เครื่องควบคุมอากาศ

AIR CONTROLLER

นายสุไพทูรย์ ดีปาน รหัส 45363207

นายเอกชัย นาคนาม รหัส 45363272

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

ปีการศึกษา 2548

ใบรับรองโครงงานวิศวกรรม

หัวข้อโครงงาน เครื่องควบคุมอากาศ

ผู้ดำเนินโครงงาน นายสุไพทูรย์ ดีปาน รหัส 45363207

นายเอกชัย นาคนาม รหัส 45363272

อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุชาติ แย้มเม่น

สาขาวิชา วิศวกรรมไฟฟ้า

ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์

ปีการศึกษา 2548

.....

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร อนุมัติให้โครงงานฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

คณะกรรมการสอบโครงงานวิศวกรรม

.....ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุชาติ แย้มเม่น)

.....กรรมการ

(อาจารย์ศิริพร เดชะศิลารักษ์)

.....กรรมการ

(อาจารย์ปิยดนัย ภาชนะพรรณ์)

หัวข้อโครงงาน	เครื่องควบคุมอากาศ		
ผู้ดำเนินโครงงาน	นายสุไพทูรย์	ดีปาน	รหัส 45363207
	นายเอกชัย	นาคนาม	รหัส 45363272
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุชาติ แย้มเม่น		
สาขาวิชา	วิศวกรรมไฟฟ้า		
ภาควิชา	วิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์		
ปีการศึกษา	2548		

.....

บทคัดย่อ

โครงงานนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อแก้ไขข้อผิดพลาดอันเนื่องมาจากระบบควบคุมการทำงานของระบบปรับอากาศแบบเดิมที่ถูกออกแบบให้ควบคุมโดยใช้วงจรไฟฟ้าควบคุมและเทอร์โมสตัสจำนวน 2 ชุด ซึ่งเทอร์โมสตัสแต่ละชุดอ่านค่าอุณหภูมิได้ไม่เท่ากันทำให้ไม่สามารถควบคุมอุณหภูมิห้องได้ตามที่ต้องการ ดังนั้นจึงได้ออกแบบและพัฒนาระบบควบคุมขึ้นมาใหม่โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์สำหรับวัดอุณหภูมิเพียง 1 ชุด เพื่อแก้ไขข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้น และเพิ่มประสิทธิภาพในการควบคุมการทำงานของระบบปรับอากาศ

จากผลการทดสอบเครื่องควบคุมอากาศ พบว่า เครื่องควบคุมอากาศที่สร้างขึ้นมีลำดับขั้นตอนในการทำงานถูกต้องเที่ยงตรง และมีประสิทธิภาพดีกว่าระบบควบคุมเดิมที่ใช้วงจรควบคุมด้วยเทอร์โมสตัสจำนวน 2 ชุด

Project Title	Air Controller		
Name	Mr. Suphaithoon	Deepan	ID. 45363207
	Mr. Eakachai	Naknam	ID. 45363272
Project Advisor	Assistant Professor Suchart Yammen, Ph.D.		
Major	Electrical Engineering		
Department	Electrical and Computer Engineering		
Acadamic Year	2005		

.....

ABSTRACT

This project is to fix the fault obtained from the original control system for air controller with two thermostats. Each thermostat often reads temperature differently, and does not make the room temperture be controlled as designer needs. Therefore, the new control system is designed and developed by using a microcontroller with only one thermostat in order to reduce the fault and increase efficiency of the control system.

According to the experimental results, we found that the developed air controller can achieve higher accuracy and efficiency than the original control system with two thermostats.

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีด้วยความช่วยเหลือจากบุคคลหลายฝ่ายโดยเฉพาะอย่างยิ่ง ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุชาติ แย้มเม่น อาจารย์ศิริพร เดชะศิลารักษ์ และอาจารย์ปิยดนัย ภาชนะพรรณ์ ที่ได้ให้แนวคิด ตลอดจนเสียสละเวลา ตรวจแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ในรายงานฉบับนี้ และผู้จัดทำขอขอบคุณสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัยฝ่ายอุตสาหกรรมที่ได้ให้ทุนอุดหนุนในการทำโครงงานนี้ นอกจากนี้ คณะผู้จัดทำขอขอบพระคุณ คุณเจริญ บัวเทศ ผู้จัดการห้างหุ้นส่วนเซมดีไซน์ จำกัด ที่มีส่วนร่วมในการให้ข้อมูลประกอบการทำโครงงานนี้เป็นอย่างดียิ่ง

ท้ายสุดนี้ ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา คณาจารย์ และผู้มีพระคุณกับผู้จัดทำทุกท่านที่ได้อบรมสั่งสอน ให้ความรู้ ให้คำแนะนำ ให้คำปรึกษาที่มีคุณค่า แก่คณะผู้จัดทำด้วยดีเสมอมา

คณะผู้จัดทำโครงงาน
นายสุไพทูรย์ ดีปาน
นายเอกชัย นาคนาม

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ก

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ข

กิตติกรรมประกาศ ..... ค

สารบัญ ..... ง

สารบัญตาราง ..... ฉ

สารบัญรูป ..... ช

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงงาน 1

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน 1

1.3 ขอบข่ายของโครงงาน 1

1.4 ขั้นตอนการดำเนินโครงงาน 2

1.5 แผนการดำเนินโครงงาน 3

1.6 ผลลัพธ์ที่คาดว่าจะได้รับ 4

1.7 งบประมาณของโครงงาน 4

บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการทำงาน

2.1 หลักการทำงานของเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศ 5

2.2 ไมโครคอนโทรลเลอร์ 6

2.3 การเขียนโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์ 13

บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน

3.1 การศึกษาการทำงาน 16

3.2 การออกแบบชิ้นงาน 16

3.3 การสร้างชิ้นงาน 21

3.4 การทดสอบชิ้นงาน 22

3.5 รวบรวมข้อมูลทั้งหมดเข้ารูปเล่มพร้อมรายงาน 22

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 วิธีการทดสอบและการทดสอบ

4.1 การทดสอบกับชุดหลอดไฟฟ้า 23

4.2 การทดสอบกับชุดพัดลมไฟฟ้า 26

4.3 การทดสอบกับเครื่องปรับอากาศชนิดแยกส่วน จำนวน 2 เครื่อง 29

บทที่ 5 บทสรุป

5.1 สรุป 33

5.2 ข้อเสนอแนะ 33

เอกสารอ้างอิง 34

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก โปรแกรมการควบคุมการทำงานของเครื่องควบคุมอากาศ 36

ประวัติผู้เขียนโครงงาน 47

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

1.1 แผนการดำเนินโครงงาน 3
2.1 แสดงชื่อขา ตำแหน่งขา ชนิดของขา และรายละเอียดการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877 10
4.1 แสดงผลการทดสอบกับชุดหลอดไฟฟ้า 24
4.2 แสดงผลการทดสอบกับชุดพัดลมไฟฟ้า 27
4.3 แสดงผลการทดสอบกับเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศชนิดแยกส่วน จำนวน 2 เครื่อง 30

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

2.1 แสดงการทำงานของเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศ 5
2.2 แสดงชิพที่สามารถทำการโปรแกรมได้ครั้งเดียว 7
2.3 แสดงชิพที่สามารถเขียนโปรแกรมเข้าไปแล้วสามารถลบได้โดยแสงอัลตร้าไวโอเลต 7
2.4 แสดงชิพที่สามารถอ่านหรือเขียนด้วยสัญญาณทางไฟฟ้า 8
2.5 แสดงชื่อและตำแหน่งขาของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877 9
3.1 แผนภาพวงจรควบคุมการทำงานด้วยมือ 17
3.2 แผนภาพวงจรควบคุมการทำงานแบบอัตโนมัติ 18
3.3 แผนภาพวงจรการทำงานไมโครคอนโทรลเลอร์ 19
3.4 แผนภาพวงจรขยายสัญญาณควบคุม 19
3.5 แผนภาพการทำงานของโปรแกรม 20
3.6 ตู้ควบคุม: (ก) ภาพหน้าตู้; (ข) ภาพภายในตู้ 21
3.7 กล่องควบคุม: (ก) ภาพหน้ากล่อง; (ข) ภาพภายในกล่อง 22
4.1 แสดงการทดสอบกับชุดหลอดไฟฟ้า 23
4.2 กราฟแสดงผลการทดสอบกับชุดหลอดไฟฟ้า 25
4.3 แสดงการทดสอบกับชุดพัดลมไฟฟ้า 26
4.4 กราฟแสดงผลการทดสอบกับชุดพัดลมไฟฟ้า 28
4.5 แสดงการทดสอบกับเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศชนิดแยกส่วน จำนวน 2 เครื่อง 29
4.6 กราฟแสดงผลการทดสอบกับเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศชนิดแยกส่วน จำนวน 2 เครื่อง 31

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงงาน

ห้างหุ้นส่วน จำกัด เซมดีไซน์ (SAME DESIGN LIMITED PARTNERSHIP) ดำเนินธุรกิจเกี่ยวกับการออกแบบ รับเหมาก่อสร้างบ้านประหยัดพลังงานและให้คำปรึกษาด้านการอนุรักษ์พลังงานภายในอาคารและโรงงาน ในการออกแบบบ้านประหยัดพลังงานขนาดพื้นที่ใช้งานประมาณ 240 ตารางเมตรนั้น จะใช้เครื่องทำความเย็นและปรับอากาศขนาด 18,000 บี.ที.ยู. จำนวน 2 เครื่องให้สลับกันทำงานในช่วงอุณหภูมิต่ำและทำงานพร้อมกันทั้งสองเครื่องในช่วงอุณหภูมิสูง การทำงานดังกล่าวถูกออกแบบและควบคุมโดยอาศัยวงจรควบคุมที่ประกอบด้วยตัวสัมผัสแบบแม่เหล็ก (magnetic contractors) รีเลย์ช่วย (auxiliary relays) ปุ่มกด (pushbutton) สวิตช์เลือก (selective switch) และเทอร์โมสตัส (thermostats) จำนวน 2 ชุด เป็นต้น เมื่อเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศเริ่มทำงานพร้อมกันทั้ง 2 เครื่อง วงจรควบคุมได้อ่านค่าอุณหภูมิภายในบ้านผ่านทางเทอร์โมสตัสทั้งสองชุดมีค่าไม่เท่ากัน ทำให้การควบคุมการทำงานของเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศมีข้อผิดพลาดอยู่บ่อยๆ และไม่เป็นไปตามที่ได้ตั้งอุณหภูมิที่ต้องการไว้ ดังนั้น ผู้ประกอบการจึงมีความต้องการสร้างเครื่องควบคุมอากาศเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการควบคุมการทำงานของเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศ และเพื่อลดข้อผิดพลาดที่กล่าวมาข้างต้น

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1.2.1 เพื่อออกแบบ สร้าง และทดลองเครื่องควบคุมอากาศที่ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์โดยควบคุมอุณหภูมิให้อยู่ในช่วงระหว่าง 20 องศาเซลเซียส ถึง 30 องศาเซลเซียส

1.2.2 เพื่อศึกษาสมรรถนะการทำงานของเครื่องควบคุมอากาศ

1.2.3 เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการนำไปใช้จริงของเครื่องควบคุมอากาศ

1.3 ขอบข่ายของโครงงาน

1.3.1 สร้างเครื่องควบคุมอากาศที่ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์โดยควบคุมอุณหภูมิให้อยู่ในช่วง - ระหว่าง 20 องศาเซลเซียส ถึง 30 องศาเซลเซียส

1.3.2 ทดสอบสมรรถนะการทำงานของเครื่องควบคุมอากาศ

1.4 ขั้นตอนการดำเนินโครงงาน

1.4.1 ศึกษาการทำงาน

1.4.1.1 หลักการทำงานของเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศชนิดแยกส่วน

1.4.1.2 หลักการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์

1.4.1.3 หลักการเขียนโปรแกรมด้วยภาษา PIC BASIC PRO

1.4.2 การออกแบบ

1.4.2.1 ออกแบบวงจรไฟฟ้าควบคุมเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศ จำนวน 2 เครื่อง

1.4.2.2 ออกแบบวงจรการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์

1.4.2.3 ออกแบบโปรแกรมการทำงานของเครื่องควบคุมอากาศด้วยภาษา PIC BASICPRO

1.4.3 การสร้าง

1.4.3.1 สร้างตู้ควบคุมเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศ จำนวน 2 เครื่องที่มีอยู่

1.4.3.2 สร้างเครื่องควบคุมอากาศขึ้นมาใหม่

1.4.4 การทดลองโดยนำไปติดตั้งงานจริงที่บ้านประหยัดพลังงาน ของ

ทันตแพทย์วรเชษฐ์ ตรึงธวัชชัย

ตั้งอยู่ที่ 21/15 ซอยมูลนิธิตระกูลหวังอนุสรณ์

ถนนอ่อนนุช 67/13 แขวงประเวศ เขตประเวศ

กรุงเทพมหานคร

1.4.5 รวบรวมข้อมูลทั้งหมดเข้ารูปเล่มพร้อมรายงาน

1.5 แผนการดำเนินโครงงาน

กิจกรรม	ระยะเวลาดำเนินงาน (เดือน)							ผู้รับผิดชอบ	หมายเหตุ
	1	2	3	4	5	6	7		
1.5.1 ศึกษาหลักการทำงาน								นายสุไพทูรย์ คีปาน นายเอกชัย นาคนาม	
1.5.1.1 หลักการทำงานของเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศชนิดแยกส่วน									**
1.5.1.2 หลักการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์									*
1.51.3 หลักการเขียนโปรแกรมด้วยภาษา PIC BASIC PRO									*
1.5.2 การออกแบบ									
1.5.2.1 ออกแบบวงจรไฟฟ้าควบคุมเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศจำนวน 2 เครื่อง									*,**
1.5.2.2 ออกแบบวงจรการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์									*,**
1.5.2.3 ออกแบบโปรแกรมการทำงานของเครื่องควบคุมอากาศด้วยภาษา PIC BASIC PRO									*,**
1.5.3 การสร้าง									
1.5.3.1 สร้างตู้ควบคุมเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศจำนวน 2 เครื่องที่มีอยู่									**,***
1.5.3.2 สร้างเครื่องควบคุมอากาศขึ้นมาใหม่									**
1.5.4 การทดลองโดยนำไปติดตั้งจริงที่บ้านประหยัดพลังงาน									**,***
1.5.5 รวบรวมข้อมูลทั้งหมดเข้ารูปเล่มพร้อมรายงาน									*,***

* ปฏิบัติที่ภาควิชา, ** ปฏิบัติที่ หจกฯ., *** ปฏิบัติที่บ้านประหยัดพลังงาน

1.6 ผลลัพธ์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.6.1 สามารถออกแบบ สร้างเครื่องควบคุมอากาศต้นแบบและทดลองใช้งานจริง

1.6.2 สามารถประหยัดการใช้พลังงานไฟฟ้าที่ใช้กับเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศในห้องหรืออาคารที่มีเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศตั้งแต่สองเครื่องขึ้นไป

1.6.3 ทำให้ยืดอายุการใช้งานของเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศ

1.7 งบประมาณของโครงงาน

1.7.1 ค่าใช้จ่ายในการสร้างชิ้นงาน	1,000 บาท
1.7.2 ค่าถ่ายเอกสารและเข้าเล่มรายงาน	1,000 บาท
รวมเป็นเงิน	2,000 บาท (สองพันบาทถ้วน)

มหาวิทยาลัยนเรศวร

บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการทำงาน

2.1 หลักการทำงานของเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศ

หลักการทำงานของเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศ คือ การนำความร้อนจากภายในอาคารถ่ายเทออกสู่ภายนอกอาคารโดยใช้สารทำความเย็น

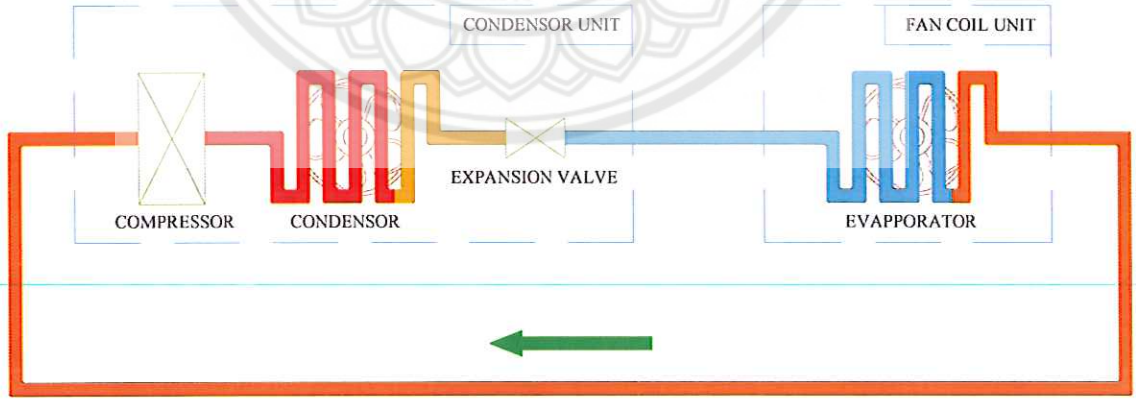
เครื่องทำความเย็นและปรับอากาศมีส่วนประกอบที่สำคัญ 4 ส่วน คือ

1. คอมเพรสเซอร์ (Compressor) ทำหน้าที่รับสารทำความเย็นที่มีสภาวะเป็นแก๊สร้อนความดันต่ำเข้ามาเพื่อทำการเพิ่มความดันให้เป็นสารทำความเย็นที่มีสภาวะเป็นแก๊สร้อนความดันสูง

2. คอนเดนเซอร์ (Condenser) ทำหน้าที่รับสารทำความเย็นที่มีสภาวะเป็นแก๊สร้อนความดันสูงมาระบายความร้อนออกเพื่อให้เป็นสารทำความเย็นที่มีสภาวะเป็นของเหลวที่มีความดันสูง

3. เอ็กแพนชั่นวาล์ว (Expansion Valve) ทำหน้าที่รับสารทำความเย็นที่มีสภาวะเป็นของเหลวความดันสูงมาลดแรงดันและฉีดออกเป็นละอองเพื่อให้เป็นสารทำความเย็นที่มีสภาวะเป็นของเหลวความดันต่ำ

4. อีวาพอเรเตอร์ (Evapporator) ทำหน้าที่นำความร้อนจากระบบถ่ายเทให้กับละอองสารทำความเย็นทำให้ละอองสารทำความเย็นเดือดกลายเป็นสารทำความเย็นที่มีสภาวะเป็นแก๊สร้อนความดันต่ำ



รูปที่ 2.1 แสดงการทำงานของเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศ

จากรูปที่ 2.1 สามารถอธิบายได้ว่า การทำงานเริ่มต้นจากคอมเพรสเซอร์ทำงานโดยที่คอมเพรสเซอร์จะดึงสารทำความเย็นที่เป็นแก๊สร้อนความดันต่ำจากอีวาพอเรเตอร์เข้ามาทำการเพิ่มความดันให้สูงขึ้น และส่งสารทำความเย็นที่เป็นแก๊สร้อนความดันสูงไปยังคอนเดนเซอร์

คอนเดนเซอร์จะทำการระบายความร้อนที่แฝงอยู่ในสารทำความเย็นออกทำให้สารทำความเย็นเกิดการควบแน่นจนกลายเป็นของเหลวความดันสูงส่งไปยังเอ็กแพนชั่นวาลว์ เอ็กแพนชั่นวาลว์จะรับสารทำความเย็นที่เป็นของเหลวความดันสูงเข้ามาทำการลดความดันลงและฉีดเป็นละอองส่งต่อไปยังอีวาพอเรเตอร์เมื่อละอองสารทำความเย็นถูกลดความดันลงและฉีดเข้าไปในอีวาพอเรเตอร์ สารทำความเย็นจะเกิดการเดือดและดึงความร้อนที่อยู่รอบข้างเข้ามาช่วยในการเดือด โดยความร้อนที่ถูกดึงเข้ามานั้นจะได้จากอากาศที่อยู่โดยรอบ เมื่อสารทำความเย็นเดือดหมดจะเปลี่ยนสถานะเป็นแก๊สร้อนความดันต่ำและส่งไปที่คอมเพรสเซอร์เพื่ออัดให้เป็นแก๊สร้อนความดันสูงอีกครั้งหนึ่ง

จากการทำงานข้างตนจะเห็นได้ว่า การเปลี่ยนแปลงของสารทำความเย็นที่สมบูรณ์จะทำให้ได้ประสิทธิภาพของการทำความเย็นที่สมบูรณ์ด้วย จึงได้มีการนำพัดลมเข้ามาช่วยในการเปลี่ยนสถานะ กล่าวคือ ที่ตำแหน่งคอนเดนเซอร์มีการติดตั้งพัดลมเพื่อเป่าลมช่วยระบายความร้อนออกจากสารทำความเย็นทำให้สารทำความเย็นที่เป็นแก๊สร้อนเมื่อผ่านคอนเดนเซอร์แล้วเปลี่ยนสถานะเป็นของเหลวทั้งหมด และที่ตำแหน่งอีวาพอเรเตอร์มีการติดตั้งพัดลมอีกหนึ่งตัว เพื่อเป่าลมผ่านอีวาพอเรเตอร์ โดยที่ความร้อนแฝงที่มากับลมจะถูกถ่ายเทผ่านอีวาพอเรเตอร์ไปยังละอองสารทำความเย็นภายใน ช่วยให้ละอองสารทำความเย็นที่ฉีดเข้ามาในอีวาพอเรเตอร์เดือดและเปลี่ยนสถานะเป็นแก๊สร้อนทั้งหมด ลมที่เป่าผ่านอีวาพอเรเตอร์ออกมาจึงกลายเป็นลมเย็น และถูกนำมาใช้งานการปรับอากาศ

2.2 ไมโครคอนโทรลเลอร์

เป็นอุปกรณ์ไอซี (IC: Integrated Circuit) ที่สามารถโปรแกรมการทำงานได้ซับซ้อน สามารถรับข้อมูลในรูปสัญญาณดิจิตอลเข้าไปทำการประมวลผลแล้วส่งผลลัพธ์ข้อมูลดิจิตอลออกมาเพื่อนำไปใช้งานตามที่ต้องการได้ ไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นไมโครโพรเซสเซอร์ชนิดหนึ่งเช่นเดียวกับหน่วยประมวลผลกลาง (CPU: Central Processing Unit) ที่ใช้ในคอมพิวเตอร์ แต่ได้รับการพัฒนารวมวงจรที่จำเป็น เช่น หน่วยความจำ, ส่วนอินพุต และเอาต์พุต บางส่วนเข้าไปในไอซีตัวเดียวกัน และเพิ่มวงจรบางอย่างเข้าไปเพื่อให้มีความสามารถเหมาะสมกับการใช้ในงานควบคุม เช่น วงจรตั้งเวลา, วงจรการสื่อสารอนุกรม และวงจรแปลงสัญญาณอะนาลอกเป็นดิจิตอล เป็นต้น

ไมโครคอนโทรลเลอร์มีหลายยี่ห้อ หลายตระกูล และหลายเบอร์ด้วยกัน ซึ่งแต่ละเบอร์ก็จะมีโครงสร้างภายในและความสามารถในการทำงานที่แตกต่างกัน ไมโครคอนโทรลเลอร์ที่นิยมใช้งานคือ MCS51, PIC และ AVR เป็นต้น

ไมโครคอนโทรลเลอร์ในตระกูล PIC สามารถแบ่งออกตามชนิดของ PROGRAM MEMORY ได้3 แบบ คือ

1. OTP (One Time Programmable)

2. EPROM (Erasable Programmable Read Only Memory)

3. EEPROM / Flash (Electronically Erasable Programmable Read Only Memory)

1. OTP เป็นชิพที่สามารถทำการโปรแกรมได้แค่ครั้งเดียวเท่านั้นดังแสดงไว้ในรูปที่ 2.2 หลังจากชิพได้ถูกโปรแกรมไปแล้วจะไม่สามารถโปรแกรมเข้าไปใหม่ได้อีก ดังนั้นชิพประเภทนี้จะนิยมใช้หลังจากได้พัฒนาโปรแกรมจนกระทั่งแก้ไขจุดบกพร่องต่างๆ ในโปรแกรมแล้ว จะมีตัวอักษร C แสดงบนตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ เช่น 16C84 และ 16C74 เป็นต้น

40-LEAD PDIP
"P" OR "PL"

รูปที่ 2.2 แสดงชิพที่สามารถทำการโปรแกรมได้ครั้งเดียว

2. EPROM เป็นชิพที่สามารถเขียนโปรแกรมเข้าไปแล้วโปรแกรมใหม่ด้วยการลบโปรแกรมเดิมโดยให้แสงอัลตร้าไวโอเลต ส่องผ่านเข้าไปยังชิพ ประมาณ 5-10 นาทีดังแสดงไว้ในรูปที่ 2.3 ดังนั้นที่ด้านบนของชิพจะมีกรอบกระจกเพื่อให้แสงอัลตร้าไวโอเลต สามารถส่องผ่านเข้าไปในตัวชิพได้ แต่ก็มีจำนวนครั้งในการลบโปรแกรม เมื่อลบโปรแกรมด้วยแสงอัลตร้าไวโอเลต มากๆ จะเกิดอาการด้านทำให้ไม่สามารถโปรแกรมได้อีก จะมีตัวอักษร JW แสดงบนตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ หรือมีกรอบกระจกอยู่บนตัวไมโครคอนโทรลเลอร์

40-LEAD CERDIP
"JW"

รูปที่ 2.3 แสดงชิพที่สามารถเขียนโปรแกรมเข้าไปแล้วสามารถลบได้โดยแสงอัลตร้าไวโอเลต

3. EEPROM / Flash เป็นชิพที่สามารถอ่านหรือเขียนด้วยสัญญาณทางไฟฟ้าดังแสดงไว้ในรูปที่ 2.4 ใช้เวลาในการ ลบข้อมูลไม่กี่วินาที และสามารถลบ และเขียนใหม่ได้หลายพันครั้ง มีตัวอักษร F แสดงบนตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ เช่น 16F84 และ 16F877 เป็นต้น

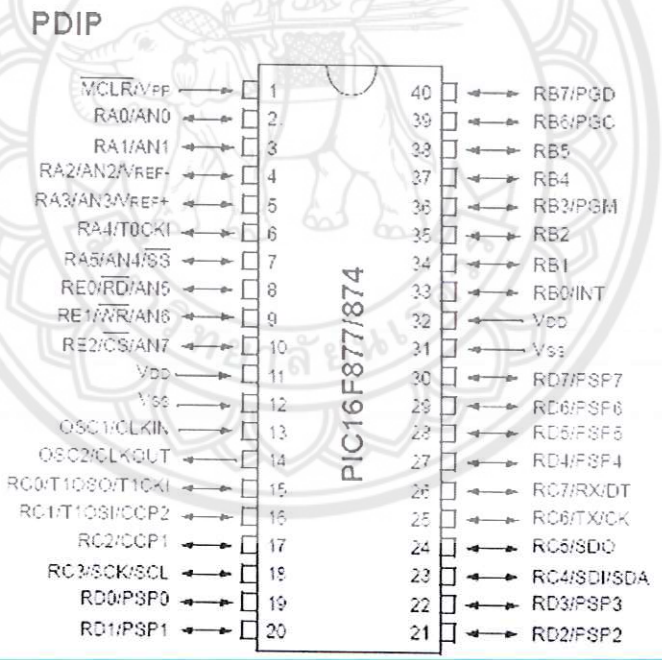
40-LEAD PDIP
'P' OR 'PL'

รูปที่ 2.4 แสดงชิพที่สามารถอ่านหรือเขียนด้วยสัญญาณทางไฟฟ้า

คุณสมบัติของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877

- ซีพียูเป็นแบบ RISC (Reduced Instruction-Set Computer) มีคำสั่งใช้งาน 35 คำสั่ง
- สามารถกระทำคำสั่งโดยใช้สัญญาณเพียงหนึ่งลูก ยกเว้นคำสั่งการกระโดด
- ความถี่สัญญาณนาฬิกา ตั้งแต่ไฟตรงถึง 20 MHz
- หน่วยความจำโปรแกรม 8 กิโลเวิร์ด
- หน่วยความจำข้อมูลแรมหรือรีจิสเตอร์ 368 ไบต์
- ขนาดหน่วยความจำข้อมูลอีอีพรอม 256 ไบต์
- มีสแต็ก 8 ระดับ
- มีวงจรเพาเวอร์ออนรีเซต (POR)
- มีเพาเวอร์อัปไทเมอร์ (PWRT) และออสซิลเลเตอร์สตาร์อัปไทเมอร์ (OST)
- มีวงจรวอตช์ด็อกไทเมอร์ (WDT) ที่มีวงจรออสซิลเลเตอร์ในตัว
- เลือกป้องกันข้อมูลทั้งในหน่วยความจำโปรแกรมและหน่วยความจำข้อมูลสามารถระดับการป้องกันได้
- มีโหมดประหยัดพลังงาน
- สามารถโปรแกรมโดยใช้แรงดัน +5V ได้
- แก้ไขข้อมูลในหน่วยความจำโปรแกรมด้วยกระบวนการ ICD (In-circuit Debugger) ผ่านทางพอร์ตเพียง 2 ขา
- ซีพียูสามารถอ่านและเขียนหน่วยความจำโปรแกรมได้
- ไฟเลี้ยง +2 ถึง +5.5V
- กระแสซิงก์และซอร์สของพอร์ต 25 mA
- การใช้พลังงานไฟฟ้าในกรณีไม่ขับโหลด
    - น้อยกว่า 2 mA ที่ไฟเลี้ยง +5V และสัญญาณนาฬิกา 4 MHz
    - 20 μA ที่ไฟเลี้ยง +3V และสัญญาณนาฬิกา 32 kHz
    - น้อยกว่า 1 μA ในโหมดประหยัดพลังงานหรือสแตนด์บาย
- มีวงจรแปลงสัญญาณอะนาลอกเป็นดิจิตอล 10 บิต
- มีวงจรเชื่อมต่ออุปกรณ์อนุกรมทั้ง SPI และบัส I^2C

- มีวงจรสื่อสารข้อมูลอนุกรม (USART) พร้อมการตรวจจับแอดเดรส 9 บิต
- มีวงจรตรวจจับระดับแรงดันไฟเลี้ยง (บราวเอาต์ดีเท็กชั่น : Brown-out detection) เพื่อการรีเซตซีพียู หรือเรียกว่า บราวเอาต์รีเซต (Brown-out reset : BOR)
- มีโมดูล CCP 2 ชุด โดย
    - ส่วนตรวจจับสัญญาณหรือแคปเจอร์ (Capture) มีขนาด 16 บิต ความละเอียดสูงสุด 12.5 นาโนวินาที
    - ส่วนเปรียบเทียบสัญญาณ (Compare) มีขนาด 16 บิต ความละเอียดสูงสุด 200 นาโนวินาที
    - วงจร PWM มีความละเอียดสูงสุด 10 บิต
- ไทเมอร์ 3 ตัว คือ ไทเมอร์ 0 ขนาด 8 บิต มีปรีสเกลเลอร์ขนาด 8 บิตในตัว, ไทเมอร์ 1 ขนาด 16 บิต พร้อมปรีสเกลเลอร์ และไทเมอร์ 2 ขนาด 8 บิต มีปรีสเกลเลอร์, โพสต์สเกลเลอร์ และรีจิสเตอร์คาบเวลา (period register) ขนาด 8 บิต



รูปที่ 2.5 แสดงชื่อและตำแหน่งขาของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877

ตารางที่ 2.1 แสดงชื่อขา ตำแหน่งขา ชนิดขา และรายละเอียดการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877

ชื่อขา	ตำแหน่งขา	ชนิดของขา	รายละเอียดการทำงาน
OSC1/CLKIN	13	อินพุต	- ขาต่อคริสตอล / รับสัญญาณนาฬิกาจากภายนอก
OSC2/CLKOUT	14	เอาต์พุต	- ขาต่อคริสตอล / ในโหมด RC เป็นขาเอาต์พุตสัญญาณนาฬิกาความถี่ 1/4 ของสัญญาณที่ขา OSC1
$\overline{\text{MCLR}}$/Vpp	1	อินพุต	- ขารับสัญญาณรีเซตหลักทำงานที่ลอจิก "0" - ขารับแรงดันโปรแกรม
RA0/AN0	2	อินพุต/เอาต์พุต	- ขาพอร์ต RA0 - อินพุตวงจรแปลงสัญญาณอะนาลอกเป็นดิจิตอลช่อง 0
RA1/AN1	3	อินพุต/เอาต์พุต	- ขาพอร์ต RA1 - อินพุตวงจรแปลงสัญญาณอะนาลอกเป็นดิจิตอลช่อง 1
RA2/AN2/V_{REF} -	4	อินพุต/เอาต์พุต	- ขาพอร์ต RA2 - อินพุตวงจรแปลงสัญญาณอะนาลอกเป็นดิจิตอลช่อง 2 - อินพุตแรงดันอ้างอิงลบของวงจรแปลงสัญญาณอะนาลอกเป็นดิจิตอล
RA3/AN3/V_{REF} +	5	อินพุต/เอาต์พุต	- ขาพอร์ต RA3 - อินพุตวงจรแปลงสัญญาณอะนาลอกเป็นดิจิตอลช่อง 3 - อินพุตแรงดันอ้างอิงบวกของวงจรแปลงสัญญาณอะนาลอกเป็นดิจิตอล
RA4/T0CKI	6	อินพุต/เอาต์พุต	- ขาพอร์ต RA4 - อินพุตสัญญาณนาฬิกาของไทเมอร์ 0
RA5/AN4/$\overline{\text{SS}}$	7	อินพุต/เอาต์พุต	- ขาพอร์ต RA5 - อินพุตวงจรแปลงสัญญาณอะนาลอกเป็นดิจิตอลช่อง 4 - ขาสัญญาณ Slave Select ใช้ในการสื่อสารข้อมูล

ตารางที่ 2.1 (ต่อ) แสดงชื่อขา ตำแหน่งขา ชนิดขา และรายละเอียดการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877

ชื่อขา	ตำแหน่งขา	ชนิดของขา	รายละเอียดการทำงาน
			อนุกรมแบบซิงโครนัส
RB0/INT	33	อินพุต/เอาต์พุต	- ขาพอร์ต RB0 - อินพุตรับสัญญาณอินเตอร์รัปต์จากภายนอก
RB1	34	อินพุต/เอาต์พุต	- ขาพอร์ต RB1
RB2	35	อินพุต/เอาต์พุต	- ขาพอร์ต RB2
RB3/PGM	36	อินพุต/เอาต์พุต	- ขาพอร์ต RB3 - อินพุตรับแรงดันโปรแกรมต่ำถ้าเอ็นเอเบิลไว้
RB4	37	อินพุต/เอาต์พุต	- ขาพอร์ต RB4
RB5	38	อินพุต/เอาต์พุต	- ขาพอร์ต RB5
RB6/PGC	39	อินพุต/เอาต์พุต	- ขาพอร์ต RB6 - ขาสัญญาณนาฬิกาของการดีบักในวงจร
RB7/PGD	40	อินพุต/เอาต์พุต	- ขาพอร์ต RB7 - ขาสัญญาณนาฬิกาของการดีบักในวงจร
RC0/T1OSO/T1CKI	15	อินพุต/เอาต์พุต	- ขาพอร์ต RB7 - เอาต์พุตวงจรออสซิลเลเตอร์ของไทเมอร์1 - อินพุตสัญญาณนาฬิกาของไทเมอร์ 1
RC1/T1OSI/CCP2	16	อินพุต/เอาต์พุต	-ขาพอร์ต RC1 -อินพุตวงจรออสซิลเลเตอร์ของไทเมอร์1 -อินพุตวงจรแคปเจอร์/เอาต์พุตวงจรเปรียบเทียบ/เอาต์พุต PWM สำหรับโมดูล CCP2
RC2/CPP1	17	อินพุต/เอาต์พุต	-ขาพอร์ต RC2 -อินพุตวงจรแคปเจอร์/เอาต์พุตวงจรเปรียบเทียบ/เอาต์พุต PWM สำหรับโมดูล CCP1

ตารางที่ 2.1 (ต่อ) แสดงชื่อขา ตำแหน่งขา ชนิดขา และรายละเอียดการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877

ชื่อขา	ตำแหน่งขา	ชนิดของขา	รายละเอียดการทำงาน
RC3/SCK/SCL	18	อินพุต/เอาต์พุต	-ขาพอร์ต RC3 -ขาสัญญาณนาฬิกาของวงจร SPI และระบบบัส I^2C
RC4/SDI/SDA	23	อินพุต/เอาต์พุต	-ขาพอร์ต RC4 -ขาข้อมูลอินพุตวงจร SPI -ขาข้อมูลอนุกรมของระบบบัส I^2C
RC5/SDO	24	อินพุต/เอาต์พุต	-ขาพอร์ต RC5 -ขาข้อมูลเอาต์พุตวงจร SPI
RC6/TX/CK	25	อินพุต/เอาต์พุต	-ขาพอร์ต RC6 -ขาเอาต์พุตวงจร USART สำหรับเชื่อมต่อพอร์ตอนุกรม
RC7/RX/DT	26	อินพุต/เอาต์พุต	-ขาพอร์ต RC7 -ขาอินพุตวงจร USART สำหรับเชื่อมต่อพอร์ตอนุกรม
RD0/PSP0	19	อินพุต/เอาต์พุต	-ขาพอร์ต RD0 -ขาขยายพอร์ตแบบขนานบิต0
RD1/PSP1	20	อินพุต/เอาต์พุต	-ขาพอร์ต RD1 -ขาขยายพอร์ตแบบขนานบิต 1
RD2/PSP2	21	อินพุต/เอาต์พุต	-ขาพอร์ต RD2 -ขาขยายพอร์ตแบบขนานบิต 2
RD3/PSP3	22	อินพุต/เอาต์พุต	-ขาพอร์ต RD3 -ขาขยายพอร์ตแบบขนานบิต 3
RD4/PSP4	27	อินพุต/เอาต์พุต	-ขาพอร์ต RD4 -ขาขยายพอร์ตแบบขนานบิต 4
RD5/PSP5	28	อินพุต/เอาต์พุต	-ขาพอร์ต RD5 -ขาขยายพอร์ตแบบขนานบิต 5
RD6/PSP6	29	อินพุต/เอาต์พุต	-ขาพอร์ต RD6 -ขาขยายพอร์ตแบบขนานบิต 6

ตารางที่ 2.1 (ต่อ) แสดงชื่อขา ตำแหน่งขา ชนิดขา และรายละเอียดการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877

ชื่อขา	ตำแหน่งขา	ชนิดของขา	รายละเอียดการทำงาน
RD7/PSP7	30	อินพุต/เอาต์พุต	-ขาพอร์ต RD7 -ขาขยายพอร์ตแบบขนานบิต 7
RE0/$\overline{RD}$/AN5	8	อินพุต/เอาต์พุต	-ขาพอร์ต RE0 -อินพุตวงจรแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นดิจิตอลช่อง 5 -ขาสัญญาณ RD ส่วนขยายพอร์ตแบบขนาน
RE1/$\overline{WR}$/AN6	9	อินพุต/เอาต์พุต	-ขาพอร์ต RE1 -อินพุตวงจรแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นดิจิตอลช่อง 6 -ขาสัญญาณ WR ส่วนขยายพอร์ตแบบขนาน
RE2/$\overline{CS}$/AN7	10	อินพุต/เอาต์พุต	-ขาพอร์ต RE2 -อินพุตวงจรแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นดิจิตอลช่อง 7 -ขาสัญญาณ CSn ส่วนขยายพอร์ตแบบขนาน
V_{DD}	11,32	อินพุต	-ขาต่อไฟเลี้ยง ใช้ได้ตั้งแต่ +2 ถึง +5.5V
V_{SS}	12,31	อินพุต	-ขาต่อกราวด์

2.3 การเขียนโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์

รูปแบบการเขียนโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์สามารถแบ่งได้ 3 แบบคือ

1. เขียนด้วยภาษาแอสเซมบลี (Assembly) แบบไฟล์เดียว หลังจากนั้นจะทำการคอมไพล์ด้วย Assembler ของ ไมโครคอนโทรลเลอร์ตัวนั้นโดยไฟล์ที่ได้มา มีได้หลายชนิดแต่ส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปของ Hex file

2. ใช้ภาษา Assembly แต่แบ่งเป็นหลายๆ ไฟล์ หลังจากนั้นจะทำการคอมไพล์แต่ละไฟล์ให้ออกมาเป็น Object files และทำการรวมกันด้วย Linker ในขณะทำการ link ก็จะมี script file ของไมโครคอนโทรลเลอร์ตัวนั้นประกอบ หลังจากทำการ Link แล้วไฟล์ที่ได้จะอยู่ในรูป Hex file

3. การเขียนด้วยภาษาสูง โดยทั่วไปภาษาที่ใช้เขียนจะเป็นภาษาซี (C) หรือภาษาเบสิก (Basic) เป็นต้น ซึ่งอาจจะเขียนร่วมกับภาษา Assembly โดยไฟล์ที่เขียนจะถูกทำให้กลายเป็น Object files โดย Assembler สำหรับภาษา Assembly และคอมไพล์ โดยตัวคอมไพล์สำหรับภาษาสูง จากนั้นก็

ทำการ Link เข้าด้วยกันด้วย Linker ซึ่งขณะทำการ Link ก็จะมีการรวมเอา Library ที่ถูกเรียกใช้ในโปรแกรมเข้าไปรวมด้วยกัน สุดท้ายจะอยู่ในรูป Hex file หลังจากได้ Hex file แล้วจะทำการอัดโปรแกรมเข้าสู่ชิพด้วยตัวโปรแกรมเมอร์ส่วนใหญ่จะมีรูปแบบคือ มี Software บนคอมพิวเตอร์สำหรับใช้ในการควบคุมการอ่าน เขียน หรือ ลบ โดยส่วนใหญ่จะเชื่อมต่อไปยัง Programmer ด้วยพอร์ตอนุกรม หรือพอร์ตขนาน เมื่ออัดโปรแกรมเข้าชิพแล้วไมโครคอนโทรลเลอร์ก็สามารถนำไปใช้งานตามที่ได้ออกแบบไว้

PicBasic Pro

ตัวแปลภาษา PicBasic Pro เป็นตัวคอมไพล์ภาษาเบสิกที่ใช้ในการพัฒนาโปรแกรมให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล PIC ของทางบริษัท ไมโครชิฟ โดยภาษา PicBasic Pro มีรูปแบบของภาษาที่ง่ายต่อการเรียนรู้ มีชุดคำสั่งต่างๆ สำเร็จรูป ทำให้สะดวกต่อการใช้งาน ซึ่งผู้ใช้งานไม่จำเป็นต้องมีความรู้ในส่วนของโครงสร้างฮาร์ดแวร์ภายในต่างๆ ของไมโครคอนโทรลเลอร์มากนักก็สามารถเขียนได้ อีกทั้งตัวคำสั่งต่างๆ ของภาษาเบสิกยังมีชื่อเรียกที่สื่อให้เข้าใจได้ง่ายกว่าชื่อคำสั่งของภาษาแอสเซมบลี

ตัวอย่างชุดคำสั่ง PicBasic Pro

DISABLE INTERRUPT	เป็นคำสั่งให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC ยกเลิกการตอบสนองการอินเตอร์รัปต์
ENABLE INTERRUPT	เป็นคำสั่งให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC ตอบสนองการอินเตอร์รัปต์
GOTO	เป็นคำสั่งให้โปรแกรมกระโดดไปทำคำสั่งตาม ลาเบลที่กำหนด
HIGH	เป็นคำสั่งกำหนดให้ขาพอร์ตของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC มีลอจิก "1" โดยจะกำหนดให้ขาพอร์ตนั้นๆ ทำหน้าที่เป็นเอาต์พุตโดยอัตโนมัติ
LOW	เป็นคำสั่งกำหนดให้ขาพอร์ตของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC มีลอจิก "0" โดยจะกำหนดให้ขาพอร์ตนั้นๆ ทำหน้าที่เป็นเอาต์พุตโดยอัตโนมัติ
IF…THEN	เป็นคำสั่งตรวจสอบเงื่อนไข
INPUT	เป็นคำสั่งกำหนดให้ขาพอร์ตเป็นอินพุต
LOOKUP	เป็นคำสั่งที่ใช้ในการเปิดตารางข้อมูล
OUTPUT	เป็นคำสั่งกำหนดให้ขาพอร์ตเป็นเอาต์พุต
ON INTERRUPT	เป็นคำสั่งเปิดการอินเตอร์รัปต์

OWIN	เป็นคำสั่งรับข้อมูลจากระบบบัส 1 สายของ Dallas Semiconductor
OWOUT	เป็นคำสั่งส่งข้อมูลไปยังอุปกรณ์ระบบบัส 1 สายของ Dallas Semiconductor
PAUSE	เป็นคำสั่งหน่วงเวลาในหน่วยมิลลิวินาที

บทที่ 3
วิธีการดำเนินงาน

การสร้างเครื่องควบคุมอากาศสำหรับควบคุมการทำงานของเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศชนิดแยกส่วน จำนวน 2 เครื่อง มีวิธีการดำเนินงาน 5 ส่วนหลักๆ ดังนี้คือ การศึกษาการทำงาน การออกแบบชิ้นงาน การสร้างชิ้นงาน การทดสอบชิ้นงาน และรวบรวมข้อมูลทั้งหมดเข้ารูปเล่มพร้อมรายงาน

3.1 การศึกษาการทำงาน

การศึกษาการทำงานแบ่งออกเป็น 3 ส่วนที่สำคัญ คือ การศึกษาหลักการทำงานของเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศชนิดแยกส่วน การศึกษาหลักการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ และการศึกษาหลักการเขียนโปรแกรมด้วยภาษา PIC BASIC PRO

3.2 การออกแบบชิ้นงาน

ในการออกแบบเครื่องควบคุมอากาศ จะแบ่งชิ้นงานที่เกี่ยวข้องที่สำคัญออกเป็น 3 ส่วนหลักๆ คือ การออกแบบวงจรควบคุมสำหรับเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศ การออกแบบวงจรและโปรแกรมในการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877

3.2.1 การออกแบบวงจรควบคุมเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศ

ในการออกแบบวงจรควบคุมการทำงานเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศจะใช้วงจรไฟฟ้า 2 ส่วน กล่าวคือ วงจรไฟฟ้าในการควบคุมการทำงานด้วยมือ และวงจรไฟฟ้าในการควบคุมการทำงานแบบอัตโนมัติ

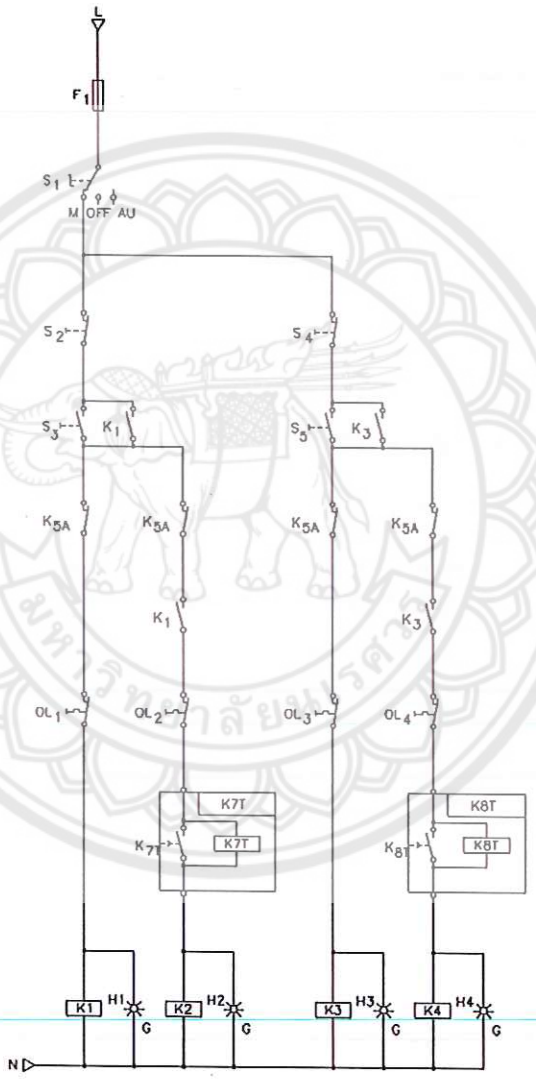
สำหรับวงจรไฟฟ้าในการควบคุมการทำงานด้วยมือดังแสดงแผนภาพไว้ในรูปที่ 3.1 จะประกอบไปด้วยขดลวดแม่เหล็ก จำนวน 4 ชุด สวิตช์เลือก จำนวน 1 ตัว ปุ่มกด จำนวน 4 ตัว และหลอดไฟฟ้าชี้นำ (Pilot lamp) จำนวน 4 ดวง

ขดลวดแม่เหล็ก K1 และ K2 จะใช้สั่งตัวสัมผัสแบบแม่เหล็กให้ทำงานเพื่อเปิด-ปิดพัดลม (FCU1) และคอมเพรสเซอร์ (CDU1) ของเครื่องที่ 1 ตามลำดับ ในขณะที่ขดลวดแม่เหล็ก K3 และ K4 จะใช้สั่งตัวสัมผัสแบบแม่เหล็กให้ทำงานเพื่อเปิด-ปิดพัดลม (FCU2) และคอมเพรสเซอร์ (CDU2) ของเครื่องที่ 2 ตามลำดับ

สวิตช์เลือก S1 จะใช้เป็นสวิตช์ในการเลือกระบบการทำงานเครื่องควบคุมแบบด้วยมือ หรือแบบอัตโนมัติ

ปุ่มกด S2 และ S4 จะเป็นสวิตช์ที่ใช้ปิดเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศชุดที่ 1 และ 2 ตามลำดับ ส่วนปุ่มกด S3 และ S5 จะเป็นสวิตช์ที่ใช้เปิดเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศชุดที่ 1 และ 2 ตามลำดับ

หลอดไฟฟ้าชี้นำ H1 และ H2 จะแสดงสถานะภาพการทำงานของ FCU1 และ CDU1 ตามลำดับ สำหรับหลอดไฟฟ้าชี้นำ H3 และ H4 จะแสดงสถานะภาพการทำงานของ FCU2 และ CDU2 ตามลำดับ

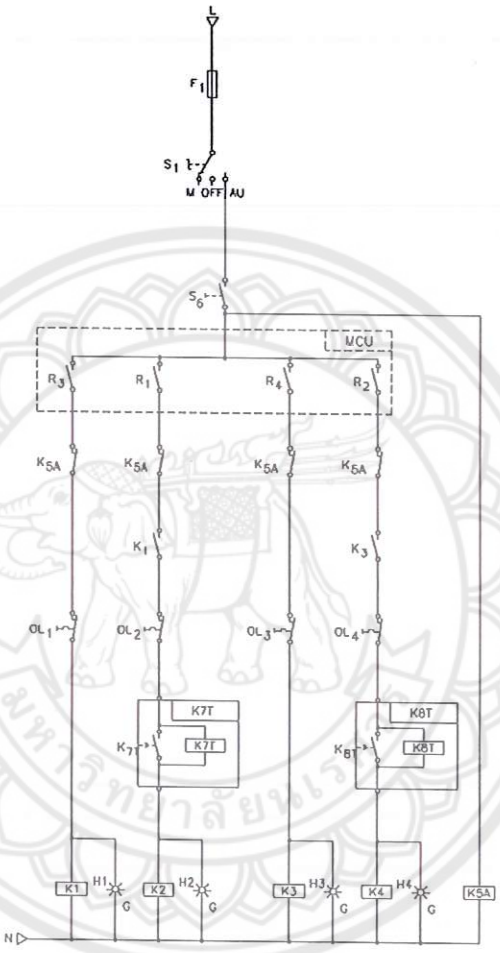


รูปที่ 3.1 แผนภาพวงจรควบคุมการทำงานด้วยมือ

วงจรไฟฟ้าในการควบคุมการทำงานแบบอัตโนมัติดังแสดงไว้ในรูปที่ 3.2 จะประกอบไปด้วย ขดลวดแม่เหล็ก จำนวน 4 ชุด สวิตช์เลือก จำนวน 1 ตัว หลอดไฟฟ้าชี้นำ จำนวน 4 ดวง และรีเลย์ช่วย จำนวน 4 ตัว

ขดลวดแม่เหล็กจำนวน 4 ชุด สวิตช์เลือกจำนวน 1 ตัว และหลอดไฟฟ้าชี้นำ จำนวน 4 ดวง ทำหน้าที่เหมือนกับอุปกรณ์ภายในวงจรไฟฟ้าสำหรับการควบคุมการทำงานด้วยมือ

R1, R2, R3 และ R4 เป็นรีเลย์ช่วยที่ได้รับคำสั่งมาจากไมโครคอนโทรลเลอร์สำหรับการเปิด-ปิด FCU1, CDU1, FCU2 และ CDU2 ตามลำดับ



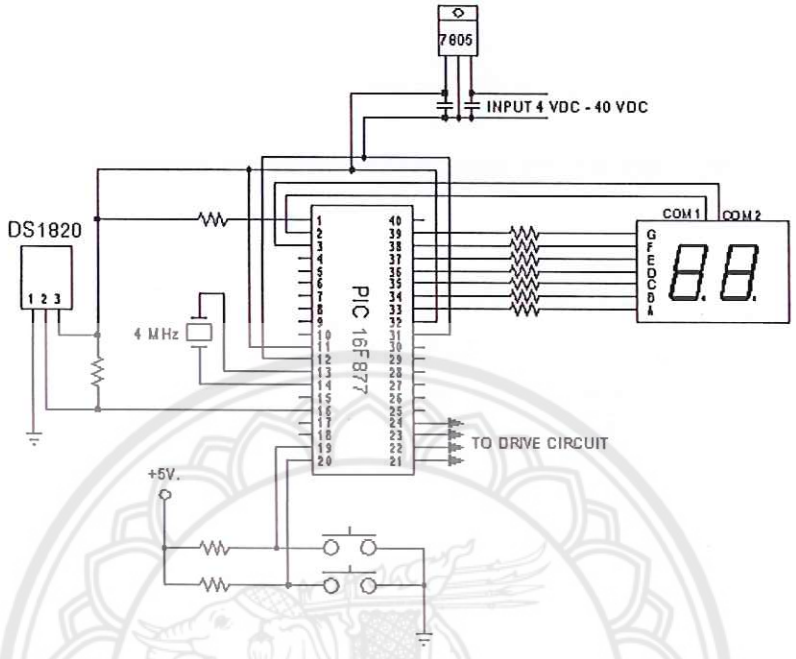
รูปที่ 3.2 แผนภาพวงจรควบคุมการทำงานแบบอัตโนมัติ

3.2.2 การออกแบบวงจรการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877

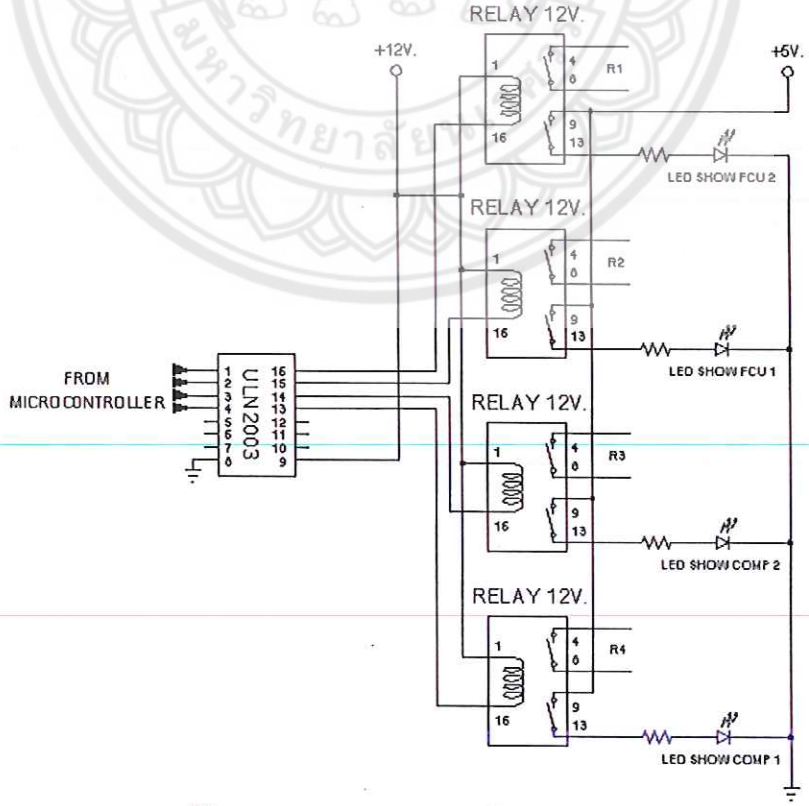
ในการออกแบบวงจรการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์สำหรับควบคุมเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศ ประกอบด้วย

วงจรการทำงานพื้นฐานดังแสดงไว้ในรูปที่ 3.3 ทำหน้าที่รับค่าอุณหภูมิผ่านทางไอซี DS1820 และรับค่าอุณหภูมิที่ต้องการเพื่อส่งข้อมูลทั้งสองไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877 เพื่อแสดงผลอุณหภูมิผ่านทางตัวเลข 7 ส่วน ชนิดสองหลักและส่งสัญญาณควบคุมไปยังวงจรขยายสัญญาณ

ในส่วนวงจรขยายสัญญาณ ดังแสดงไว้ในรูปที่ 3.4 ทำหน้าที่ขยายสัญญาณควบคุมระดับแรงดันกระแสตรง 5 โวลต์ เป็นระดับแรงดัน 12 โวลต์ เพื่อนำไปขับรีเลย์ R1, R2, R3 และ R4 ให้ทำงานตามระบบควบคุมที่ได้ออกแบบไว้

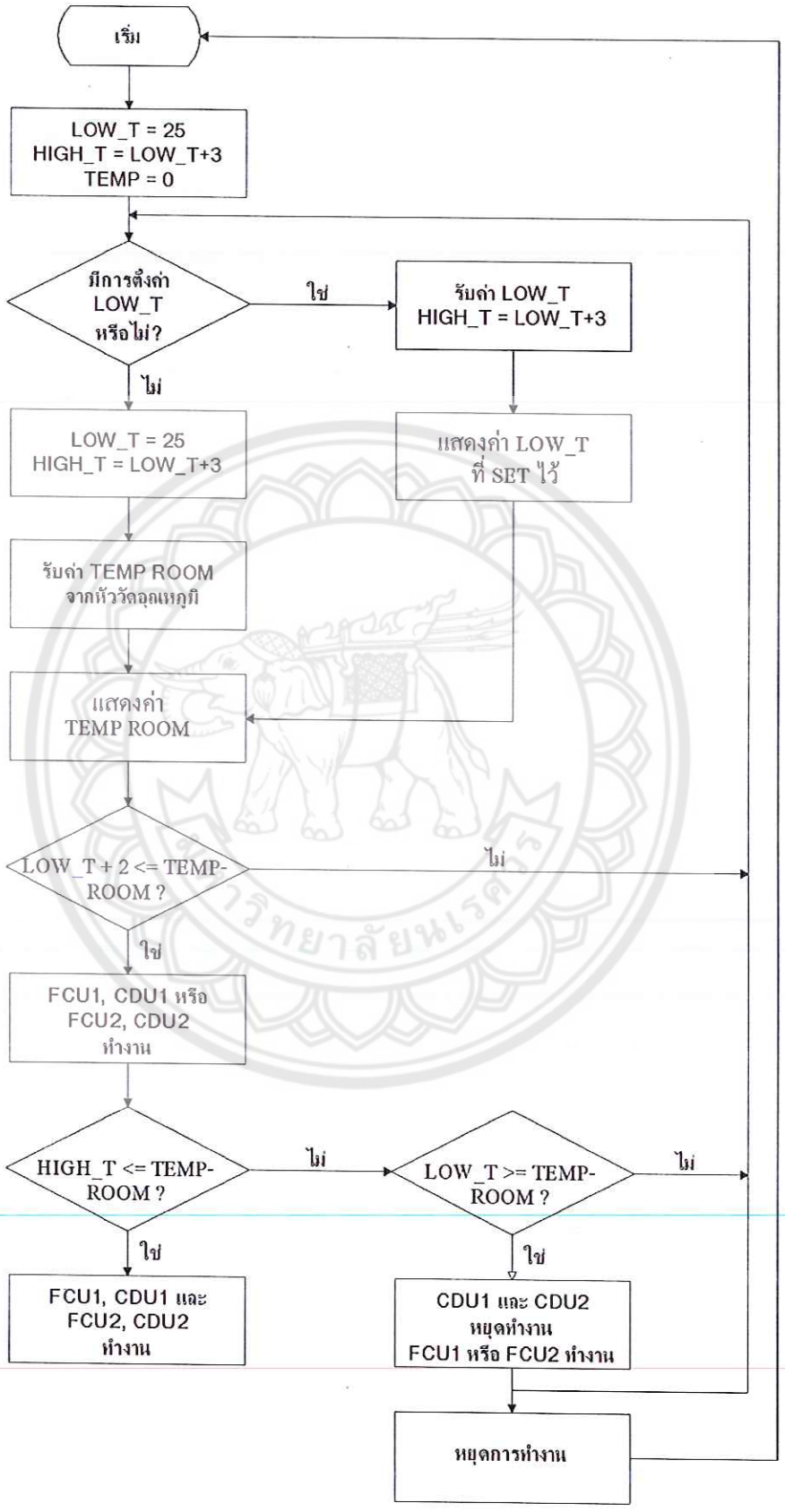


รูปที่ 3.3 แผนภาพวงจรการทำงานไมโครคอนโทรลเลอร์



รูปที่ 3.4 แผนภาพวงจรขยายสัญญาณควบคุม

3.2.3 การออกแบบโปรแกรมการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877



รูปที่ 3.5 แผนภาพการทำงานของโปรแกรม

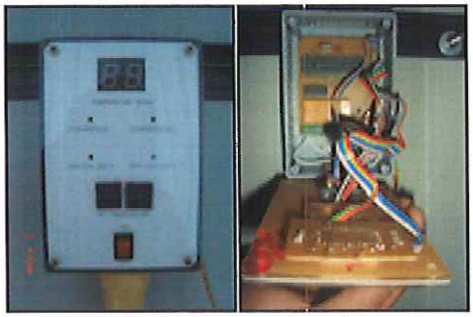
ในการออกแบบโปรแกรมการควบคุมการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์จะใช้โปรแกรม PIC BASIC PRO โดยมีขั้นตอนในการเขียนโปรแกรม ดังแสดงไว้ในรูปที่ 3.5 ซึ่งสามารถอธิบายได้ดังนี้ คือ เริ่มต้นด้วยการเขียนโปรแกรมตั้งค่าอุณหภูมิต่ำ (หรือค่าอุณหภูมิที่ต้องการ) ไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส ส่วนอุณหภูมิสูงมาจากค่าอุณหภูมิต่ำบวกสาม ต่อมาเป็นการเปรียบเทียบว่ามีการตั้งค่าอุณหภูมิต่ำหรือไม่ ถ้ามีการตั้งค่าอุณหภูมิให้เข้าไปในโหมดการตั้งค่าอุณหภูมิก่อนแล้วแสดงค่าอุณหภูมิต่ำ แต่ถ้าไม่มีการตั้งค่าอุณหภูมิให้แสดงค่าอุณหภูมิต่ำที่ตั้งไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส (อุณหภูมิสูงเท่ากับ 28 องศาเซลเซียส) จากนั้นเป็นการรับค่าอุณหภูมิห้องจากหัววัดอุณหภูมิแล้วแสดงผล เมื่อได้ค่าอุณหภูมิห้องมาหนึ่งค่าแล้วให้ทำการเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิ ถ้าค่าอุณหภูมิต่ำบวกสองมีค่ามากกว่าค่าอุณหภูมิห้องให้กลับไปรับค่าอุณหภูมิต่ำ แต่ถ้าอุณหภูมิต่ำบวกสองมีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับค่าอุณหภูมิห้องให้ FCU1, CDU1 หรือ FCU2, CDU2 ทำงาน และมีการเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิสูง คือ ถ้าค่าอุณหภูมิสูงมีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับอุณหภูมิห้องให้ FCU1, CDU1 และ FCU2, CDU2 ทำงาน แต่ถ้าค่าอุณหภูมิสูงมีค่ามากกว่าอุณหภูมิห้องจะเป็นการเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิต่ำกับอุณหภูมิห้องอีกครั้ง กล่าวคือ ถ้าค่าอุณหภูมิต่ำมีค่าน้อยกว่าค่าอุณหภูมิห้องให้กลับไปรับค่าอุณหภูมิต่ำ แต่ถ้าอุณหภูมิต่ำมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับค่าอุณหภูมิห้องให้ CDU1 และ CDU2 ทำงาน FCU1 หรือ FCU2 หยุดทำงาน

3.3 การสร้างชิ้นงาน

ในการสร้างชิ้นงาน จะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ตู้ควบคุมดังแสดงไว้ในรูปที่ 3.6 จะประกอบด้วยวงจรควบคุมสำหรับเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศ และกล่องควบคุมดังแสดงไว้ในรูปที่ 3.7 จะประกอบด้วยวงจรการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์

(ก) (ข)

รูปที่ 3.6 ตู้ควบคุม: (ก) ภาพหน้าตู้; (ข) ภาพภายในตู้



(ก) (ข)

รูปที่ 3.7 กล่องควบคุม: (ก) ภาพหน้ากล่อง; (ข) ภาพภายในกล่อง

3.4 การทดสอบชิ้นงาน

การทดสอบชิ้นงานเป็นการทดสอบการทำงานของเครื่องควบคุมอากาศที่สร้างขึ้นสำหรับควบคุมเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศ ซึ่งแบ่งการทดสอบออกเป็น 3 กรณี คือ การทดสอบกับชุดหลอดไฟฟ้าการทดสอบกับชุดพัดลมไฟฟ้า และการทดสอบกับเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศชนิดแยกส่วน จำนวน 2 เครื่อง

3.5 รวบรวมข้อมูลทั้งหมดเข้ารูปเล่มพร้อมรายงาน

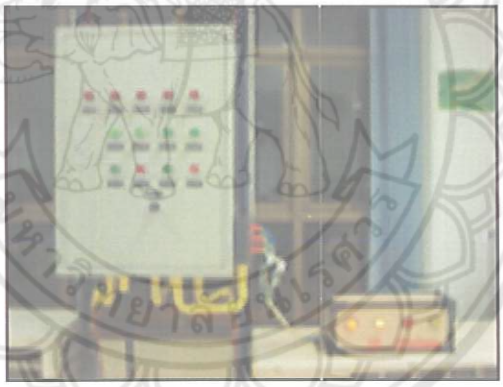
ในหัวข้อนี้เป็นการนำข้อมูลทั้งหมด ซึ่งประกอบไปด้วย ทฤษฎีและหลักการทำงานที่เกี่ยวข้องกับการทำโครงงาน การออกแบบและการสร้างชิ้นงาน และผลการทดสอบการทำงานของชิ้นงาน

บทที่ 4
วิธีการทดสอบและผลการทดสอบ

ในบทนี้ จะกล่าวถึงวิธีการทดสอบและผลการทดสอบของเครื่องควบคุมอากาศที่สร้างขึ้นสำหรับควบคุมเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศชนิดแยกส่วนจำนวน 2 เครื่อง ซึ่งแบ่งการทดสอบออกเป็น 3 กรณี คือ การทดสอบกับชุดหลอดไฟฟ้า การทดสอบกับชุดพัดลมไฟฟ้า การทดสอบกับเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศชนิดแยกส่วนจำนวน 2 เครื่อง

4.1 การทดสอบกับชุดหลอดไฟฟ้า

เพื่อตรวจสอบความถูกต้องการทำงานของเครื่องควบคุมอากาศกับภาระไฟฟ้าน้อยดังแสดงไว้ในรูปที่ 4.1 ผู้วิจัยจึงได้สร้างแบบจำลองชุดหลอดไฟฟ้าอันประกอบด้วยหลอดไฟฟ้า 1, 2, 3 และ 4 มาแทนการทำงาน FCU1, CDU1, FCU2 และ CDU2 ตามลำดับ



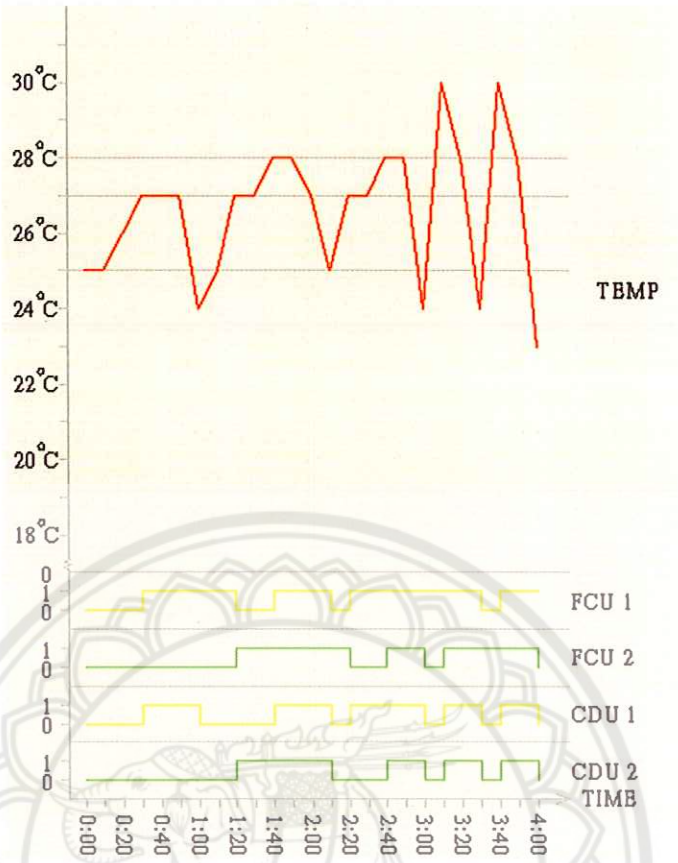
รูปที่ 4.1 แสดงการทดสอบกับชุดหลอดไฟฟ้า

การทดสอบกับชุดหลอดไฟฟ้า เริ่มต้นรันโปรแกรมเครื่องควบคุมโดยมีการตั้งค่าอุณหภูมิห้องที่ต้องการไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส จากนั้น เก็บข้อมูลสถานะภาพการเปิด-ปิดชุดหลอดไฟฟ้าทั้ง 4 หลอด ทุกๆ 10 นาที เป็นเวลา 4 ชั่วโมง ดังแสดงไว้ในตารางที่ 4.1 และนำผลที่ได้มาเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์สถานะภาพการทำงานของชุดหลอดไฟฟ้าทั้ง 4 หลอด ดังแสดงไว้ในรูปที่ 4.2 (“1” หมายถึง สถานะภาพหลอดไฟฟ้าติด และ “0” หมายถึง สถานะภาพหลอดไฟฟ้าดับ)

ตารางที่ 4.1 แสดงผลการทดสอบกับชุดหลอดไฟฟ้า

ครั้งที่	เวลา	อุณหภูมิ	FCU1	CDU1	FCU2	CDU2
1	0:00	25	0	0	0	0
2	0:10	25	0	0	0	0
3	0:20	26	0	0	0	0
4	0:30	27	1	1	0	0
5	0:40	27	1	1	0	0
6	0:50	27	1	1	0	0
7	1:00	24	1	0	0	0
8	1:10	25	1	0	0	0
9	1:20	27	0	0	1	1
10	1:30	27	0	0	1	1
11	1:40	28	1	1	1	1
12	1:50	28	1	1	1	1
13	2:00	27	1	1	1	1
14	2:10	25	0	0	1	0
15	2:20	27	1	1	0	0
16	2:30	27	1	1	0	0
17	2:40	28	1	1	1	1
18	2:50	28	1	1	1	1
19	3:00	24	1	0	0	0
20	3:10	30	1	1	1	1
21	3:20	28	1	1	1	1
22	3:30	24	0	0	0	0
23	3:40	30	1	1	1	1
24	3:50	28	1	1	1	1
25	4:00	23	1	0	1	0

ปร.
ส๘๓๗
2548
ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร 15004871



รูปที่ 4.2 กราฟแสดงผลการทดสอบกับชุดหลอดไฟฟ้า

จากผลการทดสอบการทำงานเครื่องควบคุมอากาศกับชุดหลอดไฟฟ้าในตารางที่ 4.1 และในรูปที่ 4.2 พบว่า เมื่ออุณหภูมิห้อง 25 องศาเซลเซียส หลอดไฟฟ้าทั้ง 4 หลอด จะดับหมด และเมื่ออุณหภูมิห้องสูงขึ้นเป็น 26 องศาเซลเซียส หลอดไฟฟ้าทั้ง 4 หลอด จะยังดับหมดเหมือนเดิม ต่อมาอุณหภูมิห้องสูงขึ้นจนถึง 27 องศาเซลเซียส หลอดไฟฟ้า 1 และ 2 จะติด หลังจากนั้นอุณหภูมิห้องลดลงถึง 24 องศาเซลเซียส หลอดไฟฟ้า 2 ดับแต่หลอดไฟฟ้า 1 ยังติดคงอยู่ และเมื่ออุณหภูมิห้องเพิ่มขึ้นเป็น 25 องศาเซลเซียส หลอดไฟฟ้า 1 ยังคงติดเพียงหลอดเดียว หลังจากนั้นเมื่ออุณหภูมิห้องสูงขึ้นถึง 27 องศาเซลเซียส หลอดไฟฟ้า 3 และ 4 จะติด ส่วนหลอดไฟฟ้า 1 จะดับ และเมื่ออุณหภูมิห้องสูงขึ้นถึง 28 องศาเซลเซียส หลอดไฟฟ้า 1 และ 2 จะติด ต่อมาอุณหภูมิห้องลดลงเป็น 27 องศาเซลเซียส หลอดไฟฟ้าทั้ง 4 หลอด จะยังคงติดอยู่ ต่อจากนั้นอุณหภูมิห้องลดลงถึง 25 องศาเซลเซียส หลอดไฟฟ้า 1, 2 และ 4 จะดับ แต่หลอดไฟฟ้า 3 ยังคงติดอยู่ เมื่ออุณหภูมิห้องสูงขึ้นถึง 27 องศาเซลเซียส หลอดไฟฟ้า 1 และ 2 จะติด ส่วนหลอดไฟฟ้า 3 จะดับ ต่อจากนั้นอุณหภูมิห้องสูงขึ้นถึง 28 องศาเซลเซียส หลอดไฟฟ้า 3 และ 4 จะติด และเมื่ออุณหภูมิห้องลดลงถึง 24 องศาเซลเซียส หลอดไฟฟ้า 2, 3 และ 4 ดับ แต่หลอดไฟฟ้า 1 ยังคงติดอยู่ และเมื่ออุณหภูมิห้องสูงขึ้นถึง 30 องศาเซลเซียส หลอดไฟฟ้าทั้ง 4 หลอดจะติด ต่อจากนั้นอุณหภูมิห้องลดลงเป็น 28 องศาเซลเซียส หลอด

ไฟฟ้าทั้ง 4 หลอดจะยังคงติดอยู่ และเมื่ออุณหภูมิห้องลดลงถึง 24 องศาเซลเซียส หลอดไฟฟ้า 1, 2 และ 4 ดับ แต่หลอดไฟฟ้า 3 ยังคงติดอยู่ ต่อมาเมื่ออุณหภูมิห้องสูงขึ้นถึง 30 องศาเซลเซียส หลอดไฟฟ้าทั้ง 4 หลอดจะติด และเมื่ออุณหภูมิห้องลดลงเป็น 28 องศาเซลเซียส หลอดไฟฟ้าทั้ง 4 หลอดจะยังคงติดอยู่ หลังจากนั้นอุณหภูมิห้องลดลงถึง 23 องศาเซลเซียส หลอดไฟฟ้า 2, 3 และ 4 ดับแต่หลอดไฟฟ้า 1 ยังคงติดอยู่

4.2 การทดสอบกับชุดพัดลมไฟฟ้า

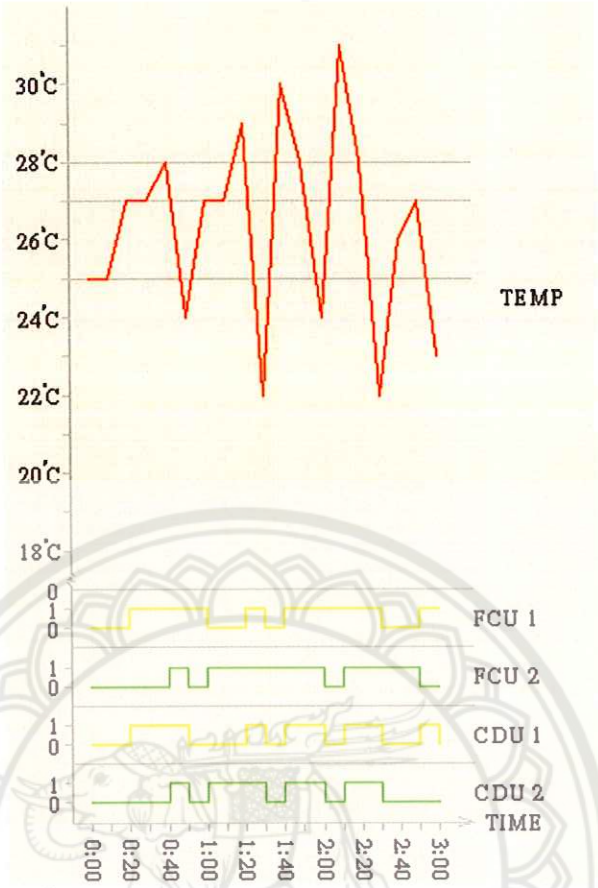
เพื่อตรวจสอบความถูกต้องการทำงานของเครื่องควบคุมอากาศกับภาระไฟฟ้าปานกลาง ดังแสดงไว้ในรูปที่ 4.3 ผู้วิจัยจึงได้สร้างแบบจำลองชุดพัดลมไฟฟ้าอันประกอบด้วยพัดลมไฟฟ้า 1, 2, 3 และ 4 มาแทนการทำงาน FCU1, CDU1, FCU2 และ CDU2 ตามลำดับ

รูปที่ 4.3 แสดงการทดสอบกับชุดพัดลมไฟฟ้า

การทดสอบกับชุดพัดลมไฟฟ้า เริ่มต้นรันโปรแกรมเครื่องควบคุมโดยมีการตั้งค่าอุณหภูมิห้องที่ต้องการหลอกไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส จากนั้น เก็บข้อมูลสถานะภาพการเปิด-ปิดชุดพัดลมไฟฟ้าทั้ง 4 ตัว ทุกๆ 10 นาที เป็นเวลา 3 ชั่วโมง ดังแสดงไว้ในตารางที่ 4.2 และนำผลที่ได้มาเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์สถานะภาพการทำงานของชุดพัดลมไฟฟ้าทั้ง 4 ตัว ดังแสดงไว้ในรูปที่ 4.4 (“1” หมายถึงสถานะภาพพัดลมไฟฟ้าเปิด และ “0” หมายถึงสถานะภาพพัดลมไฟฟ้าปิด)

ตารางที่ 4.2 แสดงผลการทดสอบกับชุดพัดลมไฟฟ้า

ครั้งที่	เวลา	อุณหภูมิ	FCU1	CDU1	FCU2	CDU2
1	0:00	25	0	0	0	0
2	0:10	25	0	0	0	0
3	0:20	27	1	1	0	0
4	0:30	27	1	1	0	0
5	0:40	28	1	1	1	1
6	0:50	24	1	0	0	0
7	1:00	27	0	0	1	1
8	1:10	27	0	0	1	1
9	1:20	29	1	1	1	1
10	1:30	22	0	0	1	0
11	1:40	30	1	1	1	1
12	1:50	28	1	1	1	1
13	2:00	24	1	0	0	0
14	2:10	31	1	1	1	1
15	2:20	28	1	1	1	1
16	2:30	22	0	0	1	0
17	2:40	26	0	0	1	0
18	2:50	27	1	1	0	0
19	3:00	23	1	0	0	0



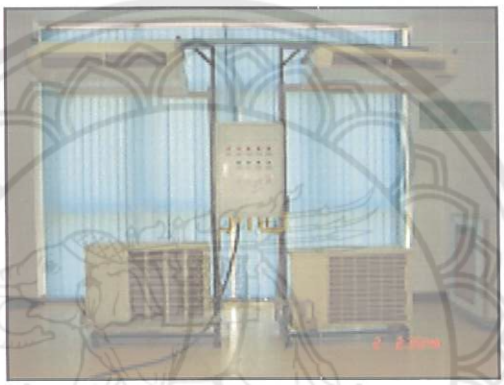
รูปที่ 4.4 กราฟแสดงผลการทดสอบกับชุดพัดลมไฟฟ้า

จากผลการทดสอบการทำงานเครื่องควบคุมอากาศกับชุดพัดลมไฟฟ้าในตารางที่ 4.2 และในรูปที่ 4.4 พบว่า เมื่ออุณหภูมิห้อง 25 องศาเซลเซียส พัดลมไฟฟ้าทั้ง 4 ตัว จะปิดหมด เมื่ออุณหภูมิห้องสูงขึ้นถึง 27 องศาเซลเซียส พัดลมไฟฟ้า 1 และ 2 จะเปิด ต่อมาเมื่ออุณหภูมิห้องสูงขึ้นถึง 28 องศาเซลเซียส พัดลมไฟฟ้า 3 และ 4 จะเปิด ถ้าค่าอุณหภูมิลดลงถึง 24 องศาเซลเซียส แล้วพัดลมไฟฟ้า 2, 3 และ 4 จะปิด แต่พัดลมไฟฟ้า 1 ยังคงเปิดอยู่ จากนั้นเมื่ออุณหภูมิห้องสูงขึ้นถึง 27 องศาเซลเซียสอีกครั้ง พัดลมไฟฟ้า 3 และ 4 จะเปิด ส่วนพัดลมไฟฟ้า 1 จะดับ ต่อมาอุณหภูมิห้องสูงขึ้นถึง 29 องศาเซลเซียส พัดลมไฟฟ้า 1 และ 2 จะเปิด เมื่ออุณหภูมิลดลงถึง 22 องศาเซลเซียส พัดลมไฟฟ้า 1, 2 และ 4 จะปิดแต่พัดลมไฟฟ้า 3 ยังคงเปิดอยู่ ต่อมาอุณหภูมิห้องสูงขึ้นถึง 30 องศาเซลเซียส พัดลมไฟฟ้าทั้ง 4 ตัวจะเปิด เมื่ออุณหภูมิลดลงเป็น 28 องศาเซลเซียส พัดลมไฟฟ้าทั้ง 4 ตัวจะยังคงเปิดอยู่ จากนั้นอุณหภูมิห้องลดลงถึง 24 องศาเซลเซียส พัดลมไฟฟ้า 2, 3 และ 4 จะปิด ส่วนพัดลมไฟฟ้า 1 จะยังคงเปิดอยู่ ต่อมาเมื่ออุณหภูมิห้องสูงขึ้นถึง 31 องศาเซลเซียส พัดลมไฟฟ้าทั้ง 4 ตัวจะเปิด และเมื่ออุณหภูมิลดลงเป็น 28 องศาเซลเซียส พัดลมไฟฟ้าทั้ง 4 ตัว จะยังคงเปิดอยู่ จากนั้นอุณหภูมิห้องลดลงถึง 22 องศาเซลเซียส พัดลมไฟฟ้า 1, 2 และ 4 จะปิด ส่วนพัดลมไฟฟ้า 3 จะยังคงเปิดอยู่ หลังจากนั้นอุณหภูมิห้องสูงขึ้นเป็น 26 องศาเซลเซียส พัดลมไฟฟ้า 3 จะยังคงเปิด

เพียงตัวเดียว และอุณหภูมิห้องสูงขึ้นถึง 27 องศาเซลเซียส พัดลมไฟฟ้า 1 และ 2 จะเปิด เมื่ออุณหภูมิห้องลดลงถึง 23 องศาเซลเซียส พัดลมไฟฟ้า 2 จะปิด ส่วนพัดลมไฟฟ้า 1 จะยังคงเปิดอยู่

4.3 การทดสอบกับเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศชนิดแยกส่วน จำนวน 2 เครื่อง

เพื่อตรวจสอบความถูกต้องการทำงานของเครื่องควบคุมอากาศกับเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศชนิดแยกส่วน จำนวน 2 เครื่องอันประกอบไปด้วย FCU1, CDU1, FCU2 และ CDU2 ตามลำดับ โดยจะต้องควบคุมอุณหภูมิภายในห้องให้อยู่ระหว่าง 25 องศาเซลเซียส ถึง 27 องศาเซลเซียส ผู้วิจัยจึงได้สร้างระบบปรับอากาศจริง ดังแสดงไว้ในรูปที่ 4.5



รูปที่ 4.5 แสดงการทดสอบกับเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศชนิดแยกส่วน จำนวน 2 เครื่อง

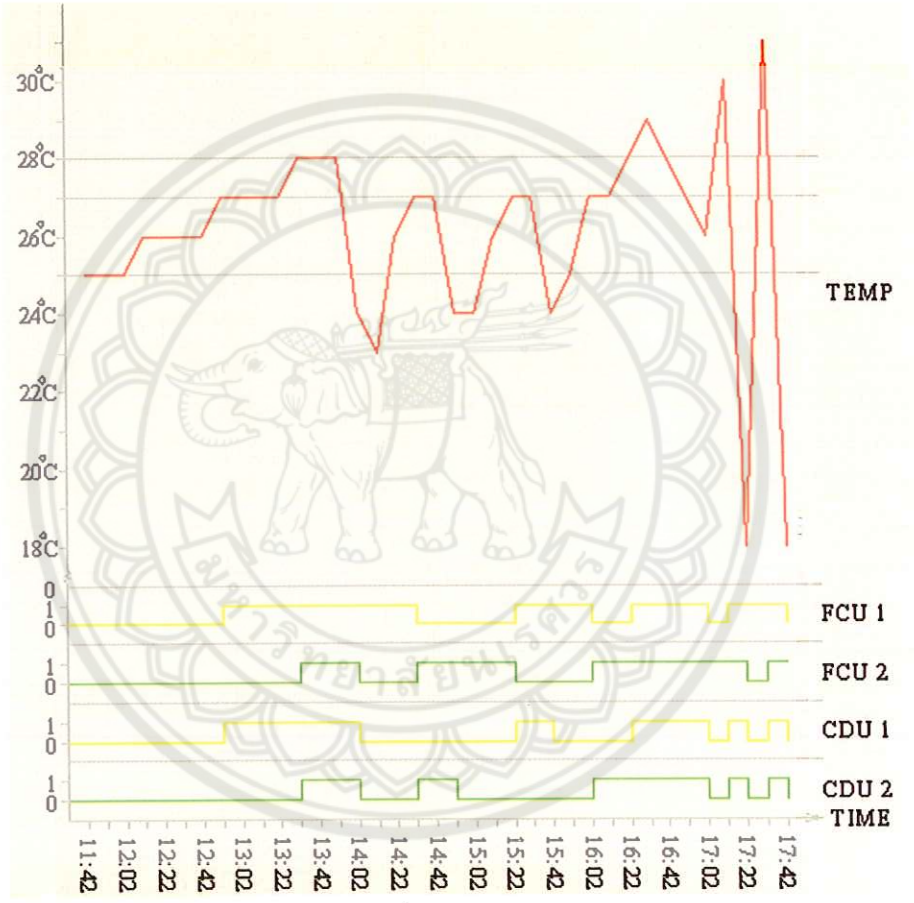
การทดสอบกับเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศชนิดแยกส่วน จำนวน 2 เครื่อง เริ่มต้นรันโปรแกรมเครื่องควบคุมที่มีการตั้งค่าอุณหภูมิห้องที่ต้องการไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส จากนั้น เก็บข้อมูลสถานะภาพการเปิด-ปิดของ FCU1, CDU1, FCU2 และ CDU2 ทุกๆ 10 นาที เป็นเวลา 6 ชั่วโมง และนำผลที่ได้มาเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์สถานะภาพการทำงานของ FCU1, CDU1, FCU2 และ CDU2 ดังแสดงไว้ในตารางที่ 4.3 และรูปที่ 4.6 ตามลำดับ ("1" หมายถึงสถานะภาพของ FCU หรือ CDU ทำงาน และ "0" หมายถึงสถานะภาพของ FCU หรือ CDU ไม่ทำงาน)

ตารางที่ 4.3 แสดงผลการทดสอบกับเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศชนิดแยกส่วน จำนวน 2 เครื่อง

ครั้งที่	เวลา	อุณหภูมิ	FCU1	CDU1	FCU2	CDU2
1	11:42	25	0	0	0	0
2	11:52	25	0	0	0	0
3	12:02	25	0	0	0	0
4	12:12	26	0	0	0	0
5	12:22	26	0	0	0	0
6	12:32	26	0	0	0	0
7	12:42	26	0	0	0	0
8	12:52	27	1	1	0	0
9	13:02	27	1	1	0	0
10	13:12	27	1	1	0	0
11	13:22	27	1	1	0	0
12	13:32	28	1	1	1	1
13	13:42	28	1	1	1	1
14	13:52	28	1	1	1	1
15	14:02	24	1	0	0	0
16	14:12	23	1	0	0	0
17	14:22	26	1	0	0	0
18	14:32	27	0	0	1	1
19	14:42	27	0	0	1	1
20	14:52	24	0	0	1	0
21	15:02	24	0	0	1	0
22	15:12	26	0	0	1	0
23	15:22	27	1	1	0	0
24	15:32	27	1	1	0	0
25	15:42	24	1	0	0	0
26	15:52	25	1	0	0	0
27	16:02	27	0	0	1	1
28	16:12	27	0	0	1	1
29	16:22	28	1	1	1	1
30	16:32	29	1	1	1	1
31	16:42	28	1	1	1	1
32	16:52	27	1	1	1	1
33	17:02	25	0	0	1	0
34	17:12	30	1	1	1	1

ตารางที่ 4.3 (ต่อ) แสดงผลการทดสอบกับเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศชนิดแยกส่วน จำนวน 2 เครื่อง

ครั้งที่	เวลา	อุณหภูมิ	FCU1	CDU1	FCU2	CDU2
35	17:22	18	1	0	0	0
36	17:32	31	1	1	1	1
37	17:42	18	0	0	0	0



รูปที่ 4.6 กราฟแสดงผลการทดสอบกับเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศชนิดแยกส่วน จำนวน 2 เครื่อง

จากผลการทดสอบการทำงานเครื่องควบคุมอากาศกับเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศชนิดแยกส่วน จำนวน 2 เครื่อง ดังแสดงไว้ในตารางที่ 4.3 และรูปที่ 4.6 พบว่า เมื่ออุณหภูมิห้อง 25 องศาเซลเซียส FCU1, CDU1, FCU2 และ CDU2 จะไม่ทำงาน และเมื่ออุณหภูมิห้องสูงขึ้นเป็น 26 องศาเซลเซียส FCU1, CDU1, FCU2 และ CDU2 ยังคงไม่ทำงานเหมือนเดิมต่อจากนั้นอุณหภูมิห้องสูงขึ้นถึง 27 องศาเซลเซียส FCU1 และ CDU1 จะเริ่มทำงาน และอุณหภูมิห้องเพิ่มขึ้นเป็น 28 องศาเซลเซียส FCU2 และ CDU2 จะทำงานช่วย ต่อมาเมื่ออุณหภูมิห้องลดลงถึง 24 องศาเซลเซียส

CDU1, FCU2 และ CDU2 จะหยุดทำงานแต่ FCU1 ยังคงทำงานอยู่ และเมื่ออุณหภูมิห้องลดลงเป็น 23 องศาเซลเซียส FCU1 ยังคงทำงานเพียงตัวเดียวเหมือนเดิม หลังจากนั้นอุณหภูมิห้องสูงขึ้นเป็น 26 องศาเซลเซียส FCU1 ยังคงทำงานเพียงตัวเดียวเหมือนเดิม และเมื่ออุณหภูมิห้องเพิ่มขึ้นเป็น 27 องศาเซลเซียส FCU1 จะหยุดทำงาน แต่ FCU2 และ CDU2 จะเริ่มทำงาน ต่อจากนั้นอุณหภูมิลดลงถึง 24 องศาเซลเซียส CDU2 จะหยุดทำงานแต่ FCU2 ยังคงทำงานอยู่ และเมื่ออุณหภูมิห้องเพิ่มขึ้นเป็น 26 องศาเซลเซียส FCU2 จะยังคงทำงานเพียงตัวเดียวเหมือนเดิม หลังจากนั้นอุณหภูมิห้องเพิ่มขึ้นเป็น 27 องศาเซลเซียส FCU2 จึงหยุดทำงาน แต่ FCU1 และ CDU1 จะเริ่มทำงาน และเมื่ออุณหภูมิห้องลดลงถึง 24 องศาเซลเซียส CDU1 จะหยุดทำงานแต่ FCU1 จะยังคงทำงานอยู่ ต่อมาอุณหภูมิห้องเพิ่มขึ้นเป็น 25 องศาเซลเซียส FCU1 ยังคงทำงานเพียงตัวเดียวเหมือนเดิม และเมื่ออุณหภูมิห้องเพิ่มขึ้นเป็น 27 องศาเซลเซียส FCU1 จะหยุดทำงาน แต่ FCU2 และ CDU2 จะเริ่มทำงาน หลังจากนั้นอุณหภูมิขึ้นสูงถึง 28 องศาเซลเซียส FCU1 และ CDU1 จะทำงานช่วย และอุณหภูมิห้องยังขึ้นสูงอีกเป็น 29 องศาเซลเซียส FCU1, CDU1, FCU2 และ CDU2 ยังคงทำงานเหมือนเดิม ต่อจากนั้นอุณหภูมิห้องเริ่มลดลงเป็น 28 องศาเซลเซียส FCU1, CDU1, FCU2 และ CDU2 จะยังคงทำงานเหมือนเดิม และอุณหภูมิลดลงอีกเป็น 27 องศาเซลเซียส FCU1, CDU1, FCU2 และ CDU2 จะยังคงทำงานอยู่เช่นเดิม ต่อมาอุณหภูมิห้องลดลงถึง 25 องศาเซลเซียส FCU1, CDU1 และ CDU2 จะหยุดทำงาน แต่ FCU2 ยังคงทำงานอยู่

สำหรับกราฟแสดงผลการทดสอบกับเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศชนิดแยกส่วน จำนวน 2 เครื่อง ระหว่างช่วงเวลา 17.00 น. ถึง 17.40 น. ในรูปที่ 4.6 ทางผู้วิจัยใช้การกระตุ้นอุณหภูมิจากภายนอก โดยให้อุณหภูมิห้องเพิ่มขึ้นเป็น 30 องศาเซลเซียส มีผลทำให้ FCU1, CDU1, FCU2 และ CDU2 ทำงาน เมื่อลดค่าอุณหภูมิลงถึง 18 องศาเซลเซียส CDU1, FCU2, CDU2 จะหยุดทำงานแต่ FCU1 ยังคงทำงานอยู่ ต่อมาเพิ่มอุณหภูมิห้องให้สูงขึ้นเป็น 31 องศาเซลเซียส มีผลทำให้ FCU1, CDU1, FCU2 และ CDU2 ทำงาน และเมื่อลดค่าอุณหภูมิห้องเป็น 18 องศาเซลเซียส FCU1, CDU1 และ CDU2 จะหยุดทำงาน แต่ FCU2 ยังคงทำงานอยู่

บทที่ 5
บทสรุป

จากผลการทดสอบเครื่องควบคุมอากาศในบทที่ 4 นำมาสรุปและมีข้อเสนอแนะดังนี้

5.1 สรุป

จากผลการทดสอบทั้งสามกรณี คือ การทดสอบกับชุดหลอดไฟฟ้า การทดสอบกับชุดพัดลมไฟฟ้า การทดสอบกับเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศชนิดแยกส่วนจำนวน 2 เครื่อง พบว่าลำดับขั้นตอนในการทำงานของเครื่องควบคุมอากาศมีความถูกต้องเที่ยงตรง 100% หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งได้ว่าประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องควบคุมด้วยอุปกรณ์วัดอุณหภูมิจำนวนหนึ่งตัวที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพดีกว่าระบบควบคุมเดิมที่ใช้วงจรควบคุมด้วยเทอร์โมสตัสจำนวนสองตัว

5.2 ข้อเสนอแนะ

เครื่องควบคุมอากาศ สามารถที่จะนำไปประยุกต์ใช้กับเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศชนิดแยกส่วน จำนวนหลายๆเครื่อง เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการควบคุมการทำงานและลดการใช้พลังงานของระบบปรับอากาศ

เอกสารอ้างอิง

[1] นภัทร วัจนเทพินทร์. **วงจรไอซีและการประยุกต์ใช้งาน.** พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : บริษัท สกายบุ๊กส์ จำกัด. 2547

[2] ทีมงานสมาร์ทเลิร์นนิ่ง. **Easy Electronic เรียนรู้จากการทดลอง.** พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : บริษัท ด่านสุทธาการพิมพ์ จำกัด. 2549

[3] MYKE PREDKO. **123 PIC MICROCONTROLLER EXPERIMENTS FOR THE EVIL GENIUS.** UNITED STATES : THE MCGRAW-HILL COMPANIES. 2005

[4] ณัฏฐพล วงศ์สุนทรชัย และ ชัยวัฒน์ ลิ้มพรจิตรวิไล. ปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ **PIC16F87x.** กรุงเทพฯ : บริษัท อินโนเวตีฟ เอ็กเพอริเมนต์ จำกัด. 2547

[5] กฤษดา ใจเย็น, ณัฏฐพล วงศ์สุนทรชัย และ ชัยวัฒน์ ลิ้มพรจิตรวิไล. เรียนรู้และใช้งาน **PIC - BASIC PRO** คอมไพเลอร์ เขียนโปรแกรมภาษาเบสิกควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ **PIC.** กรุงเทพฯ : บริษัท อินโนเวตีฟ เอ็กเพอริเมนต์ จำกัด. 2547

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
โปรแกรมการควบคุมการทำงานของเครื่องควบคุมอากาศ

```
TEMPERATURE     VAR     WORD
VALUE           VAR     WORD
TEN_DIGIT       VAR     BYTE
UNIT_DIGIT      VAR     BYTE
I               VAR     BYTE
N               VAR     BYTE
TEMP            VAR     BYTE
COUNT_REMAIN    VAR     BYTE
COUNT_PER_C     VAR     BYTE
D_COM           VAR     BYTE
D_COM_SELECT    VAR     BYTE
TEMP_1          VAR     BYTE
TEMP_2          VAR     BYTE
TEMP_3          VAR     BYTE
TEMP_4          VAR     BYTE
TEMP_5          VAR     BYTE
TEMP_6          VAR     BYTE
TEMP_7          VAR     BYTE
TEMP_8          VAR     BYTE
LOW_T           VAR     BYTE
HIGH_T          VAR     BYTE
WAIT_1          VAR     BYTE
WAIT_2          VAR     BYTE
WAIT_3          VAR     BYTE
WAIT_4          VAR     BYTE
WAIT_5          VAR     BYTE
WAIT_6          VAR     BYTE
BEGIN           VAR     BYTE
SEGMENTS        VAR     PORTB       ; DATA SEVEN SEGMENT
DIGIT_1         VAR     PORTA.0     ; DIGIT 1 SEVEN SEGMENT
DIGIT_2         VAR     PORTA.1     ; DIGIT 2 SEVEN SEGMENT
DQ              VAR     PORTC.0     ; ONE-WIRE DATA PIN
```

```
SW_1        VAR     PORTD.0         ; SET TEMP +
SW_2        VAR     PORTD.1         ; SET TEMP -
CDU_1_ON    VAR     PORTD.2         ; CHECK OUTPUT CONTROL
CDU_2_ON    VAR     PORTD.3         ; CHECK OUTPUT CONTROL
CDU_1       VAR     PORTD.4         ; OUTPUT CONTROL
CDU_2       VAR     PORTD.5         ; OUTPUT CONTROL
FCU_1       VAR     PORTD.6         ; OUTPUT CONTROL
FCU_2       VAR     PORTD.7         ; OUTPUT CONTROL

I           = 1
TRISA       = $f0
TRISB       = $80
TRISD       = 15
ADCON1      = 7
INTCON      = $C0
PIE1        = $01
TMR1L       = $77
TMR1H       = $EC
T1CON       = $01
DIGIT_1     = 0
DIGIT_2     = 0
D_COM       = 0
TEMP        = 0
TEMP_1      = 0
TEMP_2      = 0
TEMP_3      = 0
TEMP_4      = 0
TEMP_5      = 0
TEMP_6      = 0
TEMP_7      = 0
TEMP_8      = 0
LOW_T       = 25
```

```
        WAIT_1   = 0
        WAIT_2   = 0
        WAIT_3   = 0
        WAIT_4   = 0
        WAIT_5   = 0
        WAIT_6   = 0
        BEGIN    = 1
        CDU_1    = 0
        CDU_2    = 0
        FCU_1    = 0
        FCU_2    = 0

ON INTERRUPT GOTO MY_INTR

MAINLOOP:
  TEMP    = TEMP
  IF (SW_1 = 0) OR (SW_2 = 0) THEN SET_TEMP      ; CHECK SET TEMP
  WAIT_1  = WAIT_1
  WAIT_1  = (WAIT_1 + 1)
  IF (WAIT_1 <> 10) THEN
  GOTO SHOW_SEGMENT                              ; SHOW SEGMENT
  ELSE
  OWOUT DQ, 1, [$CC, $44]                        ; START CHECK TEMP
  ENDIF

WAITLOOP:
   OWIN DQ, 4, [COUNT_REMAIN]                    ; CHECK DATA TEMP
   IF (COUNT_REMAIN = 0) THEN WAITLOOP
   OWOUT DQ, 1, [$CC, $BE]                       ; CHECK TEMP
   OWIN DQ, 0, [TEMPERATURE.LOWBYTE, TEMPERATURE.HIGHBYTE, SKIP
   4,COUNT_REMAIN, COUNT_PER_C]                  ; READ TEMP
   TEMP_1 = (TEMPERATURE.LOWBYTE/2)              ; CALCULATE TEMP
```

```
   TEMP_2 = TEMP_2
   TEMP_2 = (TEMP_1 + TEMP_2)          ; STORE TEMP FOR AVERAGE
   WAIT_2 = WAIT_2
   WAIT_2 = (WAIT_2 + 1)
   WAIT_1 = 0
   TEMP_1 = 0
   GOTO SELECT_MODE

SELECT_MODE:
   IF (BEGIN = 1) THEN
   GOTO SEC_30
   ELSE
   GOTO MIN_10
   ENDIF

SEC_30:
   IF (WAIT_2 <> 5) THEN
   GOTO SHOW_SEGMENT
   ELSE
   TEMP_3 = (TEMP_2/5)                 ; CALCULATE TEMP
   WAIT_2 = 0
   TEMP_2 = 0
   TEMP_4 = (TEMP_3 + TEMP_4)          ; STORE TEMP FOR AVERAGE
   TEMP_3 = 0
   WAIT_3 = (WAIT_3 + 1)
   ENDIF
   IF (WAIT_3 <> 3) THEN
   GOTO SHOW_SEGMENT
   ELSE
   TEMP   = (TEMP_4/3)                 ; REAL TEMP FOR CONTROL
   WAIT_3 = 0
   TEMP_4 = 0
```

```
    BEGIN  = 0
    GOTO CHECK_CONTROL
    ENDIF

MIN_10:
    IF (WAIT_2 <> 5) THEN
    GOTO SHOW_SEGMENT
    ELSE
    TEMP_3 = (TEMP_2/5)                    ; CALCULATE TEMP
    WAIT_2 = 0
    TEMP_2 = 0
    TEMP_4 = (TEMP_3 + TEMP_4)             ; STORE TEMP FOR AVERAGE
    TEMP_3 = 0
    WAIT_3 = (WAIT_3 + 1)
    ENDIF
    IF (WAIT_3 <> 5) THEN
    GOTO SHOW_SEGMENT
    ELSE
    TEMP_5 = (TEMP_4/5)                    ; CALCULATE TEMP
    WAIT_3 = 0
    TEMP_4 = 0
    TEMP_6 = (TEMP_5 + TEMP_6)             ; STORE TEMP FOR AVERAGE
    TEMP_5 = 0
    WAIT_4 = (WAIT_4 + 1)
    ENDIF
    IF (WAIT_4 <> 4) THEN
    GOTO SHOW_SEGMENT
    ELSE
    TEMP_7 = (TEMP_6/4)                    ; CALCULATE TEMP
    WAIT_4 = 0
    TEMP_6 = 0
    TEMP_8 = (TEMP_7 + TEMP_8)             ; STORE TEMP FOR AVERAGE
```

```
   TEMP_7 = 0
   WAIT_5 = (WAIT_5 + 1)
   ENDIF
   IF (WAIT_5 <> 3) THEN
   GOTO SHOW_SEGMENT
   ELSE
   TEMP  = (TEMP_8/3)                    ; REAL TEMP FOR CONTROL
   WAIT_5 = 0
   TEMP_8 = 0
   ENDIF
   GOTO CHECK_CONTROL

CHECK_CONTROL:
   LOW_T  = LOW_T
   HIGH_T = (LOW_T + 3)
   IF (TEMP = 0 ) THEN SHOW_SEGMENT
   IF (HIGH_T <= TEMP) THEN RUN_HELP
   GOTO NEXT_STEP

NEXT_STEP
   IF (CDU_1_ON = 1) OR (CDU_2_ON = 1) THEN OFF_CDU
   IF ((LOW_T + 2) <= TEMP) THEN SELECT_CDU
   GOTO SHOW_SEGMENT

RUN_HELP                                 ; RUN 2 CDU AND FCU
   D_COM = (D_COM + 1)
   IF (CDU_1_ON = 1) OR (CDU_2_ON = 1) THEN
   D_COM = (D_COM - 1)
   ENDIF
   CDU_1 = 1
   CDU_2 = 1
   FCU_1 = 1
```

```
    FCU_2 = 1
    GOTO NEXT_STEP

OFF_CDU:                                    ; CHECK FOR OFF CDU
    IF (LOW_T < TEMP) THEN
    GOTO  SHOW_SEGMENT
    ELSE
    CDU_1 = 0
    CDU_2 = 0
    ENDIF
    GOTO OFF_FCU

OFF_FCU:                                    ; CHECK FOR OFF FCU
    D_COM       = D_COM
    D_COM_SELECT  = (D_COM//2)
    IF (D_COM_SELECT = 0) THEN
    FCU_1 = 0
    FCU_2 = 1
    ELSE
    FCU_1 = 1
    FCU_2 = 0
    ENDIF
    GOTO SHOW_SEGMENT

SELECT_CDU:                                 ; CHECK FOR SELECT CDU
    D_COM       = (D_COM + 1)
    IF (D_COM = 10) THEN
    D_COM = 2
    ENDIF
    D_COM_SELECT = (D_COM//2)
    IF (D_COM_SELECT = 0) THEN
    CDU_2 = 1
```

```
CDU_1 = 0
FCU_2 = 1
FCU_1 = 0
ELSE
CDU_1 = 1
CDU_2 = 0
FCU_1 = 1
FCU_2 = 0
ENDIF
GOTO SHOW_SEGMENT

SET_TEMP:                                   ; SET TEMP ROOM
WAIT_6  = WAIT_6
LOW_T   = LOW_T
IF (SW_1 = 0) THEN
LOW_T   = (LOW_T + 1)
WAIT_6  = 0
ENDIF
IF (LOW_T > 30) THEN
LOW_T = 30
ENDIF
IF (LOW_T < 20) THEN
LOW_T = 20
ENDIF
IF (SW_2 = 0) THEN
LOW_T   = (LOW_T - 1)
WAIT_6  = 0
ENDIF
IF (LOW_T > 30) THEN
LOW_T = 30
ENDIF
IF (LOW_T < 20) THEN
```

```
LOW_T = 20
ENDIF
TEN_DIGIT  = (LOW_T/10)
UNIT_DIGIT = LOW_T - (TEN_DIGIT*10)
IF (I = 2) THEN
I     = 1
N     = TEN_DIGIT
DIGIT_1 = 1
DIGIT_2 = 0
LOOKUP N, [$40, $79, $24, $30, $19, $12, $02, $78, $00, $10], SEGMENTS
ELSE
I = 2
N = UNIT_DIGIT
DIGIT_1 = 0
DIGIT_2 = 1
LOOKUP N, [$40, $79, $24, $30, $19, $12, $02, $78, $00, $10], SEGMENTS
ENDIF
WAIT_6 = (WAIT_6 + 1)
IF (WAIT_6 = 20) THEN
WAIT_6 = 0
GOTO CHECK_CONTROL
ELSE
GOTO SET_TEMP
ENDIF

SHOW_SEGMENT:
  IF (TEMP >9) THEN
 TEN_DIGIT = (TEMP/10)
 UNIT_DIGIT = TEMP - (TEN_DIGIT*10)
 ELSE
 TEN_DIGIT  = 0
 UNIT_DIGIT = TEMP
```

```
    ENDIF
    GOTO        MAINLOOP
    DISABLE

MY_INTR:
    IF (I = 2) THEN
    I     = 1
    N     = TEN_DIGIT
    DIGIT_1 = 1
    DIGIT_2 = 0
    LOOKUP N, [$40, $79, $24, $30, $19, $12, $02, $78, $00, $10], SEGMENTS
    ELSE
    I = 2
    N = UNIT_DIGIT
    DIGIT_1 = 0
    DIGIT_2 = 1
    LOOKUP N, [$40, $79, $24, $30, $19, $12, $02, $78, $00, $10], SEGMENTS
    ENDIF
    PAUSE 10
    RESUME
    ENABLE
```

ประวัติผู้เขียนโครงงาน

ชื่อ นายสุไพฑูรย์ ดีปาน

ภูมิลำเนา 254 ม.8 ต.หนองกรด อ.บรรพตพิสัย จ.นครสวรรค์

ประวัติการศึกษา

- จบระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนนครสวรรค์
- ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 4 สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail : yong_engi@hotmail.com

ชื่อ นายเอกชัย นาคนาม

ภูมิลำเนา 371 ม.1 ต.ตากฟ้า อ.ตากฟ้า จ.นครสวรรค์

ประวัติการศึกษา

- จบระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนตากฟ้าวิชาประสิทธิ์
- ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 4 สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail : eakachai33@hotmail.com