เครื่องตอบรับ – สั่งงานทางโทรศัพท์

(Answering & Controlling Appliances)

โดย

นายสุขสวัสดิ์ ณัฐวุฒิสิทธิ์ 33100424

นายสุเทพ มนต์ชนานนท์ 33100432

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต

สาขาวิศวกรรมโทรคมนาคม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2536

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

033231

เครื่องตอบรับ - สั่งงานทางโทรศัพท์

(Answering & Controlling Appliances)

โดย

นายสุขสวัสดิ์ ณัฏฐวุฒิสิทธิ์ 33100424

นายสุเทพ มนต์ธนานนท์ 33100432

อาจารย์ที่ปรึกษา ปราโมทย์ วาดเขียน

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นระบบควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าทางโทรศัพท์ และระบบตอบรับโทรศัพท์อัตโนมัติ โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 เบอร์ 8031 เป็นตัวควบคุมระบบทั้งหมด ซึ่งในส่วนควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้า จะใช้ไอซีเบอร์ MT8870 เป็นตัวแปลงรหัสสัญญาณ DTMF (Dual Tone Multi-frequency) จากโทรศัพท์ให้เป็นสัญญาณควบคุม แล้วส่งข้อมูลต่าง ๆ ไปตามสายไฟเอซี (AC line) ไปยังจุดที่จะควบคุม ซึ่งสัญญาณนั้น จะส่งแบบอนุกรมด้วยหลักการส่งแบบ Frequency Shift Keying (FSK)

ส่วนในระบบตอบรับโทรศัพท์ ใช้ไอซีของโตชิบาเบอร์ T6668 เป็นตัวแปลงสัญญาณเสียงเป็นดิจิตอล แล้วเก็บไว้ใน RAM เพื่อใช้ตอบรโทรศัพท์ที่เข้ามา และใช้เครื่องเล่นเทป บันทึกข้อความข่าวสารของผู้ที่โทรศัพท์เข้ามา

ABSTRACT

This thesis is answering and controling appliances system. This system is controled by MCS-51 8031 and MT8870 use for detecting DTMF signal from telephone to control applicances.The signal is sent in form FSK

IC T6668 converse speech signal to digital signal then store in RAM for answering dialer and record information's caller.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

บทที่ 1	บทนำ	1
บทที่ 2	ทฤษฎี	2
	2.1 ระบบโทรศัพท์	2
	2.2 สัญญาณพื้นฐาน	3
	2.3 สัญญาณในการติดต่อกันระหว่างเครื่องรับและเครื่องส่งโทรศัพท์	3
	2.4 ไมโครคอนโทรลเลอร์ 8031	7
	2.5 DTMF Decoder MT8870	26
	2.6 การรับส่งสัญญาณข้อมูล	30
	2.7 การเข้ารหัสสัญญาณข้อมูล	32
	2.8 ไอซีสังเคราะห์เสียง T6668	37
	2.9 วงจรขยายความแตกต่าง	41
	2.10 Addressable Asynchroncus Receiver / Transmitter (MC14469)	43
บทที่ 3	การออกแบบและการสร้าง	45
	3.1 วงจรตรวจจับสัญญาณกริ่ง	46
	3.2 วงจรถอดรหัสสัญญาณ DTMF	46
	3.3 ส่วนบันทึกข้อความ	47
	3.4 ส่วนการควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้า	56
บทที่ 4	การใช้งาน	65
บทที่ 5	การทดลองและผลการทดลอง	67
บทที่ 6	บทสรุปและวิจารณ์	68
ภาคผนวก ก	โปรแกรมการทำงานของ 8031	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

โทรศัพท์จัดเป็นอุปกรณ์การติดต่อสื่อสารที่มีประโยชน์มากอย่างหนึ่งในปัจจุบัน ซึ่งช่วยอำนวยความสะดวกในชีวิตประจำวันเป็นอย่างมาก แต่นอกจากประโยชน์ในการสื่อสารแล้วโทรศัพท์ยังสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในงานด้านต่างๆ อีกมากมาย

สำหรับปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ได้ศึกษาเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์โทรศัพท์ในงานควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าจากระยะไกล โดยติดต่อผ่านทางโทรศัพท์ โดยในการใช้งาน จะนำสัญญาณควบคุมซึ่งถูกส่งมาตามสายโทรศัพท์แปลงเป็นรหัสดิจิตอล ส่งออกไปตามสายไฟเอซี ซึ่งเครื่องใช้ไฟฟ้าที่แต่ละจุดก็สามารถกำหนดรหัสได้ โดยอุปกรณ์ควบคุมที่ปลายทาง ซึ่งจะควบคุมการทำงานเครื่องใช้ไฟฟ้าตามรหัสที่เข้ามา ซึ่งถ้าเป็นรหัสของเครื่องใช้ไฟฟ้าที่จุดนั้นก็จะยอมรับคำสั่งให้เปิดปิดต่อไป นอกจากนั้น ยังสามารถควบคุมโดยตรงที่เครื่องใช้ไฟฟ้าแต่ละเครื่องได้เช่นกัน

นอกจากส่วนของการควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าแล้วยังมีระบบตอบรับโทรศัพท์อยู่ด้วย ซึ่งจะเพิ่มประโยชน์ใช้สอยแก่โทรศัพท์มากขึ้นโดยจะมีระบบเสียงสังเคราะห์คอยบอกการใช้งานสำหรับบุคคลอื่นซึ่งโทรเข้ามาเพื่อความสะดวกในการใช้งานเพิ่มขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎี

2.1 ระบบโทรศัพท์

ระบบโทรศัพท์ คือ ระบบสื่อสารที่มีโครงข่ายชุมสายบริการระหว่างสมาชิกและผู้รู้เลขหมายสมาชิก ให้สามารถเรียกสลับคู่สนทนาธุระต่างๆ โดยลดการเดินทางที่ไม่จำเป็นลงได้

การเรียกทางโทรศัพท์ (telephone call) คือ การเรียกผ่านระบบโทรศัพท์ระหว่างสมาชิกผู้เรียกและผู้รับ

เครื่องโทรศัพท์ (telephone set) คือ อุปกรณ์สำหรับสมาชิกใช้พูดและฟังในการสนทนาระยะไกลผ่านโครงข่ายโทรศัพท์ เมื่อต้องการเรียกก็หมุนหรือกดหมายเลขผู้รับบนหน้าปัทม์

ผู้เรียก (calling subscriber) หรือสมาชิกผู้เรียก คือ ผู้เริ่มต้นการเรียก จะด้วยการแจ้งให้พนักงานช่วยต่อกับผู้รับ หมุน หรือกดหมายเลขของผู้รับเมื่อเครื่องโทรศัพท์นั้นเป็นคู่สายของเครื่องชุมสายอัตโนมัติ

ผู้รับ (called subscriber) หรือสมาชิกผู้ถูกเรียก คือ ผู้ที่ตอบรับการเรียกทางโทรศัพท์เมื่อได้ยินสัญญาณกริ่งเรียก (ringing signal)

คู่สายสมาชิก (subscriber line) คือ คู่ตัวนำกระแสไฟฟ้าที่เปลี่ยนมาจากเสียงพูดแจกจ่ายออกมาจากสถานีที่ติดตั้งเครื่องชุมสายโทรศัพท์ (บริการ) ท้องถิ่นไปยังบ้านของผู้เช่าหรือสมาชิกแต่ละรายอย่างอิสระ

เครื่องชุมสายโทรศัพท์ (อัตโนมัติ) [(automatic) telephone switching] คือ เครื่องที่ทำหน้าที่ต่อสลับคู่สายระหว่างสมาชิกผู้เรียกกับผู้รับโดยอัตโนมัติ เครื่องชุมสายโทรศัพท์มีการพัฒนาแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 สัญญาณพื้นฐาน

คือ สัญญาณที่เครื่องชุมสายโทรศัพท์จะแจ้งสภาวะต่างๆ ว่าควรทำอย่างไรซึ่งประกอบด้วย

1. สัญญาณให้หมุน (Dial Tone) ใช้เพื่อแสดงให้สมาชิกผู้เรียก ให้หมุนหมายเลขผู้รับมาได้ เป็นสัญญาณเสียงต่อเนื่อง 400 เฮิรทซ์

2. สัญญาณไม่ว่าง (busy tone) ใช้เพื่อเตือนสมาชิกผู้เรียกว่าผู้รับไม่ว่างควรวางหูก่อนระยะหนึ่งแล้วจึงเริ่มต่อใหม่ เป็นสัญญาณ 400 เฮิรทซ์ 60 ครั้งต่อนาที ดัง 0.5 วินาที เงียบ 0.5 วินาที

3. สัญญาณกริ่งเรียก (ringing tone (signal)) ใช้เมื่อการต่อทุกขั้นตอนตามความประสงค์ของผู้เรียก มายังผู้รับ เครื่องชุมสายโทรศัพท์ดำเนินการต่อสำเร็จด้วยกริ่งเรียก ผู้รับมาตอบการเรียกเป็นสัญญาณ 16 เฮิรทซ์ กร้ำกับ 400 เฮิรทซ์ แบบ AM ส่ง 0.67-1.5 วินาที เงียบ 2-4 วินาที

4. สัญญาณเรียกกลับ (ring back tone) ใช้เมื่อการต่อทุกขั้นตอน ตามความประสงค์ของผู้เรียกมายังผู้รับเครื่องชุมสายโทรศัพท์ ดำเนินการต่อสำเร็จ แจ้งให้ผู้เรียกรู้ว่าการเรียกสำเร็จ เป็นสัญญาณ 16 เฮิรทซ์ กร้ำกับ 600 เฮิรทซ์ แบบ AM ช่วงเวลาส่งและเงียบเช่นเดียวกับสัญญาณกริ่งเรียก

2.3 สัญญาณในการติดต่อกันระหว่างเครื่องส่งและเครื่องรับโทรศัพท์

เครื่องส่ง

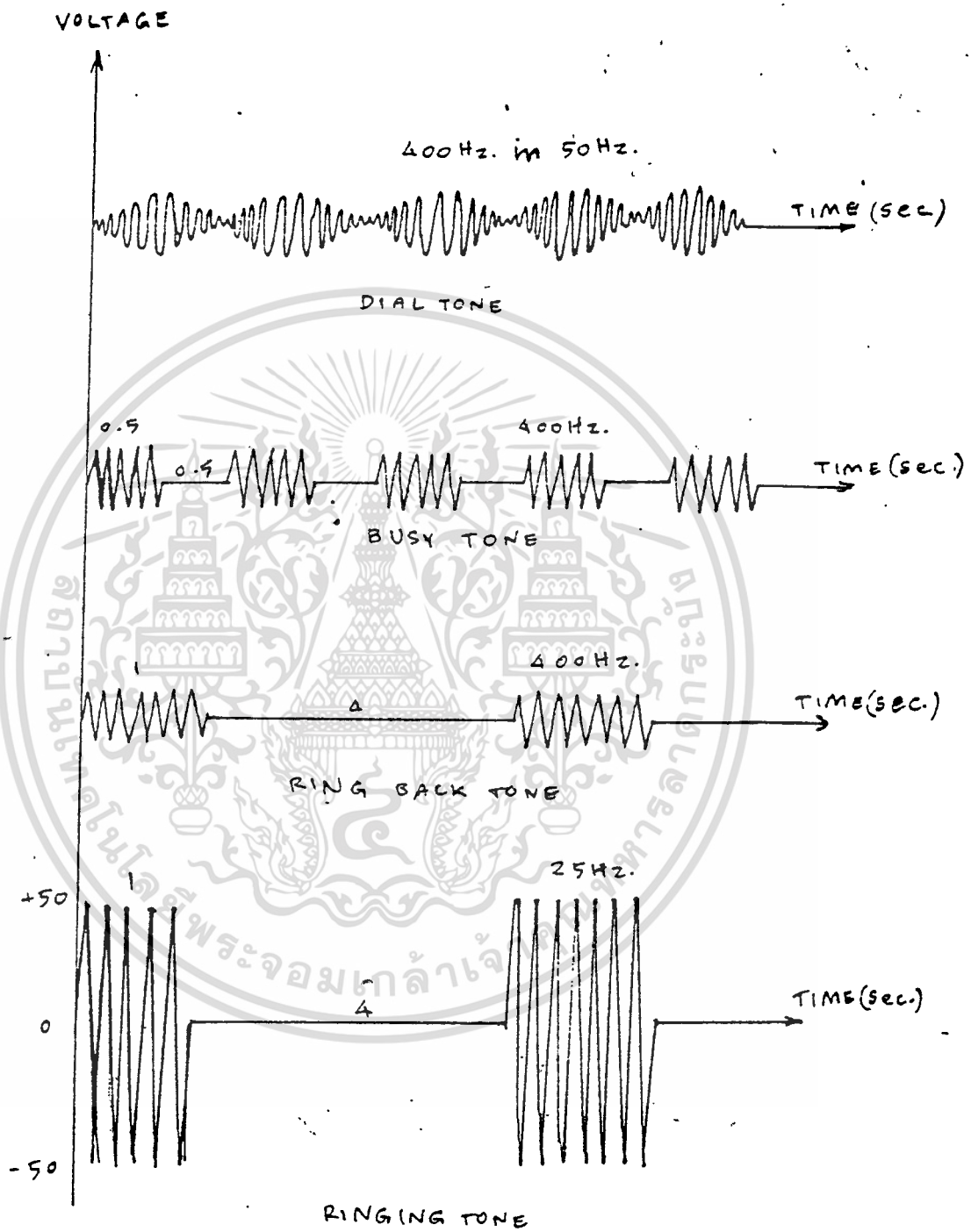
- ขณะที่ไม่ได้มีการยกหูโทรศัพท์ จะมีศักดาตกคร่อมสายโทรศัพท์เป็นสัญญาณกระแสตรง 48 โวลท์

- เมื่อผู้เรียกยกหูโทรศัพท์ ศักดาจะลดลงเหลือ 8 โวลท์ พร้อมทั้งมีสัญญาณให้หมุนซึ่งเป็นสัญญาณกระแสสลับขนาด 250 มิลลิโวลท์ ความถี่ 400 เฮิรทซ์ กร้ำความถี่ประมาณ 50 เฮิรทซ์ ซึ่งเมื่อกดรหัสสัญญาณความพี่แล้วสัญญาณให้หมุนนี้จะหายไป

- กดรหัส (code) เบอร์โทรศัพท์ทั้งหมด 7 หลัก รหัสความถี่ที่ส่งจะเป็นสัญญาณผสมสองความถี่ เป็นความถี่สูงและต่ำผสมกัน แต่ละหมายเลขจะมี DIMF อยู่หนึ่งคู่

- ขณะที่รอการรับสาย จะมีสัญญาณตอบกลับ 2 แบบ เพื่อจะบอกว่าสายว่างหรือไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 2.1 สัญญาณพื้นฐาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คือสัญญาณเรียกกลับหรือสัญญาณสายไม่ว่างตามลำดับ

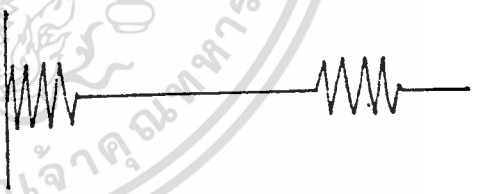
- เมื่อมีการรับสายแล้ว สัญญาณจะอยู่ที่ 8 โวลท์ โดยมีการกระเพื่อมตามลักษณะความถี่เสียง, ความดังของเสียงพูดตามสาย
- เมื่อวางหูโทรศัพท์เลิกการติดต่อ ขนาดศักดาจะกลับไปที่ 48 โวลท์ ดังเดิม

เครื่องรับ

- ขณะที่วางหูอยู่จะมีศักดากระแสตรงคร่อมสายอยู่ 48 โวลท์
- เมื่อมีสัญญาณกริ่งเรียกจะมีขนาดประมาณ 100 โวลท์ จังหวะ 1 วินาที หยุด 4 วินาที ซึ่งจะตรงกับสัญญาณเรียกกลับที่เครื่องส่ง
- จากนั้นเมื่อผู้รับยกหูโทรศัพท์ ขนาดศักดากระแสตรงจะเหลือ 8 โวลท์ และมีการกระเพื่อมจามขนาดความถี่ของเสียงพูด
- เมื่อวางหูโทรศัพท์ ขนาดศักดาก็จะกลับไปที่ 48 โวลท์ตามเดิม

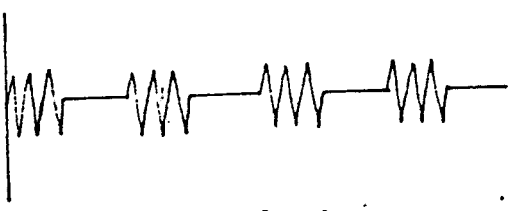
สายว่าง

(1:4 วินาที)



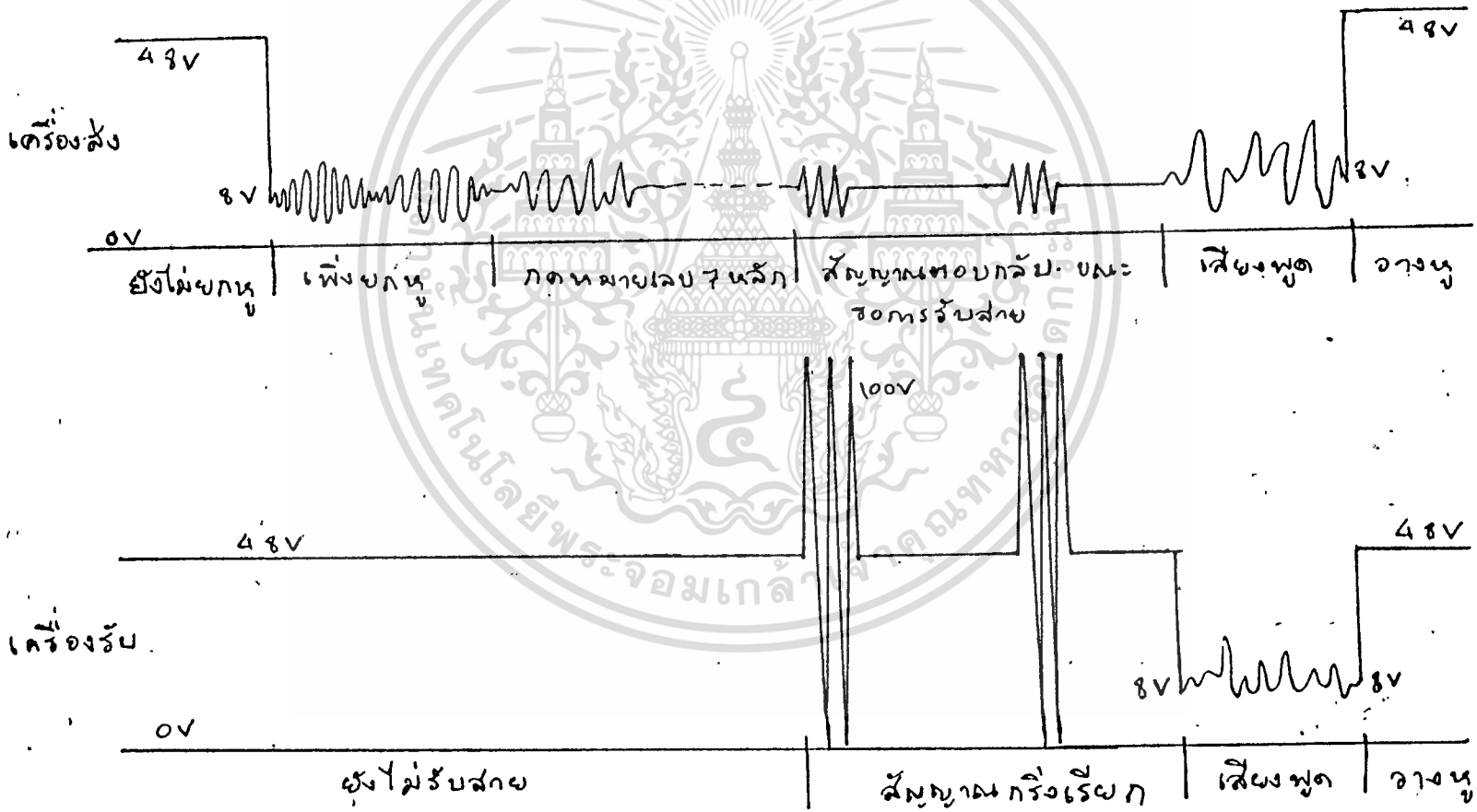
สายไม่ว่าง

(0.5:0.5 วินาที)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูป 2.2 สัญญาณสายว่างและไม่ว่าง



รูป 2.3 สัญญาณแรงดันของการสนทนาโทรศัพท์

2.4 ไมโครคอนโทรลเลอร์ 8031

2.4.1 การจัดขาและลักษณะภายนอกของ 8031

รูปที่ 2.4 แสดงการจัดขาตามลักษณะภายนอกของชิพ 8031 มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

- ขา Vss (ขา 20) เป็นขาสำหรับต่อลงดิน

- ขา Vcc (ขา 40) เป็นจาที่ต่อแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงขนาด 5 โวลท์

- ขา PORT 0 (P0.0-P0.7) (ขา 32-39) เป็นพอร์ตไอโอ 8 บิต แบบ Open Drain Bidirectional สามารถที่จะรับโหลดทีทีแอลได้ 8 ตัว การเขียนค่า '1' ลงไปที่พอร์ตนี้ จะเป็นการปล่อยลอย (Float) ขาของพอร์ตนี้ ทำให้มันทำงานเป็นอินพุต มีสถานะอิมพีแดนซ์สูง ในการให้พอร์ตนี้บริการแบบไอโอ พอร์ต 0 จะทำงานเป็นมัลติเพลกซ์ ด้วยสัญญาณแอดเดรสไบต์ต่ำกับบัสข้อมูล สำหรับการใช้งานด้านหน่วยความจำภายนอก ในการใช้งานแบบนี้จะใช้ลักษณะภายในเป็นตัวพูลอัพ พอร์ต 0 ยังใช้งานเป็นตัวส่งข้อมูลออกทางพอร์ตนี้ เมื่อใช้บริการทางด้านการตรวจสอบโปรแกรม ROM ภายใน และการโปรแกรมตัว EPROM ภายใน ถ้าใช้งานในลักษณะนี้การพูลอัพจากภายนอกต้องต่อด้วยค่า 10 กิโลโอมห์

- ขา PORT 1 (P1.0-P1.7) (ขา 1-8) เป็นพอร์ตไอโอ 8 บิต แบบ Open Drain Bidirectional พร้อมด้วยการพูลอัพภายใน ถ้าเป็นพอร์ตเอาท์พุต บัฟเฟอร์สามารถขับโหลดทีทีแอลได้ 4 ตัว พอร์ต 1 เมื่อถูกเขียนค่า '1' ด้วยโปรแกรมมันจะมีสถานะสูงด้วยการพูลอัพภายใน การให้สถานะเช่นนี้ จะเป็นการ initial ใช้งานพอร์ตนี้ให้เป็นอินพุต ขณะที่พอร์ต 1 เป็นอินพุต การให้สัญญาณลงต่ำจะเป็นการจ่ายกระแสออกเนื่องจากการพูลอัพภายใน

- ขา PORT 2 (P2.0-P2.7) (ขา 21-28) เป็นพอร์ตไอโอ 8 บิต แบบ Open Drain Bidirectional ด้วยการพูลอัพภายใน พอร์ต 2 ที่ทำหน้าที่เป็นบัฟเฟอร์เอาท์พุตสามารถจ่ายโหลดทีทีแอลได้ 4 ตัว พอร์ตจะถูกใช้งานเป็นตัวส่งแอดเดรสไบต์สูงด้วย เมื่อใช้งานร่วมกับหน่วยความจำภายนอกเพื่อให้แอดเดรสได้ถึง 16 บิต

- ขา PORT 3 (P3.0-P3.7) (ขา 10-17) เป็นพอร์ตไอโอ 8 บิต แบบพูลอัพภายในนอกจากทำเป็นพอร์ตไอโอที่สามารถรับโหลดทีทีแอล 4 ตัวแล้ว ยังใช้งานเป็นพิเศษสำหรับตระกูล MCS-51 ตามรายการข้างล่างนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขาพอร์ต	ขา	การทำงานตามฟังก์ชันพิเศษ
P3.0	10	RxD พอร์ตอนุกรมอินพุต
P3.1	11	TxD พอร์ตอนุกรมเอาท์พุต
P3.2	12	INT0 อินเตอร์รัพภายนอกตัวที่ 1
P3.3	13	INT1 อินเตอร์รัพภายนอกตัวที่ 2
P3.4	14	T0 สัญญาณกระตุ้นเข้าที่ตัวตั้งเวลาและตัวนับ 0
P3.5	15	T1 สัญญาณกระตุ้นเข้าที่ตัวตั้งเวลาและตัวนับ 1
P3.6	16	WR สัญญาณควบคุมการเรียน
P3.7	17	RD สัญญาณควบคุมการอ่าน

การที่จะให้ทำงานตามฟังก์ชันข้างบน จะต้องเริ่มโปรแกรมด้วยการส่งค่า '1' ไปแลทช์ไว้ก่อนที่ให้ทำงานตามฟังก์ชันข้างบน

- ขา RST (ขา 9) ต้องคงสถานะค่าสูงเป็นเวลาประมาณอย่างน้อยสองวัฏจักรระหว่างที่ออสซิลเลเตอร์ทำงานขณะที่ต้องการรีเซตทั้งระบบงาน

- ขา ALE/PROG (ขา 30) เป็นขาแอดเดรสแลทช์อีนาเบิ้ลด้วยการส่งพัลส์ออกไปใช้สำหรับแลทช์ค่าแอดเดรสไบท์ต่ำจากพอร์ต 0 ในระหว่างการเข้าถึงข้อมูลจากหน่วยความจำภายใน ALE จะถูกส่งสัญญาณนาฬิกาออกมา ในอัตราความเร็วคงที่ ที่ 1/8 ของความถี่ออสซิลเลเตอร์ตลอดเวลา แม้ว่าจะไม่มีการเข้าถึงข้อมูลจากภายใน ดังนั้นจึงสามารถที่จะใช้สัญญาณจากขานี้เป็นตัวตั้งเวลาภายนอกหรือเป็นความถี่สัญญาณนาฬิกา แต่อย่างไรก็ตามความถี่สัญญาณนี้จะลดความถี่ลงไปเท่าหนึ่งระหว่างการทำงานแบบการเข้าถึงของหน่วยความจำข้อมูลภายนอก ขานี้ยังใช้เป็นสัญญาณพัลส์เข้าสำหรับการควบคุมการโปรแกรม EPROM ภายในชิพ

- ขา PSEN (ขา 29) Program Storage Enable เป็นสโตรบสำหรับอ่านข้อมูลจากโปรแกรมหน่วยความจำภายนอก เมื่อชิพทำงานด้วยโปรแกรมจากหน่วยความจำภายนอก ขา PSEN จะสร้างสโตรบ ครั้งภายใน 1 แมชชีนไซเคิล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ขา EA/V_{PP} (ขา 31) มีสถานะสูง ตัว CPU ในชิพจะทำงานตามโปรแกรมที่อยู่ในหน่วยความจำภายใน การทำให้ EA มีสถานะต่ำ จะทำให้ CPU ทำงานตามหน่วยความจำภายนอก ซึ่งขยายโปรแกรมได้ยาวถึง 64 กิโลไบท์

- ขา XTAL1 (ขา 19) ใช้เป็นตัวอินพุทเข้าสู่ตัวออสซิลเลเตอร์ขยายแบบ Invert

- ขา XTAL2 (ขา 18)ใช้เป็นตัวเอาท์พุทจากตัวออสซิลเลเตอร์ขยายแบบ Invert

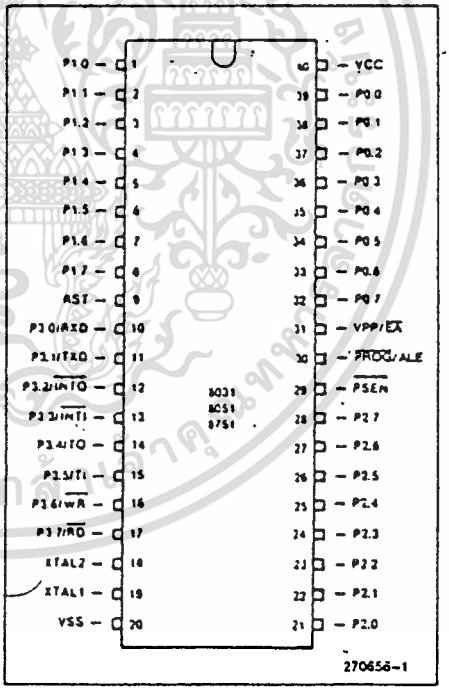


Figure 1. 8051 Family Pinout Diagram

รูป 2.4 แสดงการจัดขาของ 8031

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

033231

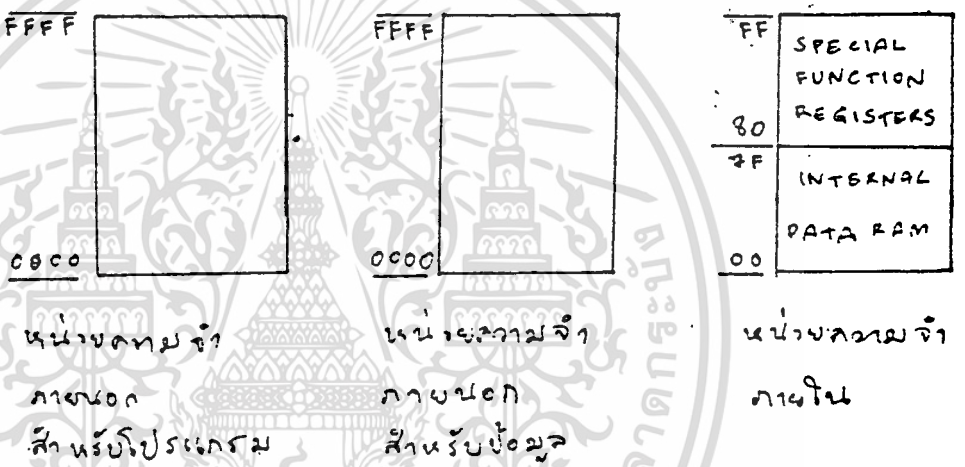
2.4.2 การจัดการหน่วยความจำ

8031 มีหน่วยความจำพื้นฐานดังนี้

1. หน่วยความจำภายนอกสำหรับโปรแกรม 64 กิโลไบท์

2. หน่วยความจำภายนอกสำหรับข้อมูล 64 กิโลไบท์

3. หน่วยความจำภายในแบบ RAM 256 ไบท์



รูป 2.5 แสดงหน่วยความจำพื้นฐาน

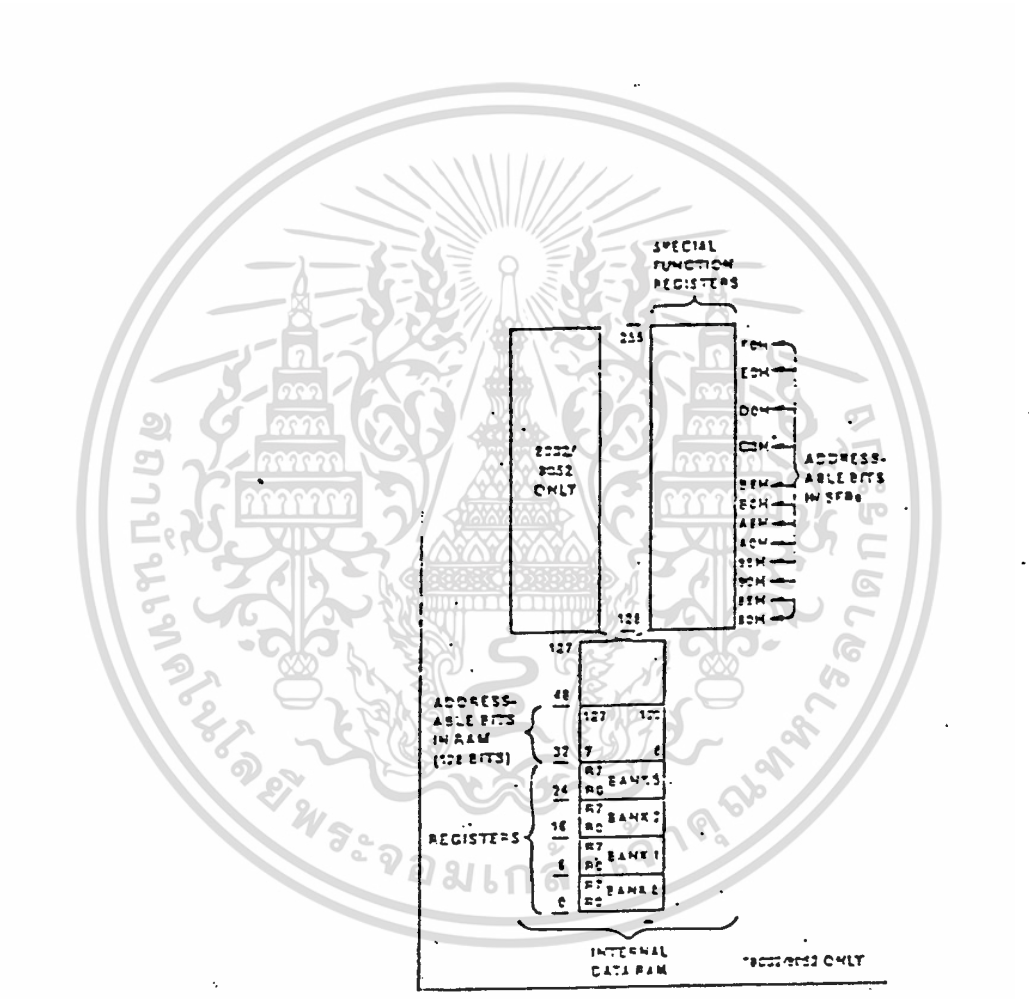
ในส่วนหน่วยความจำจะแบ่งเป็นสองส่วนหลักดังรูป 2.6

- แอดเดรส 00H ถึง 7FH เป็นหน่วยความจำปกติ (RAM) สามารถเก็บข้อมูลโดยการอ้างแอดเดรส 8 บิท และในช่วง BANK จะเป็นที่เก็บค่ารีจิสเตอร์ R (RAM Address Register) โดยสามารถกำหนดให้อยู่ในช่วง BANK 0,1,2 หรือ 3 ได้โดยเซทบิท RS1,RS0 ใน PSW รีจิสเตอร์

- แอดเดรส 80H ถึง FFH ใช้เป็นที่เก็บรีจิสเตอร์ฟังก์ชันพิเศษ (Special Function Register) การจัดแอดเดรสเหล่านี้เป็นดังรูป 2.7

นอกจากจะเก็บข้อมูลโดยอ้างแอดเดรสไบท์ในหน่วยความจำแล้ว ยังสามารถเก็บข้อมูลเป็นบิทได้ โดยอ้างจากแอดเดรสบิท ดังรูป 2.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 2.6 การจัดหน่วยความจำภายใน

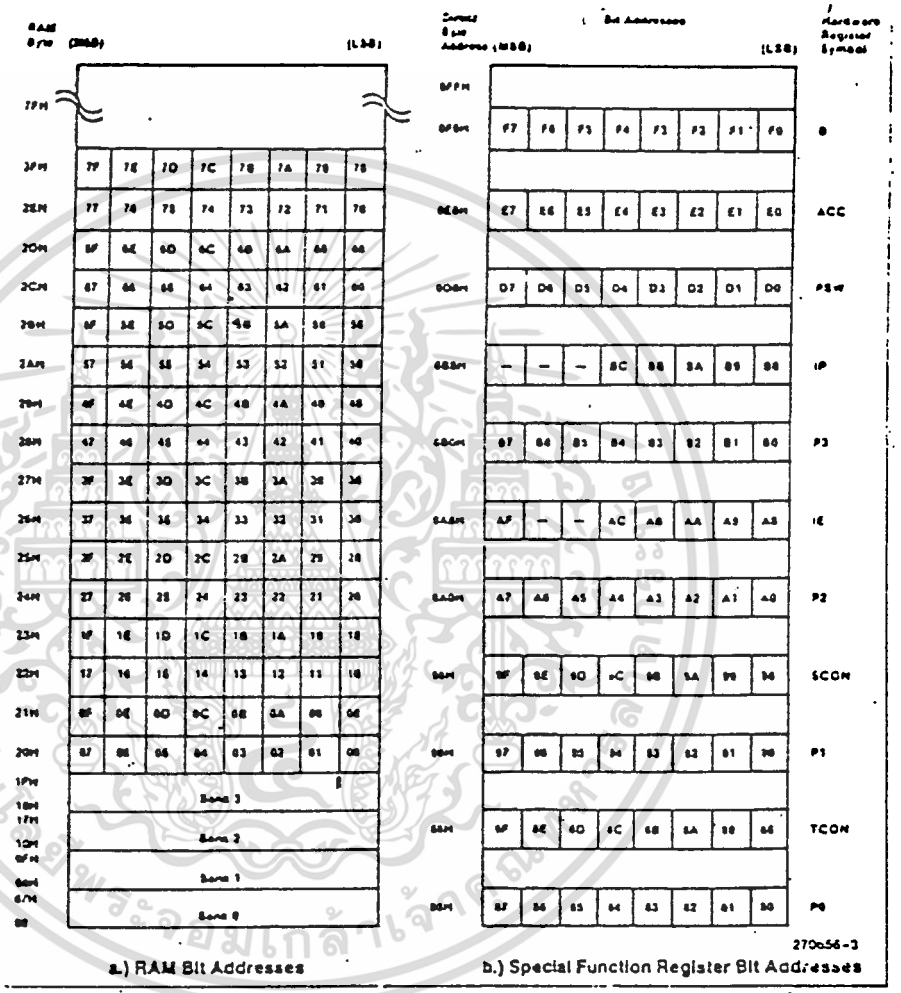
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Symbol	Name	Address
*ACC	Accumulator	0E0H
*B	d Register	0F0H
*PSW	Program Status Word	0D0H
SP	Stack Pointer	81H
DPTR	Data Pointer 2 Bytes	
DPL	Low Byte	82H
DPH	High Byte	83H
*P0	Port 0	80H
*P1	Port 1	90H
*P2	Port 2	0A0H
*P3	Port 3	0B0H
*IP	Interrupt Priority Control	0B8H
*IE	Interrupt Enable Control	0A8H
TMOD	Timer/Counter Mode Control	89H
*TCON	Timer/Counter Control	88H
*+T2CON	Timer/Counter 2 Control	0C8H
TH0	Timer/Counter 0 High Byte	8CH
TL0	Timer/Counter 0 Low Byte	8AH
TH1	Timer/Counter 1 High Byte	8DH
TL1	Timer/Counter 1 Low Byte	8BH
+TH2	Timer/Counter 2 High Byte	0CDH
+TL2	Timer/Counter 2 Low Byte	0CCH
+RCAP2H	T/C 2 Capture Reg. High Byte	0CBH
+RCAP2L	T/C 2 Capture Reg. Low Byte	0CAH
*SCON	Serial Control	98H
SBUF	Serial Data Buffer	99H
PCON	Power Control	87H

* = Bit addressable
+ = 8052 only

รูป 2.7 รีจิสเตอร์ฟังก์ชันพิเศษ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

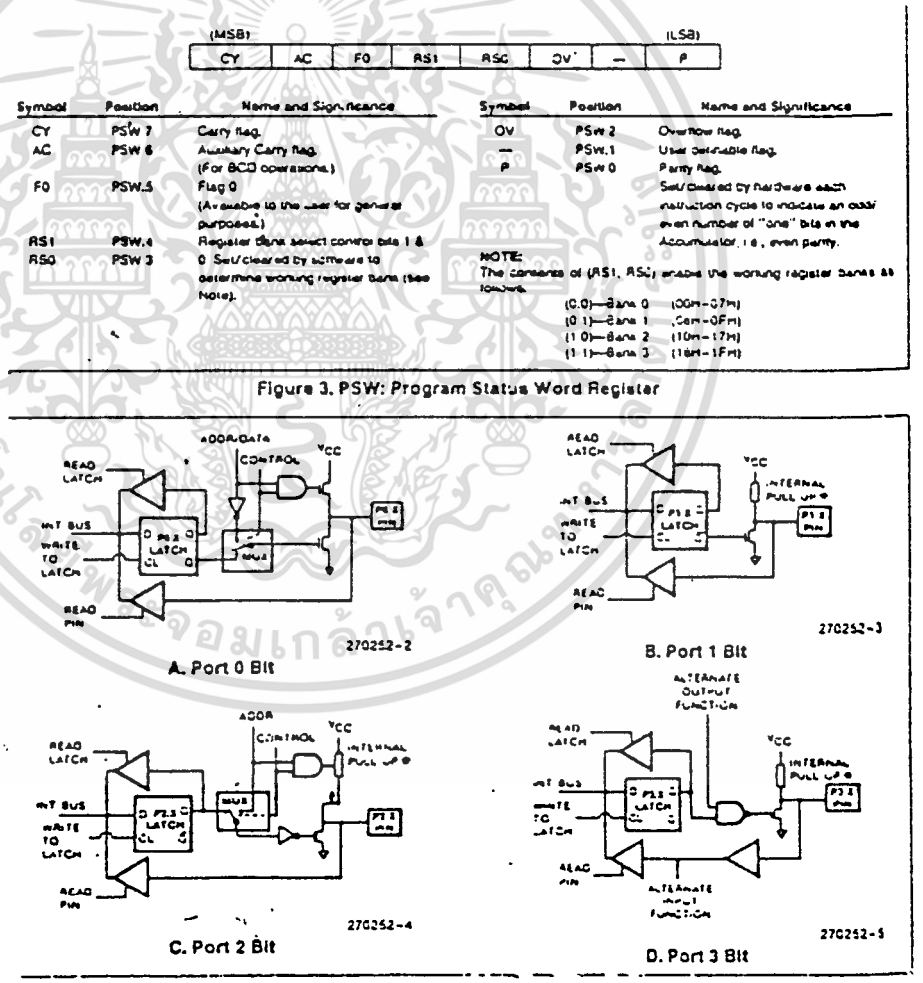


รูป 2.8 การอ้างแอดเดรสบิท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.3 โครงสร้างของพอร์ทและการทำงาน

พอร์ทของ 8031 มี 4 พอร์ท พอร์ททั้ง 4 เป็นแบบ 2 ทิศทาง (Bidirectional) พร้อมทั้งสามารถหน่วงค่าไว้ (Latch) โดยมีโครงสร้างภายในแต่ละบิทดังรูปที่ 2.9



รูป 2.9 โครงสร้างภายในของพอร์ทต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปจะเห็นได้ว่ามีตัวขับเอาท์พุทและบัฟเฟอร์อินพุท เนื่องจากโครงสร้างพอร์ท 1, 2 และ 3 ได้ติดค่าความต้านทางพูลอัพไว้ ดังนั้นเวลาจะอ่านค่าจากพอร์ทต้องป้อนค่า 1 ก่อน แล้วจึงอ่านค่าที่พอร์ทเข้ามา ส่วนในพอร์ท 0 สามารถอ่านค่าได้เลย ในทางปฏิบัติ พอร์ท 0 กับ พอร์ท 2 จะใช้ในการติดต่อหน่วยความจำภายนอก โดยใช้พอร์ท 0 รับข้อมูลด้วยในตัว ส่วนพอร์ท 1 เป็นพอร์ทว่าง ใช้ในกรณีต้องการติดตั้งอุปกรณ์เพิ่มเติม และในพอร์ท 3 จะเป็นพอร์ทควบคุมมีฟังก์ชันการทำงานดังที่ได้กล่าวมาแล้ว

2.4.4 ตัวจับเวลา/ตัวนับ (Timer/Counter)

ใน 8031 มีตัวจับเวลา/ตัวนับ 16 บิต 2 ตัว เราสามารถกำหนดฟังก์ชันการทำงานได้ที่รีจิสเตอร์ TMOD

- ฟังก์ชันการทำงานจับเวลา รีจิสเตอร์จะเพิ่มค่าทุกๆ แมชชีนไซเคิล (Machine Cycle) โดยใน 1 แมชชีนไซเคิลจะกินเวลาเป็น 1/2 ของความถี่ออสซิลเลเตอร์(Oscillator)

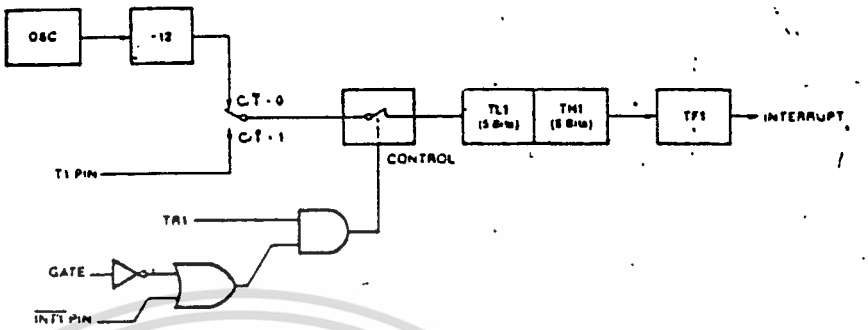
- ฟังก์ชันการทำงานเป็นตัวนับ รีจิสเตอร์จะเพิ่มค่าทุกครั้งที่ตรวจพบการเปลี่ยนสถานะจาก '1' เป็น '0' ที่ขา T0 หรือ T1 สัญญาณภายนอกจะถูกสุ่ม (sampling) ระหว่างช่วง S5P2 ของทุกแมชชีนไซเคิล (Machine Cycle) ถ้าค่าที่ได้เป็น 0 และค่าที่วัดได้ในครั้งที่แล้วเป็น 1 รีจิสเตอร์จะเพิ่มค่าอีก 1 ดังนั้นความถี่สูงสุดของสัญญาณที่สามารถวัดได้เป็น 1/24ของความถี่ออสซิลเลเตอร์

ในการทำงานทั้งตัวจับเวลาและตัวนับ สามารถกำหนดโหมดการทำงานได้ทั้งหมด 4 โหมดดังนี้

<u>โหมด 0</u> รีจิสเตอร์ที่นับจะมี 2 ตัว ตัวแรกคือ TL มี 5 บิท ตัวที่ 2 คือ TH มี 8 บิท การนับโดยรวมจึงมี 13 บิท เมื่อนับเพิ่มค่าจนเป็น "1" ทุกบิทแล้ว การนับครั้งต่อไปจะรีเซทค่ารีจิสเตอร์เป็น "0" พร้อมทั้งเกิดโอเวอร์โฟลว์ (Overflow) ไปปรับค่าแฟลก TF1 เป็น "1" การเริ่มจับเวลา/นับ จะมีขึ้นเมื่อบิท TR = 1 และ GATE = 0 หรือ INT1 = 1 ดังรูปที่ 2.10

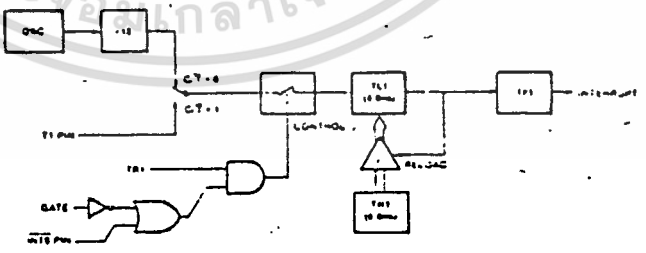
<u>โหมด 1</u> ทำงานเหมือนโหมด 0 ต่างกันที่รีจิสเตอร์ตัวจับเวลา/นับมีขนาด 16 บิท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 2.10 การทำงานในโหมด 0

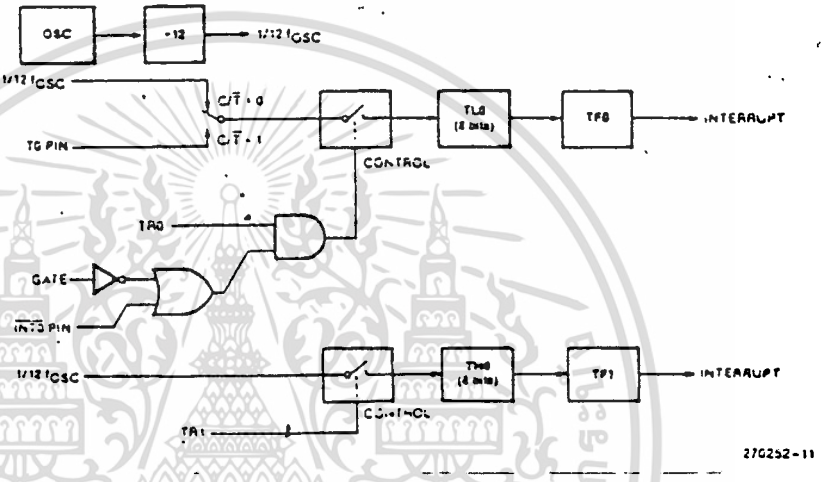
โหมด 2 ทำงานโดยเซทค่าที่ TH 8 บิท และนับค่าที่ TL 8 บิท จากนั้นทุกครั้งที่เกิดโอเวอร์โฟลว์ ที่บิท TF จะเป็น 1 และจะมีการโหลดค่าจาก TH ไปยัง TL โดยอัตโนมัติ ดังรูปที่ 2.11



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูป 2.11 การทำงานในโหมด 2

โหมด 3 จะเป็นการกำหนดให้ TL0 8 บิท เป็นตัวจับเวลา/นับ แล้วส่งสัญญาณไปเซทบิท TF0 ในขณะเดียวกัน TH0 จะถูกกำหนดให้ทำหน้าที่จับเวลา และส่งสัญญาณโอเวอร์โฟลว์ไปเซทบิท TF1 ดังรูปที่ 2.12



รูป 2.12 การทำงานในโหมด 3

ในการทำงานในโหมด 1 และ 3 จะอาศัยการทำงานของ TIMER 1 ดังนั้นในช่วงนี้จะใช้ TIMER 1 ไม่ได้ และจะต้องเซทค่า EX1 ในรีจิสเตอร์ IE ให้ไม่ทำงานด้วย (DISABLE)

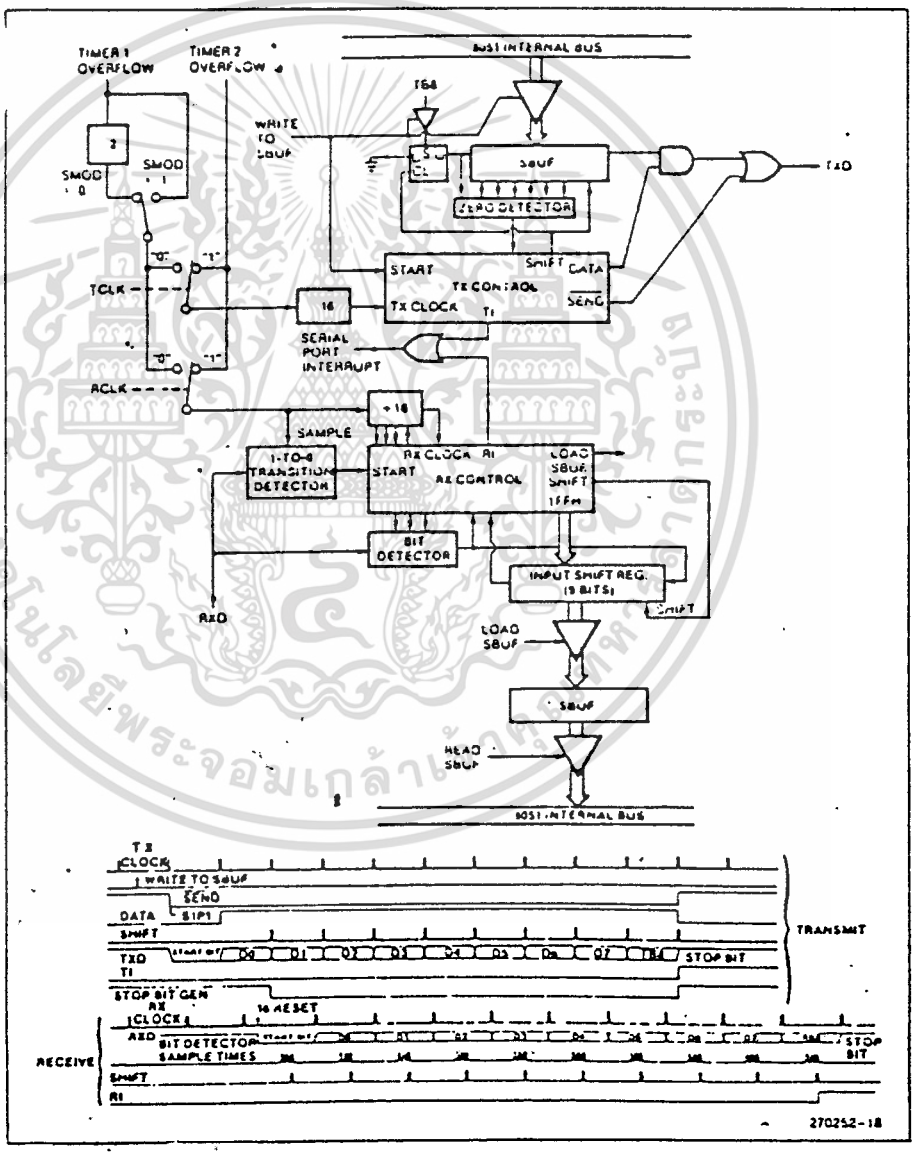
2.4.5 การใช้งานในการรับส่งข้อมูลอนุกรม

8031 สามารถรับและส่งข้อมูลได้ในเวลาเดียวกัน (Full Duplex) ในขณะที่รับข้อมูลนั้นจะมีบัฟเฟอร์ช่วยทำให้สามารถรับข้อมูลในไบท์ที่ 2 ได้ โดยที่ไบท์แรกยังไม่ถูกอ่าน อย่างไรก็ตามเมื่อรับข้อมูลในไบท์ที่ 2 ครบแล้ว ข้อมูลในไบท์แรกจะหายไป ในการรับส่งข้อมูลอนุกรมจะทำที่รีจิสเตอร์ SBUF ซึ่งใช้เป็นบัฟเฟอร์ โดยการเขียนข้อมูลไปที่ SBUF ข้อมูลนั้นจะส่งออกไปโดยอัตโนมัติ ในการรับข้อมูล ข้อมูลที่ถูกส่งมา จะมาพักที่รีจิสเตอร์ SBUF นี้ เราจึงอ่านค่าข้อมูลได้จาก SBUF นี้เอง SBUF ในการส่งและรับจะเป็นคนละตัวกัน โดย CPU จะรู้เอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการรับส่งข้อมูลแบบอนุกรม สามารถกำหนดการทำงานได้ 4 โหมดที่บิท SM0,SM1 ในรีจิสเตอร์ SCON ดังนี้

<u>โหมด 0</u> ข้อมูลอนุกรมจะรับส่งผ่านขา RXD,TXD ตามลำดับ โดยมีความเร็วในการรับส่งเป็น 1/12 ของความถี่ออสซิลเลเตอร์ มีหน่วยเป็น บิทต่อวินาที (Bit per sec.) ข้อมูลในแต่ละไบท์จะมี 8 บิท



รูปที่ 2.13 การรับส่งข้อมูลอนุกรม ในโหมด 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โหมด 1 ข้อมูลจะเป็นแบบ 10 บิท มีบิทเริ่มต้น (Start Bit) บิทข้อมูล 8 บิท และบิทสุดท้ายน (Stop Bit) และสามารถปรับความเร็วได้

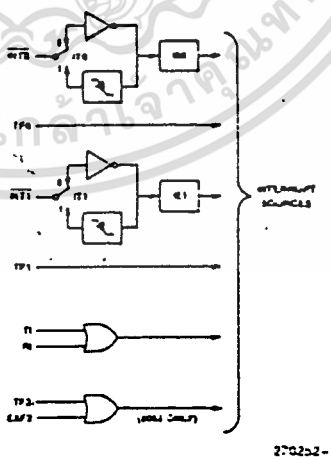
โหมด 2 ข้อมูลเป็นแบบ 11 บิท คือ บิทเริ่มต้น บิทข้อมูล 8 บิท บิทที่กำหนดค่าได้ และบิทสุดท้าย ในบิทที่กำหนดค่าได้นี้ ทำได้โดยกำหนดที่บิท TB8 ของ SCON ในการส่งและรับ บิทนี้จะถูกนำไปเก็บที่บิท RB8 ของ SCON ในทางปฏิบัติจะนิยมใช้บิทที่กำหนดค่าได้นี้เป็นพาริตี้บิท (Parity Bit) สามารถเลือกความเร็วได้เป็น 1/32 หรือ 1/64 ของความถี่ออสซิลเลเตอร์ (Oscillator)

โหมด 3 จะเหมือนโหมด 2 ทุกอย่าง แต่ความเร็วสามารถปรับได้

ในทุกโหมดการส่งข้อมูลจะเริ่มทันทีที่มีการเขียนข้อมูลไปยังรีจิสเตอร์ SBUF ส่วนในการรับข้อมูลในโหมด 0 จะเริ่มเมื่อสภาวะ RI = 0 และ REN = 1 แต่ในโหมดอื่นจะเริ่มรับข้อมูลโดย REN = 1 และมีบิทเข้ามา

2.4.6 อินเทอร์รัพท์ (Interrupt)

มีการอินเทอร์รัพท์ได้ 5 วิธี ดังรูปที่ 2.14



รูปที่ 2.14

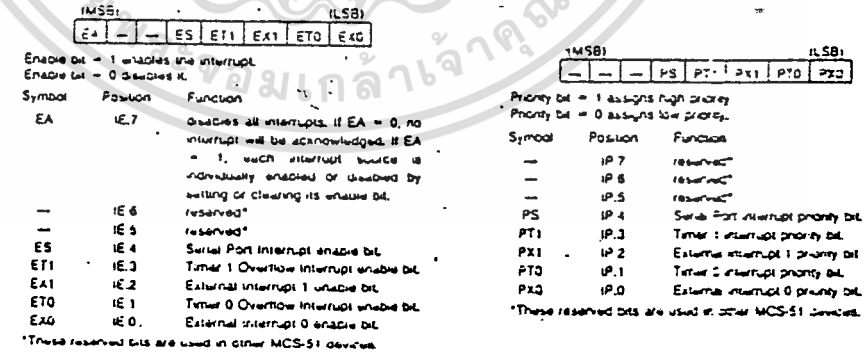
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การอินเทอร์รัพท์จากภายนอก INT0 และ INT1 สามารถกำหนดการทำงานได้ทั้งแบบระดับ (level) หรือแบบการเปลี่ยนระดับ (Transition) โดยเซทค่าที่บิท IT0,IT1 ใน TCON จะถูกเซทเป็น "0" เมื่อสิ้นชบวนการอินเทอร์รัพท์

การอินเทอร์รัพท์จากตัวจากเวลา/ตัวนับ TF0 และ TF1 ใน TCON จะถูกเซทเมื่อรีจิสเตอร์ในตัวจับเวลานั้นนับถึง 255 และถูกเคลียร์โดยฮาร์ดแวร์ เมื่อมีการชี้ไปยังตำแหน่งโปรแกรมตอบสนองอินเทอร์รัพท์แล้ว

การอินเทอร์รัพท์ทางพอร์ทอนุกรม จะถูกอินเทอร์รัพท์ จากการรับข้อมูลหรือจากการส่งข้อมูล บิท R1 และ T1 จะถูกเซทตามลำดับ และจะไม่ถูกเคลียร์โดยทางฮาร์ดแวร์เพื่อสามารถทำการตรวจเช็คการรับส่งข้อมูลในครั้งที่แล้วได้บิท R1 และ T1 จะถูกเซทตามลำดับ และไม่ถูกเคลียร์โดยฮาร์ดแวร์ เพื่อสามารถตรวจเช็คการรับส่งข้อมูลในครั้งที่แล้วได้ บิท R1 และ T1 จะถูกเคลียร์โดยซอฟท์แวร์ทุกครั้งก่อนจะมีการรับส่งข้อมูล

เราสามารถกำหนดลำดับความสำคัญในการอินเทอร์รัพท์ได้ โดยทางซอฟท์แวร์ที่รีจิสเตอร์ IP และเลือกใช้อินเทอร์รัพท์ได้โดยกำหนดที่รีจิสเตอร์ IE ดังรูปที่ 2.15

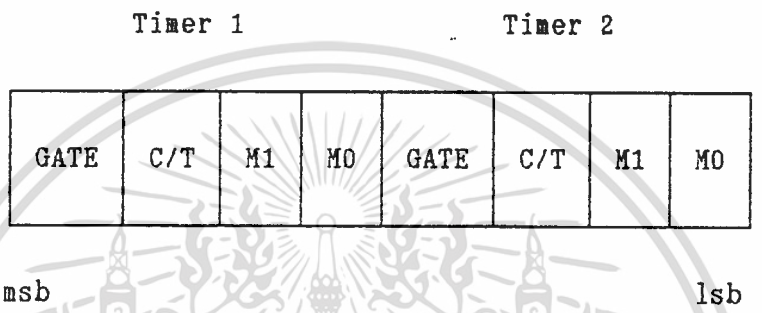


รูป 2.15.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับรีจิสเตอร์ฟังก์ชันพิเศษอื่นๆ มีลักษณะการทำงานดังต่อไปนี้

TMOD



Gate ถ้ามีค่าเป็น 0 จะเป็นตัวที่ทำให้ Timer หรือ Counter ทำงานได้

C/T เป็นตัวเลือกว่าจะใช้งานเป็น Timer หรือ Counter โดย 0 เป็น Timer และ 1 เป็น Counter

M1,M2 เป็นตัวเลือกโหมดการทำงาน

M1,M2=00 เป็นการใช้ Timer/Counter ขนาด 13 บิท

M1,M2=01 เป็นการใช้ Timer/Counter ขนาด 16 บิท

M1,M2=10 เป็นการใช้ Timer/Counter ขนาด 8 บิท โดยเป็นการเรียกค่าซ้ำเข้ามาโดยอัตโนมัติ (Auto-reload)

M1,M2=11 ใน Timer 0 เป็นการใช้ Timer/Counter ขนาด 8 บิท โดย TL0 จะถูกควบคุมตามมาตรฐาน ส่วน TH0 จะถูกควบคุมจาก TR1 ใน Timer 1 จะหยุดใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

IE

EA	X	X	ES	ET1	EX1	ET0	EX0

msb lsb

EA เป็นการควบคุมการรับอินเทอร์รัพท์ของทั้งระบบ ถ้า EA = 0 จะไม่รับอินเทอร์รัพท์ ถ้า EA = 1 การรับอินเทอร์รัพท์ จะขึ้นอยู่กับการพร้อมที่จะรับอินเทอร์รัพท์ของแต่ละตัวซึ่งจะเป็นอิสระต่อกัน

ES เป็นตัวควบคุมการรับอินเทอร์รัพท์ของ SERIAL PORT

ET1 เป็นตัวควบคุมการรับอินเทอร์รัพท์ของ Timer 1

EX1 เป็นตัวควบคุมการรับอินเทอร์รัพท์ของ INT1

ET0 เป็นตัวควบคุมการรับอินเทอร์รัพท์ของ Timer 0

EX0 เป็นตัวควบคุมการรับอินเทอร์รัพท์ของ INT0

TCON

TF1	TR1	TF0	TR0	IE1	IT1	IE0	IT0

msb lsb

TF1 เป็นแฟลกโอเวอร์โฟลว์ของ Timer/Counter 1 การเซทและเคลียร์ทำทางฮาร์ดแวร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TR1 เป็นตัวควบคุม Timer 1 ให้ทำงานหรือหยุดทำงาน การเซทและเคลียร์ทำทางซอฟแวร์

TF0 เป็นแฟลกโอเวอร์โฟลว์ของ Timer/Counter 0

TR0 เป็นตัวควบคุม Timer 0

IE1 เป็นตัวตรวจว่ามีการรับสัญญาณ INT1 หรือไม่

IT1 เป็นบิทที่กำหนดการรับสัญญาณ INT1 ว่าจะรับช่วงขาลงหรือช่วงสถานะเป็น 0 ของสัญญาณ INT1

IE0 เป็นตัวตรวจว่ามีการรับสัญญาณ INT0 หรือไม่

IT0 เป็นบิทที่กำหนดการรับสัญญาณ INT0 ว่าจะรับช่วงขาลงหรือช่วงสถานะเป็น 0 ของสัญญาณ INT0

PSW

CY	AC	F0	RS1	RS0	OV	X	P

msb lsb

CY เป็นแคร่แฟลก (Carry Flag)

AC เป็นออกซิลลารี่แฟลก (Auxillary Flag)

F0 เป็นแฟลกศูนย์ (Zero Flag)

RS1 เป็นบิทที่ใช้เลือกรีจิสเตอร์แบงก์ (Register Bank) สามารถตั้งและลบด้วยซอฟแวร์

RS0 แสดงการทำงานของรีจิสเตอร์แบงก์

OV เป็นแฟลกโอเวอร์โฟลว์ (Over flow)

X สำรอง

P เป็นแฟลกพาริตี้ (Parity flag) ตั้งและลบโดยฮาร์ดแวร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมายเหตุ รูปแบบการตั้งการทำงานของรีจิสเตอร์แบงก์ โดยตั้ง (RS0,RS1)

(0,0) เลือกการทำงานช่วง (00H-07H)

(0,1) เลือกการทำงานช่วง (08H-0FH)

(1,0) เลือกการทำงานช่วง (10H-17H)

(1,1) เลือกการทำงานช่วง (18H-1FH)

IP

X	X	X	PS	PT1	PX0	PT0	PX0

msb lsb

PS เป็นการทำให้ INT ของ Serial port มีความสำคัญกว่าอันอื่น

PT1 เป็นการทำให้ INT ของ Timer 1 มีความสำคัญกว่าอันอื่น

PX1 เป็นการทำให้ INT ของ INT1 มีความสำคัญกว่าอันอื่น

PT0 เป็นการทำให้ INT ของ Timer 0 มีความสำคัญกว่าอันอื่น

PX0 เป็นการทำให้ INT ของ INT0 มีความสำคัญกว่าอันอื่น

X สำรอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SCON

SM0	SM1	SM2	REN	TB8	RB8	T1	R1

msb lsb

SM0,SM1 เป็นตัวเลือกโหมดควบคุม

SM2 เป็นตัวทำให้มีการติดต่อแบบมัลติโปรเซสเซอร์ (multiprocessor) ได้ในโหมด 1,2,3 ถ้า SM2 ถูกเซทเป็น 1 จะทำให้ R1 ไม่สามารถทำงานในโหมด 0 ได้ SM2 ควรเป็น 1

REN เป็นตัวที่ทำให้สามารถรับส่งแบบ Serial ได้

TB8 เป็นบิทที่ 9 ของข้อมูลที่จะส่งไปในโหมด 2,3

RB8 เป็นบิทที่ 9 ของข้อมูลที่จะส่งไปในโหมด 2,3 แต่ในโหมด 1 จะเป็นค่าStop bit และในโหมด 0 จะไม่ถูกใช้

T1 เป็นตัวตรวจว่ามีการรับ INT จากการส่งข้อมูล โดยมันจะถูกเซทเมื่อการส่งเสร็จสมบูรณ์และถูกเคลียร์ทางซอฟแวร์

R1 เป็นตัวตรวจว่ามีการรับ INT จากการรับข้อมูล โดยมันจะถูกเซทเมื่อการส่งเสร็จสมบูรณ์และถูกเคลียร์ทางซอฟแวร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 DTMF DECODER MT8870

ในการตรวจสอบสัญญาณที่กดมาจากต้นสาย เราจะใช้ MT 8870 ในการถอดรหัสโดย MT 8870 ซึ่งผลิตโดยบริษัทมิเทล (MITEL) ใช้ตัวสร้างความถี่ (Oscillator) ขนาด 3..579 เมกะเฮิรทซ์ ในการสร้างสัญญาณนาฬิกา

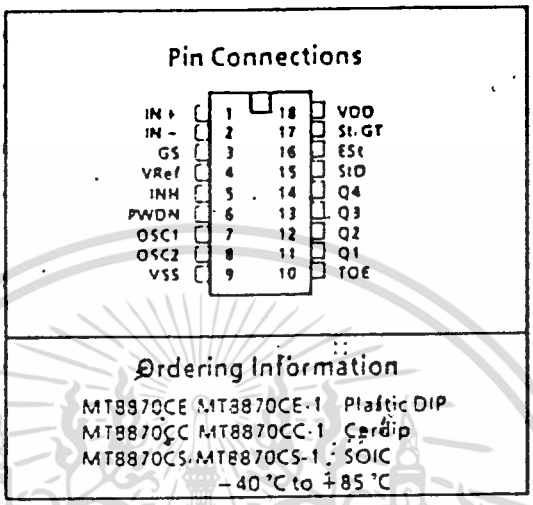
2.5.1 คุณสมบัติของ MT8870

- เป็นตัวรับและถอดรหัสความถี่ (DTMF Decoder)
- กินไฟน้อย ใช้ไฟเลี้ยงระดับเดียวกับ TTL
- สามารถตั้งอัตราขยายภายในตัวไอซีได้
- สามารถปรับการ์ดไทม์ (Guard Time) ได้

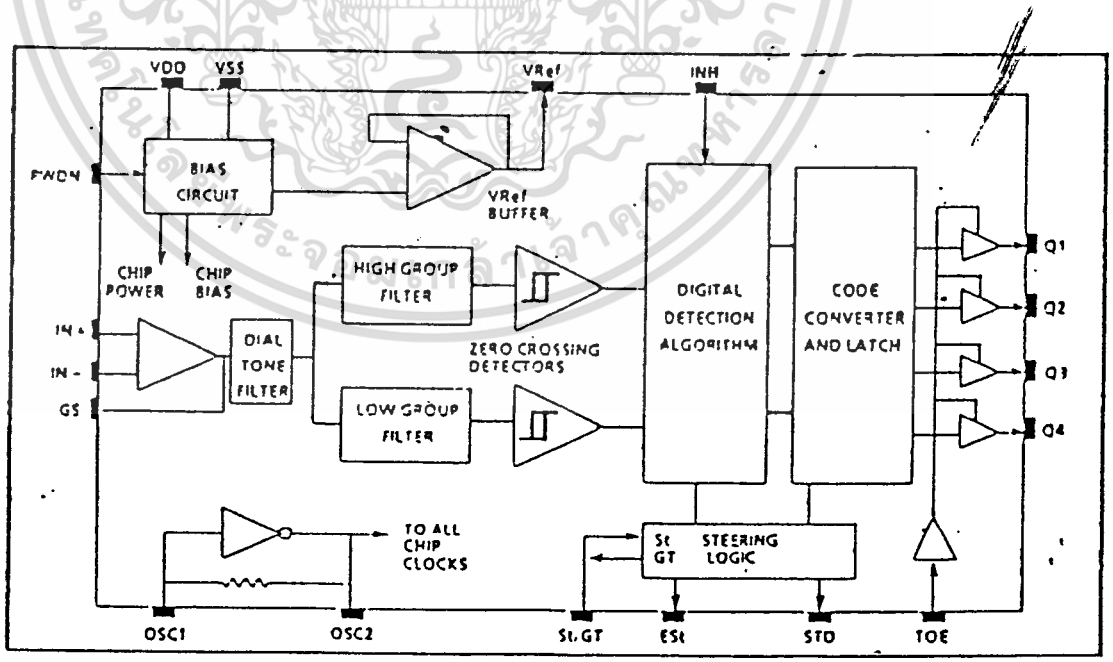
2.5.2 โครงสร้างของ MT8870

โครงสร้างภายในของ MT8870 ประกอบไปด้วยวงจรกรองความถี่และวงจรถอดรหัสทางดิจิตอล เป็นไปซีที่สร้างโดยใช้เทคโนโลยี ISO^2 -CMOS ในส่วนของวงจรกรองความถี่ใช้เทคนิคของสวิทช์คาปาซิเตอร์ฟิลเตอร์ สำหรับกรองความถี่สูงและต่ำ ส่วนวงจรถอดรหัสใช้เทคนิคการนับทางดิจิตอลเพื่อตรวจจับและถอดรหัสทั้ง 16 ความถี่ออกเป็นเลขฐานสองขนาด 4 บิท และเช็คช่วงเวลาที่สัญญาณเข้ามา ส่วนภายอินพุทเป็นออปแอมป์ ซึ่งสามารถปรับอัตราขยายได้โดยต่ออุปกรณ์ภายนอก เอาท์พุทเป็นวงจรแลทช์ 3 สถานะ รูปที่ 2.16 แสดงขาของ NT8870 และรูปที่ 2.17 แสดงโครงสร้างภายในของ MT8870

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 2.16 แสดงขาของ MT8870



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

รูป 2.17 แสดงโครงสร้างภายในของ MT8870

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.3 ฟังก์ชันการทำงานภายใน MT8870

ภายใน MT8870 ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 5 ส่วนคือ

- ภาคกรองความถี่ (Filter section)

ส่วนนี้จะแยกสัญญาณ DTMF ออกเป็น 2 ส่วนคือ ช่วงความถี่สูงและช่วงความถี่ต่ำ

- ภาคกรองรหัส (Decoder section)

ส่วนนี้จะถอดรหัสความถี่ที่กรองแล้วออกเป็นรหัสดิจิตอลโดยใช้เทคนิคการนับแบบดิจิตอล ค่าที่ถอดได้จากรหัสความถี่ต่างๆ เป็นดังรูปที่ 2.18

- ภาคตรวจสอบสัญญาณ (Steering circuit)

ตรวจสอบสัญญาณความถี่ที่เข้ามาว่ามีระยะเวลาตามที่กำหนดหรือไม่

- ภาคขยายสัญญาณความแตกต่าง (Differential input)

ส่วนอินพุทของ MT8870 เป็นภาคขยายออปแอมป์ที่สามารถปรับอัตราขยายได้โดยต่อวงจรภายนอกเข้ากับอินพุท

- ภาคกำเนิดความถี่ (Oscillator)

ใน MT8870 จะมีวงจรออสซิลเลเตอร์อยู่ภายในเพียงแต่ต่อคริสตอลขนาด 3.579 เมกะเฮิรทซ์ ก็สามารถใช้งานได้ทันที

การทำงานจะเริ่มโดยการรับสัญญาณ DTMF เข้ามาทางอินพุท จากนั้นจะผ่านไปทางไดอัลโทนฟิลเตอร์ (Dial tone filter) ซึ่งทำหน้าที่ป้องกันไม่ให้สัญญาณที่ไม่ใช่สัญญาณ DTMF ผ่านไป จากนั้นสัญญาณที่ผ่านมาได้ จะเข้าสู่ส่วนกรองความถี่เพื่อแยก 2 ความถี่ออกจากกัน และจะเข้าสู่ส่วนถอดรหัส ซึ่งจะถอดรหัสความถี่ทั้งสองให้เป็นรหัสไบนารีออกไปยังขา Q1-Q4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Digit	TOE	INH	EST	Q_4	Q_3	Q_2	Q_1
ANY	L	X	-	Z	Z	Z	Z
1	H	L	H	0	0	0	1
2	H	L	H	0	0	1	0
3	H	L	H	0	0	1	1
4	H	L	H	0	1	0	0
5	H	L	H	0	1	0	1
6	H	L	H	0	1	1	0
7	H	L	H	0	1	1	1
8	H	L	H	1	0	0	0
9	H	L	H	1	0	0	1
0	H	L	H	1	0	1	0
*	H	L	H	1	0	1	1
#	H	L	H	1	1	0	0
A	H	L	H	1	1	0	1
B	H	L	H	1	1	1	0
C	H	L	H	1	1	1	1
D	H	L	H	0	0	0	0
1	H	H	H	0	0	0	1
2	H	H	H	0	0	1	0
3	H	H	H	0	0	1	1
4	H	H	H	0	1	0	0
5	H	H	H	0	1	0	1
6	H	H	H	0	1	1	0
7	H	H	H	0	1	1	1
8	H	H	H	1	0	0	0
9	H	H	H	1	0	0	1
0	H	H	H	1	0	1	0
*	H	H	H	1	0	1	1
#	H	H	H	1	1	0	0
A	H	H	L	undetected, the output code will remain the same as the previous detected code			
B	H	H	L				
C	H	H	L				
D	H	H	L				

L = LOGIC LOW, H = LOGIC HIGH, Z = HIGH IMPEDANCE

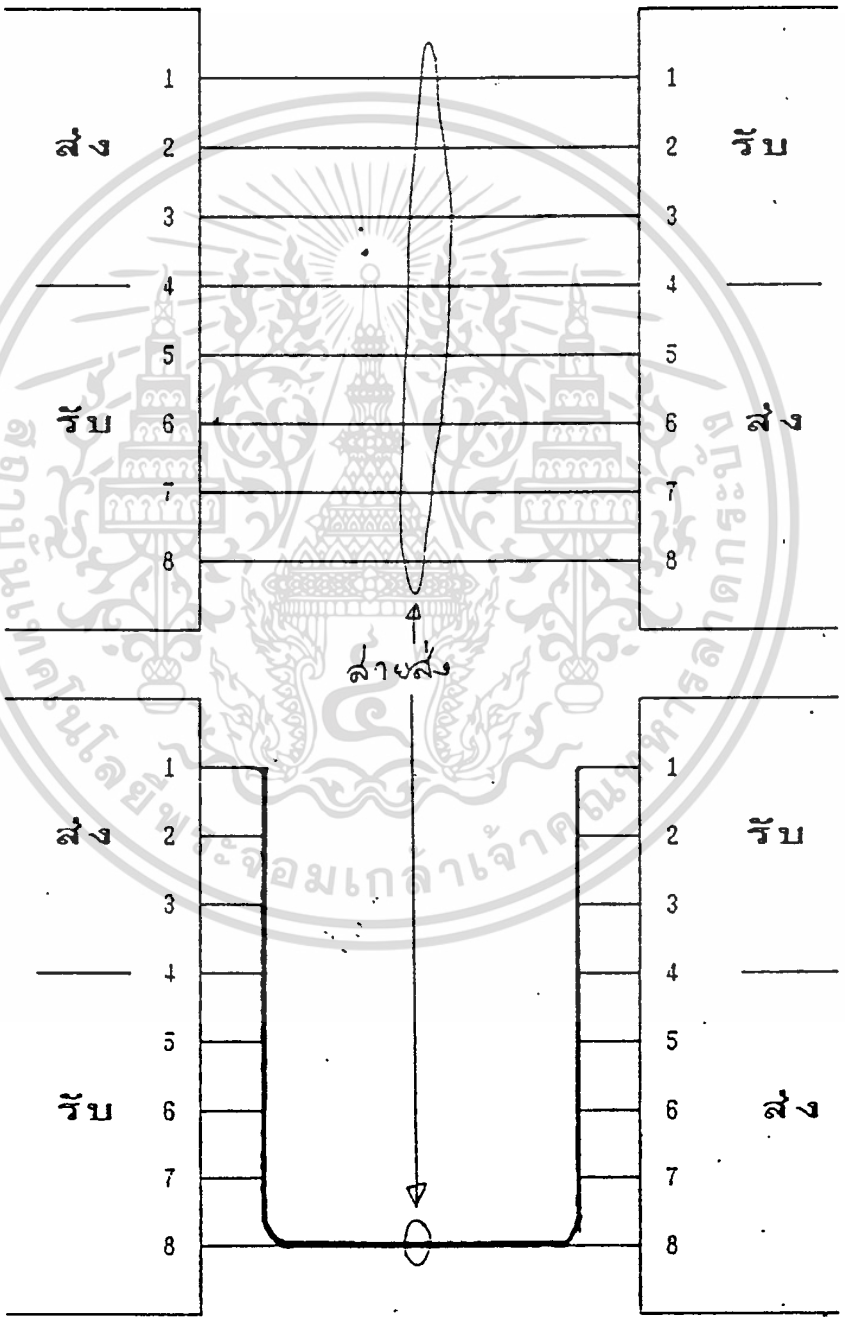
Table 1 - Functional Decode Table

รูป 2.18 แสดงค่าที่ได้จากการถอดรหัสสัญญาณโทรศัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 การรับส่งสัญญาณข้อมูล (Data Communication)

การรับส่งสัญญาณข้อมูลระหว่างแหล่งข้อมูลสองแหล่ง สามารถทำการรับส่งได้ทั้งแบบขนาน (Parallel) และแบบอนุกรม (Series) ดังแสดงในรูปที่ 2.19



รูปที่ 2.19 โครงสร้างพื้นฐานของการรับส่งข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะเห็นว่าการรับส่งข้อมูลแบบขนาน ซึ่งเป็นรูปแบบการรับส่งข้อมูลดิจิตอลนั้น จะต้องใช้จำนวนสายส่งเท่ากับจำนวนบิทของข้อมูล ซึ่งจะเป็นการสิ้นเปลือง ไม่เหมาะกับการที่จะส่งข้อมูลไปในระยะทางไกลๆ

ส่วนการรับส่งข้อมูลแบบอนุกรมนั้น เป็นการส่งข้อมูลออกไปทีละ 1 บิทต่อๆ กันไป ซึ่งจะทำให้ประหยัดสายส่งได้มาก เหมาะที่จะส่งไปในระยะทางไกลๆ สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ การส่งแบบซิงโครนัส (Synchronous) และการส่งแบบ อะซิงโครนัส (Asynchronous)

การส่งแบบซิงโครนัส เป็นการส่งข้อมูลไปเป็นชุดใหญ่ๆ ซึ่งแต่ละชุดจะประกอบด้วยหลายๆ คาร์แรกเตอร์ (character) และแต่ละคาร์แรกเตอร์ก็ประกอบด้วยข้อมูล 8 บิท โดยที่ทั้งฝ่ายรับรับและฝ่ายส่งจะใช้สัญญาณคล็อค (clock) ร่วมกัน จึงต้องมีสายส่งเพิ่มขึ้นอีก 1 เส้น สำหรับส่งสัญญาณคล็อค ดังมีรูปแบบการส่งดังต่อไปนี้

STX	STX	Controlled	Data 128 Character	CRC	EOF

(ก) แบบ Character Oriented

Start field		Controlled	Data 128 Character	CRC	Stop

(ข) แบบ Bit Oriented

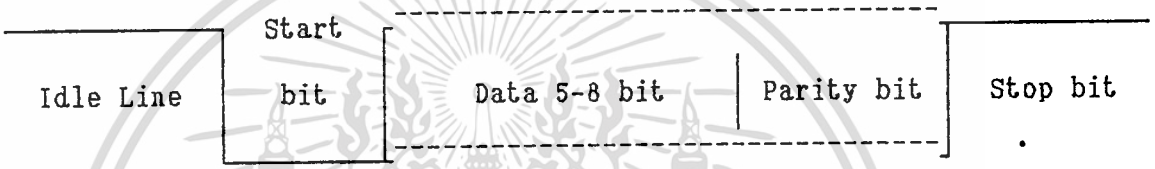
รูปที่ 2.20 รูปแบบการส่งข้อมูลแบบซิงโครนัส

ในรูปแบบของ Charracter Oriented นั้น เมื่อส่งถึงปลายทางแล้ว ตัวรับจะดึงข้อมูลออกมาใช้ทีละ 8 บิท (1 Character) ส่วนแบบ Bit Oriented ตัวรับจะดึงข้อมูลออกมาใช้ทีละ 1 บิท และทั้ง 2 แบบนั้น จะต้องมีคาร์แรกเตอร์แสดงการเริ่มการส่ง (STX-Start of

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Text) คาร์แรกเตอร์แสดงลักษณะ จำนวนชุด ทิศทาง และประเภทของข้อมูล (Controlled) คาร์แรกเตอร์ตรวจสอบความผิดพลาดของข้อมูล (CRC-Cyclic Redundancy Check) และคาร์แรกเตอร์แสดงการจบการส่งข้อมูล (EOF)

การส่งแบบอะซิงโครนัส เป็นการส่งข้อมูลออกไปทีละ 1 คาร์แรกเตอร์ โดยที่ฝ่ายรับและฝ่ายส่ง จะใช้สัญญาณคล็อคแยกจากกัน คือ ต่างฝ่ายต่างกำเนิดสัญญาณคล็อคของตัวเอง จึงทำให้ประหยัดสายส่งสัญญาณคล็อคได้ มีรูปแบบการส่งดังนี้



รูปที่ 2.21 รูปแบบการส่งข้อมูลแบบอะซิงโครนัส

นอกจากนี้ การส่งข้อมูลแบบอนุกรมนั้น ยังสามารถทำการส่งทางเดียว (Simplex) ส่งรับทีละทาง (Half Duplex) หรือส่งรับพร้อมๆ กันทั้ง 2 ทาง (Full Duplex) ก็ได้

2.7 การเข้ารหัสสัญญาณข้อมูล (Data Encoding)

การที่จะส่งข้อมูลในระยะทางไกลๆ นั้น ยังมีตัวกลางการส่งให้เลือกใช้หลายประเภท คู่สายโทรศัพท์ สายไฟบ้าน อากาศ ดาวเทียม เป็นต้น ซึ่งการที่จะส่งข้อมูลให้ได้ระยะไกล และมีประสิทธิภาพมากที่สุดนั้น จะต้องเลือกความเหมาะสมระหว่างประเภทของสัญญาณที่จะส่งกับตัวกลางให้ดี เช่น ในคู่สายโทรศัพท์ ซึ่งมี แบนด์วิธแคบนั้น ไม่เหมาะสมที่จะส่งสัญญาณดิจิตอล เพราะว่าสัญญาณดิจิตอล ประกอบด้วยสัญญาณอนาลอกที่มีความถี่มูลฐานเท่ากับความถี่ของสัญญาณดิจิตอลนั้นๆ ผสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กับฮาร์โมนิคที่ 3,5,7,9,... ของมัน ทำให้สัญญาณดิจิตอลมีแบนด์วิธกว้างมาก ดังนั้น คู่สายโทรศัพท์จึงเหมาะกับสัญญาณอนาลอกที่มีแบนด์วิธแคบและอยู่ในย่านความถี่เสียง เป็นต้น ดังนั้น การที่จะส่งข้อมูลดิจิตอลเข้าไปในคู่สายโทรศัพท์ จึงควรทำการเข้ารหัส (Encoding) จากข้อมูลที่จะส่งให้เป็นสัญญาณที่เหมาะสมกับตัวกลางเสียก่อน ซึ่งสามารถแบ่งการเข้ารหัสข้อมูลได้เป็น 4 ประเภทคือ

- Digital Data to Digital Signal
- Digital Data to Analog Signal
- Analog Data to Analog Signal
- Analog Data to Digital Signal

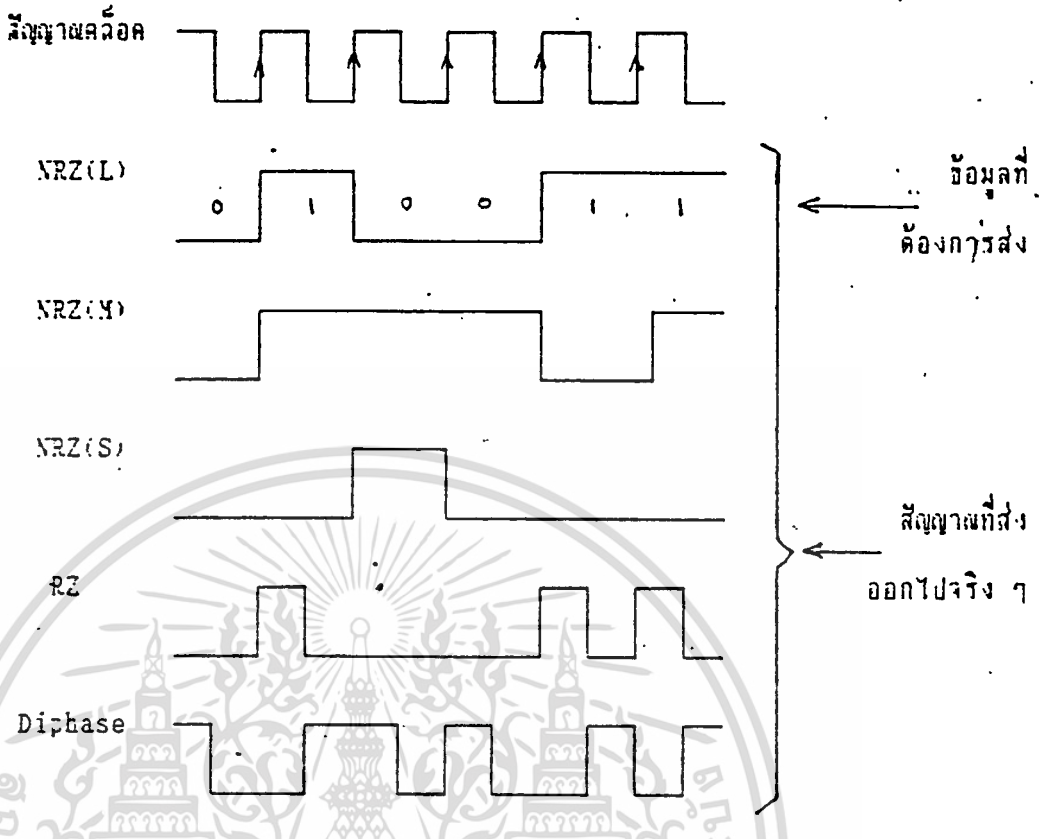
2.7.1 การแปลงข้อมูลดิจิตอลเป็นรหัสดิจิตอล (Digital Data to Digital Signal)

เป็นการนำข้อมูลดิจิตอลมาเข้ารหัสให้เป็นรูปแบบของสัญญาณดิจิตอล ซึ่งมีอยู่ด้วยกันหลายรูปแบบ โดยต้องคำนึงถึง Timing Information , Error Detection , Error Correction, Reduced Bandwidth และ Spectrum Shaping ซึ่งโดยปกติ การเข้ารหัสส่วนใหญ่จะใช้สัญญาณ 2 ระดับหรือเรียกว่าไบนารี่ (Binary) ซึ่งรหัสที่สำคัญได้แก่ Non Return to Zero (NRZ), Return to Zero (RZ) และ Diphase ดังแสดงในรูปที่ 2.22

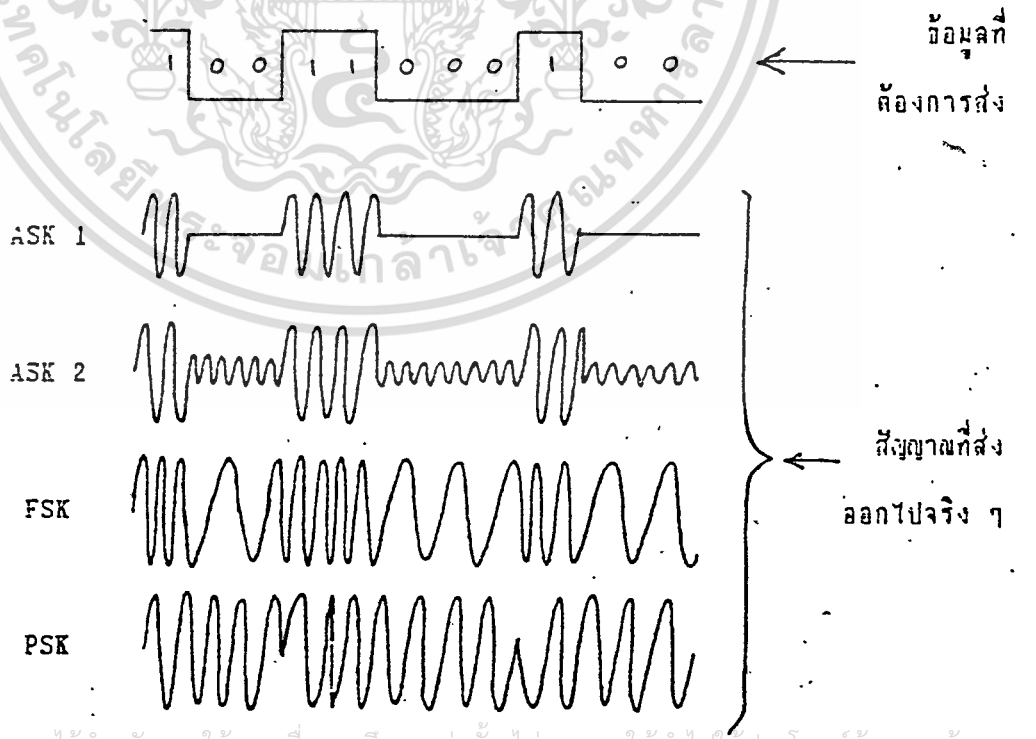
2.7.2 การแปลงข้อมูลดิจิตอลเป็นรหัสสัญญาณอนาลอก (Digital Data to Analog Signal)

เป็นการเข้ารหัสที่นำเอาข้อมูลดิจิตอลมาเปลี่ยนเป็นสัญญาณอนาลอก ซึ่งมีรูปแบบการเข้ารหัส ได้แก่ Amplitude Shift Keying (ASK), Frequency Shift Keying (FSK), Phase Shift Keying (PSK) เป็นต้น โดยที่สัญญาณอนาลอกที่จะนำมาเข้ารหัสนั้น ควรจะต้องมีความถี่สูงกว่าความถี่ของข้อมูลดิจิตอลประมาณ 4-5 เท่าเป็นอย่างน้อย ตัวอย่างการเข้ารหัสประเภทนี้ได้แสดงไว้ในรูปที่ 2.23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.22 การเข้ารหัสข้อมูลดิจิตอลเป็นรหัสสัญญาณดิจิตอล

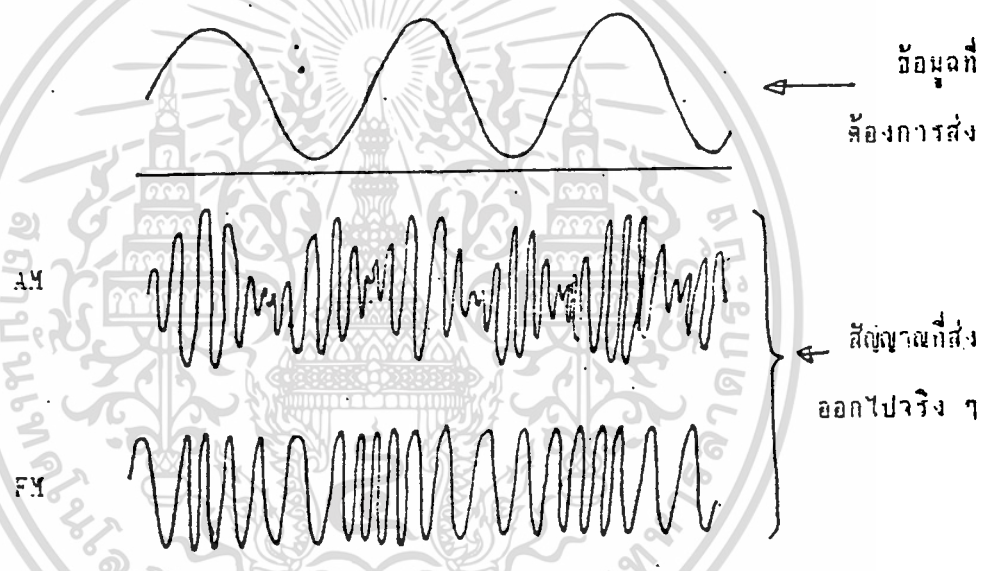


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.23 การเข้ารหัสข้อมูลดิจิตอลเป็นรหัสสัญญาณอนาลอก

2.7.3 การแปลงข้อมูลอนาลอกเป็นรหัสสัญญาณอนาลอก (Analog Data to Analog Signal)

เป็นการนำเอาข้อมูลอนาลอกมาเข้ารหัสโดยใช้สัญญาณอนาลอก และสัญญาณอนาลอกที่นำมาใช้เป็นตัวช่วยในการเข้ารหัสนั้นเรียกว่า คลื่นพาห์ (Carrier) รูปแบบการเข้ารหัสประเภทนี้ ได้แก่ แอมปลิจูดมอดูเลชั่น (Amplitude Modulation : AM) ฟรีเควนซี่มอดูเลชั่น (Frequency Modulation : FM) และ เฟสมอดูเลชั่น (Phase Modulation : PM) ดังแสดงในรูปที่ 2.24

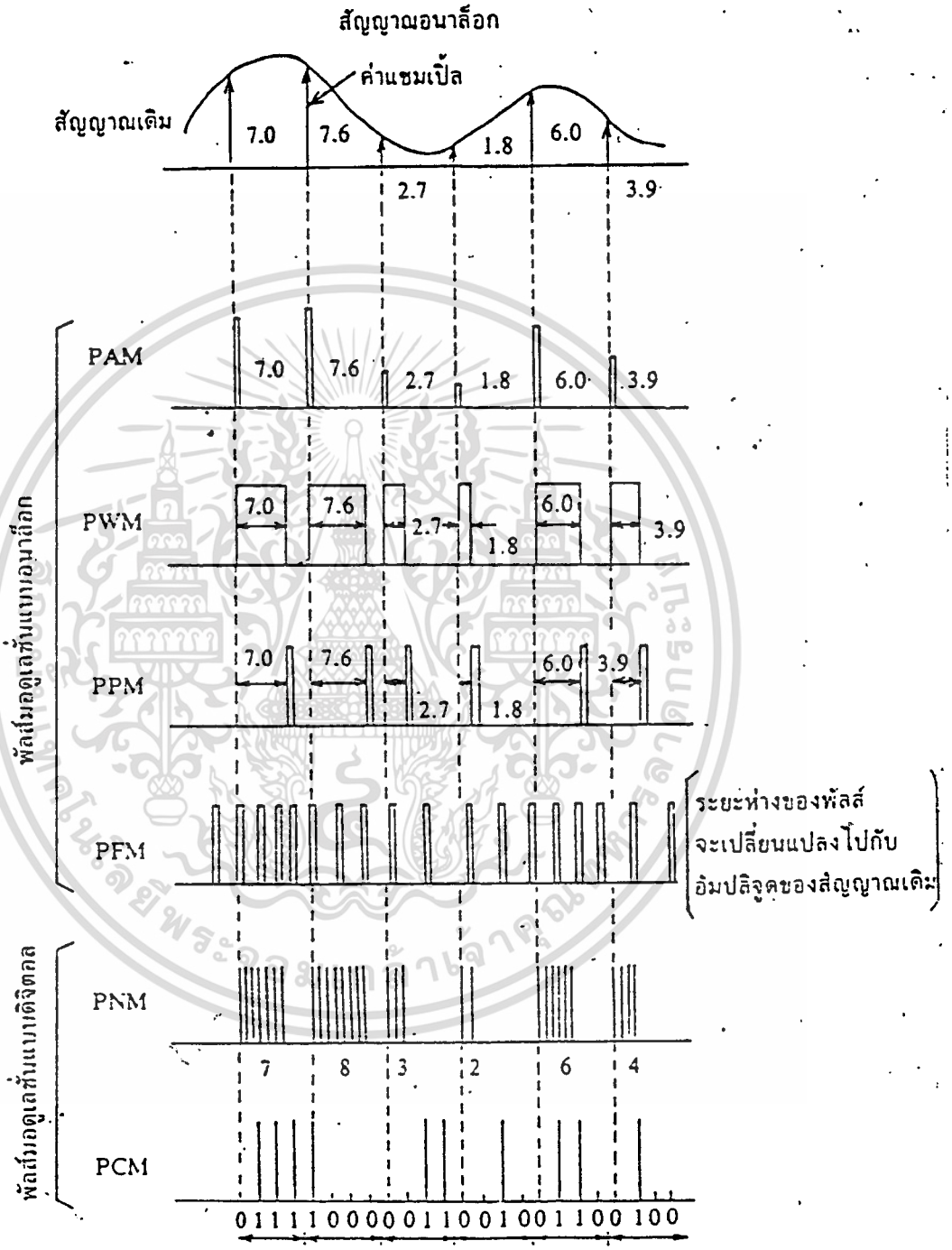


รูปที่ 2.24 การเข้ารหัสข้อมูลอนาลอกเป็นรหัสสัญญาณอนาลอก

2.7.4 การแปลงข้อมูลอนาลอกเป็นรหัสสัญญาณดิจิตอล (Analog Data to Digital Signal)

เป็นการนำเอาข้อมูลอนาลอกมาเข้ารหัสเป็นสัญญาณดิจิตอล เป็นรูปแบบการเข้ารหัสที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในด้านการสังเคราะห์เสียงได้ดี รูปแบบของการเข้ารหัสประเภทนี้มีมากมาย ได้แก่ พัลซ์แอมปลิจูดมอดูเลชั่น (PAM), พัลซ์วิธมอดูเลชั่น (PWM), พัลซ์เฟสมอดูเลชั่น (PPM), พัลซ์ฟรีเควนซี่มอดูเลชั่น (PFM), พัลซ์นัมเบอร์มอดูเลชั่น (PNM), พัลซ์โค้ดมอดูเลชั่น (PCM) และเดลต้ามอดูเลชั่น ดังแสดงในรูป 2.25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.25 พัลส์มอดูเลชั่นระบบต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- PAM : ความสูงของพัลซ์จะเปลี่ยนแปลงตามระดับแรงดัน
- PWM : ความห่างของพัลซ์จะเปลี่ยนแปลงตามแรงดัน
- PPM : ได้มาจาก PWM โดยการกำเนิดพัลซ์ที่มีความสูงและความกว้างคงที่ทุกๆ ขอบขาลงขอบ PWM ด้วยวงจรโมโนสเตเบิ้ลมัลติไวเบรเตอร์
- PFM : ความถี่ของพัลซ์จะเปลี่ยนแปลงตามระดับแรงดัน
- PNM : ได้จากการนำ PWM และสัญญาณคล็อคมา AND กัน
- PCM : เป็นการเข้ารหัสข้อมูลตามระดับแรงดัน ซึ่งมีขั้นตอนที่ค่อนข้างซับซ้อนและเป็นพื้นฐานของ Delta Modulation ซึ่งใช้ใน Project นี้

2.8 ไอซีสังเคราะห์เสียง T6668

ในการบันทึกเสียงระบบดิจิตอล ไม่ว่าจะใช้วิธีการอะไร ก็จะประกอบด้วย 3 ส่วนสำคัญ คือ ส่วนแรกทำหน้าที่แปลงสัญญาณเสียงที่เป็นอนาลอก ให้เป็นข้อมูลดิจิตอล แล้วนำไปบันทึกลงในหน่วยความจำซึ่งเป็นส่วนที่สอง และส่วนสุดท้ายคือส่วนที่ทำหน้าที่แปลงข้อมูลดิจิตอลจากหน่วยความจำออกมาเป็นสัญญาณอนาลอก

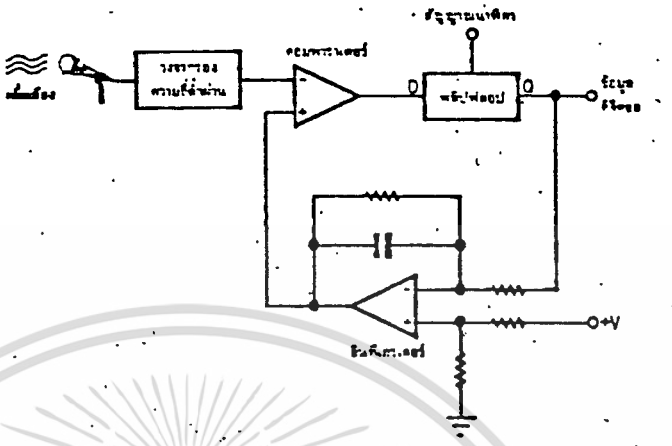
เทคนิคการบันทึกเสียงด้วยระบบดิจิตอลนั้น มีด้วยกันหลายวิธี T6668 เป็น ไอซีที่ใช้หลักการเดลต้ามอดูเลชั่น (Delta Modulation) ในการบันทึกเสียง

2.8.1 เดลต้ามอดูเลชั่น

เทคนิคของเดลต้ามอดูเลชั่น จะไม่ใช้การสุ่มสัญญาณหนึ่งจุด แล้วแปลงเป็นข้อมูลดิจิตอลหนึ่งเวิร์ดที่มีความละเอียดเป็นจำนวนบิทที่ต้องการ (ซึ่งเป็นหลักการของ PCM) แต่จะใช้วิธีเปรียบเทียบความสูงหรือการเปลี่ยนแปลงของสัญญาณเสียงแทน

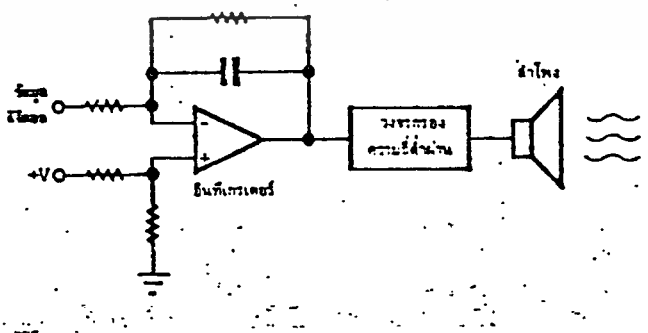
ข้อมูลที่ได้ก็คือ ทิศทางของการเปลี่ยนแปลง ซึ่งก็มีเพียง ขึ้น หรือ ลง เท่านั้น ดังนั้นความกว้างของข้อมูลดิจิตอล จึงใช้เพียงบิทเดียวก็เพียงพอ ข้อดีของวิธีการเดลต้ามอดูเลชั่นก็คือใช้หน่วยความจำน้อยกว่าวิธีการแบบอื่นๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



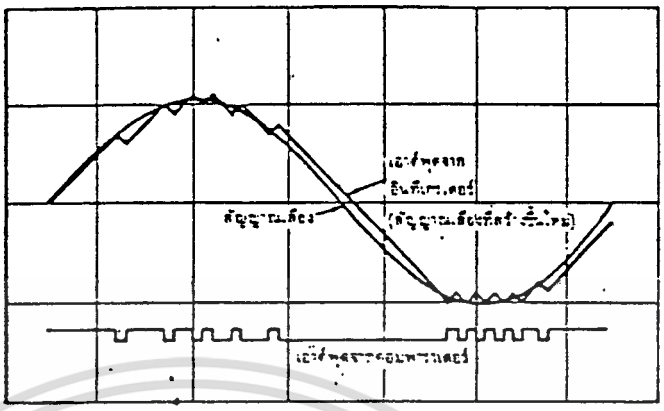
รูปที่ 2.26 วงจรเบื้องต้นของเดลต้ามอดูเลชั่นในส่วนแปลงสัญญาณเสียงเป็นดิจิตอล

รูปที่ 2.26 เป็นวงจรเบื้องต้นของเดลต้ามอดูเลชั่น คอมพาราเตอร์จะทำหน้าที่เปรียบเทียบสัญญาณอินพุทปัจจุบันกับสัญญาณอินพุทก่อนหน้า ซึ่งได้จากการป้อนกลับมายังอินทิเกรเตอร์ เอาท์พุทจากการเปรียบเทียบ ถูกป้อนผ่านฟลิปฟลอปที่ควบคุมด้วยสัญญาณคล็อคเพื่อให้ได้เป็นข้อมูลดิจิตอล ซึ่งก็คือการกำหนดอัตราการสุ่มสัญญาณนั่นเอง



รูปที่ 2.27 วงจรที่ใช้แปลงกลับจากข้อมูลดิจิตอลเป็นสัญญาณเสียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.28 เปรียบเทียบสัญญาณอินพุทกับข้อมูลที่ได้สัญญาณอนาลอกจากอินทีเกรเตอร์

สัญญาณที่ได้จากตัวเปรียบเทียบ และจากอินทีเกรเตอร์เปรียบเทียบกับสัญญาณอินพุท แสดงในรูปที่ 2.28 ลักษณะเช่นนี้จะพบว่า ยิ่งความถี่ของสัญญาณคล็อคมีค่าสูงก็ยิ่งสามารถบันทึกการเปลี่ยนแปลงที่แคบได้มากขึ้น ทำให้ได้คุณภาพเสียงที่ดีขึ้น แต่ก็สิ้นเปลืองหน่วยความจำมากขึ้นตามไปด้วย ความถี่เท่าใดจึงจะเพียงพอคงต้องใช้การทดลองโดยการนำเอาท์พุทสุดท้ายที่เป็นข้อมูลดิจิตอลผ่านวงจรแปลงกลับในรูปที่ 2.27 แล้วฟังเสียงที่ได้ หากฟังเป็นภาษามนุษย์รู้เรื่องก็ใช้ที่ค่านั้น สำหรับเสียงพูดคุณภาพเทียบเท่าเสียงจากโทรศัพท์ซึ่งมีแถบกว้างประมาณ 4KHz. ก็ใช้เพียง 16KHz. แต่ที่ความถี่ต่ำถึง 9.6KHz. ก็ยังฟังรู้เรื่อง ความถี่นี้จะเป็นตัวกำหนดอัตราเร็วข้อมูล(bit rate) ซึ่งที่ 16 KHz. ก็เท่ากับ 1600 บิทต่อวินาที

2.8.2 CVSD

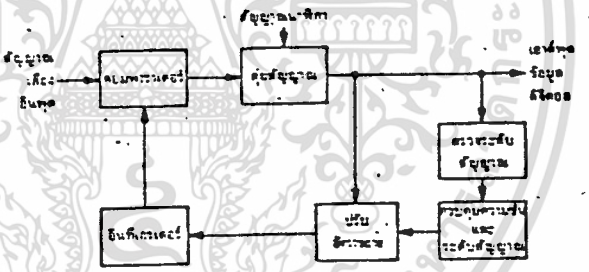
ข้อจำกัดของวิธีการเดลต้ามอดูเลชั่นก็คือ แบนด์วิธที่ใช้งาน ซึ่งถูกจำกัดโดยความถี่ของคล็อค และจะสูงกว่าความถี่สูงสุดของสัญญาณอินพุทมากกว่า 2 เท่าขึ้นไป อีกอันหนึ่งคือ ความเร็วของการเปลี่ยนแปลงความสูงของสัญญาณ หรือ ไดนามิกเรนจ์ ระบบเดลต้ามอดูเลชั่นธรรมดามีค่าไดนามิกเรนจ์แคบ จำเป็นต้องมีส่วนเพิ่มเติมที่ทำหน้าที่ขยายไดนามิกเรนจ์ให้กว้าง โดยการควบคุมอัตราขยายของอินทีเกรเตอร์ เพื่อให้ตอบสนองต่อสัญญาณที่มีความชันมากๆ ได้ทัน ระบบนี้มี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

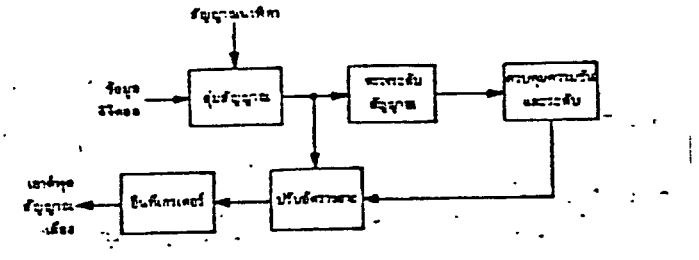
ชื่อเรียกใหม่ว่า ระบบเดลต้ามอดูเลชั่นแบบเปลี่ยนแปลงความชันต่อเนื่อง หรือ CVSD (Continuous variable slope delta modulation)

ระบบ CVSD ทั้งส่วนแปลงจากอนาลอกเป็นดิจิตอล และส่วนแปลงกลับจากดิจิตอลเป็นอนาลอก แสดงในรูปที่ 2.29 และ 2.30 ตามลำดับ วิธีการของ CVSD ก็คือ มีการตรวจระดับสัญญาณ โดยอาจใช้วิธีการจัดให้มีรีจิสเตอร์สำหรับเก็บข้อมูลดิจิตอลล่าสุดจำนวน 3 ถึง 4 บิท แล้วตรวจดูว่าเป็น 0 หมดหรือเป็น 1 หมดหรือไม่ ถ้าใช่ แสดงว่าขณะนี้อัตราขยายของอินทีเกรเตอร์ต่ำเกินไป ตอบสนองต่อความชันของสัญญาณไม่ทัน ก็จะทำการเพิ่มอัตราขยายให้สูงขึ้นเฉพาะในช่วงนั้น

ในส่วนของการแปลงกลับนั้น ก็จะต้องมีการทำงานในลักษณะเดียวกัน คือมีรีจิสเตอร์ตรวจดูข้อมูลว่าเป็น 0 หมด หรือ 1 หมดหรือไม่ แล้วจัดการควบคุมอัตราขยายของอินทีเกรเตอร์ให้สอดคล้องกัน



รูป 2.29 แผนผังการทำงานของระบบ CVSD ในส่วนแปลงจากสัญญาณเสียงเป็นดิจิตอล



รูป 2.30 แผนผังการทำงานของระบบ CVSD ในส่วนแปลงกลับจากดิจิตอลเป็นสัญญาณเสียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9 วงจรขยายความแตกต่าง (Differential Amplifier)

ดิฟเฟอเรนเชียลแอมปลิฟายเออร์ หรือเรียกสั้นๆ ว่า ดิฟแอม เป็นหลักการของวงจรที่สำคัญมากที่สุดวงจรหนึ่งในไอซี โดยลักษณะพื้นฐานแล้ว วงจรดิฟแอมจะมีหน้าที่ทำให้สัญญาณอินพุททั้งสองมาลบกัน

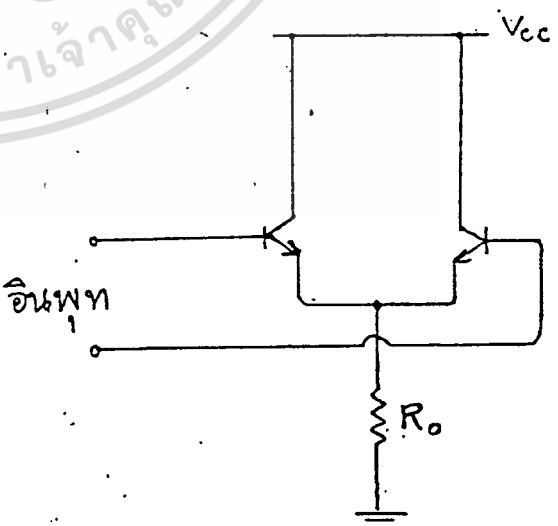
สัญญาณที่เข้าสู่ดิฟแอมมี 2 ประเภทด้วยกัน คือ สัญญาณคอมมอนโหมด ซึ่งก็คือ สัญญาณที่มีค่าเท่ากันทั้ง 2 ขาของอินพุทของดิฟแอม (เป็นลักษณะของสัญญาณรบกวน หรือ noise ซึ่งจะปะปนอยู่ทั่วๆ ไปในวงจร) และสัญญาณดิฟเฟอเรนเชียลโหมดซึ่งก็คือ สัญญาณที่ขาอินพุทข้างใดข้างหนึ่งมีค่ามากกว่าอีกข้างหนึ่ง

คุณสมบัติของดิฟแอมที่ดีคือ จะต้องมีการตอบสนองต่อสัญญาณคอมมอนโหมดแย่ที่สุด คือ ให้เอาท์พุทของสัญญาณคอมมอนโหมดมีค่าเท่ากับศูนย์ แต่ตอบสนองต่อสัญญาณดิฟเฟอเรนเชียลโหมดดีที่สุด คือ สามารถขยายสัญญาณดิฟเฟอเรนเชียลโหมดออกมาที่เอาท์พุทได้

วงจรดิฟแอมมีอยู่ด้วยกันมากมายหลายแบบ เช่น ดิฟแอมแบบทรานซิสเตอร์คู่ดิฟแอมแบบใช้อีมิตเตอร์รีจิสเตอร์ แบบใช้การต่อทรานซิสเตอร์ดาร์ลิงตัน แบบชดเชยกระแสเบส แบบใช้มอสเฟต แบบใช้ออปแอม เป็นต้น แต่ในที่นี้จะกล่าวถึงแบบที่ใช้ในโปรเจค คือ ดิฟแอมแบบใช้ทรานซิสเตอร์คู่ และแบบใช้ออปแอม

2.9.1 ดิฟแอมแบบใช้ทรานซิสเตอร์คู่

มีวงจรแสดงดังรูปที่ 2.31



รูปที่ 2.31 ดิฟแอมแบบใช้ทรานซิสเตอร์คู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าทรานส์คอนดัคแตนซ์ของสัญญาณคอมมอนโหมด $(g_{mCM}) = 1 / (2R_o)$

ค่าทรานส์คอนดัคแตนซ์ของสัญญาณดิฟเฟอเรนเชียลโหมด $(g_{mDM}) = 1 / (2r_o)$

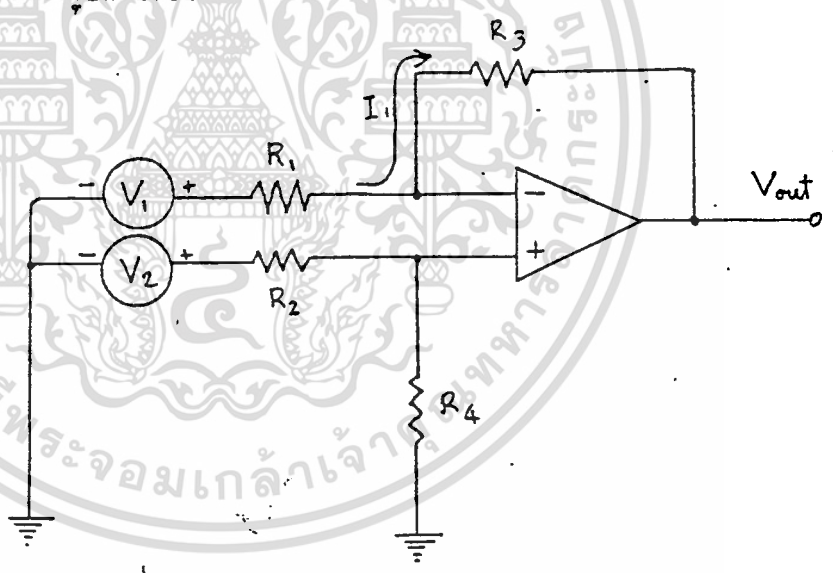
อัตราส่วนการลดของสัญญาณคอมมอนโหมด (CMRR) $= (g_{mDM}) / (g_{mCM})$

$= R_o / r_o$

ค่า r_o เป็นค่าความต้านทานภายในตัวทรานซิสเตอร์อยู่แล้ว ดังนั้น การทำให้ CMRR มีค่ามากๆ (ซึ่งหมายถึงว่าการตอบสนองต่อสัญญาณดิฟเฟอเรนเชียลโหมด จะดีกว่าการตอบสนองต่อสัญญาณคอมมอนโหมด) จึงสามารถกระทำได้โดยปรับที่ค่า R_o

2.9.2 ดิฟแอมแบบใช้ออปแอม

มีวงจรแสดงดังรูปที่ 2.32



รูปที่ 2.32 ดิฟแอมแบบใช้ออปแอม

จากการสมมติให้กระแส I_1 ไหลในทิศทางดังกล่าว และให้แรงดันที่ขาอินพุททั้งสองข้างของออปแอม (V^- และ V^+) มีค่าเท่ากันตามคุณสมบัติของออปแอมแล้ว จากการคำนวณ จะได้ว่า

$$V_{out} = [\,(R_1 + R_3).R_4.V_2\,] / [\,(R_2 + R_4).R_1\,] - [\,(R_3.V_1)/R_1\,]$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้น ถ้า $V_1 = V_2$ ก็แสดงว่า สัญญาณอินพุทนั้นเป็นคอมมอนโหมดและจากการแทนค่า $V_1 = V_2$ และ $V_{out} = 0$ ลงในสมการข้างต้น ก็จะได้ว่า

$$R_1R_4 = R_2R_3$$

จึงสรุปได้ว่า การใช้ดิฟแอมแบบใช้ออปแอมให้มีการตอบสนองต่อสัญญาณอินพุทแบบคอมมอนโหมดแย่ที่สุดนั้น สามารถทำได้โดยการนำค่าความต้านทานมาต่อตามเงื่อนไขนี้ได้เลย

2.10 ADDRESSABLE ASYNCHRONOUS RECEIVER / TRANSMITTER (MC14469)

เป็นไอซีที่ทำหน้าที่รับข้อมูลแบบขนานมาแปลงเป็นอนุกรม และรับข้อมูลแบบอนุกรมมาแปลงเป็นแบบขนาน ซึ่งสามารถกำหนดแอดเดรสบนตัวมันเองได้ จึงเหมาะสมที่จะใช้ทำหน้าที่เป็นตัวกำหนดจุดหมายปลายทางที่ต้องการติดต่อและรับสัญญาณควบคุม ที่จะถูกส่งมาแบบอนุกรม

ขั้นตอนการทำงานของ MC14469

1. เมื่อมีสัญญาณแบบอนุกรมเข้ามาที่ขา RI (Receive Input) สัญญาณคล็อคภายใน MC14469 ซึ่งจะทำงานที่ความถี่ 1/64 เท่าของความถี่ที่ขา OSC1 จะทำให้ตัวมันเช็คข้อมูลที่ถูกส่งเข้ามาทีละบิท เริ่มด้วย Start bit ตามด้วยแอดเดรสเป็นจำนวน 8 บิท ซึ่ง 7 บิทแรก จะนำมาเทียบกับสถานะที่ขาแอดเดรส (A0 - A6) ว่าตรงกันหรือไม่ บิทที่ 8 จะเป็นตัวบอกว่าเวิร์ดนั้นเป็นแอดเดรสเวิร์ดถ้ามันเป็น 1 ถัดไปเป็นพาริตี้บิท ซึ่งจะตรวจสอบดูความถูกต้องโดยวงจรลอจิกภายในตัวไอซี กำหนดให้เป็นพาริตี้คู่ (Even Parity) ท้ายสุดจะเป็น Stop bit คือบิทบอกการสิ้นสุดเวิร์ด

2. ถ้าแอดเดรสเวิร์ดที่รับมาถูกต้อง (ตรงตามที่กำหนดไว้ที่ขา A0-A6) สัญญาณที่ขา VAP จะเกิดขึ้น และจะตามมาด้วยคอมมานด์เวิร์ด ซึ่งบิทที่ 8 ของคอมมานด์เวิร์ดจะเป็น 0 เพื่อบอกว่าเป็นคอมมานด์เวิร์ด จากนั้นจะมีสัญญาณออกมาที่ขา C0-C6 ตามค่าที่ส่งมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ในการส่งสัญญาณอนุกรม เริ่มต้นการส่งเมื่อขา SEND เป็น 1 มันจะรับข้อมูลเข้าทางขา ID0-ID7 แล้วส่งออกไปก่อน ตามด้วยข้อมูลที่ขา S0-S7 จะถูกส่งตามออกไป โดยในการส่ง จะส่งแบบอนุกรมออกไปที่ขา TRO

เราสามารถกำหนดแอดเดรสบนตัว MC14469 ได้ถึง 128 (2^7) ตำแหน่งเพราะมันมีขาแอดเดรส 7 ขา จึงทำให้เราสามารถควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าได้ถึง 128 จุด

ในการใช้งานจริง ถ้าจะใช้รับทางเดียว (Simplex) ควรต่อขา ID7 เข้ากับไฟเลี้ยง ต่อขา ID0-ID6 เข้ากับขา A0-A6 ตามลำดับ ต่อขา S7 ลงกราวนด์ และต่อขา CS เข้ากับขา Send แต่ถ้าจะใช้ทั้งรับและส่ง (Full Duplex หรือ Half Duplex) ให้ต่อขา VAP กับขา Send เข้าด้วยกันเท่านั้น

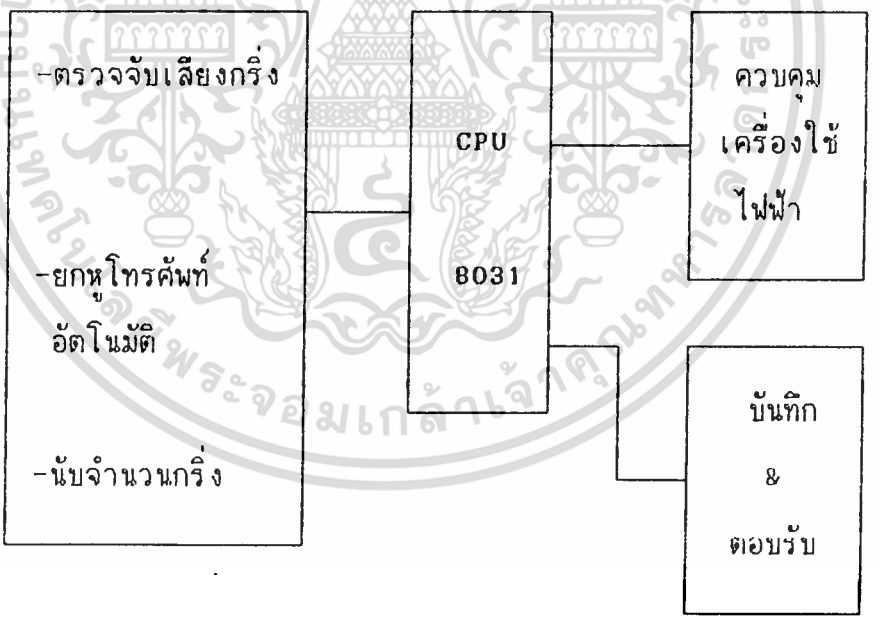
การกำหนดแอดเดรสบนตัวไอซี (ขา A0-A6) ถ้าขาใดเป็น 1 ให้ปล่อยลอย ถ้าขาใดเป็น 0 ให้ต่อลงกราวนด์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การออกแบบและการสร้าง

เครื่องควบคุมและตอบรับโทรศัพท์ติดต่อกับคู่สายโทรศัพท์โดยมี 8031 เป็นตัวควบคุมการทำงานโดยรับสัญญาณจากคู่สายโทรศัพท์ทาง MT8870 นำมาประมวลผลโดย 8031 และส่งข้อมูลออกทางพอร์ทอนุกรม สัญญาณที่ส่งออกมานี้จะถูกส่งเข้าสู่วงจร Modulation เพื่อผสมสัญญาณไปกับ AC line สัญญาณนี้จะเข้าสู่วงจร Demodulation ที่ปลายทาง ข้อมูลที่ส่งออกไปยังปลายทางนี้จะถูกนำไปเทียบกับแอดเดรสที่กำหนดไว้ ซึ่งถ้าตรงกันกับแอดเดรสของอุปกรณ์ใดก็จะทำการเปิดปิดอุปกรณ์นั้นๆ ต่อไป Block diagram ของระบบโดยรวมแสดงดังรูป 3.1



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูป 3.1 Block diagram แสดงระบบโดยรวม

3.1 วงจรตรวจจับสัญญาณกริ่ง

ในการทำงานเมื่อมีสัญญาณกริ่งโทรศัพท์เข้ามา จะต้องมีการตรวจจับสัญญาณกริ่งที่เข้ามาว่าเท่ากับค่าที่กำหนดไว้หรือไม่ ซึ่งเป็นการตรวจสอบว่ามีผู้รับอยู่หรือไม่ ซึ่งถ้าหากเท่ากับจำนวนที่กำหนดไว้แล้วก็จะทำการต่อวงจรซึ่งเปรียบเสมือนการยกหูโทรศัพท์ เพื่อให้สามารถสั่งงานต่อไปได้

การทำงานของวงจรส่วนนี้จะมีตัวเก็บประจุและวงจรบริดจ์เรคติไฟร์ (BRIDE RECTIFIRE) ทำการกรองสัญญาณไฟสลับและแปลงสัญญาณที่เข้าให้เป็นไฟกระแสตรงโดยส่งผ่านทางออปโตคัปเปลอร์ (OPTO COUPLER) ซึ่งจะให้พัลซ์ไปยังขา IO ของ 8031 ซึ่งจะนับสัญญาณกริ่งที่เข้ามา ซึ่งเมื่อมีสัญญาณกริ่งที่เข้ามามีค่าเท่ากับที่กำหนดไว้ 8031 ก็จะส่งสัญญาณโวลเตจ 5 โวลท์ออกไปยังบิท P1.7 ซึ่งจะไปทำให้วงจรดีเลย์ทำงาน

ในกรณีที่มีผู้รับสาย ซึ่งมีผลให้สัญญาณกริ่งที่เข้ามาไม่ครบตามจำนวนก็จะมีวงจรจับเวลาเพื่อทำการรีเซทโปรแกรมใหม่

3.2 วงจรถอดรหัสสัญญาณ DTMF

เมื่อมีการต่อวงจรแล้ว วงจรจะคอยรับสัญญาณ DTMF ที่เข้ามาทาง MT8870 ซึ่งจะแปลงสัญญาณที่เข้ามานี้ให้เป็นรหัสไบนารี 8031 จะอ่านค่าสัญญาณที่เข้ามาและนำไปประมวลผล และส่งค่าแอดเดรสของอุปกรณ์ออกทาง SERIAL PORT

สำหรับการส่งแอดเดรสของอุปกรณ์นี้จะใช้การส่งในโหมด 3 ของ 8031 ซึ่งการกำหนดความเร็วของการส่งนี้สามารถกำหนดได้โดยการกำหนดค่าของ TH1

การคำนวณความเร็วในการส่ง (BAUD RATE) ทำได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\text{Baud rate} = \frac{2}{32} \times \frac{\text{Oscillator frequency}}{12 \times (256 - TH1)}$$

โดยที่ SMOD = บิทรีจีสเตอร์ควบคุมที่อยู่ใน PCON (Power control register)

TH1 = Time 1 High Byte

วงจรการตรวจจับสัญญาณกริ่งและถอดรหัส DTMF แสดงดังรูป 3.2

3.3 ส่วนบันทึกข้อความ

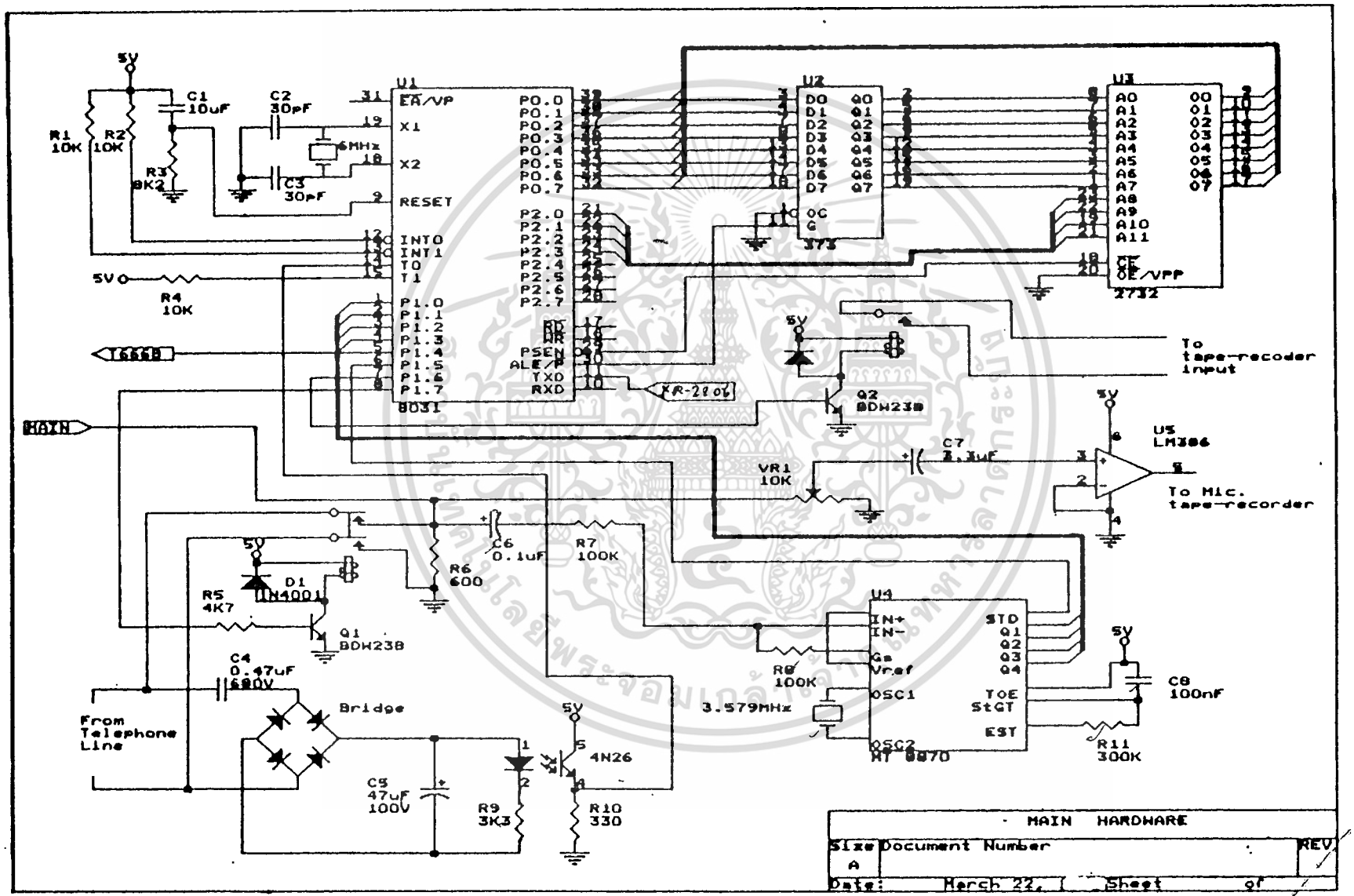
ส่วนของการบันทึกข้อความ จะใช้วงจรบันทึกเสียงพูดโดยใช้ไอซีดิจิตอลเป็นส่วนที่คอยตอบโทรศัพท์ โดยการบอกว่าให้ผู้ที่โทรเข้ามา ปฏิบัติอย่างไรบ้าง ในการที่จะบันทึกข้อความ หรือควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้า ถ้าหากผู้ที่โทรเข้ามาต้องการสั่งบันทึกข้อความ เครื่องฯ ก็จะจัดการบันทึกข้อความลงเครื่องเล่นเทปต่อไป

ส่วนบันทึกเสียงด้วยไอซีดิจิตอล ประกอบด้วยไอซี T6668 และไดนามิกแรมเบอร์ 41256 โดย T6668 ทำหน้าที่บันทึกเสียงโดยใช้เทคนิค CVSD (Continuous variable slope Delta modulation) หรือแปลเป็นภาษาไทยได้ว่า ระบบเดลต้ามอดูเลชั่นแบบเปลี่ยนแปลงความชันต่อเนื่อง ซึ่งภายในตัวไอซี T6668 จะประกอบด้วยวงจรเปลี่ยนอนาลอกเป็นดิจิตอล และส่วนของวงจรเปลี่ยนดิจิตอลเป็นอนาลอก ต่ออยู่กับไดนามิกแรมเบอร์ 41256 ขนาด 256K ใช้คริสตอบควบคุมความถี่ออสซิลเลเตอร์ ดังนั้น ขณะเราบันทึกเสียง เพื่อบอกข้อความไปยังผู้โทรมาจะบันทึกได้นาน 16 วินาที รูปร่างของไอซี T6668 เป็นไอซี 60 ขาแบบเซอร์เฟสเมาต์

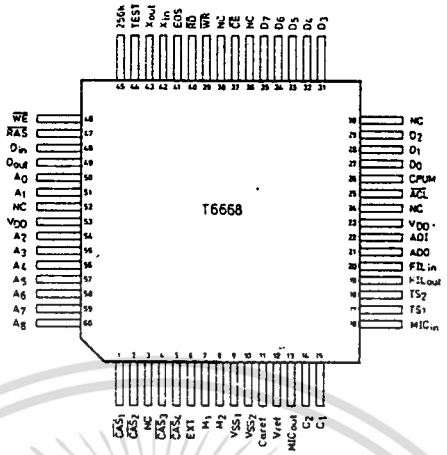
3.3.1 วงจรการทำงาน

จากวงจรในรูปที่ 3.4 เป็นวงจรบันทึกเสียงพูดด้วยระบบดิจิตอลที่สมบูรณ์วงจรหนึ่ง หัวใจสำคัญของวงจรอยู่ที่ T6668 และ 41256 ไอซี T6668 เป็นผลผลิตของบริษัทโตชิบาแห่งประเทศญี่ปุ่น เป็นไอซีชนิด CMOS LSI ลักษณะโครงสร้างภายนอกและตำแหน่งขาต่างๆ แสดงไว้ในรูปที่ 3.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 3.2 แสดงวงจรภาคส่งสัญญาณ DTMF



รูปที่ 3.3 แสดงตำแหน่งขาต่างๆ ของไอซี T6668

รายละเอียดขาใช้งานของ T6668

A_0 - A_8 : ขาแอดเดรสต่อกับแรม

D_{in}, D_{out} : ขาดาต้าต่อกับแรม

RAS, WE : สัญญาณควบคุมแรม

CAS_1 - CAS_4 : ขาเลือกแรมแต่ละตัว รวม 4 ตัว

M_1, M_2 : ใช้กำหนดจำนวนแรมที่ใช้

256 K : เลือกขนาดแรม ต่อกราวนด์ใช้ 4164 ต่อไฟบวกใช้ 41256

EOS : เอาท์พุท เป็นไฮ เมื่อจบข้อความที่บันทึก

MIC_{in}, MIC_{out} : อินพุท และเอาท์พุทของภาคขยายส่วนหน้า

AD_1, AD_0 : อินพุทสัญญาณอนาลอกที่จะนำไปแปลงเพื่อบันทึกและเอาท์พุทอนาลอกที่ได้จากการอ่าน

FIL_{in}, FIL_{out} : วงจรกรองความถี่ต่ำผ่าน

C_1, C_2 : ต่อตัวเก็บประจุภายนอก

ACL : ขารีเซ็ต แอคทีฟโลว์

X_{in}, X_{out} : คริสตอลออสซิลเลเตอร์ความถี่ 650 KHz.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CPUM, CE : ขาสัญญาณควบคุมสำหรับอินเตอร์เฟสกับ CPU

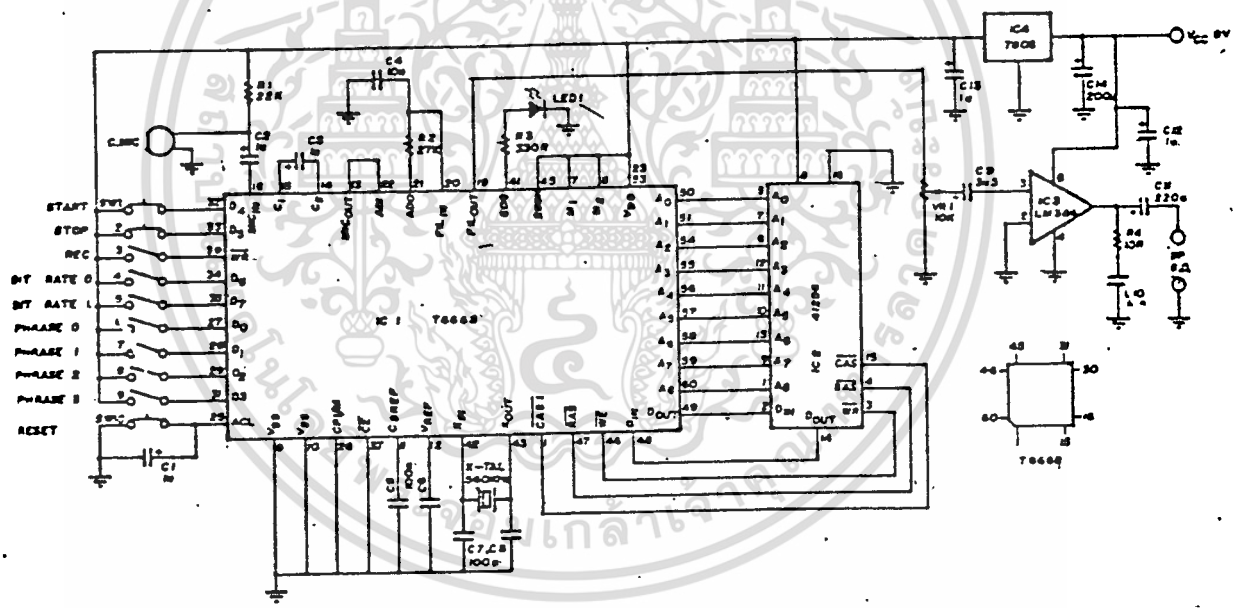
WR : ขาอินพุทสัญญาณควบคุมสำหรับเปลี่ยนไปโหมดการบันทึก

D_4, D_5 : เริ่มต้น (D_4) และหยุด (D_5) การนับของเคาน์เตอร์ภายในสำหรับการบันทึกและการเล่นกลับ

D_6, D_7 : กำหนดบิตเรต

D_0 - D_3 : เลือกหน้าของหน่วยความจำสำหรับบันทึก แบ่งได้สูงสุด 16 หน้าตามรหัสเลขฐานสอง แต่ละหน้าไม่กำหนดความยาว แล้วแต่จะกด STOP (D_5) เมื่อใด ก็จะมีการบันทึกไว้โดยอัตโนมัติ

V_{DD}, V_{SS} : ขาไฟเลี้ยงและกราวนด์



รูปที่ 3.4 วงจรสมบูรณ์ของชุดบันทึกเสียงพูด

การทำงาน T6668 จะทำการรับสัญญาณเสียงพูดเข้ามา จากนั้น จะทำการขยายแล้วเปลี่ยนจากสัญญาณอนาลอกไปเป็นข้อมูลดิจิตอล แล้วไปเก็บไว้ที่ไดนามิกแรม (DRAM) โดย CPU ภายในจะทำการเลื่อนแอดเดรสที่จะนำเข้าไปเก็บเองโดยอัตโนมัติ เมื่อทำการแปลงข้อมูลจากดิจิตอลเป็นอนาลอก จะใช้อัตรา 10 บิท D/A เพื่อเปลี่ยนกลับมาเป็นเสียงเช่นเดิม ในการอัดเข้าไปเราจะสามารถเลือกอัตราเร็วได้ 4 ค่า โดยการเลือกที่ D_6 - D_7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.1

KBPS	D_7	D_0
8	0	0
11	0	1
16	1	0
32	1	1

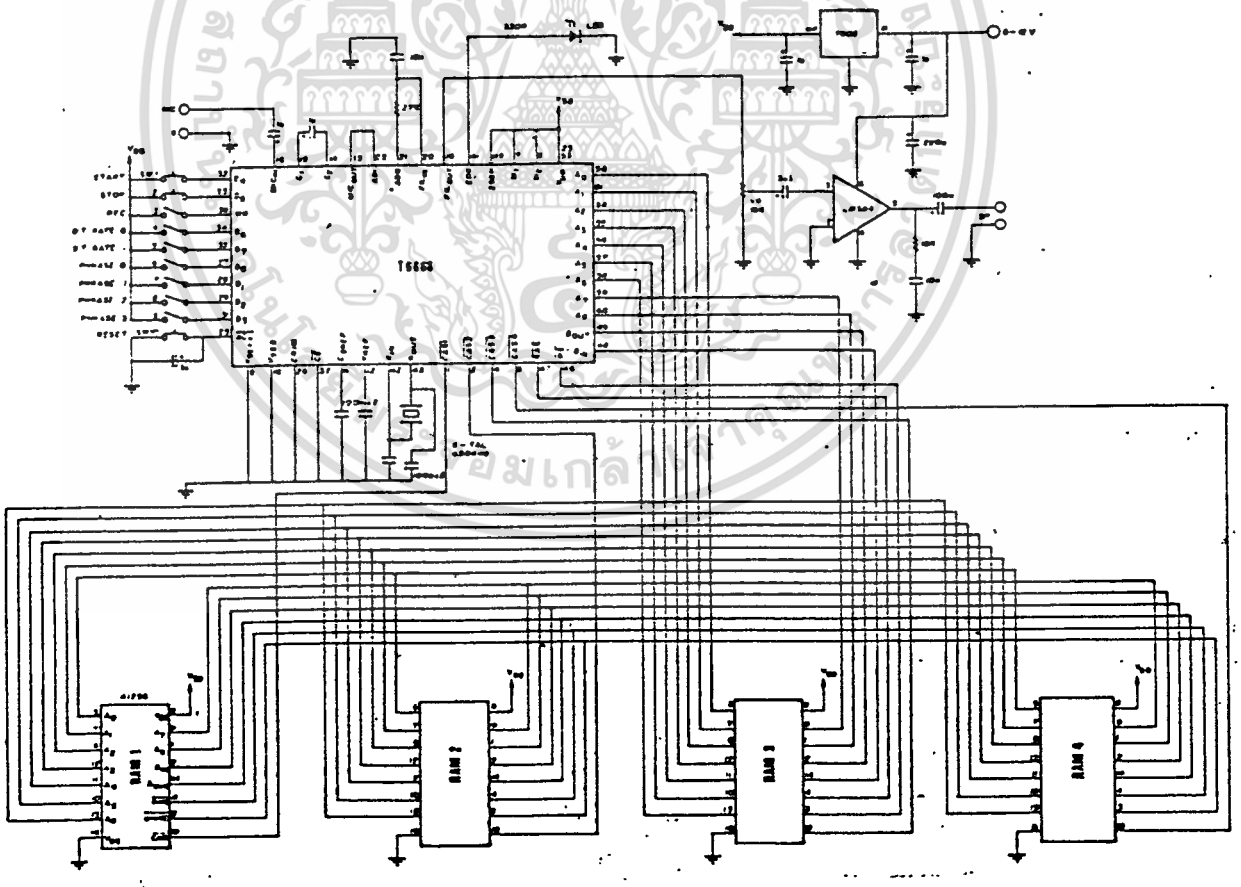
จากตาราง

1. ถ้าเราเลื่อนสวิทช์ D_7 - D_0 ไปที่ 0, 0 จะทำให้อัตราเร็วของการเปลี่ยนข้อมูลเป็น 8 K bit ต่อวินาที ทำให้อัดหรือเล่นได้นาน 128 วินาที

2. D_7 - D_0 เป็น 0, 1 จะทำให้อัตราการแปลงข้อมูลเป็น 11 K bit ต่อวินาที ทำให้อัดหรือเล่นได้นาน 93 วินาที

3. D_7 - D_0 เป็น 1, 0 ทำให้อัตราการแปลงข้อมูลเป็น 16 K bit ทำให้อัดหรือเล่นได้นาน 64 วินาที

4. D_7 - D_0 เป็น 1, 1 จะทำให้อัตราการแปลงข้อมูลเป็น 32 K bit ทำให้อัดหรือเล่นได้นาน 32 วินาที



รูปที่ 3.5 ตัวอย่างวงจรเมื่อต่อแรม 4 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลอง ใช้คริสตอล 650 KHz. เป็นฐานความถี่ และต่อกับแรม 256 K จำนวน 4 ตัว ทำให้ความจุของหน่วยความจำเพิ่มขึ้นเป็น 1 M bit ดังวงจรรูปที่ 3.5

การอัด เมื่อเราอัดที่อัตราเร็วค่าใดค่าหนึ่งเสร็จแล้ว เราสามารถนำกลับมาเล่นในอัตราเร็วอื่นได้ ทำให้สามารถเร่งหรือลดอัตราเร็วของเสียงได้ตามต้องการ ถ้าเราต้องการอัดเสียงสูงๆ ให้ได้ผลดี ควรจะใช้อัตราเร็วสูงๆ ในการอัดด้วย จึงจะทำให้เสียงที่อัดออกมาดี

3.3.2 เกี่ยวกับหน่วยความจำ

T6668 สามารถเลือกใช้หน่วยความจำได้ 2 ขนาดคือ 64K DRAM 256K DRAM โดยการเลือกที่ขา 45 ของไอซี (ที่เขียนไว้ว่า 256K) คือ เมื่อเราจะต่อ DRAM 256K ให้กับไอซี เราจะต้องเลือกต่อขา 45 กับไฟบวก และเมื่อเราต้องการต่อ DRAM 64K ให้กับไอซี เราต้องต่อขา 45 กับกราวนด์ T6668 ก็จะรู้ว่าเราใช้หน่วยความจำขนาดเท่าใดกับมัน

ชนิดของแรม	256 K	M_2	M_1	แอดเดรสที่หยุด
64K DRAM ตัวที่ 1	0	0	0	0FFFFH
64K DRAM ตัวที่ 2	0	0	1	1FFFFH
64K DRAM ตัวที่ 3	0	1	0	2FFFFH
64K DRAM ตัวที่ 4	0	1	1	3FFFFH
256K DRAM ตัวที่ 1	1	0	0	3FFFFH
256K DRAM ตัวที่ 2	1	0	1	7FFFFH
256K DRAM ตัวที่ 3	1	1	0	BFFFFH
256K DRAM ตัวที่ 4	1	1	1	FFFFFH

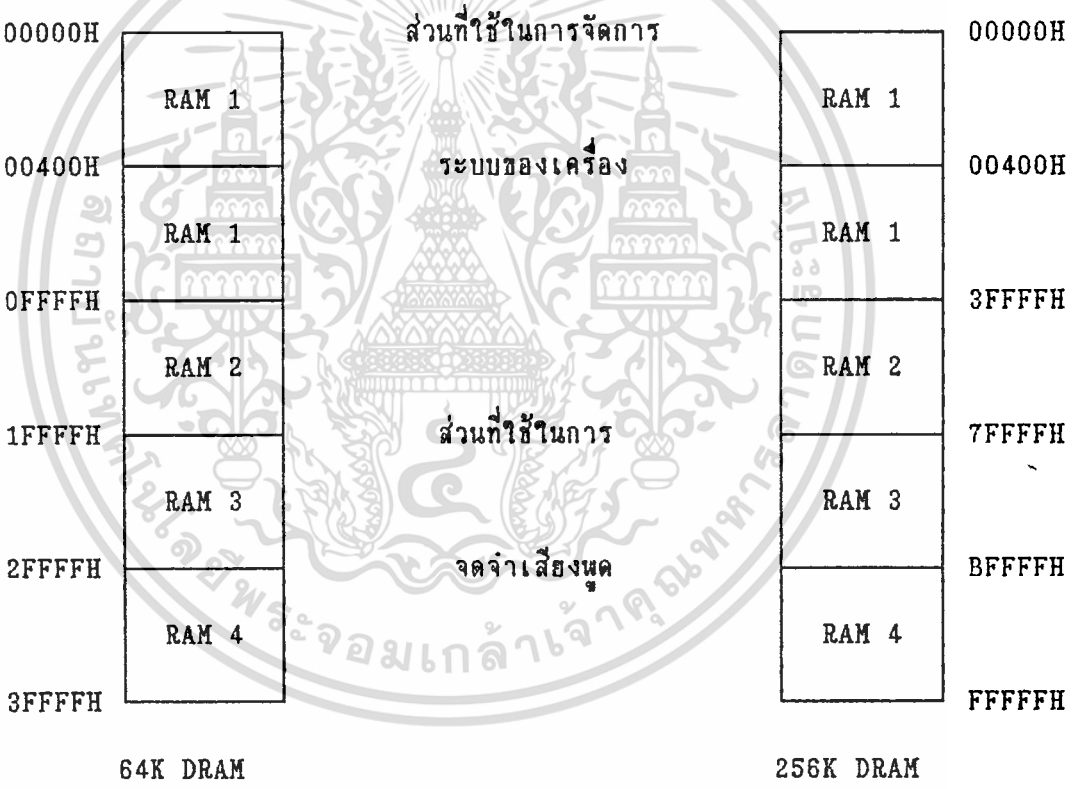
ตารางที่ 3.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเพิ่มหน่วยความจำให้กับ T6668 สามารถกำหนดได้โดยการต่อขา M_2 (ขา 8) M_1 (ขา 7) ตามตารางที่ 3.2 คือ ถ้าเราต่อ M_2, M_1 ลงกราวนด์ T6668 จะทำการเขียนหรืออ่านข้อมูลจาก 00000H ไปจนถึง 0FFFFH แล้วตัวมันเองก็จะเลิกการอ่านหรือการเขียนมารอการเริ่มต้นใหม่

ดังนั้นเราจึงกำหนดขนาดของหน่วยความจำได้ตามต้องการ เพื่อการประหยัดในการนำไปใช้งานที่ต้องการขนาดหน่วยความจำต่างกันได้

แผนภูมิของหน่วยความจำที่ใช้ในการทำงานทั้ง 2 แบบ ตามรูปที่ 3.6



รูปที่ 3.6 แผนภูมิของหน่วยความจำที่ใช้ในการทำงานทั้ง 2 แบบ

3.3.3 การใช้งานในแบบธรรมดา

1. เปิดเครื่อง จะเห็น LED ติดอยู่

2. กดสวิทช์ไปที่อัดค้างไว้ (CE จะต้องต่อกับกราวนด์ด้วย)

3. เลือกช่องที่จะอัดเข้าไป โดยช่องที่จะอัด มีอยู่ 4 ตัว สวิทช์นี้เป็นไบนารี่โค้ด ดังตารางที่ 3.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

D_0	D_1	D_2	D_3	ช่องที่
0	0	0	0	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	10
1	0	1	0	11
1	0	1	1	12
1	1	0	0	13
1	1	0	1	14
1	1	1	0	15
1	1	1	1	16

ตารางที่ 3.3

4. เลือกสปีดโดยตั้ง D_7 - D_0 ได้ตามต้องการ (เวลาที่แสดงนี้ใช้หน่วยความจำ 1 M bit) ดังตารางที่ 3.4

5. กดปุ่มสวิทช์ START แล้วไฟที่ LED จะดับ แสดงว่าเครื่องกำลังอัดคำพูดเข้าไปเก็บ เมื่อดูดจนพอใจแล้วจึงกดสวิทช์ STOP อีกครั้งหนึ่ง ไฟที่ LED จะสว่าง ในกรณีที่เราพูดนาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ช่อง / ระยะเวลา	D_7	D_0
128 วินาที	0	0
93 วินาที	0	1
64 วินาที	1	0
32 วินาที	1	1

ตารางที่ 3.4

เกินกว่าเวลาที่กำหนดในข้อที่ 4. เมื่อถึงกำหนดเวลา เครื่องจะหยุดการอัดโดยอัตโนมัติ ไฟที่ LED จะสว่างขึ้นมาเพื่อบอกให้เรารู้ เป็นการสิ้นสุดขั้นตอนการอัดใน 1 ช่อง

6. ถ้าเราต้องการอัดในช่องอื่นๆ อีก ก็ทำเช่นเดียวกันตั้งแต่ต้นจนถึงข้อ 5. (เวลารวมของแต่ละช่องต้องไม่เกินเวลาที่ได้กำหนดไว้)

7. การอ่าน ทำโดยยกเลิกสวิทช์ WR ขึ้น (CE ต่อกราวนด์เหมือนเดิม)

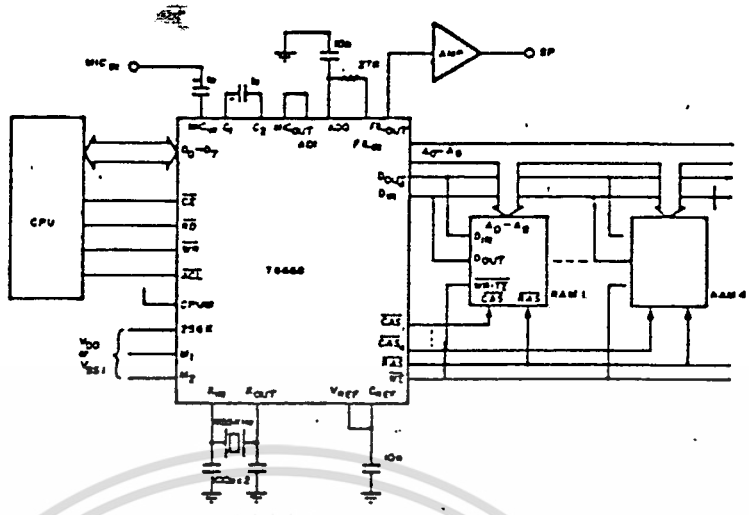
8. เลือกช่องที่จะอ่านและสปีด

9. กดสวิทช์ START เครื่องจะพูดตามที่อัดไว้ ถ้าเรากดสวิทช์ซ้ำกันหลายครั้งในระหว่างพูด เครื่องก็จะจำได้ว่ามีการกดสวิทช์ START ขึ้นเพียงครั้งเดียวและจะพูดซ้ำอีกเมื่อพูดจบ

10. เมื่อต้องการให้เครื่องพูดติดต่อกัน ทำโดยเลือกช่องแรก กด START เสร็จแล้วเปลี่ยนช่อง แล้วกดสวิทช์ซ้ำอีกทีหนึ่ง เครื่องจะพูดซ้ำอีกตามต้องการได้

จากที่กล่าวมาข้างต้น จึงทำให้เครื่องนี้สามารถตัดต่อคำพูดได้ พูดซ้ำได้ เร่งหรือลดสปีดคำพูดได้ เครื่องนี้สามารถควบคุมได้จาก CPU โดยตรงซึ่งทำให้สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานต่างๆ ได้ตามต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.7 ตัวอย่างวงจรการใช้ CPU เข้ามาควบคุมการทำงาน

สำหรับในปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ เราได้นำมาใช้งานดังรูปที่ 3.8 สำหรับสวิทช์ SW 2/3 ใช้สำหรับตัดวงจรออกในขณะทำการบันทึก เพื่อมิให้เกิดการออสซิลเลท

3.3.4 การใช้งานในปริญญานิพนธ์ฉบับนี้

1. เมื่อเปิดเครื่อง จะเห็น LED สว่าง

2. โยกสวิทช์ SW2 ไปที่อัด ไฟที่ LED จะดับ แสดงว่าเครื่องกำลังบันทึกคำพูดเข้าไปเก็บ เมื่อพูดจนพอใจแล้ว จึงโยกสวิทช์ SW2 ไปที่เดิม

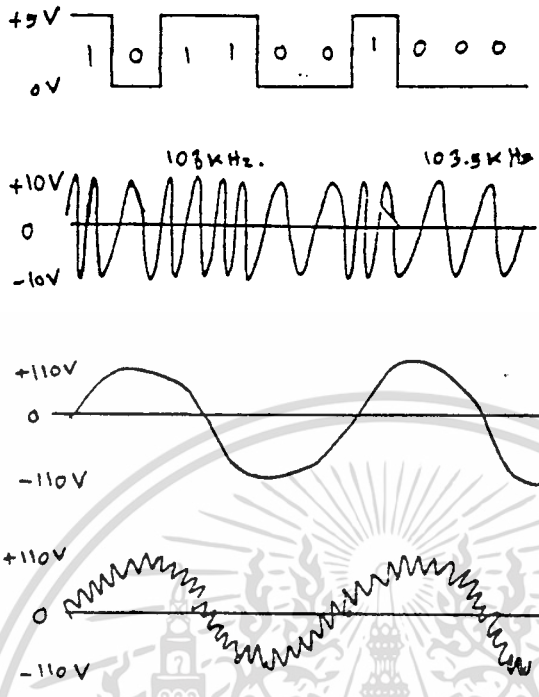
3. เมื่อต้องการฟังข้อความที่เราอัดไว้ ให้กดสวิทช์ SW1

3.4 ส่วนควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้า

การควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้า สัญญาณผสม 2 ความถี่จากแป้นโทรศัพท์ที่ต้นทางจะถูกนำมาแปลงเป็นสัญญาณควบคุมแบบดิจิตอล 2 ระดับ คือ 0 และ +5 โวลท์ (เรียกว่า ไบนารี่)ที่ปลายทาง จากนั้นสัญญาณควบคุมไบนารี่เหล่านั้นจะถูกแปลงให้เป็นรหัส FSK (Frequency Shift Keying) ซึ่งเป็นสัญญาณอนาลอก เพื่อความเหมาะสมที่จะส่งเข้าไปในสายไฟบ้านซึ่งมีสัญญาณรบกวนมาก และเป็นสายธรรมดาๆ ที่มีแบนด์วิธแคบมาก จากนั้น ก็จะ Modulate สัญญาณ FSK เหล่านั้นเข้าไปในสายไฟบ้านโดยมีสัญญาณ 220 โวลท์ 50 Hz. ภายในสายไฟบ้าน เป็นคลื่นพาห์ (Carrier) ดังแสดงในรูปที่ 3.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.8 วงจรบันทึกและเล่นเสียงพูด



ข้อมูลที่จะส่ง

แปลงมาเป็นรหัส FSK

สัญญาณ 220 โวลท์ 50 Hz. ภายในสายไฟบ้าน

สัญญาณภายในสายไฟบ้านหลังจากมอดูเลทสัญญาณ FSK ลงไปแล้ว

รูปที่ 3.9 สัญญาณต่างๆ ในการมอดูเลทรหัส FSK เข้าไปในสายไฟบ้าน (AC line)

โดยปกติ รหัส FSK นั้นมักนิยมใช้ในโมเด็ม ซึ่งมีหน้าที่แปลงข้อมูลไบนารี่จากคอมพิวเตอร์ให้เป็นรหัส FSK แล้วส่งไปตามคู่สายโทรศัพท์ โดยไม่มีสัญญาณคลื่นพาห์ จึงต้องใช้ความถี่ของ FSK ในย่านความถี่เสียง (เช่น 2025,2225 Hz.) เพื่อความเหมาะสมแก่การส่งไปตามคู่สายโทรศัพท์

แต่ในโปรเจคชิ้นนี้ จะทำการส่งรหัส FSK ไปตามสายไฟบ้านซึ่งมีสัญญาณ 220 โวลท์ 50 Hz. อยู่แล้ว ดังนั้น เราจึงต้องใช้สัญญาณดังกล่าว มาเป็นคลื่นพาห์ให้แก่รหัสสัญญาณ FSK ที่จะส่ง แต่ต้องคำนึงด้วยว่า ความถี่ของรหัส FSK ที่เราใช้นั้น ไม่ควรหารด้วย 50 (ซึ่งเป็นความถี่ภายในสายไฟบ้าน) ลงตัว เพราะว่าจะทำให้เกิดปัญหาจากความถี่ฮาร์โมนิค (ความถี่ส่วนเกิน-เป็นสัญญาณรบกวนอย่างหนึ่ง) ซึ่งจะทำให้การทำงานของตัวถอดรหัส FSK กลับเป็นข้อมูลไบนารี่ทำงานผิดพลาดได้ เช่น ใช้ความถี่ประมาณ 103.5 KHz. และ 108 KHz. เป็นค่าที่หารด้วย 50 ไม่ลงตัว

เมื่อรหัส FSK ถูกส่งออกไปภายในสายไฟบ้านแล้ว สัญญาณนี้ก็จะกระจายอยู่ทั่วทุกแห่งในสายไฟเอซี เราก็สามารถดักจับรหัสสัญญาณ FSK ได้ทุกที่เช่นกันโดยใช้การเสียบปลั๊กของเครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FSK ดีมอดูเลเตอร์เข้าไปเท่านั้นก็ใช้ได้ เครื่องถอดรหัส FSK จะทำการดึงสัญญาณ FSK ออกมาจากสายไฟเอซี มาแปลงกลับเป็นสัญญาณควบคุมไบนารี่ดังเดิม แล้วผ่านเข้าไปใน MC14469 ซึ่งจะทำหน้าที่ตรวจแอดเดรสที่ส่งมาว่าตรงกับที่ตั้งไว้ที่ตัวมันหรือไม่ ถ้าตรง มันก็จะทำงานตามคำสั่งที่ส่งตามมาต่อไป คือ เปิด หรือ ปิด D-FF เบอร์ 4013 ซึ่งจะผ่านออกไปไบอัสทรานซิสเตอร์เพื่อไดรฟ์รีเลย์ สำหรับเปิด ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าในที่สุด นอกจากนั้น เรายังสามารถเปิดปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าได้โดยตรงในกรณีที่เราอยู่ที่บ้านแล้วอีกด้วย

สำหรับวงจรในส่วนของการควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้านั้น สามารถแบ่งออกได้เป็น 4 ส่วนใหญ่ๆ ด้วยกัน คือ

- ส่วนแปลงข้อมูลไบนารี่ให้เป็นรหัส FSK และมอดูเลทรหัส FSK เข้าสู่สายเอซี
- ส่วนถอดรหัส FSK ออกจากสายเอซีและแปลงกลับเป็นข้อมูลไบนารี่
- ส่วนกำหนดตำแหน่งของจุดหมายปลายทาง
- ส่วนเปิดปิดเครื่องใช้ไฟฟ้า

3.4.1 ส่วนแปลงข้อมูลไบนารี่เป็นรหัส FSK แล้วมอดูเลทเข้าสู่สายเอซี

สัญญาณควบคุมการเปิดปิดและกำหนดตำแหน่งของเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ออกจากขา TXD ของ 8031 ซึ่งเป็นสัญญาณไบนารี่ที่มีอัตราข้อมูล 3125 บิทต่อวินาทีนั้น จะถูกนำมาแปลงเป็นรหัส FSK โดยการป้อนสัญญาณไบนารี่ เข้าที่ขา 9 ของไอซีเบอร์ XR-2206 แล้วส่งสัญญาณผ่านไอเอฟทรานส์ฟอร์เมอร์ (IF Transformer) ออกสู่สายเอซี

สูตรการคำนวณค่า R และ C ในวงจร ของ XR-2206 ได้แก่

$$f_1 = 1/(R_1C)$$

และ $$f_2 = 1/(R_2C)$$

เมื่อ f_1 คือ ความถี่เอาท์พุทของอินพุทที่เป็น 1 (Mark)

f_2 คือ ความถี่เอาท์พุทของอินพุทที่เป็น 0 (Space)

R_1 คือ ค่า R ที่ขา 7

R_2 คือ ค่า R ที่ขา 8

C คือ ค่า C ที่ต่อระหว่างขา 5 และ 6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในโปรเจคนี้กำหนดให้ f_1 = 103.5 KHz.

f_2 = 108.0 KHz.

C = 1 nF

ดังนั้นจะได้ R_1 = 9661.8 โอห์ม

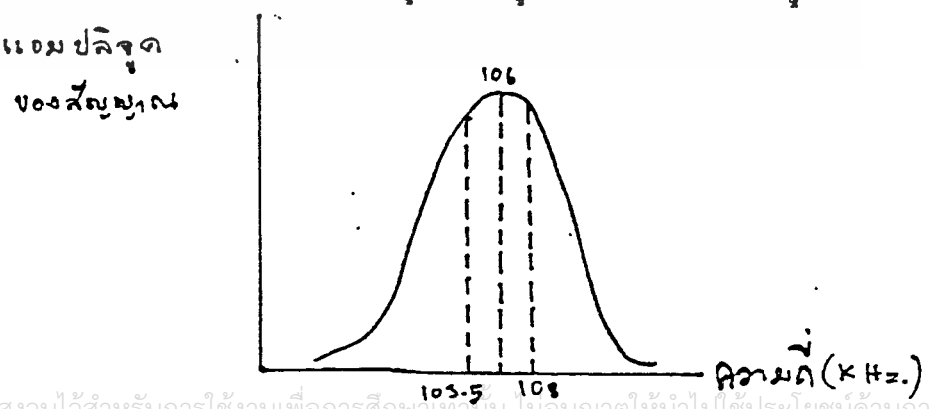
R_2 = 9259.3 โอห์ม

R_1 และ R_2 ใช้ค่า R 10 กิโลโอห์ม แบบปรับค่าได้ ต่ออนุกรมกับ R 3.3 กิโลโอห์ม แบบคงที่

เอาท์พุทของ XR-2206 ที่ขา 2 จะเป็นคลื่นรูปซายน์สองความถี่ ซึ่งจะถูกนำมาขยายโดยทรานซิสเตอร์ ซึ่งต่อแบบคอมมอนอีมิตเตอร์ จากนั้น ก็จะผ่านเข้าสู่ไอเอฟทรานสฟอร์เมอร์และผ่าน C 0,047 μF 250 V (ซึ่งจะกั้นไม่ให้สัญญาณ 220 V ภายในสายไฟเอซี ผ่านเข้ามาสู่วงจรได้) ออกสู่สายไฟเอซี

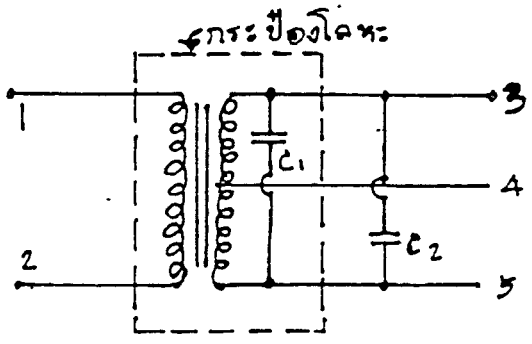
ไอเอฟทรานสฟอร์เมอร์ เป็นขดลวดซึ่งมีความถี่เรโซแนนซ์ประมาณ 455 KHz. เพื่อจะจูนเอาความถี่ที่เราต้องการให้มีขนาดใหญ่ที่สุดแต่สัญญาณที่เราต้องการจูนมีความถี่ไม่เท่ากับ 455 KHz. เราสามารถต่อค่า C เพิ่มเข้าไป เพื่อเปลี่ยนค่าความถี่ที่มันเรโซแนนซ์ได้ โดยค่า C ที่นำมาต่อเพิ่มนี้ ได้จากการสุ่มทดลองต่อไปเรื่อยๆ จากการทดลอง ค่า C ที่ต่อเพิ่มเข้าไปนั้น มีค่าเท่ากับ 4.7 nF จึงจะทำให้ไอเอฟเกิดการเรโซแนนซ์ที่ความถี่ประมาณ 106 KHz. (สัญญาณ FSK ที่ใช้มีความถี่ประมาณ 103.5 KHz. กับ 108 KHz. ดังนั้น 106 KHz. จึงเป็นค่ากลางๆ ระหว่างทั้งสองความถี่) ดังแสดงในรูปที่ 3.10

ภาพวงจรเข้ารหัส FSK และมอดูเลตเข้าสู่สายไฟเอซีแสดงไว้ในรูป 3.12



รูปที่ 3.10 การตอบสนองต่อสัญญาณความถี่ต่างๆ ของไอเอฟทรานสฟอร์เมอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



C_1 = C ภายใน

C_2 = C ที่ต่อเพิ่มเข้าไปจากภายนอก

รูปที่ 3.11 โครงสร้างของไอเอฟทรานสฟอร์เมอร์

3.4.2 ส่วนถอดรหัส FSK ออกจากสายไฟเอซีและแปลงกลับเป็นข้อมูลไบนารี่

สัญญาณ FSK ที่ผสมอยู่กับสัญญาณ 220 โวลท์ 50 Hz. ในสายไฟเอซี จะถูกดักจับโดยการจูนเอาความถี่ของ FSK เข้ามา โดยใช้ไอเอฟทรานสฟอร์เมอร์ที่มี C ต่อคร่อมอยู่เหมือนในภาคส่ง จากนั้น สัญญาณที่ได้ จะนำมาผ่านดิปแอมแบบทรานซิสเตอร์คู่ เพื่อขยายสัญญาณที่เราต้องการ และขจัดสัญญาณรบกวนซึ่งมีปะปนเข้ามาด้วย

เมื่อได้สัญญาณ FSK ที่ค่อนข้างสะอาดเหมือนในภาคส่งแล้วก็นำมาถอดรหัสเป็นสัญญาณควบคุมไบนารี่ โดยป้อนเข้าขา 2 ของไอซี XR-2211 มีสูตรการคำนวณดังนี้

$f_o = (f_1+f_2) / 2$ Hz.

$C_o = 1 / (R_o f_o)$ (10K < R_o < 100K)

$C_F = 3 /$ (Baud rate) μF

เมื่อ C_o คือค่า C ที่ต่อระหว่างขา 13 และ 14

R_o คือค่า R ที่ต่อที่ขา 12 ลงกราวนด์

C_F คือค่า C ที่ต่อที่ขา 8 ลงกราวนด์

ดังนั้น สามารถคำนวณได้ดังนี้

$f_o = (103.5+108) / 2 = 105.75$ KHz.

$C_o = 1000$ PF

$R_o = 9456.3$ K ohm

$C_F = 3 / 3125$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

= 0.00096 μF ใช้ 0.001 μF

สำหรับ R_o ใช้ R 10 K ohm ปรับค่าได้ ต่ออนุกรมกับ R 4.7 K ohm แบบคงที่

3.4.3 ส่วนกำหนดตำแหน่งของจุดหมายปลายทาง

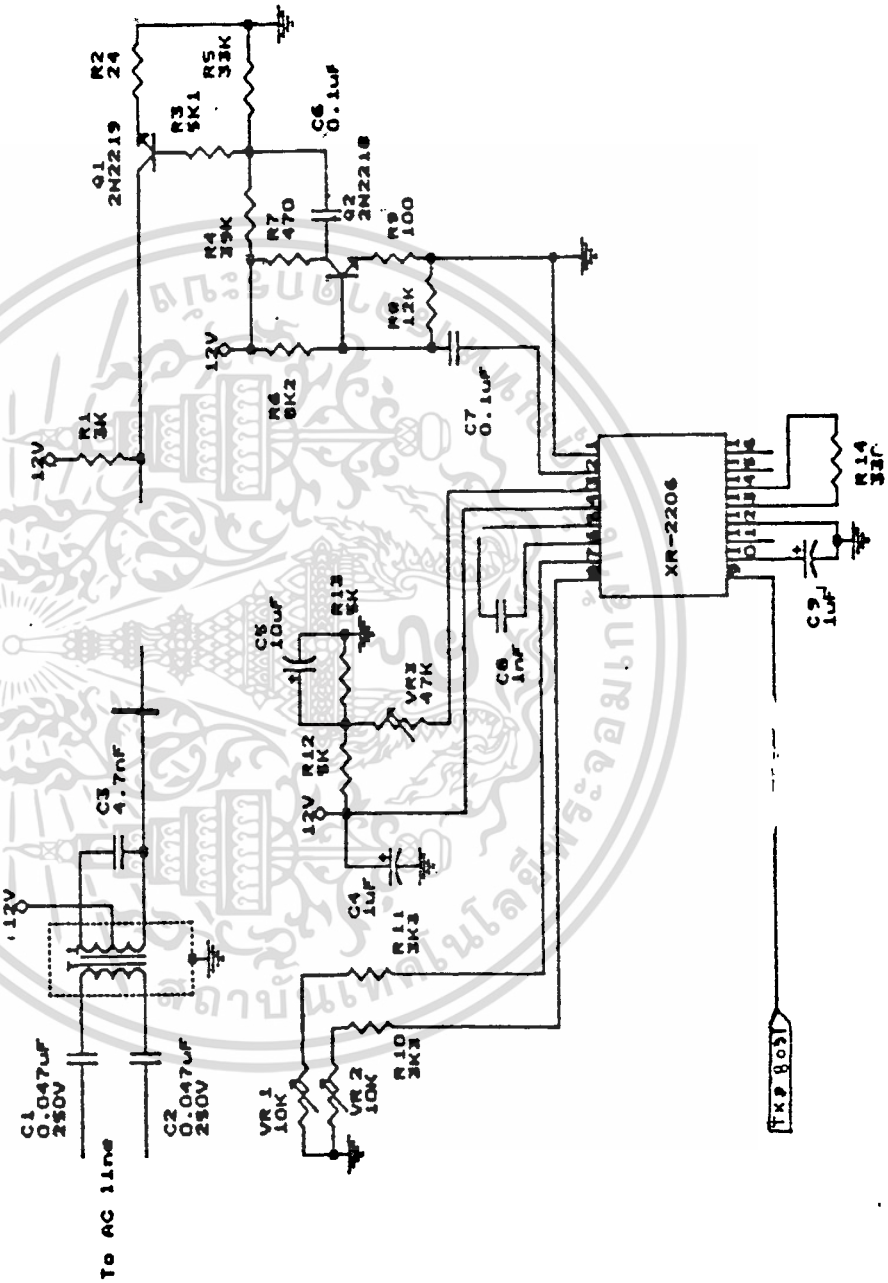
สัญญาณควบคุมแบบไบนารีที่ได้ออกมาจากขา 7 ของ XR-2211 ซึ่งเป็นข้อมูลที่ถูกส่งมาแบบอนุกรม และประกอบด้วยแอดเดรสที่ต้องการส่งไปถึง กับ คำสั่งเปิดหรือปิด จะถูกส่งเข้ามาที่ขา 19 ของ MC14469 โดยการกำหนดการทำงานของมันด้วยสัญญาณ clock ที่เราป้อนเข้าที่ขา 1 ถ้าแอดเดรสที่ส่งเข้ามาที่ขา 19 ตรงกับแอดเดรสที่ตั้งไว้ที่ขา 4 ถึง 10 มันก็จะรับคำสั่งที่เรียงเข้ามาที่ขา 19 ต่อไปอีก และจะเป็นเอาท์พุทที่ขา 33 ถึง 39

3.4.4 ส่วนเปิดปิดเครื่องใช้ไฟฟ้า

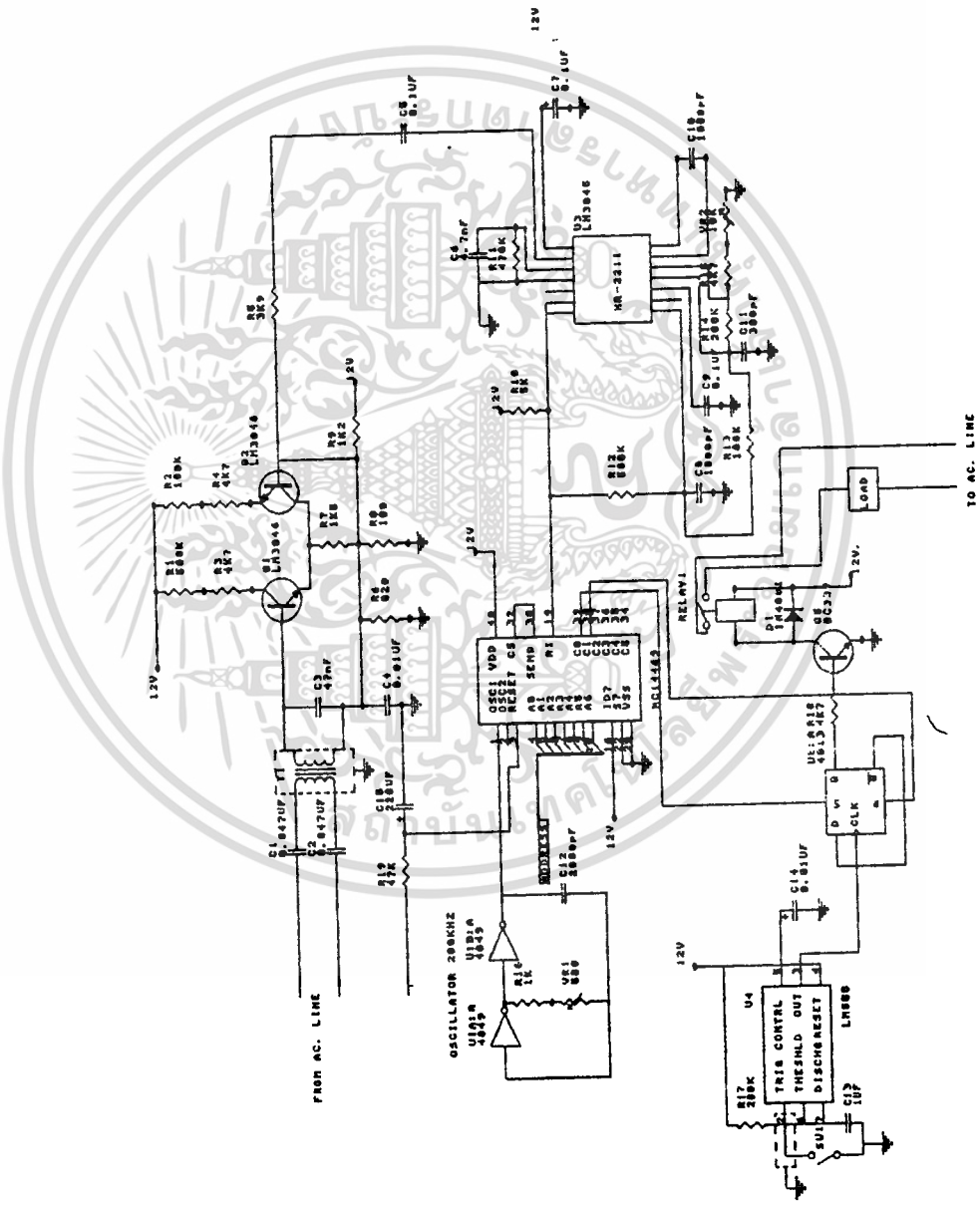
เมื่อได้รับคำสั่งออกมาจากขา 33 ถึง 39 แล้ว ในที่นี้เราใช้เพียงขา 38 และ 39 (C_1 และ C_o) เท่านั้น เราก็จะนำไปสั่งเปิดปิด D-FF เบอร์ 4013 ได้โดยต่อขา C_o เข้ากับขา Set (ขา 6) ของ 4013 และต่อ C_1 เข้ากับขา Reset (ขา 4) ของ 4013 ดังนั้น ถ้าเราต้องการเปิดเครื่องใช้ไฟฟ้า เราก็ส่ง C_oC_1 = 1,0 ในทางตรงกันข้าม ถ้าเราต้องการปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าเราก็ส่ง C_oC_1 = 0,1 แต่หลังจากส่ง 1,0 หรือ 0,1 ไปแล้ว ต้องส่ง C_oC_1 = 0,0 ตามออกไปด้วย เพื่อให้สามารถควบคุมการเปิดหรือปิด D-FF ได้ด้วยสัญญาณคล็อคในกรณีที่เรากลับไปถึงบ้านแล้วซึ่ง D-FF จะยังคงรักษาสภาพเอาท์พุทเดิมของมันก่อนที่ขาเซ็ทและรีเซ็ทของมันจะเท่ากับ 0,0 เอาไว้ จนกว่าจะมีสัญญาณคล็อคเข้ามา ซึ่งจะทำให้มันเปลี่ยนสภาพไปในทางตรงกันข้ามหรือท็อกเกิ้ล (โดยการต่อขา D กับขา Q เข้าด้วยกัน) ซึ่งสัญญาณคล็อคของ D-FF กำเนิดโดยปุ่มภายนอกซึ่งต่อให้เป็นเบ้านส์เลสสวิทช์ (Bounceless Switch)โดยใช้จังชั่น(Junction) ภายในไอซี 555 มาช่วยแก้ปัญหาการเบ้านส์ และการต่อสายไฟระหว่างสวิทช์ที่จะใช้กับขา 2 ของไอซี 555 จะต้องใช้สายชีวด์ เพื่อดึงสัญญาณที่ทำให้ 555 เกิดการออสซิลเลท (ซึ่งจะทำให้รีเลย์ตัดสลับไปมาไม่หยุด) ลงกราวนด์

จากนั้น เอาท์พุทที่ขา Q ของ 4013 จะถูกต่อออกมาไดรฟ์ทรานซิสเตอร์ ซึ่งจะไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.12 วงจรเข้ารหัส FSK และมอดูเลทเข้าสู่สายไฟเอซี



3.13 วงจร Demodulator ของรหัส FSK

บทที่ 4
การใช้งานเครื่องควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าและตอบรับโทรศัพท์

การใช้งานโปรเจคชิ้นนี้ เป็นการสั่งงานระหว่างคนกับเครื่อง ซึ่งไม่สามารถติดต่อหรือเข้าใจโดยเสียงพูดได้ ผู้ใช้ ต้องใช้โดยการกดปุ่มทางหน้าปัดของโทรศัพท์แบบกดปุ่มเท่านั้นส่วนโทรศัพท์แบบหมุน จะใช้งานกับเครื่องนี้ไม่ได้

ขั้นตอนการติดต่อกับเครื่อง

การใช้เครื่องควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าและตอบรับโทรศัพท์ ได้ใช้โครงข่ายโทรศัพท์เป็นสื่อในการสั่งงาน ดังนั้น การติดต่อกับเครื่อง จึงต้องใช้ขั้นตอนการติดต่อของโทรศัพท์มาประกอบกับขั้นตอนของเครื่องควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าและตอบรับโทรศัพท์ ดังนี้

1. ผู้เรียก ยกหูโทรศัพท์ และได้ยินสัญญาณแมวกรน (Dial Tone)

2. ผู้เรียก กดหมายเลขของเครื่องโทรศัพท์ในสถานที่ที่ได้ติดตั้งเครื่องนี้ไว้

3. ถ้าทางด้านรับไม่ว่าง ชุมสายโทรศัพท์จะส่งสัญญาณไม่ว่าง (Busy Tone) ให้ต้องเริ่มต้นเรียกใหม่ แต่ถ้าทางด้านรับว่าง ชุมสายโทรศัพท์จะส่งสัญญาณว่าง (Ring back Tone)ให้ทางด้านเรียกและส่งสัญญาณกระดิ่ง (Ringing Tone) ให้ทางด้านรับ

4. เครื่องควบคุมฯ จะตรวจนับสัญญาณกระดิ่ง ถ้ายังไม่ครบ 8 ครั้ง แล้วมีคนรับสาย ก็จะเป็นการพูดคุยตามปกติไม่มีอะไรเกิดขึ้น แต่ถ้าครบ 8 ครั้งแล้วไม่มีคนรับสาย เครื่องก็จะทำการต่อวงจร ซึ่งเสมือนการยกหูโทรศัพท์ แล้วส่งสัญญาณบอกกลับไปยังผู้เรียกว่าขณะนี้ไม่มีคนอยู่ ให้เลือกระหว่างการกดรหัสบันทึกข้อความ หรือ จะกดรหัสผ่านเพื่อควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้า

5. ถ้าหากต้องการฝากข้อความ ก็ให้กดรหัส 0 0 บนแป้นโทรศัพท์แล้วพูดฝากข้อความได้นาน 1 นาที เสียงพูดของผู้เรียกจะถูกบันทึกลงในเครื่องเล่นเทปทันที เมื่อครบ 1 นาทีแล้ว เครื่องจะวางหูทันที และเลิกการติดต่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. ถ้าหากต้องการควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้า จะต้องกดรหัสเป็นจำนวน 6 หลัก หลักที่ 1 และ 2 คือ 0 1 ซึ่งเป็นรหัสผ่านสำหรับการควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้า หลักที่ 3 และ 4 เป็นรหัสหมายเลขของเครื่องใช้ไฟฟ้า ซึ่งสามารถเลือกกดได้ตั้งแต่ 0 0 ถึง 9 9 หลักที่ 5 และ 6 เป็นรหัสคำสั่งเปิดปิดเครื่องใช้ไฟฟ้า ถ้าต้องการเปิด ให้กด # 1 ถ้าต้องการปิด ให้กด # 0

7. เมื่อควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าเครื่องแรกเสร็จแล้ว หากต้องการควบคุมเครื่องต่อไป ก็ให้กดรหัสในหลักที่ 3 ถึง 6 ได้เลย ในการโทรศัพท์ครั้งหนึ่ง จะสามารถควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้ากี่เครื่องก็ได้

8. สำหรับการยกเลิกคำสั่ง ในกรณีที่เราอาจจะกดอะไรผิดพลาดไป สามารถแก้ไขได้โดยการกดรหัส * * ซึ่งรหัสที่กดมาในครั้งก่อนจะถูกยกเลิกไป จากนั้นจึงเริ่มกดรหัสทั้ง 6 หลักใหม่ต่อไป

9. เมื่อผู้เรียกปฏิบัติภารกิจเสร็จเรียบร้อยแล้ว สามารถวางหูได้ทันทีโดยไม่ต้องบอกยกเลิกการติดต่อแต่อย่างใด เครื่องฯ จะยกหูค้างไว้นานประมาณ 30 วินาที แล้วจะตัดวงจรออกจากคู่สายโทรศัพท์ ซึ่งเปรียบเสมือนกับการวางหูโทรศัพท์เองโดยอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

การทดลองและผลการทดลอง

จากการออกแบบในส่วนต่างๆ ก่อนที่จะได้มาเป็นเครื่องควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าและตอบรับโทรศัพท์ ได้ทำการทดลองดังนี้

- ส่วนวงจรตอบรับโดยใช้ไอซีดิจิตอล ได้นำชุดคิทสำเร็จรูปมาใช้ โดยต้องแก้ไขปัญหาเรื่องการออสซิลเลทเนื่องจากการฟีดแบคของสัญญาณ ทำให้เกิดเสียงรบกวน โดยการเพิ่มสวิทช์เข้าไปดังที่อธิบายไว้แล้วในบทที่ 3

- การเชื่อมต่อส่วนวงจรตอบรับโดยใช้ไอซีดิจิตอลเข้ากับส่วนประมวลผล ใช้ได้ดีไม่มีปัญหา

- MT8870 เป็นไอซีซึ่งค่อนข้างบอบบาง การใช้งานควรระวังให้ดี ควรต่อวงจรและเช็คให้ละเอียดดีเสียก่อนที่จะทำการทดลอง

- ขาอินเทอร์รัพของ 8031 ที่รับสัญญาณจากขาสโตรบของ MT8870 ใช้งานได้ไม่ดีเท่าที่ควร เป็นสิ่งที่แก้ไขไม่ได้ เพราะเป็นข้อบกพร่องอย่างหนึ่งของ 8031

- ในส่วนการมอดูเลทสัญญาณควบคุม เข้าสู่สายไฟเอซี สามารถมอดูเลทเข้าไปได้ดี และส่งได้ไกลพอสมควร (ประมาณ 3 ห้อง ถ้าไกลกว่านั้น สัญญาณไบนารี่จะเริ่มเพี้ยนและสั่นมาก) แต่ปัญหาก็คือ สัญญาณไบนารี่ที่ถอดออกมาได้ยังมีการสั่นอยู่บ้างเล็กน้อยแต่ไม่ถึงกับทำให้การทำงานที่ปลายทางขัดข้องมากนัก

- การถอดรหัสของ XR-2211 ที่ปลายทาง เอาท์พุทที่ได้ยังไม่เป็นรูปคลื่นสี่เหลี่ยมดีนัก ต้องนำไปผ่านชมิททริกเกอร์ก่อน จึงได้รูปคลื่นสี่เหลี่ยมที่เรียบมากขึ้น แต่อย่างไรก็ตาม XR-2211 ก็นับว่าเป็นไอซีที่ทำหน้าที่ถอดรหัสได้ดีเยี่ยมมากตัวหนึ่ง เพราะจากการทดลอง ถึงแม้ว่าสัญญาณ FSK ที่รับได้ก่อนเข้าไอซีตัวนี้มีเพียง 20 มิลลิโวลท์เท่านั้น แต่ก็ยังสามารถถอดรหัสออกมาเป็นสัญญาณไบนารี่ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6

บทสรุปและวิจารณ์

จากการทดลองใช้เครื่องควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าและตอบรับโทรศัพท์ ผลการทดลองได้ผลเป็นที่น่าพอใจอยู่ระดับหนึ่ง คือ ในส่วนของการตอบรับและบันทึกข้อความ ใช้ได้ผลดี แต่ในส่วนควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้า ยังมีปัญหาอยู่บ้างในเรื่องของโปรแกรม ซึ่งได้พยายามแก้ไขจนดีขึ้นเรื่อย ๆ จนใช้ได้ ในที่สุด นอกจากนี้ ยังมีส่วนที่สามารถนำไปพัฒนาให้ดีขึ้นได้อีก คือ

- ในการสั่งงานนั้น ยังไม่มีการโต้ตอบกลับให้ผู้เรียกทราบว่าได้รับคำสั่งถึงขั้นตอนไหนแล้ว ทำให้ผู้สั่งงานไม่สามารถทราบได้ว่า สิ่งที่ได้สั่งไปแล้วนั้นได้ผลดีหรือไม่ เราอาจทำให้พอร์ทที่ยังว่างอยู่ของ 8031 เกิดการออสซิลเลทที่ความถี่ต่างๆ กัน โดยใช้โปรแกรม แล้วใช้สัญญาณนี้ตอบกลับไปยังผู้เรียกในขั้นตอนการทำงานต่างๆ ได้

- ชุดคิทของการบันทึกเสียงตอบกลับ ใช้ไอซีแบบเซอร์เฟสเม้าท์ ซึ่งมีราคาแพง เราอาจหาทางใช้เครื่องเล่นเทป มาบันทึกทั้งเสียงตอบกลับและเสียงฝากข้อความของผู้เรียก

- อุปกรณ์ทางด้านปลายทางมีราคาแพง อาจใช้ไอซีตัวอื่นแทน แต่ก็จะมีปัญหาในด้านวงจรและโปรแกรมที่ซับซ้อนมากขึ้น เช่น ใช้ MC145026 Encoder มาแปลงข้อมูลแบบขนานที่ต้นทางให้เป็นอนุกรมแล้วส่งออกไป และใช้ MC145028 Decoder มาเป็นตัวกำหนดแอดเดรสที่ปลายทาง-เป็นต้น ซึ่งมีราคาถูกกว่า MC14469 มาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หนังสืออ้างอิง

1. Intel Corporation , "MCS-51 Handbook"
2. Addision-Wesley Publishing Company (Asian Edition) , "Data Communication, Computer Network And OSI" , Fred Hasel , 2nd Edition
3. ถวิล กิ่งทอง , ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง "เทคโนโลยีการส่งสัญญาณดิจิตอล"
4. บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด , "วารสารเซมิคอนดักเตอร์อิเล็กทรอนิกส์ ฉบับที่ 88"

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ด้วยความช่วยเหลือ ดอยดูแลประสานงานต่างๆ อย่างดี โดย อ.ปราโมทย์ วาดเขียน และอาจารย์ท่านอื่นๆ ผู้ซึ่งดอยให้ความช่วยเหลือในด้านอุปกรณ์ต่างๆ รวมทั้งเพื่อนๆ ซึ่งดอยให้ความช่วยเหลือคนละนิดคนละหน่อย ทำให้ผ่านปัญหาต่างๆไปด้วยดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมการทำงานของ 8031

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        ORG     0000H
        AJMP    START
        ORG     0003H
        RETI
        ORG     000BH
        AJMP    ISTF0
        ORG     0013H
        RETI
        ORG     001BH
        AJMP    ISTF1
        ORG     0023H
        RETI
        ORG     0030H
START:  CLR     P1.7
        CLR     P1.4
        SETB    P1.6
        ACALL   DELAY1
        CLR     P1.6
        MOV     TMOD,#15H
        MOV     TCON,#10H
        MOV     TH0,#0FFH
        MOV     TL0,#0FFH
        MOV     IE,#8AH
        MOV     36H,#00H
RING:   MOV     A,36H
        CJNE    A,#00H,TIM
        SJMP    RING
TIM:    MOV     TH1,#00H
        MOV     TL1,#00H
        MOV     DPTR,#0000H
        SETB    TR1
        MOV     R1,#00H
RNG8:   CJNE    R1,#00H,START
        MOV     A,36H
        CJNE    A,#08H,RNG8
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        SETB    P1.4
        ACALL   DELAY
        CLR     P1.4
ADDR:   MOV     R3,#00H
        MOV     R4,#00H
        MOV     IE,#0F0H
SET:    MOV     TCON,#00H
        ACALL   CHKSTD
CODE1:  MOV     P1,#0AFH
        MOV     A,P1
        ANL     A,#0FH
        CJNE    A,#0AH,ST
Z1:     JNB     P1.5,CB1
        AJMP    Z1
CB1:    INC     R4
        ACALL   CHKSTD
CODE2:  MOV     P1,#0AFH
        MOV     A,P1
        ANL     A,#0FH
        CJNE    A,#0AH,PASS
        SETB    P1.6
        ACALL   DELAY60
        CLR     P1.6
        AJMP    START
PASS:   CJNE    A,#01H,ST
Z2:     JNB     P1.5,CB2
        AJMP    Z2
CB2:    INC     R4
        AJMP    HP
ST:     AJMP    START
HP:     ACALL   CHKSTD
CODE3:  MOV     P1,#0AFH
        MOV     A,P1
        ANL     A,#0FH
        CJNE    A,#0BH,CC
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        AJMP    HP
CC:     CJNE    A,#0CH,CHK0
        AJMP    HP
CHK0:   CJNE    A,#0AH,CD3
        MOV     A,#00H
CD3:    MOV     B,A
        MOV     A,#0AH
        MUL     AB
        MOV     34H,A
Z3:     JNB     P1.5,CB3
        AJMP    Z3
CB3:    INC     R4
RT:     ACALL   CHKSTD
CODE4:  MOV     P1,#0AFH
        MOV     A,P1
        ANL     A,#0FH
        CJNE    A,#0BH,CHC
        INC     R3
        CJNE    R3,#02H,RT
        MOV     R4,#02H
        AJMP    HP
CHC:    CJNE    A,#0CH,CH0
        MOV     R4,#02H
        AJMP    HP
CH0:    CJNE    A,#0AH,CD4
        MOV     A,#00H
CD4:    ADD     A,34H
        MOV     35H,A
Z4:     JNB     P1.5,CB4
        AJMP    Z4
CB4:    INC     R4
RC:     ACALL   CHKSTD
CODE5:  MOV     P1,#0AFH
        MOV     A,P1
        ANL     A,#0FH
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        CJNE    A,#0BH,CHC3
        INC     R3
        CJNE    A,02H,RC
        MOV     R4,#02H
        AJMP    HP
CHC3:   CJNE    A,#0CH,REP
Z5:     JNB     P1.5,CB5
        AJMP    Z5
CB5:    INC     R4
        AJMP    ROF
REP:    AJMP    HP
ROF:    ACALL   CHKSTD
CODE6:  MOV     P1,#0AFH
        MOV     A,P1
        ANL     A,#0FH
        CJNE    A,#0BH,CH0
        INC     R3
        CJNE    R3,#02H,ROF
        MOV     R4,#02H
        AJMP    HP
CH0:    CJNE    A,#0AH,CHK1
        MOV     R1,#7EH
        AJMP    DATA
CHK1:   CJNE    A,#01H,REP2
        MOV     R1,#01H
        AJMP    DATA
REP2:   AJMP    ROF
DATA:   MOV     PCON,#00H
        MOV     IE,0F0H
        MOV     SCON,#0C2H
        MOV     TMOD,#20H
        MOV     TCON,#0D2H
        MOV     TH1,#0FBH
        SETB    TR1
        MOV     TH1,#0FBH
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        SETB    TR1
        MOV     A,35H
        SETB    ACC,7
        ACALL   SEND
        MOV     A,R1
        ACALL   SEND
        MOV     A,35H
        SETB    ACC,7
        ACALL   SEND
        MOV     A,#00H
        ACALL   SEND
        MOV     R4,#02H
        ACALL   CHKSTD
SEND:   MOV     C,P
        MOV     TB8,C
        JNB     T1,SEND
        CLR     T1
        MOV     SBUF,A
        ACALL   DELAY
        SETB    T1
        RET
CHKSTD: MOV     R5,#0FFH
        MOV     R6,#0FFH
        MOV     R7,#3BH
COUNT:  JB      P1.5,STD
        DJNZ    R5,COUNT
        MOV     R5,#0FFH
        DJNZ    R6,COUNT
        MOV     R5,#0FFH
        MOV     R6,#0FFH
        DJNZ    R7,COUNT
        JB      P1.5,STD
        AJMP    START
STD:    MOV     A,R4
        CJNE    A,#00H,CJ1
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        AJMP    CODE1
CJ1:    CJNE    A,#01H,CJ2
        AJMP    CODE2
CJ2:    CJNE    A,#02H,CJ3
        AJMP    CODE3
CJ3:    CJNE    A,#03H,CJ4
        AJMP    CODE4
CJ4:    CJNE    A,#04H,CJ5
        AJMP    CODE5
CJ5:    CJNE    A,#05H,CJ6
        AJMP    CODE6
CJ6:    AJMP    CODE3
        RET
DELAY:  MOV     R5,#0FFH
        MOV     R6,#0FFH
        MOV     R7,#01H
DEL:    DJNZ    R5,DEL
        MOV     R5,#0FFH
        DJNZ    R6,DEL
        MOV     R5,#0FFH
        MOV     R6,#0FFH
        DJNZ    R7,DEL
        MOV     R7,#3BH
        MOV     R5,0FFH
        MOV     R6,#0FFH
        RET
DELAY1: MOV     R5,#0FFH
        MOV     R6,#0FFH
        MOV     R7,#04H
DEL1:   DJNZ    R5,DEL1
        MOV     R5,#0FFH
        DJNZ    R6,DEL1
        MOV     R5,#0FFH
        MOV     R6,#0FFH
        DJNZ    R7,DEL1
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        MOV     R7,#3BH
        MOV     R5,#0FFH
        MOV     R6,#0FFH
        RET
DELAY60: MOV    R5,#0FFH
        MOV     R6,#0FFH
        MOV     R7,#0FFH
DEL60:  DJNZ    R5,DEL60
        MOV     R5,#0FFH
        DJNZ    R6,DEL60
        MOV     R5,#0FFH
        MOV     R6,#0FFH
        DJNZ    R7,DEL60
        MOV     R5,#0FFH
        MOV     R6,#0FFH
        MOV     R7,#3BH
        RET
        ORG     0200H
ISTF0:  PUSH    ACC
        CLR     TR0
        INC     36H
        MOV     TH0,#0FFH
        MOV     TL0,#0FFH
        MOV     A,36H
        CJNE    A,#08H,OUT
        ACALL   DELAY1
        SETB    P1.7
        CLR     TR1
        AJMP    OUT2
OUT:    ACALL   DELAY1
        SETB    TR0
OUT2:   POP     ACC
        RETI
ISTF1:  PUSH    ACC
        MOV     A,#01H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        INC     DPTR
        CJNE    A,DPH,BACK
        MOV     A,#50H
        CJNE    A,DPL,BACK
        MOV     R1,A
BACK:   POP     ACC
        RETI
        END
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้