจารย์นิทัศน์	ถูกต้อง	12:18:02	15:31:49	30/9/2550
840	ห้องเรียน21101	นายนารี	จิตจักร	13:53:26	16:02:45	30/9/2550
841	ห้องเรียน21102	อาจารย์นิทัศน์	ถูกต้อง	13:53:29		30/9/2550
842	ห้องเรียน21101	นายนารี	จิตจักร	16:02:55	16:03:18	30/9/2550
843	ห้องเรียน21101	นายนารี	จิตจักร	16:03:20	16:29:36	30/9/2550
844	ห้องเรียน21101	นายนารี	จิตจักร	20:01:43	23:04:38	30/9/2550
845	ห้องเรียน21102	สัญญา	ผาสุข	8:20:15	11:08:09	1/10/2550
846	ห้องเรียน21101	นายพิริยุตน์	คำสุวรรณ์	8:21:40		1/10/2550
847	ห้องเรียน21101	นายพิริยุตน์	คำสุวรรณ์	8:21:52		1/10/2550
848	ห้องเรียน21101	นายพิริยุตน์	คำสุวรรณ์	8:22:05		1/10/2550
849	ห้องเรียน21101	นายพิริยุตน์	คำสุวรรณ์	10:31:40	10:37:08	1/10/2550
850	ห้องเรียน21102	สัญญา	ผาสุข	10:31:43		1/10/2550
851	ห้องเรียน21101	นายพิริยุตน์	คำสุวรรณ์	10:33:34	20:39:35	1/10/2550

ภาพประกอบที่ 5-1 แสดงบันทึกการใช้งานเครื่องปรับอากาศของสมาชิก

การทดสอบระบบควบคุมเครื่องปรับอากาศชนิดรวมศูนย์นี้ให้ผลเป็นที่น่าพอใจ เนื่องจากสามารถบริหารและควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศได้ ซึ่งจะป้องกันมิให้ผู้ที่เข้าไปใช้งานในห้องเรียนดังกล่าวเปิดใช้งานเครื่องปรับอากาศโดยไม่ได้รับอนุญาต เป็นการประหยัดการใช้พลังงานไฟฟ้าได้ และยิ่งนำไปใช้กับองค์กรที่มีขนาดเครื่องปรับอากาศจำนวนมากก็จะสามารถบริหารและควบคุมการใช้เครื่องปรับอากาศและพลังงานไฟฟ้าได้

บรรณานุกรม

ประจิน พลังสันติกุล. เรียนรู้และใช้งาน CCS C คอมไพเลอร์เขียนโปรแกรมภาษา C ควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC . กรุงเทพฯ : อินโนเวทีฟ เอ็กเพอริเมนต์ จำกัด,2521

ณัฏฐพล วงศ์สุนทรชัย, ชัยวัฒน์ ลิ้มพรจิตรวิไล. ปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F87X. กรุงเทพฯ : อินโนเวทีฟ เอ็กเพอริเมนต์ จำกัด,2521

เลิศ แซ่ตั้ง. เทคโนโลยี สมาร์ตการ์ด. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น, 2546

ฉันทวุฒิ พืชผล และ พิชิต สันติกุลานนท์. คู่มือเรียน Visual Basic 6 . กรุงเทพฯ: เอช เอ็น กรุ๊ป จำกัด, 2543

กิตติ ภักดี วัฒนะกุล และ จำลองครูอุตสาหะ.Visual Basic6 ฉบับโปรแกรมเมอร์. กรุงเทพฯ: ดวงกมลสมัย จำกัด,พิมพ์ครั้งที่ 10,2545

ศุภชัย สมพานิช.สร้างระบบงานฐานข้อมูลด้วย Visual Basic. กรุงเทพฯ:อินโพเพรส,2545