

การประยุกต์ของรีโมทคอนโทรล  
APPLICATION OF REMOTE CONTROL

โดย ..... น.น.น. น.น.น.  
..... น.น.น. น.น.น.  
..... น.น.น. น.น.น.

1. นายประสิทธิ์ ชูศักดิ์แสงทอง 33100206
2. นายพงศ์ธร ชื่นเจริญ 33100228
3. นายสายัณห์ แซ่ซื่อ 33100413

อาจารย์ที่ปรึกษา

อาจารย์พัฒนา เลาสงคราม

ปริญญานิพนธ์เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต  
ภาควิชา เทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม  
คณะวิศวกรรมศาสตร์  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
ปีการศึกษา ๒๕๓๖

ภาควิชา เทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม  
คณะวิศวกรรมศาสตร์  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง APPLICATION OF REMOTE CONTROL

ผู้จัดทำ

- |                 |                |          |
|-----------------|----------------|----------|
| 1. นายประสิทธิ์ | ชูศักดิ์แสงทอง | 33100206 |
| 2. นายพงศ์ธร    | ชินเจริญ       | 33100228 |
| 3. นายস্যัมภ์   | แท้ชื่อ        | 33100413 |

.....อาจารย์ที่ปรึกษา

( อาจารย์พัฒนา เลาสงคราม )

หัวข้อปริญญาานิพนธ์	การประยุกต์ของรีโมทคอนโทรล
	APPLICATION OF REMOTE CONTROL
นักศึกษา	นาย ประสิทธิ์ ชูศักดิ์แสงทอง 33100206
	นาย พงศ์ธร ชื่นเจริญ 33100228
	นาย สายัณห์ แซ่ซื่อ 33100413
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.พิพัฒน์ เลาสงคราม

**บทคัดย่อ**

ปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้เป็นการศึกษาโครงสร้างการใช้งานของ Microcontroller ตระกูล MCS-48 เพื่อต้องการออกแบบสร้างชุดควบคุมที่มีราคาประหยัด และสามารถนำมาใช้ได้กับ ระบบการทำงานของเครื่องปรับอากาศ เราสามารถนำ 8049 มาควบคุมเครื่องปรับอากาศได้ โดยที่ควบคุมการปิดเปิด compressor เมื่ออุณหภูมิห้องสูงกว่าค่าอุณหภูมิที่ตั้งไว้ และควบคุมความเร็วของพัดลม จะเป็น high, medium และ low speed และทำเป็น mode auto ได้ compressor และพัดลม จะใช้ Relay เป็น ตัวปิด-เปิด switch มีการหน่วงเวลา 3 นาทีเพื่อป้องกันความเสียหายของ compressor พร้อมทั้งสามารถตั้งเวลาเปิดปิดได้ มีตัวควบคุมระยะไกล (remote control) แบบมีสาย และไร้สาย ย่านการควบคุมอุณหภูมิอยู่ในช่วง 20-29 องศาเซลเซียส มี display แสดงค่าสถานะต่าง ๆ

**ABSTRACT**

This thesis has purpose to study structure and application of "MCS-48" series single chip microcontroller for designing inexpensive controller and well-using with the operation of air condition system. we can use "8049" to control air condition by controlled on/off of compressor when room temperater is higher than setpoint temperater and controlling speed of fan which may be high ,medium , low speed ,or definite as auto mode. Compressor and fan will use relays on/off switches . One has 3 minutes delay time for damage protection of compressor. It has capability to set timer on/off. Air condition is controlled by remote control with wire and wireless which have band for controlled temperater in range of 20-29 C and have display that show all values.

## สารบัญ

	หน้า
คำนำ	
บทที่ 1 ทฤษฎีพื้นฐาน	1
บทที่ 2 พื้นฐานหลักการทำงานของระบบ Air condition	6
บทที่ 3 หลักการทำงานของ flowchart	9
บทที่ 4 หลักและการทำงานของระบบควบคุม	11
บทที่ 5 software ที่ใช้ในการควบคุม	22
บทที่ 6 ผลการทดลอง ผลสรุป และบทวิจารณ์	61
กิตติกรรมประกาศ	
หนังสืออ้างอิง	

## คำนำ

ทุกวันนี้ การเจริญเติบโตทางอุตสาหกรรมเป็นไปอย่างรวดเร็ว ทำให้เกิดการพัฒนาในทุก ๆ ด้าน การพัฒนาทางด้านเทคโนโลยี เพื่อนำมาใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม และในชีวิตประจำวัน มุ่งไปในหนทางที่จะสร้างผลตอบแทนสูงสุดให้แก่ธุรกิจของตน การนำมาใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม เป็นไปในทางที่จะพัฒนากระบวนการผลิต เพื่อตอบสนองกับปริมาณการผลิตที่เพิ่มมากขึ้น ส่วนการนำมาใช้ในชีวิตประจำวัน เป็นไปในทางที่ก่อให้เกิดความสะดวกรสบาย ส่วนหนึ่งของความสะดวกรสบาย ได้มาจาก การควบคุมระยะไกล ซึ่งมีการพัฒนาไปมากจากอดีต การควบคุมยุ่งยากมากยิ่งขึ้น เป็นผลให้ต้นทุนในการผลิตสูงขึ้น ทำให้ราคาในท้องตลาดสูง กลุ่มของข้าพเจ้า จึงมีความสนใจที่จะทำ project เกี่ยวกับ การควบคุมระยะไกลที่มีต้นทุนต่ำ และมีประสิทธิภาพที่ดี

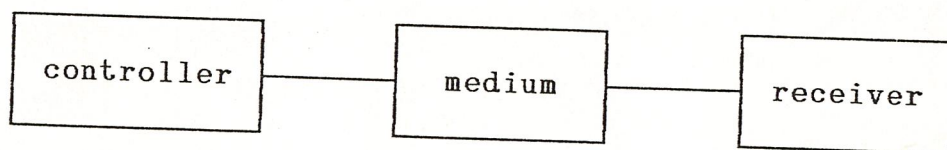
บทที่ 1  
ทฤษฎีพื้นฐาน

### 1. ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับรีโมทคอนโทรล

การส่งแบบรีโมทคอนโทรล เป็นการติดต่อกันระหว่างตัวรับกับตัวส่ง โดยผ่านตัวกลางแบบต่าง ๆ เช่น คลื่นแสง คลื่นวิทยุ เป็นต้น โดยอาศัยลักษณะตัวกลางนี้ อาจแบ่งการส่งออกได้เป็น 3 แบบ คือ

- 1) การส่งผ่านข้อมูลแบบใช้สาย เป็นการใช้สายสัญญาณส่งผ่านข้อมูลต่าง ๆ เพื่อควบคุมทางด้านปลายทาง สัญญาณที่ส่งไปควบคุมอาจเป็น กระแสหรือโวลเตจ ก็ได้ การควบคุมแบบนี้มีเสถียรภาพดี แต่มีข้อเสีย คือ ถ้าเป็นการส่งระยะไกล สัญญาณอาจเกิดการลดทอนในสาย และเสียค่าใช้จ่ายในการติดตั้งสูง
- 2) การส่งผ่านข้อมูลแบบใช้แสง การส่งแบบนี้อาศัยแสงเป็นตัวกลาง ซึ่งส่วนมากจะเป็นแสง infrared เพราะไม่ยุ่งยากซับซ้อนในการผลิตแสง และไม่เกิดอันตรายต่อผู้ใช้ด้วย บางครั้งอาจใช้แสงแบบเลเซอร์ (LASER) แต่อาจเกิดอันตรายต่อผู้ใช้ได้ ดังนั้นจึงไม่นิยมกัน ข้อเสียของการส่งแบบใช้แสงนี้ คือ ส่งได้ระยะทางไม่ไกลนัก และมีทิศทางมุมรับส่งที่จำกัด
- 3) การส่งผ่านข้อมูลโดยใช้คลื่นวิทยุ นิยมใช้ในการส่งข้อมูลในระยะทางที่ไกล ๆ การควบคุมทำได้เที่ยงตรง มีประสิทธิภาพสูง แต่ยุ่งยากในการทำ และมีราคาแพงด้วย

### 2. หลักการเบื้องต้นของรีโมทคอนโทรล

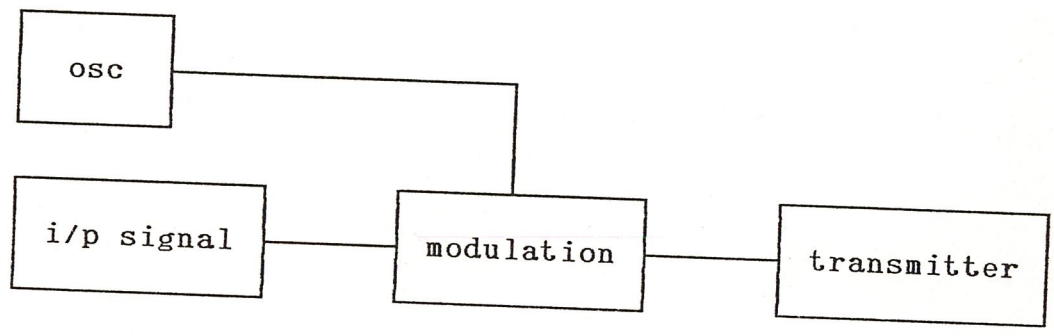


รูป 1.1

โดยทั่วไป ระบบรีโมทคอนโทรล จะต้องมีส่วนประกอบอย่างน้อย 2 ส่วน

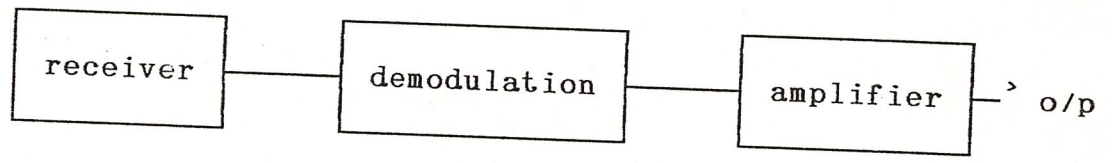
หลักดังรูป 1.1 คือ ภาครับ และภาคส่ง และต้องมีตัวกลางในการส่งข้อมูลเชื่อมระหว่างตัวรับ และตัวส่ง

ภาคส่ง ประกอบด้วยตัวผลิตความถี่เพื่อนำไปควบคุมขบวนการทางด้านรับ และวงจรกำเนิดความถี่พาหะ เพื่อนำมาทำการมอดดูเลชั่น (modulation) กับสัญญาณควบคุมแล้วจึงไปให้ตัวส่ง ส่งสัญญาณออกไป ดังรูป 1.2



รูป 1.2

ภาครับ ทำหน้าที่รับสัญญาณควบคุมที่มาจากภาคส่ง ฉะนั้นภาครับจึงต้องมีความสามารถในการรับความถี่ที่ส่งมาจากเครื่องส่งเท่านั้น เพื่อป้องกันการรบกวนจากสัญญาณอื่น ๆ วงจรภาคนี้ประกอบด้วยตัวรับสัญญาณ วงจรขยายสัญญาณ ตัวถอดสัญญาณ เพื่อให้ทำงานตามสัญญาณควบคุมจากเครื่องส่ง ดังรูป 1.3

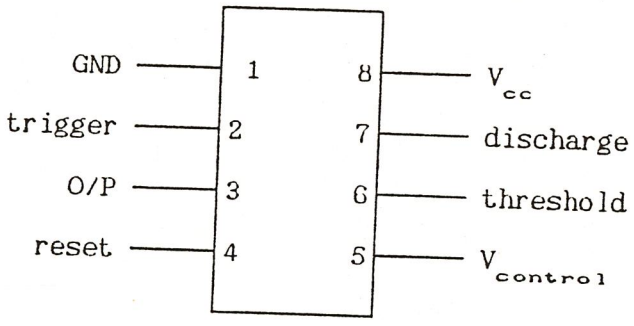


รูป 1.3

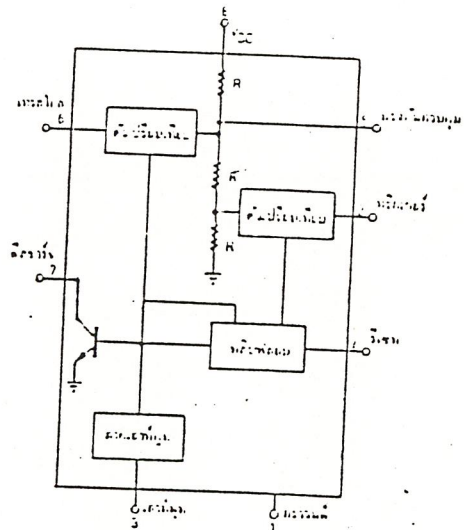
### 3. ไทม์เมอร์ IC 555

เป็น IC ไทม์เมอร์ชนิดโมโนลิทิก ภายในประกอบด้วยวงจรที่เป็นดิจิตอล (วงจรไบสเตเบิล) และวงจรรอนาลอก (วงจรเปรียบเทียบ) IC 555 นี้สามารถต่อเป็นวงจร monostable multivibrator เพื่อกำเนิดความถี่ pulse คงที่ค่าหนึ่ง ลักษณะ

การจัดขา และวงจรภายในแสดงดังรูป 1.4 และ 1.5 ตามลำดับ



รูปที่ 1.4 IC 555



รูปที่ 1.5 แสดงส่วนต่าง ๆ ภายใน IC 555

การใช้งาน

ในการใช้งาน IC 555 โดยต่อแบบวงจรโมโนสเตเบิลนั้น ช่วงเวลาของพัลส์ จะกำหนดด้วยเวลาที่ตัวเก็บประจุ ชาร์จจาก 0 ถึง 2/3 ของแรงดันไฟเลี้ยง (แรงดัน threshold)

สมการการเก็บประจุของตัว C โดยผ่าน R จากแหล่งจ่ายไฟ  $V_{cc}$  จนมีแรงดัน  $2/3 V_{cc}$  คือ

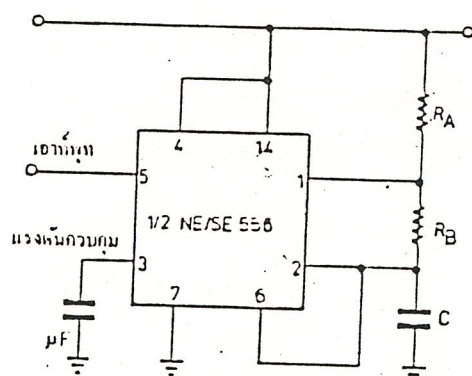
$$V_c = V_{cc} * (1 - e^{-t/R_a C})$$

ช่วงเวลาที่ใช้ในการประจุหาได้จาก

$$t = (-\log e^{1/3}) R_a C$$

$$= 1.1 R_a C$$

นอกจากการนำไปใช้เป็นวงจรโมนอสเตเบิลแล้ว ยังสามารถนำไปใช้เป็น  
วงจรอะอสเตเบิลได้อีกด้วยโดยมีวงจรดังรูป 1.6



รูปที่ 1.6 วงจรอะอสเตเบิลของ IC 555

การทำงานของวงจรจากรูป 1.6 มี  $R_a$  และ  $R_b$  ทำหน้าที่เป็น timing resistance เมื่อวงจรได้รับแรงดันไบอัสเข้ามา ตัวเก็บประจุ  $C$  จะสะสมประจุผ่านตัวต้านทาน  $R_a$  และ  $R_b$  จนแรงดันตกคร่อมมีค่าเป็น  $2/3 V_{cc}$  จะทำให้วงจร upper comparator ไปกระตุ้นตัวฟลิปฟล็อปภายในตัว IC ทำให้ตัว  $C$  เริ่มคายประจุผ่านตัว  $R_b$  แรงดันที่ตกคร่อมตัว  $C$  ก็จะลดลงจนเมื่อมีค่าเป็น  $1/3 V_{cc}$  แล้ววงจร

lower comparater ก็จะถูกกระตุ้น และเริ่มต้นทำงานใหม่อีก ดังนั้น สัญญาณเอาต์พุตจะ high ในขณะที่ชาร์จ C และสัญญาณจะ low เมื่อ C ดิสชาร์จ การคายประจุ และรับประจุจะไม่ขึ้นกับค่าแรงดันไฟเลี้ยง แต่ขึ้นกับค่า R และ C จะได้

$$t_1 = 0.693 (R_a + R_b) C \quad \text{sec}$$

$$t_2 = 0.693 (R_b) C \quad \text{sec}$$

$$T = 0.693 (R_a + 2R_b) C \quad \text{sec}$$

โดยที่  $t_1$  คือ ช่วงเวลาที่ o/p มีศักดาสูง

## บทที่ 2

### พื้นฐานหลักการทำงานของระบบ Air condition

ในบทนี้ จะขอกล่าวถึงพื้นฐานหลักการทำงานของระบบเครื่องปรับอากาศในลักษณะกว้าง ๆ เพื่อให้ผู้ที่ศึกษาจะดูและเข้าใจกับระบบที่จะถูกควบคุม ด้วยชุดควบคุมของโครงการนี้

#### 1. ชนิดของระบบเครื่องปรับอากาศ (Air condition System)

เครื่องปรับอากาศที่นิยมใช้แบ่งออกตามชนิดต่าง ๆ ดังนี้

1) แบบกล่อง (Package Unit) เป็นเครื่องปรับอากาศที่อุปกรณ์ต่าง ๆ รวมอยู่ในกล่อง หรือ Package เดียวกัน ทั้งคอนเด็นซิงยูนิต และคูลลิ่งยูนิต แยกได้เป็น 2 ชนิด คือ

1.1 แบบติดหน้าต่าง (Window Type) เป็นเครื่องปรับอากาศขนาดเล็ก ตั้งแต่ประมาณ 6,000 BTU./hr ถึง 30,000 BTU./hr (1 ตัน = 12,000 BTU./hr) ชนิดนี้ง่ายต่อการติดตั้ง แต่มีข้อเสีย คือ จะมีเสียงดัง และเกิดความรำคาญต่อผู้ใช้

1.2 แบบวางตั้งบนพื้น (Big Package Type) เป็นเครื่องปรับอากาศขนาดใหญ่ ตั้งแต่ 2-15 ตัน เป็นลักษณะที่ต้องวางนอกตัวอาคาร และเดินท่อ Duct เข้าไปในห้อง

2) แบบแยกระบบ (Split System) เป็นระบบที่แยกเอาระบบ Condenser Unit ออกไว้ภายนอกอาคาร และเอาระบบความเย็น (Evaporating Unit) และพัดลมไว้ภายในตัวอาคาร ระบบนี้จึงแยกส่วนเป็น 2 ส่วนคือ

2.1 Condensing Unit จะประกอบด้วย Compressor, Condenser Fan ส่วนนี้จะติดตั้งอยู่ภายนอกอาคาร

2.2 Evaporating Unit จะประกอบด้วย Evaporator และพัดลม หรือเราเรียกว่า Cooling Unit จะติดตั้งในห้องที่ต้องการความเย็น

3) แบบเป่าตรง (Direct Expansion System) เป็นเครื่องปรับอากาศขนาดใหญ่ ตั้งแต่ 30 ตันขึ้นไป ส่วนมากใช้ Condenser แบบระบายความร้อนด้วยน้ำ (Water Cooled Condenser)

4) แบบชิลเลอร์ (Chilled Water System) เป็นระบบที่ใช้น้ำผ่านเข้าไปใน Evaporator เพื่อให้มีอุณหภูมิต่ำประมาณ 42-50 F แล้วเอาน้ำเย็นนี้ส่งผ่านท่อออกไปยังห้อง ที่ต้องการความเย็น แล้วเอาน้ำเย็นนี้ผ่านท่อขดเย็นแล้วใช้พัดลมเป่าให้อากาศ ภายในห้อง ผ่านท่อห้อง ผ่านท่อขดเย็นเล็กน้อยครั้งหนึ่ง

จากชนิดต่าง ๆ ซึ่งจะถูกแบ่งตาม ลักษณะของระบบ และขนาด (BTU./hr) ซึ่งส่วนใหญ่ขนาด หรือแบบที่นิยมใช้มาก คือ Split Type ซึ่งแบบนี้มีชื่อเรียกได้อื่น ๆ อีกตามลักษณะระบบการติดตั้ง เช่น ติดข้างฝา, ติดพื้น และแบบแขวน ซึ่งชุดควบคุมของโครงการนี้จะเหมาะกับชนิดที่กล่าวมา

## 2. ส่วนประกอบของ Air Condition System

1) Condensing Unit หรือ เรียกว่า Out door Unit ประกอบด้วย

- Compressor motor เป็นหัวใจสำคัญของระบบเครื่องปรับอากาศ มีหน้าที่ดูดน้ำยาที่เป็นแก๊สที่แรงดันต่ำ และอัดให้มีแรงดันสูง
- Fan motor มีหน้าที่ระบายความร้อนของแผงคอยล์เพื่อลดปริมาณความร้อนของ High pressure
- Capacitor (Cap start) จะมีอยู่กับทังวงจร Fan motor และ Compressor motor จะต่ออนุกรมกับขด start ของ motor
- Internal Overload Protector จะมีอยู่ภายในของ Fan motor และเพื่อป้องกันเกิดการลัดวงจรของขดลวด ภายใน motor
- Condenser ส่วนที่ต้องการระบายความร้อน เพื่อลดปริมาณความร้อนลง และทำการเปลี่ยนสถานะน้ำยา ซึ่งเป็นแก๊สของเหลว ที่ถูก Compressor motor อัดส่งทำให้น้ำยาที่ออกจาก Condenser เป็นของเหลว

2) Cooling Unit หรือเรียกว่า Indoor Unit เป็นส่วนที่อยู่ภายในห้อง หรือในอาคารที่เราควบคุมอุณหภูมิ ประกอบด้วย

- Evaporator หรือคอยล์เย็น จะทำหน้าที่ให้ความเย็น ซึ่งน้ำยาภายในท่อส่วนนี้ถูกเปลี่ยนสถานะจากของเหลว กลายเป็นแก๊ส
- Expansion Valve เป็นตัวควบคุมน้ำยา และขณะเดียวกัน น้ำยาภายในท่อถูกเปลี่ยนสถานะตรงจุดนี้ด้วย จากของเหลว กลายเป็นแก๊ส

- Fan motor จะเป็นตัวเป่าระบายความเย็นที่ Evaporator เพื่อให้ความเย็นกระจายออกมา

- Thermostart เป็นตัวตัดต่อให้วงจร Compressor motor ทำงาน หรือหยุด เมื่ออุณหภูมิภายในห้องเย็นถึงค่าที่ตั้งไว้

### 3. การทำงานของเครื่องปรับอากาศ

การทำงานเบื้องต้นของเครื่องปรับอากาศ เริ่มต้นเมื่อจ่ายไฟ Main Ac 220 V ให้กับคอมเพรสเซอร์, มอเตอร์ จากนั้นคอมเพรสเซอร์ จะทำงานดูดน้ำยาที่เป็นแก๊ซ และอัดส่งทางออก (ภายในท่อ) ซึ่งมีอุณหภูมิ และแรงดันสูง ผ่านคอนเดนเซอร์ ซึ่งจะมีพัดลมพัดระบายความร้อน ทำให้น้ำยาที่มีสถานะเป็นแก๊ซ กลายเป็นน้ำยาที่เปลี่ยนสถานะเป็นของเหลว (ซึ่งใช้หลักการของการควบแน่น) ส่งผ่านไปเข้า Expansion Valve น้ำยาจะลดแรงดันลง ฉุดเข้าไปใน Evaporator ทำให้น้ำเดือดใน Evaporator และน้ำยาที่เป็นแก๊ซจะวิ่งกลับเข้าท่อทาง Compressor (ใช้หลักการของความร้อนแฝง) เมื่อ Evaporator เย็น จะมีพัดลมพัดผ่าน Evaporator ให้ความเย็นกระจายออก

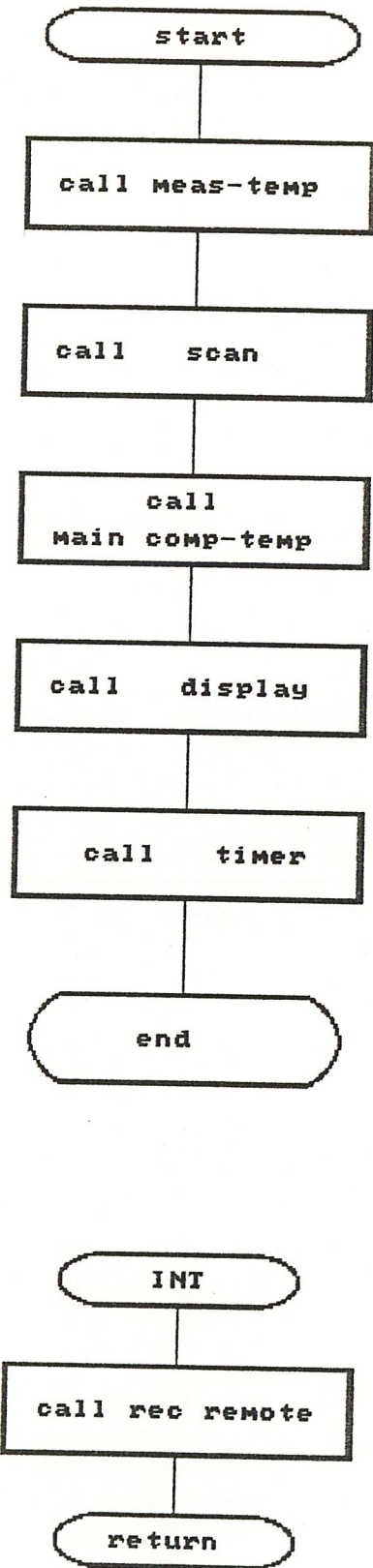
จะเห็นได้ว่า เราสามารถควบคุมระบบการทำงานหลักใหญ่ ๆ ได้โดยควบคุมการทำงาน on/off ของ Compressor และปรับความเร็วของมอเตอร์ที่ระบายความเย็น



หลักการการทำงานของ FLOW CHART

การทำงานของส่วน software จะมีความสัมพันธ์ กับการทำงาน ของส่วนวงจร ซึ่งจะมีการทำงานหลักดังนี้ คือ

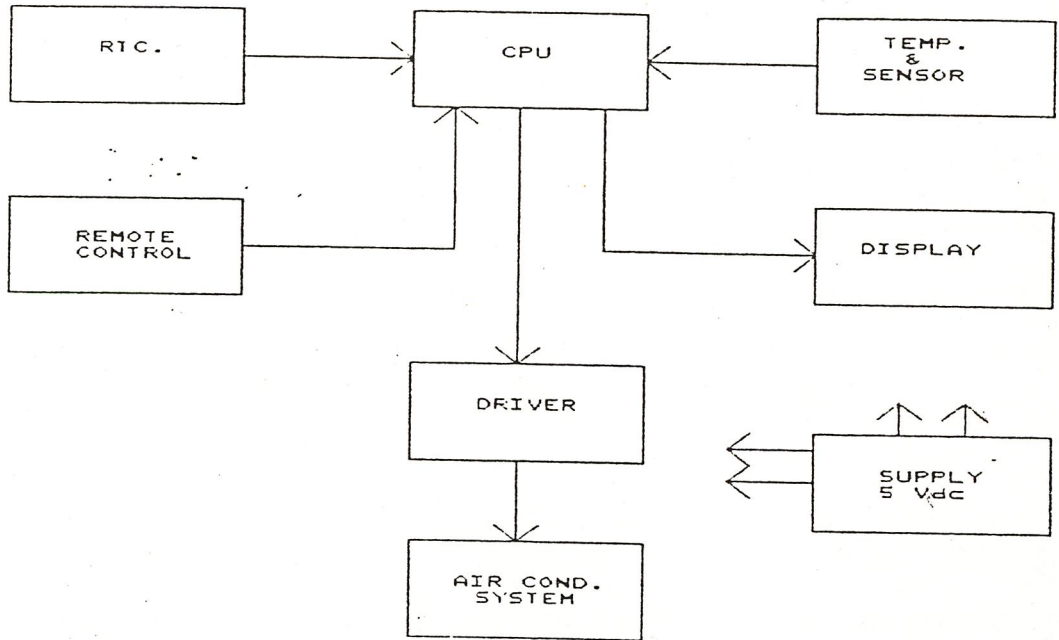
- การวัดอุณหภูมิ
  - การ scan key
  - การเปรียบเทียบอุณหภูมิ และขับ relay
  - การ display
  - การ interrupt เพื่อรับสัญญาณ จาก remote ไร้สาย
  - การ interrupt ของ overflow flag จากการตั้งค่า timer
- ซึ่งสามารถเขียน flowchart ได้ดังนี้



บทที่ 4

หลักและการทำงานของระบบควบคุม

หลักและการทำงานของระบบควบคุม เพื่อควบคุมระบบการทำงานของเครื่องปรับอากาศ สามารถแบ่งแยกการทำงานของแต่ละภาค ได้ตาม Block Diagram ดังรูป

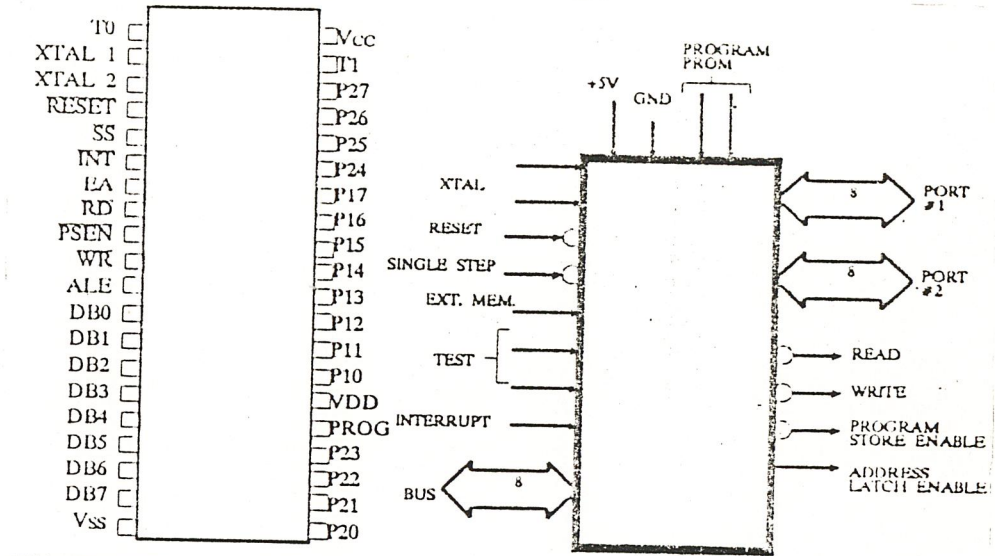


Block Diagram

**CPU Controller**

เลือกใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ เนื่องจากชิปชนิดนี้ได้รวมระบบที่จำเป็นต่างๆ เช่น cpu , หน่วยความจำ , i/o , ตัวจับเวลาและตัวนับ ไว้บนชิปเดียว หรือที่เรียกว่า (single chip) ตามลักษณะการใช้งานที่มีเพียงชิปเดียวก็ทำงานได้ เป็นเหตุผลหนึ่ง ที่เลือกไมโครคอนโทรลเลอร์ แทนที่จะเลือก z80 ที่มีราคาถูกกว่า เนื่องจาก z80ไม่มี Rom ในตัวเอง และ ไม่มี timer/counter และ static ram ก็มีจำนวนจำกัดกว่า Ram ของไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งถ้าต้องการให้ z80 มีความสามารถเทียบเท่ากับ ไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยต่อ Rom, Ram รวมแล้วใช้ค่าใช้จ่ายมากกว่าใช้ ไมโครคอนโทรลเลอร์ และไมโครคอนโทรลเลอร์ ก็ยังมีขนาดเล็กกว่าอีกด้วย

## การนำไมโครคอนโทรลเลอร์มาใช้งานกับระบบควบคุมอุณหภูมิ



### จุดที่มีความสำคัญ

- ขา TO โดยการ ต่อสัญญาณ output ของ LM 555 ที่เปลี่ยนแปลงตาม T เข้าที่ขา TO โดยใช้ TIMER เป็นตัวนับหาเวลาความกว้างของ pulse
- ขา INT เป็นขา input รับสัญญาณ อินเตอร์รัพต์ภายนอก โดยต่อเข้ากับขา output ของ REMOTE ไร้สาย input ที่ได้จากขา 6 จะนำมาตรวจสอบเพื่อ แยก key ที่กดต่อไป

### หน่วยความจำ

หน่วยความจำของ MCS-48 แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

หน่วยความจำโปรแกรม (program memory) หน่วยความจำนี้จะใช้สำหรับเก็บชุดคำสั่งการทำงานของ MCS-48 ที่เขียนขึ้น ขนาดหน่วยความจำสูงสุดของส่วนนี้คือ 4 kbytes โดยส่วนหนึ่งจะอยู่ภายในชิปของไอซี หรือ เป็นการต่อเพิ่มจากภายนอกก็ได้ ในกรณีที่หน่วยความจำโปรแกรมภายในชิป จะมีขนาดความจุและชนิดต่างๆกัน แล้วแต่เบอร์ในตระกูล MCS-48

หน่วยความจำข้อมูล หน่วยความจำส่วนนี้จะ เป็นชนิดแรม ที่อยู่ภายในชิปของ MCS-48 โดยมีขนาด 64 , 128 และ 256 ไบต์ ขึ้นอยู่กับเบอร์ของชิปตระกูล MCS-48 ส่วนของหน่วยความจำส่วนนี้จะทำหน้าที่เป็น เรจิสเตอร์ใช้งาน 16 ตัวโดยแบ่งเป็น 2 ชุด ๆ ละ 8 ตัว

### การ อินเตอร์รัพต์

การอินเตอร์รัพต์ ของ MCS-48 เป็นการ interrupt ระดับเดียวจะรับการอินเตอร์รัพต์ ก็ต่อเมื่อได้เซตให้เป็น อีนาเบิลแล้ว การอินเตอร์รัพต์จะเกิดขึ้นเมื่อมีสัญญาณสถานะลอจิก เป็น 0 เข้ามาที่ขา int ซึ่งขาอินเตอร์รัพต์จะถูก แซมปลิ่ง ทุกวัฏจักรคำสั่งในช่วงวัฏจักร การทำงานของ ALE และเมื่อตรวจพบซึ่งอย่างน้อยสัญญาณ interrupt ที่เข้ามาจะต้อง อยู่ในสถานะ LOW 3 วัฏจักรแมชชีน จึงจะเรียกโปรแกรมย่อยการอินเตอร์รัพต์ โดยจะไป ยัง interrupt vector ที่ตำแหน่ง 003 ของหน่วยความจำโปรแกรม ซึ่งจะ JUMP ไป ยังโปรแกรมย่อยการอินเตอร์รัพต์ต่อไป

ตัวนับ เป็นตัวนับแบบเลขฐานสอง ขนาด 8 bit

ตัวจับเวลา มีขนาด 8 bit จะเพิ่มค่าทุกๆ 44 ไมโครวินาที ภายหลังจากใช้คำสั่ง strt t แล้วเมื่อเพิ่มค่าจนถึง ffh แล้วการเพิ่มค่าครั้งต่อไปจะเกิด overflow ถ้าต้องการใช้การ overflow เป็นเงื่อนไขให้ไปทำตาม programย่อยก็สามารถทำได้

### การเขียนโปรแกรม MCS-48

การใช้ชุดคำสั่งของ MCS-48 จะเห็นได้ว่ามีข้อจำกัดอยู่มาก ในการที่จะเขียนโปรแกรม ให้ได้สมบูรณ์ตามต้องการ ตัวอย่างเช่น ไม่มีคำสั่งการลบ คูณ หหาร แต่อย่างไรก็ตาม ถ้าต้องการ ทำงานทางคณิตศาสตร์ และ ทางตรรกศาสตร์ทั้งหมด ก็สามารถที่จะเขียน เป็น โปรแกรมย่อยเพื่อเรียกใช้ในโปรแกรมหลักได้

ชุดคำสั่งสำหรับตระกูล MCS-48 สามารถแบ่งตามชนิดการทำงานได้ดังนี้

- \* คำสั่งควบคุม
- \* คำสั่งเคลื่อนย้ายข้อมูล
- \* คำสั่งเกี่ยวกับตัวจับเวลา/ตัวนับ
- \* คำสั่งเกี่ยวกับแอกคูมิวเลเตอร์
- \* คำสั่งการกระโดด

- \* คำสั่งเกี่ยวกับอุปกรณ์ภายนอก
- \* คำสั่งเกี่ยวกับเรจิสเตอร์
- \* คำสั่งเกี่ยวกับโปรแกรมย่อย
- \* คำสั่งเกี่ยวกับแฟลช
- \* คำสั่งเบ็ดเตล็ด

ซึ่งชุดคำสั่งของตระกูล MCS-48 ประกอบด้วยคำสั่งทั้งหมด 98 คำสั่ง เป็นคำสั่งขนาดไบต์ เดียว และ 2 ไบต์ ซึ่งรายละเอียดของชุดคำสั่งแต่ละคำสั่ง สามารถหาอ่านได้ในหนังสือ ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-48 ทั่วๆไป

### Display

จะแสดงค่าที่ตั้งของอุณหภูมิ , ความเร็วพัดลม , เวลาการปิด-เปิด , mode ในการเลือกเป็น auto หรือ manual ซึ่ง Display จะแสดงอยู่ที่ตัวส่งของ remote มีสาย แต่ค่าที่แสดง จะเป็นค่าที่ได้จาก remote ทั้งมีสาย และไร้สาย การแสดงค่าต่าง ๆ จะมีดังนี้ แสดงค่าอุณหภูมิที่ตั้ง อยู่ระหว่างช่วง 20-29 องศาเซลเซียส, ความเร็วพัดลม 3 ระดับ high, medium, low เวลาที่ตั้งในการเปิด-ปิด ตั้งได้อยู่ในช่วง 1-10 ชั่วโมง และแสดงค่า mode ที่เลือกกว่าเป็น auto หรือ manual โดยค่าต่าง ๆ เหล่านี้ แสดงโดยไฟหลอด LED

### REMOTE CONTROL

มีส่วนประกอบหลักใหญ่อยู่ 2 ส่วน คือ

1. ตัวส่ง (Remote Transmitter)
2. ตัวรับ (Remote Receiver)

ตัวส่ง ส่วนประกอบที่ถือได้ว่าเป็นหัวใจของเครื่องส่ง คือ แสงอินฟราเรด สำหรับคุณสมบัติของแสงอินฟราเรดที่ใช้ มีควมยาวคลื่น 940 nm มีแหล่งกำเนิดมาจากไฟฟ้า คือ ใช้ LED Infared ซึ่งมีคุณสมบัติให้ลำแสงอินฟราเรดออกมา เมื่อตัวมันนำกระแส

ในชุดส่งสัญญาณ Remote Control ใช้วิธีการส่ง Pulse ที่ mod กับความถี่สูง ๆ ประมาณ 32 kHz (32768HZ) เพื่อช่วยในการส่งสัญญาณอินฟราเรด ไปได้ไกลมากขึ้น ซึ่ง Pulse ที่ส่งไปนี้ จะมีค่าอยู่ประจำ key โดย ค่าของแต่ละ key มีดังนี้

Control Function	Reception Code
Power	FDH
Auto/Manual	F2H
Fan	F3H
Temp Up	F4H
Temp Down	F5H
Timer On/Off	F6H
Hour Up	F9H
Hour Down	FAH

ส่วนชุดรับสัญญาณ infrared นี้ ใช้ LTM-9046A-3 จะมีวงจร filter ความถี่ 38 kHz และวงจรขยายสัญญาณ อยู่ด้วย และใช้ไฟเพียง 5 volt ต่อร่วมกับ CPU ของวงจรควบคุม

#### Driver

เป็นส่วนขับ Relay เพื่อที่จะปิด-เปิด compressor และพัดลม (เปลี่ยนแปลงความเร็วของพัดลม) จะใช้ทรานซิสเตอร์เป็นตัวขับ Relay

#### Power

ใช้  $v_{cc}=+5$  volt กับทุกภาคการทำงาน ยกเว้นภาค Driver ต้องใช้ไฟ  $v_{cc}=+12$  volt สำหรับการทำงานของ Relay

#### Temperature & sensor

มีหลายวิธีในการวัดอุณหภูมิ โดยเครื่องมือแต่ละชนิด อาศัยหลักการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติเฉพาะของสาร คือจะต้องมีการเปลี่ยนแปลงที่วัดได้เมื่ออุณหภูมิที่วัดเปลี่ยนไป และการเปลี่ยนแปลงที่วัดได้ ต้องคงที่แน่นอน ส่วนตัววัดอุณหภูมิทางอิเล็กทรอนิกส์นั้น จะแสดงค่าอุณหภูมิออกมาเป็นตัวเลข อย่างเที่ยงตรง (บอกเป็นแรงดัน) ตัวอุปกรณ์ที่ว่่านีเราใช้ Thermister มีหลักการทำงาน คือเมื่ออุณหภูมิมีการเปลี่ยนแปลง ทำให้ความต้านทานของ Thermister มีการเปลี่ยนแปลงด้วย คือจะมีค่าความต้านทานลดลง เมื่ออุณหภูมิมีค่าเพิ่มขึ้นเป็นลักษณะ Non-linear จากนั้นจึงนำมาประยุกต์ใช้ร่วมกับ LM 555 แปลงเป็นสัญญาณไฟฟ้า

การทำงาน คือเมื่อมีสัญญาณมา trig ที่ขา trigger LM 555 จะสร้าง pulse ที่มีค่าการเปลี่ยนแปลงตามความต้านทานของ  $R_t$  ซึ่งใช้แทนด้วย Thermister

จากผลการทดลอง สามารถเขียนความสัมพันธ์ ระหว่างความกว้างของ pulse กับ  $R$  ของ thermister ที่ช่วงอุณหภูมิ 19 - 30 เซลเซียส ดังตารางที่ 4.1

ตาราง 4.1 แสดงความสัมพันธ์ ระหว่างความกว้างของ pulse กับ  $R$  ของ thermister

อุณหภูมิ C	R ของ THERMISTER	T ของ PULSE HIGH
19	6.74 K	3.49 ms
20	6.42 K	3.32 ms
21	6.11 K	3.16 ms
22	5.77 K	2.99 ms
23	5.56 K	2.87 ms
24	5.32 K	2.75 ms
25	4.96 K	2.56 ms
26	4.73 K	2.45 ms
27	4.57 K	2.36 ms
28	4.38 K	2.26 ms
29	4.17 K	2.16 ms
30	4.01 K	2.07 ms

### หลักการการทำงานของวงจร

วงจร REMOTE มีสาย มีหลักการทำงาน แบ่งเป็น 2 ส่วน คือ

-ส่วน Scan Key

-ส่วน Display

### ส่วน Scan Key

เริ่มจากไมโครส่งสัญญาณ high ออกจาก 4 bit แรกของ Port 1 เพื่อเตรียมเช็คการกด key จากนั้นไมโคร จะส่งสัญญาณมา scan ที่ขา 1, 10 และ 11 ของ IC 74LS145 ซึ่งเป็นขา scan key ทีละขา จะทำให้สัญญาณ o/p ที่ขา 1, 10 และ 11 มีสถานะ low เมื่อมีการกด key ใด ๆ ขณะที่มีการ scan ขาที่ตรงกันก็จะทำให้สัญญาณที่ i/o ไม่เป็น high เหมือนเดิม ไมโคร ซึ่งตรวจสอบสัญญาณนี้อยู่ ก็จะทราบว่า มีการกด key และสัญญาณนี้ จะมีความสัมพันธ์กับ key ที่กด ทำให้ไมโครรู้ว่า เป็น key ใด

### ส่วน Display

เป็นส่วนทำงานต่อจากส่วน scan key โดยจะนำค่าสถานะของ ฟังก์ชันต่าง ๆ ในการควบคุมเครื่องปรับอากาศที่จำเป็นต้องแสดง มา Display ซึ่งจะบอกด้วยหลอด LED ที่กำกับค่าสถานะของฟังก์ชัน และค่าที่ตั้ง ที่ต้องการแสดงได้

การจุดชนวน LED ทำได้โดย ส่งสัญญาณ i/p มาที่ 74LS145 เพื่อจุดชนวนกลุ่มของหลอด LED ที่ต้องการแสดง จากนั้น จึงส่งสัญญาณผ่าน i/o เพื่อ drive transistor ตัวใดตัวหนึ่ง ซึ่งจะทำให้ หลอด LED ที่ต้องการแสดงติดสว่าง การทำงานของส่วน Display จะทำงานถัดกันไปทุกกลุ่มของ สถานะค่าสิ่งที่ต้องการแสดง

### **หลักการการทำงานของวงจรถ่ายของ REMOTE**

หลักการการทำงานของภาครับ ของ Remote มี 4 ส่วน ดังนี้

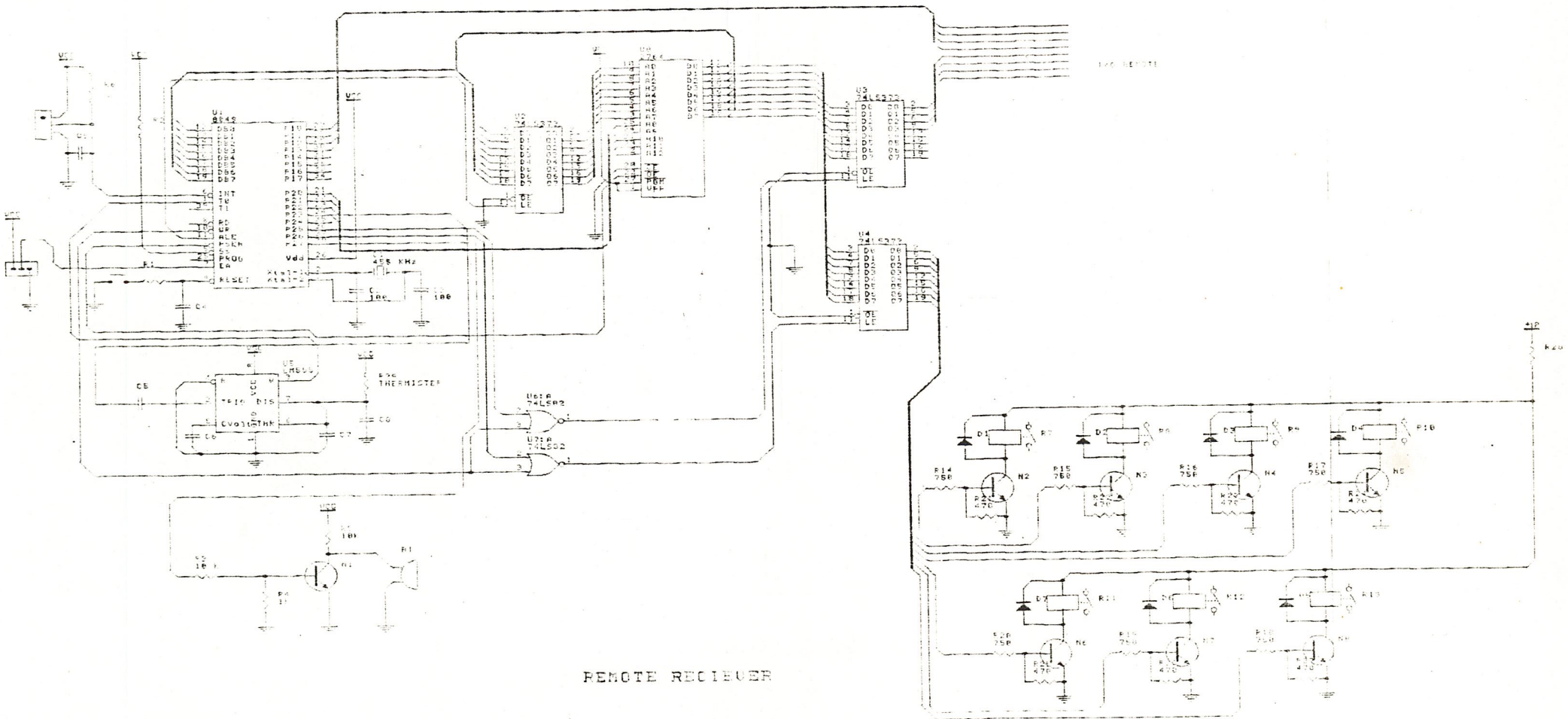
- ส่วนรับส่ง Remote มีสาย
- ส่วนรับ Remote ไร้สาย
- ส่วนวัดอุณหภูมิ
- ส่วนขับ Relay

การทำงานของทุกส่วนทำงาน จะมีไมโคร ตระกูล 48 เป็น CPU เมื่อมีการกด key และไมโคร รับสัญญาณได้ ก็จะไปขับ Buzzer ให้ทำงาน ก่อนจะไปประมวลผลอย่างอื่นต่อไป

### **ส่วนรับส่ง REMOTE มีสาย**

จะติดต่อควบคุม ผ่านกลุ่ม bus 8 เส้น แบ่งเป็น

- 4 bit เป็น o/p เพื่อไป scan เลือกขาต่าง ๆ ของ 74LS145 ซึ่งจะถูส่งมาจาก data bus ของไมโคร โดยมี 74LS373 (ตัวแรก) โดยการเลือกก่อนจากการส่งสัญญาณ low ของขา  $P_{25}$  เป็นตัว latch ไว้



REMOTE RECEIVER

-4 bit เป็น i/o มาจาก 4 bit แรกของ Port1 มีการทำงานดังนี้  
เป็น i/p สำหรับตรวจเช็คการกด key ถ้าสัญญาณไม่ใช่ high หมด  
แสดงว่ามีอาการกด key

เป็น o/p สำหรับจุดชนวนหลอด LED ในการทำ Display ซึ่งจะต้องทำงานร่วมกับการ scan ขา ของ 74LS145

### ส่วนรับ REMOTE ไร้สาย

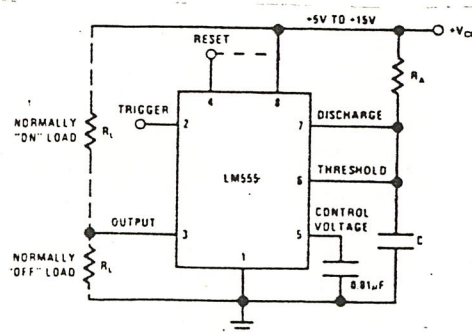
ตัวรับ จะใช้ PT2275 DECODER เป็นตัวรับสัญญาณ INFARED พร้อมกับขยาย และ Demod สัญญาณด้วย ตัวรับนี้ จะsync. กับ transmitter ที่สัญญาณมีความยาวคลื่น (peak) = 940 nM ,  $\Delta$  ความยาวคลื่น = 50 nM

สัญญาณที่ Demod เรียบร้อยแล้ว จะถูกส่งเข้าไปที่ขา INT ของไมโคร ซึ่งจะนำไปประมวลผลต่อไป

### ส่วนวัดอุณหภูมิ

จะใช้ Thermister แบบ NTC มี NO. NA 502 6 D1A-76 เป็นตัว sensor และใช้ LM 555 เป็นตัวแปลงเป็นสัญญาณไฟฟ้า เริ่มจากไมโคร จะส่งสัญญาณ o/p จาก P<sub>2.4</sub> ไป trig ให้ LM555 ทำงาน LM555 จะส่ง Pulse สัญญาณ ซึ่ง vary ความกว้างของ Pulse ตามค่า R ของ Thermister ที่แปรตามอุณหภูมิ ไปเข้าขา T<sub>0</sub> ของไมโคร เพื่อประมวลผลหาความสัมพันธ์กับค่าอุณหภูมิต่อไป

โหมดการทำงานของ LM 555 จะใช้การทำงานแบบ monostable ดังรูป

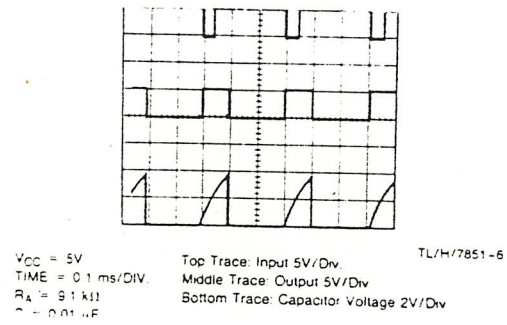


Monostable

การทำงาน เมื่อมี negative pulse น้อยกว่า  $1/3 V_{cc}$  มา trig ที่ขา 2 flip flop จะถูก set ทำให้เกิดการ charge ประจุคร่อมตัว C และขับให้ o/p มีสถานะ high จนกระทั่ง voltage คร่อมตัว C มีค่าเท่ากับ  $2/3 V_{cc}$  flip flop จะถูก reset ทำให้ C discharge ประจุ และขับให้ o/p มีสถานะ low  
 ค่า voltage คร่อมตัวเก็บประจุ จะเพิ่มเป็น exponential มีคาบเวลา

$$t = 1.1 R C$$

wave form ของ mode การทำงานแบบ monostable แสดงได้ดังรูป



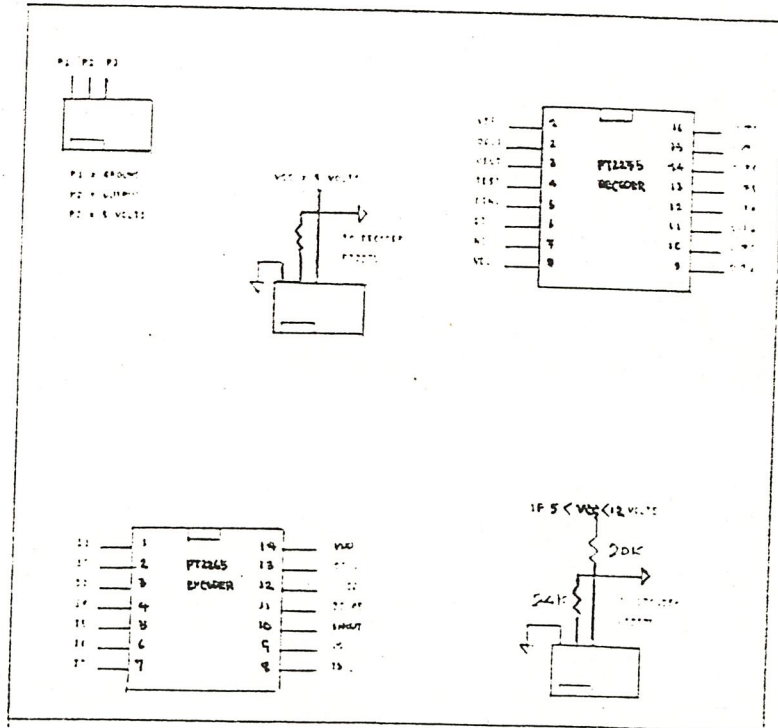
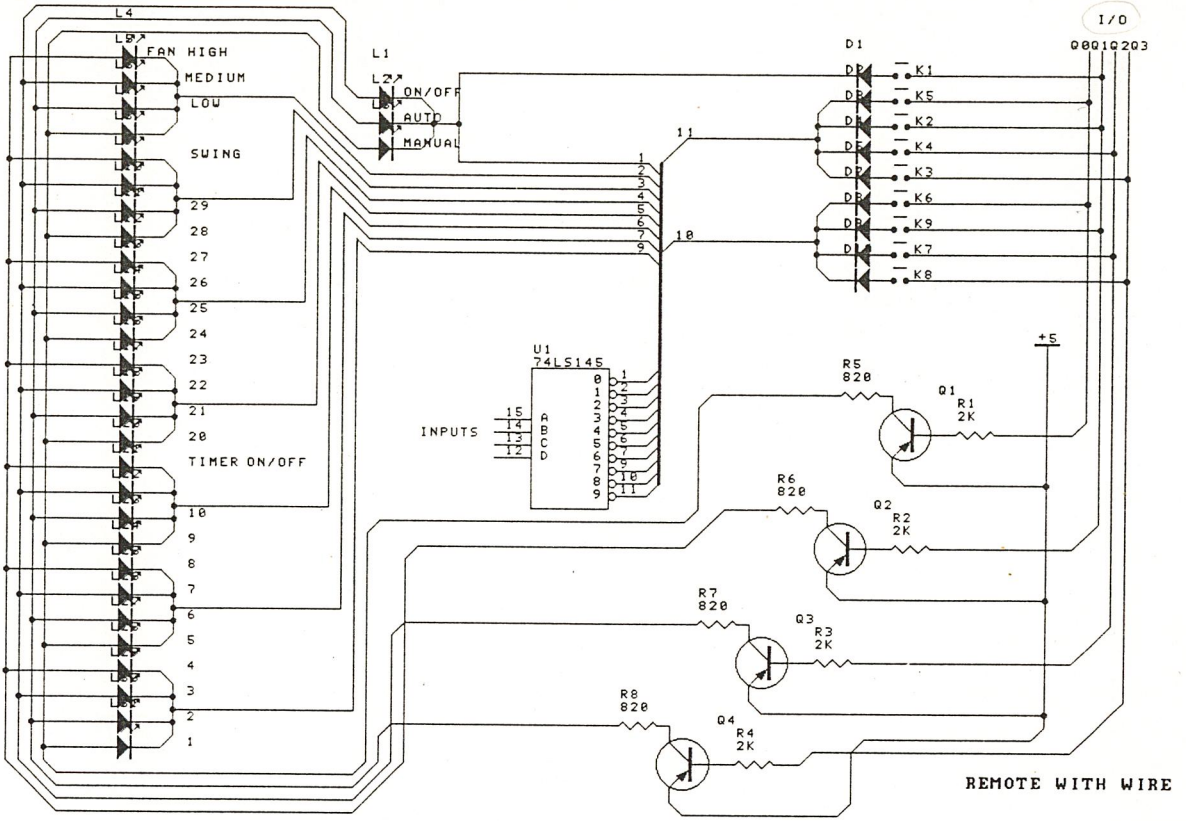
Monostable Waveforms

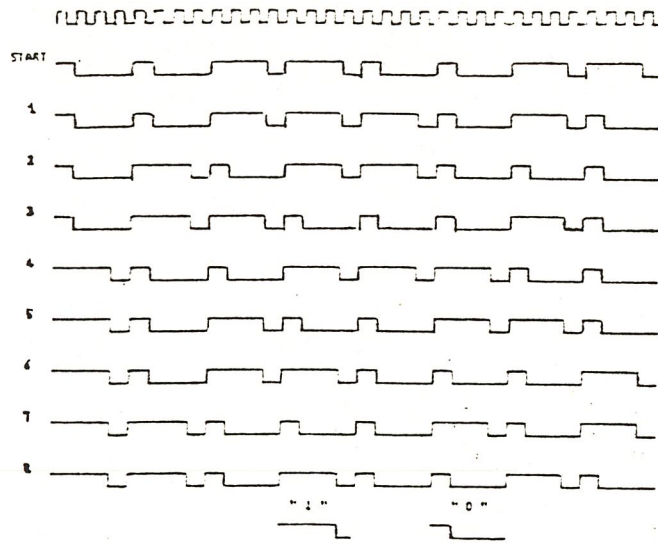
**ส่วนขับ RELAY**

เมื่อไมโครประมวลผลเรียบร้อยแล้วจะส่งสัญญาณ o/p ควบคุม ผ่าน data bus แล้วให้ 74LS373 (ตัวที่ 2) โดยการเลือกก่อน จากการส่งสัญญาณ low ของ  $P_{2e}$  เป็นตัว latch ไว้ เพื่อให้ relay ที่ต้องการทำงาน

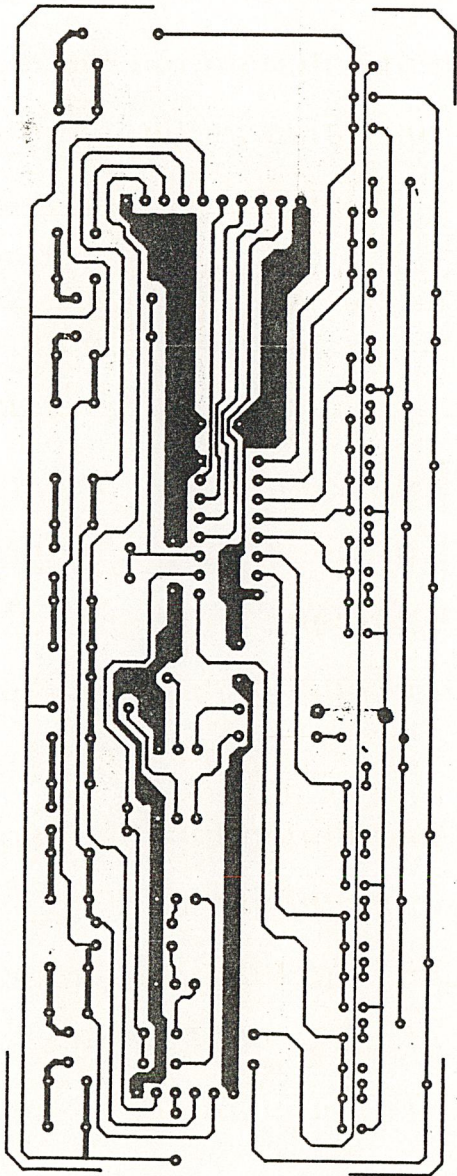
**หลักการการทำงานของวงจรภาคส่ง ของ REMOTE ไร้สาย**

จะใช้ PT2265 ENCODER ซึ่งเป็น IC เฉพาะสำหรับเป็นตัวส่ง Remote ซึ่งจะทำหน้าที่ scan key, modulate แบบ PCM และขับ Infrared Diode  
 o/p ของการส่ง Remote ประกอบด้วย start bit ขนาด 8 bits (customer code) , data code ขนาด 8 bits ดังรูป

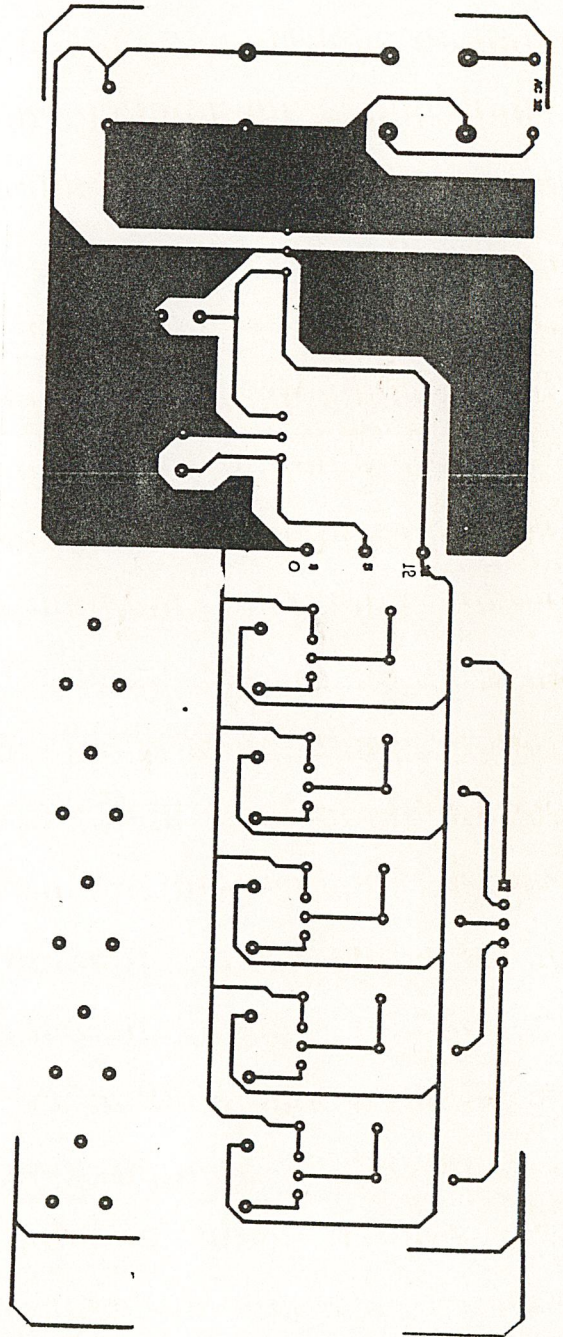




code ที่ถูกส่งมาจะถูก mod แบบ Pulse Position Modulation (P.P.M) จะเป็น 1 หรือ 0 ขึ้นอยู่กับเวลาระหว่าง pulse เมื่อ key เดิมยังคงถูกกด leader code จะถูกส่งซ้ำเท่านั้น เพื่อประหยัดในการส่ง infrared



ลาย print ส่วน  
remote with wire



ลาย print ส่วน  
supply และ ทัย relay

## บทที่ 5

### SOFTWARE ที่ใช้ในการควบคุม

SOFTWARE ที่ใช้ในการควบคุม สามารถแบ่งเป็นส่วนสำคัญ ๆ ได้ดังนี้

#### ส่วนวัดอุณหภูมิ

ไมโคร จะทำหน้าที่จับสัญญาณ หาค่าเวลา เพื่อนำมาประมวลผลหาค่าอุณหภูมิขณะนั้น

#### ส่วนรับ remote มีสาย

ไมโคร จะทำหน้าที่ส่งสัญญาณมา scan key ต่าง ๆ และรับค่าที่เปลี่ยนแปลง เมื่อมีการกด key

#### ส่วนรับ remote ไร้สาย

สัญญาณจากตัวส่ง จะมา interrupt micro เพื่อให้ไมโคร sampling สัญญาณ เพื่อหาค่าข้อมูลที่ถูกลูกส่งมา แล้วนำมาประมวลผลว่า key ใดถูกกด

#### ส่วน display

ไมโคร จะทำหน้าที่ส่งสัญญาณมา display ทุกรอบการทำงาน

#### ส่วน timer

เมื่อมีการตั้งเวลาปิด ไมโครจะจับเวลา โดยนับจากรอบการทำงานของตัวโปรแกรม เมื่อถึงเวลาที่ตั้งไว้ ไมโครจะ off air system

#### ส่วน compare

ไมโครจะหาค่าความแตกต่าง ระหว่างอุณหภูมิที่วัดได้ กับค่าอุณหภูมิที่ต้องการ เพื่อนำผลที่ได้มาควบคุมการทำงานของ fan และ compressor

ส่วนรายละเอียดของโปรแกรมทั้งหมด สามารถเขียนได้ดังนี้

```

0000          cpu      "8048.tbl"
0000          hof      "int8"

0000          org      0000h
0000 05       en       i
0001 0410     jmp      0010h

0003          org      0003h
0003 15       dis      i
0004 A4FF     jmp      05ffh

0010          org      0010h
0010 B900     mov      r1,#00h
0012 BE40     mov      r6,#40h
0014 BC00     mov      r4,#00h

;*****;
;*****  main  program  *****;
;*****;

0016 BD00     e1:     mov      r5,#00h
0018 1428     call     s1
001A BD08     mov      r5,#08h
001C 1428     call     s1
001E BD09     mov      r5,#09h
0020 1428     call     s1
0022 3480     call     dis
0024 5448     call     timer
0026 44E6     jmp      mea

```

```

;*****;
;***** SCAN *****;
;*****;

```

```

0028 05          s1:   en    i
0029 0A          in    a,p2
002A 53DF        anl   a,#0dfh
002C 3A          outl  p2,a
002D 230F        mov   a,#0fh
002F 39          outl  p1,a
0030 FD          mov   a,r5
0031 02          outl  bus,a
0032 09          in    a,p1
0033 AC          mov   r4,a
0034 0A          in    a,p2
0035 4320        orl   a,#20h
0037 3A          outl  p2,a
0038 FC          mov   a,r4
0039 D30F        xrl  a,#0fh
003B 963E        jnz  a1
003D 83          ret
003E 1464        a1:   call  buzzer
0040 FD          mov   a,r5
0041 D300        srl  a,#00h
0043 9699        jnz  a2
0045 1471        call  onoff
0047 BF00        xx:   MOV   R7,#00H
0049 BC00        MOV   R4,#00H
004B BB00        MOV   R3,#00H
004D EF5B        YY:   DJNZ  R7,ZZ
004F 1C          INC   R4

```

```

0050 FC          MOV      A,R4
0051 F25B        JB7      ZZ
0053 EB5B        DJNZ     R3,ZZ
0055 3480        CALL    DIS
0057 5441        call   del
0059 0447        JMP     XX
005B 230F        ZZ:     mov     a,#0fh
005D 39          outl   p1,a
005E 09          in     a,p1
005F D30F        xrl   a,#0fh
0061 964D        jnz   YY
0063 83          ret
0064 83          buzzer: ret
0065 0A          in     a,p2
0066 53BF        anl   a,#0bfh
0068 3A          outl   p2,a
0069 2308        mov   a,#08h
006B 02          outl   bus,a
006C 0A          in     a,p2
006D 4340        orl   a,#40h
006F 3A          outl   p2,a
0070 83          ret

0071 FE          onoff: MOV     A,R6
0072 1287        JBO   C3
0074 D5          SEL   RB1
0075 FA          MOV   A,R2
0076 C5          SEL   RB0
0077 127B        JBO   C2
0079 0498        JMP   C4
007B 19          C2:   INC   R1

```

007C 1E		INC	R6
007D 2311		MOV	A, #11H
007F 4E		ORL	A, R6
0080 AE		MOV	R6, A
0081 B903		MOV	R1, #03H
0083 BA55		MOV	R2, #55H
0085 0498		JMP	C4
0087 D5	C3:	SEL	RB1
0088 BB00		MOV	R3, #00H
008A BC00		MOV	R4, #00H
008C FA		MOV	A, R2
008D 53FE		ANL	A, #0FEH
008F AA		MOV	R2, A
0090 27		CLR	A
0091 C5		SEL	RB0
0092 C9		DEC	R1
0093 CE		DEC	R6
0094 23E7		MOV	A, #0E7H
0096 5E		ANL	A, R6
0097 AE		MOV	R6, A
0098 83	C4:	RET	
0099 FD	a2:	mov	a, r5
009A D308		xrl	a, #08h
009C 96FE		jnz	a3
009E FC		mov	a, r4
009F D30E		xrl	a, #0eh
00A1 96A8		jnz	a4
00A3 14C5		call	tdown
00A5 0447		JMP	XX
00A7 83		ret	
00A8 FC	a4:	mov	a, r4

00A9	D30D		xrl	a, #0dh
00AB	96B2		jnz	a5
00AD	14D0		call	hdown
00AF	0447		JMP	XX
00B1	83		ret	
00B2	FC	a5:	mov	a, r4
00B3	D30B		xrl	a, #0bh
00B5	96BB		jnz	a6
00B7	14E0		call	tonoff
00B9	0447		JMP	XX
00BB	FC	a6:	mov	a, r4
00BC	D307		xrl	a, #07h
00BE	96C4		jnz	a7
00C0	14EF		call	hup
00C2	0447		JMP	XX
00C4	83	a7:	ret	
00C5	FA	TDOWN:	MOV	A, R2
00C6	530F		ANL	A, #0FH
00C8	D300		XRL	A, #00H
00CA	C6CF		JZ	F1
00CC	FA		MOV	A, R2
00CD	07		DEC	A
00CE	AA		MOV	R2, A
00CF	83	F1:	RET	
00D0	F9	HDOWN:	MOV	A, R1
00D1	D2DF		JB6	G1
00D3	FA		MOV	A, R2
00D4	53F0		ANL	A, #0F0H
00D6	D300		XRL	A, #00H
00D8	C6DF		JZ	G1
00DA	FA		MOV	A, R2

00DB 47		SWAP	A
00DC 07		DEC	A
00DD 47		SWAP	A
00DE AA		MOV	R2, A
00DF 83	G1:	RET	
00E0 F9	TONOFF:	MOV	A, R1
00E1 D2E9		JB6	D0
00E3 4340		ORL	A, #40H
00E5 A9		MOV	R1, A
00E6 27		CLR	A
00E7 62		MOV	T, A
00E8 83		RET	
00E9 53BF	DO:	ANL	A, #0BFH
00EB A9		MOV	R1, A
00EC 27		CLR	A
00ED 62		MOV	T, A
00EE 83		RET	
00EF F9	HUP:	MOV	A, R1
00F0 D2FD		JB6	G0
00F2 FA		MOV	A, R2
00F3 53F0		ANL	A, #0F0H
00F5 D390		XRL	A, #090H
00F7 C6FD		JZ	G0
00F9 FA		MOV	A, R2
00FA 0310		ADD	A, #10H
00FC AA		MOV	R2, A
00FD 83	GO:	RET	
00FE FD	a3:	mov	a, r5
00FF D309		xrl	a, #09h

0101 C604		jz	a8
0103 83		ret	
0104 FC	a8:	mov	a,r4
0105 D30E		xrl	a,#0eh
0107 960E		jnz	a9
0109 3431		call	tup
010B 0447		JMP	XX
010D 83		ret	
010E FC	a9:	mov	a,r4
010F D30D		xrl	a,#0dh
0111 C615		jz	a10
0113 241A		jmp	n3
0115 343C	a10:	call	ma
0117 0447		JMP	XX
0119 83		ret	
011A FC	n3:	mov	a,r4
011B D30B		xrl	a,#0bh
011D C621		jz	n1
011F 2426		jmp	n2
0121 3447	n1:	call	swing
0123 0447		JMP	XX
0125 83		ret	
0126 FC	n2:	mov	a,r4
0127 D307		xrl	a,#07h
0129 C62C		JZ	ZOO
012B 83		RET	
012C 345A	ZOO:	call	fan
012E 0447		JMP	XX
0130 83		ret	
0131 FA	TUP:	MOV	A,R2

0132	530F		ANL	A, #0FH
0134	D309		XRL	A, #09H
0136	C63B		JZ	F0
0138	FA		MOV	A, R2
0139	17		INC	A
013A	AA		MOV	R2, A
013B	83	F0:	RET	
013C	F9	MA:	MOV	A, R1
013D	3243		JB1	K0
013F	4302		ORL	A, #02H
0141	2445		JMP	K1
0143	53FD	K0:	ANL	A, #0FDH
0145	A9	K1:	MOV	R1, A
0146	83		RET	
0147	FE	SWING:	MOV	A, R6
0148	B252		JB5	H0
014A	4320		ORL	A, #20H
014C	AE		MOV	R6, A
014D	F9		MOV	A, R1
014E	4320		ORL	A, #20H
0150	A9		MOV	R1, A
0151	83		RET	
0152	53DF	H0:	ANL	A, #0DFH
0154	AE		MOV	R6, A
0155	F9		MOV	A, R1
0156	53DF		ANL	A, #0DFH
0158	A9		MOV	R1, A
0159	83		RET	
015A	F9	FAN:	MOV	A, R1
015B	327F		JB1	J4
015D	FE		MOV	A, R6

```

015E 3262          JB1      J1
0160 246A          JMP      J2
0162 0302          J1:      ADD      A, #02H
0164 AE            MOV      R6, A
0165 F9            MOV      A, R1
0166 0304          ADD      A, #04H
0168 A9            MOV      R1, A
0169 83            RET
016A 5278          J2:      JB2      J3
016C 53F1          ANL     A, #0F1H
016E 4302          ORL     A, #02H
0170 AE            MOV      R6, A
0171 F9            MOV      A, R1
0172 53E3          ANL     A, #0E3H
0174 4304          ORL     A, #04H
0176 A9            MOV      R1, A
0177 83            RET
0178 0304          J3:      ADD      A, #04H
017A AE            MOV      R6, A
017B F9            MOV      A, R1
017C 0308          ADD      A, #08H
017E A9            MOV      R1, A
017F 83            J4:      RET

```

```

;*****;
;*****+   DISPLAY   *****;
;*****;

```

```

0180 F9            dis:    MOV      A, R1
0181 1284          JBO     IS1
0183 83            RET

```

0184 3487	IS1:	CALL	DISPLAY
0186 83		RET	
0187 0A	DISPLAY:	IN	A, P2
0188 53DF		ANL	A, #0DFH
018A 3A		OUTL	P2, A
018B BDOF		MOV	R5, #0FH
018D 5439		CALL	SUB
018F 1293		JBO	B1
0191 2498		JMP	B2
0193 2307	B1:	MOV	A, #07H
0195 39		OUTL	P1, A
0196 5441		CALL	DEL
0198 F9	B2:	MOV	A, R1
0199 32A0		JB1	B3
019B 230E		MOV	A, #0EH
019D 39		OUTL	P1, A
019E 24A3		JMP	B4
01A0 230B	B3:	MOV	A, #0BH
01A2 39		OUTL	P1, A
01A3 5441	B4:	CALL	DEL
01A5 5439		CALL	SUB
01A7 52AB		JB2	B5
01A9 24B0		JMP	B6
01AB 230B	B5:	MOV	A, #0BH
01AD 39		OUTL	P1, A
01AE 24C3		JMP	B8
01B0 72C0	B6:	JB3	B7
01B2 F9		MOV	A, R1
01B3 531C		ANL	A, #1CH
01B5 D310		XRL	A, #10H

01B7 C6BB	JZ	B71
01B9 24C3	JMP	B8
01BB 230D	B71: MOV	A, #0DH
01BD 39	OUTL	P1, A
01BE 24C3	JMP	B8
01C0 2307	B7: MOV	A, #07H
01C2 39	OUTL	P1, A
01C3 5441	B8: CALL	DEL
01C5 5439	CALL	SUB
01C7 B2CB	JB5	B9
01C9 24D0	JMP	B10
01CB 230D	B9: MOV	A, #0DH
01CD 39	OUTL	P1, A
01CE 5441	CALL	DEL
01D0 FA	B10: MOV	A, R2
01D1 72D3	JB3	B12
01D3 52D6	JB2	B11
01D5 1D	INC	R5
01D6 5439	B11: CALL	SUB
01D8 FA	B12: MOV	A, R2
01D9 32E7	JB1	B14
01DB 12E2	JBO	B13
01DD 230E	MOV	A, #0EH
01DF 39	OUTL	P1, A
01E0 24F1	JMP	B16
01E2 230B	B13: MOV	A, #0BH
01E4 39	OUTL	P1, A
01E5 24F1	JMP	B16
01E7 12EE	B14: JBO	B15
01E9 2307	MOV	A, #07H
01EB 39	OUTL	P1, A

01EC 24F1		JMP	B16
01EE 230D	B15:	MOV	A, #0DH
01F0 39		OUTL	P1, A
01F1 FD	B16:	MOV	A, R5
01F2 D304		XRL	A, #04H
01F4 C6F9		JZ	B18
01F6 1D		INC	R5
01F7 24F1		JMP	B16
01F9 5439	B18:	CALL	SUB
01FB D2FF		JB6	B19
01FD 4404		JMP	B20
01FF 230D	B19:	MOV	A, #0DH
0201 39		OUTL	P1, A
0202 5441		CALL	DEL
0204 FA	B20:	MOV	A, R2
0205 F20C		JB7	B22
0207 D20A		JB6	B21
0209 1D		INC	R5
020A 5439	B21:	CALL	SUB
020C FA	B22:	MOV	A, R2
020D 5320		ANL	A, #20H
020F D320		XRL	A, #20H
0211 17		INC	A
0212 AF		MOV	R7, A
0213 EF17		DJNZ	R7, BB2
0215 442A		JMP	B24
0217 FA	BB2:	MOV	A, R2
0218 5310		ANL	A, #10H
021A D310		XRL	A, #10H
021C C624		JZ	B23
021E 230E		MOV	A, #0EH

0220	39		OUTL	P1,A
0221	5441		CALL	DEL
0223	83		RET	
0224	230B	B23:	MOV	A,#0BH
0226	39		OUTL	P1,A
0227	5441		CALL	DEL
0229	83		RET	
022A	FA	B24:	MOV	A,R2
022B	9233		JB4	B25
022D	2307		MOV	A,#07H
022F	39		OUTL	P1,A
0230	5441		CALL	DEL
0232	83		RET	
0233	230D	B25:	MOV	A,#0DH
0235	39		OUTL	P1,A
0236	5441		CALL	DEL
0238	83		RET	
0239	1D	SUB:	INC	R5
023A	230F		MOV	A,#0FH
023C	39		OUTL	P1,A
023D	FD		MOV	A,R5
023E	02		OUTL	BUS,A
023F	F9		MOV	A,R1
0240	83		RET	
0241	BB00	DEL:	MOV	R3,#00H
0243	EB43		DJNZ	R3,ε
0245	83		RET	
0246	0416	e2:	jmp	e1

```

;*****;
;*****      TIMER      *****;
;*****;

```

```

0248 D5          timer:  sel    rb1
0249 FA                      mov    a,r2
024A C5                      sel    rb0
024B 1257         jbo    tt1
024D 0A                      IN    A,P2
024E 53BF         ANL    A,#0BFH
0250 2309         MOV    A,#09H
0252 0A                      IN    A,P2
0253 4340         ORL    A,#40H
0255 4469         jmp    tt2
0257 F9          tt1:   mov    a,r1
0258 5340         anl    a,#40h
025A D340         xrl    a,#40h
025C 9660         jnz    tt11
025E 4494         jmp    tt3
0260 D5          tt11:  SEL    RB1
0261 BB00         MOV    R3,#00H
0263 BC00         MOV    R4,#00H
0265 BD05         MOV    R5,#05H
0267 C5          SEL    RB0
0268 83          ret
0269 D5          tt2:   SEL    RB1
026A BB00         MOV    R3,#00H
026C BC00         MOV    R4,#00H
026E 27          CLR    A
026F 62          MOV    T,A
0270 55          STRT   T

```

0271 1675	TT21:	jtf	tt22
0273 4471		jmp	tt21
0275 1B	tt22:	inc	r3
0276 FB		mov	a,r3
0277 D3FF		xrl	a,#0ffh
0279 C67D		jz	tt23
027B 4471		jmp	tt21
027D BB00	tt23:	mov	r3,#00h
027F 1C		inc	r4
0280 FC		mov	a,r4
0281 D33D		xrl	a,#3dh
0283 C687		jz	tt24
0285 4471		jmp	tt21
0287 BC00	tt24:	mov	r4,#00h
0289 BB00		MOV	R3,#00H
028B BD05		MOV	R5,#05H
028D 65		stop	tcnt
028E FA		mov	a,r2
028F 4301		orl	a,#01h
0291 AA		mov	r2,a
0292 C5		sel	rb0
0293 83		ret	
0294 0A	tt3:	IN	A,P2
0295 53BF		ANL	A,#0BFH
0297 2306		MOV	A,#06H
0299 0A		IN	A,P2
029A 4340		ORL	A,#40H
029C D5		sel	rb1
029D 1B		inc	r3
029E FB		mov	a,r3
029F D379		xrl	a,#079h

02A1 96D7	jnz	tt4
02A3 BB00	mov	r3,#00h
02A5 1C	inc	r4
02A6 FC	mov	a,r4
02A7 D302	xrl	a,#02h
02A9 96D7	jnz	tt4
02AB BC00	mov	r4,#00h
02AD CD	dec	r5
02AE FD	mov	a,r5
02AF D304	xrl	a,#04h
02B1 96D7	jnz	tt4
02B3 BB00	mov	r3,#00h
02B5 BC00	mov	r4,#00h
02B7 BD05	mov	r5,#05h
02B9 C5	sel	rb0
02BA FA	mov	a,r2
02BB 47	swap	a
02BC 07	dec	a
02BD 47	swap	a
02BE AA	mov	r2,a
02BF 47	swap	a
02C0 17	inc	a
02C1 530F	and	a,#0fh
02C3 D300	xrl	a,#00h
02C5 D5	sel	rb1
02C6 96D7	jnz	tt4
02C8 FA	mov	a,r2
02C9 4302	orl	a,#02h
02CB 53FE	and	a,#0feh
02CD AA	mov	r2,a
02CE C5	sel	rb0

```

02CF F9          mov     a,r1
02D0 53BE        anl     a,#0beh
02D2 A9          mov     r1,a
02D3 FE          mov     a,r6
02D4 53FE        anl     a,#0feh
02D6 AE          mov     r6,a
02D7 C5          tt4:    sel     rb0
02D8 83          ret

02D9 0A          e4:    in     a,p2
02DA 53BF        anl     a,#0bfh
02DC 3A          outl   p2,a
02DD 2300        mov     a,#00h
02DF 02          outl   bus,a
02E0 0A          in     a,p2
02E1 4340        orl    a,#40h
02E3 3A          outl   p2,a
02E4 4446        jmp     e2

;*****;
;***** MEASURE TEMP *****;
;*****;

02E6 F9          mea:    mov     a,r1
02E7 12EB        jbo    me
02E9 44D9        jmp     e4
02EB B816        me:    mov     r0,#16h
02ED F0          mov     a,@r0
02EE 17          inc    a
02EF A0          mov     @r0,a
02F0 D303        xrl   a,#03h

```

```
02F2 9646                jnz      e2
02F4 B816                wd:     mov      r0,#16h
02F6 B000                mov      @r0,#00h

02F8 B808                mov      r0,#08h
02FA B002                mov      @r0,#02h
02FC 18                  inc      r0
02FD B003                mov      @r0,#03h
02FF 18                  inc      r0
0300 B003                mov      @r0,#03h
0302 18                  inc      r0
0303 B002                mov      @r0,#02h
0305 18                  inc      r0
0306 B002                mov      @r0,#02h
0308 18                  inc      r0
0309 B003                mov      @r0,#03h
030B 18                  inc      r0
030C B003                mov      @r0,#03h
030E 18                  inc      r0
030F B003                mov      @r0,#03h
0311 18                  inc      r0
0312 B004                mov      @r0,#04h
0314 18                  inc      r0
0315 B003                mov      @r0,#03h
0317 18                  inc      r0
0318 B003                mov      @r0,#03h
031A 18                  inc      r0
031B B002                mov      @r0,#02h
031D 18                  inc      r0
031E B002                mov      @r0,#02h
0320 18                  inc      r0
```

```

0321 B003          mov     @r0,#03h
0323 97           clr     c
0324 2300         mov     A,#00h
0326 62          mov     t,a
0327 0A          ad1:   in     a,p2
0328 4310         orl     a,#10h
032A 3A          outl    p2,a
032B BF5F         mov     r7,#5Fh
032D EF2D         djnz   r7,$
032F 0A          in     a,p2
0330 53EF         anl     a,#0efh
0332 3A          outl    p2,a
0333 2627         jnt0   ad1
0335 55          strt   t
0336 0A          ad2:   in     a,p2
0337 4310         orl     a,#10h
0339 3A          outl    p2,a
033A 3636         jt0    ad2
033C 65          stop   tent
033D 42          mov     a,t
033E 37          cpl    a
033F AF         mov     r7,a
0340 2374         mov     a,#074h
0342 6F          add     a,r7
0343 E660         jnc    ad3
0345 97          clr     c
0346 17          inc     a
0347 B808         mov     r0,#08h
0349 BF00         mov     r7,#00h
034B AD          ad6:   mov     r5,a
034C F0         mov     a,@r0

```

034D	37		cpl	a
034E	6D		add	a,r5
034F	E669		jnc	ad4
0351	97		clr	c
0352	17		inc	a
0353	1F		inc	r7
0354	18		inc	r0
0355	AD		mov	r5,a
0356	F8		mov	a,r0
0357	D316		xrl	a,#16h
0359	965D		jnz	ad5
035B	646E		jmp	ad8
035D	FD	ad5:	mov	a,r5
035E	644B		jmp	ad3
0360	37	ad3:	cpl	a
0361	03FE		add	a,#0feh
0363	E66C		jnc	ad7
0365	BF00		mov	r7,#00h
0367	646E		jmp	ad8
0369	1F	ad4:	inc	r7
036A	646E		jmp	ad8
036C	BF01	ad7:	mov	r7,#01h
036E	00	ad8:	nop	
036F	F9	l10:	mov	a,r1
0370	F27B		jb7	l11
0372	3283		jb1	l12
0374	2340		mov	a,#40h
0376	3A		outl	p2,a
0377	FE		mov	a,r6
0378	02		outl	bus,a
0379	64E8		jmp	dis2

```

037B 2340          l11:      mov     a,#40h
037D 3A            outl    p2,a
037E 2300          mov     a,#00h
0380 02            outl    bus,a
0381 0416          jmp     e1
0383 6487          l12:      jmp     comp
0385 0416          jmp     e1

```

```

;*****;
;***** COMPARE TEMP *****;
;*****;

```

```

0387 FA            comp:    mov     a,r2
0388 530F          anl     a,#0fh
038A DF            xrl    a,r7
038B C6A7          jz     l141
038D FA            mov     a,r2
038E 530F          anl     a,#0fh
0390 37            cpl    a
0391 6F            add    a,r7
0392 E698          jnc    l13
0394 17            inc    a
0395 AD            mov     r5,a
0396 64A2          jmp     l14
0398 FE            l13:    mov     a,r6
0399 53EF          anl     a,#0efh
039B AE            mov     r6,a
039C F9            mov     a,r1
039D 53E3          anl     a,#0e3h
039F A9            mov     r1,a
03A0 64E8          jmp     dis2

```

03A2 37	114:	cpl	a
03A3 0302		add	a,#02h
03A5 E6B5		jnc	115
03A7 FE	1141:	mov	a,r6
03A8 53F1		anl	a,#0f1h
03AA 0302		add	a,#02h
03AC AE		mov	r6,a
03AD F9		mov	a,r1
03AE 53E3		anl	a,#0e3h
03B0 0304		add	a,#04h
03B2 A9		mov	r1,a
03B3 64D5		jmp	117
03B5 FD	115:	mov	a,r5
03B6 37		cpl	a
03B7 0304		add	a,#04h
03B9 E6C9		jnc	116
03BB FE		mov	a,r6
03BC 53F1		anl	a,#0f1h
03BE 0304		add	a,#04h
03C0 AE		mov	r6,a
03C1 F9		mov	a,r1
03C2 53E3		anl	a,#0e3h
03C4 0308		add	a,#08h
03C6 A9		mov	r1,a
03C7 64D5		jmp	117
03C9 FE	116:	mov	a,r6
03CA 53F1		anl	a,#0f1h
03CC 0308		add	a,#08h
03CE AE		mov	r6,a
03CF F9		mov	a,r1
03D0 53E3		anl	a,#0e3h

03D2 0310		add	a,#10h
03D4 A9		mov	r1,a
03D5 FE	ll17:	mov	a,r6
03D6 D2DA		jb6	ll8
03D8 64E8		jmp	dis2
03DA FD	ll18:	mov	a,r5
03DB 37		cpl	a
03DC 0303		add	a,#03h
03DE F6E8		jc	dis2
03E0 FE		mov	a,r6
03E1 4310		orl	a,#10h
03E3 AE		mov	r6,a
03E4 64E8		jmp	dis2
03E6 841D	ll113:	jmp	e3
03E8 0A	dis2:	in	a,p2
03E9 53BF		and	a,#0bfh
03EB 3A		outl	p2,a
03EC FE		mov	a,r6
03ED 5301		and	a,#01h
03EF D301		xrl	a,#01h
03F1 96E6		jnz	ll113
03F3 F9		mov	a,r1
03F4 5304		and	a,#04h
03F6 D304		xrl	a,#04h
03F8 96FC		jnz	ll118
03FA 8410		jmp	ll19
03FC F9	ll118:	mov	a,r1
03FD 5308		and	a,#08h
03FF D308		xrl	a,#08h
0401 9605		jnz	ll117
0403 8414		jmp	ll116

0405 F9	1117:	mov	a,r1
0406 920C		jb4	1112
0408 2308		mov	a,#08h
040A 8416		jmp	1111
040C 231C	1112:	mov	a,#1ch
040E 8416		jmp	1111
0410 2319	119:	mov	a,#19h
0412 8416		jmp	1111
0414 231A	1116:	mov	a,#1ah
0416 02	1111:	outl	bus,a
0417 0A		in	a,p2
0418 4340		orl	a,#40h
041A 3A		outl	p2,a
041B 841D		jmp	e3
041D FF	e3:	mov	a,r7
041E D300		xrl	a,#00h
0420 962E		jnz	q1
0422 0A		in	a,p2
0423 53DF		anl	a,#0dfH
0425 3A		outl	p2,a
0426 2304		mov	a,#04h
0428 02		outl	bus,a
0429 230E		mov	a,#0eh
042B 39		outl	p1,a
042C 84C7		jmp	dell
042E FF	q1:	mov	a,r7
042F D301		xrl	a,#01h
0431 963F		jnz	q2
0433 0A		in	a,p2

0434	53DF		anl	a,#0dfH
0436	3A		outl	p2,a
0437	2304		mov	a,#04h
0439	02		outl	bus,a
043A	230B		mov	a,#0bh
043C	39		outl	p1,a
043D	84C7		jmp	dell
043F	FF	q2:	mov	a,r7
0440	D302		xrl	a,#02h
0442	9650		jnz	q3
0444	0A		in	a,p2
0445	53DF		anl	a,#0dfH
0447	3A		outl	p2,a
0448	2304		mov	a,#04h
044A	02		outl	bus,a
044B	2307		mov	a,#07h
044D	39		outl	p1,a
044E	84C7		jmp	dell
0450	FF	q3:	mov	a,r7
0451	D303		xrl	a,#03h
0453	9661		jnz	q4
0455	0A		in	a,p2
0456	53DF		anl	a,#0dfH
0458	3A		outl	p2,a
0459	2304		mov	a,#04h
045B	02		outl	bus,a
045C	230D		mov	a,#0dh
045E	39		outl	p1,a
045F	84C7		jmp	dell
0461	FF	q4:	mov	a,r7
0462	D304		xrl	a,#04h

0464 9672		jnz	q5
0466 0A		in	a,p2
0467 53DF		anl	a,#0dfH
0469 3A		outl	p2,a
046A 2303		mov	a,#03h
046C 02		outl	bus,a
046D 230E		mov	a,#0eh
046F 39		outl	p1,a
0470 84C7		jmp	dell
0472 FF	q5:	mov	a,r7
0473 D305		xrl	a,#05h
0475 9683		jnz	q6
0477 0A		in	a,p2
0478 53DF		anl	a,#0dfH
047A 3A		outl	p2,a
047B 2303		mov	a,#03h
047D 02		outl	bus,a
047E 230B		mov	a,#0bh
0480 39		outl	p1,a
0481 84C7		jmp	dell
0483 FF	q6:	mov	a,r7
0484 D306		xrl	a,#06h
0486 9694		jnz	q7
0488 0A		in	a,p2
0489 53DF		anl	a,#0dfH
048B 3A		outl	p2,a
048C 2303		mov	a,#03h
048E 02		outl	bus,a
048F 2307		mov	a,#07h
0491 39		outl	p1,a
0492 84C7		jmp	dell

```

0494 FF          q7:  mov    a,r7
0495 D307        xrl   a,#07h
0497 96A5        jnz   q8
0499 0A          in    a,p2
049A 53DF        anl   a,#0dfH
049C 3A          outl  p2,a
049D 2303        mov   a,#03h
049F 02          outl  bus,a
04A0 230D        mov   a,#0dh
04A2 39          outl  p1,a
04A3 84C7        jmp   dell
04A5 FF          q8:  mov    a,r7
04A6 D308        xrl   a,#08h
04A8 96B6        jnz   q9
04AA 0A          in    a,p2
04AB 53DF        anl   a,#0dfH
04AD 3A          outl  p2,a
04AE 2302        mov   a,#02h
04B0 02          outl  bus,a
04B1 230E        mov   a,#0eh
04B3 39          outl  p1,a
04B4 84C7        jmp   dell
04B6 FF          q9:  mov    a,r7
04B7 D309        xrl   a,#09h
04B9 96CF        jnz   q10
04BB 0A          in    a,p2
04BC 53DF        anl   a,#0dfH
04BE 3A          outl  p2,a
04BF 2302        mov   a,#02h
04C1 02          outl  bus,a
04C2 230B        mov   a,#0bh

```

```

04C4 39          outl    p1,a
04C5 84C7        jmp     dell
04C7 BB88        dell:  mov     r3,#88h ;88
04C9 EBC9        djnz   r3,$
04CB BB00        mov     r3,#00h
04CD EBCD        djnz   r3,$
04CF 4446        q10:  jmp     e2

```

```

;*****;
;*****  RECEIVE REMOTE  *****;
;*****;

```

```

05FF          org     05ffh
05FF D5        sel     rb1
0600 A8        mov     r0,a
0601 C5        sel     rb0
0602 F8        mov     a,r0
0603 B832      mov     r0,#32h
0605 A0        mov     @r0,a
0606 18        inc     r0
0607 42        mov     a,t
0608 A0        mov     @r0,a
0609 18        inc     r0
060A FB        mov     a,r3
060B A0        mov     @r0,a
060C 18        inc     r0
060D FC        mov     a,r4
060E A0        mov     @r0,a
060F 18        inc     r0
0610 FD        mov     a,r5
0611 A0        mov     @r0,a

```

```

0612 18          inc      r0
0613 FF          mov      a,r7
0614 A0          mov      @r0,a

0615 D5          sel      rb1
0616 FA          mov      a,r2
0617 C5          sel      rb0
0618 121C        jb0     ni1
061A E4C1        jmp     ni2

061C 27          ni1:   clr      a
061D 62          mov      t,a
061E 861E        jni     $
0620 55          strt   t
0621 BC00        mov      r4,#00h
0623 42          aa:   mov      a,t
0624 D319        xrl    a,#19h
0626 9623        jnz    aa
0628 862E        jni    aa1
062A 2301        mov      a,#01h
062C 4C          orl    a,r4
062D AC          mov      r4,a
062E 42          aa1:  mov      a,t
062F D34C        xrl    a,#4cH
0631 962E        jnz    aa1
0633 8639        jni    aa2
0635 2302        mov      a,#02h
0637 4C          orl    a,r4
0638 AC          mov      r4,a
0639 42          aa2:  mov      a,t
063A D380        xrl    a,#80h

```

063C	9639		jnz	aa2
063E	8644		jni	aa3
0640	2304		mov	a,#04h
0642	4C		orl	a,r4
0643	AC		mov	r4,a
0644	42	aa3:	mov	a,t
0645	D3C4		xrl	a,#0c4h
0647	9644		jnz	aa3
0649	65		stop	tcnt
064A	27		clr	a
064B	62		mov	t,a
064C	55		strt	t
064D	8653		jni	aa4
064F	2308		mov	a,#08h
0651	4C		orl	a,r4
0652	AC		mov	r4,a
0653	42	aa4:	mov	a,t
0654	D33C		xrl	a,#3ch
0656	9653		jnz	aa4
0658	865E		jni	aa5
065A	2310		mov	a,#10h
065C	4C		orl	a,r4
065D	AC		mov	r4,a
065E	42	aa5:	mov	a,t
065F	D379		xrl	a,#79h
0661	965E		jnz	aa5
0663	8669		jni	aa6
0665	2320		mov	a,#20h
0667	4C		orl	a,r4
0668	AC		mov	r4,a
0669	42	aa6:	mov	a,t

066A D3A6		xrl	a,#0a6h
066C 9669		jnz	aa6
066E 65		stop	tcnt
066F 27		clr	a
0670 62		mov	t,a
0671 55		strt	t
0672 8678		jni	aa7
0674 2340		mov	a,#40h
0676 4C		orl	a,r4
0677 AC		mov	r4,a
0678 42	aa7:	mov	a,t
0679 D33C		xrl	a,#3ch
067B 9678		jnz	aa7
067D 8683		jni	aa8
067F 2380		mov	a,#80h
0681 4C		orl	a,r4
0682 AC		mov	r4,a
0683 BD00	aa8:	mov	r5,#00h
0685 42	aa9:	mov	a,t
0686 D36A		xrl	a,#6ah
0688 9685		jnz	aa9
068A 8690		jni	aa10
068C 2301		mov	a,#01h
068E 4D		orl	a,r5
068F AD		mov	r5,a
0690 42	aa10:	mov	a,t
0691 D3A6		xrl	a,#0a6H
0693 9690		jnz	aa10
0695 65		stop	tcnt
0696 27		clr	a
0697 62		mov	t,a

```

0698 55          strt    t
0699 869F        jni     aa11
069B 2302        mov     a,#02h
069D 4D          orl     a,r5
069E AD          mov     r5,a
069F 42          aa11:  mov     a,t
06A0 D34B        xrl     a,#4bh
06A2 969F        jnz     aa11
06A4 86AA        jni     aa12
06A6 2304        mov     a,#04h
06A8 4D          orl     a,r5
06A9 AD          mov     r5,a
06AA 42          aa12:  mov     a,t
06AB D384        xrl     a,#84h
06AD 96AA        jnz     aa12
06AF 86B5        jni     aa13
06B1 2308        mov     a,#08h
06B3 4D          orl     a,r5
06B4 AD          mov     r5,a
06B5 42          aa13:  mov     a,t
06B6 D3C4        xrl     a,#0c4h
06B8 96B5        jnz     aa13
06BA 65          stop   tcnt
06BB 27          clr     a
06BC 62          mov     t,a
06BD 55          strt    t
06BE 86C4        jni     aa14
06C0 2310        mov     a,#10h
06C2 4D          orl     a,r5
06C3 AD          mov     r5,a
06C4 42          aa14:  mov     a,t

```

06C5 D33C		xrl	a,#3ch
06C7 96C4		jnz	aa14
06C9 86CF		jni	aa15
06CB 2320		mov	a,#20h
06CD 4D		orl	a,r5
06CE AD		mov	r5,a
06CF 42	aa15:	mov	a,t
06D0 D379		xrl	a,#079h
06D2 96CF		jnz	aa15
06D4 86DA		jni	aa16
06D6 2340		mov	a,#40h
06D8 4D		orl	a,r5
06D9 AD		mov	r5,a
06DA 42	aa16:	mov	a,t
06DB D3B5		xrl	a,#0b5h
06DD 96DA		jnz	aa16
06DF 86E7		jni	aa17
06E1 2380		mov	a,#80h
06E3 4D		orl	a,r5
06E4 43F0		orl	a,#0f0h
06E6 AD		mov	r5,a
06E7 65	aa17:	stop	tent
06E8 27		clr	a
06E9 62		mov	t,a
06EA FD		mov	a,r5
06EB D3F3		xrl	a,#0f3h
06ED C6F1		jz	onoff1
06EF E41D		jmp	YA
06F1 FE	onoff1:	MOV	A,R6
06F2 5301		ANL	A,#01H
06F4 D301		XRL	A,#01H

06F6 96FA		JNZ	C00
06F8 E411		JMP	C31
06FA D5	C00:	SEL	RB1
06FB FA		MOV	A,R2
06FC C5		SEL	RB0
06FD 5301	C11:	ANL	A,#01H
06FF D301		XRL	A,#01H
0701 C605		JZ	C21
0703 E41D		JMP	YA
0705 19	C21:	INC	R1
0706 1E		INC	R6
0707 2311		MOV	A,#11H
0709 4E		ORL	A,R6
070A AE		MOV	R6,A
070B B903		MOV	R1,#03H
070D BA55		MOV	R2,#55H
070F E41D		JMP	YA
0711 D5	C31:	SEL	RB1
0712 FA		MOV	A,R2
0713 53FE		ANL	A,#0FEH
0715 AA		MOV	R2,A
0716 C5		SEL	RB0
0717 C9		DEC	R1
0718 CE		DEC	R6
0719 23E7		MOV	A,#0E7H
071B 5E		ANL	A,R6
071C AE		MOV	R6,A
071D FD	YA:	MOV	A,R5
071E D3F4		XRL	A,#0F4H
0720 962E		JNZ	YB

0722 F9	MA1:	MOV	A, R1
0723 3229		JB1	K01
0725 4302		ORL	A, #02H
0727 E42B		JMP	K11
0729 53FD	K01:	ANL	A, #0FDH
072B A9	K11:	MOV	R1, A
072C E4B9		JMP	YZ
072E FD	YB:	MOV	A, R5
072F D3FC		XRL	A, #0FCH
0731 C635		JZ	FAN1
0733 E45E		JMP	YC
0735 F9	FAN1:	MOV	A, R1
0736 32B9		JB1	YZ
0738 FE		MOV	A, R6
0739 323D		JB1	J11
073B E446		JMP	J21
073D 0302	J11:	ADD	A, #02H
073F AE		MOV	R6, A
0740 F9		MOV	A, R1
0741 0304		ADD	A, #04H
0743 A9		MOV	R1, A
0744 E4B9		JMP	YZ
0746 5255	J21:	JB2	J31
0748 53F1		ANL	A, #0F1H
074A 4302		ORL	A, #02H
074C AE		MOV	R6, A
074D F9		MOV	A, R1
074E 53E3		ANL	A, #0E3H
0750 4304		ORL	A, #04H
0752 A9		MOV	R1, A

0753 E4B9		JMP	YZ
0755 0304	J31:	ADD	A, #04H
0757 AE		MOV	R6, A
0758 F9		MOV	A, R1
0759 0308		ADD	A, #08H
075B A9		MOV	R1, A
075C E4B9		JMP	YZ
075E FD	YC:	MOV	A, R5
075F D3F2		XRL	A, #0F2H
0761 966D		JNZ	YD
0763 FA	TUP1:	MOV	A, R2
0764 530F		ANL	A, #0FH
0766 D309		XRL	A, #09H
0768 C6B9		JZ	YZ
076A FA		MOV	A, R2
076B 17		INC	A
076C AA		MOV	R2, A
076D FD	YD:	MOV	A, R5
076E D3FA		XRL	A, #0FAH
0770 967E		JNZ	YE
0772 FA	TDOWN1:	MOV	A, R2
0773 530F		ANL	A, #0FH
0775 D300		XRL	A, #00H
0777 C6B9		JZ	YZ
0779 FA		MOV	A, R2
077A 07		DEC	A
077B AA		MOV	R2, A
077C E4B9		JMP	YZ
077E FD	YE:	MOV	A, R5
077F D3F5		XRL	A, #0F5H
0781 9694		JNZ	YF

0783 F9	HDOWN1:	MOV	A,R1
0784 D2B9		JB6	YZ
0786 FA		MOV	A,R2
0787 53F0		ANL	A,#0F0H
0789 D300		XRL	A,#00H
078B C6B9		JZ	YZ
078D FA		MOV	A,R2
078E 47		SWAP	A
078F 07		DEC	A
0790 47		SWAP	A
0791 AA		MOV	R2,A
0792 E4B9		JMP	YZ
0794 FD	YF:	MOV	A,R5
0795 D3F6		XRL	A,#0F6H
0797 96A6		JNZ	YG
0799 F9	TONOFF1:	MOV	A,R1
079A D2A1		JB6	DO1
079C 4340		ORL	A,#40H
079E A9		MOV	R1,A
079F E4B9		JMP	YZ
07A1 53BF	DO1:	ANL	A,#0BFH
07A3 A9		MOV	R1,A
07A4 E4B9		JMP	YZ
07A6 FD	YG:	MOV	A,R5
07A7 D3F9		XRL	A,#0F9H
07A9 96B9		JNZ	YZ
07AB F9	HUP1:	MOV	A,R1
07AC D2B9		JB6	YZ
07AE FA		MOV	A,R2
07AF 53F0		ANL	A,#0F0H
07B1 D390		XRL	A,#090H

07B3 C6B9	JZ	YZ
07B5 FA	MOV	A,R2
07B6 0310	ADD	A,#10H
07B8 AA	MOV	R2,A
07B9 BB40	YZ: mov	r3,#40h
07BB BF00	KK15: mov	r7,#00h
07BD EFBD	djnz	r7,\$
07BF EBBB	djnz	r3,KK15
07C1 F0	ni2: mov	a,@r0
07C2 AF	mov	r7,a
07C3 C8	dec	r0
07C4 F0	mov	a,@r0
07C5 AD	mov	r5,a
07C6 C8	dec	r0
07C7 F0	mov	a,@r0
07C8 AC	mov	r4,a
07C9 C8	dec	r0
07CA F0	mov	a,@r0
07CB AB	mov	r3,a
07CC C8	dec	r0
07CD F0	mov	a,@r0
07CE 62	mov	t,a
07CF C8	dec	r0
07D0 F0	mov	a,@r0
07D1 A8	mov	r0,a
07D2 D5	sel	rb1
07D3 F8	mov	a,r0
07D4 C5	sel	rb0
07D5 93	retr	
0000	end	

ผลการทดลอง ผลสรุป และบทวิจารณ์

ผลการทดลองและผลสรุป

สร้างชุด control ที่สามารถใช้ได้ทั้งกับ remote มีสาย และไร้สาย และมีการแสดง display พร้อม ๆ กัน ทุกหน้าที่การทำงาน และอุณหภูมิที่เป็นจริง ซึ่งได้ทำการติดตั้งกับเครื่องปรับอากาศ สามารถควบคุมการทำงานของเครื่องปรับอากาศ ได้ดังต่อไปนี้

1. เครื่องควบคุมสามารถควบคุมเครื่องปรับอากาศทั้งระบบ นั่นคือ เครื่องปรับอากาศจะทำงานได้ เมื่อเปิด power ของเครื่องควบคุมเท่านั้น ซึ่งจะมีการหน่วงเวลา 3 นาที เครื่องจึงจะเริ่มทำงานตามที่ได้โปรแกรมไว้

2. สามารถควบคุมความเร็วของพัดลม ที่เป่าลมเย็นออก ซึ่งมีความเร็ว 3 ระดับคือ high medium low การควบคุมความเร็วของพัดลมนี้สามารถเลือกโหมดการทำงาน เป็นแบบ auto และ manual

- auto ความเร็วของพัดลม จะเปลี่ยนแปลงในระดับใดระดับหนึ่ง ถ้าอุณหภูมิที่วัดได้สูงกว่าทุก ๆ 2 องศา และเปรียบเทียบกับค่าอุณหภูมิที่ set ไว้ เครื่องจะทำงานโดยอัตโนมัติ

- manual ความเร็วของพัดลม จะขึ้นอยู่กับผู้ใช้ ว่าต้องการให้แรงลมเป่าออกมา แรงค่อยเท่าใด ซึ่งจะไม่เกี่ยวข้องกับอุณหภูมิที่ได้ตั้งไว้

3. สามารถควบคุมการเปิดปิดของ compressor ซึ่งมีผลต่อการเปิดปิดของเครื่องปรับอากาศ นั่นคือ เครื่องจะทำการเปรียบเทียบอุณหภูมิปัจจุบัน กับอุณหภูมิที่ set ไว้ ถ้าอุณหภูมิห้องมีค่าต่ำกว่า ค่าอุณหภูมิที่ set ไว้ เครื่องควบคุมจะทำการ switch off compressor ซึ่งจะทำให้ เครื่องปรับอากาศหยุดการทำงาน จนกระทั่งอุณหภูมิภายในห้องมีค่าสูงกว่า อุณหภูมิที่ set ไว้ compressor ก็จะเริ่มทำงานโดย switch on เครื่องปรับอากาศ

4. ที่ remote control แบบมีสาย จะแสดงอุณหภูมิห้องขณะนั้น ซึ่งทำให้ทราบค่าอุณหภูมิห้องในขณะนั้นได้

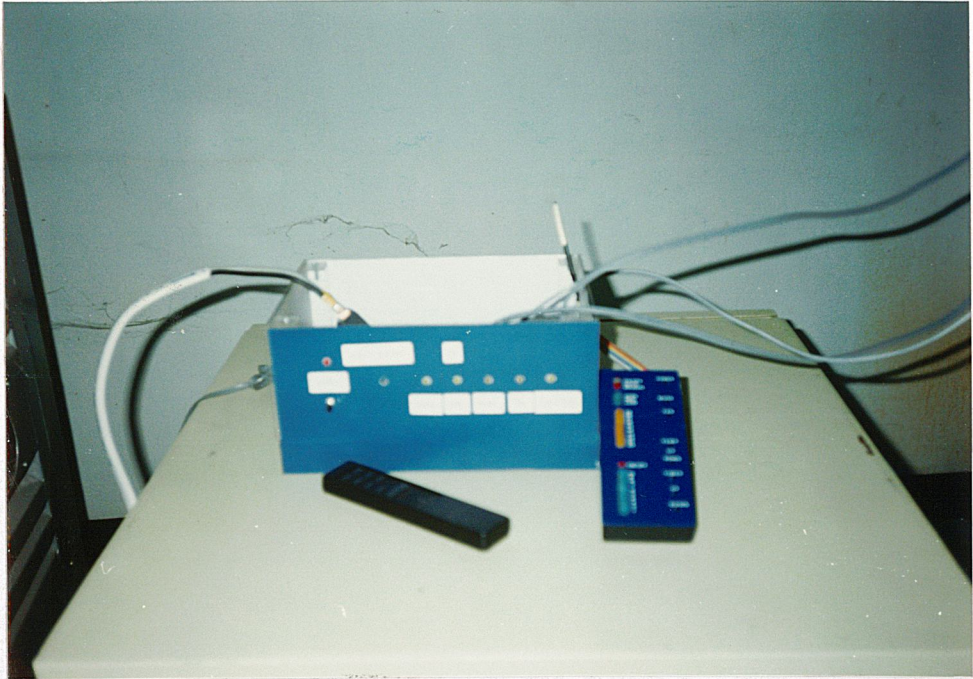
5. เราสามารถควบคุมเครื่องนี้ ด้วย remote control แบบไร้สาย ด้วยระยะส่งประมาณ 8-10 เมตร และจะแสดง display ที่ remote มีสายที่ติดอยู่กับเครื่อง

6. นอกจากจะมี display ที่ตัว remote มีสายแล้ว ยังมี display ที่ติดตั้งอยู่บนหน้าปัทม์ของกล่อง ซึ่งมีอยู่ 6 function คือ supply, power on/off, speed fan, compressor

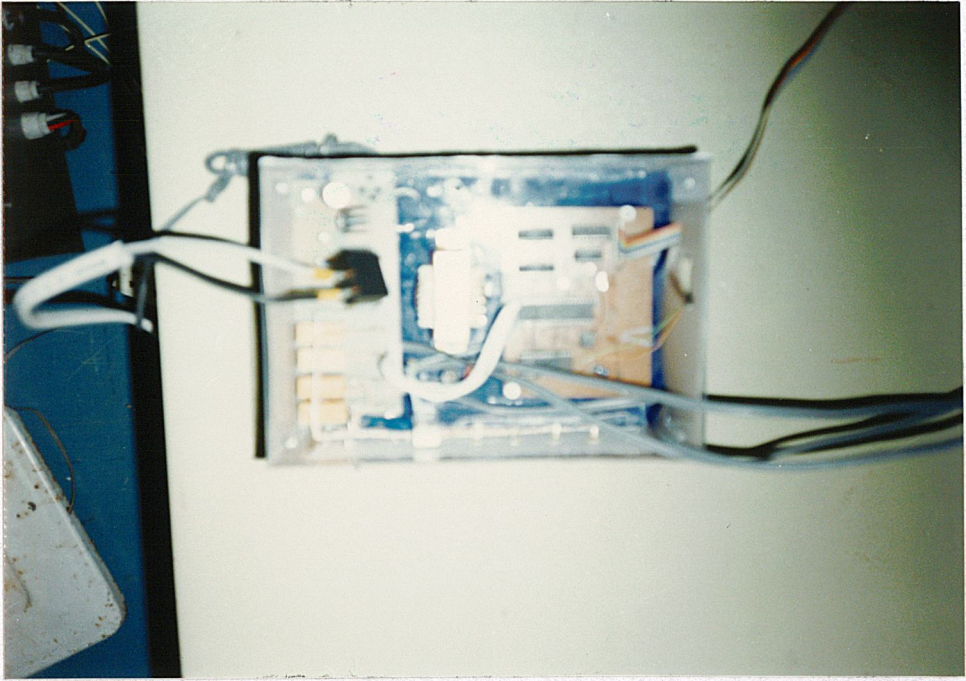
จากผลการทดลอง สามารถเขียนความสัมพันธ์ ระหว่างความกว้างของ pulse กับ R ของ thermister ที่ช่วงอุณหภูมิ 19 - 30 เซลเซียส ดังตาราง

ตารางแสดงความสัมพันธ์ ระหว่างความกว้างของ pulse กับ R ของ thermister

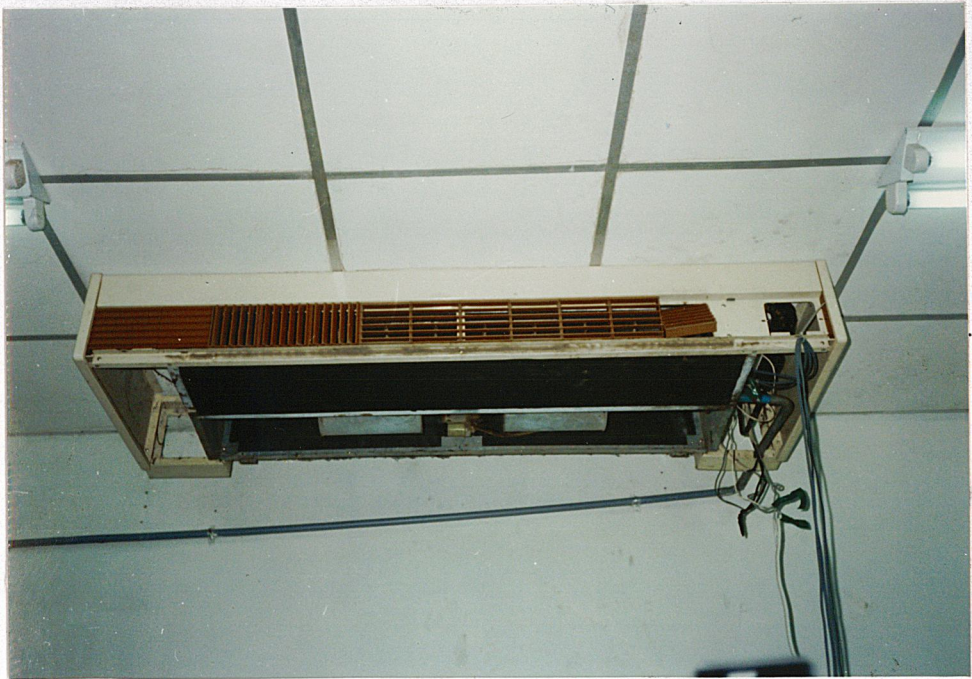
อุณหภูมิ C	R ของ THERMISTER	T ของ PULSE HIGH
19	6.74 K	3.49 ms
20	6.42 K	3.32 ms
21	6.11 K	3.16 ms
22	5.77 K	2.99 ms
23	5.56 K	2.87 ms
24	5.32 K	2.75 ms
25	4.96 K	2.56 ms
26	4.73 K	2.45 ms
27	4.57 K	2.36 ms
28	4.38 K	2.26 ms
29	4.17 K	2.16 ms
30	4.01 K	2.07 ms



HARDWARE ภาครับ และภาคส่งของ ระบบควบคุมเครื่อง  
ปรับอากาศ ด้วย remote มีสาย และไร้สาย



ภาค supply, ภาครับ และภาคขับ relay



การติดตั้งเข้ากับ เครื่องปรับอากาศ

### ปัญหาที่พบ สามารถสรุปเป็นข้อ ๆ ได้ดังนี้

- ข้อมูลที่ถูกส่งมาจาก key ต่าง ๆ ของ remote ไร้สาย ไม่เป็นไปตาม data sheet ของทางบริษัท
- ข้อจำกัดของ ค่าสิ่งที่นำมาใช้ในการเขียนโปรแกรมของ MCS-48 ทำให้การเขียนโปรแกรม มีความยุ่งยาก
- การตั้งเวลาเปิดปิด ให้ค่าที่ไม่ถูกต้องนัก เนื่องจากข้อจำกัดในจำนวน timer ของ MCS-48
- ค่าความต้านทาน ของ thermister จะมีการแกว่ง ทำให้ใน mode auto fan ที่เกิดจากการ compare เพื่อนำไปใช้ควบคุมแอร์ อาจจะแกว่ง ในช่วงต่อระหว่างอุณหภูมิ ที่ใช้ในการแบ่งระดับ fan
- ในระหว่างทำ project ส่วน hardware อาจจะมีการ fail ได้เสมอ จึงต้องสามารถวิเคราะห์ได้ว่า เกิดการ fail ที่ส่วนใด
- data sheet ของ M-39 ไม่สมบูรณ์ คือ ขา oe จะเป็นขา 22
- thermister มีความไวมาก คือ อุณหภูมิเปลี่ยนแปลงเร็ว เมื่อเทียบกับ thermometer

### บทวิจารณ์

การนำ MCS-48 มาใช้ในการควบคุมอุณหภูมิ ของเครื่องปรับอากาศ เนื่องจากไม่ต้องการให้ต้นทุนสูงนั้น MCS-48 สามารถนำมาใช้ได้อย่างเหมาะสม และให้ผลการควบคุมที่ดีพอสมควร การเขียน software ควบคุมมีความยุ่งยาก สำหรับการคำนวณทางคณิตศาสตร์ ขึ้นสูง เมื่อเทียบกับ ไมโครโปรเซสเซอร์ตัวอื่น แล้ว function การทำงาน, ชุดคำสั่งในการเขียนโปรแกรม ยุ่งน้อย และไม่มีประสิทธิภาพเท่าที่ควร ทำให้ตัวโปรแกรมมีความยาว และมีความล่าช้าในการประมวลผลของ CPU

## กิตติกรรมประกาศ

การทำงานชิ้นใดชิ้นหนึ่งให้สำเร็จ ต้องมีความมานะอดุสาหะและความตั้งใจจริง ซึ่งต้องอาศัยกำลังใจที่ดี กำลังใจส่วนหนึ่งที่กลุ่มของข้าพเจ้าได้รับมาจากกลุ่มเพื่อน ห้อง J , เพื่อนๆ รุ่น 29 และเมื่อกลุ่มข้าพเจ้าเกิดปัญหา ก็ได้รับคำปรึกษาจาก advisor คณาจารย์ และเพื่อนๆ เป็นอย่างดี

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ จะสำเร็จไปไม่ได้ ถ้าขาดบุคคลเหล่านี้ กลุ่ม project ของข้าพเจ้า ขอแสดงความขอบคุณอย่างแท้จริง

หนังสืออ้างอิง

1. PHILLIPS, DATA HANDBOOK PRODUCTS (IC11 YEAR 1989)  
Phillips Corporation Copyright 1989
2. สนนอง อีมเอม, เครื่องทำคามเย็น
3. SILA RESEARCH, M-39 VERSION 1.0 MCS-48 CONTROLLER  
BOARD
4. พัพฒน์ เลาสงคราม, ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-48, MCS-51
5. NATIONAL, LS/S/TTL LOGIC DATABOOK  
National Semiconductor 1987
6. DIGITAL & ANALOG SYSTEM CO., LTD., PT2265 ENCODER  
AND PT2275 DECODER DATA SHEET