



ปีการศึกษา 2530

ไมโครโปรเซสเซอร์คอมพิวเตอร์กับอากาศ

โดย

นายวิชัย ศรีสวัสดิ์

อาจารย์ที่ปรึกษา

อ.ฉกรร หตะสังกาศ



ปริญญาโทชั้นปีการศึกษา 2530

เรื่อง ไมโครโปรเซสเซอร์ ควบคุมเครื่องปรับอากาศ

ผู้จัดทำ

นายวิชัย ศรีสวัสดิ์



อาจารย์ที่ปรึกษา

(ภาคร ทตะสังกาศ)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตใ024723ชนด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไมโครโปรเซสเซอร์ ควบคุมเครื่องปรับอากาศ

นายวิชัย ศรีสวัสดิ์

อ.ภากร หุตะสังกาศ

อาจารย์ที่ปรึกษา

ปีการศึกษา 2530

บทคัดย่อ

การนำไมโครโปรเซสเซอร์ (Microprocessor) มาใช้ในการควบคุมเครื่องปรับอากาศนั้น ทำให้เครื่องปรับอากาศสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น และประหยัดพลังงานได้อีกด้วย โปรเจกต์ (Project) นี้ ได้นำเอา 8085 ไมโคร - โปรเซสเซอร์ มาเป็น ซีพียู (CPU) ทำการประมวล , ตัดสินใจในการควบคุมการทำงานคอมเพรสเซอร์ (Compressor) และพัดลมภายใน (Indoor Fan) ของเครื่องปรับอากาศ ความต้องการของผู้ใช้ โดยผ่านทาง รีโมทสวิตช์ (Remote Switch)

หลักการที่ใช้ควบคุมการทำงานของคอมเพรสเซอร์และพัดลมภายใน ก็คือใช้ความสัมพันธ์ระหว่าง ค่าความแตกต่างของอุณหภูมิห้องและอุณหภูมิที่ผู้ใช้กำหนด กับระยะเวลาการทำงานของเครื่องปรับอากาศ จากหลักการดังกล่าว การทำงานของคอมเพรสเซอร์ก็จะถูกแบ่งออกเป็นโซน (Zone) แต่ละโซนก็จะควบคุมการออน (On) และการออฟ (Off) คอมเพรสเซอร์ ควบคู่กันเวลาที่แตกต่างกัน เพื่อให้อุณหภูมิห้องขณะนั้นเป็นไปตามความต้องการของผู้ใช้ และประหยัดพลังงานมากที่สุด.

MICROPROCESSOR BASED CONTROL AIR CONITIONER

WICHAI SRISAWAT

PHAKRON HUTASANGKAT ADVISOR

GRADUATE YEAR 1987

ABSTRACT

INORDER TO USE THE MICROPROCESSOR FOR CONTROLING AIR CONDITION SYSTEMM , THE AIR CONDITION SYSTEM CAN BE OPERATED WITH HIGH EFFICENCY AND WE CAN SAVE MORE ENERGY TOO , THIS PROJECT WHICH USE THE 8085 MICRO-PROCESSOR FOR TO BE THE CPU , THE FUNCTION OF IT IS REFER TO PROCESSING , DECISSION IN ORDER TO CONTROL THE COMPRESSOR OPERATION AND INDOOR FAN OF AIR CONDITION SYSTEM . THE OPERATON OF AIR CONDITION SYSTEM IS DEPEN ON THE USER WHICH CAN USE REMOTE SWITCH FOR CONTROLING THE SYSTEM.

THE PRINEIPLE THAT USE TO CONTROL THE COMPRESSOR AND INDOOR FAN IS THE RELATIVE OF TEMPERATURE DIFFERENCE (BETWEEN ROOM TEMPERATURE AND SETTING-TEMPERATURE) AND OPERATING TIME.

THE OPERATION OF THE COMPRESSOR IS DEVIDED INTO ZONES , EACH ZONE WILL CONTROL THE STATE (ON/OFF) OF THE COMPRESSOR BY USING INTERVAL TIME DIFFERENCE .

SO THAT THE USER CAN CONTROL ROOM'S TEMPREATURE THE WITH HIGH EFFICIENCY AND SAVING MORE ENERGY THAN THE OTHERS.

สารบัญ

บทที่ 1	บทนำ	1
บทที่ 2	หลักการนำ Microprocessor มาควบคุมเครื่องปรับอากาศ	2
บทที่ 3	การออกแบบวงจรควบคุม (Hard ware)	8
บทที่ 4	การออกแบบโปรแกรมควบคุม (Soft ware).....	20
บทที่ 5	การใช้งานเครื่องปรับอากาศ	31
บทที่ 6	บทวิจารณ์และสรุป	35
ภาคผนวก		
	ก. โปรแกรมควบคุมระบบ	35.1
	ข. รายละเอียดอุปกรณ์	36
กิตติกรรมประกาศ		55
หนังสืออ้างอิง		36

บทที่ 1

บทนำ

ในปัจจุบัน นอกจากปัจจัยสี่แล้ว มนุษย์ต้องการความสะดวกสบายเพิ่มเติมเข้ามาในชีวิตอีก จึงได้มีการประดิษฐ์ คิดค้น สิ่งอำนวยความสะดวก เช่น รถยนต์ โทรทัศน์ โทรศัพท ฯลฯ สิ่งต่าง ๆ เหล่านี้ได้รับการปรับปรุง พัฒนา โดยใช้เทคโนโลยีที่สูงขึ้นเรื่อยมา

เครื่องปรับอากาศ(Air condition)เป็นหนึ่งในปัจจัยที่เพิ่มความสะดวกให้กับชีวิตเรา เครื่องปรับอากาศถูกใช้เพื่อจุดประสงค์ต่าง ๆ กันเช่น ควบคุมอุณหภูมิในห้องแช่แข็ง เพื่อให้อาหารหรือสินค้าไม่เสียหาย ใช้ในบ้านเรือน สำนักงาน เพื่อควบคุมอุณหภูมิภายในห้องให้อุณหภูมิเหมาะสมแก่การอยู่อาศัย ไม่ร้อนอบอ้าว ในที่นี้เราจะศึกษาและปรับปรุงเครื่องปรับอากาศภายในห้อง หรือสำนักงาน เพื่อให้ผู้ใช้เกิดความสะดวก และการทำงานของเครื่องปรับอากาศเป็นไปตามผู้ใช้ต้องการมากขึ้น อีกทั้งวิธีที่จะทำให้เครื่องปรับอากาศใช้พลังงานไฟฟ้ประหยัดที่สุด

ไมโครโพรเซสเซอร์(Microprocessor) มาใช้ในการควบคุมการทำงานของเครื่องปรับอากาศ โดยมีสวิทช์ รีโมท (Remote Switch) ทำหน้าที่เป็น อินพุท(Input) รับการสั่งงานจากผู้ใช้ จากนั้นไมโครโพรเซสเซอร์ทำหน้าที่ประมวลผล และตัดสินใจในการควบคุมการทำงานของ คอมเพรสเซอร์(Compressor) และพัดลมภายในห้อง (Indoor Fan) ด้วยวิธีการต่าง ๆ ซึ่งจะกล่าวในบทที่ 2 เพื่อให้เครื่องปรับอากาศทำงานตามคำสั่งของผู้ใช้

สำหรับรายละเอียดที่จะกล่าวในบทต่อไปนี้ ประกอบด้วย การทำงานของเครื่องปรับอากาศในโหมด (Mode) ต่าง ๆ อธิบายไว้ในบทที่ การออกแบบวงจรควบคุมเครื่องปรับอากาศ ประกอบด้วย ส่วนของไมโครโพรเซสเซอร์ ส่วนรีโมท สวิทช์ ส่วนกำเนิดสัญญาณ ไทม์ เบส(Time Base) ความถี่ 1Hz. ส่วนที่ใช้สำหรับอ่านอุณหภูมิ และส่วนที่ใช้ควบคุมการทำงานของคอมเพรสเซอร์ อธิบายไว้ในบทที่ สำหรับโปรแกรมที่ใช้ควบคุมส่วนของไมโครโพรเซสเซอร์ โค้ดอธิบายผังงาน(Flow Chart) ไว้ในบทที่ 4 และตัวโปรแกรมจริงแล้วแสดงไว้ในภาคผนวก บทที่ 5 เกี่ยวกับการใช้งานเครื่องปรับอากาศ

วิธีตั้งค่าแห่งต่าง ๆ ของรีโมท สวิทช์และคุณสมบัติของแต่ละโหมดที่ใช้เพื่อจุดประสงค์อะไร ;
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลักการนำ Microprocessor มาควบคุมเครื่องปรับอากาศ

ฟังก์ชัน (Function) ของเครื่องปรับอากาศ

สำหรับโปรเจกต์นี้กำหนด คุณสมบัติของเครื่องปรับอากาศนี้ว่าต้องมีความสามารถทำได้ คือ

1. ตั้งเวลาให้เครื่องปรับอากาศ ทำงานหรือหยุดทำงานได้ ภายใน 1-12 ชม.
2. ตั้งอุณหภูมิห้องได้
3. ควบคุมความเร็ว (Speed) ของพัดลมภายในห้อง (Indoor Fan) ได้
4. ตั้งโหมด (Mode) ได้ ซึ่งแบ่งเป็น

4.1 โหมดการทำงาน (Operation mode) ได้แก่ นอนหลับ (Normal) *sleep*
ปกติ (Normal)

4.2 ฟังก์ชันโหมด (Function mode) ได้แก่ Cooling, Dry, Fan only
Auto

5. เช็ค (Check) เวลาการทำงานของตัวเองได้ คือถ้าทำงานติดต่อกันเกิน 12 ชั่วโมงแล้ว เครื่องปรับอากาศจะคงหยุดการทำงานของตัวเอง การทำงานทั้งหมดนี้จะผ่านทาง รีโมท สำหรับรายละเอียดของแต่ละฟังก์ชันนี้ มีดังนี้

การตั้งเวลาให้เครื่องปรับอากาศ เริ่มทำงาน

เมื่อส่วนควบคุม เช็คเวลาที่ รีโมท มีการตั้งเวลาเริ่มทำงานของเครื่องปรับอากาศ โดยตั้งได้ ตั้งแต่ 1 ชั่วโมง ถึง 12 ชั่วโมง แล้ว ส่วนควบคุมจะคอยตรวจสอบเวลานี้ทุก ๆ 1 วินาที พร้อมทั้ง ตรวจสอบว่า มีการเปลี่ยนแปลงที่ รีโมท หรือเปล่า ถ้ามีการตั้งใหม่ เช่น อาจจะเปลี่ยนเป็น ให้เครื่องปรับอากาศทำงาน แล้วเช็คเวลาหยุดลักษณะนี้ส่วนควบคุม ก็จะสั่งให้เครื่องปรับอากาศทำงานเลย แล้วคอยตรวจสอบเวลาหยุด

สำหรับช่วงที่ตั้งเวลาให้เครื่องปรับอากาศ เริ่มทำงานนี้ ส่วนควบคุมก็จะมีหน้าที่เพียงแต่ตรวจสอบเวลาเท่านั้นว่า ครบกำหนดหรือยัง เมื่อใดที่ถึงเวลาที่ตั้งไว้แล้วนั้น ส่วนควบคุมก็จะไม่สนใจเวลาที่ตั้งไว้แล้ว จะสั่งงานตามฟังก์ชัน ต่าง ๆ ทันที

การตั้งเวลาให้เครื่องปรับอากาศ หยุดทำงาน

ลักษณะนี้ตรงข้ามกับข้างต้น เพราะว่าเมื่อเริ่มจ่ายไฟฟ้า (Power supply)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น มิฉะนั้นผู้ใดเห็นชอบใจขอสงวนสิทธิ์ไว้

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เข้าเครื่องแล้ว มันจะทำงานตามฟังก์ชันอื่น ๆ ที่ตั้งไว้ ส่วนควบคุมจะตรวจสอบรีโมท และ เวลาการทำงานของเครื่อง เมื่อใกล้เวลาที่ถึงเวลาปิด(Off) เครื่องปรับอากาศแล้ว ส่วนควบคุมก็ตัด(Off Supply) ของตัวเอง

การตั้งอุณหภูมิห้อง

ที่รีโมท จะมีสวิทซ์ ตั้งอุณหภูมิได้ ตั้งแต่ 19-30 องศาเซลเซียส ส่วนควบคุม จะทำการอ่านอุณหภูมิห้องขณะนั้น แลวนำมาเปรียบเทียบกับค่าที่ตั้งไว้ ถ้าอุณหภูมิห้องต่ำกว่าอุณหภูมิที่ผู้ใช้ตั้งไว้ ส่วนควบคุมจะคอยตรวจสอบอุณหภูมิอยู่ตลอดเวลา เมื่อใกล้เวลาที่ อุณหภูมิห้องสูงกว่าอุณหภูมิที่ตั้งไว้ ส่วนควบคุมจะทำการควบคุมการ On-Off ของ คอม - เพรสเซอร์ เพื่อรักษาหรือปรับให้อุณหภูมิห้องเท่ากับอุณหภูมิที่ผู้ใช้ตั้ง

การควบคุมความเร็วของพัดลม(Inoor Fan)

ในการควบคุมความเร็วของพัดลมนั้น จะเป็นไปตามความเร็วที่ผู้ใช้ต้องการ โดยส่วนควบคุมจะทำการอ่านค่าจากรีโมท ในกรณีที่ผู้ใช้ตั้งไว้ที่อัตโนมัติ(Auto) ส่วน ควบคุมจะอ่านค่าอุณหภูมิห้องขณะนั้น และอ่านค่าอุณหภูมิที่ผู้ใช้ตั้งนำมาเปรียบเทียบกัน และ คัดสินใจว่า ควรจะควบคุมความเร็วพัดลม ไว้ที่ตำแหน่งใด

โหมดการทำงาน (Operation Mode)

การควบคุมเครื่องปรับอากาศ ผู้ใช้สามารถตั้งโหมดการทำงานได้ 2 โหมด คือ ปกติ และนอนหลับ ในโหมด ปกติ ส่วนควบคุมจะตามฟังก์ชันที่ผู้ใช้ตั้งไว้ สำหรับโหมด นอนหลับ ส่วนควบคุมจะอ่านค่าอุณหภูมิห้องขณะนั้น และอุณหภูมิที่ผู้ใช้ตั้งไว้ แลวนำมาควบคุม การ On-Off ของคอมเพรสเซอร์ ให้เหมาะสมกับเวลาที่นานไป และส่วนควบคุมจะตรวจสอบ สวิทซ์ โอเพอร์เรชั่น ว่าตั้งอยู่ที่ตำแหน่งใด ซึ่งก็มีความสัมพันธ์กับการทำงานของ คอมเพรสเซอร์ด้วย ดังรายละเอียดข้างล่าง

1. เมื่อ สวิทซ์ ตั้งที่ Sleep Mode

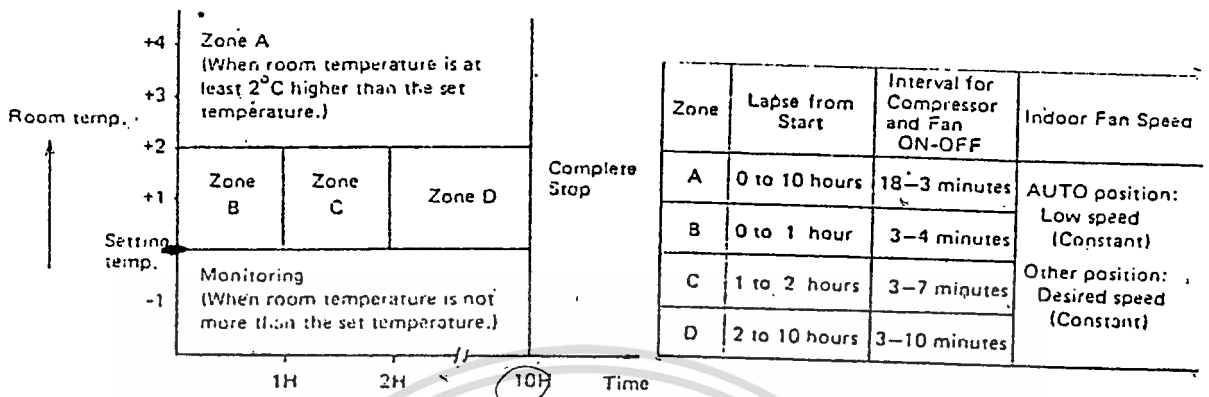
- During Cooling

เมื่อ สวิทซ์ โอเพอร์เรชั่น ตั้งอยู่ที่ตำแหน่ง โคลดิง(Cooling) การทำงาน จะเป็นดังตารางที่ 1

จากตารางที่ 1 จะเห็นว่า ส่วนควบคุมจะแบ่งการทำงานของคอมเพรสเซอร์

ออกเป็นโซน (Zone) แต่ละโซนจะกำหนดระยะเวลาการ ออนและออฟ คอมเพรสเซอร์
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(During cooling)



ตารางที่ 1 แสดงการทำงานของ การควบคุม คอมเพรสเซอร์

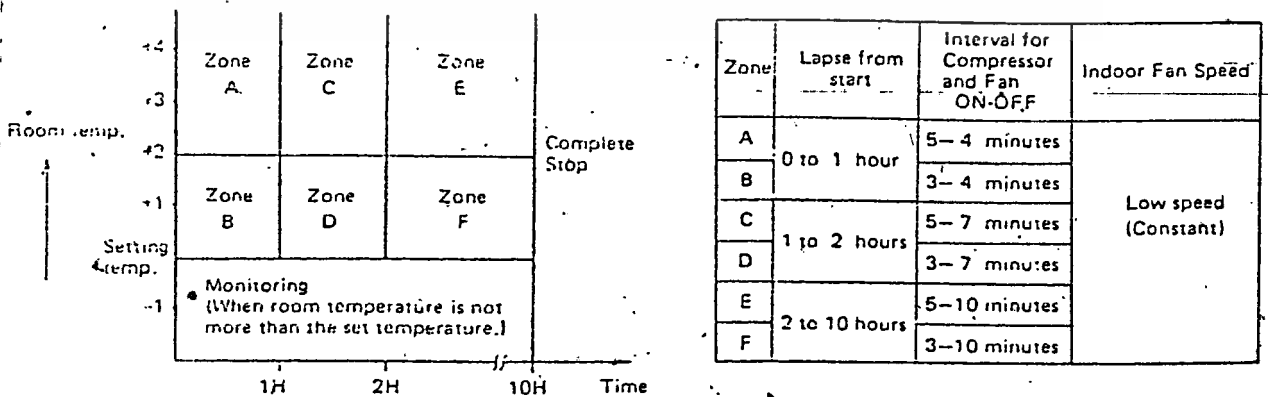
เช่น โซนเอ (Zone A) จะอนคอมเพรสเซอร์ 18 นาที และออฟคอมเพรสเซอร์ 3 นาที ส่วนควบคุม จะคอยตรวจสอบเวลาการทำงานของระบบควยดาระบบทำงานติดต่อกันเป็นเวลาเกิน 10 ชั่วโมง ส่วนควบคุม จะหยุดทำงานทั้งระบบ

การควบคุม หักลมภายในห้องจะเป็นดังตารางที่ 1 คือลมที่ขวามือสุด การควบคุมเป็นดังนี้ ถ้าสวิทซ์ควบคุม หักลม (Fan Control) ตั้งอยู่ที่ Auto หักลมจะทำงานที่โลว์ (Low) และถ้าตั้งที่ตำแหน่งอื่น หักลมจะทำงานตามตำแหน่งนั้น ๆ

- Dry

เมื่อสวิทซ์ โอเปอร์เรชั่น ตั้งไว้ที่ ทราย (Dry) ส่วนควบคุมจะแบ่งการทำงาน ของเครื่องปรับอากาศเป็น 6 โซน ดังแสดงใน ตารางที่ 2

(Dry)



ตารางที่ 2 แสดงการทำงานของ การควบคุมคอมเพรสเซอร์ ใน ทรายโหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. เมื่อสวิทช์ ตั้งไว้ที่ Fan Only

การทำงานเมื่อสวิทช์ตั้งไว้ที่ Fan Only นั้นส่วนควบคุมจะหยุดการทำงานของคอมเพรสเซอร์ และอ่านค่าความเร็วของพัดลม มาจากสวิทช์ Fan Control แล้วนำการควบคุมความเร็วของพัดลมตามค่านั้น

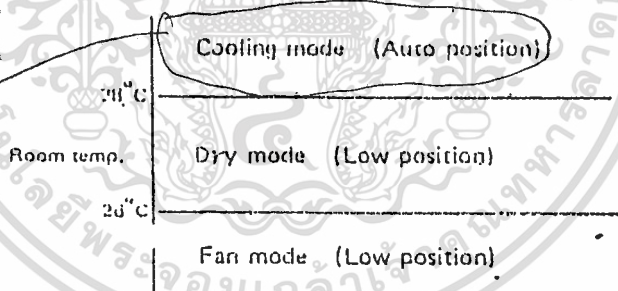
3. Automatic Operation

เมื่อสวิทช์ตั้งไว้ที่ Auto การทำงานของคอมเพรสเซอร์ จะขึ้นกับอุณหภูมิห้องเพียงอย่างเดียว โดย ส่วนควบคุม จะไม่สนใจค่า อุณหภูมิที่ตั้งไว้ ส่วนควบคุมจะตัดสินใจเข้าไปทำงานในโหมดต่าง ๆ เอง ตารางที่ 3 อุณหภูมิที่ส่วนควบคุม กำหนดมีดังนี้

เมื่ออุณหภูมิห้องสูงกว่า 28 องศาเซลเซียส ส่วนควบคุมจะเข้าไปทำงานใน Cooling Mode

เมื่ออุณหภูมิห้องอยู่ระหว่าง 26 องศาเซลเซียส ถึง 28 องศาเซลเซียส จะทำงานใน Dry Mode

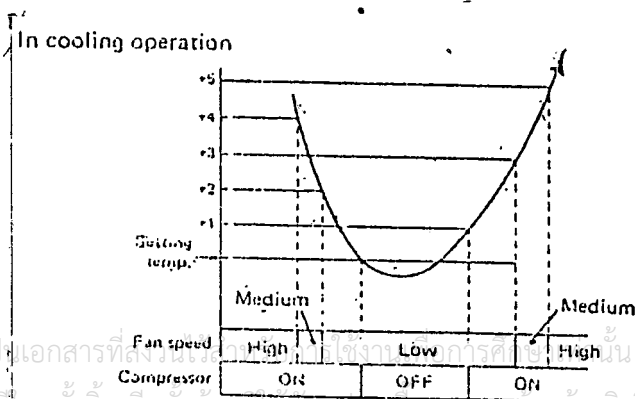
เมื่ออุณหภูมิห้องอยู่ต่ำกว่า 26 องศาเซลเซียส จะทำงานใน Fan Mode



ตารางที่ 3 แสดงการทำงานใน Automatic Operation Mode

4. Automatic Fan Speed Control

ในโหมดนี้ส่วนควบคุมจะทำการควบคุมคอมเพรสเซอร์และพัดลมภายใน



ตารางที่ 4 แสดงการทำงานของเครื่องปรับอากาศ ใน Automatic Fan Speed

เมื่อตั้งสวิตช์ Normal Mode

- ตั้ง Operation ไว้ที่ Dry Mode

การทำงานในโหมดนี้ ส่วนควบคุมจะควบคุมให้ภายในห้องมีความชื้นต่ำ ในขณะที่ที่ยังคงรักษาอุณหภูมิห้องไว้ เมื่อส่วนควบคุมการ On คอมเพรสเซอร์ พัดลมภายใน ก็จะทำงานเหมือนกับคอมเพรสเซอร์ ช่วงเวลาของการเปิด-ปิด คอมเพรสเซอร์ จะขึ้นกับค่าอุณหภูมิห้อง และอุณหภูมิที่ตั้งไว้ ตารางที่ 5 จะแสดงความสัมพันธ์นี้ ตัวอย่างเช่น เมื่ออุณหภูมิห้อง (TA) ต่ำกว่า อุณหภูมิที่ตั้งไว้ (TS) ส่วนควบคุมจะทำการ ออน (On) คอมเพรสเซอร์และพัดลมภายใน เป็นเวลา 3 นาที แล้วจะ ออฟ (Off) เป็นเวลา 6 นาที

Compressor	[Shaded]		[Shaded]		[Shaded]	
	[Shaded]		[Shaded]		[Shaded]	
Indoor Fan	[Shaded]		[Shaded]		[Shaded]	
	[Shaded]		[Shaded]		[Shaded]	
	6 minutes	OFF	ON	OFF	ON	
	Cycle 0	Cycle 1		Cycle 2		
Start						

Relation between room temperature (TA) and set temperature (TS)	Compressor and Indoor Fan	
	OFF	ON
$TA > TS + 2$	4 minutes	6 minutes
$TS + 2 > TA > TS$	5 minutes	5 minutes
$TS > TA$	6 minutes	3 minutes

ตารางที่ 5 แสดงการทำงานของ Dry Mode

สำหรับความเร็วของ พัดลมภายในนั้น จะถูกกำหนดให้ทำงานในสปีดต่ำ ซึ่งไม่ขึ้นกับสวิตช์ที่ตั้งไว้

ถ้าอุณหภูมิห้อง (TA) ลดลงต่ำกว่า 15°C แล้วส่วนควบคุมจะออฟ คอมเพรสเซอร์ แต่สำหรับ พัดลม ภายในนั้น จะทำงานที่ความเร็วสูง (High Speed) เพื่อป้องกันไม่ให้อุณหภูมิลดลงต่ำมากเกินไป และเมื่ออุณหภูมิห้องเพิ่มขึ้นถึง 18°C แล้วการทำงานของคอมเพรสเซอร์และพัดลมภายในจะกลับมาอยู่ใน ไชเกิลศูนย์ (Cycle 0) และ Dry Mode

6. Test Mode

เนื่องจากในการทดลอง และการตรวจสอบ (Check) การทำงานของเครื่องปรับอากาศนั้น ใช้เวลาในการคอยนานมาก เช่น ในการตั้งเวลาทำงาน หรือตั้งเวลาให้
 เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่ลงบนสื่อออนไลน์
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

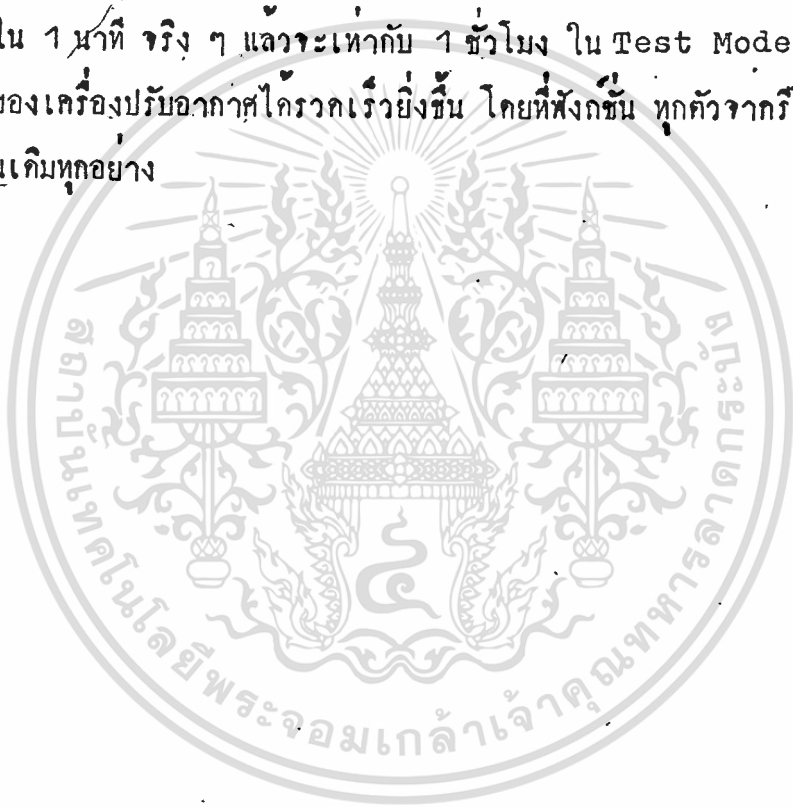
เครื่องปรับอากาศ หยุดทำงานนั้น เวลาค่าสุดก็คือ 1 ชั่วโมง และในการหยุดทำงานตัวเอง ต้องใช้เวลาถึง 10 ชั่วโมง จะเห็นได้ว่า หากเกิดการตรวจสอบ การทำงานว่าถูกต้อง หรือเปล่า ทั้งนี้ในส่วนควบคุมจะมีสวิทซ์ Test Mode ไว้ให้แต่ผู้ใช้ไม่สามารถเห็นได้ที่หน้าปัด ของรีโมทสวิทซ์

การทำงานใน Test Mode จะย่นเวลาให้เร็วขึ้น คือ

3 วินาที (Second) = 1 นาที (Minute)

20 นาที (Minutes) = 1 ชั่วโมง (Hour)

นั่นคือ ภายใน 1 นาที จริง ๆ แล้วจะเท่ากับ 1 ชั่วโมง ใน Test Mode เพื่อติดตามการทำงานของเครื่องปรับอากาศไครวดเร็วยิ่งขึ้น โดยที่ฟังก์ชัน ทุกตัวจากรีโมท สวิทซ์ ยังคงเหมือนเดิมทุกอย่าง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การออกแบบวงจรควบคุม

วงจรควบคุม เป็นส่วนสำคัญที่สุดในเครื่องปรับอากาศ ที่ใช้ไมโครโปรเซสเซอร์ ควบคุม จะทำหน้าที่ตั้งแต่ การอ่านค่า อินพุต (Input) ที่สำคัญคือ รีโมท สวิตช์ ,
อุณหภูมิห้องขณะนั้น อุณหภูมิที่ผู้ใช้ตั้งไว้ จากนั้นนำมาเปรียบเทียบ และทำตามเงื่อนไขต่าง ๆ
ที่อธิบายไปแล้วในบทที่ 2

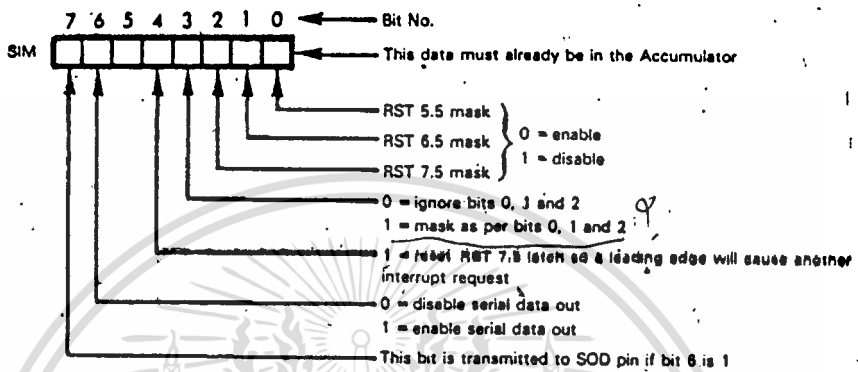
ไมโครโปรเซสเซอร์ ที่ใช้เป็น ซีพียู(CPU) โค้ดแอมเบอร์ 8085 ของบริษัท อินเทล (Intel) เหตุที่เลือก ซีพียู เบอร์นี้ก็เพราะว่า เป็นซีพียู ที่เหมาะสำหรับงาน ควบคุม (Control) สามารถรองรับชิปสนับสนุน (Chip Support) เพียงไม่กี่ชิป ก็สามารถทำงานได้แล้ว มีสัญญาณ อินเทอร์รัพท์ ทางฮาร์ดแวร์ (Hard Ware Interrupt) 5 อินพุต โค้ดแอม Trap, Rst7.5, Rst6.5, Rst5.5 และ Intr สำหรับลำดับความ สำคัญ (Priority) และตำแหน่งที่ ซีพียู จะกระโดด (Jump) ไปทำการ เอ็กซีคิว (Execute) นั้น ดังแสดงในตารางที่ 6

INTERRUPT SIGNAL	ADDRESS
TRAP	24H
RST 7.5	2CH
RST 6.5	34H
RST 5.5	3CH
INTR	VECTOR

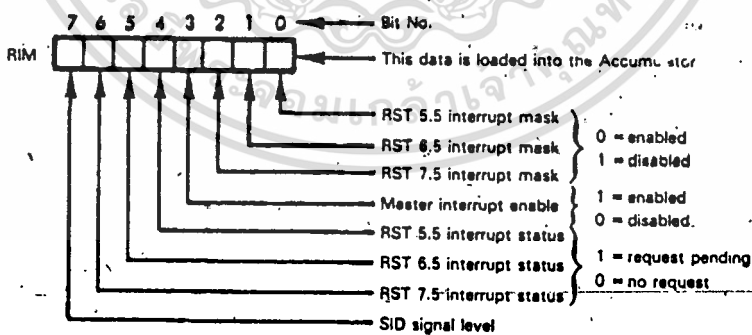
ตารางที่ 6 แสดงลำดับความสำคัญและตำแหน่งการ เอ็กซีคิว ของอินเทอร์รัพท์

นอกจากนั้น ซีพียู เบอร์ 8085 นี้ยังมี พอร์ทอนุกรม (Serial Port) อีก 2 พอร์ท คือ อินพุต และ เอาท์พุท การติดต่อทางพอร์ทอนุกรมนี้ ทำได้ด้วยโปรแกรม (Software) คำคำสั่ง "SIM" และ "RIM" รายละเอียดของการใช้ 2 คำสั่งนี้ มีดังนี้ สำหรับคำสั่ง SIM ลูกกระพรวน คำใน แอคคิวมูเลเตอร์ (Accumulator) จะแทนความหมายดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ส่วนคำสั่ง RIM นั้นข้อมูลใน แอคคิวนูเมอเรเตอร์จะแทนความหมาย ดังต่อไปนี้



นอกจากนี้ ซีพียู 8085 ยังมีวงจรกำเนิด Clock ภายในตัว เพียงแค่อก
คริสตัล (Crystal) หรือ อาร์ ซี เนคเวจค์ (RC Network) ก็สามารถทำงานได้แล้ว
ความถี่ที่ อินเทลกำหนดให้ ซีพียู 8085 ทำงานได้อยู่ในช่วง 2 MHz ถึง 6 MHz หรือ
500 Nsec ถึง 166 Nsec

ขา (Pin) ของ ซีพียู 8085 มีทั้งหมด 40 ขา สำหรับ คาค่า บัส (Data Bus)
และแอดเดรส บัส (Address Bus) ไม่ที่ค่าจะมีคิเพิลก (Multiplex) กัน ซึ่งทำให้
สามารถเพิ่มขาสัญญาณที่เป็นประโยชน์ต่อการใช้งานได้มากขึ้น เช่น Clock Out, Status
(SO, S1) เป็นต้น.

สำหรับรายละเอียดเกี่ยวกับตัว ซีพียู 8085 นั้น จะไดกล่าวต่อไปในภาคผนวก
ต่อไปจะไดกล่าวถึงรายละเอียดของ วงจรที่ไดออกแบบเพื่อใช้ในการควบคุม
เครื่องปรับอากาศซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ ซีพียู และอินพุท เอาท์พุท

ส่วน ซีพียู ประกอบด้วย วงจรหน่วยความจำ (Memory) ซึ่งมีทั้งแรม (Ram)
และรอม (Rom) วงจร คิโคด (Decode) หน่วยความจำ, วงจรคิโคดพอร์ท, วงจร
คิโคดสัญญาณควบคุม

ส่วนอินพุท เอาท์พุทประกอบด้วย ชิพซีพเพอร์ท เบอร์ 8155, วงจรสวิตซ์
รีโมท, วงจรกำเนิดสัญญาณ อินเตอร์รัพท์ และวงจรที่ทำหน้าที่ อินเตอร์เฟส กับชุด
อ่านอุณหภูมิ TX-100

รูปที่ 1 แสดงวงจรของส่วน ซีพียู ซึ่งสามารถแยกอธิบายได้ดังนี้

IC1 คือ CPU 8085 ทำงานที่ความถี่ 4 MHz

IC3 คือ Ram สามารถเลือกใช้ได้ 2 เบอร์คือ 6116 (2KB) และ 6264 (8KB)

การเลือกใช้เบอร์ใดนั้น สามารถตั้งคิที่ คิพสวิตซ์ (Dip Switch) ที่หมายเลข 7 และ 8
คิงคารางที่ 7 ทำหน้าที่ในการเก็บข้อมูลไว้ชั่วคราว เช่น ผลการคำนวณ, การเก็บข้อมูล
เกี่ยวกับเวลาและสถานะของเครื่องปรับอากาศ

IC² ทำหน้าที่เป็น รอม ซึ่งบรรจุ มอนิเตอร์ โปรแกรม (Monitor Pro-
gram) ของระบบไว้ สำหรับโปรแกรมนี้จะรอนำไปกล่าวไว้ในบทที่ 4

IC4 ทำหน้าที่ คิมัลคิเพิลก (Demultiplex) โดยจะแลทซ์ (Latch)

ค่าแอดเดรสไบท์ค่าไว้ เมื่อมีสัญญาณ ALE (Address Latchenable) ออกมาจาก ซีพียู

ซึ่งใช้ ไอซี (IC) เบอร์ 74LS373 (Octal Transparent Latch, 3 State Output)

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DIP SWITCH POSITION	RAM #	ROM #.
	6116	2716
	6264	2732
	6264	2764

ตารางที่ 7 แสดงการตั้งค่าตำแหน่งของ Dip Switch

IC5 ทำหน้าที่ คีลอค สัญญาณควบคุม ของระบบคือ IC/M, RD, WR

เพื่อแยกเป็น

- IOW : เป็นสัญญาณที่ ชีพียู เขียน (write) ข้อมูลไปให้กับพอร์ท
- IOR : เป็นสัญญาณที่ ชีพียู อ่าน (Read) ข้อมูลจากพอร์ท มาประมวลผล
- MEMW : เป็นสัญญาณที่ ชีพียู เขียนข้อมูลลงแรม
- MEMR : เป็นสัญญาณที่ ชีพียู อ่านข้อมูลมาจาก เมมโมรี

โดยที่ IC5 ใช้เบอร์ 7442 (Bcd to Decimal)

IC6 ทำหน้าที่ คีลอคสัญญาณ เลือก เมมโมรี (Select Memory) ใช้ไอซีเบอร์ 74139 (Dual 1 of 4 Decoder) โดยได้กำหนดค่าตำแหน่งของ เมมโมรี ไว้ดังนี้

Rom = 2716	เริ่มจาก	0000	ถึง	03FFH	(2KB)
2732	เริ่มจาก	0000	ถึง	07FFH	(4KB)
2764	เริ่มจาก	0000	ถึง	0FFFH	(8KB)
27128	เริ่มจาก	0000	ถึง	1FFFH	(16KB)
27256	เริ่มจาก	0000	ถึง	7FFFH	(32KB)
Ram = 6116	เริ่มจาก	8000H	ถึง	83FFH	(2KB)
6264	เริ่มจาก	8000H	ถึง	9FFFH	(8KB)

IC7 ทำหน้าที่ คีลอค สัญญาณควบคุมพอร์ท ใช้ไอซีเบอร์ 74LS138 (1 of 8 Decoder Multiplex) โดยที่ ไอซี 8 เบอร์ 7408 (And Gate) ควบคุม พอร์ทต่าง ๆ

ที่ใช้ในการควบคุม ดังแสดงในตารางที่ 8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PORT	หน้าที่
00	CONTROL PORT 8155
01	PORT A
02	PORT B
03	PORT C
04	8 LSB TIMER COUNTER
05	6 MSB TIMER COUNTER

ตารางที่ 8 แสดงเบอร์พอร์ทที่ใช้ในการควบคุม 8155

IC9 ทำหน้าที่ช่วยในการ คีโลก สัญญาณควบคุมพอร์ทด้วย และส่วนหนึ่งใช้ในการคีโลกสัญญาณ สถานะของ ชิพยู เช่น ในวงจร รูปที่ 1 ใช้คีโลกในกรณีที่ ชิพยู 8085 อยู่ในสถานะ Halt State

ต่อไปจะกล่าวถึงวงจรที่เป็นส่วน อินพุท เอาท์พุท ของวงจรที่สมบูรณ์ ดังแสดงในรูปที่ 2 ซึ่งไอซีแต่ละตัวจะทำหน้าที่ ดังต่อไปนี้

IC10 ทำหน้าที่ช่วยในการคีโลก 8155 เพราะพอร์ท 8155 ใช้นั้นมีจำนวนถึง 6 พอร์ท ซึ่งไอซี 4013 เบอร์ 7411 (Triple 3 Input And Gate)

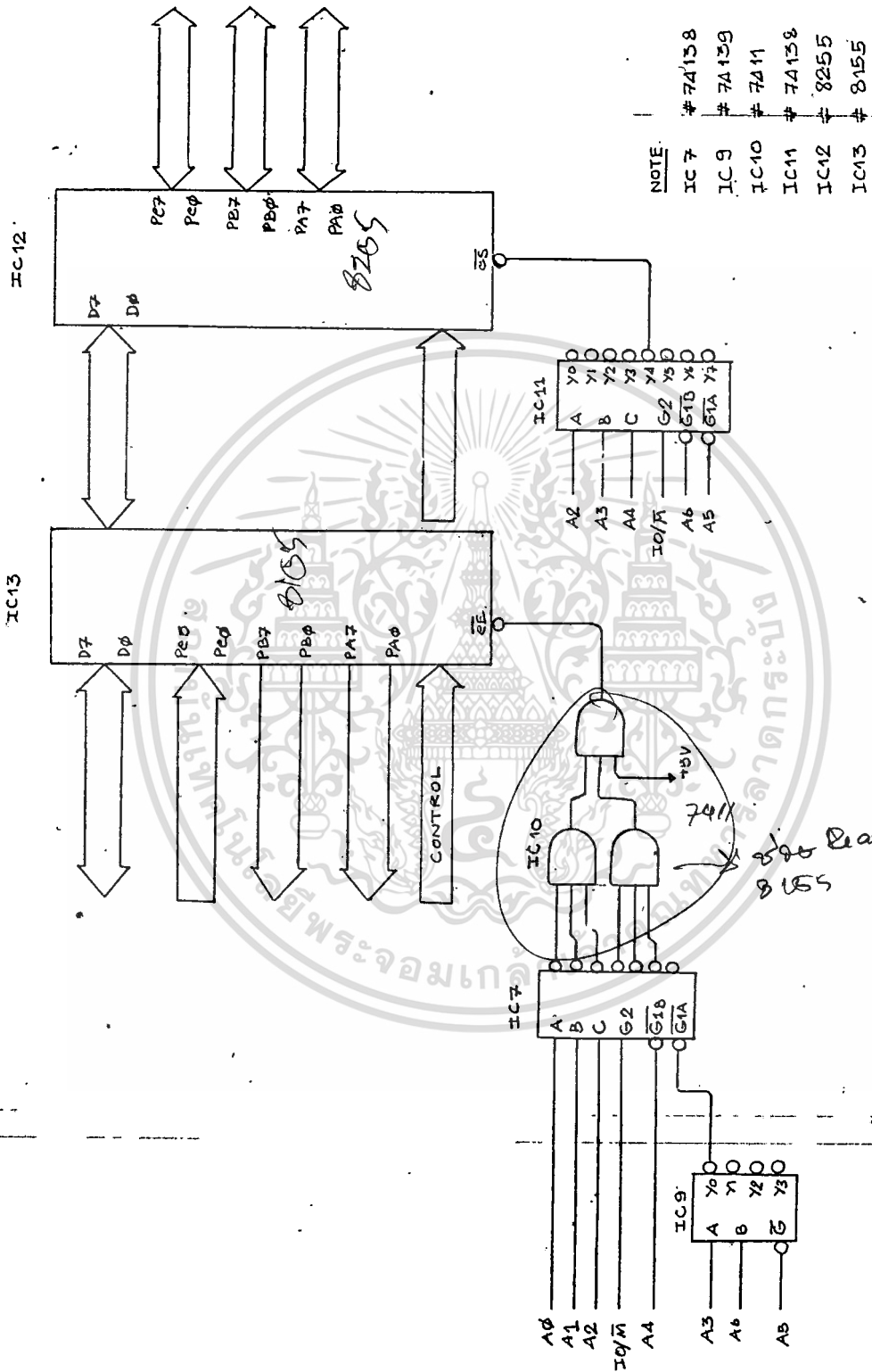
IC11 ทำหน้าที่ คีโลกพอร์ทเช่นกัน ออกแบบไว้เพื่อการขยายระบบ ซึ่งเตรียมไว้กับชิพ ชิปพอร์ท เบอร์ 8255 ใช้ไอซีเบอร์ 74138

และสุดท้ายคือ IC12 เป็น ชิพ ชิปพอร์ท เบอร์ 8255 ออกแบบเนื้อไว้โดย ไอซีเบอร์ทั้งหมดดังตารางที่ 9

PORT	หน้าที่
10	PORT A
11	PORT B
12	PORT C
13	CONTROL PORT 8255

ตารางที่ 9 แสดงเบอร์พอร์ทที่ใช้กับ 8255

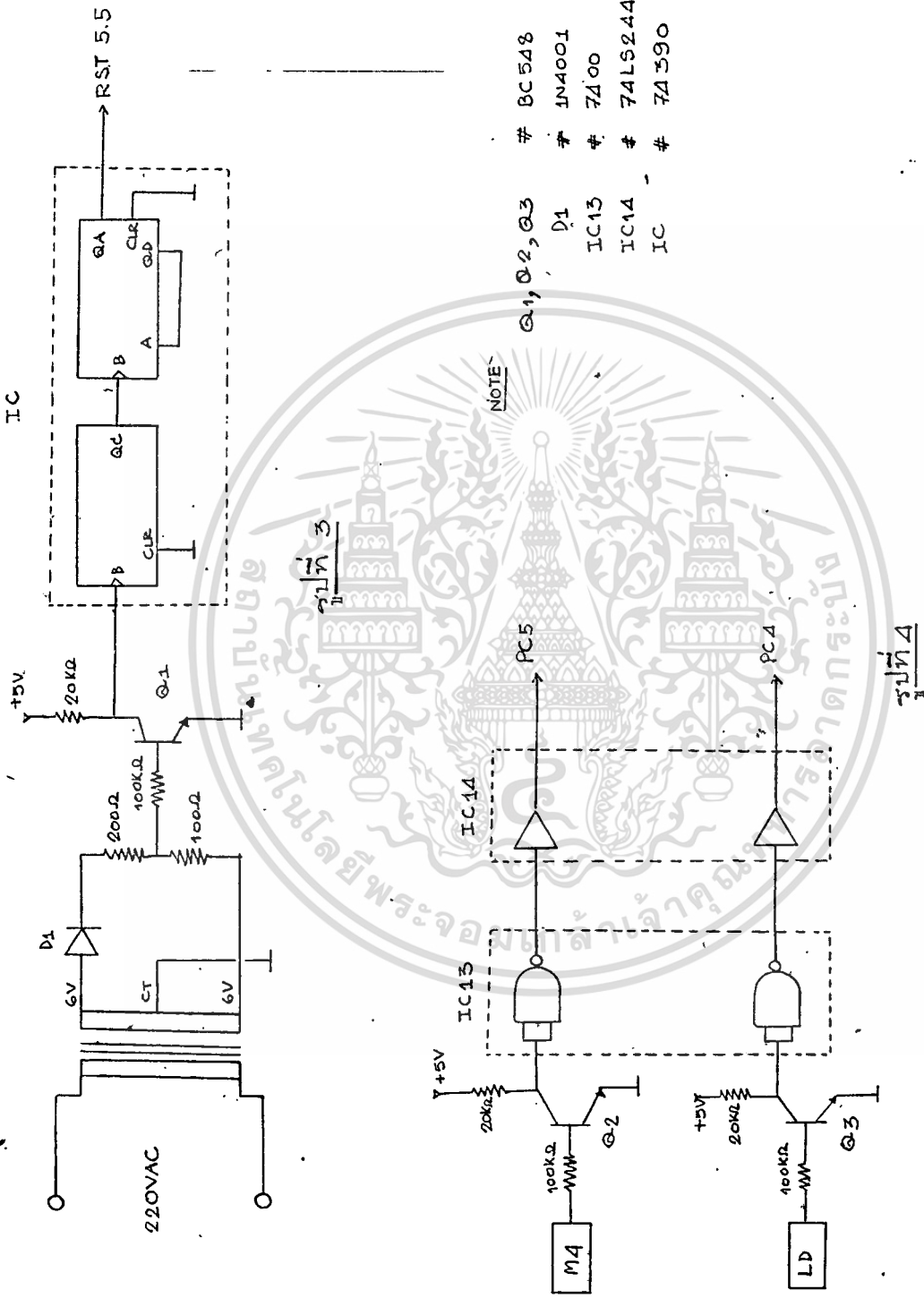
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



NOTE

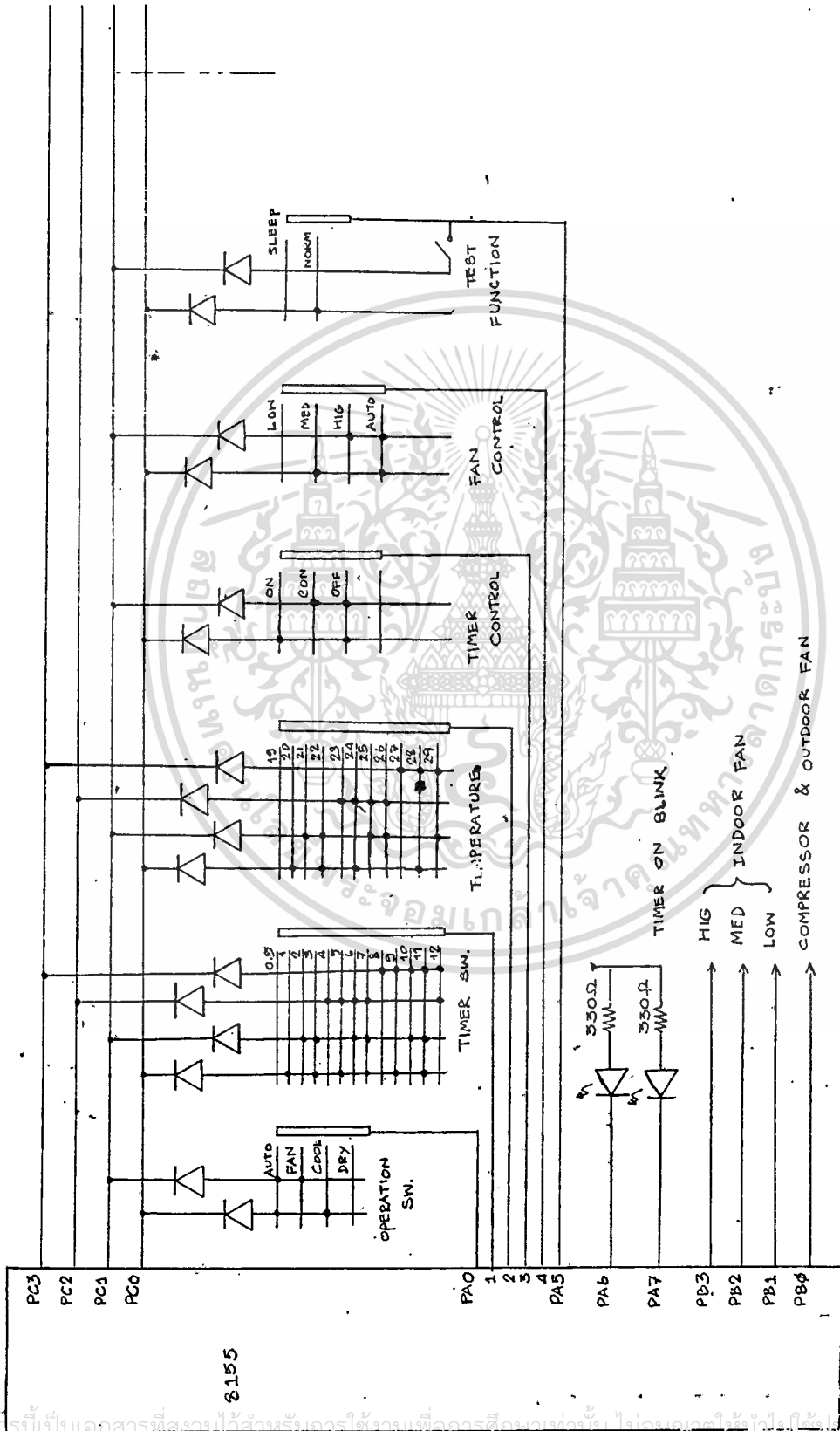
IC 7	# 74138
IC 9	# 74139
IC 10	# 7411
IC 11	# 74139
IC 12	# 8255
IC 13	# 8155

รูปที่ 2 แสดงวงจรส่วนรวมของส่วน INPUT / OUTPUT

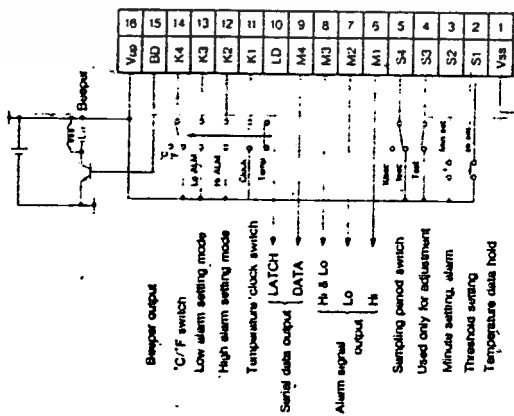


#	BC 548
#	1N4001
#	74LS00
#	74LS244
#	74LS90

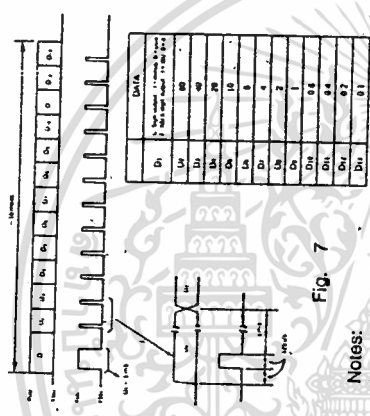
รูปที่ 3 , 4 วงจรกำเนิด สัญญาณ อินเทอร์เน็ตและชุดอ่านอุณหภูมิ



รูปที่ 5 เซลล์ รีโมท สวิตช์



รูปที่ 6.



รูปที่ 7 แสดงข้อมูลอุณหภูมิ ที่ TX-100 ส่งออกมา

รูปที่ 6 แสดงการตั้งโหมด การทำงานของ TX-100

SOAR CORPORATION

Mech Office 8182, Sakai-machi, Nagaoka-ori, 366-008 Japan
 Phone 0259682-191 Telex 0332-7425 SOAR CO Jpn. 0259682-719
 Sales Dept. 9185, Sakai-machi, Nagaoka-ori, 368-006 Japan
 Phone 0259682-191 Telex 0332-7425 SOAR CO Jpn. 0259682-719
 Tokyo Branch, Sotomachi Bldg, 3-4-5, Sakai-cho, Nagaoka-ori
 Japan Phone 02591-3415 Telex 0222-3445 SOAR TO Jpn. 02591-343
 Office Osaka Nanyo Seidou, Sapporo Fukuoka, Nagano.
 NORTH AMERICAN SOAR CORPORATION 1126 Cornell Avenue Cherry
 Hill NJ 08002 USA Phone (609)866-0800 Telex 230-134179
 SOAR EUROPA GmbH Otto-Hahn-Str. 29-30 4012 Othmaran 11 Mgrh
 Germany Phone 041083004 Telex 5214207 SOAR D
 SOAR ELECTRONICS SINGAPORE PTE LTD 71 Ayer Rajah Crescent
 Singapore 0515
 Phone 7783111 Telex 8324874 SOAR S*

Printed in Japan
 88-02-001-TX-100

ต่อไปจะกล่าวถึง ส่วนที่กำเนิดสัญญาณ อินเทอร์รัพท์ ซึ่งวงจรสมบูรณ์ ดังใน รูปที่ 3 การทำงานก็คือ นำสัญญาณไฟฟ้ากระแสสลับมาเรกติไฟร์(Rectifier) แบบ ฮาล์ฟเวฟ (Half Wave)แล้วจับสัญญาณให้อยู่ในรูปของสัญญาณ ดิจิตอล(Digital) จากนั้นนำวงจรนับ50(Counter) เพื่อกำเนิดสัญญาณ อินเทอร์รัพท์ ทุก ๆ 1วินาที

วงจรมับ50 นั้นใช้ ไอซีเบอร์ 74390 (Dual Decade Counter) โดยตัวแรกจับที่นับ 5 และ เอาพุทของตัวแรก ถู้นำมาเป็น อินพุทให้ตัวต่อไปนับ 10 อีกครั้งหนึ่ง

ส่วนขาสัญญาณ อินเทอร์รัพท์ ที่ใช้นั้น ใช้ขา Rst 5.5 ซึ่งเมื่อ อินาเบิ้ล อินเทอร์รัพท์ นี้แล้วและถูก อินเทอร์รัพท์ ชิพยูนิต 8085 จะกระโดดไปหา โปรแกรม ที่ ตำแหน่ง 003CH และ ณ ตำแหน่งนี้ โค้เขียน โปรแกรม เกี่ยวกับการจัดการ กับไทม์เบส (Time Base)ของระบบเพื่อใช้เป็นอ้างอิง(Reference) แก่การควบคุม การทำงาน ของ คอมเพรสเซอร์ หรือระบบต่อไป

ส่วนที่ติดต่อกับชุดอ่านอุณหภูมิ Tx-100 คือวงจรรูปที่ 4 Q2 และ Q3 (BC548) ทำหน้าที่ช่วยขยายสัญญาณที่ Tx-100 ส่งออกมาเพื่อให้เหมาะสมกับระดับ ดิจิตอล ส่วนหนึ่งของ IC13 ไอซีเบอร์ 7400 (Quad Nand Gate) ทำวงจรให้เป็น Not Gate เพื่อ Inverse สัญญาณจาก Q2 และ Q3 ใหกลับมามีเหมือนเดิม เอาพุทจากไอซี 13 จะถูกส่งผ่าน ไอซี 14 เบอร์ 74244 (Octal Buffer/Line Driver, 3 State Output) เพื่อเป็นบัฟเฟอร์ (Buffer) ก่อนที่จะต่อกับพอร์ท C ของ 8155

สำหรับชุดอ่านอุณหภูมิ TX-100 ผลิตภัณฑ์บริษัท Solar จะมีเทอร์มินัล (Terminal) ออกมา 16 ขา เราสามารถใช้สัญญาณ M4 ที่ออกมาจากขา 9 และสัญญาณ LD ที่ออกมาจากขา 10 เพื่อนำมาต่อกับพอร์ท C ของ 8155

สัญญาณที่ TX-100 ส่งออกมาจากขา M4 และ LD คือ ค่าอุณหภูมิขณะนั้น โดยจะส่งสัญญาณอนุกรม (Serial) ขนาด 13 บิต เป็นเลข บัซซีค (BCD) ดังแสดงใน รูปที่ 6 ช่วงเวลาของการส่งข้อมูลออกมาสามารถเลือกได้ 2 ช่วง คือ ทุก ๆ 1 วินาที และทุก 10 วินาที โดยนำขาที่ 5 ต่อกับไฟบวก 1.5 โวลต์ (Volt) หรือขา 16

TX-100 ไม่เพียงแต่จะเป็นเครื่องอ่านอุณหภูมิได้เท่านั้น ยังสามารถตั้ง

อุณหภูมิค่าสูงหรืออุณหภูมิต่ำได้ และเมื่ออุณหภูมิขณะนั้น เท่ากับอุณหภูมิที่ตั้งไว้แล้ว TX-100 จะส่งสัญญาณออกมาทันที ไม่ช้ากว่า 1 วินาที

ก็จะส่งสัญญาณเตือน (Alarm Signal) ออกมา และ TX-100 ยังสามารถวัดค่าของอุณหภูมิออกมาเป็นหน่วยขององศาเซลเซียส หรือ องศาฟาเรนไฮต์ (Farenhiet) โดยทำการตั้งที่ขา 14 ดังแสดงในรูปที่ 6 ซึ่งแสดงถึงการต่อเพื่อตั้งโหมดการทำงานของ TX-100

สำหรับที่ในการควบคุมเครื่องปรับอากาศนี้ เราตั้งให้ TX-100 ส่งข้อมูลของอุณหภูมิออกมาทุก 1 วินาที และใช้หน่วยขององศาเซลเซียส

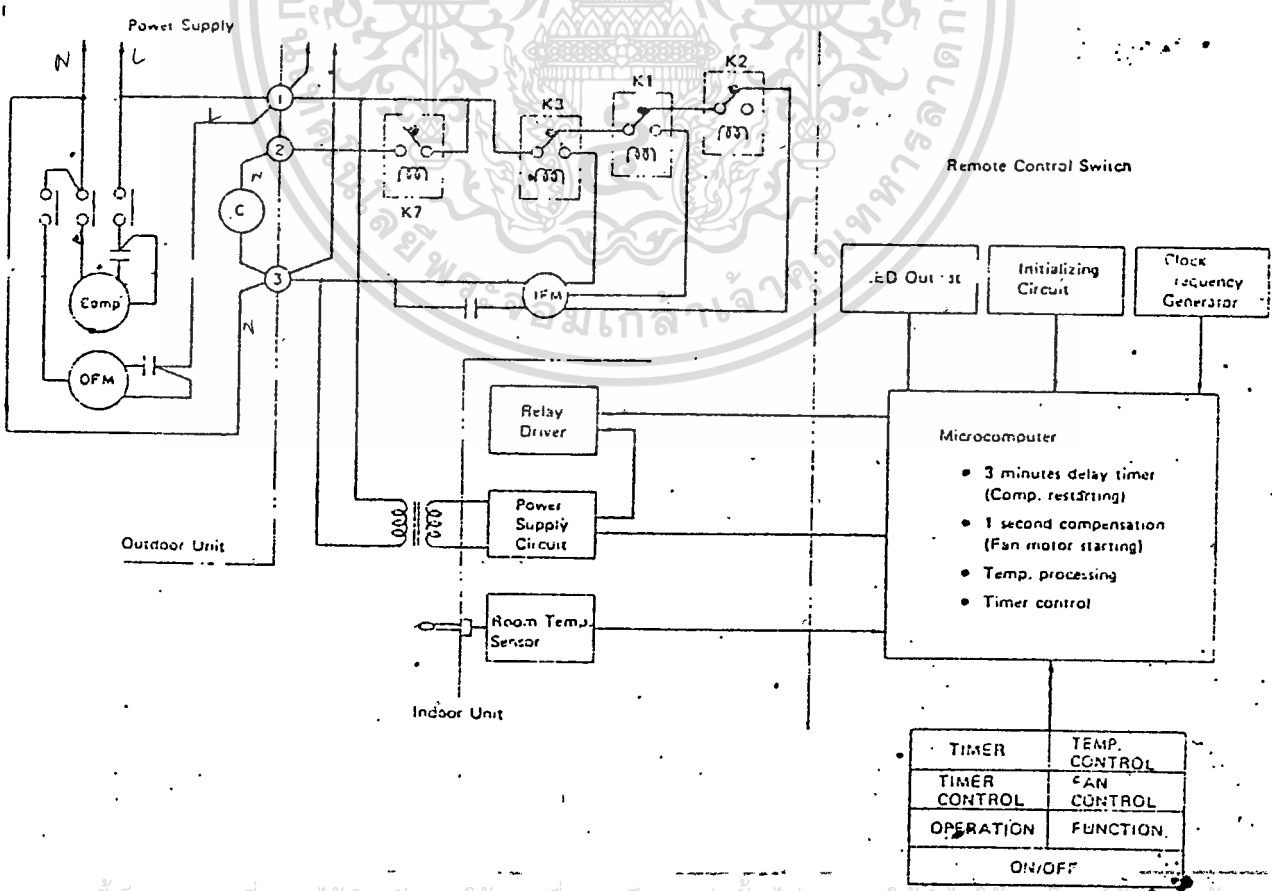
วงจรรูปที่ 5 เป็นวงจรมบวมของรีโมท สวิตซ์ จะเห็นว่ามีไดโอด (Diode) ทำหน้าที่ เอ็นโคด (Encode) พอร์ต A ทำหน้าที่ส่งสัญญาณเลือกสวิตซ์ของรีโมท ในที่นี้จะเป็นแบบเลื่อน ซึ่งทำให้สัญญาณจาก พอร์ต A สัญญาณสวิตซ์จากนั้นไดโอด จะทำหน้าที่ เอ็นโคด เพื่อเป็น อินพุตของ พอร์ต C ดังนั้นในการโปรแกรม 8155 นั้น จะกำหนดไว้ว่าให้พอร์ต A และพอร์ต B เป็นเอาต์พุตพอร์ต ส่วนพอร์ต C เป็นอินพุตพอร์ต การโปรแกรมจะกล่าวโดยละเอียดใน บทที่ 4 ต่อไป

การออกแบบ โปรแกรมควบคุม

บทที่นี้มาน่าเป็นการอธิบายเกี่ยวกับส่วน ฮาร์ดแวร์ (Hard Ware) ส่วนควบคุมจะทำงานไม่ได้เลยถ้าหากโปรแกรม โปรแกรมต่าง ๆ นั้นจะถูกบรรจุภายใน รอม ส่วนควบคุมจะทำงานตามคำสั่งนั้น ดังนั้นจะเป็นได้ว่า โปรแกรมเป็นส่วนสำคัญอย่างมาก ที่ต้องออกแบบและวางแผนงานในการเขียนโปรแกรมเพื่อให้ระบบทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ มากที่สุด

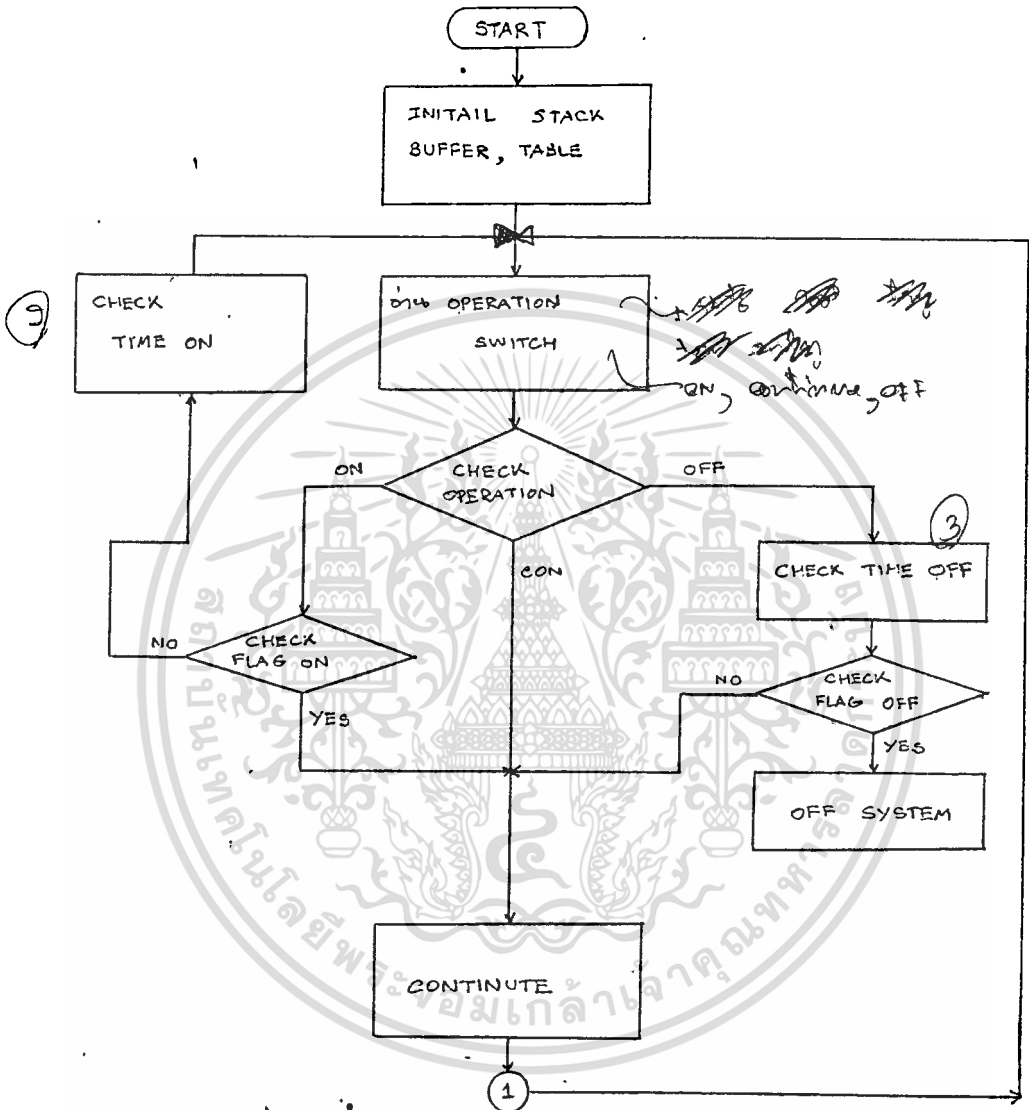
ในบทนี้จะกล่าวหลักการของโปรแกรม โดยเขียนในรูปของผังงาน (Flow Chart) และผังงานนั้น ถ้าระบอบโปรแกรมที่ยังยากก็จะถูกแบ่งออกอีกเป็นผังงานย่อย ๆ

ในบทนี้อาจจะให้เห็นลักษณะของงานเขียนโปรแกรมว่า ส่วนควบคุมต้องทำการควบคุม อุปกรณ์ใดบ้าง รูปที่ 8 แสดงบล็อกไดอะแกรม แบบกว้าง ที่ส่วนควบคุม ต้องทำการติดต่อด้วย



ต่อไปนี้จะแสดงผังงานของโปรแกรมทั้งหมด ซึ่งประกอบด้วย

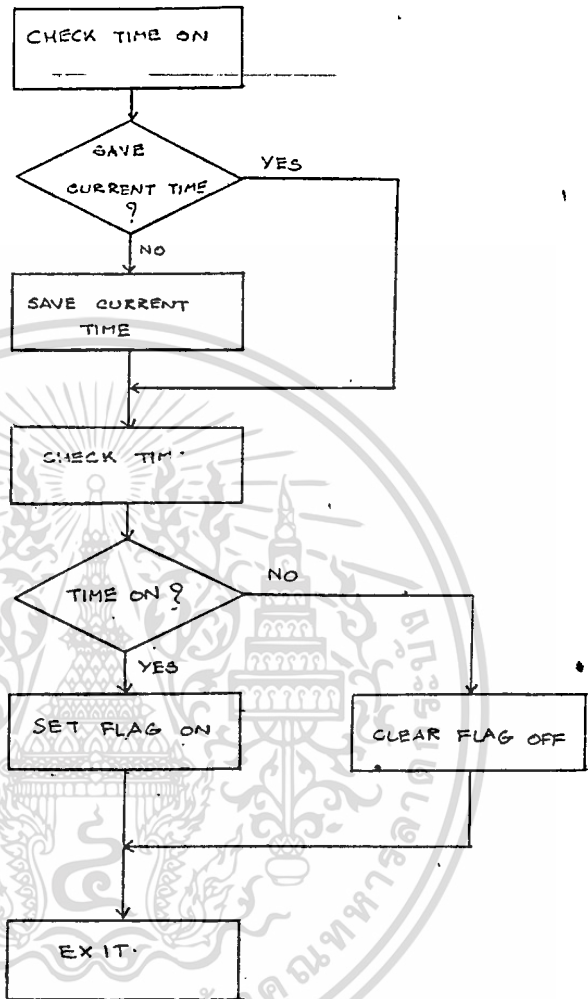
1. เมนโปรแกรม(Main Program)



รูปที่ 9 แสดงผังงานของ Main Program

โปรแกรมส่วนนี้จะทำงานเป็น ซีควีล (Sequential) หมายความว่า จะมีการหยุดระบบ (Off System) สำหรับส่วนที่ใช้ควบคุมการทำงานจริงของเครื่องปรับอากาศ คือส่วนโปรแกรม คอนตริลวิทสวิทซ์ โอเปอเรชั่น จะเป็นตัวกำหนดการทำงานของเครื่องปรับอากาศในขั้นต้น คอจากนั้นโปรแกรม คอนตริลวิท จะทำการตรวจสอบค่าแห่งค้าง ๆ ของสวิทซ์อื่น คอไป

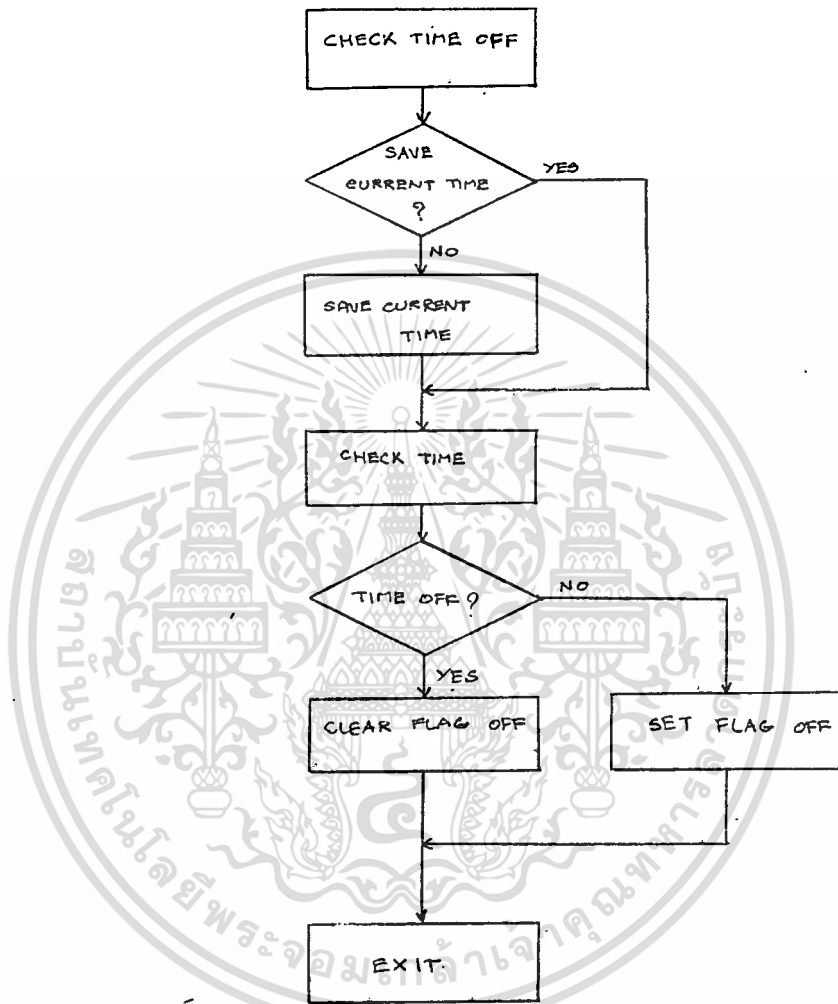
2. โปรแกรม ตั้งเวลาเริ่มทำงาน



รูปที่ 10 แสดงผังงานของโปรแกรมตั้งเวลาเริ่มทำงาน

เริ่มต้นของโปรแกรมนี้นี้ คือการเก็บเคอร์เรน ไทม์(Current Time) ลงในบัสเพื่อ และเซตแฟล็ก ขึ้นมาตัวหนึ่งเพื่อเป็นมอกว่ามีกาเก็บค่าเวลาไว้แล้วจากนั้น จะเข้าขบวนการเปรียบเทียบว่าที่ผ่านไปกับค่าเวลาที่ผู้ใช้ตั้งไว้ กับ รีโมท สวิตช์ ว่าถึงเวลานั้นหรือยัง ถ้าถึงเวลาแล้วก็จะเซตแฟล็กอีกตัวหนึ่งเพื่อบอกให้ เมนโปรแกรม ทราบว่า ถึงเวลาที่ตั้งไว้แล้ว ให้เริ่ม ออนเครื่องปรับอากาศได้ แต่ถ้าไม่ถึง แฟล็กตัวนี้ก็จะไม่ถูกเซต แล้วจะกลับเข้าเมนโปรแกรม

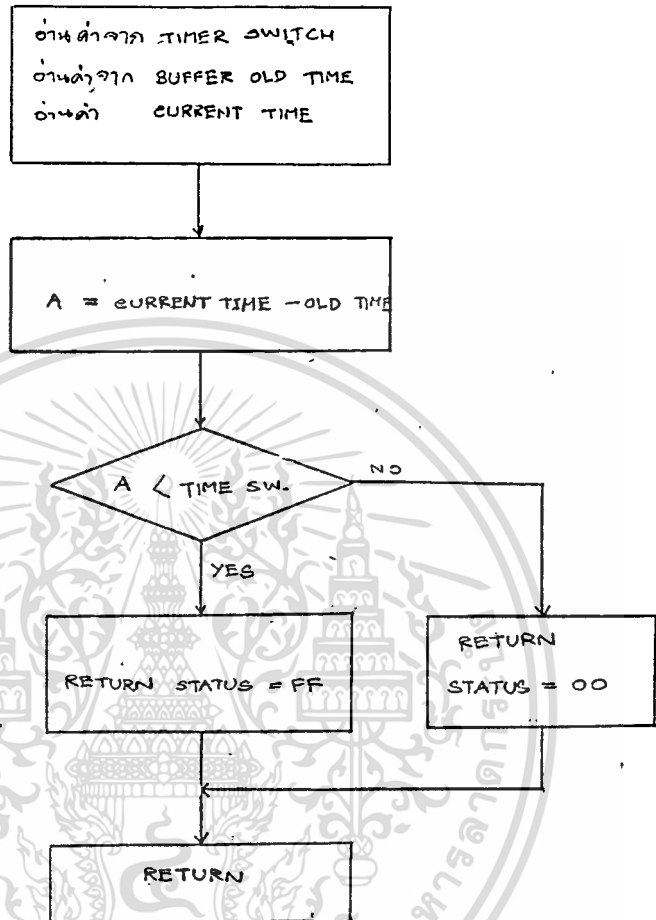
3. โปรแกรม คั่งเวลาหยุดทำงาน



รูปที่ 11 แสดงผังงานการคั่งเวลาหยุดทำงาน

โปรแกรมในส่วนนี้คล้ายกับโปรแกรมคั่งเวลาเริ่มทำงาน เพียงแค่การกำหนดผลลัพธ์ที่กับโปรแกรมตัวเวลาเริ่มทำงาน

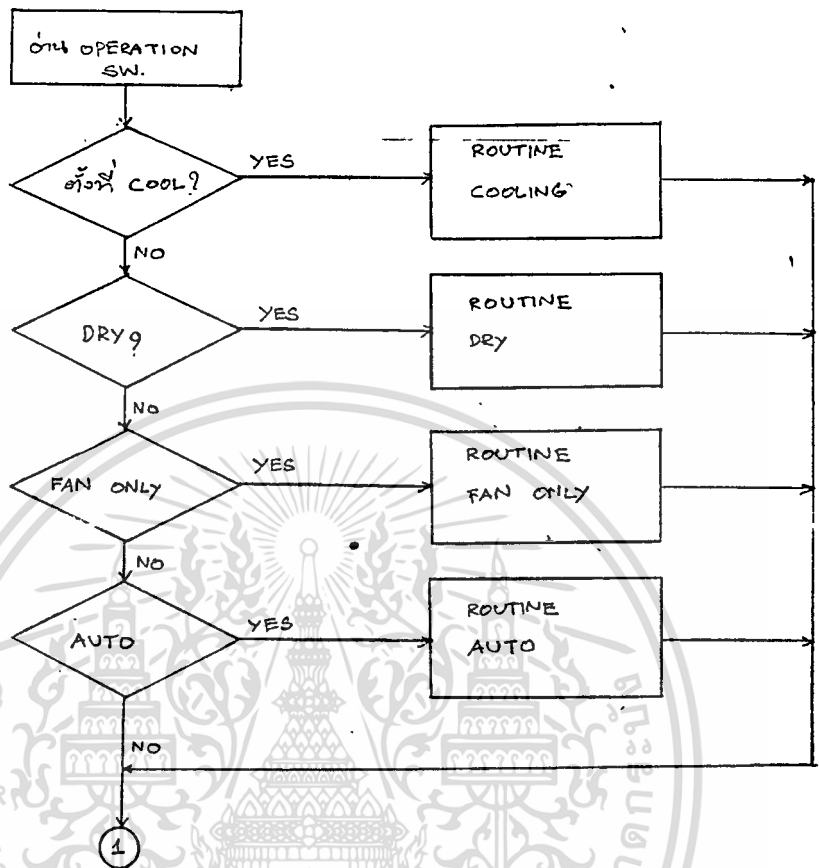
4. โปรแกรมตรวจสอบเวลา (Check Time)



รูปที่ 12 แสดงผังงานของการตรวจสอบเวลา

โปรแกรมตรวจสอบเวลานี้จะนำค่าช่วงเวลาที่เปลี่ยนไป (เวลาปัจจุบัน - เวลาเก่า) มาเปรียบเทียบกับช่วงเวลาที่ผู้ใช้ตั้งจาก รีโมท สวิตช์ ถ้าช่วงเวลาที่ผู้ใช้ตั้งไว้นั้นมากกว่า ช่วงเวลาที่เปลี่ยนไป โปรแกรมส่วนนี้จะส่งค่า FF กลับให้โปรแกรมที่เรียก แต่ถ้าวางเวลาที่เปลี่ยนไปมากกว่าช่วงเวลาที่ผู้ใช้ตั้ง โปรแกรมจะส่งค่า 00 กลับ การส่งค่ากลับในลักษณะนี้จะช่วยให้โปรแกรมที่เรียกใช้โปรแกรมส่วนนี้ สะดวกต่อการตรวจสอบสถานะของเวลาได้

5. โปรแกรม คอนตินิวท์(Continue)

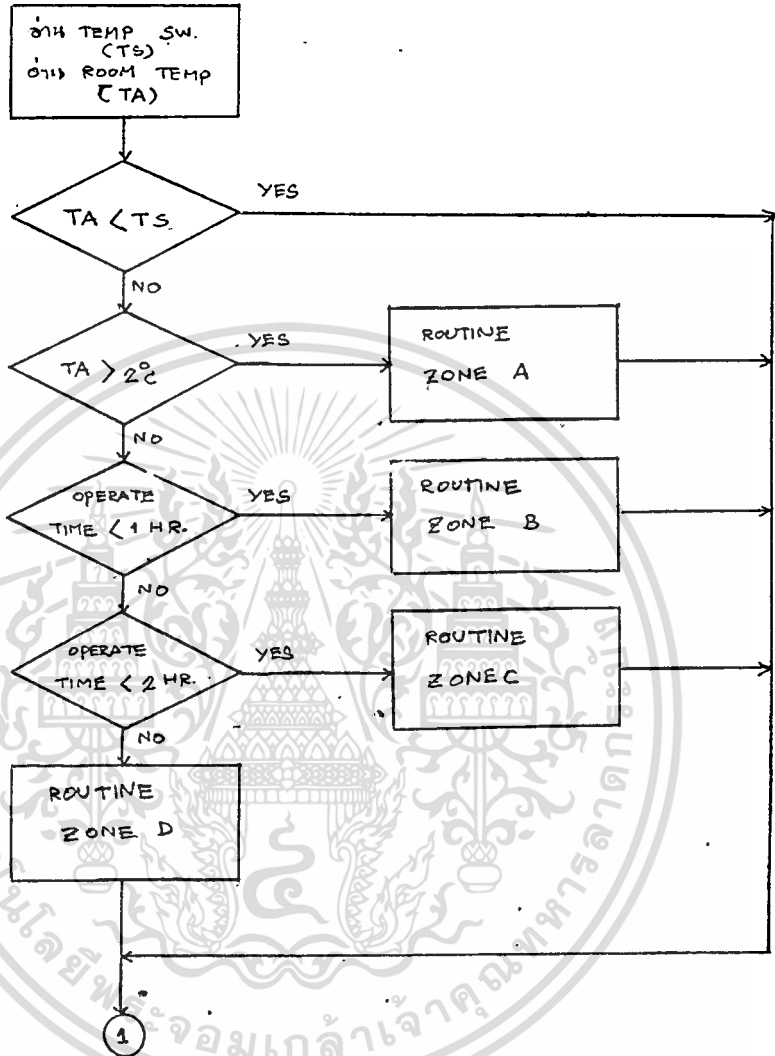


รูปที่ 13 แสดงการตรวจสอบ Operation Switch ของ Continue

จากผังงานเมื่อโปรแกรมตรวจสอบโอเปอเรชั่น สวิตช์ แล้วก็จะกระโดดไปทำซับรูทีน(Sub Routine) นั้น ๆ เมื่อสิ้นสุดการทำงานนั้นแล้ว ก็จะไปเริ่มต้นที่ เมน - โปรแกรม คือ กระโดดไปที่ จุดที่ 1 เริ่มตรวจสอบสวิตช์ต่าง ๆ ว่า มีการเปลี่ยนตำแหน่งหรือเปล่า ถ้าไม่มีการเปลี่ยนตำแหน่งแล้ว โปรแกรมต่าง ๆ ก็จะทำงานตามที่มันเคยทำอยู่เป็นวงรอบจนกระทั่งครบเวลา ต่าง ๆ เช่น ตอนแรกเริ่มมีการออนไคคอมเพรสเซอร์ทำงาน เมื่อไม่มีการเปลี่ยนสวิตช์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับการทำงานของคอมเพรสเซอร์ แล้วคอมเพรสเซอร์ ก็จะทำงานอยู่ตลอดเวลา จนกระทั่งครบเวลาที่ได้กำหนดไว้ จึงจะหยุดการทำงานของคอมเพรสเซอร์

การควบคุม คอมเพรสเซอร์ นั้นจะเป็นไปตามการที่ผู้ใช้ตั้งสวิตช์ไว้ และพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิห้อง กับระยะเวลาการทำงานของเครื่อง คือไปจะกล่าวถึงส่วนย่อย ๆ ลงไปอีก การใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

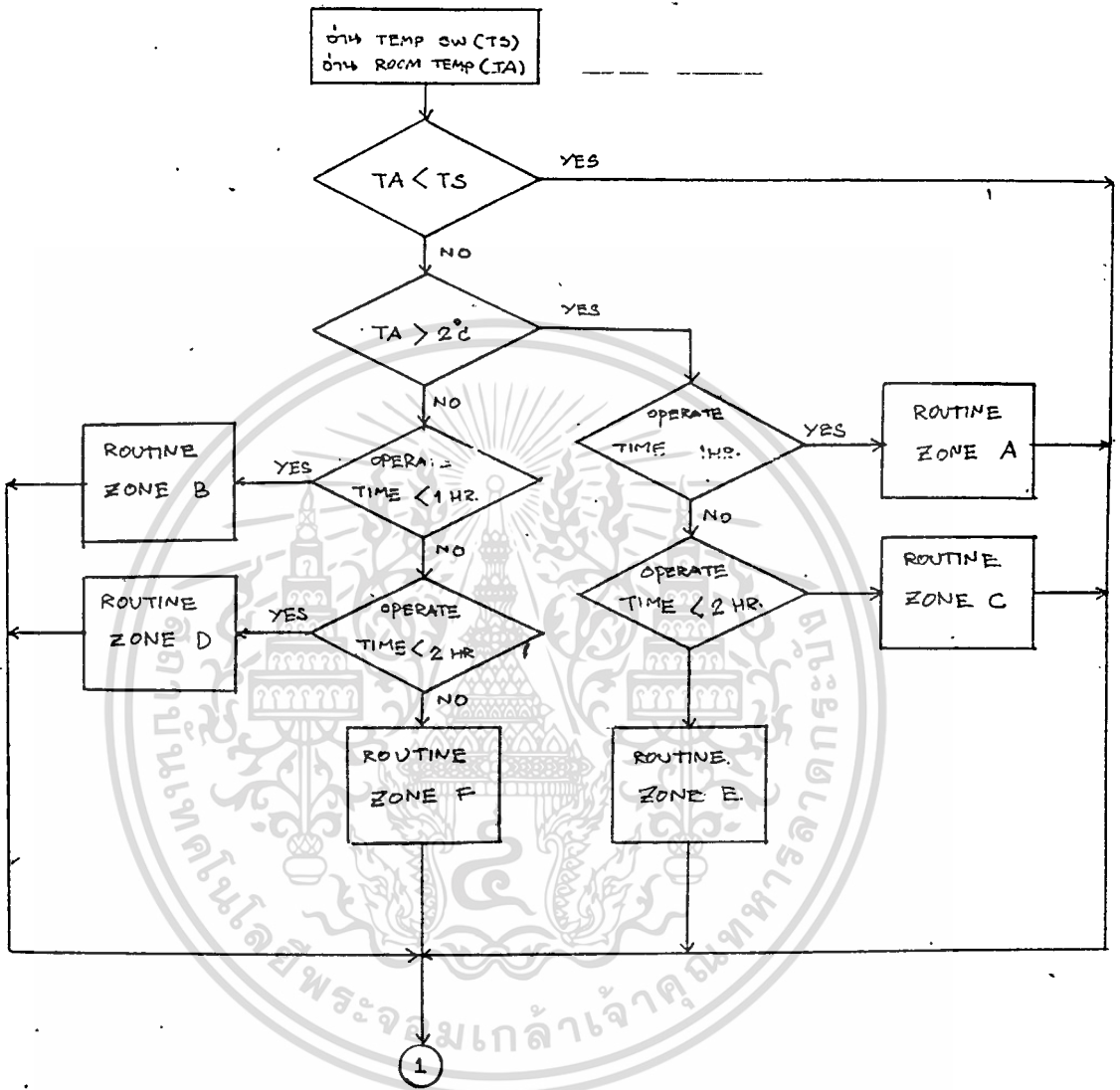
6. โปรแกรม Cooling



รูปที่ 14 แสดงการแบ่ง Zon ของเครื่องปรับอากาศในโหมด Cooling

จากผังงานนี้จะเห็นว่า มีการทำงาน ตามตารางที่ 1 ในบทที่ 2 ซึ่งนำ ความสัมพันธ์ระหว่างเวลาการทำงานของเครื่องและความแตกต่างของอุณหภูมิห้อง กับ อุณหภูมิที่ผู้ใช้กำหนด

7. โปรแกรม Dry (During Cooling)

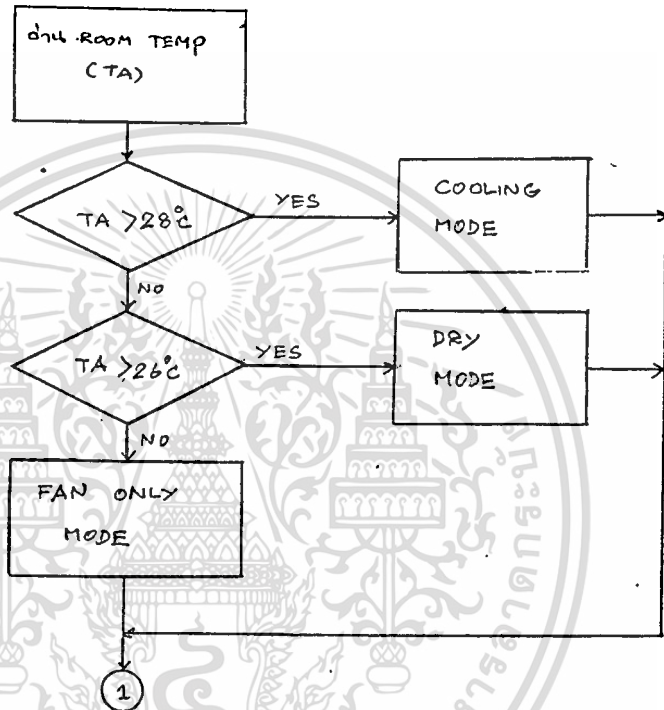


รูปที่ 15 แสดงการแบ่งโซนการทำงานของเครื่องปรับอากาศในโหมดกราย

การทำงานของความชื้นงานนี้จะเป็นไปตามตารางที่ 2 ในบทที่ 2 การควบคุมพัลลวมภายในนั้นอยู่ที่ตำแหน่งค่าคงที่

สำหรับการทำงานในโหมด Fan Only นั้น โปรแกรมเพียงแต่อ่านค่าจากคอนโทรล แพน มาแล้วควบคุมความเร็วของพัลลวมภายใน เท่านั้น จึงไม่แสดงนิ้งงานไว้ในที่นี้

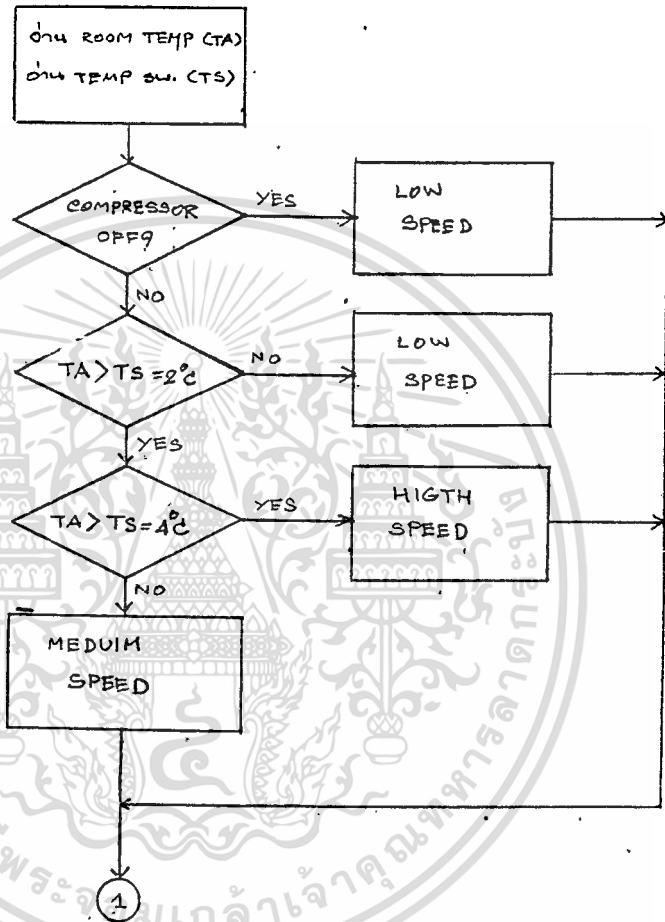
8. โปรแกรม Auto



รูปที่-16 แสดงการทำงานในโหมด อัตโนมัติ

จากผังงานจะเห็นว่า โปรแกรมนี้จะพิจารณาถึงอุณหภูมิห้องขณะนั้น ไม่สนใจว่าค่าอุณหภูมิที่ผู้ใช้ตั้งไว้ เมื่ออุณหภูมิห้องอยู่ในย่านอุณหภูมิที่กำหนดไว้ โปรแกรมก็จะถึงการทำงานในโหมด ต่าง ๆ มาใช้เท่านั้นเอง

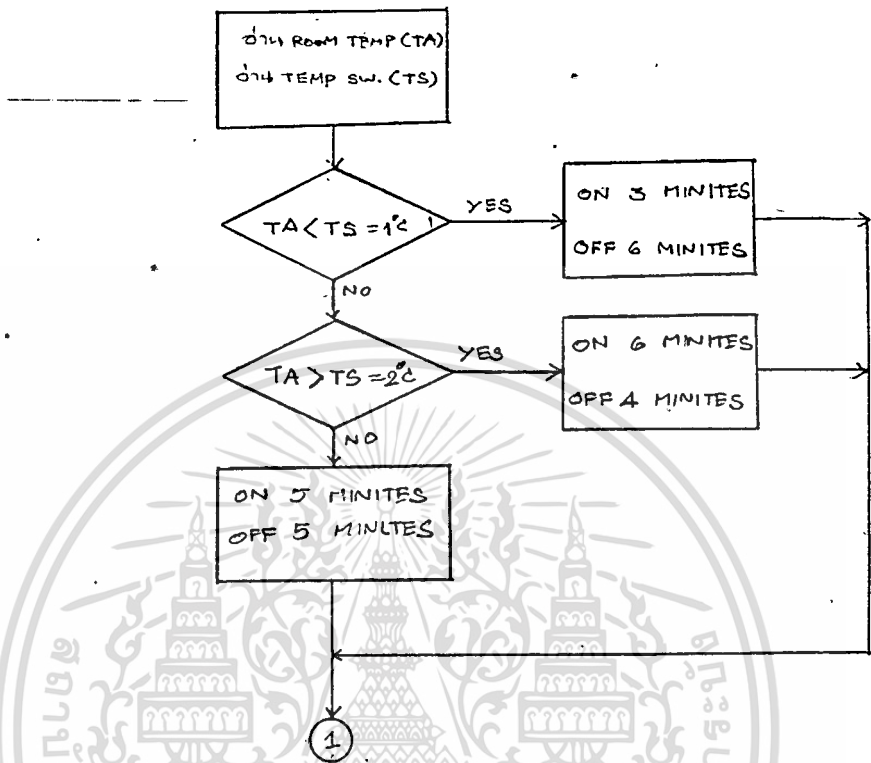
9. โปรแกรม Automatic Fan Speed Control



รูปที่ 17 แสดงการควบคุมพัดลมภายในห้อง

จากผังงานจะเห็นว่าเมื่อ คอมเพรสเซอร์หยุดทำงาน พัดลมภายในจะทำงานที่มีค่าเสมอ แต่เมื่อ คอมเพรสเซอร์ทำงาน ความเร็วของพัดลมภายในจะขึ้นกับ ความแตกต่างของอุณหภูมิห้องและอุณหภูมิที่ผู้ใช้ตั้งไว้

10. โปรแกรม Dry Mode (Normal)



รูปที่ 18 แสดงการควบคุมเครื่องปรับอากาศ ในโหมด ทราย แบบปกติ

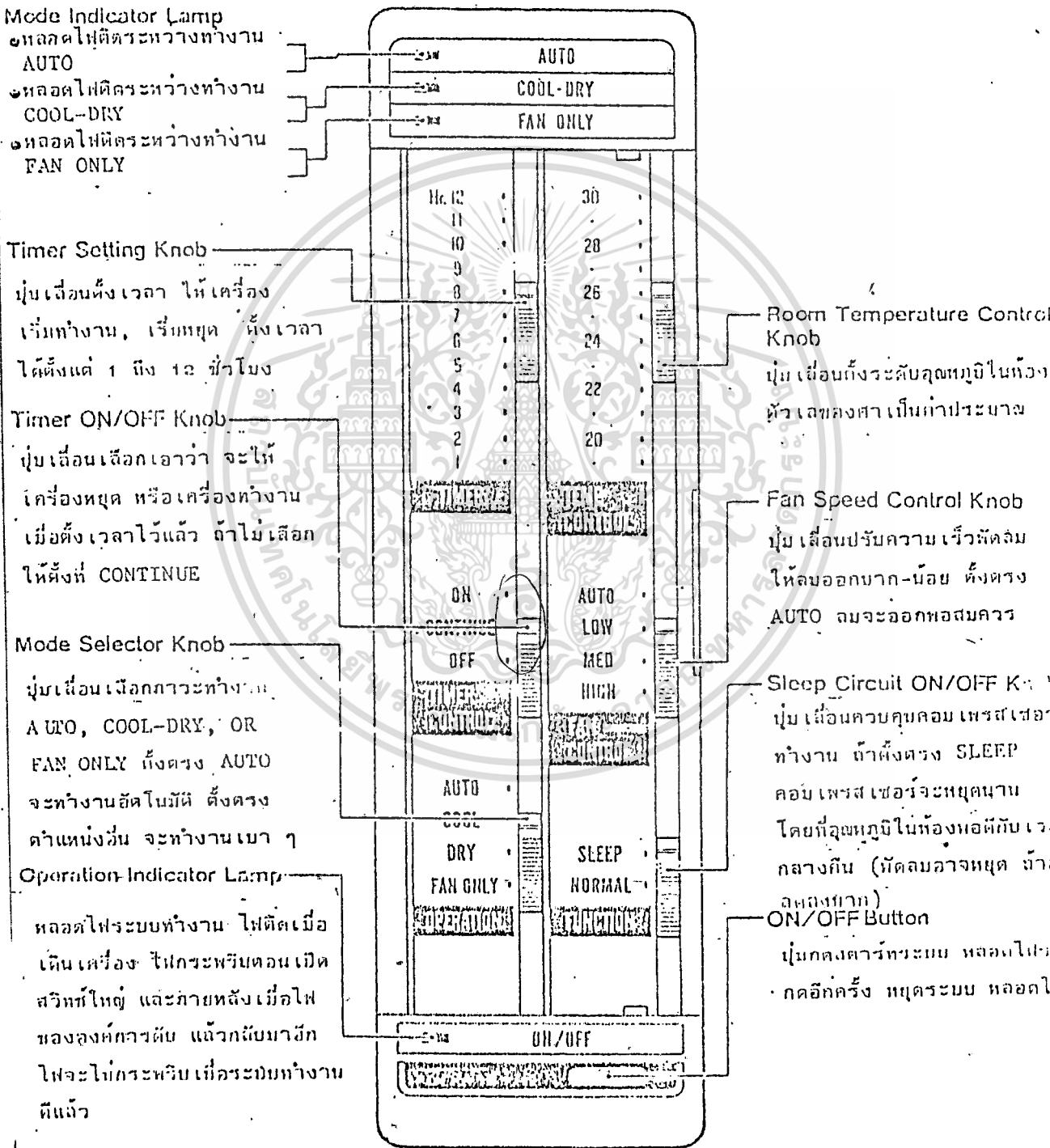
จากผังงานการทำงานของเครื่องปรับอากาศจะเป็นไปตาม ตารางที่ 5-
ในบทที่ 2 จะเห็นว่ามีการทำงานเป็นไซเคิล (Cycle) คือทั้งคอมเพรสเซอร์และพัดลม
ภายในจะทำงานพร้อมกัน แต่และไซเคิลจะมีการ ออน-ออฟ คอมเพรสเซอร์ ภายช่วง
เวลาที่แตกต่างกันขึ้นกับความแตกต่างของอุณหภูมิห้องและอุณหภูมิที่ผู้ใช้ตั้งไว้

จากผังงานต่าง ๆ ที่กล่าวมาแล้ว สามารถนำมาเขียนโปรแกรม ภาษา
แอสเซมบลี (Assembly) ของ ซีพียู เบอร์ Z80-โคด้งแสดงไว้ในภาคผนวก สาเหตุ
ที่ใช้ภาษาแอสเซมบลีของ Z80 ก็เพราะว่าสามารถหา ครอสแอสเซมบลีของ Z80 บน
IBM โค้ง่าย

การพิจารณาว่าคำสั่งโคของ Z80 ตรงกับ คำสั่งของ 8085 นั้น เราจะ
พิจารณา ออปโคด้ (Op-Code) ซึ่งแสดงไว้ในภาคผนวก เช่นเดียวกัน.

ต่อไปจะกล่าวถึงการใช้งานของเครื่องปรับอากาศนี้ซึ่งจะมี รีโมทสวิตช์


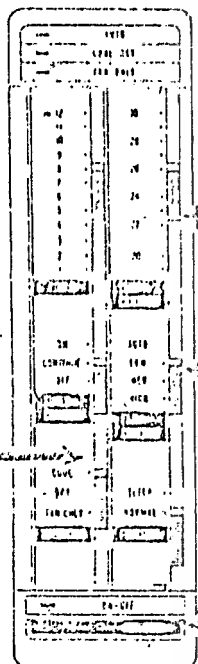
ซึ่งมีรูปร่างและหน้าที่การทำงาน ดังแสดงในรูปที่ 19



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนรูปที่ 19 แสดงรูปร่างและหน้าที่ของปุ่มต่าง ๆ ให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

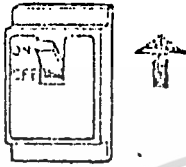
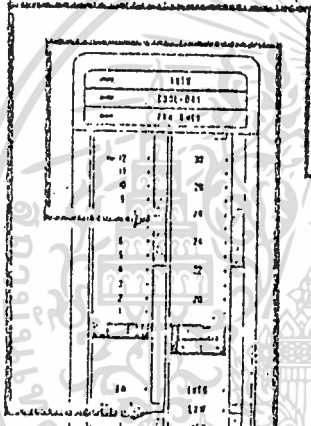
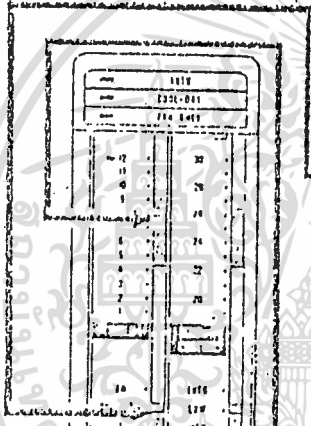
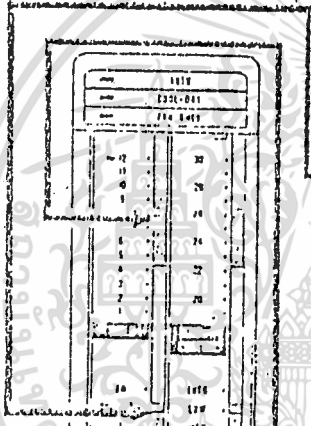
ต่อไปนี้จะแสดงการตั้งปุ่มต่าง ๆ เพื่อใช้งานตามความต้องการ

Controls	Cool	Dry	Fan-only
<p>Power Switch</p> 	<p>ควบคุมความเย็น ควบคุมปริมาณลมหมุนเวียน ความที่ชอบ เปิดสวิตช์ไฟใหญ่</p>	<p>ควบคุมความเย็น ควบคุมปริมาณลมหมุนเวียน โดยไมโครโพรเซสเซอร์ เปิดสวิตช์ไฟใหญ่</p>	<p>ส่งลมหมุนเวียนเท่านั้น เปิดสวิตช์ไฟใหญ่</p>
<p>2</p> 	<p>เลื่อนปุ่มให้ชี้คกรง ตำแหน่ง Cool</p>	<p>เลื่อนปุ่มให้ชี้คกรง ตำแหน่ง Dry</p>	<p>เลื่อนปุ่มให้ชี้คกรง ตำแหน่ง Fan only</p>
<p>3</p>	<p>เลื่อนปุ่มให้ชี้คกรง ตำแหน่งที่ต้องการ ตัวเลขของค่าเป็นค่า ประมาณ</p>	<p>เลื่อนปุ่มให้ชี้คกรง ตำแหน่งที่ต้องการ ตัวเลขของค่าเป็นค่า ประมาณ</p>	<p>เปิดเครื่องให้พักลม เท่านั้นทำงาน (Fan On) ปุ่มเลื่อนเลือกระดับ อุณหภูมิจึงไม่เกี่ยวข้องกับ</p>
<p>4</p>	<p>เลื่อนปุ่มให้ชี้คกรง ตำแหน่ง Low, Med, High or Auto ความที่ต้องการ</p>	<p>ปุ่มนี้ไม่มีผลต่อภาวะ ทำงาน Dry ไมโครโพรเซสเซอร์ ควบคุมแทน</p>	<p>ให้เลื่อนปุ่มตรงกัล Low, Medium or High ย่ำคกรงกับ Auto เพราะจะไม่ทำ</p>
<p>5</p>	<p>กดสวิตช์ระบบ</p>	<p>กดสวิตช์ระบบ</p>	<p>กดสวิตช์ระบบ</p>

ตั้งปุ่มโหมดให้คกรง Continue และปุ่มนอนกลางคืนให้คกรง Normal
เมื่อจะหยุดเครื่องให้กดสวิตช์ระบบ

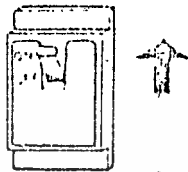
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตั้งเวลาล่วงหน้า

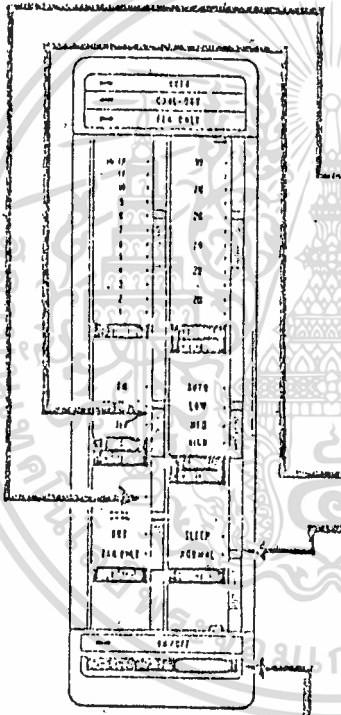
Controls	Timer Operation
<p>Power Switch</p> 	<p>ให้เครื่องหยุด หรือให้เครื่องทำงาน</p> <p>เปิดสวิตช์ไฟใหญ่</p>
	<p>เลื่อนปุ่มไทเมอร์ให้สอดคล้องกับ ตำแหน่งกำหนด</p> <p>On : ให้เครื่องทำงานในเวลาข้างหน้า Off : ให้เครื่องหยุดเมื่อถึงเวลา</p>
	<p>เลื่อนปุ่มไทเมอร์ให้ติด ตรงกับจุดเลขชั่วโมง</p>
	<p>เลื่อนปรับปุ่มตั้งค่าต่าง ๆ ตามเวลาที่ต้องการ</p> <p>กดสวิตช์ระบบ</p> <p>เมื่อจะหยุดเครื่องให้กดสวิตช์ระบบ</p>

กึ่งอัตโนมัติ

Controls	Auto Made
----------	-----------



1 เปิดสวิตช์ไปใหญ่



2 เลื่อนปุ่มให้ชิดตรงกับ Auto

3 เลื่อนปุ่มไทมเมอร์ให้ตรง Continue และปุ่มนอนกลางคืนให้ตรงกับ Normal*

* ถ้าต้องการประหยัดไฟฟ้ามามากที่สุด ให้ตั้งตรง Sleep

4 กดสวิตช์ระบบ

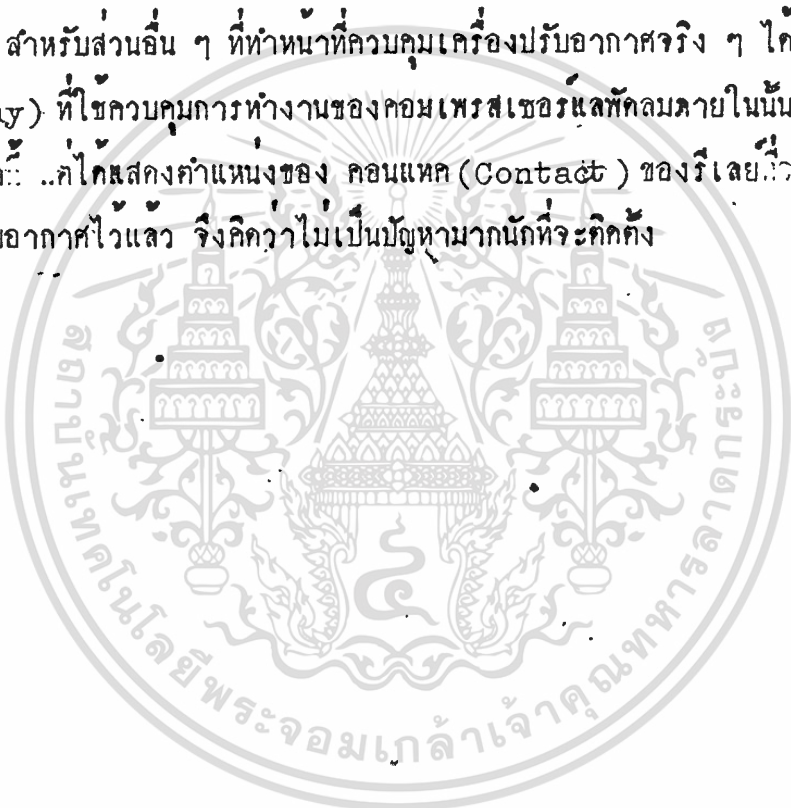
เมื่อจะหยุดเครื่อง ให้กดสวิตช์ระบบ

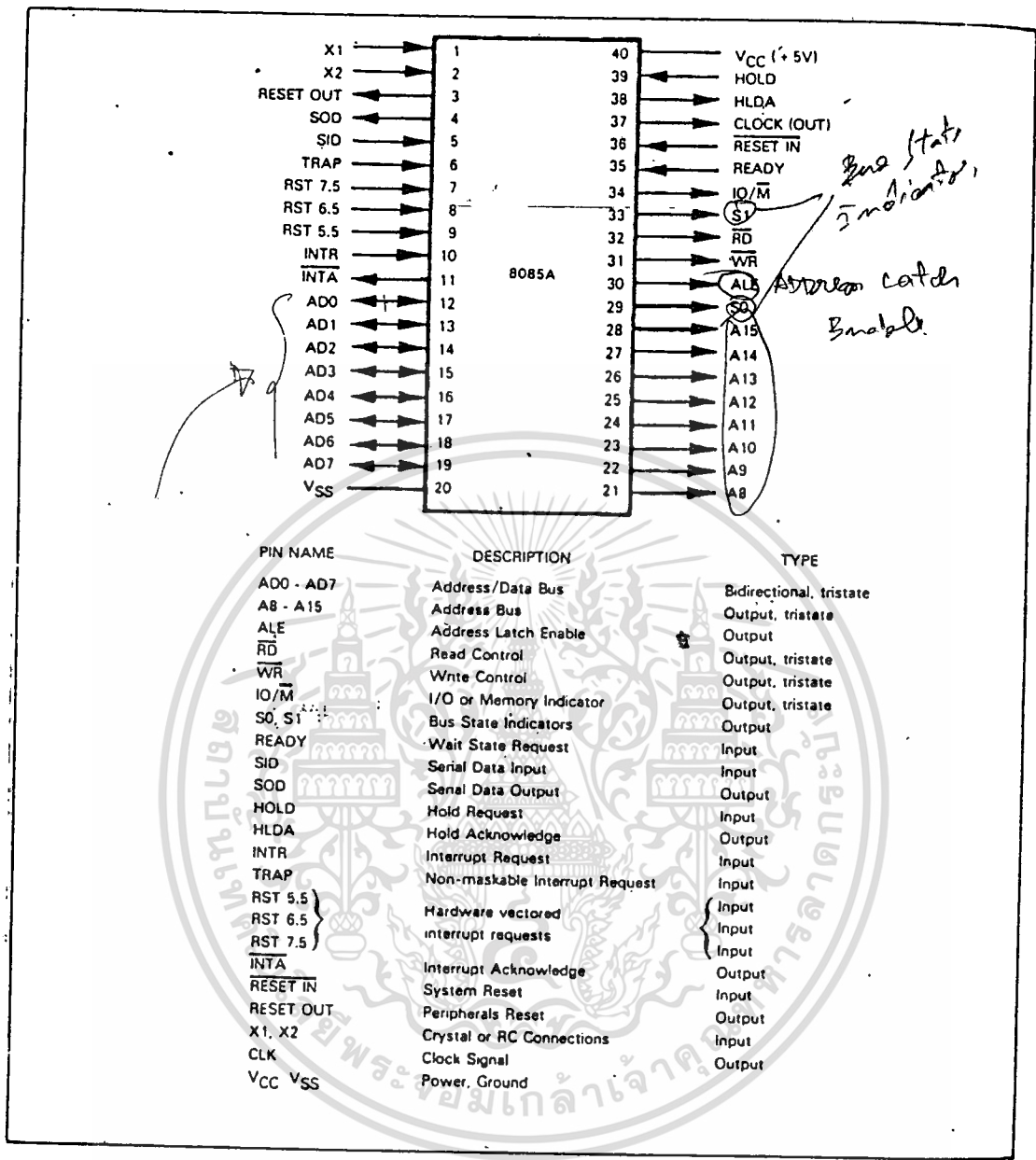
บทที่ 6

บทวิจารณ์และสรุป

โปรเจกต์นี้ เป็นการประยุกต์ใช้ ไมโครโปรเซสเซอร์ มาทำงานในลักษณะควบคุม ซึ่งจากที่กล่าวมาทั้งหมดนี้ จะเห็นได้ว่า เป็นการทำงานที่เกี่ยวข้องกับวงจรทางคานาเกิจิตอล (Digital) เป็นส่วนใหญ่ทางทฤษฎี การทำงานของเครื่องนี้ก็จะทำงานกับแอลอีดี (LED) ซึ่งการทำงานก็ถูกต้องตามฟังก์ชันควยดี

สำหรับส่วนอื่น ๆ ที่ทำหน้าที่ควบคุมเครื่องปรับอากาศจริง ๆ ได้แก่ วงจรรีเลย์ (Relay) ที่ใช้ควบคุมการทำงานของคอมเพรสเซอร์แลที่กลบคายในนั้นไม่ได้ออกแบบได้ในโปรเจกต์นี้ ...ก็ได้แสดงตำแหน่งของ คอนแทค (Contact) ของรีเลย์ไว้ว่า เป็นต้องคล้องกับเครื่องปรับอากาศไว้แล้ว จึงคิดว่าไม่เป็นปัญหามากนักที่จะติดตั้ง





PIN NAME	DESCRIPTION	TYPE
AD0 - AD7	Address/Data Bus	Bidirectional, tristate
A8 - A15	Address Bus	Output, tristate
ALE	Address Latch Enable	Output
\overline{RD}	Read Control	Output, tristate
\overline{WR}	Write Control	Output, tristate
IO/M	I/O or Memory Indicator	Output, tristate
S0, S1	Bus State Indicators	Output
READY	Wait State Request	Input
SID	Serial Data Input	Input
SOD	Serial Data Output	Output
HOLD	Hold Request	Output
HLDA	Hold Acknowledge	Input
INTR	Interrupt Request	Input
TRAP	Non-maskable Interrupt Request	Input
RST 5.5	Hardware vectored interrupt requests	Input
RST 6.5		
RST 7.5		
INTA	Interrupt Acknowledge	Output
$\overline{RESET IN}$	System Reset	Input
$\overline{RESET OUT}$	Peripherals Reset	Output
X1, X2	Crystal or RC Connections	Input
CLK	Clock Signal	Output
VCC, VSS	Power, Ground	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 3-5. A Summary Of Instruction Object Codes And Execution Cycles

Instruction	Object Code	Bytes	Cycles		Instruction	Object Code	Bytes	Cycles
			8085	8080A				
ACI data	CE yy	2	7	7	LXI rp,data16	00xx0001	3	10
ADC reg	10001xxx	1	4	4		yyyy		
ADC M	8E	1	7	7	MOV s,d	01dddsss	1	5
ADD reg	10000xxx	1	4	4	MOV M,reg	01110sss	1	7
ADD M	86	1	7	7	MOV reg,M	01ddd110	1	7
ADI data	C6 yy	2	7	7	MVI reg,data	00ddd110	2	7
ANA reg	10100xxx	1	4	4		yy		
ANA M	A6	1	7	7	MVI M,data	36 yy	2	10
ANI data	E6 yy	2	7	7	NOP	00	1	4
CALL label	CD ppqq	3	18	17	ORA reg	10110xxx	1	4
CC label	DC ppqq	3	9/18	11/17	ORA M	B6	1	7
CM label	FC ppqq	3	9/18	11/17	ORI data	F6 yy	2	7
CMA	2F	1	4	4	OUT port	D3 yy	2	10
CMC	3F	1	4	4	PCHL	E9	1	5
CMP reg	10111xxx	1	4	4	POP rp	11xx0001	1	10
CMP M	BE	1	7	7	PUSH rp	11xx0101	1	11
CNC label	D4 ppqq	3	9/18	11/17	RAL	17	1	4
CNZ label	C4 ppqq	3	9/18	11/17	RAR	1F	1	4
CP label	F4 ppqq	3	9/18	11/17	RC	D8	1	5/11
CPE label	EC ppqq	3	9/18	11/17	RET	C9	1	10
CPI data	FE yy	2	7	7	RIM	20	1	4*
CPO label	E4 ppqq	3	9/18	11/17	RLC	07	1	4
CZ label	CC ppqq	3	9/18	11/17	RM	F8	1	5/11
DAA	27	1	4	4	RNC	D0	1	5/11
DAD rp	00xx1001	1	10	10	RNZ	C0	1	5/11
DCR reg	00xx101	1	4	5	RP	F0	1	5/11
DCR M	35	1	10	10	RPE	E8	1	5/11
DCX rp	00xx1011	1	6	5	RPO	E0	1	5/11
DI	F3	1	4	4	RRC	0F	1	4
EI	FB	1	4	4	RST n	11nnn111	1	11
HLT	76	1	5	7	RZ	C8	1	5/11
IN port	DB yy	2	10	10	SBB reg	10011xxx	1	4
INR reg	00xx100	1	4	5	SBB M	9E	1	7
INR M	34	1	10	10	SBI data	DE yy	2	7
INX rp	00xx0011	1	6	5	SHLD addr	22 ppqq	3	16
JC label	DA ppqq	3	7/10	10	SIM	30	1	4*
JM label	FA ppqq	3	7/10	10	SPHL	F9	1	5
JMP label	C3 ppqq	3	10	10	STA addr	32 ppqq	3	13
JNC label	D2 ppqq	3	7/10	10	STAX pr	000x0010	1	7
JNZ label	C2 ppqq	3	7/10	10	STC	37	1	4
JP label	F2 ppqq	3	7/10	10	SUB reg	10010xxx	1	4
JPE label	EA ppqq	3	7/10	10	SUB M	96	1	7
JPO label	E2 ppqq	3	7/10	10	SUI data	D6 yy	2	7
JZ label	CA ppqq	3	7/10	10	XCHG	EB	1	4
LDA addr	3A ppqq	3	13	13	XRA reg	10101xxx	1	4
LDAX pr	000x1010	1	7	7	XRA M	AE	1	7
LHLD addr	2A ppqq	3	16	16	XRI data	EE yy	2	7
					XTHL	E3	1	18

Object Code:	xxx Register 111 = A
ddd Destination register — same coding as xxx	000 = B
nnn Restart number 000 to 111	001 = C
ppqq A 16-bit memory address	010 = D
sss Source register — same coding as xxx	011 = E
x Register pair 0 = BC	100 = H
1 = DE	101 = L
xx Register pair 00 = BC	yy An 8-bit binary data unit
01 = DE	yyyy A 16-bit binary data unit
10 = HL	
11 = SP or (if PUSH POP) PSW	
	*8085 instructions

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 3-7 Correspondence between 8080A and Z80 Mnemonics

8080A Mnemonic		Z80 Mnemonic		8080A Mnemonic		Z80 Mnemonic	
ACI	data	ADC	A,data	LHLD	addr	LD	HL,(addr)
ADC	reg or M	ADC	A,reg or (HL)	LXI	rp,data16	LD	rp,data16
ADD	reg or M	ADD	A,reg or (HL)	MOV	reg,reg or M	LD	reg,reg or (HL)
ADI	data	ADD	A,data	MOV	reg or M,reg	LD	reg or (HL),reg
ANA	reg or M	AND	reg or (HL)	MVI	reg or M,data	LD	reg or (HL),data
ANI	data	AND	data	NOP		NOP	
CALL	addr	CALL	addr	ORA	reg or M	OR	reg or (HL)
CC	addr	CALL	C,addr	ORI	data	OR	data
CM	addr	CALL	M,addr	OUT	port	OUT	(port),A
CMA		CPL		PCHL		JP	(HL)
CMC		CFP		POP	pr	POP	pr
CMP	reg or M	CP	reg or (HL)	PUSH	pr	PUSH	pr
CNC	addr	CALL	NC,addr	RAL		RLA	
CNZ	addr	CALL	NZ,addr	RAR		RRA	
CP	addr	CALL	P,addr	RC		RET	C
CPE	addr	CALL	PE,addr	RET		RET	
CPI	data	CP	data	RLC		RLCA	
CPQ	addr	CALL	PO,addr	RM		RET	M
CZ	addr	CALL	Z,addr	RNC		RET	NC
DAA		DAA		RNZ		RET	NZ
DAD	rp	ADD	HL,rp	RP		RET	P
DCR	reg or M	DEC	reg or (HL)	RPE		BET	PE
DCX	rp	DEC	rp	RPO		RET	PO
DI		DI		RRC		RRCA	
EI		EI		RST	n	RST	n
HLT		HALT		RZ		RET	Z
IN	port	IN	A,(port)	SBB	reg or M	SBC	A,reg or (HL)
INR	reg or M	INC	reg or (HL)	SBI	data	SBC	A,data
INX	rp	INC	rp	SHLD	addr	LD	(addr),HL
JC	addr	JP	C,addr	SPHL		LD	SP,HL
JM	addr	JP	M,addr	STA	addr	LD	(addr),A
JMP	addr	JP	addr	STAX	B or D	LD	(BC) or (DE),A
JNC	addr	JP	NC,addr	STC		SCF	
JP	addr	JP	P,addr	SUB	reg or M	SUB	reg or (HL)
JNZ	addr	JP	NZ,addr	SUI	data	SUB	data
JPE	addr	JP	PE,addr	XCHG		EX	DE,HL
JPO	addr	JP	PO,addr	XRA	reg or M	XOR	reg or (HL)
JZ	addr	JP	Z,addr	XRI	data	XOR	data
LDA	addr	LD	A,(addr)	XTHL		EX	(SP),HL
LDAX	B or D	LD	A,(BC) or (DE)				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 3-8. Correspondence between Z80 and 8080A Mnemonics

Z80 Mnemonic		8080A Mnemonic		Z80 Mnemonic		8080A Mnemonic	
ADC	A,data	ACI	data	INC	rp	INX	rp
ADC	A,(HL)	ADC	M	INC	xy	—	—
ADC	A,reg	ADC	reg	INC	(xy + disp)	—	—
ADC	A,(xy + disp)	—	—	IND	—	—	—
ADC	HL,rp	—	—	INDR	—	—	—
ADD	A,data	ADI	data	INI	—	—	—
ADD	A,(HL)	ADD	M	INIR	—	—	—
ADD	A,reg	ADD	reg	JP	addr	JMP	addr
ADD	A,(xy + disp)	—	—	JP	C,addr	JC	addr
ADD	HL,rp	DAD.	rp	JP	(HL)	PCHL	—
ADD	IX,pp	—	—	JP	M,addr	JM	addr
ADD	IX,rr	—	—	JP	NC,addr	JNC	addr
AND	data	ANI	data	JP	NZ,addr	JNZ	addr
AND	(HL)	ANA	M	JP	P,addr	JP	addr
AND	reg	ANA	reg	JP	PE,addr	JPE	addr
AND	(xy + disp)	—	—	JP	PO,addr	JPO	addr
BIT	b,(HL)	—	—	JP	Z,addr	JZ	addr
BIT	b,reg	—	—	JP	xy	—	—
BIT	b,(xy + disp)	—	—	JR	C,disp	—	—
CALL	addr	CALL	addr	JR	disp	—	—
CALL	C,addr	CC	addr	JR	NC,disp	—	—
CALL	M,addr	CM	addr	JR	NZ,disp	—	—
CALL	NC,addr	CNC	addr	JR	Z,disp	—	—
CALL	NZ,addr	CNZ	addr	LD	A,(addr)	LDA	addr
CALL	P,addr	CP	addr	LD	A,(BC) or (DE)	LDAX	B or D
CALL	PE,addr	CPE	addr	LD	A,I	—	—
CALL	PO,addr	CPO	addr	LD	A,R	—	—
CALL	Z,addr	CZ	addr	LD	(addr),A	STA	addr
CCF	—	CMC	—	LD	(addr),BC or DE	—	—
CP	data	CPI	data	LD	(addr),HL	SHLD	addr
CP	(HL)	CMP	M	LD	(addr),SP	—	—
CP	reg	CMP	reg	LD	(addr),xy	—	—
CP	(xy + disp)	—	—	LD	(BC) or (DE),A	STAX	B or D
CPD	—	—	—	LD	BC or DE,(addr)	—	—
CPDR	—	—	—	LD	HL,(addr)	LHLD	addr
CPI	—	—	—	LD	(HL),data	MVI	M,data
CPIR	—	—	—	LD	(HL),reg	MOV	M,reg
CPL	—	CMA	—	LD	I,A	—	—
DAA	—	DAA	—	LD	R,A	—	—
DEC	(HL)	DCR	M	LD	reg,data	MVI	reg,data
DEC	reg	DCR	reg	LD	reg,(HL)	MOV	reg,M
DEC	rp	DCX	rp	LD	reg,reg	MOV	reg,reg
DEC	xy	—	—	LD	reg,(xy + disp)	—	—
DEC	(xy + disp)	—	—	LD	rp,data 16	LXI	rp,data 16
DI	—	DI	—	LD	SP,(addr)	—	—
DJNZ	disp	DJNZ	disp	LD	SP,HL	SPHL	—
EI	—	EI	—	LD	SP,xy	—	—
EX	AF,AF	—	—	LD	xy,data 16	—	—
EX	DE,HL	XCHG	—	LD	xy,(addr)	—	—
EX	(SP),HL	XTHL	—	LD	(xy + disp),data	—	—
EX	(SP),xy	—	—	LD	(xy + disp),reg	—	—
EXX	—	—	—	LDD	—	—	—
HALT	—	Halt	—	LDOR	—	—	—
IM	m	—	—	LDI	—	—	—
IN	A,(port)	IN	port	LDIR	—	—	—
IN	reg,(C)	—	—	NEG	—	—	—
INC	(HL)	INR	M	NOP	—	—	—
INC	reg	INR	reg	OR	data	ORI	data

— indicates that there is no corresponding instruction.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 3-8. Correspondence between Z80 and 8080A Mnemonics (Continued)

Z80 Mnemonic	8080A Mnemonic	Z80 Mnemonic	8080A Mnemonic
OR (HL)	ORA M	RR (HL)	—
OR reg	ORA reg	RR reg	—
OR (xy + disp)	—	RR (xy + disp)	—
OTDR	—	RRA	RAR
OTIR	—	RRC (HL)	—
OUT (C),reg	—	RRC reg	—
OUT (port),A	OUT port	RRC (xy + disp)	—
OUTD	—	RRCA	RRC
OUTI	—	RRO	—
POP pr	POP pr	RST n	RST n
POP xy	—	SBC A,data	SBI data
PUSH pr	PUSH pr	SBC A,(HL)	SBB M
PUSH xy	—	SBC A,reg	SBB reg
RES b,(HL)	—	SBC A,(xy + disp)	—
RES b,reg	—	SBC HL,rp	—
RES b,(xy + disp)	—	SCF	STC
RET	RET	SET b,(HL)	—
RET C	RC	SET b,reg	—
RET M	RM	SET b,(xy + disp)	—
RET NC	RNC	SLA (HL)	—
RET NZ	RNZ	SLA reg	—
RET P	RP	SLA (xy + disp)	—
RET PE	RPE	SRA (HL)	—
RET PO	RPO	SRA reg	—
RET Z	RZ	SRA (xy + disp)	—
RETI	—	SRL (HL)	—
RETN	—	SRL reg	—
RL (HL)	—	SRL (xy + disp)	—
RL reg	—	SUB data	SUI data
RL (xy + disp)	—	SUB (HL)	SUB M
RLA	RAL	SUB reg	SUB reg
RLC (HL)	—	SUB (xy + disp)	—
RLC reg	—	XOR data	XRI data
RLC (xy + disp)	—	XOR (HL)	XRA M
RLCA	RLC	XOR reg	XRA reg
RLD	—	XOR (xy + disp)	—

— indicates that there is no corresponding instruction

Table 3-9. Unused 8080A Operation Codes and Their Z80 Meanings

8080A Operator Code	Z80 Use
08	EX AF,AF
10	DJNZ disp
18	JR disp
20 (RIM on 8085)	JR NZ,disp
28	JR Z,disp
30 (SIM on 8085)	JR NC,disp
38	JR C,disp
CB	BIT, RES, RL, RLC, RR, RRC, SET, SLA, SRA, SRL
D9	EXX
DD	All instructions involving Register IX.
ED	ADC HL,rp LD A,I NEG CPD LD A,R OTDR CPDR LD (addr),rp OTIR CPI LD I,A OUT (C),reg CPIR LD R,A OUTD IM m LD rp,(addr) OUTI IN reg,(C) LDD RETI IND LDOR RETN INDR LCI RLO INI LDIR RRD INIR SBC HL,rp
FD	All instructions involving Register IY.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



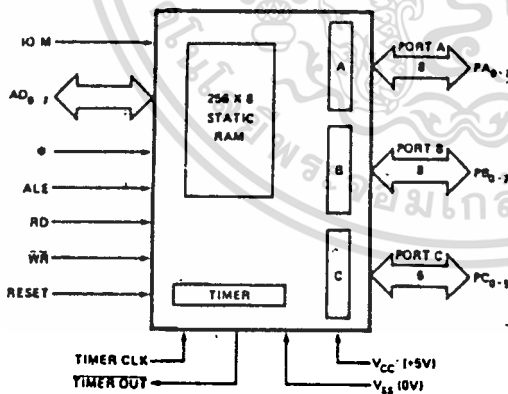
8155H/8156H/8155H-2/8156H-2 2048-BIT STATIC HMOS RAM WITH I/O PORTS AND TIMER

- Single +5V Power Supply with 10% Voltage Margins
- 30% Lower Power Consumption than the 8155 and 8156
- 100% Compatible with 8155 and 8156
- 256 Word x 8 Bits
- Completely Static Operation
- Internal Address Latch
- 2 Programmable 8-Bit I/O Ports
- 1 Programmable 6-Bit I/O Port
- Programmable 14-Bit Binary Counter/Timer
- Compatible with 8085AH, 8085A and 8088 CPU
- Multiplexed Address and Data Bus
- Available in EXPRESS
 - Standard Temperature Range
 - Extended Temperature Range

The Intel® 8155H and 8156H are RAM and I/O chips implemented in N-Channel, depletion load, silicon gate technology (HMOS), to be used in the 8085AH and 8088 microprocessor systems. The RAM portion is designed with 2048 static cells organized as 256 x 8. They have a maximum access time of 400 ns to permit use with no wait states in 8085AH CPU. The 8155H-2 and 8156H-2 have maximum access times of 330 ns for use with the 8085AH-2 and the 5 MHz 8088 CPU.

The I/O portion consists of three general purpose I/O ports. One of the three ports can be programmed to be status pins, thus allowing the other two ports to operate in handshake mode.

A 14-bit programmable counter/timer is also included on chip to provide either a square wave or terminal count pulse for the CPU system depending on timer mode.



*8155H/8156H-2 - CE, 8155H/8156H-2 - CE

Figure 1. Block Diagram

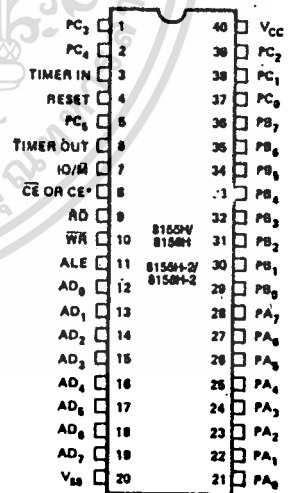


Figure 2. Pin Configuration

Intel Corporation Assumes No Responsibility for the Use of Any Circuitry Other Than Circuitry Embodied in an Intel Product. No Other Circuit Patent Licenses are Implied.
© INTEL CORPORATION, 1981.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 1. Pin Description

Symbol	Type	Name and Function
RESET	I	Reset: Pulse provided by the 8085AH to initialize the system (connect to 8085AH RESET OUT). Input high on this line resets the chip and initializes the three I/O ports to input mode. The width of RESET pulse should typically be two 8085AH clock cycle times.
AD ₀₋₇	I/O	Address/Data: 3-state Address/Data lines that interface with the CPU lower 8-bit Address/Data Bus. The 8-bit address is latched into the address latch inside the 8155H/56H on the falling edge of ALE. The address can be either for the memory section or the I/O section depending on the IO/M input. The 8-bit data is either written into the chip or read from the chip, depending on the WR or RD input signal.
CE or \overline{CE}	I	Chip Enable: On the 8155H, this pin is \overline{CE} and is ACTIVE LOW. On the 8156H, this pin is CE and is ACTIVE HIGH.
\overline{RD}	I	Read Control: Input low on this line with the Chip Enable active enables and AD ₀₋₇ buffers. If IO/M pin is low, the RAM content will be read out to the AD bus. Otherwise the content of the selected I/O port or command/status registers will be read to the AD bus.
WR	I	Write Control: Input low on this line with the Chip Enable active causes the data on the Address/Data bus to be written to the RAM or I/O ports and command/status register, depending on IO/M.
ALE	I	Address Latch Enable: This control signal latches both the address on the AD ₀₋₇ lines and the state of the Chip Enable and IO/M into the chip at the falling edge of ALE.
IO/M	I	I/O Memory: Selects memory if low and I/O and command/status registers if high.
PA ₀₋₇ (8)	I/O	Port A: These 8 pins are general purpose I/O pins. The in/out direction is selected by programming the command register.
PB ₀₋₇ (8)	I/O	Port B: These 8 pins are general purpose I/O pins. The in/out direction is selected by programming the command register.
PC ₀₋₅ (6)	I/O	Port C: These 6 pins can function as either input port, output port, or as control signals for PA and PB. Programming is done through the command register. When PC ₀₋₅ are used as control signals, they will provide the following: PC ₀ — A INTR (Port A Interrupt) PC ₁ — ABF (Port A Buffer Full) PC ₂ — A STB (Port A Strobe) PC ₃ — B INTR (Port B Interrupt) PC ₄ — B BF (Port B Buffer Full) PC ₅ — B STB (Port B Strobe)
TIMER IN	I	Timer Input: Input to the counter-timer.
TIMER OUT	O	Timer Output: This output can be either a square wave or a pulse, depending on the timer mode.
V _{CC}		Voltage: +5 volt supply.
V _{SS}		Ground: Ground reference.

FUNCTIONAL DESCRIPTION

The 8155H/8156H contains the following:

- 2k Bit Static RAM organized as 256 x 8
- Two 8-bit I/O ports (PA & PB) and one 6-bit I/O port (PC)
- 14-bit timer-counter

The IO/M (I/O/Memory Select) pin selects either the five registers (Command, Status, PA₀₋₇, PB₀₋₇, PC₀₋₅) or the memory (RAM) portion.

The 8-bit address on the Address/Data lines, Chip Enable input CE or \overline{CE} , and IO/M are all latched on-chip at the falling edge of ALE.

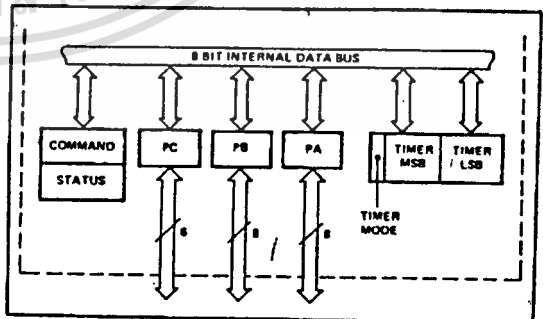


Figure 3. 8155H/8156H Internal Registers

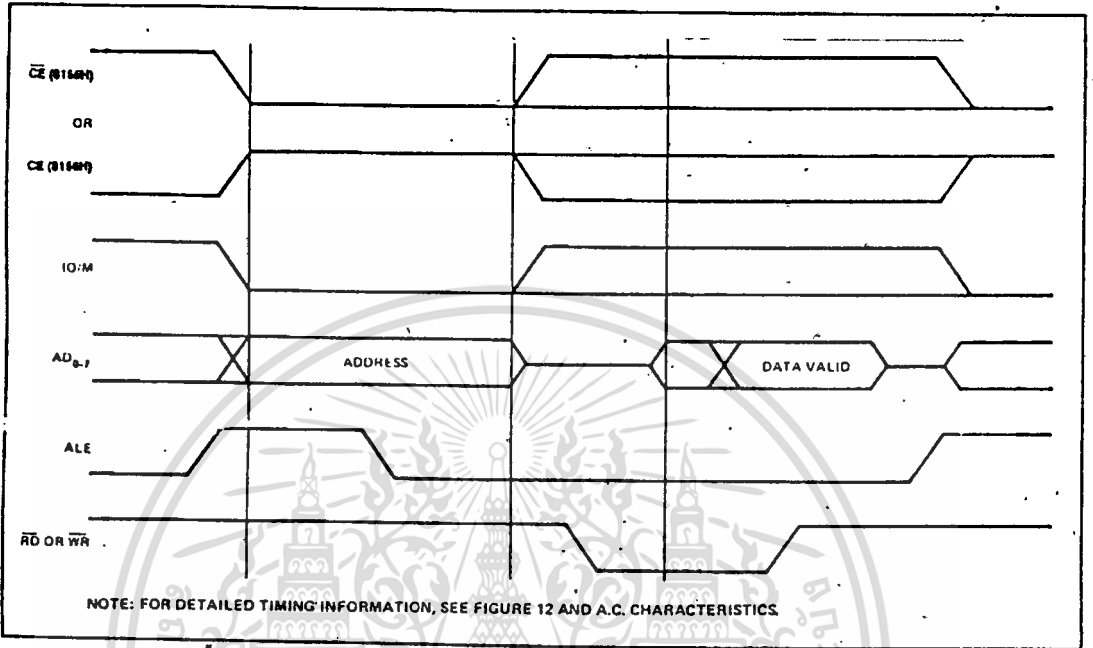


Figure 4. 8155H/8156H On-Board Memory Read/Write Cycle

PROGRAMMING OF THE COMMAND REGISTER

The command register consists of eight latches: Four bits (0-3) define the mode of the ports, two bits (4-5) enable or disable the interrupt from port C when it acts as control port, and the last two bits (6-7) are for the timer.

The command register contents can be altered at any time by using the I/O address XXXXX000 during a WRITE operation with the Chip Enable active and IO/M = 1. The meaning of each bit of the command byte is defined in Figure 5. The contents of the command register may never be read.

READING THE STATUS REGISTER

The status register consists of seven latches, one for each bit (0-5) for the status of the ports and one (6) for the status of the timer.

The status of the timer and the I/O section can be polled by reading the Status Register (Address XXXXX000). Status word format is shown in Figure 6. Note that you may never write to the status register since the command register shares the same I/O address and the command register is selected when a write to that address is issued.

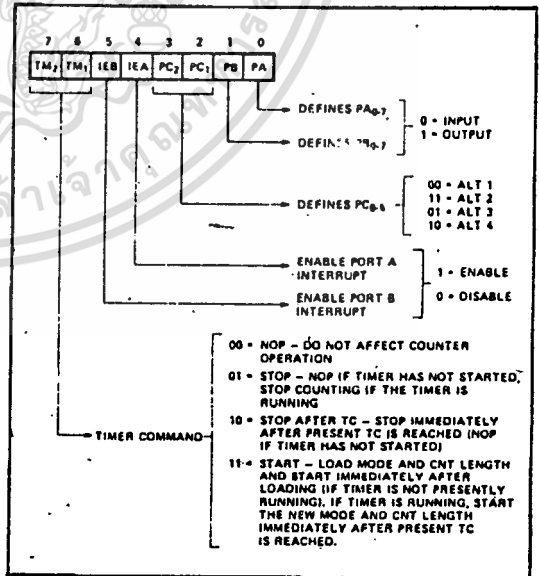


Figure 5. Command Register Bit Assignment

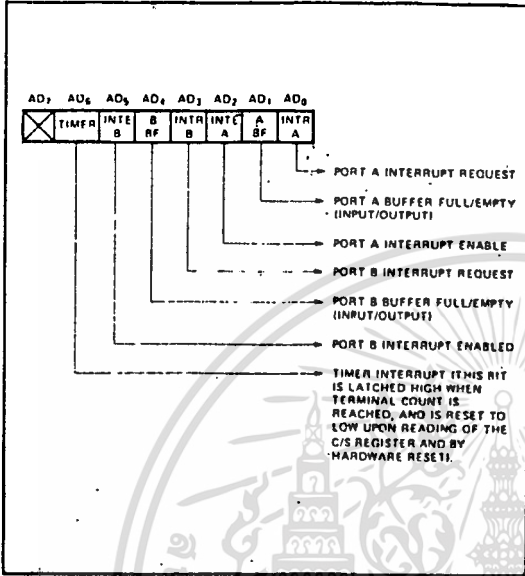


Figure 6. Status Register Bit Assignment

INPUT/OUTPUT SECTION

The I/O section of the 8155H/8156H consists of five registers: (See Figure 7.)

- **Command/Status Register (C/S)** — Both registers are assigned the address XXXXX000. The C/S address serves the dual purpose.

When the C/S registers are selected during WRITE operation, a command is written into the command register. The contents of this register are *not* accessible through the pins.

When the C/S (XXXXX001) is selected during a READ operation, the status information of the I/O ports and the timer becomes available on the AD₀₋₇ lines.

- **PA Register** — This register can be programmed to be either input or output ports depending on the status of the contents of the C/S Register. Also depending on the command, this port can operate in either the basic mode or the strobed mode (See timing diagram). The I/O pins assigned in relation to this register are PA₀₋₇. The address of this register is XXXXX001.
- **PB Register** — This register functions the same as PA Register. The I/O pins assigned are PB₀₋₇. The address of this register is XXXXX010.
- **PC Register** — This register has the address XXXXX011 and contains only 6 bits. The 6 bits can be programmed to be either input ports, output ports or as control signals for PA and PB by properly programming the AD₂ and AD₃ bits of the C/S register.

When PC₀₋₅ is used as a control port, 3 bits are assigned for Port A and 3 for Port B. The first bit is an

interrupt that the 8155H sends out. The second is an output signal indicating whether the buffer is full or empty, and the third is an input pin to accept a strobe for the strobed input mode. (See Table 2.)

When the 'C' port is programmed to either ALT3 or ALT4, the control signals for PA and PB are initialized as follows:

CONTROL	INPUT MODE	OUTPUT MODE
BF	Low	Low
INTR	Low	High
STB	Input Control	Input Control

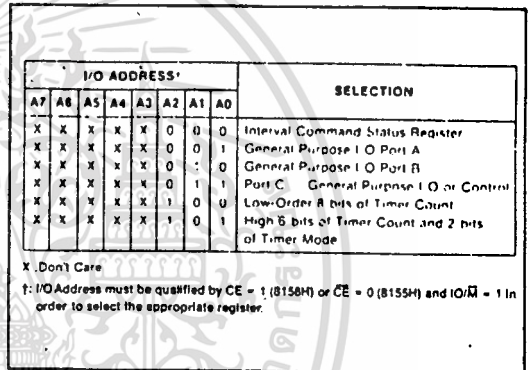


Figure 7. I/O Port and Timer Addressing Scheme

Figure 8 shows how I/O PORTS A and B are structured within the 8155H and 8156H:

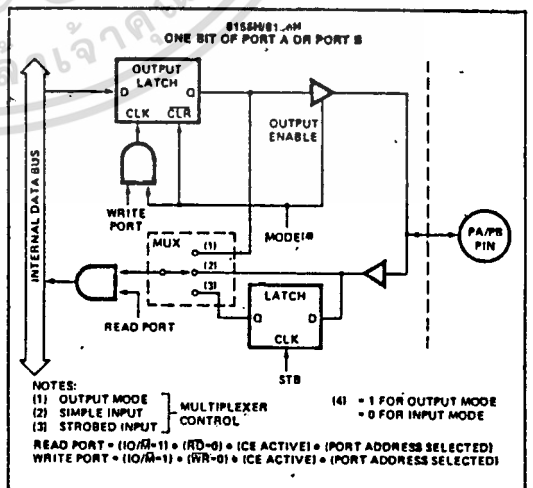


Figure 8. 8155H/8156H Port Functions

Table 2. Port Control Assignment

Pin	ALT 1	ALT 2	ALT 3	ALT 4
PC0	Input Port	Output Port	A INTR (Port A Interrupt)	A INTR (Port A Interrupt)
PC1	Input Port	Output Port	A BF (Port A Buffer Full)	A BF (Port A Buffer Full)
PC2	Input Port	Output Port	A STB (Port A Strobe)	A STB (Port A Strobe)
PC3	Input Port	Output Port	Output Port	B INTR (Port B Interrupt)
PC4	Input Port	Output Port	Output Port	B BF (Port B Buffer Full)
PC5	Input Port	Output Port	Output Port	B STB (Port B Strobe)

Note in the diagram that when the I/O ports are programmed to be output ports, the contents of the output ports can still be read by a READ operation when appropriately addressed.

The outputs of the 8155H/8156H are "glitch-free" meaning that you can write a "1" to a bit position that was previously "1" and the level at the output pin will not change.

Note also that the output latch is cleared when the port enters the input mode. The output latch cannot be loaded by writing to the port if the port is in the input mode. The result is that each time a port mode is changed from input to output, the output pins will go low. When the 8155H/56H is RESET, the output latches are all cleared and all 3 ports enter the input mode.

When in the ALT 1 or ALT 2 modes, the bits of PORT C are structured like the diagram above in the simple input or output mode, respectively.

Reading from an input port with nothing connected to the pins will provide unpredictable results.

Figure 9 shows how the 8155H/8156H I/O ports might be configured in a typical MCS-85 system.

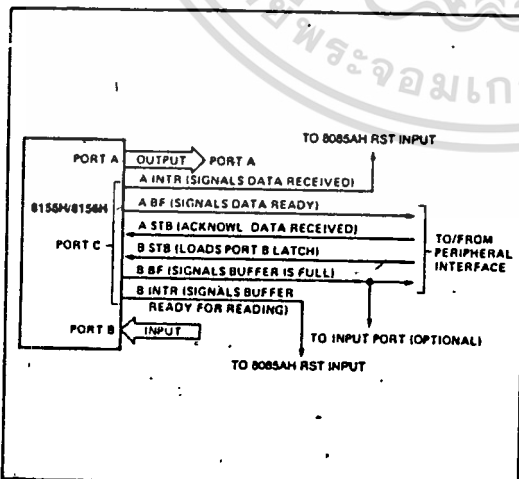


Figure 9. Example: Command Register = 00111001

TIMER SECTION

The timer is a 14-bit down-counter that counts the TIMER IN pulses and provides either a square wave or pulse when terminal count (TC) is reached.

The timer has the I/O address XXXX100 for the low order byte of the register and the I/O address XXXX101 for the high order byte of the register. (See Figure 7.)

To program the timer, the COUNT LENGTH REG is loaded first, one byte at a time, by selecting the timer addresses. Bits 0-13 of the high order count register will specify the length of the next count and bits 14-15 of the high order register will specify the timer output mode (see Figure 10). The value loaded into the count length register can have any value from 2H through 3FFFH in Bits 0-13.

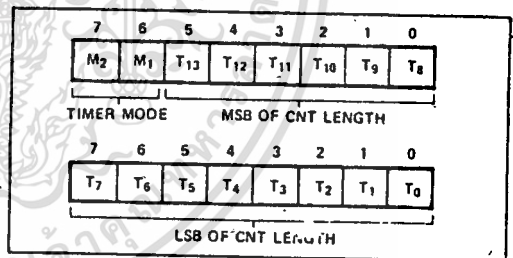


Figure 10. Timer Format

There are four modes to choose from: M2 and M1 define the timer mode, as shown in Figure 11.

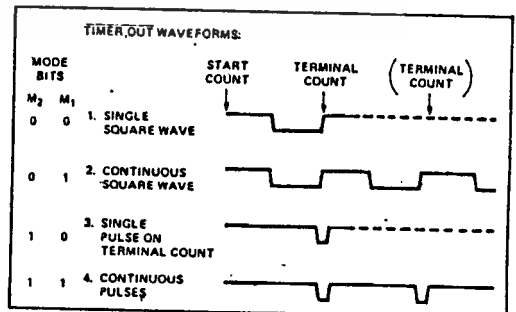


Figure 11. Timer Modes

Bits 6-7 (TM₂ and TM₁) of command register contents are used to start and stop the counter. There are four commands to choose from:

TM ₂	TM ₁	
0	0	NOP — Do not affect counter operation.
0	1	STOP — NOP if timer has not started; stop counting if the timer is running.
1	0	STOP AFTER TC — Stop immediately after present TC is reached (NOP if timer has not started)
1	1	START — Load mode and CNT length and start immediately after loading (if timer is not presently running). If timer is running, start the new mode and CNT length immediately after present TC is reached.

Note that while the counter is counting, you may load a new count and mode into the count length registers. Before the new count and mode will be used by the counter, you must issue a START command to the counter. This applies even though you may only want to change the count and use the previous mode.

In case of an odd-numbered count, the first half-cycle of the squarewave output, which is high, is one count longer than the second (low) half-cycle, as shown in Figure 12.

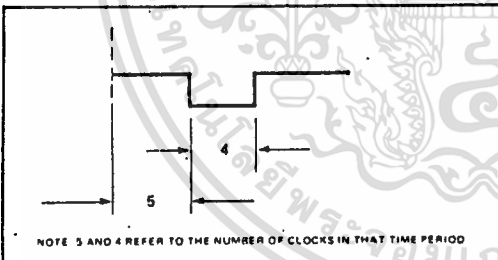


Figure 12. Asymmetrical Square-Wave Output Resulting from Count of 9

The counter in the 8155H is not initialized to any particular mode or count when hardware RESET occurs, but RESET does stop the counting. Therefore, counting cannot begin following RESET until a START command is issued via the C/S register.

Please note that the timer circuit on the 8155H/8156H chip is designed to be a square-wave timer, not an event-counter. To achieve this, it counts down by twos twice in completing one cycle. Thus, its registers do not contain values directly representing the number of TIMER IN pulses received. You cannot load an initial value of 1 into the count register and cause the timer to operate, as its terminal count value is 10 (binary) or 2 (decimal). (For the detection of single pulses, it is suggested that one of the hardware interrupt pins on the 8085AH be used.) After the timer has started counting down, the values residing in the count registers can be used to calculate the actual number of TIMER IN pulses required to complete the timer cycle if desired. To obtain the remaining count, perform the following operations in order:

1. Stop the count
2. Read in the 16-bit value from the count length registers
3. Reset the upper two mode bits
4. Reset the carry and rotate right one position all 16 bits through carry
5. If carry is set, add 1/2 of the full original count (1/2 full count — 1 if full count is odd).

Note: If you started with an odd count and you read the count length register before the third count pulse occurs, you will not be able to discern whether one or two counts has occurred. Regardless of this, the 8155H/56H always counts out the right number of pulses in generating the TIMER IN OUT waveforms.

8085A MINIMUM SYSTEM CONFIGURATION

Figure 13a shows a minimum system using three chips, containing:

- 256 Bytes RAM
- 2K Bytes EPROM
- 38 I/O Pins
- 1 Interval Timer
- 4 Interrupt Levels

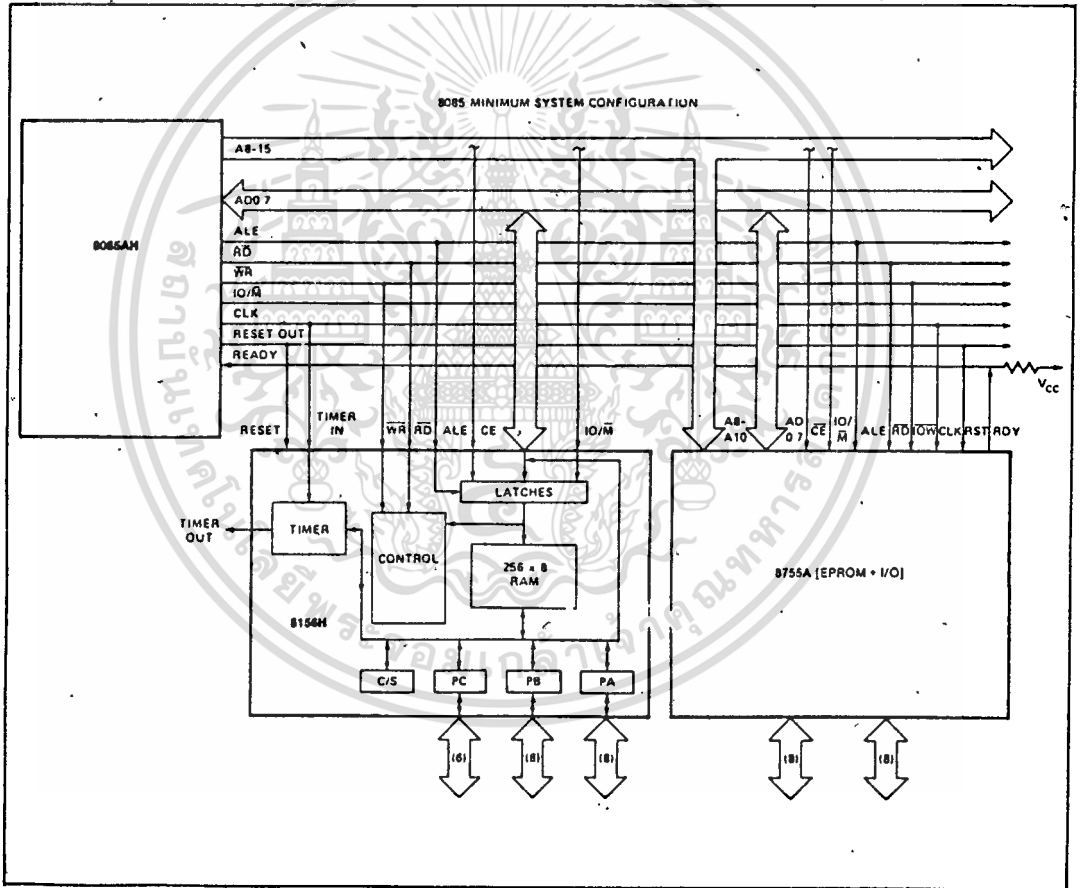


Figure 13a: 8085AH Minimum System Configuration (Memory Mapped I/O)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8088 FIVE CHIP SYSTEM

Figure 13b shows a five chip system containing:

- 1.25K Bytes RAM
- 2K Bytes EPROM

- 38 I/O Pins
- 1 Interval Timer
- 2 Interrupt Levels

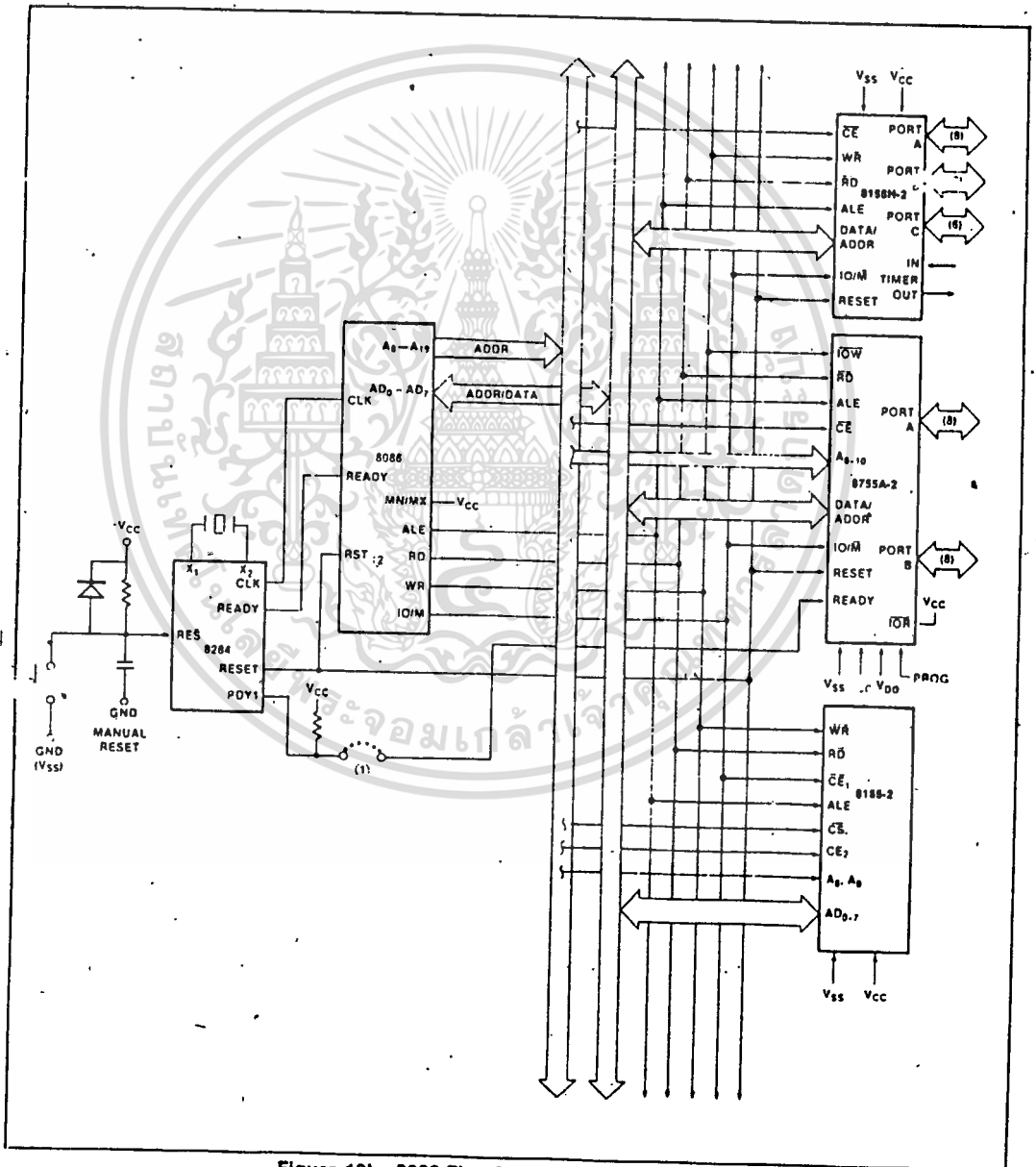


Figure 13b. 8088 Five Chip System Configuration

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS***

Temperature Under Bias	0°C to +70°C
Storage Temperature	-65°C to +150°C
Voltage on Any Pin With Respect to Ground	-0.5V to +7V
Power Dissipation	1.5W

*NOTICE: Stresses above those listed under "Absolute Maximum Ratings" may cause permanent damage to the device. This is a stress rating only and functional operation of the device at these or any other conditions above those indicated in the operational sections of this specification is not implied. Exposure to absolute maximum rating conditions for extended periods may affect device reliability.

D.C. CHARACTERISTICS ($T_A = 0^\circ\text{C}$ to 70°C , $V_{CC} = 5\text{V} \pm 10\%$)

Symbol	Parameter	Min.	Max.	Units	Test Conditions
V_{IL}	Input Low Voltage	-0.5	0.8	V	
V_{IH}	Input High Voltage	2.0	$V_{CC}+0.5$	V	
V_{OL}	Output Low Voltage		0.45	V	$I_{OL} = 2\text{mA}$
V_{OH}	Output High Voltage	2.4		V	$I_{OH} = -400\mu\text{A}$
I_{IL}	Input Leakage		± 10	μA	$0\text{V} \leq V_{IN} \leq V_{CC}$
I_{LO}	Output Leakage Current		± 10	μA	$0.45\text{V} \leq V_{OUT} \leq V_{CC}$
I_{CC}	V_{CC} Supply Current		125	mA	
$I_{IL}(\text{CE})$	Chip Enable Leakage 8155H 8156H		+100 -100	μA μA	$0\text{V} \leq V_{IN} \leq V_{CC}$

A.C. CHARACTERISTICS ($T_A = 0^\circ\text{C}$ to 70°C , $V_{CC} = 5\text{V} \pm 10\%$)

Symbol	Parameter	8155H/8156H		8155H-2/8156H-2		Units
		Min.	Max.	Min.	Max.	
t_{AL}	Address to Latch Set Up Time	50		30		ns
t_{LA}	Address Hold Time after Latch	80		30		ns
t_{LC}	Latch to READ/WRITE Control	100		40		ns
t_{RD}	Valid Data Out Delay from READ Control		170		140	ns
t_{LD}	Latch to Data Out Valid		350		270	ns
t_{AD}	Address Stable to Data Out Valid		400		330	ns
t_{LL}	Latch Enable Width	100		70		ns
t_{RDF}	Data Bus Float After READ	0	100	0	80	ns
t_{CL}	READ/WRITE Control to Latch Enable	20		10		ns
t_{CC}	READ/WRITE Control Width	250		200		ns
t_{DW}	Data In to WRITE Set Up Time	150		100		ns
t_{WD}	Data In Hold Time After WRITE	25		25		ns
t_{RV}	Recovery Time Between Controls	300		200		ns
t_{WP}	WRITE to Port Output		400		300	ns
t_{PR}	Port Input Setup Time	70		50		ns
t_{RP}	Port Input Hold Time	50		10		ns
t_{SBF}	Strobe to Buffer Full		400		300	ns
t_{SS}	Strobe Width	200		150		ns
t_{RBE}	READ to Buffer Empty		400		300	ns
t_{SI}	Strobe to INTR On		400		300	ns

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

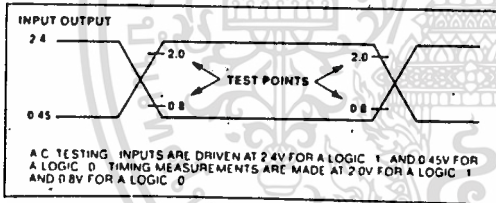


8155H/8156H/8155H-2/8156H-2

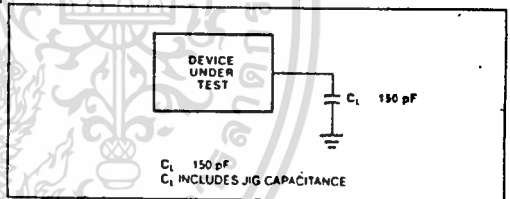
A.C. CHARACTERISTICS (Continued) ($T_A = 0^\circ\text{C}$ to 70°C , $V_{CC} = 5\text{V} \pm 10\%$)

Symbol	Parameter	8155H/8156H		8155H-2/8156H-2		Units
		Min.	Max.	Min.	Max.	
t_{RDI}	READ to INTR Off		400		300	ns
t_{PSS}	Port Setup Time to Strobe Strobe	50		0		ns
t_{PHS}	Port Hold Time After Strobe	120		100		ns
t_{SBF}	Strobe to Buffer Empty		400		300	ns
t_{WBF}	WRITE to Buffer Full		400		300	ns
t_{WI}	WRITE to INTR Off		400		300	ns
t_{TL}	TIMER-IN to $\overline{\text{TIMER-OUT}}$ Low		400		300	ns
t_{TH}	TIMER-IN to $\overline{\text{TIMER-OUT}}$ High		400		300	ns
t_{RDE}	Data Bus Enable from READ Control	10		10		ns
t_1	TIMER-IN Low Time	80		40		ns
t_2	TIMER-IN High Time	120		70		ns
t_{WT}	WRITE to TIMER-IN (for writes which start counting)	360		200		ns

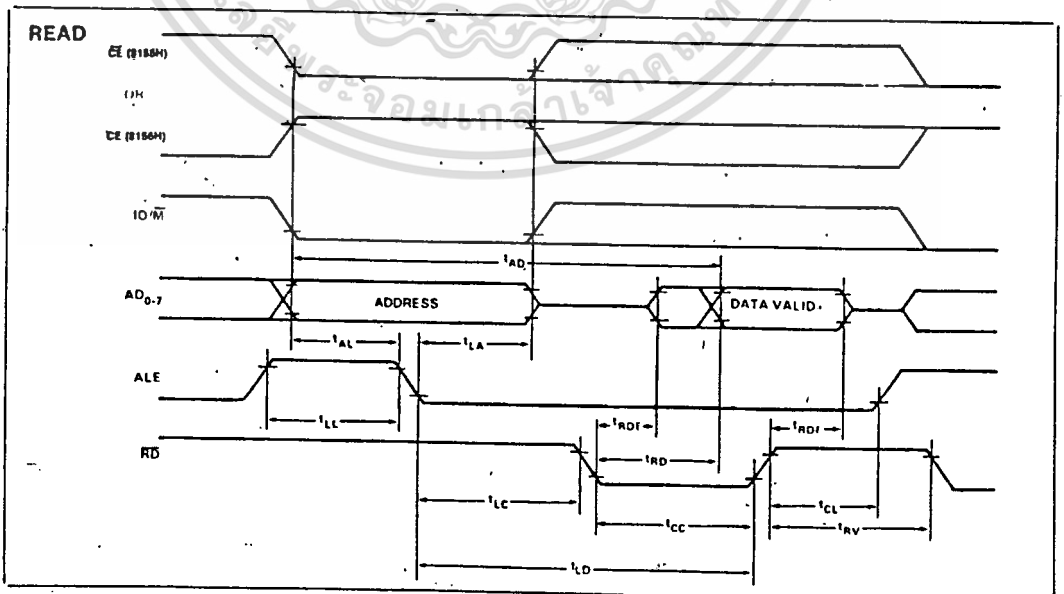
A.C. TESTING INPUT, OUTPUT WAVEFORM



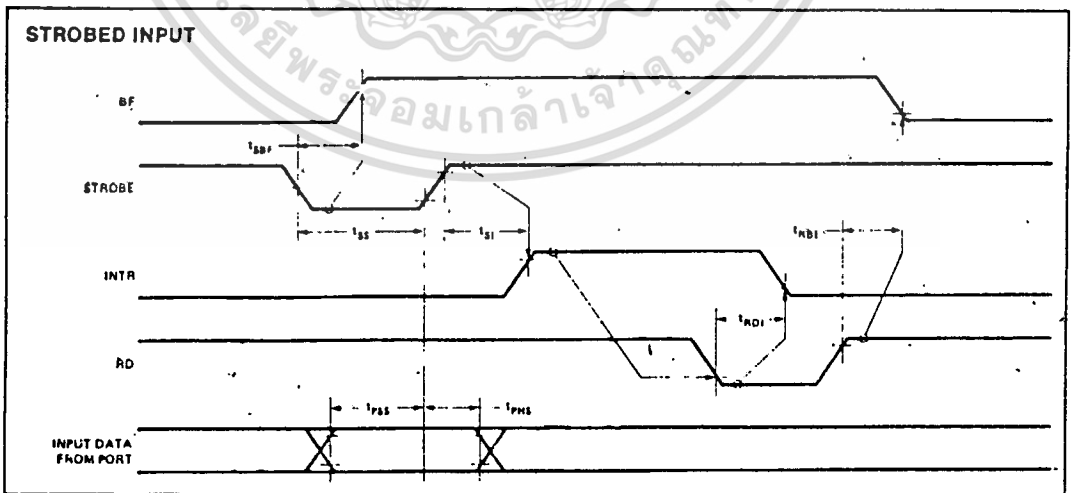
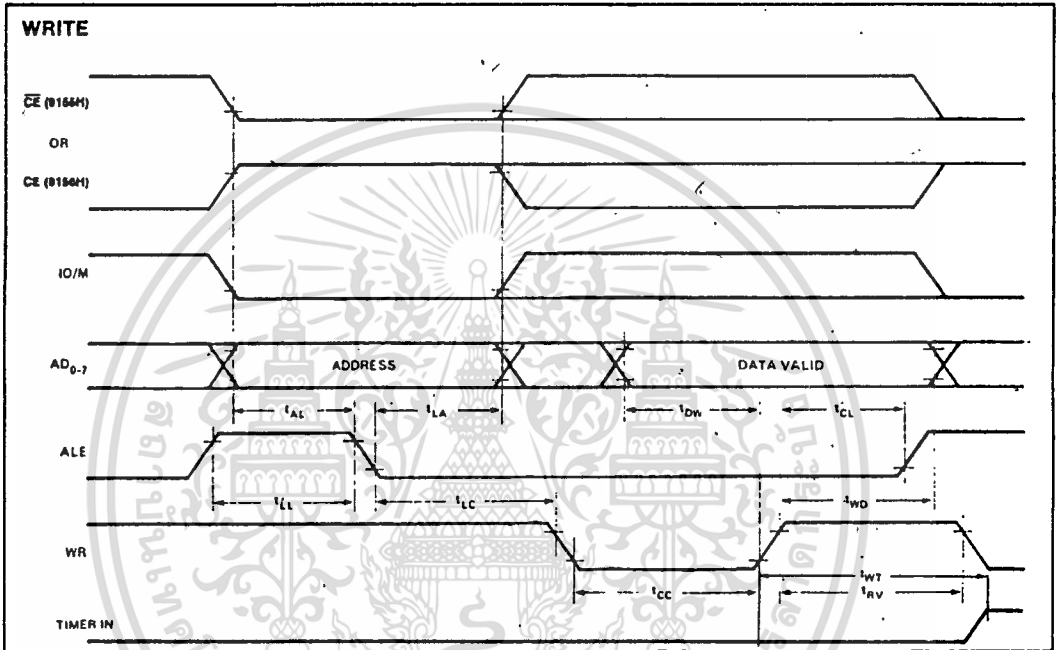
A.C. TESTING LOAD CIRCUIT



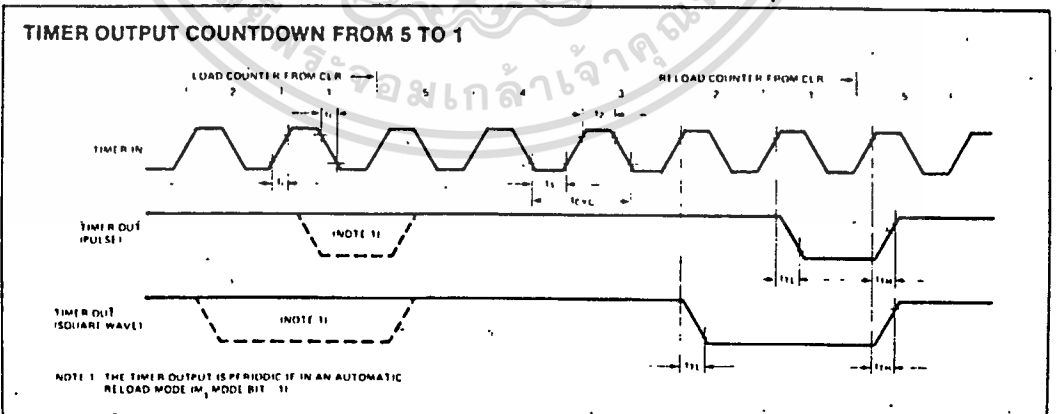
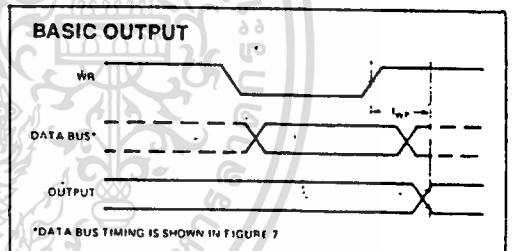
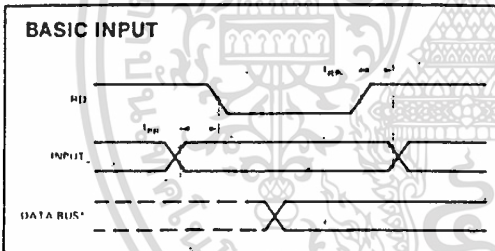
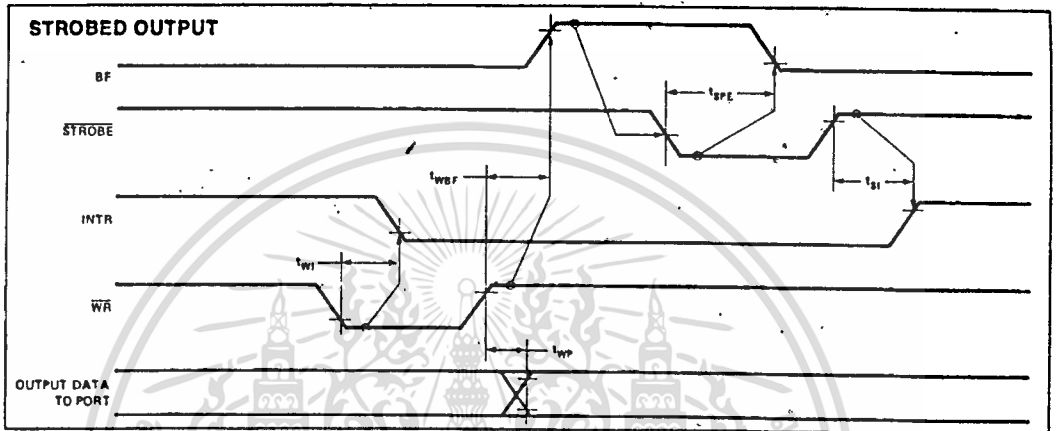
WAVEFORMS

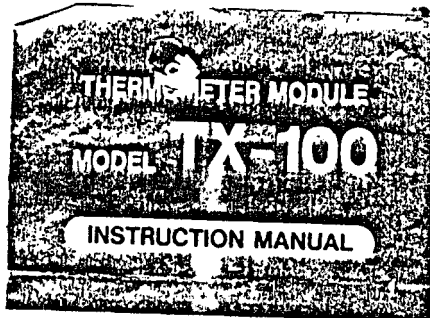


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

WAVEFORMS (Continued)


WAVEFORMS (Continued)





We would like to express our appreciation for your purchase of Model TX-100 Thermometer Module. You will find it to be a meticulously engineered, highly reliable instrument. To ensure that you get the most out of your new TX-100, we recommend that you read this manual carefully before use.

1. GENERAL

The TX-100 is multifunction module that measures temperature, clock, and provides temperature alarms.

It uses a thermistor sensor, and provides digital readout of temperature from -19.9°C to $+69.8^{\circ}\text{C}$ with 0.1°C resolution. Its ultra-small size and battery-holder case enable it to be installed in a wide range of equipment.

2. SPECIFICATIONS

Battery	: One AA cell (1.5V)
Temperature	: -19.9°C to $+69.8^{\circ}\text{C}$, or $(^{\circ}\text{F})$ 159.8 $^{\circ}\text{F}$
Resolution	: 0.1°C (from 1°C to 29°C) : 0.2°C max. (outside the above range)
Temperature measurement accuracy	: $\pm 1^{\circ}\text{C}$ (0°C to 40°C , with 1.5V power)
Clock accuracy	: 1.0.5s/day
Display	: $^{\circ}\text{C}$, $^{\circ}\text{F}$, time (hour : minute, 12-hour cycle), TEMP, HI, LO
Operating condition	: 0°C to 60°C , 80% RH Max. (No condensation)
Battery life	: One year (Carbon-zinc cell, clock mode or 10s temperature sampling)
Dimensions	: 62 (L) \times 35(H) \times 26.5(D)mm
Weight	: Approx. 45g (incl. battery)
Accessories	: One AA battery

3. INSTRUCTIONS

3-1 Preparations and Precautions

- (1) Place one AA battery in the battery case. Note the polarity marks.
- (2) Avoid use in locations subject to high temperature, high humidity, or vibration.
- (3) Avoid locations where there are abrupt temperature changes.
- (4) If used near equipment that emits electrical noise, the TX-100 may give a less accurate or unstable reading.
- (5) If the sensor attached to the case is used, the temperature measurement range should be restricted to the operating temperature range: 0°C to 60°C .

3-2 Names of Parts

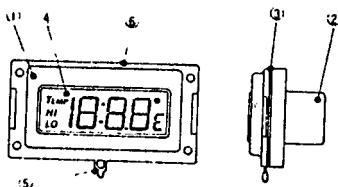


Fig. 1

- (1) Front case
- (2) Rear case Also holds the battery
- (3) Main board
- (4) LCD
- (5) Sensor $R_t = 40\text{k}\Omega$ (TYP)
B = $3550\text{K} \pm 2\%$
- (6) Output pins Function selection and alarm output signals

3-3 Pin Numbers and Functions

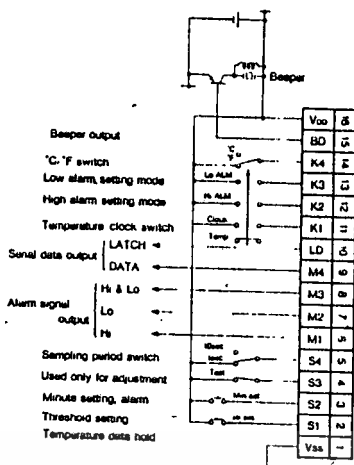


Fig. 2

3-4 Thermometer Mode

When K1, K2 and K3 are all open, the TX-100 operates as a thermometer and displays the measured temperature on the LCD. The readout can be switched to $^{\circ}\text{F}$ units by providing V_{HI} -level input to K4. The sampling period is 10s if S4 is open, or 1s if S4 is connected to V_{HI} . When the TX-100 is not used in the thermometer mode, S4 should always be open, otherwise the time and temperature-alarm thresholds cannot be set correctly. Temperatures from -19.9°C to $+69.8^{\circ}\text{C}$ can be measured, but if the sensor attached to the case is used, the measurement range should be restricted to the operating temperature range (0°C to 40°C). Temperatures below -19.9°C or above 69.8°C are displayed as " ". This display may also indicate a broken sensor wire.

3-5 Temperature Alarm

3-5-1 Temperature Alarm Setting

(a) Mode Selection
To set the high alarm threshold, connect K2 to V_{HI} . To set the low alarm threshold, connect K3 to V_{HI} . The temperature alarm function operates in the thermometer mode and alarm setting mode, but not in the clock mode.

(b) Set/Reset

In the high and low alarm threshold setting modes, the TX-100 switches between set and reset functions each time V_{HI} -level input is applied to S1. When the set function is operative, the characters HI or LO are displayed on the LCD as in Fig. 3.

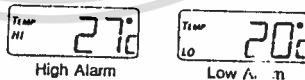


Fig. 3

(c) Alarm Temperature Setting

In the alarm setting mode, the alarm threshold can be set by applying V_{HI} -level input to S2. The alarm threshold value increases in 1 $^{\circ}$ steps as shown below.

If S2 is held at the V_{HI} level for 2s or more, the value changes continuously. Apply input to S2 automatically places the TX-100 in the set mode.



(d) Alarm Beeper

When the temperature goes outside one of the alarm thresholds, a beeper signal is output at the B0 pin as shown in Fig. 4. The beeper sounds for 5s. It can be stopped during this interval by applying V_{HI} -level input to S1 or S2.

Fig. 4

3-5-2 Temperature Alarm Operation

(a) 10s Sampling Period
When the sampling period is 10s, the temperature alarm signals M1, M2 and M3 and the beeper signal BD have their states for 1 minute, as indicated in Fig. 5. After an alarm threshold is set by S2, the alarm function is inhibited for about 10s to 20s.

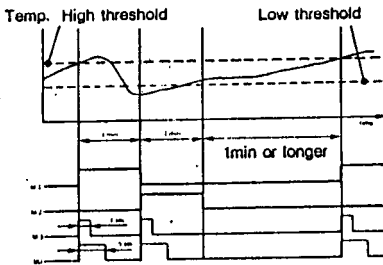


Fig. 5

(b) 1s Sampling Period

The 1min. hold function described above does not operate.

3-6 Sensor

The TX-100 employs a thermistor temperature sensor. If a thermistor other than the one provided is used, it should have the following constants:

$$R_T = 40K\Omega \text{ (TYP)}$$

$$B = 3550K \pm 2\%$$

When using optional sensor (TP-160,170), Adjust the variable resistor.

The optimum resistance can be determined by placing the sensor in a constant-temperature bath, comparing the indicated temperature with the bath temperature, and choosing a resistance that makes the two agree.

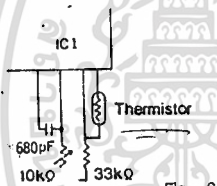


Fig. 6

3-7 Clock Mode

When K1 is connected to V_{HI} the TX-100 operates in the 12-hour clock mode, indicating the hour and minute.

The time can be set by applying V_{HI} -level input to S1 for the hour and S2 for the minute. The hour and minute setting are independent. The hour does not change when the minute passes 59.

To set the time, first apply V_{HI} -level input to S1 or S2 for at least 2s. The colon will stop blinking. Thereafter, the hour or minute value increments by 1 each time V_{HI} -level input is applied to S1 or S2. If the input is held for 2s or more, the value increments continuously.

The second value is reset each time the minute value is set. The colon resumes blinking 10s to 20s after the setting is completed.

3-8 Serial Data Output

The temperature measurement is provided as serial output on the M4 and LD pins. Figure 7 shows the timing of the output signals.

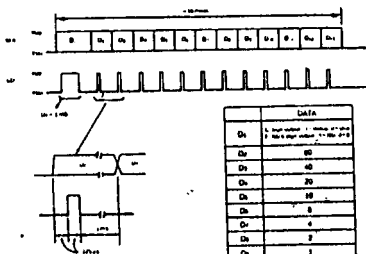


Fig. 7

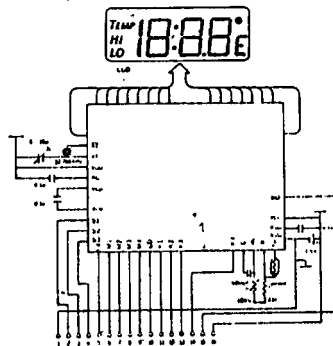
Notes:

- (1) V_{HI} level represents 1, V_{SS} -level represents 0.
- (2) All data are 1 when the temperature is outside the measurable range.

3-9 Test Mode

It is possible to display segments of the LCD by providing V_{HI} -level input to S1 and S3.

4. PIN-OUT DIAGRAM



SOAR CORPORATION

Main Office 9165 Sakaki-machi Nagano-pref. 380-08 Japan
Phone 026482-4101 Telex 0032-7425 SOAR COJ Fax 026482-7119
Sales Dept. 9165 Sakaki-machi Nagano-pref. 380-08 Japan
Phone 026482-8281 Telex 0032-7425 SOAR COJ Fax 026482-7119
Tokyo Branch, Shinjuku Bldg., 3-8-9 Shinjuku-ku, Tokyo, 101
Japan Phone 03251-2418 Telex 0222-2845 SOJAH TOJ Fax 03251-0243
Office Osaka, Nagaya Senryo Bldg. Sakai, Osaka, Nagano
NORTH AMERICAN SOAR CORPORATION 1105 Cornell Avenue Cherry
Hill N.J. 08012 U.S.A. Phone 609456-1150 Telex 230126478
SOAR EUROPA GmbH Ollsh-Hafen-Str. 28-30 6912 Osterhagen B.Mch.
W Germany Phone 069-6997084 Telex 9274267 SOARD D
SOAR ELECTRONIC SINGAPORE PTE. LTD 11 Ayer Rajah Crescent
03-04 181 Ayer Rajah Industrial Estate Singapore 1612
Phone 7716111 Telex HS24674 SOAH SP

ent Date : Monday March 28; 1988
ent Time : 2:01 AM

am : Microcomputer Based Air-Conditioner Control.
ammer : Wichai Srisawat.
Phakorn Hutasangkas.

ription : Project II
ent : Z80 Cross Assembler Version 2.00B

```
*****  
PROJECT : COMPUTER PROJECT II  
          MICROCOMPUTER BASED AIR-CONDITONER CONTROL  
          : WICHAI SRISAWAT  
VISOR:    PHAKORN HUTASANGKAS  
P.        : INSTRUMENTATION  
          : INDUSTRIAL COMPUTER  
DE        : 29.6314  
DATE      : MARCH,27,1988  
SEMULER   : Z80 CROSS ASSEMBLER V2.00B  
*****
```

```
ORG      0000H  
EQU      80FFH  
EQU      0040H  
EQU      002CH  
EQU      0034H  
EQU      003CH  
-----  
TEMPERATURE DEFINE  
EQU      8000H ; BUFFER DATA TEMPERATURE 12 BYTE  
EQU      800BH ; STORE DATA ROOM TEMPERATURE READED  
EQU      800CH ; STORE DATA SWITCH TEMPERATURE  
-----  
PORT DEFINE  
EQU      03H ; PORT A,B :OUTPUT PORT C:INPUT  
EQU      00H ; CONTROL PORT  
EQU      01H ; PORT A  
EQU      02H ; PORT B  
EQU      03H ; PORT C  
-----  
TIMER DEFINE  
EQU      800DH ; STORE CURRENT SECOND  
EQU      800EH ; STORE CURRENT MINUTE [ IF INCREMENTED  
EQU      800FH ; STORE CURRENT HOUKER [ ALL 1 SECOND  
-----  
LAG      EQU      8012H  
IN       EQU      8013H  
DUR      EQU      8014H  
-----  
R_HOUR   EQU      8015H  
LAG      EQU      8016H ; IF SYSTEM ON THEN WILL = 88H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

----- ZONE DEFINE
ON EQU 8017H ; IF COMPRESSOR ON THEN IT = 99H
OFF EQU 8018H ; IF COMPRESSOR OFF THEN IT = 66H
ON EQU 8019H ; OLD TIME WHEN COMPRESSOR ON
OFF EQU 801AH ; OLD TIME WHEN COMPRESSOR OFF
E EQU 801BH ; TEST MODE 3 SECCOND = 1 MINUTE
CR EQU 801CH ; 20 MINUTE = 1 HOURER (60 SEC)

```

```

----- SYSTEM FLAG
OFF EQU 801DH ; (11H) THIS FLAG SET WHEN OPERATION SWITCH =
ON EQU 801EH ; (22H) THIS FLAG SET WHEN OPERATION SWITCH =
THEN EQU 801FH ; (33H) THIS FLAG SET WHEN MODE ON OK!

```

```

NORMAL EQU 8020H ; SAVE MINUTE FOR CHECK TEST OR NORMAL
MINUTE EQU 8021H ; NEW TIME ON HOURER
OUR EQU 8022H ; NEW TIME OFF MINUTE
TEMP EQU 8023H ; OLD TEMPERATURE
FLAG EQU 8024H ; COMPRESSOR FLAG
; IF COMP ON = FF , OFF = 00
FAN EQU 8025H
EQU 802DH

```

```

FLAG EQU 8026H
MINUTE EQU 8027H
HOUR EQU 8028H

```

```

FLAG EQU 8029H
MINUTE EQU 802AH
HOUR EQU 802BH
ON_THEN EQU 802CH
K EQU 802DH
TIME EQU 80FFH ; SAVE TIME

```

```

----- INITAIL SYSTEM -----
XOR A ; CLEAR A
LD C,OFFH ; NUMBER MEMORY TO CLEAR
LD HL,DATATEM ; SET SECTIME
R: LD (HL),A
INC HL
DEC C
JP NZ,CLEAR
LD SP,TOP ; SET STACK FOR USED 6264 RAM
LD A,CWORD
OUT (CPORT),A ; CLEAR USED MEMORY

```

```

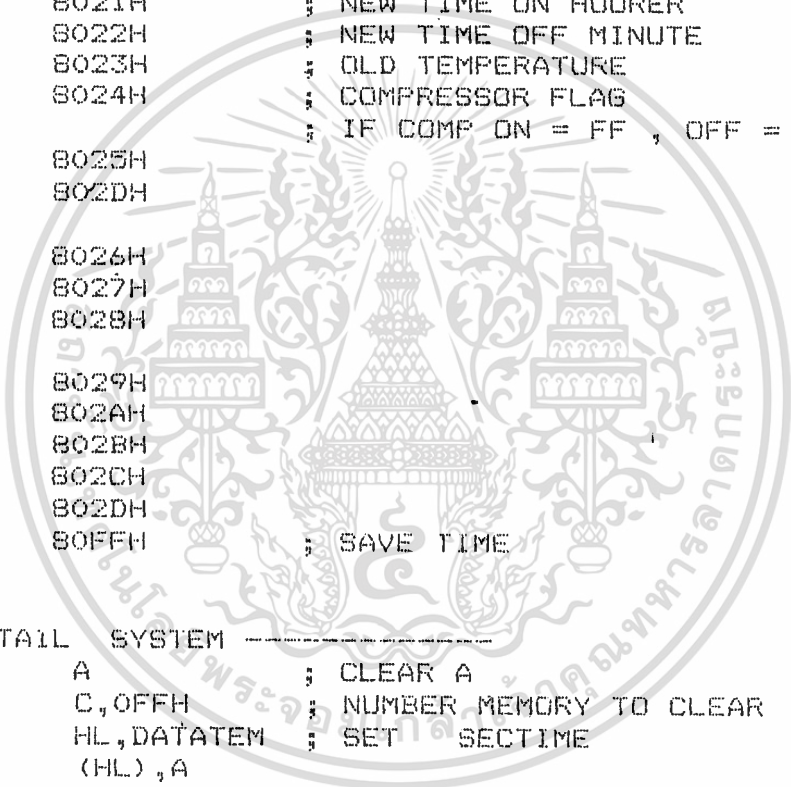
CHECK INTERRUPT PENDING BEFORE AND WAIT UNTIL NO PENDING

```

```

1: JR NZ,00 ; SIMULATE INSTRUCTION 'RIM'
AND 00010000B ; CHECK RST 5.5 PRESENT PENDING
JP Z,PASS1
JP LOOP1

```



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

CALL READ_TEM ; INITAIL ROOM TEMPERATURE
JP START
MAIN PROGRAM

ORG RST5.5
JP D_TIME ; FOR RST 5.5 HARDWARE INTERRUPT

ORG START

```

----- R E M O T E C O N T R O L A I R C O N D I T I O N -----

ENABLE INTERRUPT RST 5.5 PIN

```

EI
LD A,0EH ; SET INTERRUPT RST 5.5 0000

TEST MODE: JR NC,00 ; DEFINE INSTRUCTION 'SIM' 30
CALL OPERATE_TIME ; CHECK OPERATE TIME
LD A,20H
OUT (PA),A
IN A,(PC)
AND 02H ; TEST SWITCH
JF Z,NORMAL ; IF TEST MODE THEN HOURER = M

TEST MODE HERE
LD A,01 ; 4 SECOND = 1 MINUTE
LD (MINUTE),A ; SAVE MINUTE
LD A,15D ; 15 MINUTE = 1 HOURER [ 60 SE
LD (HOURER),A ; SAVE HOURER
JP MAIN

NORMAL MODE
AL: LD A,15D ; 60 SEC = 1 MINTE
LD (MINUTE),A ; SAVE IT
LD A,60D ; 60 MINUTE = 1 HOURER
LD (HOURER),A

LD A,08H ; OUT TO CHECK TIMER CONTROL
OUT (PA),A
IN A,(PC)
AND 03H ; WANT BIT 0-1 :0000 0011B
CP 02H ; A - 02H
JP Z,CONTINUE ; IF A = 2 THEN [ CONTINUE ]
CP 03H
JP Z,TIME_OFF ; IF A = 3 THEN [ TIME OFF ]
TIME_ON: JP TIME_ON

```

```

----- R O U T I N E   O P E R A T E   T I M E   W I T H   1 2   H r . -----
OPERATE_TIME: PUSH AF
LD A,(HOURTIME) ; GET CURRENT TIME
CP 12D ; OPERATE TIME = 12 Hr. ?
JP Z,OFFSYSTEM ; IF YES THEN OFF SYSTEM
POP AF
RET

```

----- T I M E R C O N T R O L O F F -----

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

OFF:      LD      A, (CHE_ON_THEN)
          CP      66H
          JP      Z, CHECK3
          LD      A, (HOURTIME)
          LD      (OLD_HOUR), A
          LD      A, (MINTIME)
          LD      (OLD_MIN), A
          LD      A, 66H
          LD      (CHE_ON_THEN), , , , , , A
CHECK3:   CALL    __CHECKTIME
          LD      A, (CHECK)
          OR      A
          JP      NZ, CONTINUE
          JP      OFFSYSTEM
OFFSYSTEM:
          DI
          LD      A, 0
          OUT    (PB), A          ; OFF SYSTEM
          HALT

```

```

-----[ T I M E R   C O N T R O L   O N ]-----
ON:      LD      A, (ON_THEN)
          CP      88H
          JP      Z, CONTINUE
          LD      A, (CHE_ON_THEN)
          CP      77H
          JP      Z, CHECK2
          LD      A, (HOURTIME)
          LD      (OLD_HOUR), A
          LD      A, (MINTIME)
          LD      (OLD_MIN), A
          LD      A, 77H
          LD      (CHE_ON_THEN), A
CHECK2:   CALL    __CHECKTIME
          LD      A, (CHECK)
          OR      A
          JP      NZ, CLR_OUT
          LD      A, 88H          ; ON THEN
          LD      (ON_THEN), A
          JP      CONTINUE
CLR_OUT:  LD      A, 0
          OUT    (PB), A
          JP      TEST_MODE

```

```

----- E N D -----
TIME:    LD      A, 02H          ; CHECK TIMER SW.
          OUT    (PA), A
          IN     A, (PC)
          AND    0FH          ; WANT BIT PC0 - 3
          LD     HL, TABLE_TIME ; TABLE_TIME STORE HOURER VALUE
          INC    HL
          DEC    A
          JP     NZ, TIMECHA    ; HL = TIMER USER *SET

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

DEC     HL                ; ADJUST FOR FINE TABLE TIMER
LD      B,(HL)           ; INTERVAL TIME
LD      A,(OLD_HOUR)
ADD     A,B
LD      B,A
LD      A,(HOURTIME)
CP      B                ; CURRENT HOURER - SET TIME

JF      NZ,TIME_EXIT
JF      OK_TIME

LD      (SAVE_TIME),A

LD      HL,HOURTIME

SUB     (HL)              ; NEW - CURRENT
JF      C,OK_TIME        ; CURRENT > NEW THEN ON SYSTEM

```

```

JF      NZ,TIME_EXIT
LD      A,(OLD_MIN)
LD      HL,MINUTE
CP      (HL)
JF      C,OK_TIME
JF      Z,OK_TIME
JF      TIME_EXIT

```

```

LD      A,00
LD      (CHECK),A
RET
LD      A,OFFH
LD      (CHECK),A
RET

```

```

-----[ T I M E R   C O N T R O L   C O N T I N U T E ]-----
E: LD      A,01H          ; SELECT OPERATION SWITCH
OUT     (PA),A
IN      A,(PC)
AND     03H              ; WANT BIT 0,1
CP      0                ; CHECK DRY MODE
JF      Z,DRYCHECK      ; IF YES, GOTO DRY MODE
CP      1
JF      Z,COOLING
CP      2
JF      Z,FAN_ONLY      ; IF A = 2 THEN GOTO FAN MODE
CP      3
JF      Z,AUTO          ; IF A = 3. IS NOT CARRY GOTO AUTO
JF      COOLING
LD      A,20H           ; CHECK NORMAL SW
OUT     (PA),A
IN      A,(PC)
AND     01H              ; CHECK NORMAL POSITION
JF      NZ,NORMALDRY
JF      DRY

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

RE COOLING MODE
----- COOLING MODE
PUT SLEEP,NORMAL SW
TIMER SW
ROOM TEMPERATURE
ROOM TEMPERATURE
EACH ZONE A,B,C
SLEEP MODE
ING: CALL READ_TEMSW
LD A,(SWTEM) ; SWITCH TEM
LD C,A ; C = SWITCH TEMPERATURE SE
LD A,(ROOMTEM) ; ROOM TEM
CP C ; A - C
JP C,NOSUB_CHE
JP Z,NOSUB_CHE
JP C,NOSUB ; IF A < C THEN RETURN
LD B,A ; PASS VALUE ROOM TEM
CALL SUB_BCD ; FIND VALUE DIFFERENTIAL
LD A,B ; A = RESULT
CP 2 ; ROOM TEM > SET TEM THAN 2
JP NC,ZONE_A ; IF YES, GOTO ZONE A
LD A,(HOURTIME) ; IF NO THEN CHECK ZONE_B
CP 2 ; CHECK OPERATING
JP NC,ZONE_D
CP 1
JP NC,ZONE_C
JP ZONE_B
JP TEST_MODE
LD A,0
OUT (PB),A
JP TEST_MODE

----- Z O N E
PUT B = COMPRESSOR ON [ MINUTE ]
C = COMPRESSOR OFF [ MINUTE ]

A: LD B,05H ; B = COMPRESSOR ON 18 MINUTE
LD C,03H ; C = COMPRESSOR OFF 3 MINUTE
CALL ZONE
CALL COOL_FAN ; SET FAN MOTOR
JP TEST_MODE

B: LD B,03H ; B = COMPRESSOR ON 3 MINUTE
LD C,04H ; C = COMPRESSOR OFF 4 MINUTE
CALL ZONE ; ZONE
CALL COOL_FAN ; SET FAN MOTOR
JP TEST_MODE

C: LD B,03H ; B = COMPRESSOR ON 18 MINUTE
LD C,07H ; C = COMPRESSOR OFF 3 MINUTE
CALL ZONE ; ZONE
CALL COOL_FAN ; SET FAN MOTOR
JP TEST_MODE

D: LD B,03H ; B = COMPRESSOR ON 3 MINUTE

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

LD      C,07H      ; C = COMPRESSOR OFF 3 MINU
CALL    ZONE      ; ZONE
CALL    COOL_FAN  ; SET FAN MOTOR
JP      TEST_MODE

_FAN:   LD      A,10H      ; CHECK FAN CONTROL SWITCH
OUT     (PA),A
IN      A,(PC)
AND     03H
CP      3          ; CHECK SW = AUTO ?
JP      Z,COOL_AUTO  ; IF = AUTO THEN LOW SPEED
OR      A          ; IF A:= 0 THEN GOTO LOW SPEE
JP      Z,COOL_LOW   ; AT POSITION LOW SPEED SAME
CP      2
JP      Z,COOL_HIG
JP      C,COOL_MED  ; IF A := 1 THEN CARRY SET GO

_AUTO:  LD      E,03      ; IF COMPRESSOR OFF THEN E :=
CALL    FANCHECK
LOW:    LD      E,03H     ; SAME AUTO POSITION
CALL    FANCHECK
MED:    LD      E,07H
CALL    FANCHECK
HIG:    LD      E,0FH
CALL    FANCHECK
EXIT:   RET

----- D R Y   M O D E
PUT -----> SLEEP MODE
TIMER SWITCH
ROOM TEMPERATURE
EACH ZONE A,B,C,D,E,F
PUT SLEEP MODE
SENT SLEEP MODE
CALL    READ_TEMSW
LD      A,(SWTEM)   ; SWITCH TEM
LD      C,A         ; C = SWITCH TEMPERATURE SET
LD      A,(ROOMTEM) ; ROOM TEM
CP      C           ; A - C
JP      C,NOSUB1   ; IF A < C THEN RETURN
JP      Z,NOSUB1
LD      B,A         ; PASS VALUE ROOM TEM
CALL    SUB_BCD     ; FIND VALUE DIFFERENTIAL
LD      A,B         ; A = RESULT
CP      2           ; ROOM TEM > SET TEM THAN 20
JP      NC,T_ACE   ; IF YES, GO TO ZONE A
LD      A,(HOURTIME) ; IF NO THEN CHECK ZONE_B
CP      1           ; CHECK OPERATING TIME = 1 H
JP      C,Z_T_B    ; OPERATE = 1 Hr --> ZONE B
JP      Z,Z_T_B    ; GOTO ZONE A
CP      2
JP      C,Z_T_D    ; OPERATE =< 2 Hr --> ZONE D

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

JP      Z,Z_T_D
JP      Z_T_F      ; OPERATE => 3 Hr. ----> ZONE

LD      A,(HOURTIME) ; IF NO THEN CHECK ZONE_B
CP      1          ; CHECK OPERATING TIME = 1 Hr
JP      C,Z_T_A    ; OPERATE = 1 Hr --> ZONE A
CP      2
JP      C,Z_T_C    ; OPERATE =< 2 Hr ---> ZONE C
JP      Z_T_E      ; OPERATE => 3 Hr. ----> ZONE
LD      A,0
OUT     (PB),A
JP      TEST_MODE
LD      B,05D      ; B = COMPRESSOR ON TIME [ MINUT
LD      C,04D      ; C = COMPRESSOR OFF TIME [ MINUT
JP      CZ
LD      B,03H
LD      C,04H
JP      CZ
LD      B,05H
LD      C,07H
JP      CZ
LD      B,03H
LD      C,07H
JP      CZ
LD      B,05H
LD      C,10D
JP      CZ
LD      B,03H
LD      C,05H
LD      A,2        ; SET PARAMETER TO FAN CONTROL
LD      (COMP_FAN),A ; LOW SPEED
CALL    ZONE
JP      TEST_MODE
-----> D R Y M O D E
-----> SET NORMAL MODE
TIMER SWITCH
ROOM TEMPERATURE
EACH ZONE A,B,C,D,E,F
CALL    READ_TEMSW
LD      A,(SWTEM)  ; SWITCH TEM
LD      C,A        ; C = SWITCH TEMPERATURE SET
LD      A,(ROOMTEM) ; A := ROOM TEM
CP      C          ; A - C
JP      C,ON3OFF6
JP      Z,ONS0FF5
JP      C,NOSUB2  ; IF ROOM TEMP < SET THEN RET
LD      B,A        ; PASS VALUE ROOM TEM
CALL    SUB_BCD   ; FIND VALUE DIFFERENTIAL
LD      A,B        ; A = RESULT
CP      2          ; ROOM TEM > SET TEM THAN 2C
JP      NC,ON6OFF4 ; IF YES, THEN ON = 6, OFF = 4
CP      1          ; CHECK OPERATING TIME = 1 Hr
JP      C,ON3OFF6 ; OPERATE = 1 Hr --> ZONE B
JP      ONS0FF5   ; GOTO ZONE A

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

F4:      LD      B,06          ; PASS PARAMETER B = ON COM
        LD      C,04          ; OFF = 4 MINUTE
        JP      NOR1
F6:      LD      B,03
        LD      C,06
        JP      NOR1
F5:      LD      B,05
        LD      C,05
        CALL   ZONE
        LD      A,(COMFLAG)   ; CHECK COMPRESSOR ON or OFF
        OR      A
        JP      NZ,NOR2
        LD      E,1           ; OFF COMPRESSOR & INDOOR FAN
        JP      NOR3
        LD      A,02         ; ON COMPRESSOR & INDOOR FAN
        JP      NOR4
        LD      A,00
        JP      NOR4
        LD      (COMP_FAN),A
2:       JP      TEST_MODE
    
```

```

----- F A N   O N L Y   M O D E
UT      NORMAL SW
        DON'T SET AUTO POSITION AT FAN CONTROL
SPEED FAN MOTOR FOLLOW BY FAN CONTROL SWITCH
ONLY:   LD      A,10H        ; CHECK FAN CONTROL
        OUT     (PA),A
        IN      A,(PC)
        AND    03H
        CP     3           ; CHECK SW = AUTO ?
        JP     Z,AUTO_F    ; IF = AUTO THEN NO OPERATE
        OR     A           ; IF A:= 0 THEN GOTO LOW SPEED
        JP     Z,LOW
        CP     2
        JP     Z,HIG
        JP     C,MED       ; IF A := 1 THEN CARRY SET GOT
F:      LD      A,0
        JP     FAN_OUT
        LD     A,02H
        JP     FAN_OUT
        LD     A,06H
        JP     FAN_OUT    ; FAN MOTOR OUT
        LD     A,0EH
UT:     OUT     (PB),A
        JP     TEST_MODE
    
```

----- A U T O M A T I C O P E R A T I O N

```

LD      A,(ROOMTEM)
CP      26H              ; CHECK INTO FAN MODE
JP      Z,AUTO_FAN_ONLY ; IF ROOM TEM = 26 C
JP      C,AUTO_FAN_ONLY ; ROOM TEM < 26 C
CP      27H
JP      Z,AUTO_DRY
    
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

CP      .28H      ;
JP      Z,AUTO_COOLING ; ROOM TEM >= 28 C
JP      NC,AUTO_COOLING

AN_ONLY: LD      A,02H      ; OFF COMPRESSOR
         LD      (COMFLAG),A
         OUT     (PB),A
         JP      TEST_MODE  ; RETURN MAIN PROGRAM

COOLING: JP      A_COOLING  ; AUTO FAN CONTROL
         ; AUTO COOLING CONTROL COMPRESSOR

DRY:    JP      DRY
    
```

----- C O N T R O L F A N S P E E D

```

N:      LD      A,E      ; CHECK SET FAN SPEED
CP      2      ; CHECK FAN LOW SPEED ?
JP      NZ,CON_FAN1
LD      E,03      ; PASS PARAMETER
CALL    FANCHECK
JP      TEST_MODE
N1:     CP      6      ; CHECK MEDIUM SPEED ?
JP      NZ,HIGH1
LD      E,07
CALL    FANCHECK
JP      TEST_MODE
LD      E,0FH      ; SET HIGHT SPEED
CALL    FANCHECK
JP      TEST_MODE
    
```

```

CK:     LD      A,(COMFLAG)
OR      A      ; CHECK COMPRESSOR ON ?
JP      NZ,C1
LD      A,E      ; WHEN COMPRESSOR OFF
DEC     A
JP      C2
LD      A,E      ; WHEN COMPRESSOR ON
OUT     (PB),A  ; ON FAN LOW SPEED
LD      (COMP_FAN),A ; SAVE STATUS FAN
RET
    
```

----- COOLING IN AUTOMATIC OPERATION MODE

```

SLEEP,NORMAL SW
TIMER SW
ROOM TEMPERATURE
ROOM TEMPERATURE
EACH ZONE A,B,C
ENT SLEEP MODE
NG:     CALL     READ_TEMSW
LD      A,(SWTEM) ; SWITCH TEM
LD      C,A      ; C = SWITCH TEMPERATURE SET
LD      A,(ROOMTEM) ; ROOM TEM
    
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

LD      A,29H      ; SIMULATE
CP      C          ; A - C
JP      C,NOSUB5  ; IF A < C THEN RETURN
JP      Z,NOSUB5
LD      B,A        ; PASS VALUE ROOM TEM
CALL    SUB_BCD    ; FIND VALUE DIFFERENTIAL
LD      A,B        ; A = RESULT
CP      2          ; ROOM TEM > SET TEM THAN 20
JP      NC,AU_ZONE_A ; IF YES, GOTO ZONE A
LD      A,(HOURTIME) ; IF NO THEN CHECK ZONE_B
CP      2          ; CHECK OPERATING
JP      NC,AU_ZONE_D
CP      1
JP      NC,AU_ZONE_C
JP      AU_ZONE_B
JP      TEST_MODE

```

----- Z O N E

```

B = COMPRESSOR ON [ MINUTE ]
C = COMPRESSOR OFF [ MINUTE ]

```

```

ZONE_A: LD      B,05H      ; B = COMPRESSOR ON 18 MINUTE
LD      C,03H      ; C = COMPRESSOR OFF 3 MINUTE
CALL    ZONE
CALL    AUTOFAN_CON ; SET FAN MOTOR
JP      TEST_MODE

```

```

ZONE_B: LD      B,03H      ; B = COMPRESSOR ON 3 MINUTE
LD      C,04H      ; C = COMPRESSOR OFF 4 MINUTE
CALL    ZONE
CALL    AUTOFAN_CON ; SET FAN MOTOR
JP      TEST_MODE

```

```

ZONE_C: LD      B,03H      ; B = COMPRESSOR ON 18 MINUTE
LD      C,07H      ; C = COMPRESSOR OFF 3 MINUTE
CALL    ZONE
CALL    AUTOFAN_CON ; SET FAN MOTOR
JP      TEST_MODE

```

```

ZONE_D: LD      B,03H      ; B = COMPRESSOR ON 3 MINUTE
LD      C,07H      ; C = COMPRESSOR OFF 3 MINUTE
CALL    ZONE
CALL    AUTOFAN_CON ; SET FAN MOTOR
JP      TEST_MODE

```

----- A U T O M A T I C F A N S P E E D C O N T R O L

```

AN_CON: CALL    READ_TEMSW
LD      A,(SWTEM)  ; SWITCH TEM
LD      C,A        ; C = SWITCH TEMPERATURE SET
LD      A,(ROOMTEM) ; A := ROOM TEM
CP      C          ; A - C
JP      C,NOSUB4
JP      Z,LOW_ON
JP      C,NOSUB3  ; IF ROOM TEMP < SET THEN RE

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

LD      B,A          ; PASS VALUE ROOM TEM
CALL    SUB_BCD      ; FIND VALUE DIFFERENTIAL
LD      A,B          ; A = RESULT
CP      4
JP      NC,HI_ON
CP      2
JP      NC,MED_ON
JP      LOW_ON

:
LD      A,(COMFLAG) ; CHECK COMPRESSOR ON ?
OR      A            ; IF ON THEN SET FAN ON
JP      Z,LOW_ON
LD      A,OFH       ; HIGHT SPEED
LD      (COMP_FAN),A
JP      NOSUB3

ON:
LD      A,(COMFLAG) ; CHECK COMPRESSOR ON ?
OR      A            ; IF ON THEN SET FAN ON
JP      Z,LOW_ON
LD      A,07H       ; MEDIUM SPEED
LD      (COMP_FAN),A
JP      NOSUB3

ON:
LD      A,02H       ; SET LOW SPEED FAN
LD      (COMP_FAN),A

3:
4:
LD      A,0
OUT     (PB),A

-----
LD      A,(COMP_ON)
CP      99H
JP      Z,ONCHECK
LD      A,(COMP_OFF)
CP      66H
JP      Z,OFFCHECK
LD      A,(COMP_FAN)
AND     OFH
OR      01H
LD      (COMP_FAN),A
OUT     (PB),A
LD      A,OFFH      ; COMPRESSOR FLAG ON
LD      (COMFLAG),A ; SAVE
LD      A,99H
LD      (COMP_ON),A
LD      A,(MINTIME)
ADD     A,B         ; B = TIME ON
LD      E,A
CALL    TIME
CK:
LD      A,(COMP_FAN)
AND     OFH
OR      01H
LD      (COMP_FAN),A

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

OUT      (PB),A
CALL     CHECKTIME
OR       A
JP       NZ,EXIT
LD       A,(COMP_FAN)      - ; CHECK STATUS
AND      OEH
LD       (COMP_FAN),A      ; SAVE STATUS
OUT      (PB),A
LD       A,00              ; COMPRESSOR FLAG OFF
LD       (COMFLAG),A      ; SAVE
LD       A,66H
LD       (COMP_ON),A
LD       (COMP_OFF),A
LD       A,(MINTIME)
ADD      A,C
LD       E,A
CALL     TIME
LD       A,(COMP_FAN)
AND      OEH
LD       (COMP_FAN),A
OUT      (PB),A
CALL     CHECKTIME
OR       A
JP       NZ,EXIT
XOR     A
LD       (COMP_OFF),A
RET

PUSH    HL
PUSH    DE
LD      A,(HOURER)        ;
SUB     E                ; HOURER - NEWMINUTE
JP      C,INCHOUR        ; IF OVER HOURER THEN INCREMENT
JP      Z,INCHOUR        ; HOURER ELSE NO INCREMENT
LD      A,E
LD      (NEWMINUTE),A
JP      ON1
LD      A,(HOURTIME)     ; NEWHOUR
INC     A
LD      (NEWHOUR),A
LD      A,E.
LD      HL,HOURER       ; PASS BY TEST MODE SWITCH
SUB     (HL)             ; ASSUME 20D
LD      (NEWMINUTE),A
POP     DE
POP     HL

TIME:   PUSH    HL
        PUSH    BC
        LD      A,(HOURTIME)      ; CURRENT HOURER
        LD      HL,NEWHOUR
        CP      (HL)              ; NEW HOURER - CURRENT HOURER
        JP      C,RETFF           ; IF NEW HOURER > CURRENT TH
    
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

LD      A,(MINTIME)      ; A = FF ELSE CHECK MINUTE
DEC     HL               ; POINT TO NEW MINUTE
CP     (HL)             ; CHECK MINUTE
JP     C,RETFF          ; IF NEW MINUTE > CURRENT
LD     A,0              ; JUMP TO RETURN A = FF
JP     RETA
TFF:   LD      A,OFFH
TA:    POP     BC
        POP     HL
        RET

```

ROUTINE SUBTRACTING BCD BETWEEN B - C = B
INPUT B : ROOM TEMPERATURE
OUTPUT C : SWITCH TEMPERATURE
 B

```

B_BCD:  PUSH   AF
        LD     A,99H      ; PACKED BCD
        SUB   C          ; 99H - C
        INC  A          ; [(99H - C)]
        ADD  A,B        ; B + [(99H - C)]
        DAA             ; DECIMAL ADJUST
        LD   B,A
        POP  AF
        RET

```

ROUTINE READ TEMPERATURE SWITCH FROM REMOTE
INPUT REMOTE SWITCH
OUTPUT SWTEM MEMORY

```

AD_TEMSW:  PUSH   BC
          PUSH   HL
          LD     HL,DEGREE ; TABLE TEM
          LD     A,04H     ; BIT 2 PA = 1
          OUT   (PA),A    ; SUPPLY TEST TEM SWITCH
          IN    A,(PC)    ; READ TEM SWITCH
          AND   0FH
          JP   Z,LP1
          LD   C,A
          INC  HL
          DEC  C
          JP   NZ,LP
          LD   A,(HL)
          LD   (SWTEM),A ; READ TEM FROM TABLE
          POP  HL        ; SAVE DEGREE TO MEMORY
          POP  BC
          RET

```

ROUTINE READ TEMPERATURE FROM TX-100
INPUT DATATEM TABLE 9 BYTE
OUTPUT TEMRESULT MEMORY

```

D_TEM:   PUSH   BC
        PUSH   DE

```

```

PUSH      HL
CALL      READTEM
LD        HL,DATATEM      ; DATATEM SAVE SIGN (D1)
INC       HL              ; D2  SAVE TO BIT 7
LD        A,(HL)
LD        C,02
CALL     SHIFTLLEFT
LD        B,A

INC       HL              ; D3  SAVE TO BIT 6
LD        A,(HL)
RLCA
OR        B
LD        B,A            ; SAVE RESULT TO B

INC       HL              ; D4 TO BIT 5
LD        A,(HL)
OR        B
LD        B,A

LD        E,1            ; D5 - D9  TO BIT 4 - 0
INC       HL
LD        A,(HL)
LD        C,E
CALL     SHIFTRIGHTH
OR        B
LD        B,A
INC       E
LD        A,6
CP        E              ; A - E
JP        NZ,NOW
LD        A,B            ; REGISTER B STORE RESULT

LD        (ROOMTEM),A
POP       HL
POP       DE
POP       BC
RET
    
```

```

----- SHIFT RIGH
TH:  RRCA
      DEC      C
      JP        NZ,SHIFTRIGHTH
      RET
    
```

```

----- SHIFT LEFT
T:   RLCA
      DEC      C
      JP        NZ,SHIFTLLEFT
      RET
    
```

```

----- READ TEMPERATURE
LD        HL,DATATEM
LD        E,09H        ; SIGN + DATA D1 - D9
    
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

IN      A, (PC)
AND     10H           ; CHECK LD BIT 4
JP      NZ,RT
CALL    DELAY20
CALL    CHECKLD1
IN      A, (PC)           ; READ M4
AND     20H           ; WANT M4 ONLY
LD      (HL),A          ; SAVE SIGN
INC     HL             ; NEXT TO D2 - D9
CALL    CHECKLDO
DEC     E
JP      NZ,READ
RET

```

```

LD1:   IN      A, (PC)
AND     10H
JP      Z,CHECKLD1
RET

```

```

LDO:   IN      A, (PC)
AND     10H
JP      NZ,CHECKLDO
RET

```

```

----- DELAY TIME 20 MSEC
20:     PUSH    BC
        PUSH    DE
        LD      D,01H           ; 1
        LD      C,25H           ; 0A FOR 1 SEC
        LD      B,26H           ; 05
        DEC     B
        JP      NZ,DL3
        DEC     C
        JP      NZ,DL2
        DEC     D
        JP      NZ,DL1
        POP     DE
        POP     BC
        RET

```

01H 20MS
25H 20MS
26H 20MS

----- I N T E R R U P S E R V I C E R O U T I N E -----

```

INTERRUP PIN RST 5.5
EXECUTE ADDRESS 002CH ( 0044 )
DECREMENT TIME 1 MINUTE
INTERRUP 1 MINUTE DECREMENT TIMER TABLE
CHANGTH TIMER TABLE
MEMORY TEST OR NORMAL IS MINUTE AND HOURER

```

```

:      CALL    READ_TEM
        PUSH    AF
        PUSH    HL
CHECK TEST MODE SWITCH
SECOND = 1 MINUTE

```

SECOND = 1 HOURER (30 MINUTE)

```
LD HL,SECTIME ; INDEX SEC TIME
INC (HL) ; INCREMENT SECOND
LD A,(MINUTE)
CP (HL)
JP NZ,_EXIT_
INCREMENT MINUTE , CLEAR SECOND
XOR A ; PREPARE SET SECOND = 0
LD (HL),A ; SET SEC = 0
LD HL,MINUTE ; POINT TO MINUTE
INC (HL) ; MINUTE := MINUTE + 1
LD A,(HOURER) ; CHECK HOURER
CP (HL) ; INC HOURER ?
JP NZ,_EXIT_
XOR A
LD (HL),A ; CLEAR MINUTE
LD HL,HOURTIME ; POINT TO HOURER
INC (HL) ; INC HOURER
JR NZ,00 ; SIMULATE INSTRUCTION 'RIM'
AND 00010000B ; CHECK RST 5.5 PRESENT PENDING
JP Z,PASS
JP _EXIT_
POP HL
POP AF
EI
RET
```

```
----- TEMPERATURE TABLE SWITCH
DB 19H,20H,21H,22H,23H,24H,25H,26H,27H,28H,29H,30H
DB 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12
DB 12
END
```

กิติกรรมประกาศ

โปรเจกต์นี้สำเร็จได้ด้วยความร่วมมือจากหลาย ๆ ฝ่าย ขอขอบคุณอาจารย์
ฉกรร หุตะสังกาศ อาจารย์ที่ปรึกษา ที่ให้ความรู้เกี่ยวกับฟังก์ชันการทำงานของเครื่อง
ปรับอากาศ ขอขอบคุณอาจารย์สุหพันธ์ ปรมาธิกุล ที่ให้ความรู้ เทคนิคในการตรวจสอบ
ข้อผิดพลาดต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในการทำโปรเจกต์ อีกทั้งขอขอบคุณอาจารย์ ฉายในฉากวัฑฒม ๗
ทุกท่านที่อำนวยความสะดวกในการทดลอง โปรเจกต์

สำหรับคณบดีของปริญญาโทคุณพนม เอกผล สละเวลาพิมพ์คณบดี
ให้ ขอขอบคุณมา ณ ที่นี้ด้วย.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หนังสืออ้างอิง

1. "คู่มือไอซี ชิพซีพพอร์ทและหน่วยความจำ", บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด
2529
2. "คู่มือไอซีไมโครโปรเซสเซอร์", บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด, 2529
3. Lance A. Leventhal, "8088A-8085 Assembly Language Programming", Osborne/Mcgraw-Hill, Berkeley, California, 1986
4. "Osborne 8 Bit Microprocessor Hand Book", Osborne/Mcgraw-Hill, Berkeley, California, 1986