



เครื่องควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าทางโทรศัพท์
TELE-CONTROL UNIT



โดย
นางสาวสุวรรณา อุดมศรีลาภ
นางสาวแสงโสม บัวลำไย

วัน เดือน ปี..... 15 ส.ค 25๕๐
เลขทะเบียน... ๐๖๗๒๓๖
เลขวิชา ค . 1383๒๙ ศ ๘๗๓๑

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิศวกรรมโทรคมนาคม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้ของนักศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าทางโทรศัพท์
TELE-CONTROL UNIT

โดย

นางสาวสุวรรณา อุดมศรีลาภ 35104502

นางสาวแสงไสม บัวลำไย 35104512



ปริญญาานิพนธ์สำหรับปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2538

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญาโทปีการศึกษา 2538

ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

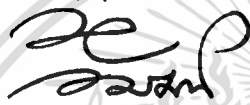
คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง เครื่องควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าทางโทรศัพท์

TELE-CONTROL UNIT

ผู้จัดทำ

1. นางสาวสุวรรณา อุดมศรีลาภ รหัส 35104502
2. นางสาวแสงไสม บัวลำไย รหัส 35104512



.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(รศ.ดร. จิวรณ์ กิรานนท์)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าทางโทรศัพท์
TELE-CONTROL UNIT

โดย สุวรรณอนุตมศรีลาม
แสงโสม บัวลำไย

อาจารย์ที่ปรึกษา รศ.ดร. วิวัฒน์ กิรานนท์

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ กล่าวถึงการศึกษาและทดลองสร้างอุปกรณ์ที่ใช้ในการควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าทางโทรศัพท์ โดยใช้ไอซีเบอร์ MT8870 ทำการแปลรหัสของสัญญาณผสมสองความถี่ (Dual Tone Multi-frequency หรือ DTMF) จากโทรศัพท์ และใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูลเอ็มซีเอส 51 (Microcontroller MCS-51) เบอร์ 8031 เป็นตัวควบคุม แล้วส่งสัญญาณควบคุมที่เป็นสัญญาณรหัสเลขฐานสอง (binary code) ผ่านไป ยังสายไฟเอซี (A.C. line) ส่วนผลการทดลองของโครงการนี้ได้แสดงไว้ในปริญญานิพนธ์นี้แล้ว

ABSTRACT

This project present a study and experiment of tele-control unit for electrical apparatus by using telephone. This controller consists of MT 8870 which decodes the dual tone multi-frequency from telephone, microcontroller MCS-51 number 8031 as the main controller and send the signal through A.C. line. The experimental results of this controller is also presented.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ	2
2.1 ทฤษฎีพื้นฐาน	2
2.2 หลักการทำงานพื้นฐาน	6
2.2.1 ส่วนฮาร์ดแวร์	6
2.2.2 ส่วนซอฟต์แวร์	8
บทที่ 3 การออกแบบและการสร้าง	9
3.1 ส่วนสร้างสัญญาณพัลส์จากสัญญาณกริ่งเรียก	11
3.2 ส่วนการส่งงานที่ตัวเครื่อง	12
3.2.1 ส่วนสร้างสัญญาณพัลส์เทียม	12
3.2.2 ส่วนสร้างสัญญาณโทน DTMF	13
3.3 ส่วนถอดรหัสสัญญาณโทน DTMF	15
3.4 ส่วนควบคุม	18
3.4.1 การจัดการหน่วยความจำ	20
3.4.2 บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์	26
3.4.3 การใช้งาน 8255 กับ 8051	29
3.4.4 ส่วนซอฟต์แวร์	32
3.5 ส่วนเอาต์พุต	40
3.6 การใช้งาน	41
บทที่ 4 ผลการทดลอง	43
4.1 ส่วนสร้างพัลส์จากสัญญาณกริ่งเรียกของโทรศัพท์	43
4.2 ส่วนการส่งงานที่ตัวเครื่อง	43
4.3 ส่วนถอดรหัสสัญญาณโทน DTMF	47
4.4 ส่วนควบคุม	49
4.5 ส่วนเอาต์พุต	49
บทที่ 5 สรุปและวิจารณ์	50
กิตติกรรมประกาศ	51
บรรณานุกรม	52

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

รูปที่ 2.1 แสดงสัญญาณพื้นฐาน	3
รูปที่ 2.2 แสดงสัญญาณตอบกลับ	4
รูปที่ 2.3 แสดงสัญญาณในการติดต่อกันระหว่างเครื่องส่งและเครื่องรับโทรศัพท์	5
รูปที่ 2.4 แสดงบล็อกไดอะแกรมของส่วนประกอบของเครื่องควบคุมการเปิดปิดเครื่องใช้ไฟฟ้า	7
รูปที่ 3.1 แสดงส่วนประกอบทั้งหมดของอุปกรณ์ควบคุม	10
รูปที่ 3.2 แสดงส่วนสร้างสัญญาณพัลส์จากสัญญาณกริ่งเรียก	11
รูปที่ 3.3 แสดงส่วนสร้างสัญญาณพัลส์เทียม	12
รูปที่ 3.4 แสดงส่วนสร้างสัญญาณโตน DTMF	13
รูปที่ 3.5 แสดงแผนภาพการทำงานภายในของ TCM5087	14
รูปที่ 3.6 แสดงแผนภาพการทำงานภายในของ MT8870	15
รูปที่ 3.7 แสดงสถาปัตยกรรมภายในของ 8031	19
รูปที่ 3.8 แสดงการจัดการหน่วยความจำของ 8031	20
รูปที่ 3.9 แสดงส่วนหน่วยความจำภายในของ 8031	21
รูปที่ 3.10 แสดงการจัดแอดเดรสของรีจิสเตอร์ฟังก์ชันพิเศษ	22
รูปที่ 3.11 แสดงแผนภาพสัญญาณเวลาแสดงการติดต่อกับหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก	24
รูปที่ 3.12 แสดงการเชื่อมต่อหน่วยความจำภายนอกกับ 8031	25
รูปที่ 3.13 แสดงตำแหน่งของส่วนประกอบต่าง ๆ บนบอร์ด	27
รูปที่ 3.14 แสดงแผนผังวงจรของบอร์ด	28
รูปที่ 3.15 แสดงแผนภาพแบบบล็อกภายในและขาสัญญาณของไอซี 8255	30
รูปที่ 3.16 แสดงความหมายของบิตภายในไบต์ข้อมูลควบคุมสำหรับ 8255	31
รูปที่ 3.17 แสดงแผนภูมิขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมควบคุม	37
รูปที่ 3.18 แสดงแผนภูมิขั้นตอนการทำงานของส่วนรับค่าคีย์	39

(WAIT-KEY ROUTINE)

รูปที่ 3.19 แสดงวงจรส่วนสร้างสัญญาณเสียงเพื่อแสดงสถานะของเครื่องใช้ไฟฟ้า	40
รูปที่ 4.1 แสดงสัญญาณตรงจุดที่ต่อเข้าขา T0 ในขณะที่ยังไม่มีสัญญาณกริ่งเรียกเข้ามา	44
รูปที่ 4.2 แสดงสัญญาณตรงจุดที่ต่อเข้าขา T0 ในขณะที่มีสัญญาณกริ่งเรียกจากคู่สายโทรศัพท์ดัง 1 วินาที	44
รูปที่ 4.3 แสดงสัญญาณพัลส์ที่ได้จากส่วนสร้างสัญญาณพัลส์เทียม	45
รูปที่ 4.4 แสดงสัญญาณที่วัดได้ที่ขา 16 ของ TCM5087 เมื่อกดคีย์หมายเลข 1	45
รูปที่ 4.5 แสดงสัญญาณที่วัดได้ที่ขา 16 ของ TCM5087 เมื่อกดคีย์หมายเลข 6	46
รูปที่ 4.6 แสดงสัญญาณที่วัดได้ที่ขา 16 ของ TCM5087 เมื่อกดคีย์หมายเลข 7	46

รูปที่ 4.7 แสดงสัญญาณที่วัดได้ที่ขา 16 ของ TCM5087 เมื่อกดคีย์หมายเลข #	47
รูปที่ 4.8 แสดงสัญญาณที่วัดได้ที่ขา Q1-Q4 ของ MT8870 เมื่อกดคีย์หมายเลข 1	48
รูปที่ 4.9 แสดงสัญญาณที่วัดได้ที่ขา Q1-Q4 ของ MT8870 เมื่อกดคีย์หมายเลข 7	48



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตาราง 3-1 แสดงความถี่ของแต่ละตำแหน่งเมื่อใช้คริสตอล 3.579 MHz	14
ตาราง 3-2 แสดงการถอดรหัสของสัญญาณความถี่ทั้งสองไปเป็นรหัสไบนารี	17
ตาราง 3-3 แสดงสัญญาณต่าง ๆ ของ 8031 ที่ใช้ในการติดต่อกับหน่วยความจำภายนอก	23



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

บ่อยครั้งที่พบกับปัญหาการเปิดปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้าน ขณะที่ออกไปทำธุระนอกบ้าน หรือลืมเปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าขณะออกนอกบ้านแล้ว ในบางครั้งไม่มีใครอยู่ในบ้านและต้องกลับบ้านค่ำมีดีมีปัญหากในการเปิดไฟหน้าบ้านรอการกลับไปของเจ้าของบ้านเอง และเพื่อให้แสงสว่างแก่เส้นทางเข้าบ้าน โดยจะสะดวกมากขึ้นโดยการใช้เครื่องควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านคู่สายโทรศัพท์ระบบไมโครคอนโทรลเลอร์ เพียงแต่ยกหูโทรศัพท์แล้วกดหมายเลขควบคุมเท่านั้น ทุกอย่างก็จะเป็นไปตามความต้องการเหมือนกับว่าเราอยู่ในบ้านเอง ขึ้นตอนต่าง ๆ เหล่านี้ได้กล่าวถึงรายละเอียดในบทต่อ ๆ ไป



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและหลักการ

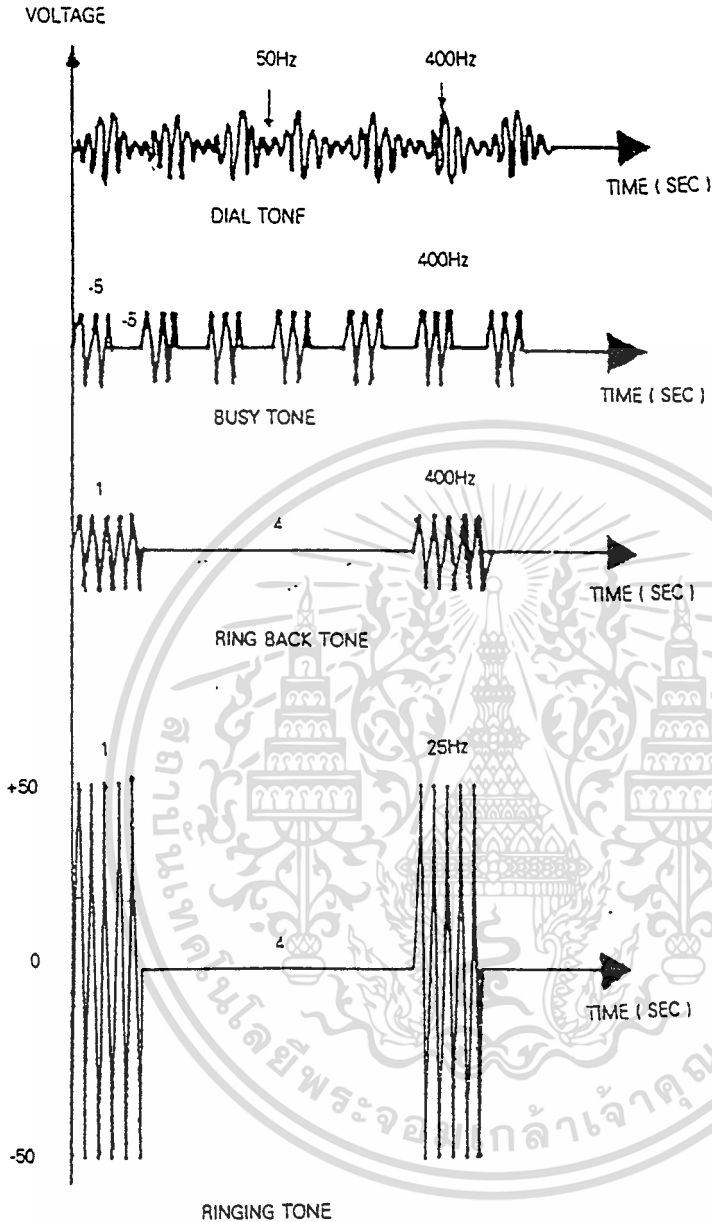
2.1 ทฤษฎีพื้นฐาน

2.1.1 สัญญาณต่าง ๆ ภายในระบบของเครื่องชุมสายโทรศัพท์

ระบบสัญญาณต่าง ๆ ของเครื่องชุมสายโทรศัพท์ถือว่าเป็นสิ่งสำคัญในการบอกสถานะ และแจ้งให้ผู้เรียกและผู้รับทราบว่า จะทำอย่างไรเมื่อได้ยินสัญญาณแต่ละชนิด ระบบเครื่องชุมสายโทรศัพท์ในปัจจุบันนี้มี 2 แบบ คือ แบบหมุน (DIAL) และแบบกดปุ่ม(DTMF) สำหรับโครงการที่ทำนี้ใช้สำหรับระบบเครื่องชุมสายโทรศัพท์แบบกดปุ่ม ดังนั้นจะขอกล่าวถึงสัญญาณต่าง ๆ สำหรับระบบแบบกดปุ่มเท่านั้น

สัญญาณพื้นฐานพื้นฐานของระบบโทรศัพท์แบบกดปุ่มมีดังนี้

1. สัญญาณให้หมุน (DIAL TONE) ใช้เพื่อแสดงให้สมาชิกรู้ว่าให้กดปุ่มเลขหมายผู้รับได้ เป็นสัญญาณเสียงต่อเนื่อง 400 Hz กร้าความถี่ประมาณ 50 Hz แบบเอเอ็ม(AM)
2. สัญญาณไม่ว่าง (BUSY TONE) ใช้เพื่อเตือนให้ผู้เรียกทราบว่าผู้รับไม่ว่างควรวางหูก่อนสักระยะหนึ่งแล้วจึงเริ่มเรียกใหม่ เป็นสัญญาณ 400 Hz ช่วงเวลาการส่งประมาณ 0.5 วินาที เจียบประมาณ 0.5 วินาที
3. สัญญาณเรียกกลับ (RING BACK TONE) ใช้เมื่อต่อทุกขั้นตอน ตามความประสงค์ของผู้เรียกมายังผู้รับ เครื่องชุมสายโทรศัพท์ดำเนินการต่อสำเร็จแจ้งให้ผู้เรียกรู้ว่าการเรียกสำเร็จแล้ว เป็นสัญญาณ 400 Hz ช่วงเวลาการส่งประมาณ 1 วินาที เจียบประมาณ 4 วินาที
4. สัญญาณกริ่งเรียก (RINGING TONE) ใช้เมื่อการต่อทุกขั้นตอนตามความประสงค์ของผู้เรียกมายังผู้รับ เครื่องชุมสายโทรศัพท์ดำเนินการต่อสำเร็จด้วยกริ่งเรียก แจ้งให้ผู้รับมาตอบการเรียก เป็นสัญญาณ 25 Hz ช่วงเวลาการส่งและเจียบเช่นเดียวกับสัญญาณเรียกกลับ



รูปที่ 2.1 แสดงสัญญาณพื้นฐาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

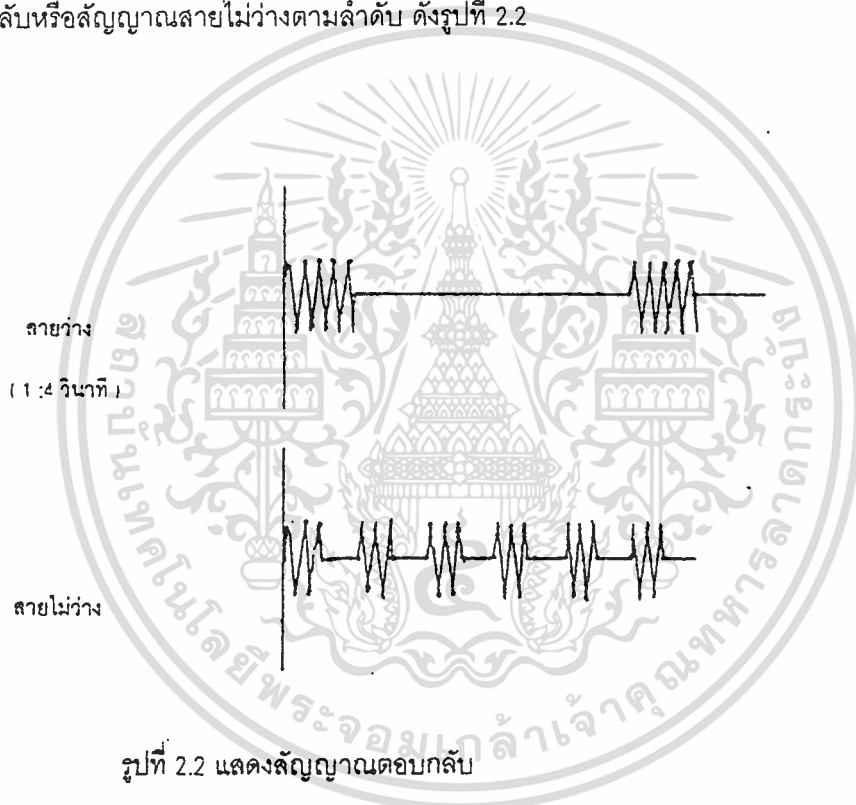
2.1.2 สัญญาณในการติดต่อกันระหว่างเครื่องส่งและเครื่องรับโทรศัพท์

เครื่องส่ง

- ขณะที่ไม่ได้มีการยกหูโทรศัพท์ จะมีศักดาตกร่วมสายโทรศัพท์เป็นสัญญาณกระแสตรง 48 โวลต์
- เมื่อผู้เรียกยกหูโทรศัพท์ ศักดาจะลดลงเหลือ 8 โวลต์ พร้อมทั้งมีสัญญาณให้หมุน ซึ่งเป็นสัญญาณกระแสสลับขนาด 250 มิลลิโวลต์ ความถี่ 400 Hz กร้าความถี่ประมาณ 50 Hz ซึ่งเมื่อกดรหัสสัญญาณความถี่แล้วสัญญาณให้หมุนนี้จะหายไป

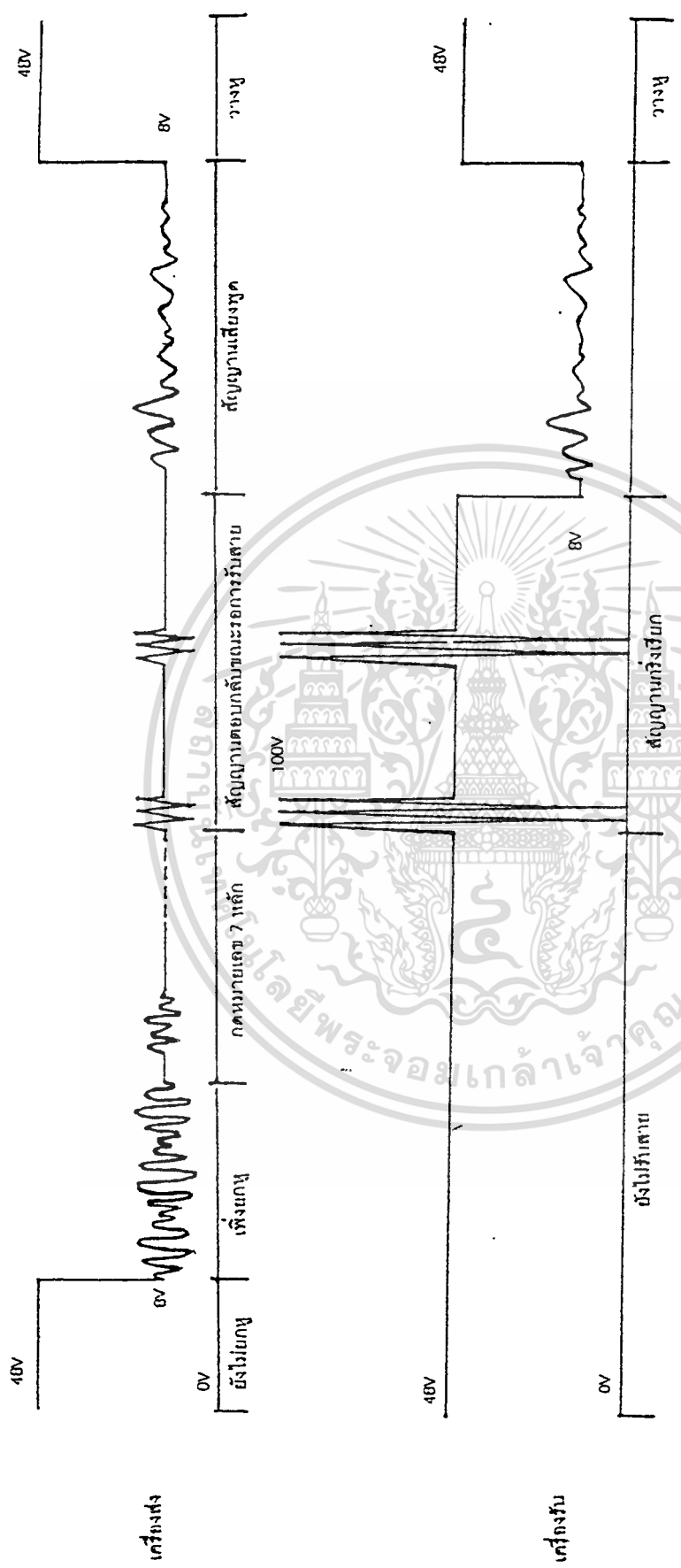
- กดรหัส (Code) เบอร์โทรศัพท์ทั้งหมด 7 หลัก รหัสความถี่ที่ส่งจะเป็นสัญญาณผสมสองความถี่ เป็นความถี่สูงและความถี่ต่ำผสมกันไป แต่ละหมายเลขจะมี DTMF อยู่หนึ่งคู่

- ขณะที่รอการรับสาย จะมีสัญญาณตอบกลับ 2 แบบ เพื่อจะบอกว่าสายว่างหรือไม่ว่าง คือ สัญญาณเรียกกลับหรือสัญญาณสายไม่ว่างตามลำดับ ดังรูปที่ 2.2



- เมื่อมีการรับสายแล้ว สัญญาณจะอยู่ที่ 8 โวลต์ โดยมีการกระเพื่อมตามลักษณะความถี่เสียง และความดังของเสียงพูดตามสาย
- เมื่อวางหูโทรศัพท์เลิกการติดต่อ ขนาดศักดาจะกลับไปค่า 48 โวลต์ตามเดิม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.3 แสดงสัญญาณในการติดต่อขั้วระหว่างเครื่องส่งและเครื่องรับโทรศัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องรับ

- ขณะที่ยังวางหูอยู่จะมีคัทดากระแสตรงคร่อมสายอยู่ 48 โวลท์
- เมื่อมีสัญญาณกริ่งเรียกจะมีขนาดประมาณ 100 โวลท์กระแสสลับ ความถี่ 25 Hz ซึ่งอยู่บนคัทดากระแสตรง 48 โวลท์ จังหวะ 1 วินาที หยุด 4 วินาที ซึ่งจะตรงกับสัญญาณเรียกกลับที่เครื่องส่ง
- จากนั้นเมื่อผู้รับยกหูโทรศัพท์ ขนาดคัทดากระแสตรงจะลดลงเหลือ 8 โวลท์ และมีการกระเพื่อมตามขนาดและความถี่ของเสียงพูด
- เมื่อวางหูโทรศัพท์ ขนาดคัทดาก็จะกลับไป 48 โวลท์ตามเดิม

2.2 หลักการทำงานพื้นฐาน

2.2.1 ส่วนฮาร์ดแวร์

เครื่องควบคุมการเปิดปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าผ่านคู่สายโทรศัพท์สามารถสั่งงานได้ 2 ลักษณะดังนี้

1. การสั่งงานทางโทรศัพท์ โดยการโทรศัพท์มาที่บ้านแล้วกดคีย์โทรศัพท์สั่งงานตามที่ได้ตั้งไว้ไป ซึ่งจะได้กล่าวถึงในบทต่อไป

2. ส่วนสั่งงานที่ตัวเครื่องเอง โดยที่ตัวเครื่องจะมีส่วนสร้าง PULSE (แทน PULSE ที่เกิดจากสัญญาณ RINGING TONE ของโทรศัพท์) และส่วนสร้างสัญญาณโทน DTMF (เป็นสัญญาณผสม 2 ความถี่ ที่เกิดจากการกดคีย์โทรศัพท์)

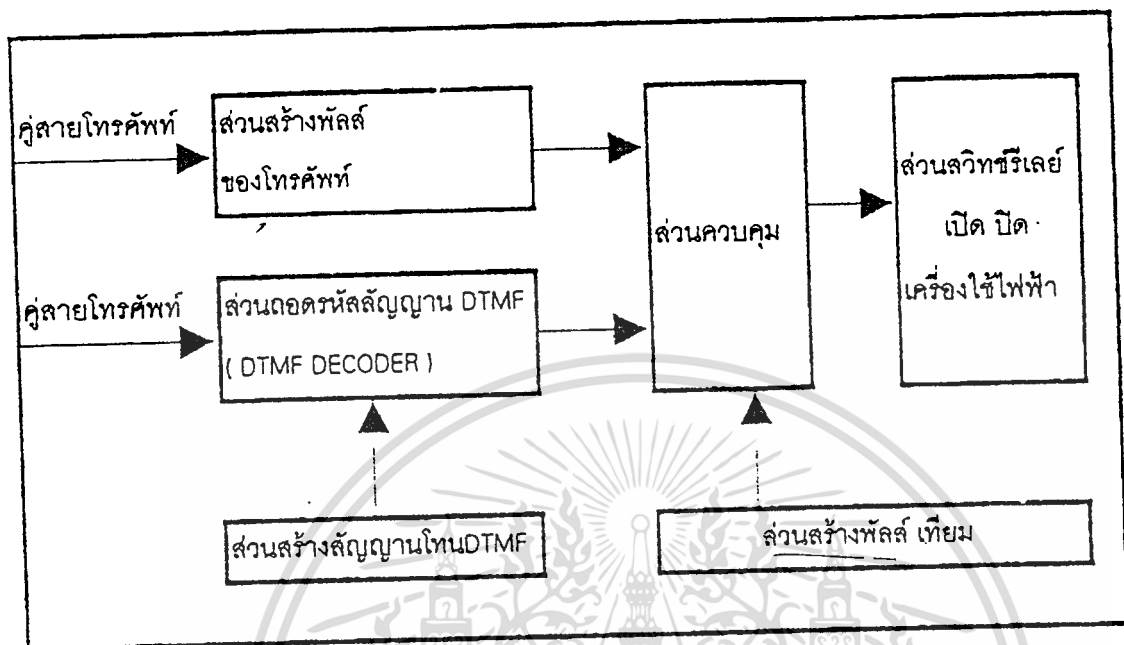
การที่ต้องมีส่วนสั่งงานที่ตัวเครื่องก็เพราะว่าถ้าเราไม่มีส่วนนี้ พอเรากลับมาที่บ้าน จะไม่สามารถเปลี่ยนแปลงคำสั่งเปิดปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ได้โทรมาสั่งไว้ก่อนหน้านี้ได้เลย นอกจากจะปิดเครื่องควบคุมนี้แล้วไปใช้สวิตช์ที่บ้านเปิดปิดตามปกติ ซึ่งจะมีผลทำให้เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ถูกควบคุมโดยเครื่องนี้ต้องดับลงชั่วคราวก่อนที่จะเปิดสวิตช์ดังเดิม ดังนั้นเพื่อให้เราสามารถเปลี่ยนแปลงคำสั่งเปิดปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าที่โทรเข้ามาสั่งได้โดยไม่ต้องปิดเครื่องควบคุม จึงต้องมีส่วนสั่งงานที่ตัวเครื่องนี้อยู่ด้วย ซึ่งสามารถเขียน BLOCK DIAGRAM แสดงส่วนประกอบของเครื่องควบคุมได้ดังรูปที่ 2.4

หลักการทำงานพื้นฐาน

ที่ตัวเครื่องจะมีสวิตช์สำหรับเลือกว่าจะสั่งงานแบบใด คือจะสั่งงานทางโทรศัพท์หรือสั่งงานที่ตัวเครื่อง (จะต้องสับสวิตช์เลือกลักษณะการสั่งงานให้ถูกต้องก่อนการสั่งงานเสมอ มิฉะนั้นเครื่องจะไม่สามารถทำงานได้)

- การทำงานกรณีที่สั่งงานทางโทรศัพท์ (ให้สับสวิตช์เลือกการสั่งงานทางโทรศัพท์)

สัญญาณโทรศัพท์ที่ใช้ในการทำงานของเครื่องควบคุมคือ สัญญาณกริ่งเรียก ซึ่งเป็นสัญญาณ sine ความถี่ 25 Hz 100 โวลท์ ดัง 1 วินาที ดับ 4 วินาที สัญญาณนี้จะเข้ามาทางคู่สายโทรศัพท์ ผ่านมายังส่วนสร้างสัญญาณพัลส์จากสัญญาณกริ่งเรียก ทำให้เกิดขบวนพัลส์เข้าที่ขา TO ของ 8031 เมื่อพัลส์แรกเข้ามา 8031 ก็ จะเริ่มจับเวลา 30 วินาที หลังจากนั้นจะตรวจพัลส์อีกครั้ง หากยังมีพัลส์เข้าอีก 1 ลูก 8031 ก็จะส่งค่าลอจิก "1" ออกที่ขา P1.7 ทำให้ขา P1.7 มีระดับคัทดา 5 โวลท์ ซึ่งไปทำให้ทรานซิสเตอร์นำกระแส กระตุ้นให้หน้าเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษานี้ ไม่อนุญาตให้แก้ไขโดยไม่ขออนุญาตของสำนักพิมพ์ สัมผัสของ RELAY1 ปิด เสมือนเป็นการยกหูโทรศัพท์ จากนั้นหน้าสัมผัสของ RELAY2 ปิด ทำให้คู่สายโทรศัพท์ไม่ว่างกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีเหตุดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.4 แสดง BLOCK DIAGRAM ของส่วนประกอบของเครื่องควบคุมการเปิดปิดเครื่องใช้ไฟฟ้า

ต่อเข้ากับส่วนถอดรหัส DTMF ซึ่งเมื่อมีการกดคีย์โทรศัพท์ภายในเวลา 15 วินาทีนับจากที่รีเลย์เปิด ก็จะมีสัญญาณผสม 2 ความถี่เข้ามายัง MT8870 MT8870 ก็จะถอดรหัสสัญญาณผสม 2 ความถี่ให้เป็นรหัส BINARY ส่งให้ 8031 ประมวลผลต่อไป

กรณีที่ที่บ้านมีคนรับสาย ก่อนครบ 30 วินาที หรือผู้โทรวางหูไปก่อนครบ 30 วินาที RELAY จะไม่ปิด ดังนั้นจะไม่มีการทำงานจนกว่าจะมีการโทรเข้ามาใหม่ และถ้าเมื่อ RELAY ปิดแล้ว ไม่มีการกดคีย์โทรศัพท์ภายใน 15 วินาที RELAY ที่ปิดอยู่ก็จะเปิดออกและจะไม่มีการทำงาน จนกว่าจะมีการโทรเข้ามาใหม่

- การทำงานกรณีสั่งงานที่ตัวเครื่อง (ให้สับสวิตช์เลือกการสั่งงานที่ตัวเครื่องก่อน)

การสั่งงานที่เครื่องเริ่มสั่งงานโดยกดสวิตช์ ให้ PULSE ที่สร้างจากส่วนสร้าง PULSE ซึ่งใช้ IC เบอร์ 4093 เป็นตัวสร้าง ผ่านไปที่ขา TO ของ 8031 เมื่อมี PULSE เข้ามา 1 PULSE แล้ว 8031 จะส่งค่าลอจิก "1" ออกที่ขา P1.7 ทำให้ P1.7 มีค่าคิกดา 5 โวลท์ ทำให้ทรานซิสเตอร์นำกระแส RELAY1 และ RELAY2 จะปิด ทำให้อุปกรณ์สัญญาณโทน DTMF ซึ่งใช้ IC เบอร์ TCM5087 ต่อเข้ากับส่วน DTMF DECODER เมื่อเรากดคีย์เบอร์โทร จะทำให้เกิดสัญญาณผสมสองความถี่ เข้ามาที่ MT8870 MT8870 จะถอดรหัสสัญญาณผสมสองความถี่ให้เป็นรหัส binary ส่งให้ 8031 ประมวลผลต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2 ส่วนซอฟต์แวร์

เราจะใช้โปรแกรมในการควบคุมการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ JAZZ-31 ให้ทำงานกับวงจรที่เราสร้างไว้ตามที่ต้องการ โดยโปรแกรมที่เราสร้างไว้ มีหลักการทำงานดังนี้ คือ มันจะควบคุมให้มีการตรวจจับสัญญาณกริ่งโทรศัพท์ที่มีคนโทรเข้ามา แล้วจับเวลาประมาณ 30 วินาที รอว่าไม่มีคนมารับโทรศัพท์ แล้วจึงควบคุมให้มีการยกหูโทรศัพท์อัตโนมัติ ต่อจากนั้น โปรแกรมจะรับค่าจากคีย์ที่ผู้โทรกดเข้ามาประเมินผล โดยคีย์ 3 ตัวแรกจะเป็นค่ารหัสผ่าน โปรแกรมจะทำการตรวจสอบก่อนว่าตรงกับค่ารหัสผ่านที่ตั้งไว้ คือ 236 หรือไม่ ถ้าตรงจึงจะรับค่าคีย์ที่ 4 มาประเมินผล ว่าเป็นการระบุถึงเครื่องใช้ไฟฟ้าตัวไหน แล้วทำการตรวจสอบสถานะว่า เครื่องใช้ไฟฟ้าตัวนั้นเปิดหรือปิดอยู่ โดยการรับค่าสถานะของเครื่องใช้ไฟฟ้าเข้ามาทางพอร์ต A แล้วจึงควบคุมการทำงานของวงจรสร้างสัญญาณสองเสียง ให้มีการส่งเสียงผ่านทางคู่สายโทรศัพท์ ไปบอกผู้ที่โทรเข้ามา ถ้าเครื่องใช้ไฟฟ้าเปิดอยู่ จะส่งเสียงความถี่สูงออกไป และถ้าเครื่องใช้ไฟฟ้าปิดอยู่จะส่งเสียงความถี่ต่ำออกไป จากนั้นจึงรับค่าคีย์ที่ 5 มาประเมินผลว่าผู้โทรต้องการเปิดหรือปิดเครื่องใช้ไฟฟ้า แล้วจึงควบคุมการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ให้ส่งค่าออกทางพอร์ต C ให้สวิตช์ของเครื่องใช้ไฟฟ้าตัวที่ต้องการ ON หรือ OFF และสุดท้ายเป็นการรับค่าคีย์ที่ 6 มาประเมินผลว่า ผู้โทรต้องการสิ้นสุดการทำงานหรือต้องการสั่งงานต่อที่เครื่องใช้ไฟฟ้าตัวอื่น ๆ ถ้าผู้โทรต้องการสิ้นสุดการทำงาน โปรแกรมก็จะควบคุมให้มีการวางหู และถ้าผู้โทรต้องการสั่งงานต่อ โปรแกรมก็จะให้ผู้ใช้กดคีย์เลือกหมายเลขเครื่องใช้ไฟฟ้าอื่นที่ต้องการจะสั่งเปิดปิดต่อไป

บทที่ 3

การออกแบบและการสร้าง

เครื่องควบคุมการปิดเปิดเครื่องใช้ไฟฟ้านี้ประกอบด้วย 5 ส่วนดังนี้

3.1 ส่วนสร้างพัลส์จากสัญญาณกริ่งเรียก

3.2 ส่วนการสั่งงานที่ตัวเครื่อง

3.3 ส่วนถอดรหัส DTMF

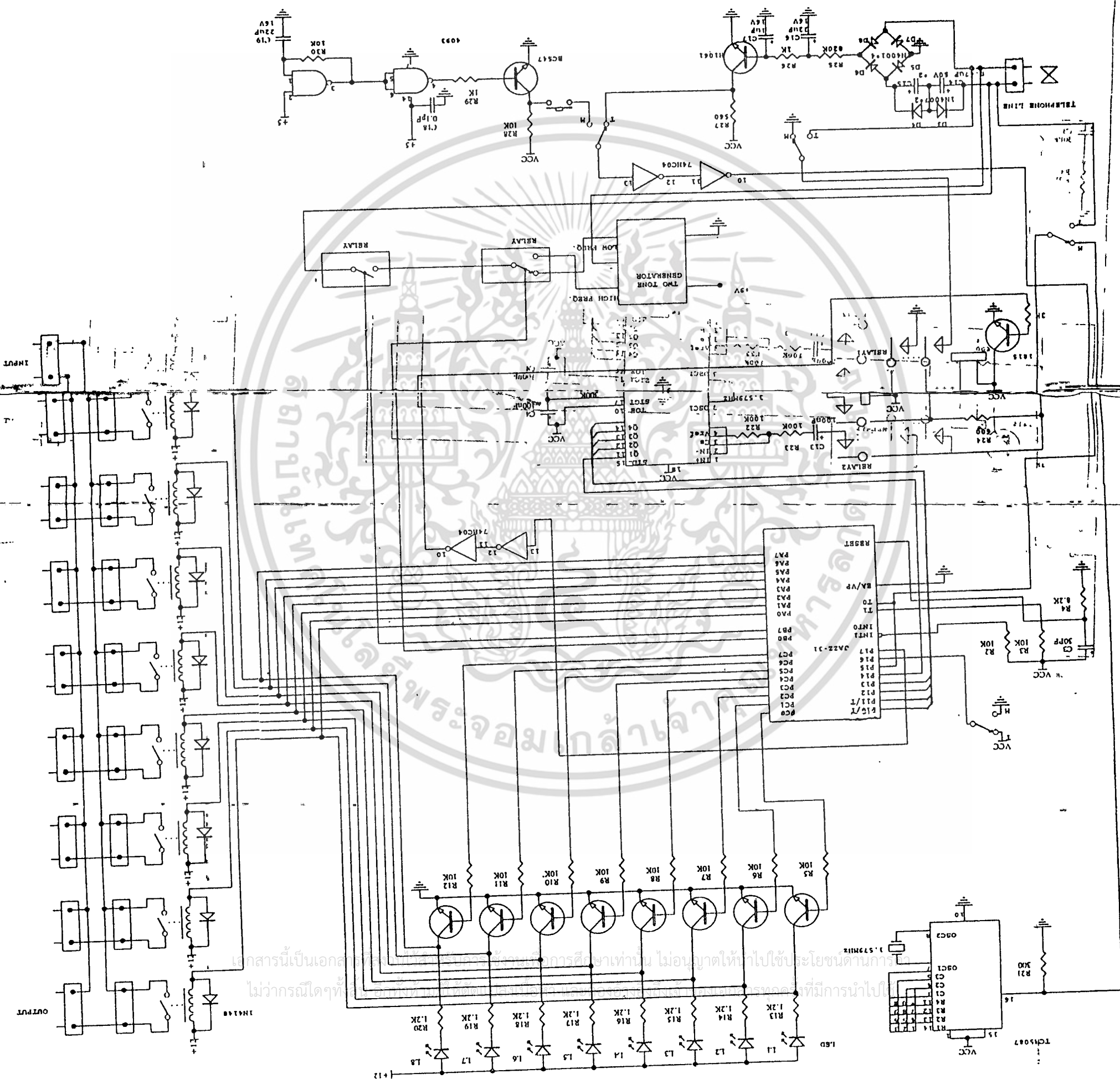
3.4 ส่วนควบคุม

3.5 ส่วนเอาต์พุต



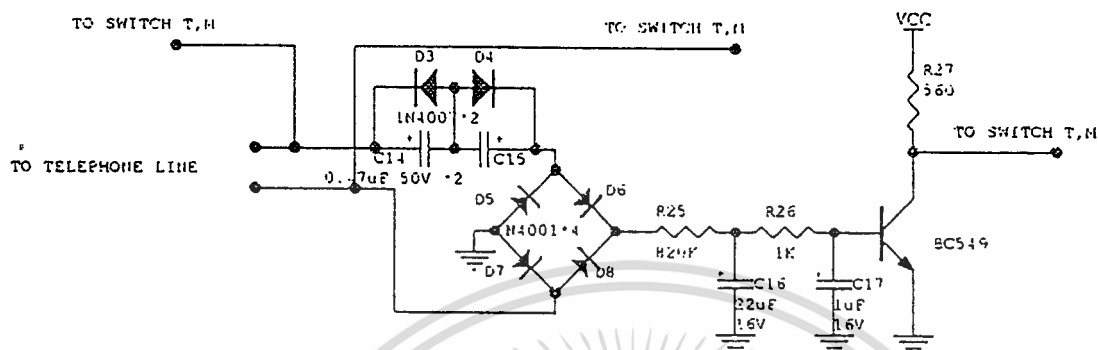
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3-1 แสดงการทำงานของระบบการควบคุมอัตโนมัติ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อใช้ในการเรียนการสอน ไม่อนุญาตให้ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆก็ตาม หากมีข้อสงสัยหรือต้องการข้อมูลเพิ่มเติม กรุณาติดต่อฝ่ายวิชาการ

3.1 ส่วนสร้างสัญญาณพัลส์จากสัญญาณกริ่งเรียก



รูปที่ 3.2 แสดงส่วนสร้างสัญญาณพัลส์จากสัญญาณกริ่งเรียก

จากรูปที่ 3.2 ส่วนนี้จะต่อกับคู่สายโทรศัพท์ เมื่อมีสัญญาณกริ่งเรียก ซึ่งเป็นสัญญาณคลื่นรูปไซน์ 50 Hz 100 โวลท์ ที่อยู่บนสัญญาณกระแสตรง 48 โวลท์ ดัง 1 วินาที ดับ 4 วินาที ผ่านเข้ามา ตัวเก็บประจุ 2 ตัว และไดโอดอีก 2 ตัวประกอบกันเป็นวงจรถ่ายเทสัญญาณกระดิ่ง โดยยอมให้กระแสลับผ่านเท่านั้น ผ่านมายังวงจรบริดจ์เร็คติไฟเออร์ (Bridge rectifier) ได้พัลส์ไฟตรงซึ่งมีค่าสูงอยู่ จึงใช้ตัวต้านทาน 820 กิโลโห์มมาจำกัดขนาดโวลเตจให้ต่ำลงผ่านไปยังวงจรกรอง (filter) ซึ่งประกอบด้วยตัวต้านทานและตัวเหนี่ยวนำ ทำให้ได้สัญญาณที่มีความเรียบมากขึ้นเพื่อนำไปเข้าขาเบสของทรานซิสเตอร์ ดังนั้นเมื่อมีสัญญาณกริ่งเรียกเข้ามาจากคู่สายโทรศัพท์จะทำให้ทรานซิสเตอร์ ON เกิดขบวนพัลส์ไปที่ขา TO ของ 8031 ตามลักษณะดังนี้

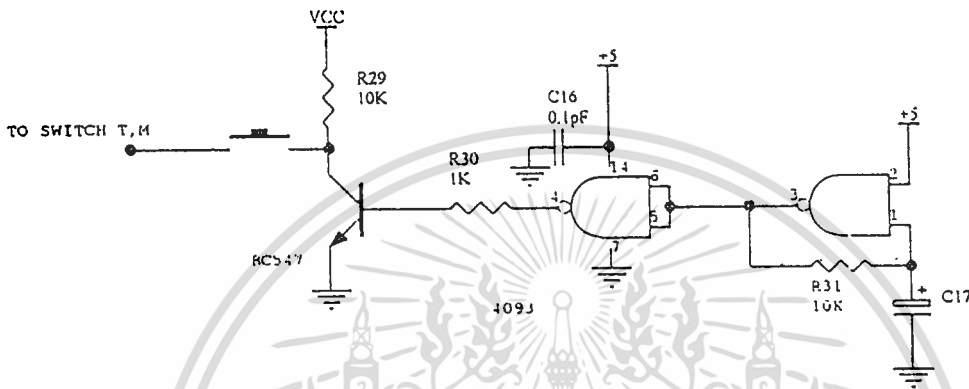
- เมื่อยังไม่มีสัญญาณกริ่งเรียกเข้ามา ค่าคัทดาที่ส่งไป TO ของ 8031 มีค่าประมาณ 5 โวลท์
- เมื่อมีสัญญาณกริ่งเรียกเข้ามาแล้ว ในช่วงที่กริ่งดัง 1 วินาที ค่าคัทดาที่ส่งไป TO มีค่าประมาณ 1

โวลท์ และในช่วงที่กริ่งดับ 4 วินาที ค่าคัทดาที่ส่งไป TO มีค่าประมาณ 5 โวลท์

3.2 ส่วนการสั่งงานที่ตัวเครื่อง

ประกอบด้วย 2 ส่วนคือ ส่วนสร้างสัญญาณพัลส์เทียม และส่วนสร้างสัญญาณโทน DTMF

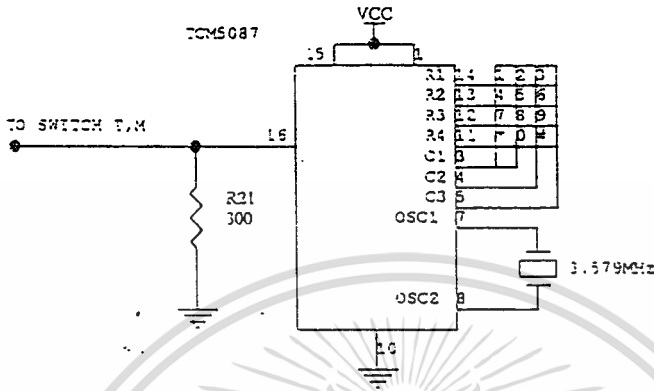
3.2.1 ส่วนสร้างสัญญาณพัลส์เทียม



รูปที่ 3.3 แสดงส่วนสร้างสัญญาณพัลส์เทียม

ส่วนสร้างสัญญาณพัลส์เทียมนี้ประกอบด้วย IC 4093 และทรานซิสเตอร์ BC547 IC4093 นี้เป็น Quad Schmitt Trigger ภายในประกอบด้วย NAND Gate 4 ตัว ดังรูปที่ 3.3 ซึ่งเราจะเอามาใช้งานแบบ Astable Multivibrator เพื่อสร้างพัลส์เทียมแทนพัลส์ที่เกิดจากสัญญาณกริ่งเรียกของโทรศัพท์ พัลส์นี้จะไปขับทรานซิสเตอร์ทำให้ทรานซิสเตอร์ ON และ OFF ตามจังหวะของพัลส์ทำให้เกิดขบวนพัลส์ที่ขาคอลเล็กเตอร์ของทรานซิสเตอร์ เมื่อผู้ไขกดสวิตช์ ขบวนพัลส์นี้ก็จะส่งเข้าที่ขา TO ของ 8031 เช่นเดียวกับพัลส์ที่ได้จากสัญญาณกริ่งเรียกของโทรศัพท์

3.2.2 ส่วนสร้างสัญญาณโทน DTMF



รูปที่ 3.4 แสดงส่วนสร้างสัญญาณโทน DTMF

ส่วนสร้างสัญญาณโทน DTMF นี้จะใช้ไอซี TCM5087 ต่อกับคีย์บอร์ด โดยเชื่อมต่อกันดังรูปที่ 3.4 ลักษณะสำคัญของ TCM5087

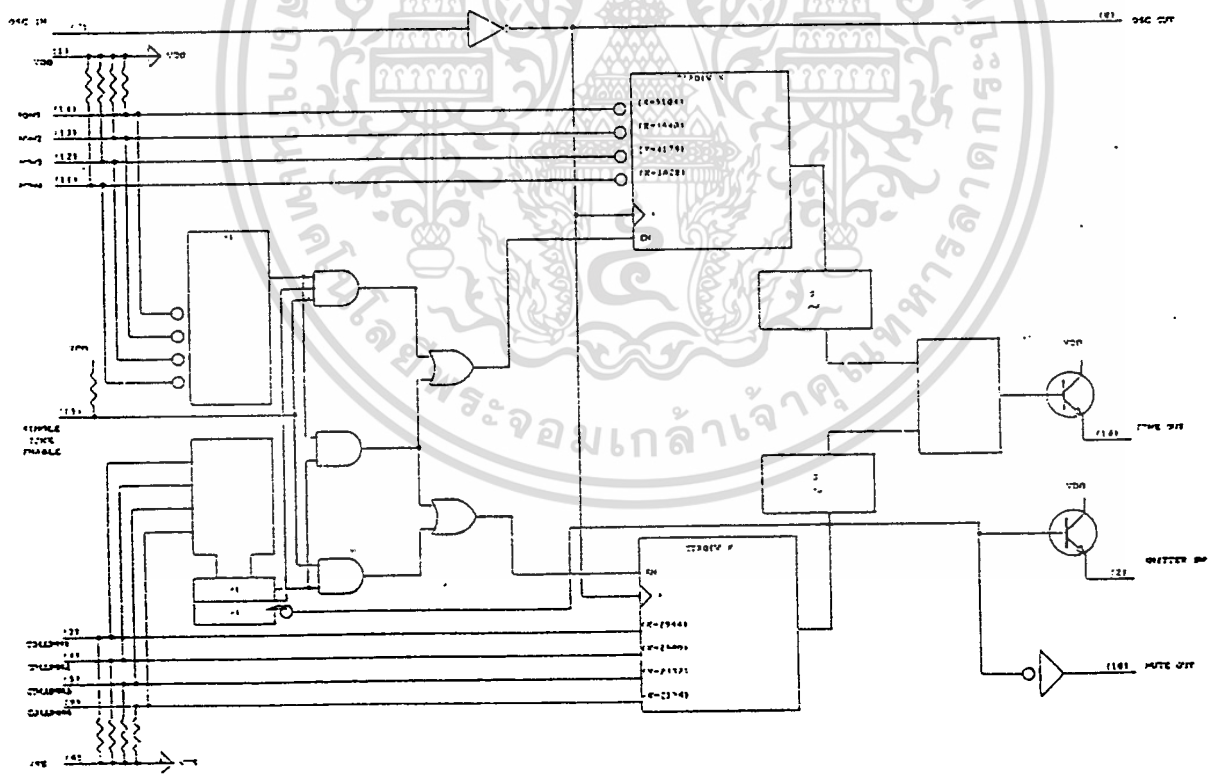
1. โครงสร้างเป็นแบบ CMOS ป้อนไฟกระแสตรงได้จาก 3.5-10 โวลท์
2. การใช้งานต้องต่อเข้ากับอุปกรณ์อินพุตซึ่งก็คือคีย์บอร์ด
3. TCM5087 จะทำหน้าที่ผลิตสัญญาณผสมสองความถี่จากการกดคีย์บอร์ดแต่ละตำแหน่ง โดยความถี่หนึ่งจะเป็นความถี่ของ COLUMN และอีกความถี่หนึ่งจะเป็นความถี่ของ ROW ในตำแหน่งที่กด ซึ่งมีทั้งหมด 4 ROW 4 COLUMN ความถี่ของแต่ละ ROW และ COLUMN แลวดังตาราง 3-1
4. การใช้งานต้องมีอินพุตที่เป็นสัญญาณรูปขายนีโดยใช้ คริสตอล 3.579 MHz เพื่อผลิตสัญญาณ รูปขายนี 8 ความถี่ คือ 4 ความถี่สำหรับ ROW และอีก 4 ความถี่สำหรับ COLUMN
5. ในการใช้งานจะต้องให้ขา 15 (SINGLE-TONE ENABLE INPUT) เป็น high

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TONE	DTMF STANDARD (HZ)	ENCODER OUTPUT* (HZ)	ERROR FROM STANDARD* (%)
ROW1	697	701.3	0.82
ROW2	770	771.4	0.19
ROW3	852	857.2	0.61
ROW4	941	935.1	-0.63
COLUMN1	1209	1215.9	0.57
COLUMN2	1330	1331.7	-0.32
COLUMN3	1477	1471.9	-0.35
COLUMN4	1633	1645	0.73

*USING AN INPUT SIGNAL FROM A 3.579545MHZ CRYSTAL

ตาราง 3-1 แสดงความถี่ของแต่ละตำแหน่งเมื่อใช้คริสตอล 3.579 Mhz



รูปที่ 3.5 แสดงแผนภาพการทำงานของ TCM5087

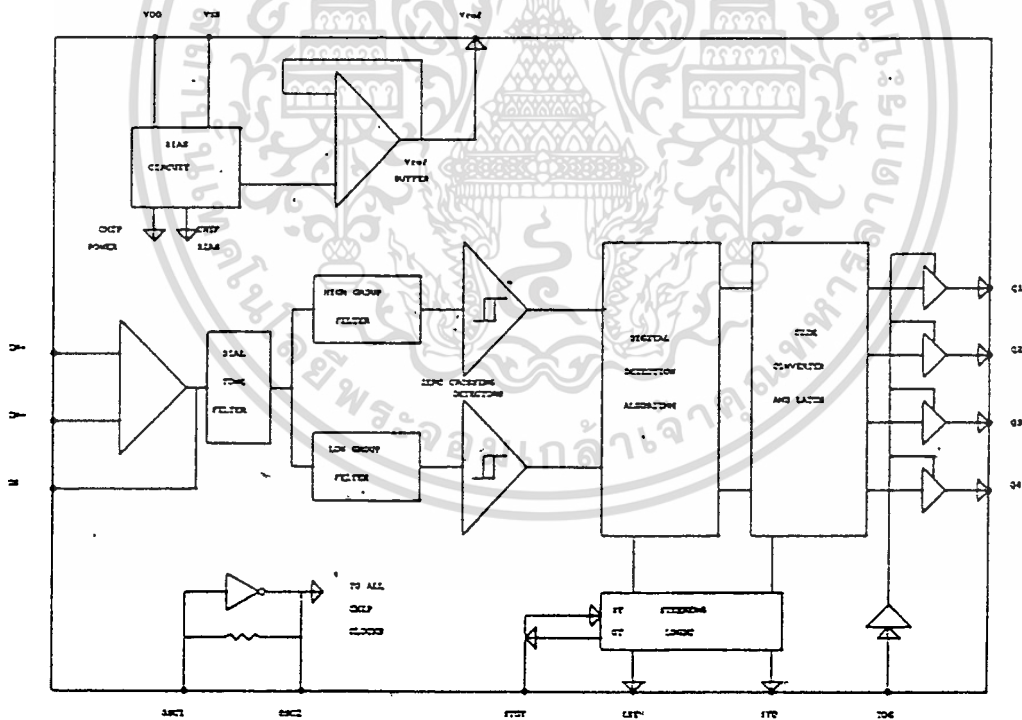
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อเรากดคีย์บอร์ดที่ตำแหน่งใด ๆ จะทำให้ COLUMN และ ROW ตรงตำแหน่งนั้นต่อกัน ทำให้ TCM5087 ผลิตสัญญาณผสมสองความถี่ออกมาตามค่าที่ได้แสดงไว้ในตาราง 3-1 โดยสัญญาณผสมสองความถี่จะถูกส่งออกมาที่ขา TONE OUTPUT (ขา 16) ซึ่งจะไปต่อกับส่วนถอดรหัส DTMF ต่อไป

สัญญาณผสมสองความถี่ ที่สร้างจาก TCM5087 เมื่อมีการกดคีย์บอร์ดนั้นจะแตกต่างจากสัญญาณ โทน DTMF ที่เกิดจากการกดคีย์โทรศัพท์จริง ๆ เพียงเล็กน้อย ดังนั้นจึงใช้ส่งให้ส่วนถอดรหัส DTMF ได้ผล เหมือนกัน

3.3 ส่วนถอดรหัสสัญญาณโทน DTMF (DTMF Decoder)

ส่วนถอดรหัสสัญญาณโทน DTMF นี้จะประกอบด้วย ไอซี 74HC04, รีเลย์ 2 ตัว และ MT8870 ตัวที่สำคัญที่สุดที่ทำหน้าที่ถอดรหัสสัญญาณผสมสองความถี่คือ ไอซี MT8870 ซึ่งผลิตโดยบริษัทมิเทล (MITEL) ใช้ตัวสร้างความถี่ (OSCILLATOR) ขนาด 3.579 เมกกะเฮิร์ตซ์ในการสร้างสัญญาณนาฬิกา MT8870 มีอยู่ 2 ส่วนที่สำคัญคือ ส่วนกรองช่วงความถี่ และส่วนถอดรหัสเป็นรหัสไบนารี (Binary Code) โดยการทำงานภายในของ MT8870 แสดงไว้ในรูปที่ 3.6



รูปที่ 3.6 แสดงแผนภาพการทำงานภายในของ MT8870

การทำงานภายในตัว IC จะเริ่มโดยการรับสัญญาณผลมสองความถี่เข้ามาทางขา IN จากนั้นจะผ่านไปยังส่วนไดอัลโทนฟิลเตอร์ (Dial Tone Filter) ซึ่งทำหน้าที่ป้องกันไม่ให้สัญญาณที่มีใช้สัญญาณผลมสองความถี่ผ่านไป จากนั้นสัญญาณผลมสองความถี่ที่ผ่านมาได้จะเข้าสู่ส่วนกรองความถี่สูงและกรองความถี่ต่ำ เพื่อแยกสองความถี่ออกจากกัน จากนั้นความถี่ทั้งสองจะเข้าไปยังส่วนถอดรหัส ซึ่งจะถอดรหัสความถี่ทั้งสอง ซึ่งมี 16 คู่ความถี่ให้เป็นรหัสไบนารี จำนวน 4 บิต แล้วส่งออกไปยังขา Q_1 - Q_4 โดยการถอดรหัสของสัญญาณความถี่ทั้งสองไปเป็นรหัสไบนารี แสดงไว้ดังตารางที่ 3-2 นอกจากนั้นยังมีอีกส่วนหนึ่งที่สำคัญคือส่วน Steering Logic ซึ่งทำหน้าที่กำหนดเงื่อนไขของระยะเวลาของสัญญาณที่ผ่านเข้ามา ซึ่งถ้าระยะเวลาเป็นไปตามเงื่อนไข จะมีสัญญาณลอจิก "1" ขึ้นที่ขา STD คือ STD จะแสดงค่าลอจิก "1" เมื่อสัญญาณผลมสองความถี่ที่รับเข้ามาถูกถอดรหัสและ latch ค่าไว้ที่ OUTPUT เรียบร้อยแล้ว และหลังจากนี้ STD จะแสดงค่าลอจิก "0" เพื่อแสดงว่าพร้อมจะรับสัญญาณใหม่เข้ามา

การทำงานของส่วนถอดรหัสสัญญาณโหนด DTMF คือเมื่อ 8031 ได้รับพัลส์เข้าที่ขา TO มันจะส่งค่า "1" ออกที่ขา P1.7 ทำให้ขา P1.7 มีค่าศักดา 5 โวลท์ จากนั้นค่าศักดา 5 โวลท์นี้จะผ่าน อินเวอร์เตอร์ 2 ตัวของ ไอซี 74HC04 เพื่อให้เป็นตัวจ่ายกระแสแทน P1.7 เนื่องจาก 74HC04 จะสามารถจ่ายกระแสได้มากกว่าพอร์ต P1.7 ทำให้ทรานซิสเตอร์ ON และ RELAY1 กับ RELAY2 ปิด ซึ่งจะทำให้ MT8870 ต่อเข้ากับขา 16 ของ TCM5087 หรือ ต่อเข้ากับคู่สายโทรศัพท์ ก็แล้วแต่ที่เราเลือกการสั่งงานแบบสั่งงานที่ตัวเครื่องหรือสั่งงานทางโทรศัพท์ พอมีการกดคีย์โทรศัพท์หรือกดคีย์บอร์ดที่ต่อกับ TCM5087 ก็จะทำให้เกิดสัญญาณผลมสองความถี่ส่งเข้ามาที่ขา IN ของ MT8870 MT8870 ก็จะทำการถอดรหัสความถี่ทั้งสองให้เป็นรหัสไบนารี ส่งออกมาที่ขา Q_1 - Q_4 ซึ่งจะส่งให้ P1.0-P1.3 ของ 8031 เพื่อประมวลผลต่อไป และเมื่อมีการกดคีย์จะทำให้ขา STD ของ MT8870 มีลอจิก "1" พอปล่อยคีย์ขานี้ก็จะมีลอจิก "0" จากลักษณะตรงนี้เราจึงใช้ขานี้ต่อเข้ากับ INT1 ของ 8031 เพื่อให้เกิดการอินเตอร์รัปต์ภายนอก (External Interrupt) ที่ 8031 ในเวลาที่มีการกดคีย์ เพื่อใช้ในการประมวลผลต่อไป

F(LOW)	F(HIGH)	NO.	TOE	Q4	Q3	Q2	Q1
697	1209	1	H	0	0	0	1
697	1336	2	H	0	0	1	0
697	1477	3	H	0	0	1	1
770	1209	4	H	0	1	0	0
770	1336	5	H	0	1	0	1
770	1477	6	H	0	1	1	0
852	1209	7	H	0	1	1	1
852	1336	8	H	1	0	0	0
852	1477	9	H	1	0	0	1
941	1336	0	H	1	0	1	0
941	1209	1	H	1	0	1	1
941	1477	2	H	1	1	0	0
697	1633	A	H	1	1	0	1
770	1633	B	H	1	1	1	0
852	1633	C	H	1	1	1	1
941	1633	D	H	0	0	0	0

ตาราง 3-2 แสดงการถอดรหัสของสัญญาณความถี่ทั้งสองไปเป็นรหัสไบนารี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 ส่วนควบคุม

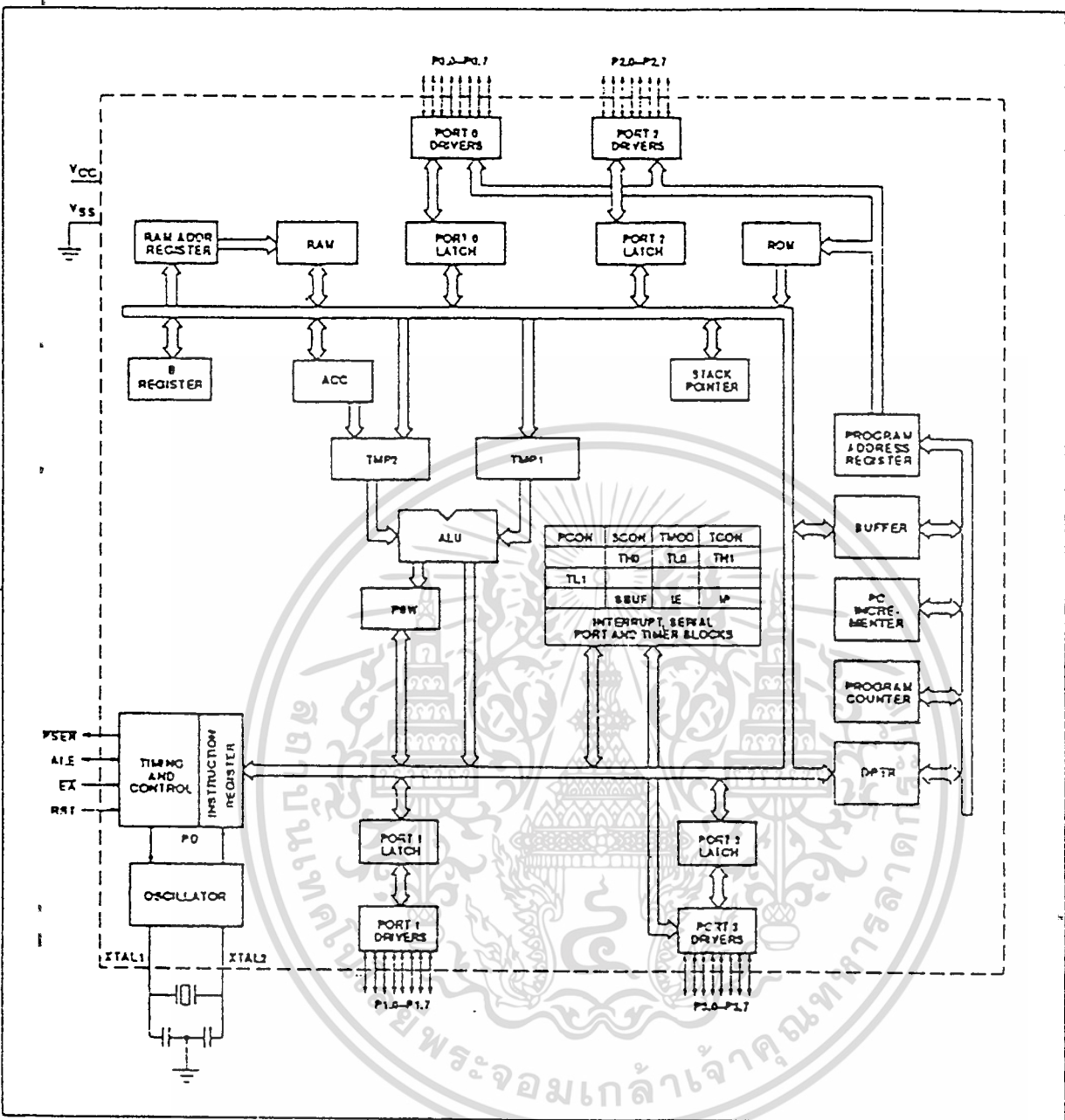
ไมโครคอนโทรลเลอร์ 8031 เป็นส่วนควบคุมการทำงานทั้งหมดในโครงการนี้ โดยมีลักษณะเหมือน ไมโครโปรเซสเซอร์ทั่วไป และเพิ่มอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่สำคัญลงไป ทำให้ 8031 มีความสามารถมาก

ลักษณะที่สำคัญของ 8031 คือ

- ไมโครโปรเซสเซอร์แบบ 8 บิต
- มีวงจรสร้างสัญญาณนาฬิกาภายใน
- 32 อินพุท/32 เอาท์พุท
- อ้างอิงหน่วยความจำภายนอกสำหรับเก็บข้อมูล 64 กิโลไบต์
- อ้างอิงหน่วยความจำภายนอกสำหรับเก็บโปรแกรม 64 กิโลไบต์
- มีวงจรมับ และวงจรถัดเวลา 16 บิต 2 ชุด
- 5 อินเตอร์รัพท์ สามารถจัดลำดับความสำคัญได้ 2 ระดับ
- ส่งข้อมูลอนุกรมแบบ 2 ทิศทางได้
- สามารถประมวลตรรกศาสตร์ได้
- มี RAM ภายในขนาด 128 ไบต์ โดยสามารถอ้างอิงได้ทั้งแบบบิต และแบบไบต์

8031 มีสถาปัตยกรรมภายในดังรูปที่ 3.7 ในที่นี้จะขอกล่าวถึงรายละเอียดเฉพาะในส่วนที่เกี่ยวข้องกับการทำโครงการชิ้นนี้เท่านั้น





รูปที่ 3.7 แสดงสถาปัตยกรรมภายในของ 8031

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ทางการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

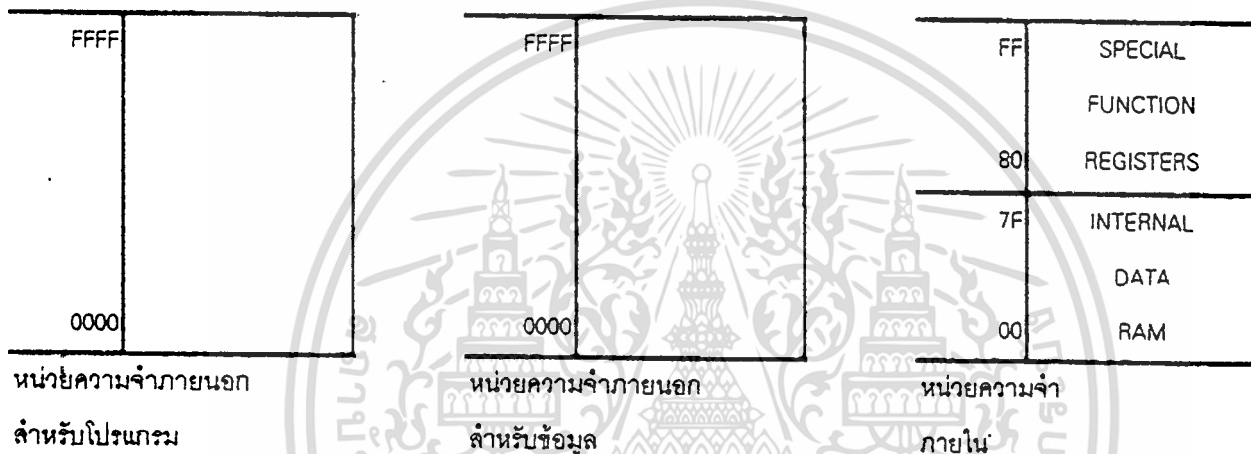
037236

3.4.1 การจัดการหน่วยความจำ

8031 มีหน่วยความจำพื้นฐานดังนี้

1. หน่วยความจำภายนอกสำหรับโปรแกรม 64 กิโลไบต์
2. หน่วยความจำภายนอกสำหรับข้อมูล 64 กิโลไบต์
3. หน่วยความจำภายในแบบ RAM 256 ไบต์

แสดงดังรูปที่ 3.8

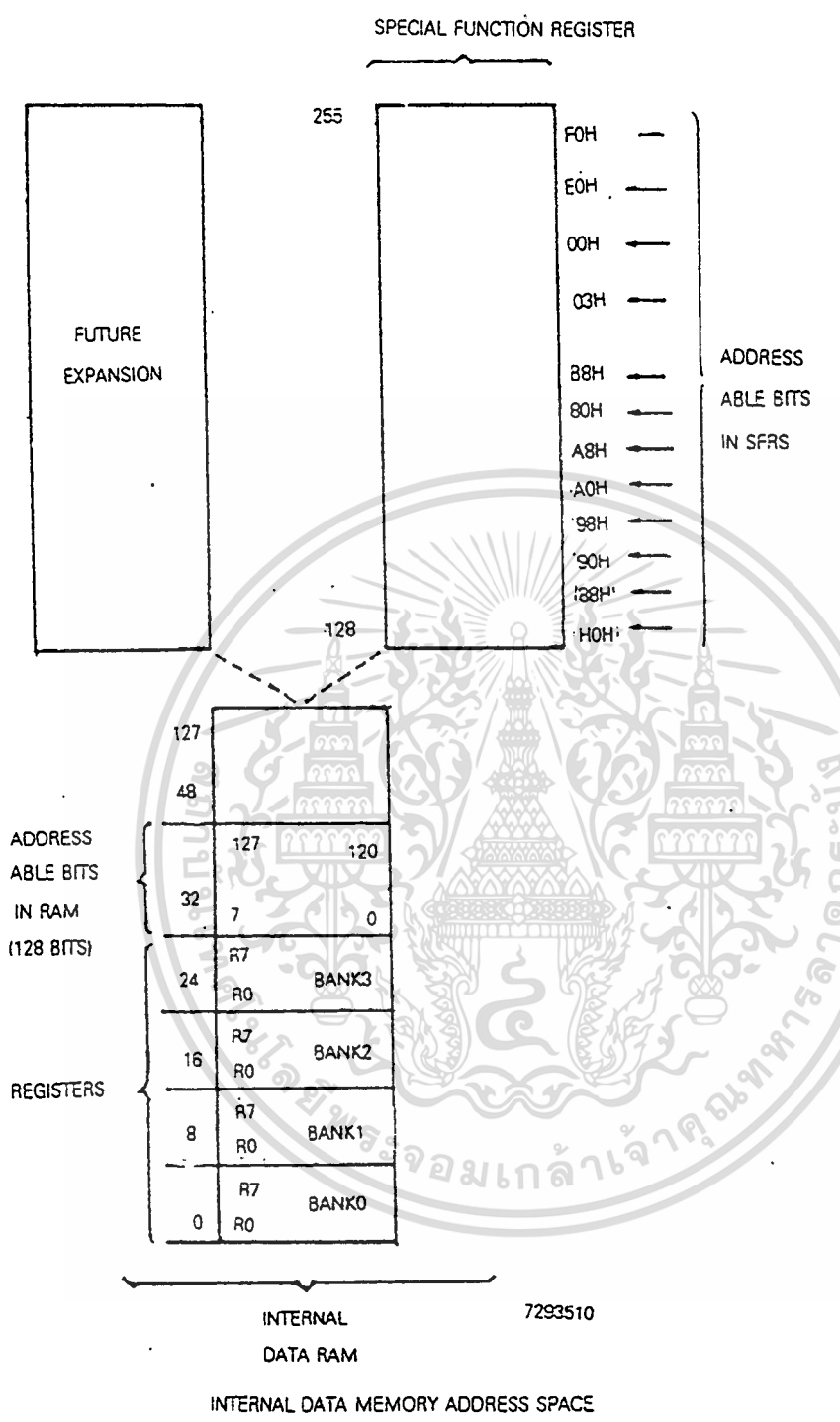


รูปที่ 3.8 แสดงการจัดการหน่วยความจำของ 8031

ในส่วนของหน่วยความจำภายในจะแบ่งเป็น 2 ส่วนหลัก ดังรูปที่ 3.9

- แอดเดรส H00 ถึง H7F จะเป็นหน่วยความจำปกติ (RAM) สามารถเก็บข้อมูลโดยการอ้างแอดเดรส 8 บิต และในช่วง BANK จะเป็นที่ยกเก็บรีจิสเตอร์ R (RAM Address Register) โดยสามารถกำหนดให้อยู่ในช่วง BANK 0, 1, 2 หรือ 3 ได้โดยเซตบิต RA1, RS0 ในรีจิสเตอร์ PSW

- แอดเดรส H80 ถึง HFF ใช้เป็นที่เก็บรีจิสเตอร์ฟังก์ชันพิเศษ (Special Function Register) การจัดแอดเดรสเหล่านี้เป็นดังรูปที่ 3.10



รูปที่ 3.9 แสดงส่วนหน่วยความจำภายในของ 8031

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SYMBOL	NAME	ADDRESS
ACC	ACCUMULATOR	0E0H
B	B REGISTER	0F0H
PSW	PROGRAM STATUS WORD	0D0H
SP	STACK POINTER	81H
DPTR	DATA POINTER	83H
	(CONSISTING OF DPH AND DPL)	82H
P0	PORT 0	80H
P1	PORT 1	90H
P2	PORT 2	0A0H
P3	PORT 3	0B0H
IP	INTERRUPT PRIORITY CONTROL	088H
IE	INTERRUPT ENABLE CONTROL	0A8H
TMOD	TIMER COUNTER MODE CONTROL	89H
TCON	TIMER COUNTER CONTROL	83H
+T2CON	TIMER COUNTER 2 CONTROL	0C8H
TH0	TIMER COUNTER 0 (HIGH BYTE)	8CH
TL0	TIMER COUNTER 0 (LOW BYTE)	84H
TH1	TIMER COUNTER 1 (HIGH BYTE)	8DH
TL1	TIMER COUNTER 1 (LOW BYTE)	86H
-TH2	TIMER COUNTER 2 (HIGH BYTE)	0CDH
-TL2	TIMER COUNTER 2 (LOW BYTE)	0CCH
+RCAP2H	TIMER COUNTER 2 CAPTURE REGISTER (HIGH BYTE)	0C5H
+RCAP2L	TIMER COUNTER 2 CAPTURE REGISTER (LOW BYTE)	0CAH
SCON	SERIAL CONTROL	98H
SBUF	SERIAL DATA BUFF	99H
PCON	POWER CONTROL	87H

รูปที่ 3.10 แสดงการจัดแอดเดรสของรีจิสเตอร์ฟังก์ชันพิเศษ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื่องจาก 8031 ไม่มีหน่วยความจำโปรแกรมภายใน จึงต้องมีการเชื่อมต่อหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก

การเชื่อมต่อหน่วยความจำโปรแกรมภายนอกกับ 8031

เนื่องจากระบบบัสดेटเรสและบัสข้อมูลของไมโครคอนโทรลเลอร์ 8031 เป็นลักษณะแบบใช้การมัลติเพล็กซ์จากพอร์ตเดียวกัน กล่าวคือ ในระยะเวลาเริ่มต้น เส้นสัญญาณเหล่านี้ของพอร์ตจะใช้ในการส่งค่าแอดเดรสของตำแหน่งที่ต้องการติดต่อด้วย ในช่วงเวลาต่อมาจึงจะเปลี่ยนไปเป็นสภาวะอิมพีแดนซ์สูงเพื่อใช้งานในฐานะของบัสข้อมูล แต่เนื่องจากว่า EPROM ที่ใช้งานกันทั่วไปนั้นไม่ใช้การมัลติเพล็กซ์ และมีขาสัญญาณบัสดेटเรสและบัสข้อมูลแยกออกจากกันโดยชัดเจน ดังนั้นการเชื่อมต่อ EPROM เพื่อทำหน้าที่เป็นหน่วยความจำโปรแกรม จึงจำเป็นต้องมีวงจรประเภท แลตช์ (Latch) ประกอบเพิ่มเติมขึ้น เพื่อทำการค้างค่าของแอดเดรสที่ส่งออกมาจาก 8031 ในช่วงเวลาแรกให้กับขาสัญญาณแอดเดรสของ EPROM ต่อไป

จากตาราง 3-3 แสดงให้เห็นถึงสัญญาณต่าง ๆ ของ 8031 ซึ่งนำมาใช้ในการติดต่อกับหน่วยความจำภายนอก

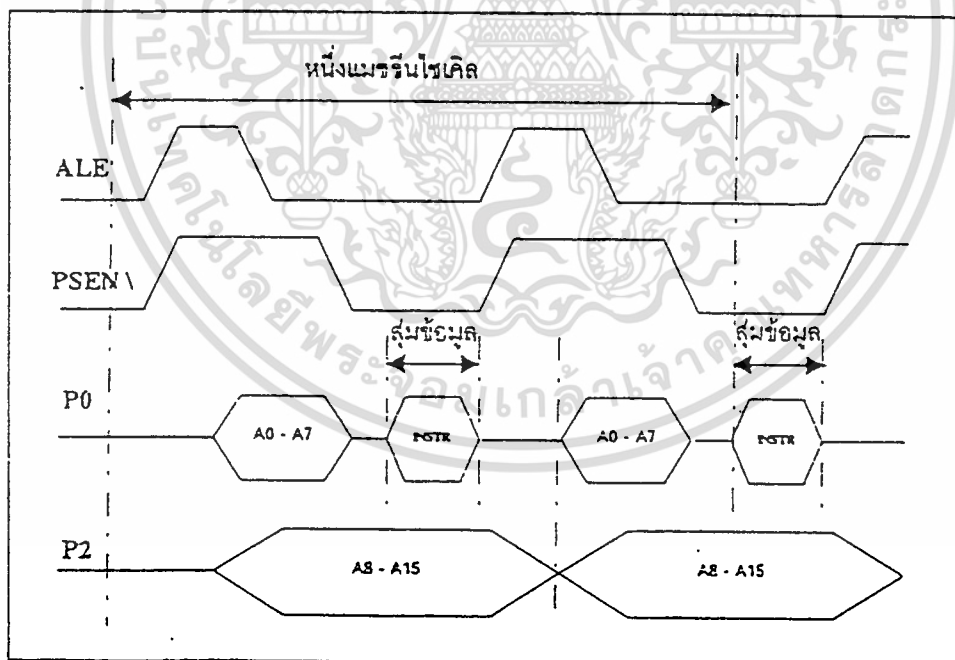
สัญญาณ	คำจำกัดความ	ขาสัญญาณ	หน้าที่
EA	EXTERNAL ACCESS	31	เลือกประเภทหน่วยความจำภายในหรือภายนอก
ALE	ADDRESS ENABLE	30	สัญญาณเอาต์พุตสำหรับแลตช์ข้อมูลแอดเดรสจากบัส
P2.0-P2.3	PORT2	21-28	เป็นข้อมูลแอดเดรสไบตสูงของหน่วยความจำ
P0.0-P0.7	PORT0	39-32	มัลติเพล็กซ์สัญญาณของบัสดेटเรสและบัสข้อมูล
PSEN	PROGRAM STORE ENABLE	29	สัญญาณระบุงการREADให้กับหน่วยความจำ EPROM

ตาราง 3-3 แสดงสัญญาณต่าง ๆ ของ 8031 ที่ใช้ในการติดต่อกับหน่วยความจำภายนอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญญาณ EA (External Access) ใช้ในการกำหนดเลือกว่า จะอ่านข้อมูลมาจากหน่วยความจำโปรแกรมภายนอกหรือภายในตัวไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์เอง ซึ่งหากเป็นระดับลอจิกต่ำจะอ่านข้อมูลมาจากหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก และกรณีตรงข้ามจะอ่านข้อมูลมาจากหน่วยความจำโปรแกรมภายใน สิ่งที่ต้องให้ความสนใจคือ เมื่อมีการอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำโปรแกรมภายใน และมีการใช้งานแอดเดรสที่อยู่ในช่วงที่สูงเกินกว่าค่าสูงสุดของหน่วยความจำภายใน เช่น หากมีหน่วยความจำโปรแกรมภายในสูงสุดเพียง 4 กิโลไบต์ (ไม่เกินแอดเดรส 0FFFH) แต่มีการอ้างถึงตำแหน่งที่สูงเกินกว่า 4 กิโลไบต์ เป็นต้น กรณีเช่นนี้ 8031 จะทำการอ่านค่าแอดเดรสที่สูงเกินกว่านี้มาจากหน่วยความจำโปรแกรมภายนอกโดยอัตโนมัติ

จากแผนภาพเวลาการติดต่อกับหน่วยความจำโปรแกรมภายนอกของ 8031 มีการไปนำข้อมูลมาทั้งสองครั้งด้วยกัน ดังนั้นการทำงานของ 8031 จึงจะไปอ่านข้อมูลโปรแกรมมาเป็นจำนวนทวีคูณเสมอ ในช่วงเวลาเริ่มต้นของการติดต่อกับหน่วยความจำภายนอก พอร์ต 0 จะเป็นค่าของแอดเดรสไบต์ต่ำ (A0-A7) และเวลาต่อมาจึงจะเป็นบัลข้อมูล การส่งค่าของแอดเดรสไบต์ต่ำนี้จะอยู่ในราวช่วงเวลาขอบขาของสัญญาณ ALE และจะยังคงอยู่จนเมื่อสัญญาณ PSEN เปลี่ยนไปเป็นระดับสัญญาณลอจิกต่ำ ดังนั้นการออกแบบวงจรจึงมักใช้สัญญาณ ALE นี้ในการทำให้ไอซีแลตช์ภายนอกค่าระดับสัญญาณแอดเดรสเหล่านี้ไว้ ส่วนสัญญาณ PSEN จะใช้ในการเลือกให้ไอซี EPROM ทำงานและอ่านค่าข้อมูลกลับมา



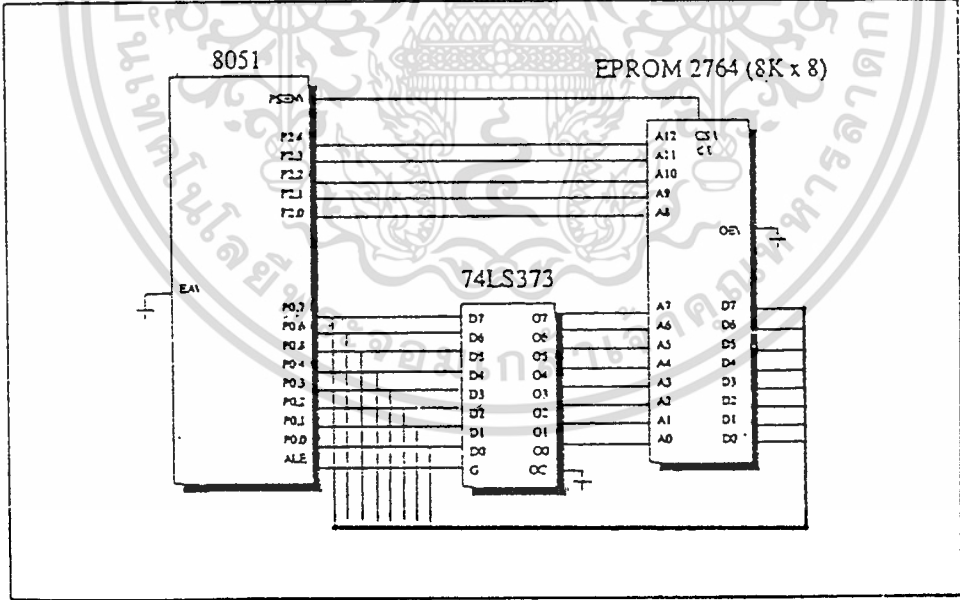
รูปที่ 3.11 แสดงแผนภาพสัญญาณเวลาแสดงการติดต่อกับหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขณะที่สัญญาณ PSEN เป็นระดับลอจิกต่ำ EPROM ก็ทำการถอดรหัสค่าแอดเดรสและส่งข้อมูลที่ อยู่ในตำแหน่งนั้นออกมา โดยสัญญาณ PSEN นี้จะค้างสภาวะการเป็นลอจิกต่ำไว้ช่วงเวลาหนึ่งเพื่อให้ข้อมูล ถูกส่งออกมาจาก EPROM เรียบร้อยแล้ว จึงค่อยกลับไปเป็นระดับลอจิกสูงเช่นเดิม และในช่วงจังหวะขาขึ้น ของสัญญาณ PSEN นี้เอง ที่ 8031 ทำการสุ่มอ่านข้อมูลเข้ามา สำหรับข้อมูลทางพอร์ต 2 ซึ่งเป็นค่าแอดเดรส ไบต์สูง (A8-A15) นั้น จะถูกส่งออกมาในราวช่วงที่กลางระหว่างที่สัญญาณ ALE เป็นลอจิกสูง ซึ่งก็เป็น เวลาใกล้เคียงกับการส่งค่าแอดเดรสไบต์ต่ำออกมาทางพอร์ต 0 สำหรับค่าแอดเดรสพอร์ต 2 นั้นจะค้างอยู่ ตลอดช่วงรอบเวลาของการติดต่อกับหน่วยความจำโปรแกรม

การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ 8031 แบบที่ไม่มีหน่วยความจำโปรแกรมภายในนั้น จำเป็นจะต้อง เชื่อมต่อเข้ากับหน่วยความจำโปรแกรมซึ่งเป็นไอซี EPROM และจะต้องกำหนดให้เริ่มต้นที่แอดเดรส 0000H เสมอ ทั้งนี้เพราะเมื่อมีการรีเซ็ตหรือเริ่มต้นการจ่ายไฟฟ้าให้กับระบบ 8031 จะได้เริ่มต้นทำงานตามคำสั่งที่ แอดเดรสนี้ทันที

จากวงจรในรูปที่ 3.12 แสดงให้เห็นถึงวิธีการเชื่อมต่อหน่วยความจำโปรแกรมภายนอกให้กับระบบ 8031 ด้วยไอซีหน่วยความจำ EPROM ขนาด 8K*8 บิต เบอร์ 2764 ในรูปนี้ใช้สัญญาณ CS เชื่อมต่อโดยตรง เข้ากับขาสัญญาณ PSEN ของ 8031 ซึ่งจะมีผลทำให้ไม่ว่าจะทำคำสั่งใด ๆ ที่เกี่ยวข้องกับหน่วยความจำ โปรแกรมแล้วก็จะเป็นการเลือกให้ EPROM นี้ทำงานตลอดเวลา



รูปที่ 3.12 แสดงการเชื่อมต่อหน่วยความจำภายนอกกับ 8031

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

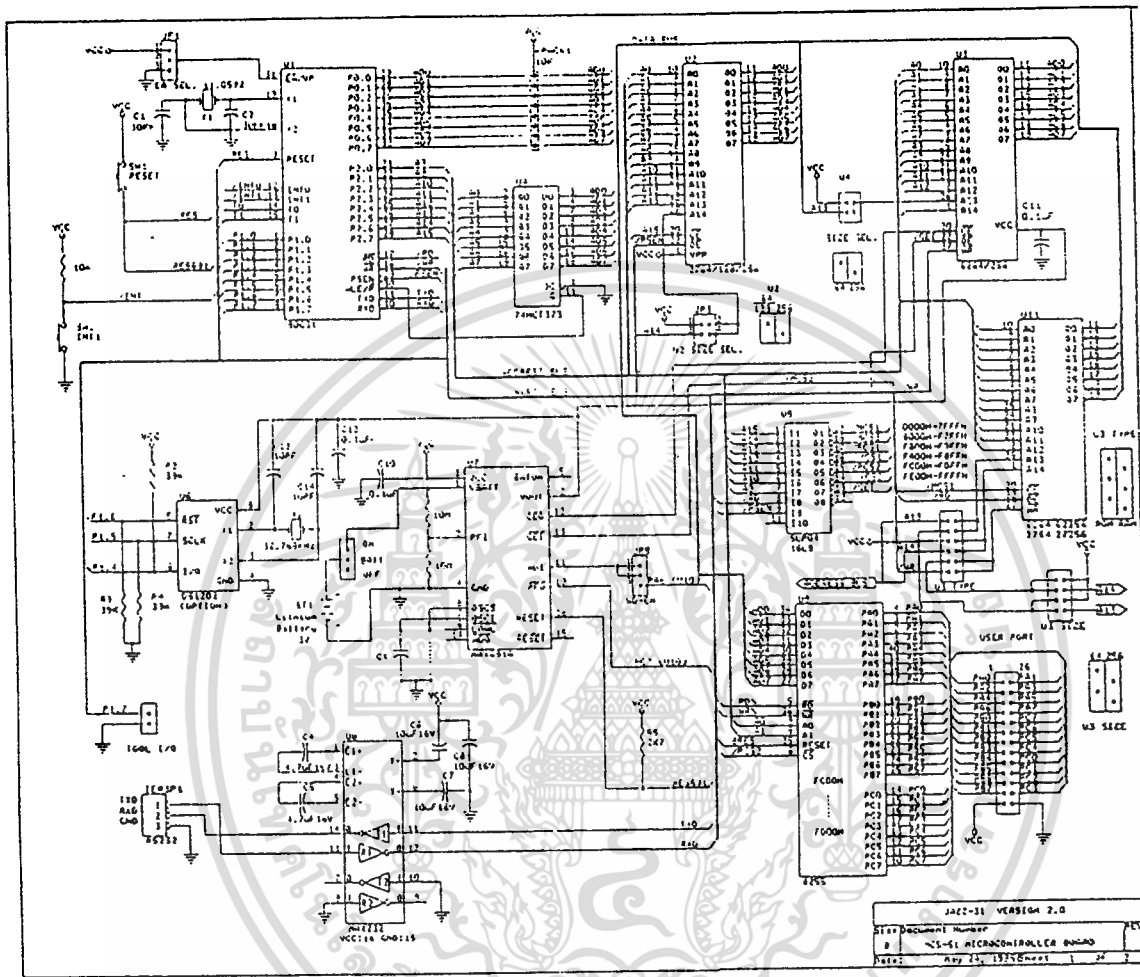
3.4.2 บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ (Micro controller single board)

สำหรับในโครงการนี้ ส่วนควบคุมทั้งหมดได้ใช้บอร์ด JAZZ-31 VERSION 2.0 ของศิลา ซึ่งประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ดังนี้

CPU	80C31 MICROCONTROLLER (CLOCK 11.0592 Mhz)
INTERNAL RAM	128 BYTE
PROGRAM MEMORY	32/32 KBYTE 0000-7FFFH
DATA MEMORY	0/32 KBYTE 0000-7FFFH
PROGRAM + DATA	8/30 KBYTE 8000-F7FFH WITH BACK-UP
DISPLAY	8 DIGIT 7-SEGMENT LED (RED) 2 LED (POWER/RED,USER/GREEN)
KEYBOARD	28 KEYS (DIRECT=8,HEX=16,OPERATE=4) 2 KEYS HARDWARE (RESET,INT1)
JUMPER	2-WAYS BATTERY (ON,OFF) 2-WAYS EA-PIN (INT,EXT) 2-WAYS AUTO 8100H (ON,OFF) 2-WAYS WATCH-DOG (DISABLE,ENABLE)
SOUND	ON-BOARD SPEAKER (1 BIT)
CONNECTOR	16-PIN PORT1 20-PIN INPUT/OUTPUT EXPANSION (IOE BUS) 26-PIN 8255 USER PORT (24 BIT I/O) 20-PIN PRINTER PORT 3-PIN SERIAL PORT (RS232) 2-PIN TOOL INPUT/OUTPUT PORT 2-PIN 5V DC SUPPLY (IN/OUT) 2-PIN JACK 9V DC SUPPLY
OPTION	8-PIN RTC SOCKET (DS1202) 28-PIN MEMORY SOCKET
PCB SIZE	5.5 * 7.5 INCH (WORKING AREA 0.8 * 2.3 INCH)

รูปที่ 3.13 และรูปที่ 3.14 แสดงตำแหน่งของส่วนประกอบต่าง ๆ บนบอร์ด และแสดงแผนผังวงจรของบอร์ด ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.14 แสดงแผนผังวงจรของบอร์ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.3 การใช้งาน 8255 กับ 8051

การขยายเพิ่มเติมพอร์ตอินพุต/เอาต์พุตของ 8051 นอกจากการใช้ไอซีประเภทแลตซ์และ บัฟเฟอร์ประกอบกันเข้ากับบัสของระบบแล้ว ยังสามารถใช้ไอซีวงจรรวมความสูง (หรือ LSI) เบอร์ 8255 ซึ่งสามารถทำหน้าที่ได้ทั้งพอร์ตอินพุตหรือเอาต์พุตตามการโปรแกรมด้วยซอฟต์แวร์ ทำให้มีความ อ่อนตัวในการนำไปใช้งานตามความประสงค์มากขึ้น ภายในบทนี้จะได้กล่าวแนะนำถึงลักษณะพื้นฐาน ของไอซีนี้ รวมถึงการโปรแกรมใช้งานและการเชื่อมต่อเข้ากับบัสของ 8051 ซึ่งจะทำได้ให้นำไป ประยุกต์ใช้ได้อย่างเหมาะสมต่อไป

ลักษณะพื้นฐานของ 8255

ไอซีเบอร์ 8255 ได้รับการออกแบบมาเพื่อทำหน้าที่เป็นพอร์ต สำหรับการรับ/ส่งข้อมูลแบบขนาน ระหว่างอุปกรณ์ภายนอกกับไมโครคอนโทรลเลอร์ ความอ่อนตัวในการนำไปใช้งานของ 8255 ได้แก่การที่ สามารถเปลี่ยนแปลงลักษณะการทำงานของพอร์ต ให้เป็นการเอาต์พุตหรืออินพุตได้สะดวก . เพียงการ แสดงข้อมูลควบคุมจากไมโครคอนโทรลเลอร์ก่อนที่จะเริ่มต้นใช้งานเท่านั้น ความสามารถเช่นนี้เรียกว่า PROGRAMMABLE คือสามารถโปรแกรมการทำงานได้ทำให้ได้รับความนิยมนำไปใช้งานกันอย่างแพร่ หลาย

จากแผนภาพในรูปที่ 3.15 จะเห็นว่า 8255 ประกอบด้วยบล็อกของหน่วยการทำงานหลายส่วน อยู่ภายในบล็อกทางด้านขวามือจำนวน 4 บล็อก เป็นส่วนที่เชื่อมต่อกับอุปกรณ์ภายนอกโดยตรงผ่านทาง เส้นสัญญาณที่ระบุชื่อว่า PA0 – PA7 , PB0 - PB7 และ PC0 - PC7 กลุ่มของสัญญาณเหล่านี้จำแนกออก เป็น 3 กลุ่ม คือ พอร์ต A (PA) พอร์ต B (PB) และพอร์ต C (PC) สำหรับบล็อกถัดเข้ามาบริเวณส่วน กลางที่มีชื่อว่า GROUP A CONTROL และ GROUP B CONTROL ทำหน้าที่กำหนดการทำงานของ พอร์ตทั้งสาม บล็อกทั้งสองนี้เชื่อมต่อกับบล็อกอื่นๆผ่านทางบัสข้อมูลภายใน 8255 เอง สำหรับบล็อก การทำงานทางด้านซ้าย ที่มีชื่อว่า DATA BUS BUFFER และ READ/WRITE CONTROL LOGIC ทำหน้าที่ ที่เชื่อมต่อระหว่างระบบบัสของไมโครคอนโทรลเลอร์กับ 8255 เพื่อรับหรือส่งข้อมูลระหว่างกันตามระดับ ลอจิกของขาสัญญาณ RD_A และWR_A ตามลำดับ

การจำแนกกลุ่มของพอร์ต 8255

ในบรรดาพอร์ตทั้งสามของ 8255 คือพอร์ต A และพอร์ต B และพอร์ต C โดยพื้นฐานนั้น ล้วน เป็นพอร์ตแบบขนานที่ประกอบด้วยสัญญาณ 8 เส้น ซึ่งแต่ละเส้นจะแทนบิตของข้อมูลพอร์ต ซึ่งอาจจะ กล่าวในอีกลักษณะว่าเป็นพอร์ตแบบ 8 บิต นอกจากนี้ยังสามารถอ้างถึงแต่ละบิตของเส้นสัญญาณ พอร์ตนี้ได้โดยอิสระ อย่างไรก็ตาม 8255 ได้จัดกลุ่มของพอร์ตเหล่านี้ออกเป็นสองกลุ่มคือ GROUP A และ GROUP B เพื่อประโยชน์ในการกำหนดรูปแบบการทำงานของพอร์ต ดังต่อไปนี้

GROUP A

แทนพอร์ต A จำนวน 8 บิต (ทุกบิตของพอร์ต)

และพอร์ต C จำนวน 4 บิต (เฉพาะ 4 บิตบนของพอร์ต)

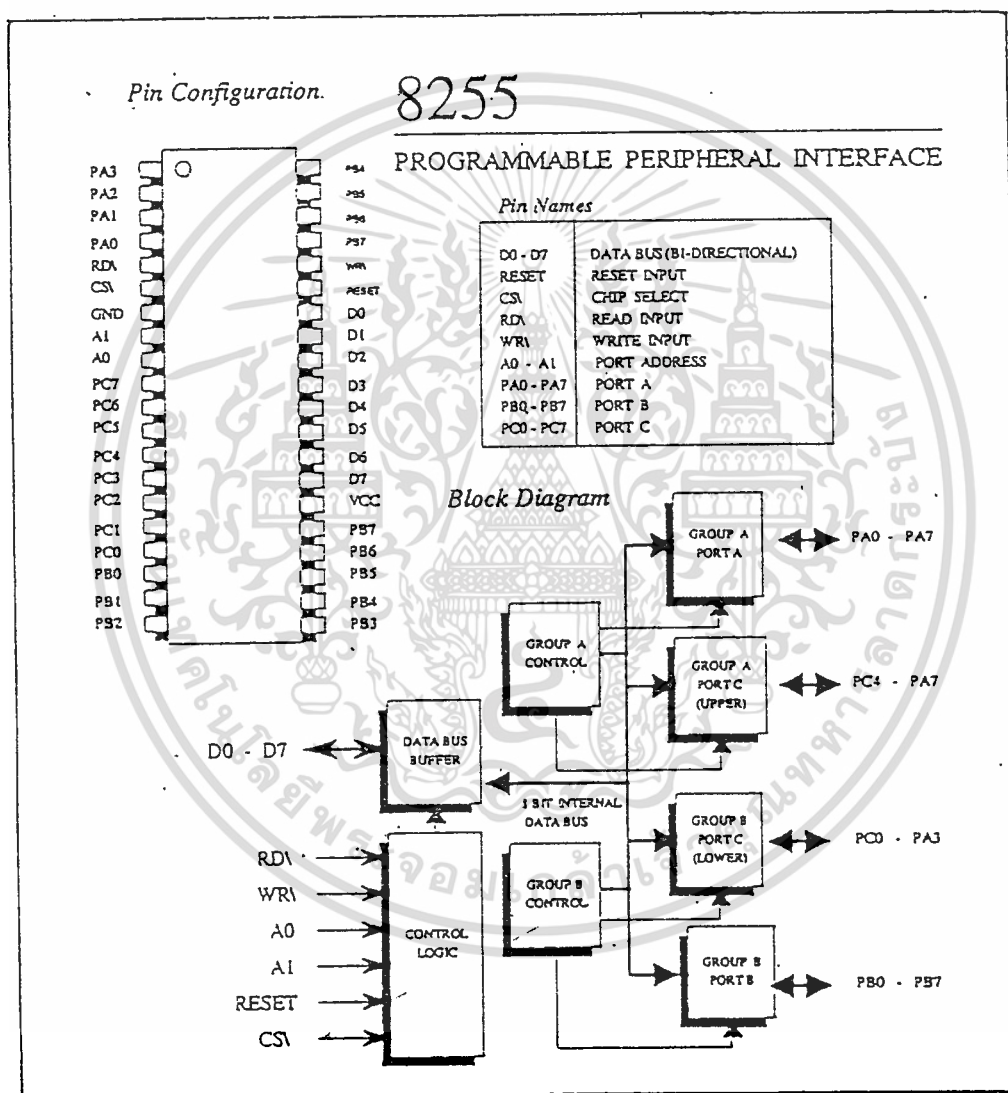
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้เฉพาะภายในเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่หรือใช้ในด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

GROUP B

แทนพอร์ต B จำนวน 8 บิต (ทุกบิตของพอร์ต)

และพอร์ต C จำนวน 4 บิต (เฉพาะ 4 บิตล่างของพอร์ต)

จะเห็นว่าจำนวนเส้นสัญญาณทั้งหมดของพอร์ต C (PC0-PC7) ได้ถูกแยกออกเป็นกลุ่มคือ กลุ่มของ 4 บิตล่าง (LOWER NIBBLE) จาก PC0-PC3 และกลุ่มของ 4 บิตบน (UPPER NIBBLE) จาก PC4-PC7 จำนวนถึง 12 บิต



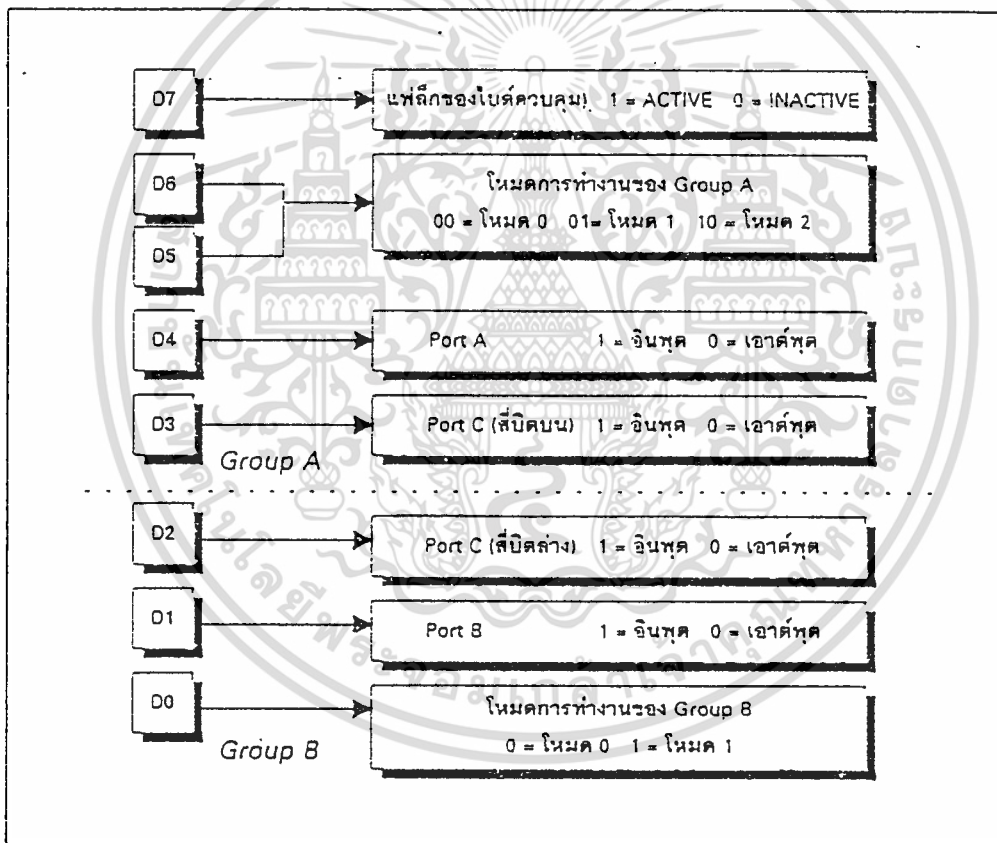
รูปที่ 3.15 แสดงแผนภาพแบบบล็อกภายในและขาสัญญาณของไอซี 8255

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปแบบคำสั่งเพื่อกำหนดการทำงานของ 8255

การกำหนดให้พอร์ตทั้งสามของ 8255 ทำงานในลักษณะต่างๆกันหรือที่เรียกว่า โหมดการทำงาน (MODE) จะเริ่มด้วยการส่งค่า ข้อมูลไบต์หนึ่งให้กับบริจิสเตอร์ควบคุมการทำงานภายใน 8255 ข้อมูลนี้จะเรียกว่า ไบต์ข้อมูลควบคุม (CONTROL WORD) โดยแต่ละบิตของข้อมูลนี้จะมีความหมายที่ระบุถึงความต้องการต่างๆไปดังแสดงในรูปที่ 3.16 การส่งข้อมูลไบต์นี้จะต้องเริ่มต้นเป็นลำดับแรกก่อนที่จะได้มีการดำเนินการใดๆกับ 8255 ทั้งสิ้น

ตามความหมายของบิตภายในตารางของรูปที่ 3.16 จะเห็นว่าการเลือกให้พอร์ตใดทำหน้าที่เป็นพอร์ตอินพุตก็เพียงแต่กำหนดค่าข้อมูล 1 ให้กับบิตที่เกี่ยวข้องกับพอร์ตนั้นหรือกรณีตรงข้ามสำหรับการเอาต์พุตก็เพียงการกำหนดค่าข้อมูล 0 เท่านั้น อย่างไรก็ตามการกำหนดให้ไบต์ข้อมูลควบคุมนี้มีผลอย่างถูกต้องก็จะต้องทำการกำหนดให้บิต D7 มีค่าเป็น 1 เสมอ



รูปที่ 3.16 แสดงความหมายของบิตภายในไบต์ข้อมูลควบคุมสำหรับ 8255

สำหรับโปรแกรมควบคุมเครื่องสั่งงานเปิดปิดสวิทช์เครื่องใช้ไฟฟ้าทางโทรศัพท์อัตโนมัตินี้ เราจะกำหนดให้ 8255 ทำงานในโหมด 0 ซึ่งจะทำให้พอร์ตต่างๆมีหน้าที่เป็นพอร์ตอินพุตหรือเอาต์พุตได้เพียงลักษณะเดียวเท่านั้น นั่นคือเราให้พอร์ต A ทำหน้าที่เป็นพอร์ตอินพุตเพื่อรับสถานะปัจจุบันของเครื่องใช้ไฟฟ้าทั้งหมด ส่วนพอร์ต B เราให้ทำหน้าที่เป็นพอร์ตเอาต์พุตเพื่อไปควบคุมการทำงานของเครื่องสร้างสัญญาณกริ่งสองเสียง (TWO TONE GENERATOR) และสุดท้ายพอร์ต C เราให้ทำหน้าที่เป็นพอร์ตเอาต์พุตเพื่อไปสั่งงานให้สวิทช์ของเครื่องใช้ไฟฟ้า ON หรือ OFF

แม้ว่ากรณีต่างๆที่ส่ง อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.4 ส่วนซอฟต์แวร์

เริ่มต้นจะเป็นการกำหนดลักษณะการทำงานให้กับพอร์ตของ 8255 และกำหนดค่าเริ่มต้นให้กับพอร์ตและรีจิสเตอร์ฟังก์ชันพิเศษ ต่อมาโปรแกรมจะทำให้เกิดสถานะของการวางหูโทรศัพท์ขึ้น และจะมีการวนตรวจสอบว่าเป็นการสั่งงานที่ตัวเครื่องหรือทางโทรศัพท์ ถ้าเป็นการสั่งงานที่ตัวเครื่อง โปรแกรมก็จะทำให้ส่วนสร้างสัญญาณผสมสองความถี่เชื่อมต่อกับส่วนถอดรหัสสัญญาณผสมสองความถี่ แล้วรอรับค่าคีย์ที่ผู้ใช้จะกดเข้ามา เพื่อนำมาประมวลผล โดยผู้ใช้จะต้องทำการกดคีย์ภายใน 15 วินาทีนับตั้งแต่ยกหูโทรศัพท์ หรือตั้งแต่การประมวลผลของคีย์ก่อนหน้านั้นเสร็จสิ้นลง มิฉะนั้น โปรแกรมจะวนกลับไปสู่สภาพของการวางหูโทรศัพท์

ค่าคีย์ที่ 1 ที่ผู้ใช้กดเข้ามานั้นโปรแกรมจะนำไปเปรียบเทียบกับค่ารหัสผ่านตัวแรกคือ "2" ถ้าไม่ถูกต้องโปรแกรมก็จะวนกลับไปสู่สภาพของการวางหูโทรศัพท์ แต่ถ้าถูกต้องโปรแกรมก็จะรอรับค่าคีย์ที่ 2 ต่อไป โดยขั้นตอนของการเปรียบเทียบค่าคีย์ที่ 2 กับรหัสผ่านตัวที่ 2 คือ "3" และค่าคีย์ที่ 3 กับรหัสผ่านตัวที่ 3 คือ "6" จะเหมือนกับขั้นตอนหลังจากการรับค่าคีย์ที่ 1 แล้วทุกประการ

เมื่อตรวจสอบแล้วว่า ค่าคีย์สามตัวแรกนั้นถูกต้องตรงกับรหัสผ่านทุกประการ โปรแกรมก็จะรอรับค่าคีย์ที่ 4 ต่อไป ซึ่งค่าคีย์ที่ 4 นี้ จะเป็นการระบุหมายเลขของเครื่องใช้ไฟฟ้าตัวที่ผู้ใช้ต้องการสั่งงาน โดยโปรแกรมจะทำการตรวจสอบเครื่องใช้ไฟฟ้าเครื่องนี้ก่อนว่าเปิดหรือปิดอยู่ ถ้าเปิดอยู่โปรแกรมก็จะควบคุมให้มีการส่งสัญญาณเสียงความถี่สูงออกไป และถ้าปิดอยู่โปรแกรมก็จะควบคุมให้มีการส่งสัญญาณเสียงความถี่ต่ำออกไป โดยเสียงที่ส่งออกไปนี้จะดังเป็นเวลา 5 วินาที ซึ่งผู้ใช้ก็จะทราบถึงสถานะปัจจุบันของเครื่องใช้ไฟฟ้าจากเสียงที่ส่งออกไปนี้เอง

เมื่อเสียงบอกสถานะเครื่องใช้ไฟฟ้าหยุดลงแล้ว โปรแกรมก็จะรอรับคีย์ที่ 5 ต่อไป ซึ่งเป็นการระบุว่าผู้ใช้ต้องการเปิดหรือปิดเครื่องใช้ไฟฟ้า ถ้าผู้ใช้กด "1" โปรแกรมก็จะควบคุมให้มีการเปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าขึ้น แต่ถ้าผู้ใช้กด "2" โปรแกรมก็จะควบคุมให้มีการปิดเครื่องใช้ไฟฟ้า

สุดท้ายโปรแกรมก็จะรอรับค่าคีย์ที่ 6 ซึ่งคีย์นี้โปรแกรมจะนำมาประมวลผลว่าผู้ใช้ต้องการสั่งงานต่อที่เครื่องใช้ไฟฟ้าตัวอื่น ๆ หรือต้องการเสร็จสิ้นการทำงาน ถ้าผู้ใช้กด "*" โปรแกรมก็จะวนกลับไปสู่ขั้นตอนของการรับค่าคีย์ที่ 4 ซึ่งเป็นการระบุหมายเลขของเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ต้องการสั่งงานต่อ แต่ถ้าผู้ใช้กดเลขอื่น ๆ โปรแกรมก็จะวนกลับไปทำให้เกิดสถานะของการวางหูขึ้น

ถ้าเป็นการสั่งงานทางโทรศัพท์นั้น โปรแกรมก็จะมีขั้นตอนการทำงานเหมือนกับการสั่งงานที่ตัวเครื่องทุกประการ แต่โปรแกรมจะทำการหน่วงเวลาประมาณ 30 วินาทีก่อนหลังจากมีสัญญาณกริ่งเรียกดังขึ้น เพื่อทำการตรวจสอบว่าภายใน 30 วินาทีนั้นมีสัญญาณกริ่งเรียกดังถึง 6 ครั้งหรือไม่ ถ้าไม่เนื่องมาจากมีคนที่บ้านรับโทรศัพท์ไปก่อนหรือผู้ใช้งานไปก่อน โปรแกรมก็จะวนกลับไปสู่สภาพของการวางหูโทรศัพท์ แต่ถ้ามีสัญญาณกริ่งเรียกดังถึง 6 ครั้งขึ้นไปภายใน 30 วินาที โปรแกรมก็จะควบคุมให้เกิดสถานะของการยกหูโทรศัพท์ขึ้นและมีขั้นตอนการทำงานต่อไปเหมือนกับการสั่งงานที่ตัวเครื่องทุกประการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

-----
PORTA EQU 0FC00H
PORTB EQU 0FC01H
PORTC EQU 0FC02H
CONTP EQU 0FC03H
-----

```

```

-----
INTERNAL RAM
-----

```

```

DEVSTAT EQU 20H
DEVICE1 EQU 00H
DEVICE2 EQU 01H
DEVICE3 EQU 02H
DEVICE4 EQU 03H
DEVICE5 EQU 04H
DEVICE6 EQU 05H
DEVICE7 EQU 06H
DEVICE8 EQU 07H
-----

```

```

-----
MAIN:   ORG 0000H
        MOV SP,#20H
        MOV TMOD,#05H
        SETB TR0
        LCALL INI8255
        MOV A,#00H
        MOV DEVSTAT,A
START:  CLR P1.7
        JB P1.5,$
        JB P1.6,TELEPH
MACHINE: SETB P1.7
        LCALL WAITKEY
        JZ START
        LCALL PASSWORD1
        JZ START
        LCALL WAITKEY
        JZ START
        LCALL PASSWORD2
        JZ START
        LCALL WAITKEY
        JZ START
        LCALL PASSWORD3
        JZ START
YYY:   LCALL WAITKEY
        MOV R5,A
        JZ START
        CJNE A,#0BH,KKK
        LJMP START
KKK:   CJNE A,#0CH,III
        LJMP START
III:   LCALL CHECK
        LCALL WAITKEY
        JZ START
        CJNE A,#01H,NNN
        MOV A,R5
        LCALL SETDEVON
        LJMP XXX
NNN:   CJNE A,#02H,START
        MOV A,R5
        LCALL SETDEVOFF
XXX:   LCALL WAITKEY
        JZ START
        LCALL CONOFIN
        JZ START
        LJMP YYY
TELEPH: MOV TLO,#00H
-----

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

LCALL DELAY3
LCALL DELAY2
LCALL DELAY2
LCALL DELAY2
CLR C
MOV A, TL0
MOV B, #06H
SUBB A, B
JNC MACHINE
LJMP START

```

```

-----
; SUBROUTINE INITIAL 8255
-----

```

```

INI8255: LCALL DELAY
MOV DPTR, #CONTP
MOV A, #90H
MOVX @DPTR, A
LCALL DELAY
CLR A
MOV DPTR, #PORTB
MOVX @DPTR, A
INC DPTR
MOVX @DPTR, A
RET

```

```

-----
; SUBROUTINE SET DEVICE OFF
; INPUT A
; OUTPUT BIT IN STATUS
-----

```

```

SETDEVOFF: PUSH 02
JZ ENDSETOFF
MOV R2, A
CLR C
CLR A
CPL A
ROT_A_OFF: RLC A
DJNZ R2, ROT_A_OFF
ANL A, DEVSTAT
MOV DEVSTAT, A
LCALL OUTDEVICE
ENDSETOFF: POP 02
RET

```

```

-----
; SUBROUTINE SET DEVICE ON
; INPUT A
; OUTPUT BIT IN STATUS
-----

```

```

SETDEVON: PUSH 02
JZ ENDSETON
MOV R2, A
SETB C
CLR A
ROT_A_ON: RLC A
DJNZ R2, ROT_A_ON
ORL A, DEVSTAT
MOV DEVSTAT, A
LCALL OUTDEVICE
ENDSETON: POP 02
RET

```

```

-----
; SUBROUTINE OUTDEVICE
; INPUT DEVSTATUS
; OUTPUT PORTC
-----

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

OUTDEVICE:  PUSH  ACC
            MOV   DPTR,#PORTC
            MOV   A,DEVSTAT
            MOVX  @DPTR,A
            POP   ACC
            RET

```

```

;-----
;      SUBROUTINE CHECK STATUS
;      INPUT      A
;      OUTPUT     PORTB
;-----

```

```

CHECK:     PUSH  02
            MOV   R2,A
            SETB  C
            CLR   A
ROT_CHECK: RLC   A
            DJNZ  R2,ROT_CHECK
            PUSH  03
            MOV   R3,A
            MOV   DPTR,#PORTA
            MOVX  A,@DPTR
            ANL   A,R3
            JZ    CLOSOUND
OPENSOUND: MOV   DPTR,#PORTB
            MOV   A,#80H
            MOVX  @DPTR,A
            SJMP  ENDCHECK
CLOSOUND:  MOV   DPTR,#PORTB
            MOV   A,#81H
            MOVX  @DPTR,A
ENDCHECK:  LCALL  DELAY2
            MOV   DPTR,#PORTB
            CLR   A
            MOVX  @DPTR,A
            POP   03
            POP   02
            RET

```

```

;-----
;      SUBROUTINE WAIT KEY
;      INPUT      P1
;      OUTPUT     A
;      USED       R7
;-----

```

```

WAITKEY:   MOV   A,P1
            ORL   A,#7FH
            MOV   P1,A
            JB    P1.4,$
            MOV   R7,#00H
LOOPKEY:   LCALL  DELAY
            CJNE  R7,#5DH,CHECKP14
            MOV   A,#00H
            RET
CHECKP14:  JB    P1.4,OUTKEY
            INC   R7
            LJMP  LOOPKEY
OUTKEY:    LCALL  DELAY
            MOV   A,P1
            ANL   A,#0FH
            RET

```

```

;-----
;      SUBROUTINE CHECK PASSWORD
;      INPUT      A
;      OUTPUT     A
;-----

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

PASSWORD1: CJNE  A, #02H, CANCEL
            MOV   A, #01H
            RET
PASSWORD2: CJNE  A, #03H, CANCEL
            MOV   A, #01H
            RET
PASSWORD3: CJNE  A, #06H, CANCEL
            MOV   A, #01H
            RET
CANCEL:    MOV   A, #00H
            RET

```

```

-----
;          SUBROUTINE CONTINUE OR FINISH
;          INPUT      A
;          OUTPUT     A
-----

```

```

CONOFIN:   CJNE  A, #0CH, CANCEL
            MOV   A, #01H
            RET

```

```

-----
;          DELAY
-----

```

```

DELAY:     PUSH  07
            PUSH  06
            MOV   R7, #0
DECR0:     MOV   R6, #0
            DJNZ  R6, $
            DJNZ  R7, DECR0
            POP   06
            POP   07
            RET

```

```

DELAY2:    PUSH  05
            MOV   R5, #15
DECR5:     ACALL DELAY
            DJNZ  R5, DECR5
            POP   05
            RET

```

```

DELAY3:    LCALL DELAY2
            LCALL DELAY2
            LCALL DELAY2
            LCALL DELAY2
            LCALL DELAY2
            LCALL DELAY2
            LCALL DELAY2
            LCALL DELAY2

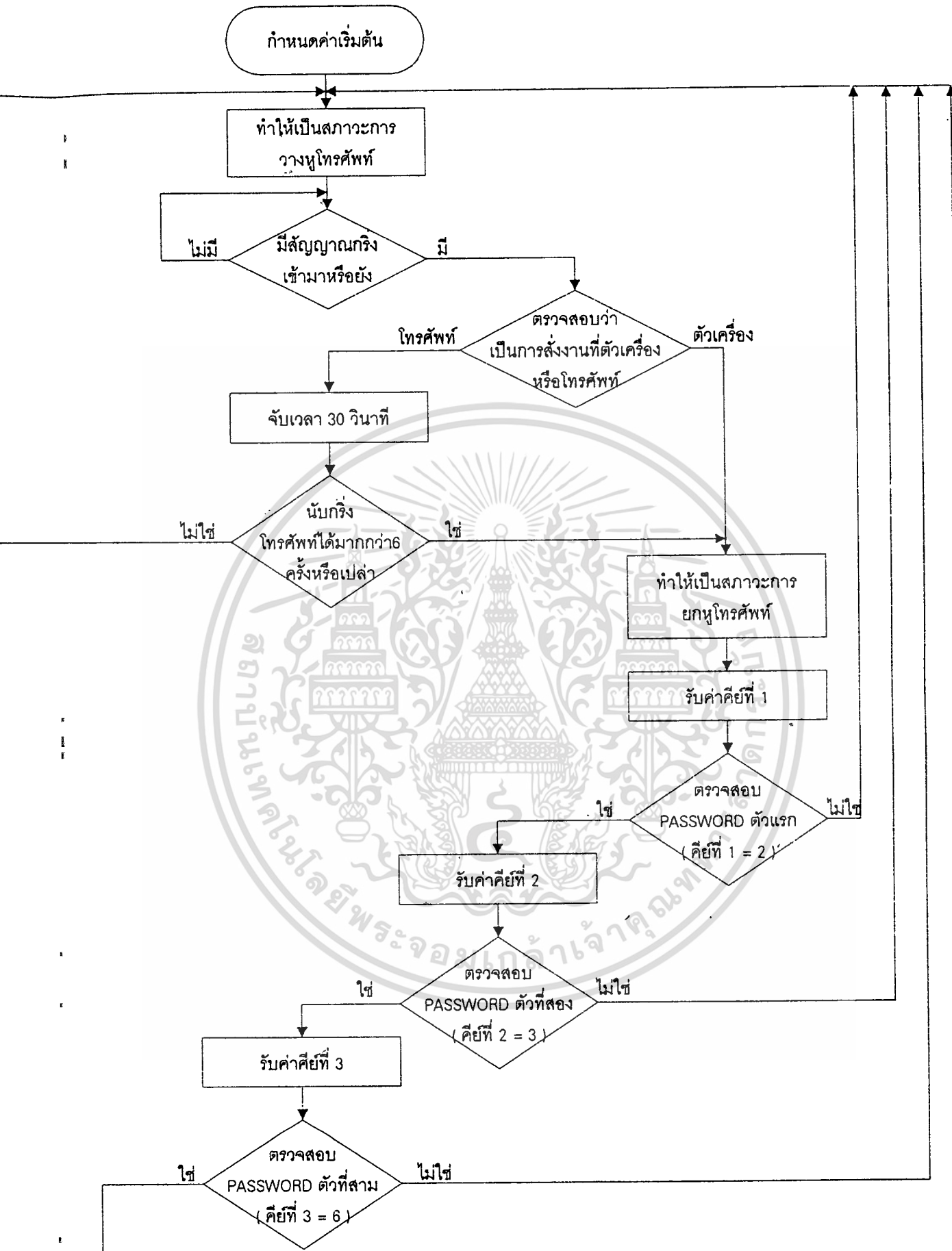
```

```

-----
END

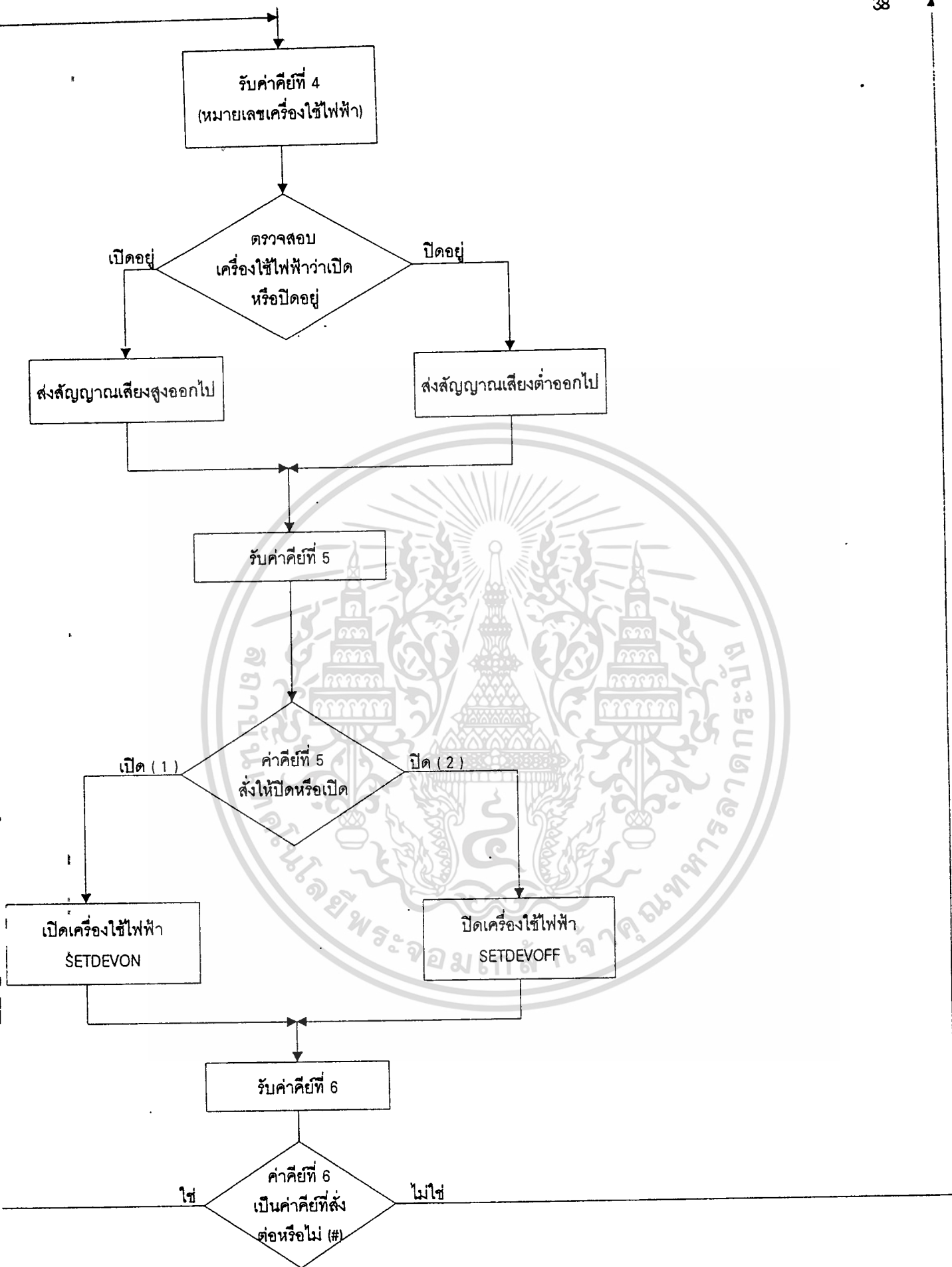
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



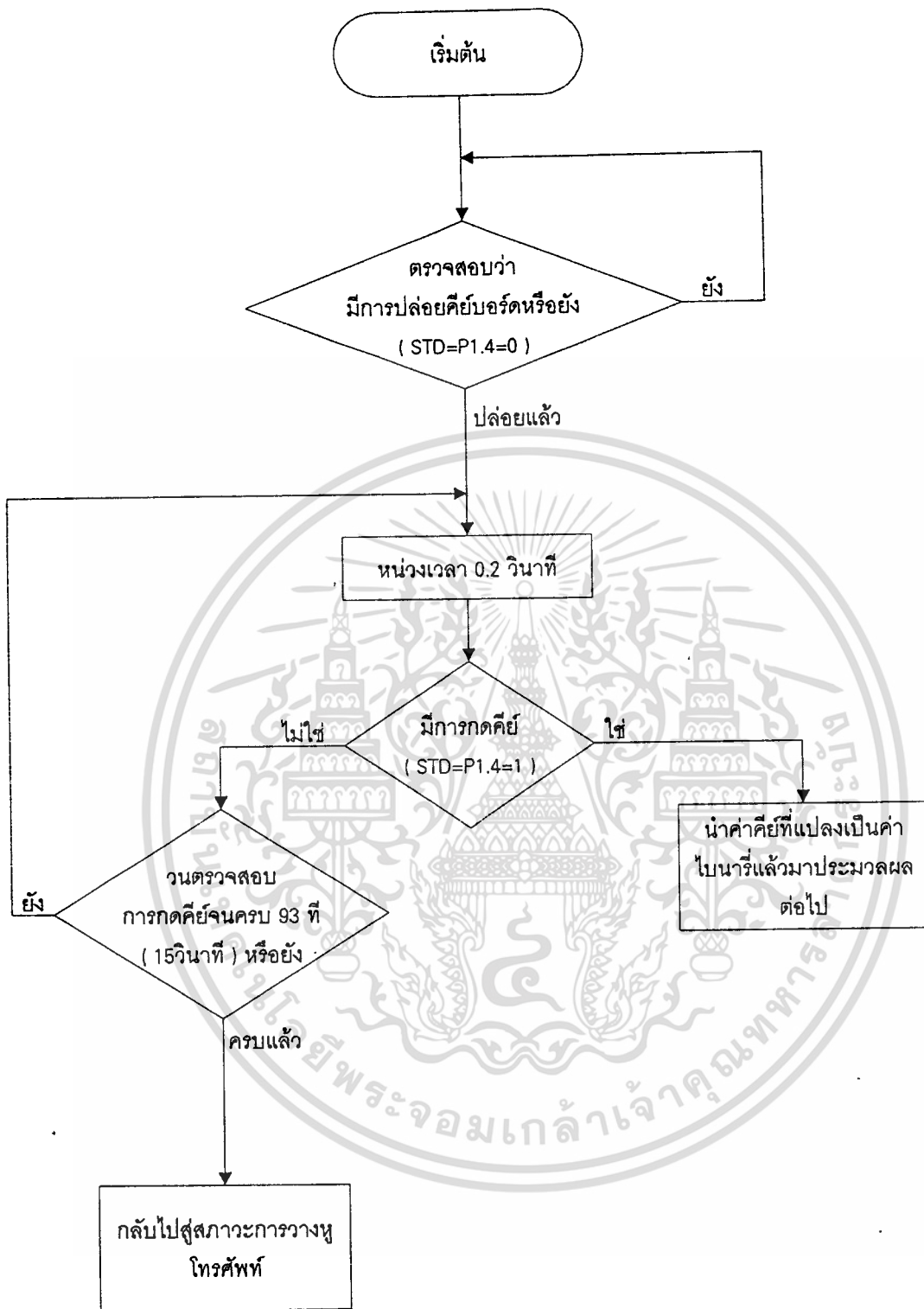
รูปที่ 3.17 แสดงแผนภูมิต้นตอนการทำงานของโปรแกรมควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.17 แสดงแผนภูมิขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมควบคุม (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับบริการเชิงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



SUBROUTINE WAITKEY

รูปที่ 3.18 แสดงแผนภูมิขั้นตอนการทำงานของส่วนรับค่าคีย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกา (VIAT-KEY ROUTINE) เท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 ส่วนเอาต์พุต

ส่วนเอาต์พุตประกอบด้วย 2 ส่วนคือ

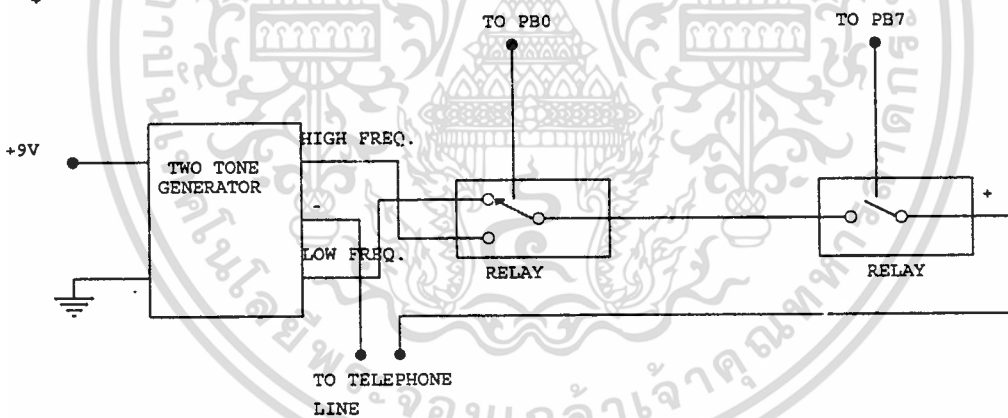
3.5.1 ส่วนที่ใช้ในการเปิดปิดอุปกรณ์ไฟฟ้า

ประกอบด้วย ทรานซิสเตอร์ LED และรีเลย์ ซึ่งต่อออกมาจากพอร์ต C ซึ่งถูกกำหนดให้เป็นพอร์ตเอาต์พุตของ 8255 โดยสามารถควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าได้ 8 เครื่อง

การทำงานคือ ถ้าค่าข้อมูลที่ MOVX ออกมาที่บิตใดเป็นลอจิก 1 ก็จะทำให้ขาเอาต์พุตของพอร์ต C ของ 8255 ที่บิตนั้นมีค่าประมาณ 5 โวลต์ ดังนั้นจะเกิดกระแสไปขับให้ทรานซิสเตอร์ ON ซึ่งจะทำให้ LED สว่าง และรีเลย์ปิด ไฟบ้านก็จะไหลเข้าเครื่องใช้ไฟฟ้าเครื่องนั้น นั่นคือการสั่งให้เปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าเครื่องนั้นนั่นเอง

แต่ถ้าข้อมูลที่ MOVX ออกมาที่บิตใดเป็นลอจิก 0 ก็จะทำให้ขาเอาต์พุตของพอร์ต C ของ 8255 ที่บิตนั้นเป็น 0 โวลต์ ดังนั้นทรานซิสเตอร์ก็จะไม่ ON LED ก็จะไม่สว่าง รีเลย์ก็ไม่ปิด ไฟบ้านก็จะไม่ไหลเข้าเครื่องใช้ไฟฟ้าเครื่องนั้น นั่นคือการสั่งให้ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าเครื่องนั้นนั่นเอง

3.5.2 ส่วนสร้างสัญญาณเสียงแสดงสถานะของเครื่องใช้ไฟฟ้า



รูปที่ 3.19 แสดงวงจรส่วนสร้างสัญญาณเสียงเพื่อแสดงสถานะของเครื่องใช้ไฟฟ้า

สัญญาณเสียงความถี่สูงและความถี่ต่ำที่สร้างขึ้นนั้นจะส่งออกไปยังคู่สายโทรศัพท์ และส่งออกไปยังลำโพงที่อยู่ในตัวเครื่องควบคุมด้วย โดยใช้รีเลย์ 2 ตัวเป็นตัวกำหนดการส่งออกดังรูปที่ 3.19 แสดงวงจรของส่วนสร้างสัญญาณเสียงแสดงสถานะของเครื่องใช้ไฟฟ้า การทำงานก็คือ เมื่อข้อมูลที่บิต 0 ของพอร์ต B (PB0) เป็น 0 ทำให้สัญญาณเสียงความถี่ต่ำจะถูกส่งออกไป แต่ถ้าข้อมูลที่บิต 0 ของพอร์ต B เป็น 1 สัญญาณเสียงความถี่สูงจะถูกส่งออกไป นั่นคือ ผู้ใช้สามารถตรวจสอบสถานะของเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ต้องการได้ ส่วนบิต 7 ของพอร์ต B (PB7) นั้นใช้กำหนดเวลาการส่งออกคือ บิต PB7 นี้จะเป็น 1 เมื่อผู้ใช้กดคีย์ที่ 4 ซึ่งเป็นคีย์เลือกหมายเลขเครื่องใช้ไฟฟ้าแล้ว ดังนั้นผู้ใช้จะได้ยินเสียงสถานะตอบกลับเมื่อได้กดคีย์ที่ 4 แล้ว

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6 การใช้งาน

การกำหนดให้ 8031 ทำงานอย่างไรขึ้นอยู่กับโปรแกรมที่เราเขียนขึ้นมาเพื่อสั่งงานในเครื่องควบคุม การเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าเครื่องนี้ จะแยกลักษณะการทำงานออกเป็น 2 แบบ คือการทำงานเมื่อสั่งงานที่ตัวเครื่อง และการทำงานเมื่อสั่งงานทางโทรศัพท์ ซึ่งการทำงาน 2 แบบนี้จะต่างกันในเรื่องเงื่อนไขที่สั่งให้ P1.7 เป็น 1 เพื่อให้ RELAY1,2 ปิดเท่านั้น สำหรับขั้นตอนการทำงานอย่างอื่นนอกเหนือจากนี้จะไม่ต่างกัน

ข้อแตกต่างการทำงาน

1. เมื่อเลือกสวิตช์สั่งงานที่ตัวเครื่อง จะทำให้ขา P1.6 ของ 8031 ต่อกับกราวด์ และเมื่อ RELAY1,2 ปิด จะทำให้ส่วนถอดรหัส DTMF ต่อกับขา 16 ของ TCM5087 และกราวด์

เงื่อนไขการส่งค่า 1 ออกที่ P1.7 คือ เมื่อมีพัลส์เข้ามาที่ขา P1.5 หนึ่งลูก จะส่งค่า 1 ออกที่ P1.7 ตามโปรแกรมการทำงาน

2. เมื่อเลือกสวิตช์สั่งงานทางโทรศัพท์ จะทำให้ขา P1.6 ของ 8031 ต่อกับ VCC 5 โวลต์ และเมื่อ RELAY1,2 ปิดจะทำให้ส่วนถอดรหัส DTMF ต่อเข้ากับคู่สายโทรศัพท์ทั้งสองเส้น

เงื่อนไขการส่งค่า 1 ออกที่ P1.7 คือ เมื่อมีพัลส์เข้าที่ขา T0 หนึ่งลูก จะทำให้เกิดการอินเทอร์รัปต์ของ T0 ในโหมด 2 คือจะนับพัลส์ไปเรื่อย ๆ เมื่อครบหนเวลาก็นำจำนวนพัลส์ที่เข้ามา เปรียบเทียบกับจำนวนพัลส์ที่ตั้งไว้ ถ้าจำนวนพัลส์ที่เข้ามา มากกว่าจำนวนพัลส์ที่ตั้งไว้คือ 6 ครั้งก็จะส่งค่า 1 ออกขา P1.7

หมายเหตุ

ถ้าหาก RELAY1 ปิดจะเสมือนเป็นการยกหูโทรศัพท์ ทำให้สัญญาณกริ่งเรียกของโทรศัพท์หยุด และต้องเสียค่าโทรศัพท์ ดังนั้นเพื่อไม่ให้เกิดปัญหาเกี่ยวกับการใช้โทรศัพท์ติดต่อสื่อสารทั่วไป จึงต้องกำหนดให้รีเลย์ปิดเมื่อมีเสียงกริ่งดังนานพอสมควร เพื่อให้คนในบ้านมารับโทรศัพท์ทันก่อนที่รีเลย์จะปิด และต้องพยายามทำให้รีเลย์ปิดเฉพาะเมื่อต้องการโทรเข้ามาสั่งงานเพื่อควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าจริง ๆ

ในโครงการนี้รีเลย์จะปิดเมื่อมีกริ่งเข้ามาครั้งแรก จับเวลา 30 วินาที แล้วยังมีเสียงกริ่งเข้ามาอีกหนึ่งครั้ง ดังนั้นถ้ามีคนโทรเข้ามาขณะที่มีคนอยู่บ้าน ก็คิดว่าจะมีคนมารับสายทันภายใน 30 วินาที หรือถ้ามีคนโทรเข้ามาขณะที่ไม่มีคนอยู่บ้าน ก็คิดว่าคนที่โทรเข้ามาคงจะวางสายไปก่อนครบ 30 วินาที เพราะไม่มีคนรับสาย ซึ่งในกรณีเหล่านี้รีเลย์ก็จะไม่ปิด

ขั้นตอนการสั่งเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าด้วยเครื่องควบคุม

เมื่อเริ่มเปิดเครื่อง พอร์ตเอาต์พุตจะถูกรีเซ็ต นั่นคือเครื่องใช้ไฟฟ้าทุกเครื่องที่ต่ออยู่กับเครื่องควบคุม จะไม่ทำงานทั้งหมด จนกว่าจะมีการสั่งงานเข้ามา โดยมีลำดับการสั่งงานดังนี้

1. กรณีที่สั่งงานทางโทรศัพท์ สามารถสั่งงานได้โดยการโทรศัพท์เข้ามาที่บ้าน รอประมาณ 30 วินาที จะมีเสียงเหมือนมีการยกหูโทรศัพท์ ส่วนกรณีการสั่งงานที่ตัวเครื่อง ก็กดสวิตช์ตรงส่วนสร้างสัญญาณพัลส์เทียม

2. กดคีย์รหัสผ่านซึ่งสามารถกำหนดได้ด้วยโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. กดคีย์หมายเลข 1-8 เพื่อเลือกหมายเลขเครื่องที่ต้องการควบคุม โดยจะต้องเลือกกดเพียงหมายเลขเดียวเท่านั้น หากกดคีย์นอกเหนือจากหมายเลข 1-8 แล้วเครื่องจะจบการทำงานตรงนี้และย้อนกลับไปข้อ 1 ใหม่

4. กดคีย์หมายเลข 1 หรือ 2 เพื่อสั่งเปิดหรือปิด โดย หมายเลข 1 หมายถึงสั่งให้เปิด และ หมายเลข 2 หมายถึงสั่งให้ปิด และจะเลือกได้เฉพาะหมายเลข 1 หรือ 2 เท่านั้น จากนั้นจะได้ยินเสียงแสดงสถานะของเครื่องใช้ไฟฟ้าเครื่องนั้นดังนาน 5 วินาที หากกดหมายเลขอื่น ๆ นอกเหนือจากนี้เครื่องจะจบการทำงานตรงนี้และย้อนกลับไปข้อ 1 ใหม่

5. เลือกการสั่งต่อหรือเสร็จสิ้นการสั่งงาน โดย

5.1 กดคีย์ # เมื่อต้องการสั่งต่อ คือต้องการสั่งเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าเครื่องอื่น ๆ อีก หรือต้องการแก้ไขคำสั่งที่สั่งไปแล้ว เมื่อกดคีย์ # แล้วเครื่องจะกลับไปข้อ 3 ดังนั้นการสั่งงานต่อจะสามารถกดหมายเลขเครื่องอื่น ที่ต้องการสั่งต่อได้เลย

5.2 กดคีย์ * เมื่อเสร็จสิ้นการสั่งงานแล้ว ในระหว่างขั้นตอนการสั่งงานทุกขั้นตอน ถ้าต้องการยกเลิกการสั่งก็ให้กดคีย์ * ซึ่งจะมีผลทำให้เครื่องจบการทำงานตรงนั้น และกลับไปขั้นตอนที่ 1 ใหม่

ในการสั่งงานเครื่องควบคุมนี้ เมื่อเราสั่งเปิด-ปิดเครื่องไว้แล้ว คำสั่งนี้จะยังคงเดิมตลอดไม่มีการเปลี่ยนแปลง จนกว่าจะมีคำสั่งใหม่ที่ถูกต้องเข้ามาเปลี่ยนแปลง หรือจนกว่าจะปิดเครื่อง ซึ่งจะทำให้เครื่องใช้ไฟฟ้าหยุดทำงานทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดลอง

การทดลองในโครงการชิ้นนี้ ส่วนที่ได้ทำการทดลองแล้วคือส่วนสร้างพัลส์จากสัญญาณกริ่งเรียกของโทรศัพท์ ส่วนการส่งงานที่ตัวเครื่อง และส่วนถอดรหัสสัญญาณ DTMF ซึ่งในแต่ละส่วนได้ผลการทดลองเป็นไปตามทฤษฎี และหลักการที่ออกแบบไว้ โดยในแต่ละส่วนมีผลการทดลองดังนี้

4.1 ส่วนสร้างพัลส์จากสัญญาณกริ่งเรียกของโทรศัพท์

ผลการทดลองที่ได้คือ

- ขณะยังไม่มีสัญญาณกริ่งเรียกเข้ามา ที่ขาคอลเล็กเตอร์ของทรานซิสเตอร์ ตรงจุดที่ต่อเข้าขา T0 ของ 8031 จะมีค่าศักดาเป็น 5 โวลต์ ดังรูปที่ 4.1

- เมื่อมีสัญญาณกริ่งเรียกเข้ามาตามคู่สายโทรศัพท์ ในช่วงที่กริ่งดัง 1 วินาที จะได้ค่าศักดาตกคร่อม ซีเนอร์ไดโอดเป็น 15 โวลต์ และค่าศักดาที่ขาคอลเล็กเตอร์ตรงจุดที่ต่อเข้ากับขา T0 ของ 8031 มีค่าตกลงมาเป็น 1 โวลต์ ดังรูปที่ 4.2 ส่วนในช่วงที่กริ่งดับ 4 วินาที ค่าศักดาก็จะกลับไปเป็น 5 โวลต์ตามเดิม

4.2 ส่วนการส่งงานที่ตัวเครื่อง

4.2.1 ส่วนสร้างสัญญาณพัลส์เทียม เมื่อทำการกดสวิทช์ แล้ววัดสัญญาณที่ขาคอลเล็กเตอร์ของทรานซิสเตอร์ จะได้ขบวนพัลส์ ขนาด 5 Vpp ดังรูปที่ 4.3 ซึ่งส่งไปยังขา T0 และขา P1.5 ของ 8031

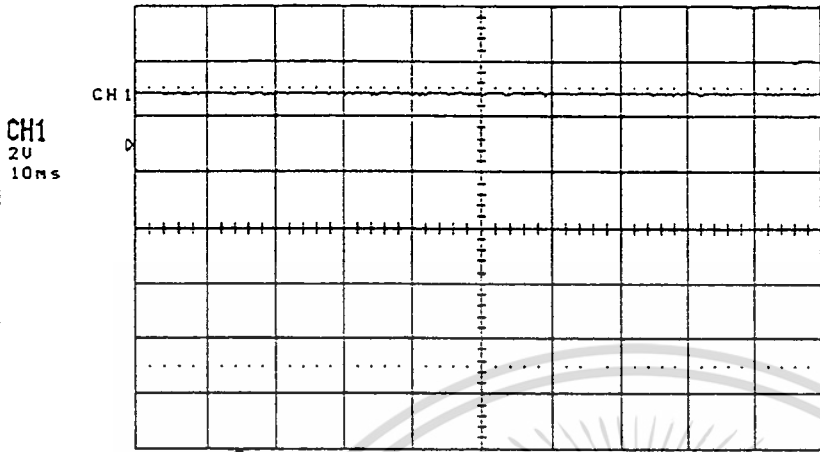
4.2.2 ส่วนสร้างสัญญาณโทน DTMF เมื่อทำการกดคีย์ใดคีย์หนึ่งบนคีย์บอร์ด แล้ววัดสัญญาณที่ขา 16 ของ TCM5087 จะได้เป็นสัญญาณผสมสองความถี่ ซึ่งมีค่าความถี่ต่างกันไปตามคีย์ที่กด รูปที่ 4.4 ถึงรูปที่

4.7 เป็นรูปแสดงตัวอย่างสัญญาณที่วัดได้ที่ขา 16 ของ TCM5087 โดยการกดคีย์ต่าง ๆ

08-Aug-97
17:57:05

RUN 0
Auto

CH1 08 Aug, 17:57:04
DC, BUL:Full
V@Center 0.00
t@Center 35.5ns



CURSORS on CH2
Cursor Trace is not on.

TRIGGER on CH1
3.00V DC
Holdoff 180ns

CH1 MEASUREMENTS

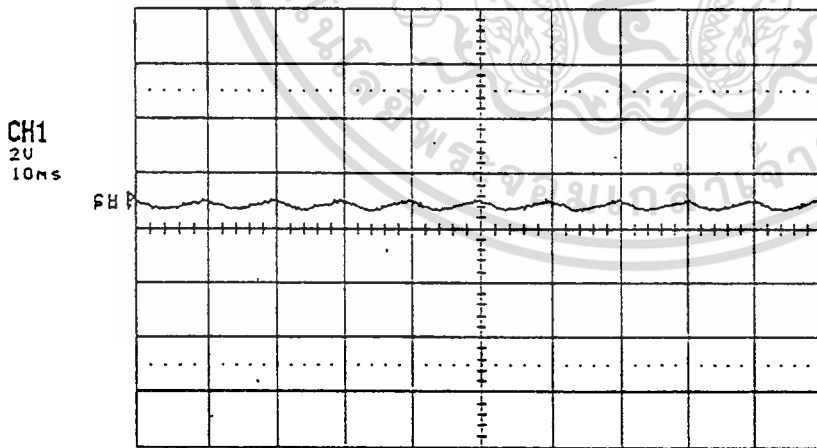
pkpk	192mV	per	--?--
mean	4.851V	duty	--?--
rise	--?--	freq	--?--

รูปที่ 4.1 แสดงสัญญาณตรงจุดที่ต่อเข้าขา T0 ในขณะที่ยังไม่มีสัญญาณกริ่งเรียกเข้ามา

08-Aug-97
17:59:08

RUN 1
Auto

CH1 08 Aug, 17:59:06
DC, BUL:Full
V@Center 1.86V
t@Center 35.5ns



CURSORS on CH2
Cursor Trace is not on.

TRIGGER on CH1
3.00V DC
Holdoff 180ns

CH2 MEASUREMENTS

The trace selected as measurement source must be switched ON before measurements may be displayed.

รูปที่ 4.2 แสดงสัญญาณตรงจุดที่ต่อเข้าขา T0 ขณะที่มัลติสัญญาณกริ่งเรียกจากคู่สายโทรศัพท์ตั้ง 1 วินาที

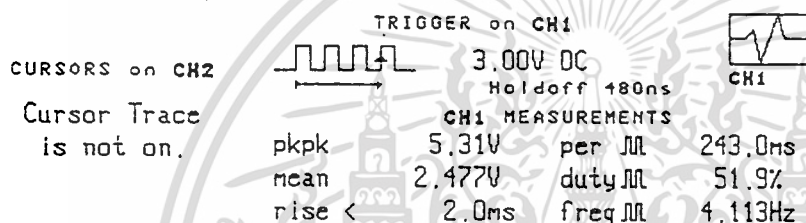
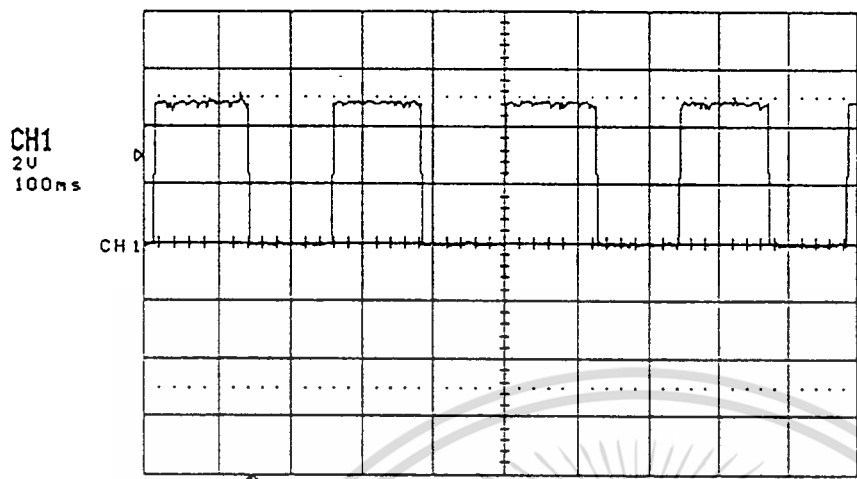
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนเวลาสำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้ใช้งานใช้ประโยชน์จากการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

08-Aug-97 Recalibration Suggested (SYSTEM CONFIG Menu)
18:01:47

TRGO ■

Auto

CH1 08 Aug, 18:01:45
DC, BUL: Full
V@Center 0.00
t@Center 355ms



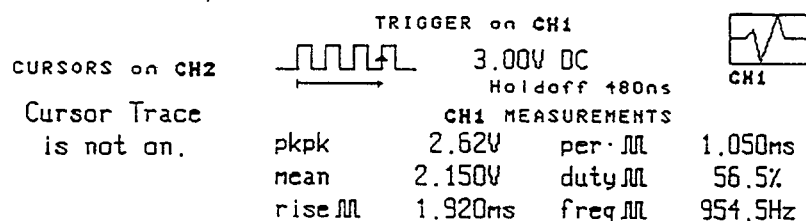
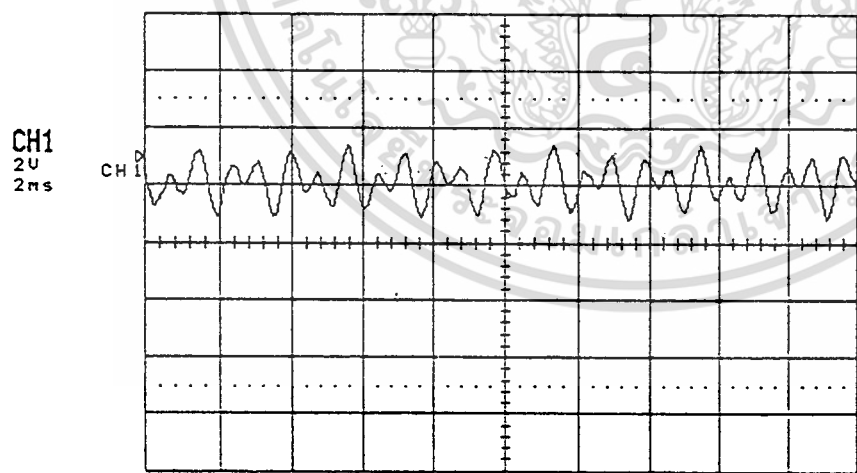
รูปที่ 4.3 แสดงสัญญาณพัลส์ที่ได้จากส่วนสร้างสัญญาณพัลส์เทียม

08-Aug-97 Recalibration Suggested (SYSTEM CONFIG Menu)
18:05:07

STOPPED

Auto

CH1 08 Aug, 18:03:58
DC, BUL: Full
V@Center 0.00
t@Center 7.10ms



เอกสารนี้รูปที่ 4.4 แสดงสัญญาณที่วัดได้ที่ขา 16 ของ TCM5087 เมื่อกดคีย์หมายเลข 1
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

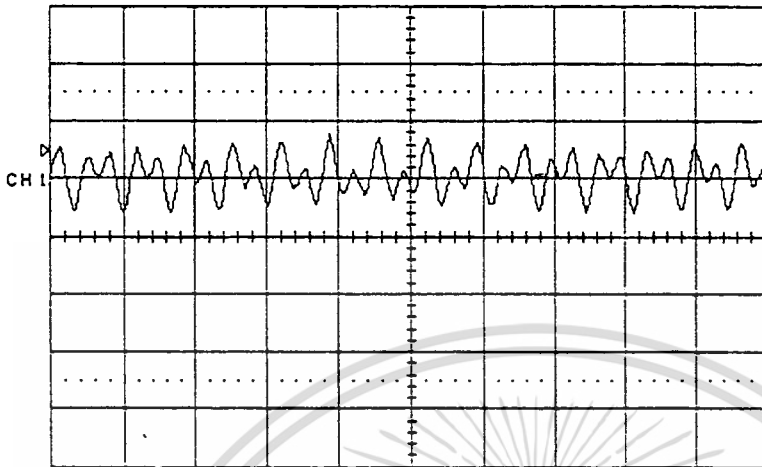
08-Aug-97 Hardcopy complete
18:06:16

STOPPED

Auto

CH1 08 Aug, 18:06:13
DC, BUL: Full
V@Center 0.00
t@Center 7.10ms

CH1
2V
2ms



CURSORS on CH2
Cursor Trace is not on.

TRIGGER on CH1
3.00V DC
Holdoff 480ns

CH1 MEASUREMENTS			
pkpk	2.75V	per μ s	1.275ms
mean	2.157V	duty μ s	17.6%
rise μ s	205	freq μ s	784.7Hz

รูปที่ 4.5 แสดงสัญญาณที่วัดได้ที่ขา 16 ของ TCM5087 เมื่อกดคีย์หมายเลข 6

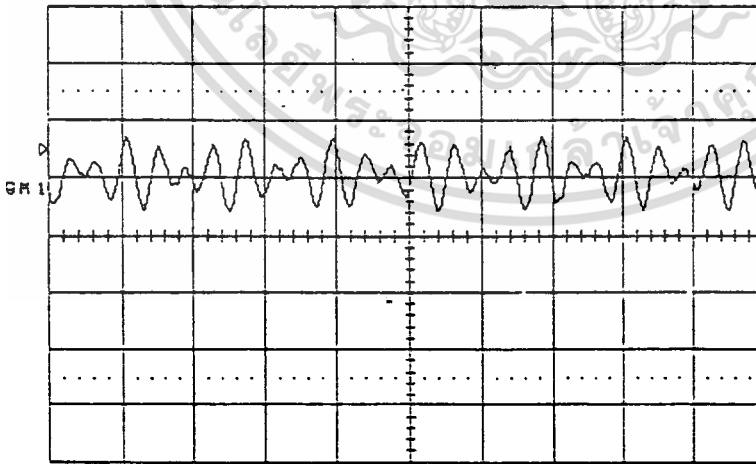
08-Aug-97 Hardcopy complete
18:06:29

STOPPED

Auto

CH1 08 Aug, 18:06:26
DC, BUL: Full
V@Center 0.00
t@Center 7.10ms

CH1
2V
2ms



CURSORS on CH2
Cursor Trace is not on.

TRIGGER on CH1
3.00V DC
Holdoff 480ns

CH1 MEASUREMENTS			
pkpk	2.62V	per μ s	1.335ms
mean	2.144V	duty μ s	21.9%
rise μ s	190	freq μ s	749.0Hz

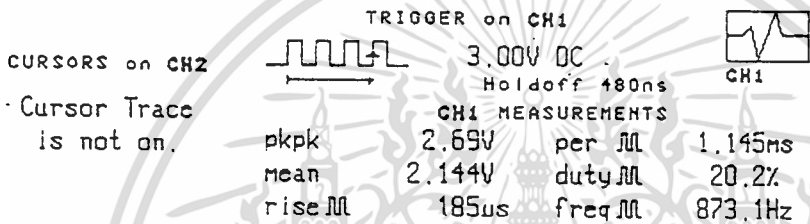
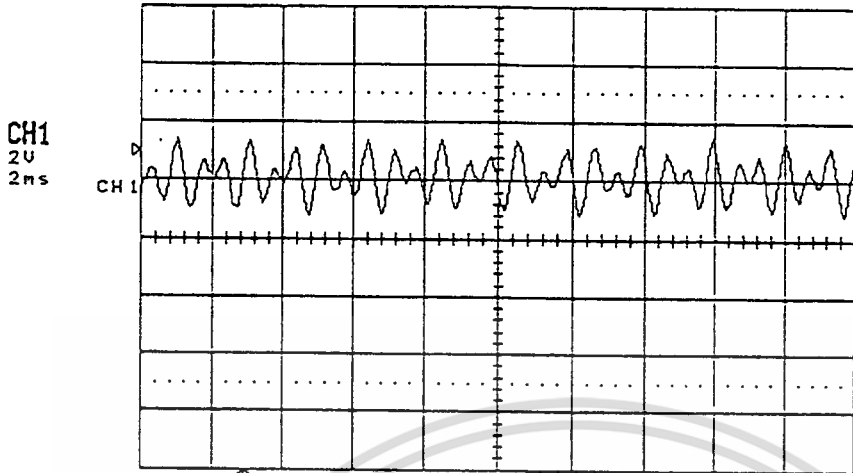
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
รูปที่ 4.6 แสดงสัญญาณที่วัดได้ที่ขา 16 ของ TCM5087 เมื่อกดคีย์หมายเลข 7

08-Aug-97
18:07:54

STOPPED

Auto

CH1 08 Aug, 18:07:51
DC, BUL: Full
UCenter 0.00
t@Center 7.10ms



รูปที่ 4.7 แสดงสัญญาณที่วัดได้ที่ขา 16 ของ TCM5087 เมื่อกดคีย์หมายเลข #

4.3 ส่วนถอดรหัสสัญญาณโทน DTMF

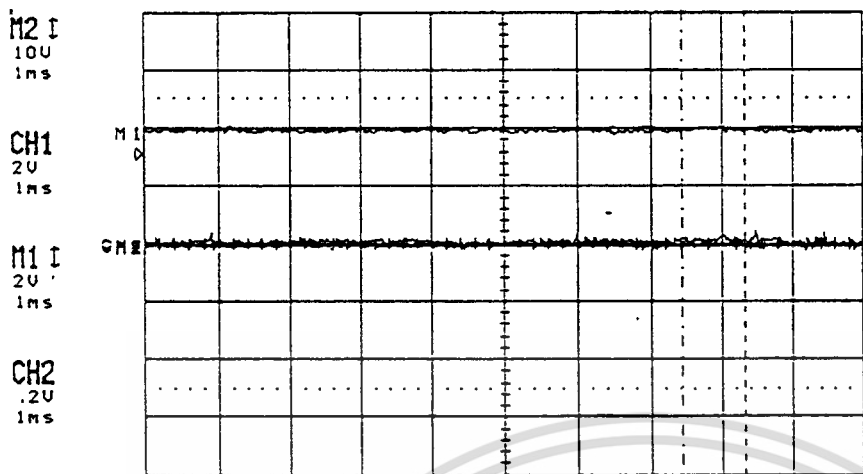
จากการทดลอง เมื่อเรากดคีย์ใด ๆ บนคีย์บอร์ด หรือคีย์ของโทรศัพท์ จะทำให้ขา STD ของ MT8870 มีค่าลอจิกเป็น 1 (5 โวลต์) และค่าที่ถอดรหัสได้จากการกดคีย์ต่าง ๆ นั้นสามารถวัดได้ที่ขา Q1-Q4 ได้ผลดังนี้

หมายเลขคีย์	Q4	Q3	Q2	Q1
1	0	0	0	1
2	0	0	1	0
3	0	0	1	1
4	0	1	0	0
5	0	1	0	1
6	0	1	1	0
7	0	1	1	1
8	1	0	0	0
9	1	0	0	1
0	1	0	1	0
*	1	0	1	1
#	1	1	0	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

08-Aug-97
18:21:57

RUN 0
Auto

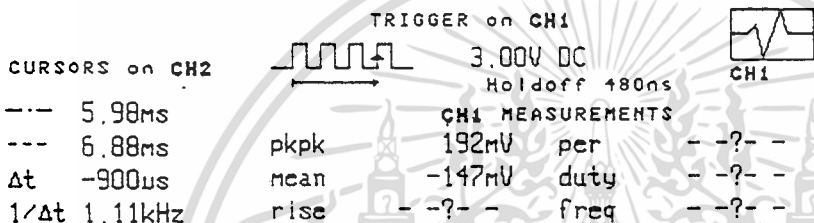


CH1 08 Aug, 18:21:55
DC, BUL: Full
V@Center -128mV
t@Center 3.55ms

CH2 08 Aug, 18:21:55
DC, BUL: Full
V@Center 0.0V
t@Center 3.55ms

M1 08 Aug, 18:19:55
V@Center 768mV
t@Center 3.55ms

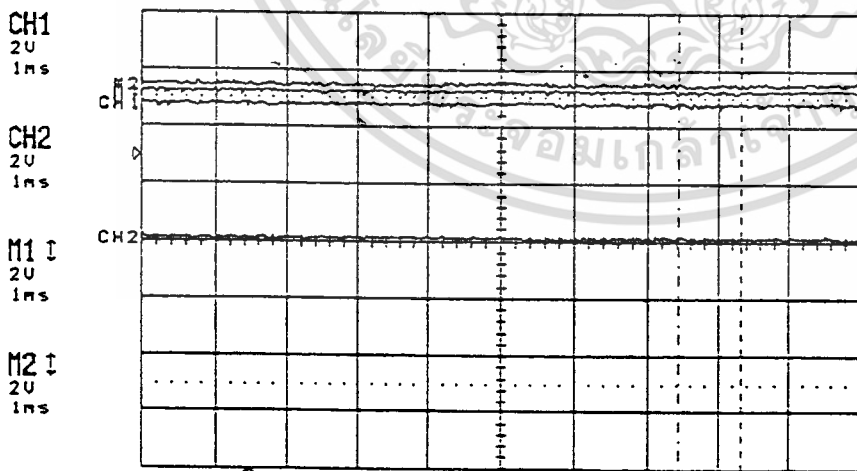
M2 08 Aug, 18:20:01
V@Center 640mV
t@Center 3.55ms



รูปที่ 4.8 แสดงสัญญาณที่วัดได้ที่ขา Q1-Q4 ของ MT8870 เมื่อกดคีย์หมายเลข 1

08-Aug-97 Recalibration Suggested (SYSTEM CONFIG Menu)
18:27:25

RUN 0
Auto

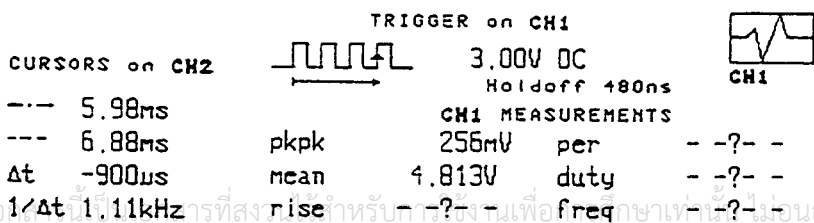


CH1 08 Aug, 18:27:23
DC, BUL: Full
V@Center 0.0V
t@Center 3.55ms

CH2 08 Aug, 18:27:23
DC, BUL: Full
V@Center -128mV
t@Center 3.55ms

M1 08 Aug, 18:26:39
V@Center -512mV
t@Center 3.55ms

M2 08 Aug, 18:26:41
V@Center -576mV
t@Center 3.55ms



รูปที่ 4.9 แสดงสัญญาณที่วัดได้ที่ขา Q1-Q4 ของ MT8870 เมื่อกดคีย์หมายเลข 7

ซึ่งผลการทดลองที่ได้ถูกต้องเป็นไปตามทฤษฎีทุกประการ สำหรับรูปที่แสดงผลการทดลองวัดค่ารหัสไบนารีที่ได้ที่ขา Q1-Q4 ซึ่งได้จากการกดคีย์ต่าง ๆ นั้น จะขอแสดงเพียงผลจากการกดคีย์บางคีย์เป็นตัวอย่างเท่านั้น โดยรูปที่ 4.16 และรูปที่ 4.17 แสดงค่าของสัญญาณที่ขา Q1-Q4 จากการกดคีย์หมายเลข 1 และ 7 ตามลำดับ โดยที่ M1 แทนระดับสัญญาณที่ขา Q1

M2 แทนระดับสัญญาณที่ขา Q2

CH1 แทนระดับสัญญาณที่ขา Q3

CH2 แทนระดับสัญญาณที่ขา Q4

4.4 ส่วนควบคุม

ในโครงงานนี้ส่วนควบคุม สามารถทำงานทุกอย่างได้ถูกต้องตามโปรแกรมสั่งงานที่ออกแบบไว้ ✓

4.5 ส่วนเอาต์พุต

ผลการทดลองที่ได้คือ

- ถ้าเราเคลียร์บิตใดของพอร์ตเอาต์พุต ขาดตรงบิตนั้นจะเป็น 0 โวลต์ ทรานซิสเตอร์ไม่นำกระแส LED ไม่สว่าง และ รีเลย์ไม่ปิด /

- ถ้าเราเซตบิตใดของพอร์ตเอาต์พุต ขาดตรงบิตนั้นจะมีค่าประมาณ 4 โวลต์ / ทำให้ทรานซิสเตอร์นำกระแส LED สว่าง และ รีเลย์ปิด /

ผลการทดลองการใช้งานคือ เครื่องสามารถทำงานได้ถูกต้องตามที่ออกแบบไว้คือ

- กรณีการสั่งงานที่ตัวเครื่อง เมื่อกดสวิตช์ตรงส่วนสร้างพัลส์ รีเลย์จะปิด แล้วกดคีย์ตามเงื่อนไข เครื่องจะสามารถตรวจสอบสถานะของเครื่องใช้ไฟฟ้า และสามารถสั่งให้เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ต้องการนั้นเปิดหรือปิดได้ตามต้องการ และถ้าไม่มีการกดคีย์ภายใน 15 วินาทีหลังจากที่รีเลย์ปิด รีเลย์ก็จะเปิดออก ทำให้ต้องสั่งงานโดยการกดสวิตช์สร้างพัลส์ใหม่อีกครั้ง

- กรณีการสั่งงานทางโทรศัพท์ เมื่อมีโทรศัพท์เข้ามา วจนกริ่งดังครบ 7 ครั้ง (ประมาณ 30 วินาที) เครื่องจะทำการยกหูอัตโนมัติ และดำเนินการเหมือนกับการสั่งงานที่ตัวเครื่องทุกประการ และถ้าโทรศัพท์เข้ามาแล้วมีคนรับสาย หรือผู้โทรเข้ามาวางหูไปก่อนที่กริ่งจะดังครบ 7 ครั้ง รีเลย์ก็จะไม่ปิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5 สรุปและวิจารณ์

ในปฏิญญาพันธฉบับนี้ โครงการที่ได้ทำการทดลองไปแล้วในเทอมแรกได้แก่ส่วนสร้างสัญญาณพัลส์จากสัญญาณกริ่งเรียกของโทรศัพท์ ส่วนการสั่งงานที่ตัวเครื่องและส่วนถอดรหัสสัญญาณโทน DTMF ซึ่งผลการทดลองเป็นที่น่าพอใจคือเป็นไปตามทฤษฎีทุกประการ โดยระดับสัญญาณต่าง ๆ อาจมีการคลาดเคลื่อนไปบ้าง แต่ก็ยังใกล้เคียงกับทางทฤษฎีอยู่

ส่วนที่ได้ทำการทดลองในเทอมนี้ก็คือ การสร้างโปรแกรมเพื่อนำไปควบคุมส่วนเอาต์พุต สำหรับเครื่องใช้ไฟฟ้า 8 ตัว และได้เพิ่มเติมส่วนตรวจสอบสถานะของเครื่องใช้ไฟฟ้าโดยใช้สัญญาณเสียงความถี่สูงและความถี่ต่ำแสดงสถานะการเปิดและปิดตามลำดับ ซึ่งผลที่ได้จากการทดลองคือ เครื่องควบคุมสามารถทำงานตามที่ออกแบบไว้

แนวทางการพัฒนาต่อไปจะขึ้นอยู่กับโปรแกรมการใช้งานซึ่งจะบรรจุลงใน EPROM ที่เชื่อมต่อกับ 8031 ซึ่งสามารถทำให้เครื่องควบคุมนี้มีความสามารถมากขึ้น เช่น

- ในการควบคุมอาจพัฒนาโปรแกรมให้มีคำสั่งควบคุมที่มากขึ้น เช่นการตั้งเวลาในการปิดเปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าได้
 - ในการสั่งงานอาจพัฒนาให้มีการตอบกลับมายังผู้ควบคุมทราบด้วยความที่ได้สั่งงานไปแล้วนั้น ควบคุมได้สำเร็จตามคำสั่งหรือไม่ เป็นต้น
- สำหรับข้อเสียของอุปกรณ์ควบคุมนี้ก็คือมีราคาสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ก็ด้วยความช่วยเหลือให้คำแนะนำและคำปรึกษาต่าง ๆ จากอาจารย์ที่ปรึกษาคือ ดร.วิวัฒน์ กิรานนท์ จึงขอกราบขอบพระคุณมา ณ ที่นี้

นอกจากนี้ ขอแสดงความขอบคุณ

นางสาวอรอุมา พั้วรัตนอรุณกร

นางสาวชลวิภา แก้วนุช

นายกำพล คิม

นายสัญญา พินัยกุล

นายพงษ์ศักดิ์ ประสิทธิ์แสงอารีย์

นางสาวดลนภา อັตถประเสริฐกุล

นางสาวสุพินดา รังสิโยทัย

นางสาวดารณี สีสาวดี

นางสาวทิพย์วิมล ตำนวัฒนาพงษ์

นางสาวเปรมฤดี วงศ์ชูพันธ์

นางสาวดวงดาว บัวประโคน

นางสาวอรวรรณ ชิตสมบัติ

นายสกล ศรีโสภาคี

นายเจษฎา นราธิศจรรยา

ที่ได้ให้ความช่วยเหลือในการทำโครงการนี้เป็นอย่างดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

- (1) Intel Corporation, "MICROCONTROLLER HANDBOOK," Intel Corporation, 1992
- (2) Motorola, "CMOS DATA BOOK," Prepare by Technical Information Center, Third Printing, 1978
- (3) ETT Co.Ltd, "ET-8032 V2.0 MCS-51 SINGLE BOARD," ETT Co.Ltd
- (4) สุนทร วิทูลสุรพจน์.การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล 8051.กรุงเทพฯ : บริษัท เอช.เอ็น.กรุ๊ป จำกัด, 2537
- (6) สุนทร วิทูลสุรพจน์.การโปรแกรมภาษาแอสเซมบลีของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล8051.กรุงเทพฯ : บริษัท เอช.เอ็น.กรุ๊ป จำกัด,2537
- (5) สุชิน จำจด.วิศวกรรมโทรศัพท์.พิมพ์ครั้งที่ 5.กรุงเทพฯ : คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง,2536.
- (6) เขมิกอนดักเตอร์."ไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านคู่สายโทรศัพท์" ฉบับที่ 141 หน้าที่ 44-

51



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้