เครื่องตอบรับระบบโทรศัพท์อัตโนมัติ

AUTOMATIC ATTENDANTED

โดย

นาย ชูเกียรติ ปุณเสรีพิพัฒน์

วัน เดือน ปี 15 ส.ค. 2540
เลขทะเบียน 03241
เลขเรียกหนังสือ T38334 ช 642ค

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิศวกรรมโทรคมนาคม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2538

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2538

ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง เครื่องตอบรับระบบโทรศัพท์อัตโนมัติ

Automatic Attendanted

ผู้จัดทำ

นาย ชูเกียรติ ปุณเสรีพิพัฒน์ 36013012

.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผศ.สมยศ จุณณะปิยะ)

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องตอบรับระบบโทรศัพท์อัตโนมัติ

AUTOMATIC ATTENDANTED

โดย นายฐเกียรติ ปุณเสรีพิพัฒน์

อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.สมยศ จุณณะปิยะ

บทคัดย่อ

โครงงานนี้เป็นการออกแบบ และสร้างเครื่องตอบรับระบบโทรศัพท์อัตโนมัติ (Automatic Attendant) ซึ่งจะต้องทำงานร่วมกับตู้สาขาอัตโนมัติ (PABX) โดยเครื่องตอบรับฯ จะต่อเข้ากับ PABX ในลักษณะที่เป็นเครื่องลูกข่ายเครื่องหนึ่งของ PABX เช่นเดียวกับแผงควบคุมของพนักงานสลับสาย (Operator Console) เมื่อมีโทรศัพท์โทรเข้ามาในระบบ PABX จะเป็นส่วนกำหนดให้เครื่องตอบรับฯ มีสัญญาณกระดิ่ง และทำการรับสาย แล้วประกาศเสียงตอบรับ ด้วยเสียงที่บันทึกไว้ในไอซีบันทึกเสียงแบบดิจิตอล เพื่อแจ้งให้ผู้ที่ติดต่อเข้ามากดหมายเลข (Extention) ที่ต้องการติดต่อ ซึ่งเครื่องตอบรับฯ จะตรวจสอบสัญญาณ DTMF ของหมายเลขนั้น และทำการเก็บไว้ในหน่วยความจำ จนครบจำนวนที่กำหนดแล้ว จึงทำการพักสาย และเรียกไปยังหมายเลขนั้น จากนั้นจะตรวจสอบสภาวะของหมายเลขนั้น โดยการตรวจสอบสัญญาณจาก PABX แล้วจึงทำการโอนสายให้กับผู้รับสายปลายทางได้

ABSTRACT

This project concerns an automatic attendant. This equipment must be used with a private automatic branch exchange (PABX). The automatic attendanted is connected as one of the PABX extention as an operator console. An incoming calls; the extention ring of automatic attendant is assigned by PABX. The reponding sound was pre-recorded in digital IC T6668. After the assigned automatic attendant reponds the caller to press the extention number and the automatic attendant will receive the DTMF of the numbers and hold the caller line. Thus, the checking of the extention and transfer the line will be made by PABX.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	เรื่อง	หน้า
บทที่ 1	บทนำ	1
บทที่ 2	ทฤษฎี	5
	- ระบบโทรศัพท์แบบอนาล็อก	5
	- ระบบโทรศัพท์แบบดิจิตอล	5
	- คุณสมบัติและลักษณะของสัญญาณแบบดิจิตอล	10
	- โครงสร้างของชุมสายโทรศัพท์แบบดิจิตอล	13
บทที่ 3	อุปกรณ์และการควบคุม	15
	- ส่วนเชื่อมต่อกับคู่สายโทรศัพท์	16
	- ส่วนตรวจจับสัญญาณกระดิ่ง	17
	- ส่วนทำการตัดต่อคู่สาย	20
	- ส่วนสัญญาณเสียงตอบรับ	22
	- ส่วนรับและส่งสัญญาณคู่ความถี่	27
	- ส่วนตรวจจับสัญญาณเรียกกลับ และสัญญาณสายไม่ว่าง	37
	- ส่วนควบคุมและประมวลผลกลาง	42
บทที่ 4	ผลการทดลอง	45
	- ผลการทดลองส่วนตรวจจับสัญญารกระดิ่ง	45
	- ผลการทดลองส่วนตรวจจับและกำเนิดสัญญาณ DTMF	47
	- ผลการทดลองวงจรตรวจจับสัญญาณเรียกกลับและสายไม่ว่าง	49
บทที่ 5	บทสรุปและวิจารณ์	52
	- ปัญหาและการแก้ไข	53
บทที่ 6	การนำไปใช้งาน	54
	ภาคผนวก	
	กิตติกรรมประกาศ	
	หนังสืออ้างอิง	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

รูป	หน้า
รูปที่ 1.1 แสดงการเชื่อมต่อเครื่อง Automatic Attendanted กับ PABX	3
รูปที่ 2.1 แสดงหลักการต่อสวิตช์ของชุมสายโทรศัพท์แบบอนาล็อก	5
รูปที่ 2.2 แสดงหลักการของชุมสายโทรศัพท์แบบดิจิตอล	6
รูปที่ 2.3 การปรับปรุงระบบโครงข่ายโทรศัพท์จากอนาล็อกสู่ดิจิตอล	9
รูปที่ 2.4 การลดทอนในสายส่งสัญญาณ	10
รูปที่ 2.5 การเข้ารหัสสัญญาณดิจิตอลแบบต่าง ๆ	11
รูปที่ 2.6 แสดงการรับส่งสัญญาณแบบดิจิตอล	12
รูปที่ 2.7 แสดงองค์ประกอบฮาร์มอนิกของสัญญาณแบบดิจิตอล	13
รูปที่ 3.1 ผังแสดงส่วนประกอบของเครื่องตอบรับอัตโนมัติ	15
รูปที่ 3.2 สัญญาณเลขหมายในระบบความถี่ควบคู่ (DTMF)	17
รูปที่ 3.3 แสดงสัญญาณกระดิ่งและสัญญาณเรียกกลับ	18
รูปที่ 3.4 แสดงวงจรตรวจจับสัญญาณกระดิ่ง	18
รูปที่ 3.5 แสดงการเปรียบเทียบสัญญาณกระดิ่งและสัญญาณที่ตรวจจับได้	19
รูปที่ 3.6 แสดงระดับแรงดันของคู่สายเมื่อเครื่องลูกข่ายส่งสัญญาณให้ PABX	21
รูปที่ 3.7 แสดงวงจรตัดต่อคู่สาย	21
รูปที่ 3.8 แสดงวงจรของส่วนสัญญาณเสียงตอบรับ	23
รูปที่ 3.9 แสดงบล็อคไดอะแกรมของ ไอซี T6668	26
รูปที่ 3.10 แสดงโครงสร้างภายในของ MT 8880	30
รูปที่ 3.11 แสดงไดอะแกรมเวลาทางด้านรับสัญญาณ DTMF	31
รูปที่ 3.12 แสดงช่วงความถี่ที่ตัวกรองสัญญาณคอลโพรเกรสยอมให้ผ่าน	32
รูปที่ 3.13 แสดงวงจรใช้งาน ไอซี MT 8880	34
รูปที่ 3.14 แสดงลักษณะของสัญญาณเรียกกลับและสัญญาณสายไม่ว่าง	38
รูปที่ 3.15 แสดงวงจรของส่วนตรวจจับสัญญาณเรียกกลับและสายไม่ว่าง	39
รูปที่ 3.16 แสดงสัญญาณที่ได้ในการตรวจจับสัญญาณเรียกกลับและสายไม่ว่าง	40
รูปที่ 3.17 แสดงแผนผังการทำงานของเครื่องตอบรับอัตโนมัติ	41
รูปที่ 3.18 แสดงวงจรการแสดงผลของข้อมูล	43
รูปที่ 4.1 แสดงวงจรตรวจจับสัญญาณกระดิ่ง	45
รูปที่ 4.2 แสดงสัญญาณที่ได้จากวงจรตรวจจับสัญญารกระดิ่ง	46
รูปที่ 4.3 แสดงสัญญาณ DTMF หมายเลข 1 4 7	47
รูปที่ 4.4 แสดงสัญญาณ DTMF หมายเลข 4 5 6	48

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูป	หน้า
รูปที่ 4.5 แสดงวงจรตรวจจับสัญญาณเรียกกลับและสัญญาณสายไม่ว่าง	49
รูปที่ 4.6 แสดงเอาท์พุทที่ได้จากสัญญาณ DTMF 159	49
รูปที่ 4.7 แสดงสัญญาณเรียกกลับและเอาท์พุทที่ได้	50
รูปที่ 4.8 แสดงสัญญาณสายไม่ว่างและเอาท์พุทที่ได้	51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
ตารางที่ 2.1 แสดงชนิดและตัวอย่างของระบบชุมสายโทรศัพท์	7
ตารางที่ 3.1 แสดงการกำหนดบิทเรต	22
ตารางที่ 3.2 การกำหนดชนิดและจำนวนแรมที่ใช้	25
ตารางที่ 3.3 แสดงรายละเอียดของขาไอซี MT 8880	29
ตารางที่ 3.4 แสดงค่าที่ถอดรหัสได้จากความถี่ต่าง ๆ ของสัญญาณ DTMF	30
ตารางที่ 3.5 แสดงการกำหนดหน้าที่ของรีจิสเตอร์	34
ตารางที่ 3.6 แสดงตำแหน่งบิทควบคุมใน CRA	34
ตารางที่ 3.7 แสดงตำแหน่งบิทควบคุมใน CRB	35
ตารางที่ 3.8 แสดงรายละเอียดเกี่ยวกับรีจิสเตอร์ควบคุม A	35
ตารางที่ 3.9 แสดงรายละเอียดเกี่ยวกับรีจิสเตอร์ควบคุม B	36
ตารางที่ 3.10 แสดงรายละเอียดรีจิสเตอร์สถานะ	37

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

ในปัจจุบัน ความก้าวหน้าทางด้านการสื่อสารโทรคมนาคม สามารถทำให้การทำงานต่าง ๆ เป็นไปได้อย่างได้สะดวกขึ้น และสามารถตอบสนองความต้องการ จำนวนมากได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งความต้องการใช้โทรศัพท์ เช่น ความต้องการติดต่อสื่อสารภายในสำนักงาน หรือองค์การเดียวกัน การทำงานในลักษณะนี้ ไม่ได้อยู่ในขอบเขตความสามารถ ของชุมสายท้องถิ่น ดังนั้น จึงต้องอาศัยอุปกรณ์เพิ่มเติม คือ การใช้ PABX (PRIVATE AUTOMATIC BRANCH EXCHANGE) การทำงานของ PABX จะทำการตัดต่อสายโทรศัพท์ เหมือนกับการทำงานของชุมสายท้องถิ่นทั่วไป แต่จะทำภายในอาคาร หรือสำนักงานเท่านั้น คู่สายนอกที่ต่อเข้ามายังอาคาร จะต้องถูกต่อไปยังคู่สายลูกข่าย (EXTENTION) โดยการทำงานของพนักงานต่อสาย (OPERATOR) พนักงานจะทำการรับสายนอกที่โทรเข้ามา และถามความต้องการ จากนั้น ก็จะต่อไปยังคู่สายลูกข่าย ที่ผู้โทรต้องการติดต่อ ในปัจจุบัน การทำงานในหน้าที่ของพนักงานรับโทรศัพท์นี้ กระทำโดยมนุษย์ ซึ่งมีข้อเสียหลายอย่าง เช่น เสียค่าใช้จ่ายในการจ้างพนักงานมาก การทำงานไม่สามารถทำได้ตลอด 24 ชั่วโมง หรือถ้าทำได้ก็จะเสียค่าใช้จ่ายมาก และอาจเกิดการผิดพลาดในการทำงานได้ แต่จะมีข้อดีคือ พนักงานสามารถบอกสาเหตุของการไม่สามารถติดต่อกับลูกข่ายได้ และสามารถรับฝากข้อความสำหรับผู้ติดต่อได้

ดังนั้น เราจึงรวบรวมข้อดี และข้อเสียมาประดิษฐ์อุปกรณ์ ที่จะสามารถทำงานในหน้าที่ดังกล่าว เพื่อใช้แทนพนักงานรับโทรศัพท์ ซึ่งจะทำเกิดความประหยัด มีความรวดเร็ว และแน่นอน

หลักการทำงานของ เครื่องตอบรับระบบโทรศัพท์อัตโนมัติ (Automatic Attendanted) จะทำงานเหมือนเป็นเครื่องลูกข่ายของ PABX ซึ่งเครื่องลูกข่ายที่ต่อในระบบ PABX ในปัจจุบันสามารถแบ่งได้เป็น 2 แบบใหญ่ คือ

1. เครื่องโทรศัพท์แบบธรรมดา หรือเครื่องโทรศัพท์ที่สามารถรับสัญญาณเสียงจาก PABX ได้เพียงอย่างเดียว (Sigle Line Telephone) ซึ่งโทรศัพท์ชนิดนี้จะสามารถต่อคู่สายขององค์การโทรศัพท์และ PABX ได้ทุกยี่ห้อ

2. เครื่องโทรศัพท์ที่สามารถรับสัญญาณเสียงและข้อมูลจาก PABX ได้ (Key Telephone) ซึ่งจะต้องกำหนดโดยบริษัทผู้ผลิต PABX นั้น และจะมีลักษณะพิเศษที่เหนือกว่าโทรศัพท์แบบธรรมดา คือ มีหน้าจอหรือไฟบอกคู่สายที่เรียกเข้ามา และมีปุ่มการทำงานพิเศษที่สามารถทำงานร่วมกับ PABX ได้ เช่น ปุ่มพักสาย (Hold Button), ปุ่มโอนสาย (Transfer Button), ปุ่มประชุมสาย (Conference Button), ปุ่มพูดโดยไม่ต้องยกหู (Speaker Phone or Handfree Button) อันจะเป็นประโยชน์ให้แก่ผู้ใช้งาน ซึ่งได้แก่ พนักงานต่อสาย หรือผู้บริหารระดับสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื่องจากในปัจจุบันเครื่องโทรศัพท์แบบคีย์มีราคาค่อนข้างสูงกว่า โทรศัพท์แบบธรรมดามาก และจะต้องติดต่อสั่งซื้อจากบริษัทผู้ผลิต PABX เท่านั้น อีกทั้งยังมีข้อจำกัดในการใช้งานเฉพาะ PABX แต่ละยี่ห้อด้วย ดังนั้นในโครงงานนี้จะใช้ลักษณะของโทรศัพท์ธรรมดา มาทำหน้าที่แทนพนักงานต่อสายที่เป็นเครื่องลูกข่ายของ PABX ในขั้นแรก เมื่อมีการเรียกเข้ามาจากคู่สายภายนอก PABX จะเป็นส่วนที่กำหนดให้มีสัญญาณกระดิ่ง (RINGING) ดังขึ้นที่เครื่องลูกข่ายใดบ้าง ซึ่งเราจะต้องกำหนดจาก PABX ให้เครื่องลูกข่ายที่เครื่องตอบรับอัตโนมัติต่ออยู่มีสัญญาณกระดิ่งเรียกจากภายนอก (CO. Call) ดังด้วยสัญญาณการเรียก หรือสัญญาณกระดิ่งจะถูกตรวจจับด้วยส่วนของวงจรตรวจจับสัญญาณกระดิ่ง (RINGING DETECTOR) สัญญาณกระดิ่งจะถูกตรวจจับ (DETECT) และส่งสัญญาณไปบอกกับหน่วยควบคุมและประมวลผลกลาง และเมื่อหน่วยควบคุมและประมวลผลกลาง ได้รับสัญญาณกระดิ่งจนครบแล้ว ก็จะสั่งให้ส่วนตัดต่อ ต่อคู่สายเข้ากับ PABX สัญญาณเสียงตอบรับ (ANNOUNCER) ทำงาน

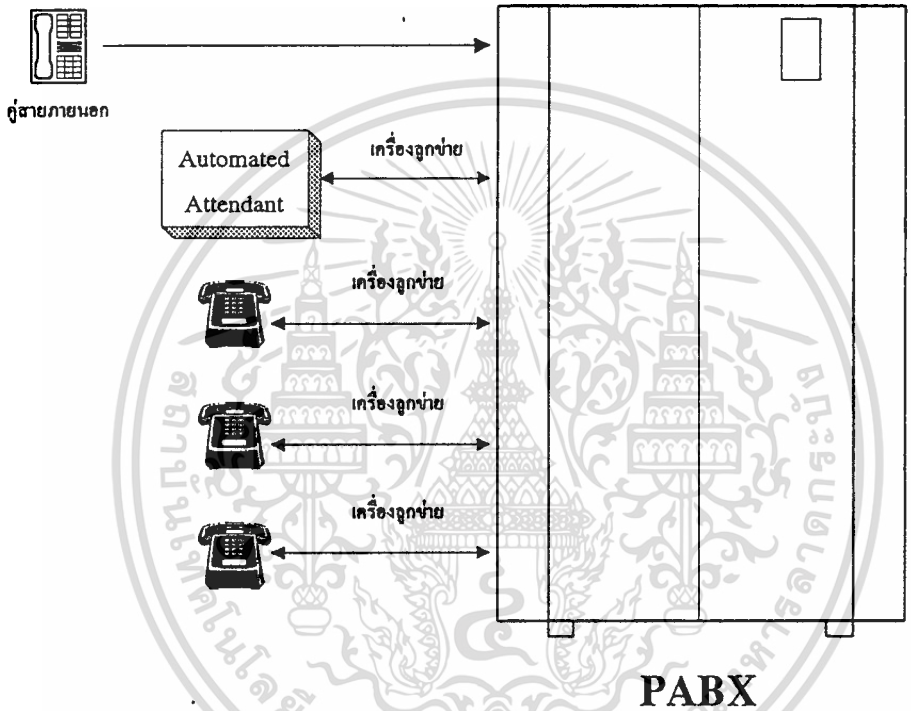
ส่วนวงจรเสียงตอบรับ จะประกาศเสียงตอบรับ (GREETING MESSAGE) และบอกสิ่งที่ต้องทำต่อไปให้ผู้โทรเข้าได้ทราบซึ่งก็คือบอกให้ผู้โทรเข้ากดหมายเลขต่อไปยังปลายทางที่ต้องการจะติดต่อด้วย หรือ ถ้าไม่ทราบหมายเลขต่อ (EXTENTION NUMBER) ก็ให้กดหมายเลขต่อไปยังพนักงานรับโทรศัพท์ (OPERATOR) หรือถ้าไม่กดเลขหมายใดภายเวลาที่กำหนดเครื่องตอบรับอัตโนมัติจะถือเสมือนว่าต้องการต่อไปยังพนักงานรับโทรศัพท์ เครื่องตอบรับอัตโนมัติ จะรับหมายเลขต่อ และจะเก็บหมายเลขนั้นไว้ในหน่วยความจำ จากนั้นก็จะทำการพักสาย (HOLD) ของผู้โทรเข้ามา และเรียกไปยังเครื่องลูกข่าย ที่อยู่ในหน่วยความจำ เพื่อตรวจสอบดูว่าเครื่องลูกข่ายอยู่ในสภาวะใด ถ้าเครื่องลูกข่ายนั้นไม่ว่างหรือไม่มีผู้รับสายโดยการกำหนดจำนวนสัญญาณกระดิ่งที่เรียกเครื่องลูกข่าย (RINGBACK) โดยวงจรตรวจจับสัญญาณเรียกกลับ (RINGBACK DETECTOR) เพื่อส่งสัญญาณให้กับหน่วยควบคุมและประมวลผลกลาง หน่วยประมวลผลกลางจะสลับสายกลับไปยังสายของผู้โทรเข้ามา และแจ้งให้ผู้รับทราบ เพื่อกดหมายเลขติดต่อใหม่ หรือถ้าเครื่องลูกข่ายนั้นว่างก็จะรอจนมีผู้รับสาย แล้วจึงทำการโอนสายให้สนทนากับผู้รับปลายทาง เมื่อได้ทำการโอนสายแล้วเครื่องลูกข่ายของเครื่องตอบรับอัตโนมัติ ก็จะว่างพร้อมผู้ติดต่อเข้ามาใหม่ได้

โดยลักษณะการทำงานของเครื่องตอบรับอัตโนมัตินี้ จะทำงานเหมือนเป็นเครื่องลูกข่ายของ PABX ซึ่งเมื่อเครื่องของพนักงานสลับสาย ต้องการโอนสายจากภายนอกไปที่เครื่องลูกข่ายเครื่องอื่น ก็ทำได้โดยการพักสายจากภายนอก โดยการกดที่วางหู แล้วเรียกไปยังลูกข่ายที่ต้องการติดต่อแล้วจึงทำการปลดสายของตัวเองออกโดยการวางหู เราอาศัยหลักการนี้ โดยเมื่อหมายเลขต่อถูกเก็บไว้ในหน่วยความจำแล้ว อุปกรณ์ตัดต่อจะสั่งงานให้หน่วยปิดเปิดสวิทช์รีเลย์ทางด้าน PABX ซึ่งจะทำหน้าที่เหมือนสวิทช์ที่วางหู จากนั้นหน่วยควบคุมและประมวลผลกลาง ก็จะสั่งให้ หน่วยกำเนิดสัญญาณคู่ความถี่ (DTMF GENERATOR) สร้างสัญญาณคู่ความถี่ส่งไปยัง PABX

เมื่อ PABX ได้รับสัญญาณคู่ความถี่แล้ว ก็จะทำการเรียกไปยังเครื่องโทรศัพท์ปลายทางให้ หลังจากที่ได้รับการติดต่อแล้ว เราจะทำการปลดสายของตัวเองออก โดยการตัดสายออกจาก PABX เพื่อให้ PABX ต่อสายจากภายนอกไปยังเครื่องโทรศัพท์ปลายทางที่ต้องการติดต่อด้วย

เอกสารนี้มีลิขสิทธิ์ ห้ามนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทำงานของเครื่องตอบรับอัตโนมัติ ที่ติดต่ออยู่กับสายจาก PABX จะเป็นไปดังรูปที่ 1.1 ซึ่งจะทำให้เราเข้าใจการทำงานของ เครื่องตอบรับอัตโนมัติ ดียิ่งขึ้น



รูปที่ 1.1แสดงการเชื่อมต่อเครื่อง Automated Attendanted กับ PABX

จากหลักการทำงานนี้ เราจะเห็นว่าการทำงานของ เครื่องตอบรับอัตโนมัติ จะเกี่ยวข้องกับอุปกรณ์ PABX อยู่มาก เพราะฉะนั้น การทำงานของ เครื่องตอบรับอัตโนมัติ จะต้องพิจารณาตามหลักการทำงานของ PABX ไม่ว่าจะเป็นจำนวนหลักของหมายเลขปลายทาง จำนวนครั้งของกระดิ่งที่เรียกเข้า จำนวนครั้งของกระดิ่งที่เรียกหมายเลขปลายทางเพื่อกำหนดว่าไม่มีผู้รับสายปลายทาง รวมถึงหมายเลขของ โอเปอเรเตอร์ จะต้องปรับให้สัมพันธ์กัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องตอบรับอัตโนมัติ ในโครงงานนี้สามารถที่จะปรับค่าต่าง ๆ ให้ตรงกับ PABX ที่ต่ออยู่ได้

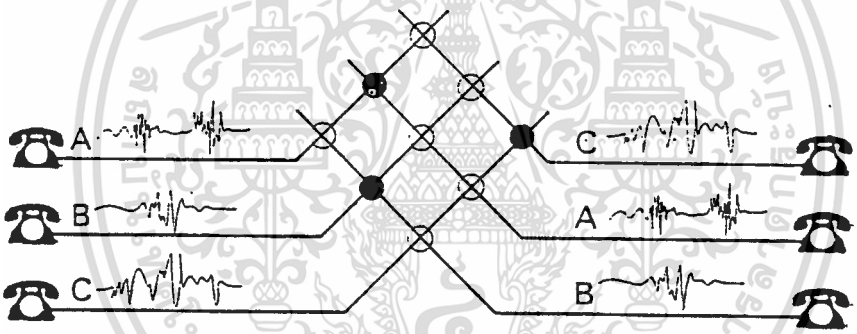
1. หมายเลขของโอเปอเรเตอร์ สามารถกำหนดให้เป็น หมายเลข 0 หรือ 9
2. กำหนดหมายเลขภายในของโอเปอรเรเตอร์ได้
3. กำหนดกลุ่มหมายเลขภายในได้ 1 กลุ่ม โดยมีจำนวนเลขหมายภายในตั้งแต่ 1-6 ตัวเลข
4. จำนวนครั้งของสัญญาณกระดิ่งที่ดังก่อนที่จะทำการรับสาย สามารถกำหนดได้ 1-9 ครั้ง
5. จำนวนครั้งของสัญญาณเรียกกลับ ที่เรียกสายปลายทางก่อนที่จะระบุว่าไม่มีผู้รับสาย สามารถกำหนดได้ 1-9 ครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎี

2.1 ระบบโทรศัพท์แบบอนาล็อก

การทำงานของอุปกรณ์สวิตชิ่งโทรศัพท์แบบอัตโนมัติ คือ การรับสัญญาณหมายเลขที่เรียกจากสมาชิกต้นทางซึ่งอาจจะเป็นสัญญาณแบบพัลซ์ (เครื่องแบบหมุน) หรือสัญญาณความถี่ผสม (เครื่องแบบกดปุ่ม) เพื่อที่จะถอดรหัสหมายเลขของเครื่องสมาชิกปลายทางและทำการต่อวงจรให้ติดต่อให้ติดต่อกันได้ซึ่งอาจจะเป็นการติดต่อด้วยสัญญาณเสียงหรือข้อมูลก็ดี ลักษณะของอุปกรณ์สวิตชิ่งแต่เดิมนั้นจะทำการต่อสัญญาณเสียง (Voice Signal) โดยทำการเปลี่ยนสัญญาณเสียงให้เป็นสัญญาณไฟฟ้าที่อุปกรณ์โทรศัพท์ปลายทาง หรือที่เราเรียกกันว่าเครื่องโทรศัพท์นั่นเอง สัญญาณจากเครื่องโทรศัพท์จะถูกต่อผ่านชุดสวิตช์ที่ทำหน้าที่ต่อสัญญาณเสียงพูดผ่านจากสมาชิกต้นทางไปยังสมาชิกปลายทาง โดยที่รูปแบบของสัญญาณที่รับได้จากเครื่องโทรศัพท์ปลายทางจะเหมือนกับสัญญาณที่ต้นทางทุกประการ เราเรียกสวิตชิ่งแบบนี้ว่าแบบอนาล็อก ซึ่งจะมีลักษณะการทำงานง่าย ๆ ดังรูปที่ 2.1

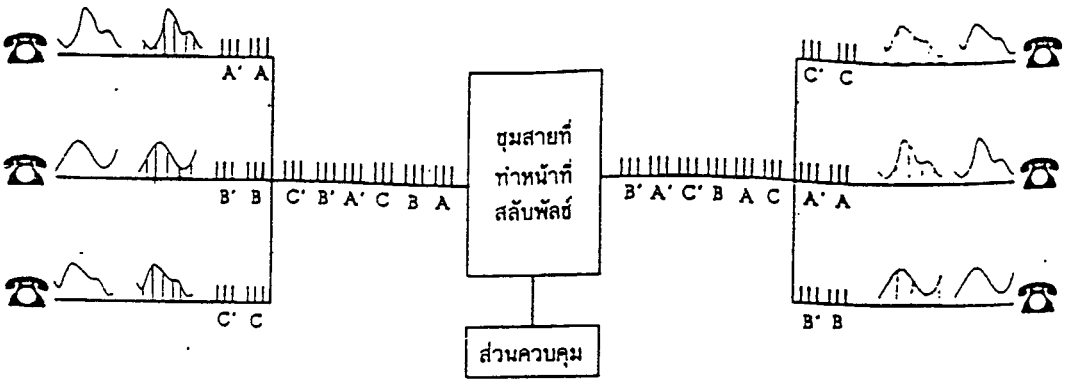


รูปที่ 2.1 แสดงหลักการต่อสวิตช์ของชุมสายโทรศัพท์แบบอนาล็อก

2.2 ระบบโทรศัพท์แบบดิจิตอล

อุปกรณ์ที่ถูกนำมาใช้ในชุมสายโทรศัพท์แบบดิจิตอลจะมีหลักการที่สำคัญคือเปลี่ยนสัญญาณเสียงให้เป็นสัญญาณดิจิตอล (รหัส "0" และ "1") ซึ่งจะต่างกับชุมสายโทรศัพท์แบบอนาล็อก โดยสัญญาณเสียงจะมีการเปลี่ยนแปลงรูปแบบไป โดยมีหลักการดังแสดงในรูปที่ 2.2 สัญญาณเสียงที่ส่งจากเครื่องโทรศัพท์จะถูกเปลี่ยนให้อยู่ในรูปของรหัส "0" และ "1" การทำงานนี้เราเรียกว่า การเข้ารหัส (encode) ซึ่งสัญญาณรหัส "0" และ "1" นี้เราเรียกว่า สัญญาณดิจิตอล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.2 แสดงหลักการของชุมสายโทรศัพท์แบบดิจิตอล

สัญญาณเสียงจากเครื่องโทรศัพท์ปลายทางที่ส่งมาตามคู่สายจะถูกแปลงให้เป็นสัญญาณดิจิตอลและนำสัญญาณดิจิตอลเหล่านี้จากเครื่องโทรศัพทปลายทางอื่น ๆ หลาย ๆ เครื่องมาเข้ารหัสระบบมัลติเพล็กซ์ โดยการจัดแบ่งเวลากันส่ง ทำให้สามารถที่จะทำการส่งสัญญาณหลายสัญญาณไปได้ในเวลาเดียวกัน

ชุมสายโทรศัพท์จะทำการเชื่อมต่อไปยังเครื่องโทรศัพท์ปลายทางตามข้อมูลของพัลซ์ที่ได้รับ ลำดับของพัลซ์ที่ได้รับเข้ามาแต่ละส่วนก็จะทำการเปลี่ยนตามความต้องการของสมาชิกผู้เรียกที่ผ่านการมัลติเพล็กซ์ไปยังเครื่องโทรศัพท์ตามต้องการโดยสวิตซ์การทำงานแบบนี้เรียกว่า time order exchage ในสวิตซ์ที่ใช้ในการทำงานของ time order exchage จะใช้สวิตซ์ที่เป็นเซมิคอนดัคเตอร์ ซึ่งในสวิตซ์ 1 ตัว สามารถสวิตซ์ได้ 500-2,000 ของการเรียก เพราะว่าการสวิตซ์แบบนี้จะมีความสามารถในการทำงานที่ความเร็วสูง

ในชุมสายโทรศัพท์แบบอนาล็อก ในการเรียก 1 ครั้ง จะต้องใช้การเชื่อมต่อของสวิตซ์ 1 ชุด ดังนั้นในการทำงานนี้จะมีข้อจำกัดอยู่ที่จำนวนของสวิตซ์ อย่างไรก็ตาม ในสวิตซ์หนึ่งนั้นสามารถที่จะคงสภาพของการเรียกได้ตลอดเวลาจนกว่าจะสิ้นสุดการใช้งาน สวิตซ์นี้จะถูกทำให้ว่างเพื่อสามารถจะใช้งานได้ต่อไปอีก

ส่วนในการแปลงสัญญาณกลับก็จะใช้การดีมัลติเพล็กซ์ เพื่อทำการส่งสัญญาณไปยังเครื่องโทรศัพท์ได้ถูกต้อง หลังจากนั้นสัญญาณก็จะถูกถอดรหัสเพื่อทำให้ได้เป็นสัญญาณรูปแบบก่อนที่จะมีการมัลติเพล็กซ์ เพื่อส่งไปยังเครื่องโทรศัพท์ปลายทาง

ลักษณะของชุมสายโทรศัพท์แบบดิจิตอล จะมีดังนี้

1) จะใช้การมัลติเพล็กซ์

2) นำเอาเทคโนโลยีของ LSI มาใช้

3) มีการทำงานร่วมกันระหว่าง ส่วนเสียงพูดผ่าน (speech path) และโปรเซสเซอร์

4) การส่งสัญญาณผ่านสายส่งสัญญาณแบบดิจิตอล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบชุมสายโทรศัพท์แบบดิจิตอลในอนาคตไม่เพียงแต่ที่จะช่วยลดต้นทุนของอุปกรณ์ของชุมสายโทรศัพท์แต่สามารถที่จะเชื่อมต่อกับโครงข่ายดิจิตอลอื่น ๆ ได้ โดยใช้สายส่งสัญญาณแบบดิจิตอล

ตารางที่ 2.1 จะแสดงถึงชนิดของชุมสายโทรศัพท์ และตัวอย่างการนำไปใช้งาน ซึ่งจะเป็นการเปรียบเทียบ ระบบโทรศัพท์แบบอนาล็อก และระบบโทรศัพท์แบบดิจิตอล

ระบบ		อนาล็อก	ดิจิตอล	คุณลักษณะ
1) ระบบ Circuit Swithching	ระบบ Circuit Swithching แบบ Space Division	อุปกรณ์สวิตชิ่งโทรศัพท์แบบเดิม	อุปกรณ์สวิตชิ่งเทเล็กซ์	หลังจากที่เซ็คการเชื่อมโยงการสื่อสารระหว่างปลายทางทั้งสองของการเรียกแต่ละครั้ง ข่าวสารจะถ่ายโอนจาต้นทางไปยังปลายทาง
	ระบบ Circuit Swithching แบบดิจิตอล	อุปกรณ์สวิตชิ่งโทรศัพท์แบบ PAM	อุปกรณ์สวิตชิ่งแบบดิจิตอล (สำหรับการสื่อสารของโทรศัพท์และข้อมูล)	การส่งข่าวสารจะกระทำเหมือนทางข้างบน แต่ส่วนของการสื่อสารจะใช้รูปแบบของการมัลติเพล็กซ์
ระบบ Store และ Forward Swithching	ระบบ Message Switching	(หมายเหตุ)	อุปกรณ์ โทรพิมพ์ (Telegrapg)	หลังจากที่รับรหัสของแอดเดรสและข่าวสารแล้ว ก็จะทำการเก็บไว้ในอุปกรณ์สวิทชิ่ง และหลังจากนั้นจึงจะถ่ายโอนไปยังปลายทาง
	ระบบ Packet Switching	(หมายเหตุ)	อุปกรณ์สวิตชิ่งของข้อมูล	คล้ายกับระบบ Message Switching แต่ข่าวสารจะถูกถ่ายโอนในรูปของแพคเก็ต

หมายเหตุ: ในระบบนี้จะประกอบด้วยพื้นฐานของการเก็บข่าวสารไว้เป็นแบบดิจิตอล ซึ่งแบบอนาล็อกไม่สามารถใช้กับระบบนี้ได้

ตารางที่ 2.1 แสดงชนิดและตัวอย่างของระบบชุมสายโทรศัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ระบบ Circuit Switching

หลังจากที่มีการเซ็ตรูปแบบการเชื่อมโยงการสื่อสารระหว่างปลายทางทั้ง 2 ปลายทางของการเรียกแต่ละครั้ง ข่าวสารจะทำการโอนในรูปแบบต้นทางไปยังปลายทาง โดยจะมีการสื่อสารแบบ Space Division หรือ Time Division ในระหว่างที่มีการสื่อสารกันอยู่ การเชื่อมโยงจะเชื่อมต่อตลอดเวลา ต่อเมื่อสิ้นสุดการติดต่อสื่อสารการเชื่อมโยงก็จะแยกจากกัน

2. ระบบ Store และ Forward Switching

อุปกรณ์ของชุมสายโทรศัพท์ที่ใช้ในการสื่อสารระหว่างอุปกรณ์ปลายทางนี้ จะมีการเก็บรหัสของแอดเดรส และข่าวสารที่รับมาได้ไว้ในอุปกรณ์ของชุมสายโทรศัพท์ หลังจากนั้นอุปกรณ์ของชุมสายโทรศัพท์ก็จะถ่ายโอนข้อความของข่าวสารไปตามรหัสของแอดเดรสโดยใช้การเชื่อมต่อในรูปแบบของ Link-by-Link ระบบนี้จะมีส่วนสำคัญอยู่ที่ข้อมูลในอุปกรณ์ของชุมสายโทรศัพท์

ในระบบนี้จะมีการแบ่งเป็น 2 แบบ คือ ระบบ Packet Switching และระบบ Message Switching ซึ่งในระบบ Packet Switching จะมีการแบ่งข้อความที่ต้องการจะส่งออกเป็นส่วน ๆ ตามหน่วยของความยาวของข้อความ ตัวอย่างเช่น ในหนึ่งหน่วยจะมี 1,000 บิท ส่วนในระบบ Message Switching จะทำการส่งข้อมูลโดยไม่มีการแบ่งข้อมูลเลย

ข้อดีของชุมสายโทรศัพท์แบบดิจิตอล

1) ด้านเศรษฐกิจของโครงข่ายการสื่อสาร สามารถอธิบายได้ดังนี้

- ในระบบชุมสายโทรศัพท์แบบดิจิตอล สามารถที่จะต่อกับสายส่งแบบดิจิตอลโดยไม่ต้องมีการแปลงจากสัญญาณอนาล็อกเป็นสัญญาณดิจิตอล จึงทำให้การซิงค์โครไนซ์ที่ปลายทางสามารถทำได้ง่าย

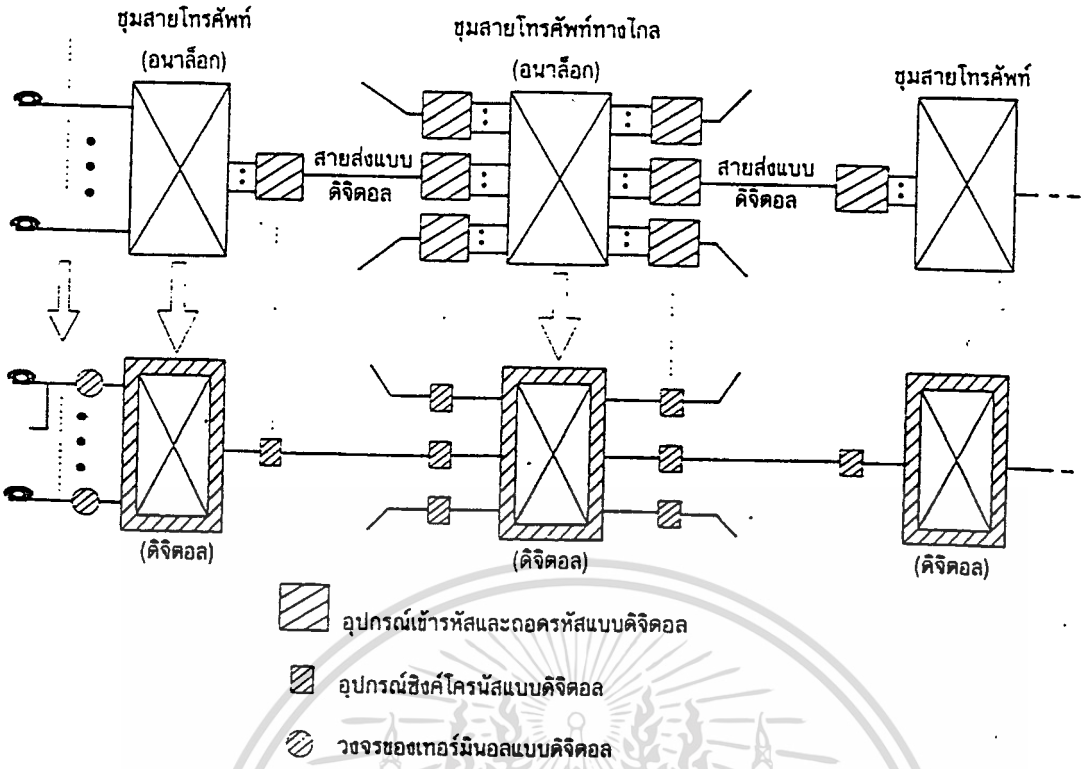
- มีความจุของช่องสัญญาณที่มากขึ้น

- วงจรที่ส่วนของชุมสายโทรศัพท์สามารถออกแบบได้ง่ายและมีประสิทธิภาพสูง

2) ทำให้คุณภาพในการส่งข้อมูลดีขึ้น

จากการที่ทำการเปลี่ยนสัญญาณจากอนาล็อกเป็นดิจิตอลอาจทำให้เกิดสัญญาณรบกวนที่เรียกว่า Quantizing Noise ซึ่งการเปลี่ยนสัญญาณนี้จะกระทำที่จุดออกของโครงข่าย แต่เมื่อมีการนำเอาการเข้ารหัสแบบ PCM มาใช้ สัญญาณรบกวนและการเปลี่ยนแปลงระดับของสัญญาณที่ถูกขยายเพิ่มขึ้นมาจากสถานีทวนสัญญาณจะไม่ไปรวมกับสัญญาณ จึงจะช่วยให้คุณภาพของการส่งสัญญาณในสายส่งไม่ลดลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.3 การปรับปรุงระบบโครงข่ายโทรศัพท์จากอนาล็อกสู่ดิจิตอล

3) รูปแบบเล็กลง, ลดต้นทุน และมีความเชื่อถือได้สูง

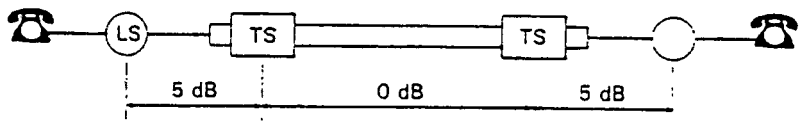
ในวงจรเสียงพูดผ่าน (Speech Path) ของชุมสายโทรศัพท์แบบดิจิตอล จะแตกต่างกับการเชื่อมต่อในชุมสายโทรศัพท์แบบอนาล็อก โดยจะมีการนำเอาเกท (gate) และหน่วยความจำในวงจรโลจิกมาใช้ เทคดทนโลยีนี้ จึงสามารพนำมาใช้ในส่วนของวงจรเสียงพูดผ่านได้และใช้เทคโนโลยีของ LSI ที่จะทำให้มีฟังก์ชั่นการทำงานมากขึ้น ลดจำนวนอุปกรณ์และพลังงานที่ใช้ลง

จากการที่ใช้อุปกรณ์เซมิคอนดัคเตอร์หรือคอมพิวเตอร์ และการมัลติเพล็กซ์สัญญาณดิจิตอลจะทำให้มีความถูกต้องสูงขึ้นและการบำรุงซ่อมแซมจะลดลง คุณภาพของวงจรเสียงพูดผ่านดีขึ้นเนื่องจากอุปกรณ์เสียงพูดผ่านจะทำงานโดยใช้วงจรโลจิก ดังนั้นการนำโปรเซสเซอร์มาควบคุมวงจรเสียงพูดผ่านโดยควบคุมวงจรโลจิกส่วนที่ทำเป็นวงจรเสียงพูดผ่านได้ดี และโครงสร้างของเครื่องง่ายต่อการออกแบบ

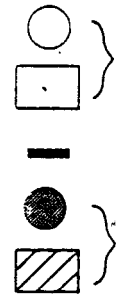
4) ความสามารถในการให้บริการการสื่อสาร

สัญญาณเสียงที่ถูกส่งด้วยอัตรา 64 kbps ในลักษณะของรหัส PCM จะมีลักษณะง่ายต่อการที่จะออกแบบระบบสื่อสารที่สามารถส่งสัญญาณอื่น ๆ โดยการใช้อัตราการส่ง 64 kbps นี้ ซึ่งทำได้โดยการสวิตช์การเรียกแต่ละครั้งที่ความเร็วแตกต่างกัน ซึ่งเรียกว่า Plural Switching ดังนั้นในการสื่อสารเราสามารถที่จะส่งสัญญาณหรือข้อมูลอื่นได้นอกจาสัญญาณเสียง ซึ่งในอนาคตจะเป็นการบริการแบบ ISDN (Integrated Services Digital Network) ที่สามารถให้บริการสื่อสารได้หลายชนิดในเวลาเดียวกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



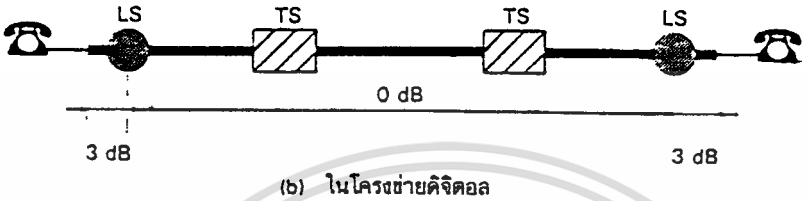
(a) ในโครงข่ายอนาล็อก



สวิตช์อนาล็อก

สายส่งสัญญาณแบบดิจิตอล

สวิตช์ดิจิตอล



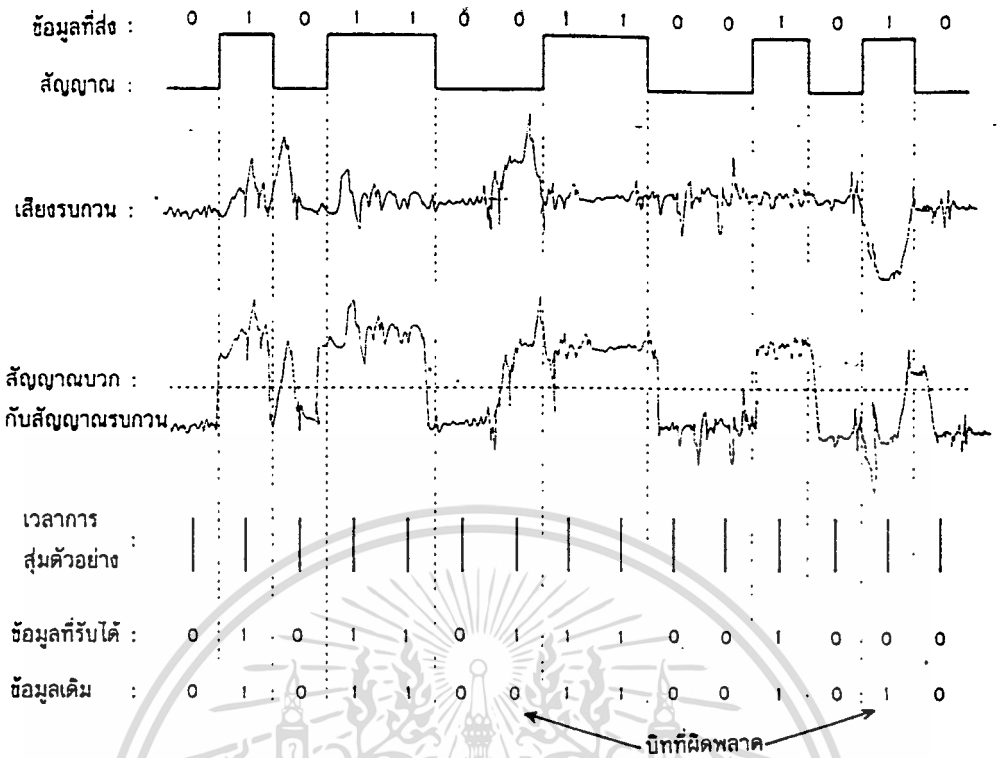
(b) ในโครงข่ายดิจิตอล

รูปที่ 2.4 การลดทอนในสายส่งสัญญาณ

2.3 คุณสมบัติและลักษณะสัญญาณแบบดิจิตอล

สัญญาณแบบดิจิตอลคือสัญญาณที่มีขนาด (Amplitude) เปลี่ยนแปลงเป็นค่าของเลขลงตัวซึ่งมีรูปแบบที่เป็นพัลซ์และอาจมีระดับขนาดอะไรก็ได้ไม่จำเป็นต้องเป็น "0" หรือ "1" เสมอไป แต่ถ้าเป็น "1" และ "0" เรียกว่าสัญญาณเลขฐานสองหรือสัญญาณไบนารี (Binary Signal) ซึ่งมีทั้งแบบไม่กลับศูนย์ (Nonreturn-to-Zero) และแบบกลับศูนย์ (Return-to-Zero) นอกจากนี้ยังมีพัลซ์ไบโพลาร์ที่แทนที่ "1" ด้วย "+1" หรือ "-1" และแทน "0" ด้วย "0" และยังมีพัลซ์แบบอื่น ๆ ดังแสดงไว้ในรูปที่ 2.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.6 แสดงการรับส่งสัญญาณแบบดิจิตอล

- ง่ายต่อการเข้ารหัส ในกรณีที่ต้องการให้ข้อมูลนั้นเป็นความลับ เราสามารถเข้ารหัสข้อมูล เช่นการสแคมเลอร์ที่ทางด้านส่งและทางด้านรับก็จะมีวงจรดีสแคมเบลอร์สำหรับถอดรหัส

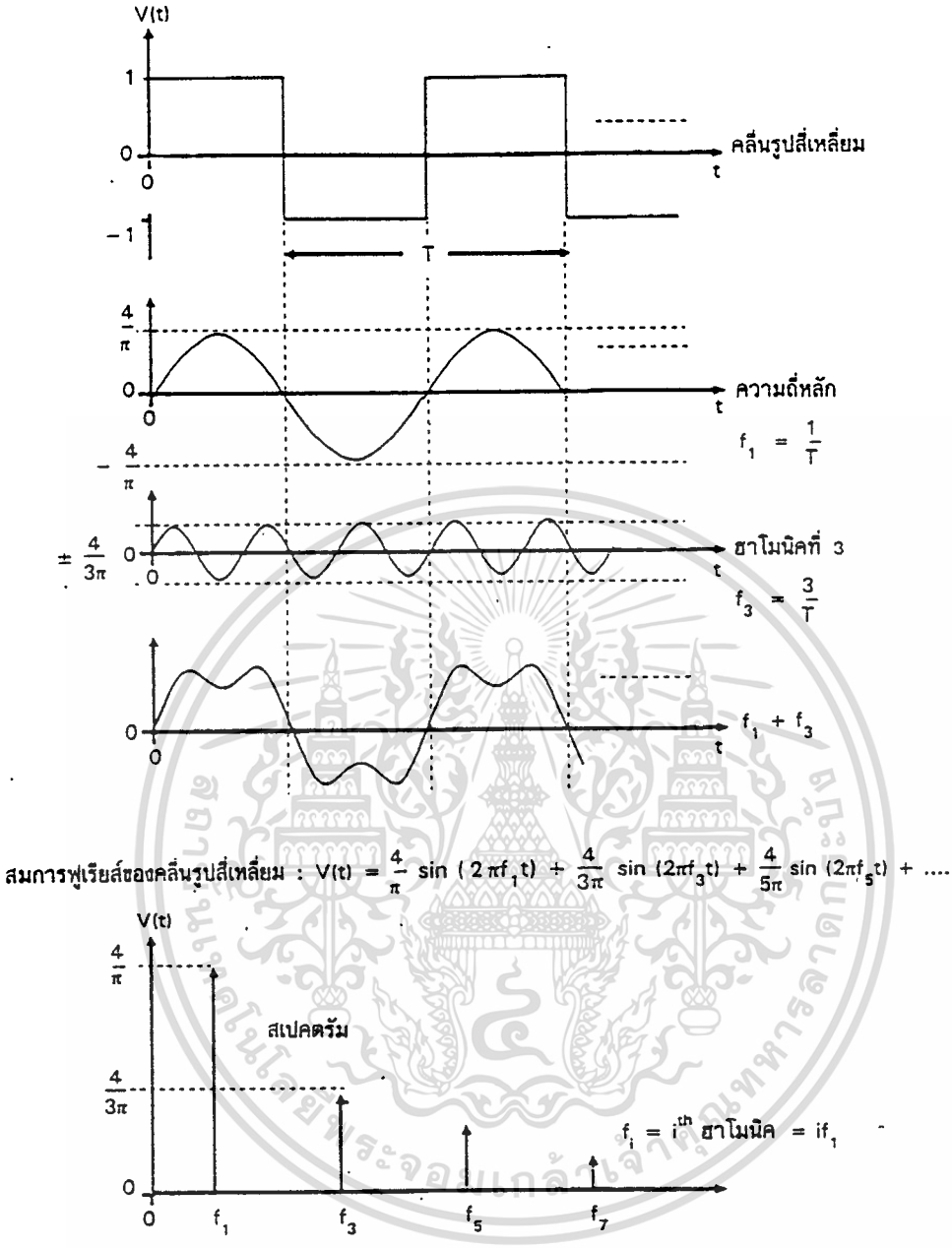
อย่างไรก็ตามระบบสื่อสารที่ใช้สัญญาณแบบดิจิตอลก็มีข้อเสียอยู่ดังนี้คือ

- เพิ่มแบนด์วิดท์ของสัญญาณ เช่น สัญญาณเสียงพูดสำหรับโทรศัพท์ ซึ่งกำหนดไว้ว่ามีแบนด์วิดท์ได้ไม่เกิน 3.4 kHz เมื่อแปลงเป็นสัญญาณแบบดิจิตอลแล้วส่งด้วยอัตรา 2.048 Mbps อย่างน้อยที่สุดสายส่งที่ใช้ต้องมีผลตอบสนองต่อความถี่ย่าน 2.048 MHz ได้ ก็ทำให้ต้องใช้สายส่งที่มีราคาแพงขึ้น

- การซิงค์โครไนเซชั่น (Synchronization) ทางด้านรับนั้นต้องมีวงจรสร้างสัญญาณเวลาที่ซิงค์โครไนซ์กับด้านส่ง สำหรับตรวจจับสัญญาณที่เข้ามาแต่ละบิทไม่ให้ผิดพลาดซึ่งจะต้องรู้จุดเริ่มต้นของขบวนสัญญาณทำให้มีวิธีการออกแบบที่ยุ่งยากมาก

สำหรับคุณสมบัติของสัญญาณแบบดิจิตอลเมื่อทำการวิเคราะห์สัญญาณเชิงความถี่จะพบว่าสัญญาณแบบดิจิตอลนี้จะประกอบไปด้วยสัญญาณไซน์จำนวนมาก โดยจะมีสัญญาณไซน์ที่เป็นความถี่หลัก (Fundamental) จำนวน 1 สัญญาณ และสัญญาณไซน์ที่มีความถี่เท่ากับฮาร์มอนิกคี่ (Odd Harmonic) จนถึงจำนวนนับอนันต์ (Infinite) ซึ่งขนาดของฮาร์มอนิกเหล่านี้จะลดลงในรูปของเอ็กซ์โปเนนเชี่ยน ดังรูปที่ 2.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.7 แสดงองค์ประกอบฮาร์มอนิกของสัญญาณแบบดิจิตอล

2.4 โครงสร้างของชุมสายโทรศัพท์แบบดิจิตอล

โครงสร้างพื้นฐานของระบบชุมสายโทรศัพท์แบบดิจิตอล จะสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 2.8 ซึ่งจะเป็นบล็อกการทำงานแต่ละส่วน สามารถที่จะอธิบายแต่ละส่วนได้ดังนี้

1) วงจรเสียงพูดผ่าน จากสัญญาณอนาล็อกของสมาชิกปลายทาง จะถูกเปลี่ยนเป็นสัญญาณดิจิตอล และสัญญาณจากโทรศัพท์ของสมาชิกอื่น ๆ จะถูกนำมามัลติเพล็กซ์ และส่งผ่านสายส่งสัญญาณไปยังปลายทางตามต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) **วงจรประจำเครื่องสมาชิก** (Subscriber circuit) วงจรนี้จะทำการจัดระดับของสัญญาณเสียงพูด การป้องกันโวลท์เตจเกิน การแปลงจากสัญญาณอนาล็อกไปเป็นสัญญาณดิจิตอลและเปลี่ยนการติดต่อสื่อสารระหว่างโทรศัพท์กับอุปกรณ์ทดสอบจากแบบ 2-wire เป็น 4-wire

3) **อุปกรณ์จัดสัญญาณ** จะเป็นวงจรที่ทำการเชื่อมต่อคู่สายของสมาชิกกับคู่สายของทรั้งค์ (Trunk) ซึ่งจะใช้กระบวนการของดิจิตอลมัลติเพล็กซ์

4) **ระบบโปรเซสเซอร์** จะทำการควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ในชุมสายทั้งหมด เช่น กรรมวิธีการเรียก การบำรุงรักษาและการทำงานต่าง ๆ การตรวจจับความผิดพลาด ซึ่งต้องพยายาแก้ไขไม่ให้เกิดปัญหานี้ขึ้นในระบบ ในบางครั้งเราจะใช้การควบคุมแบบ มัลติโปรเซสเซอร์ (Multi processor)

5) **อุปกรณ์ทดสอบ** เป็นส่วนที่ใช้ในการบอกเหตุผิดพลาดที่เกิดขึ้นที่ชุมสาย และส่วนนี้ยังทำการตรวจสอบสัญญาณที่ได้จากวงจรเสียงพูดผ่านด้วย

6) **การเชื่อมต่อกับสายส่ง** อุปกรณ์ส่วนนี้จะทำหน้าที่ในการเชื่อมต่อระหว่างชุมสายโทรศัพท์กับสายส่งสัญญาณ ซึ่งจะรวมไปถึงการเข้ารหัสและถอดรหัส, การจัดเฟรมของสัญญาณดิจิตอล, การลด jitter, การทำการซิงค์โครไนส์ของเฟรม และการเปลี่ยนแปลงอัตราการส่งบิทของสัญญาณที่ได้จากวงจรเสียงพูดผ่านให้มีอัตราเหมาะสมกับการส่งในสายส่งสัญญาณ

7) **อุปกรณ์ทรั้งค์** เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการติดต่อระหว่างชุมสายโทรศัพท์หนึ่งกับชุมสายโทรศัพท์อื่น ๆ โดยจะมีการใช้การทดสอบลูปผ่านทางสายส่งสัญญาณที่เป็นโลหะ

8) **สัญญาณนาฬิกาส่วนกลาง** ในการซิงค์โครไนส์ของชุมสายโทรศัพท์ ที่มีการส่งสัญญาณผ่านเข้าไปในโครงข่าย โดยผ่านทางสายส่งสัญญาณ จะใช้สัญญาณนาฬิกาจากวงจรสัญญาณนาฬิกาส่วนกลางซึ่งจะเป็นตัวกำเนิดสัญญาณนาฬิกาที่ใช้ในการซิงค์โครไนส์ สัญญาณนาฬิกานี้จะถูกส่งไปยังอุปกรณ์ส่วนต่าง ๆ ของชุมสายโทรศัพท์ และอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อกับสายส่งสัญญาณ เพื่อใช้ในการซิงค์โครไนส์

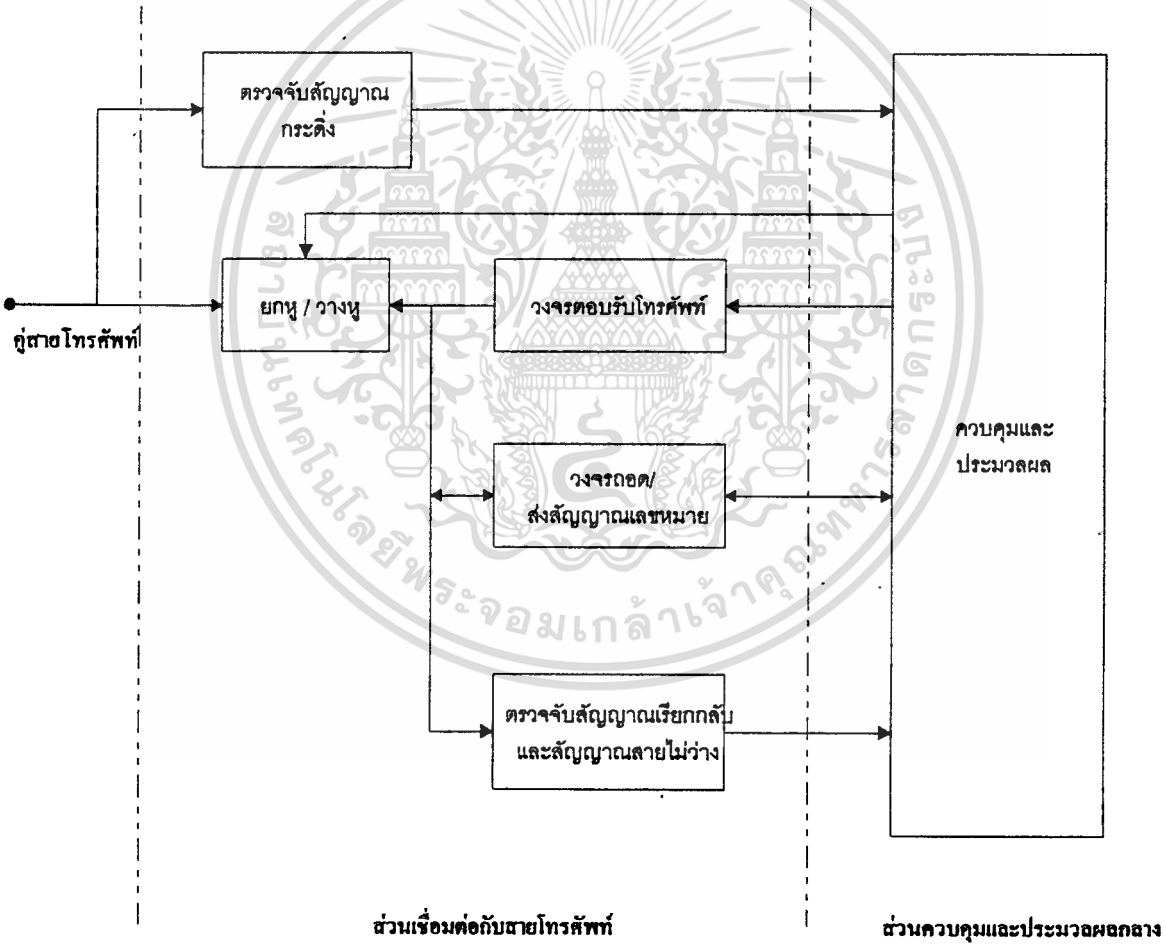
9) **ช่องสัญญาณร่วม** (Common channel Signalling) เป็นระบบสัญญาณที่ใช้ในการส่งและรับ เพื่อใช้ในการเชื่อมต่อระหว่างโครงข่ายที่แยกกันอยู่

10) **อุปกรณ์เชื่อมต่อชุมสายโทรศัพท์ทางไกล** ในการติดต่อกับชุมสายอื่น ๆ ที่ห่างไกลสิ่งที่จะช่วยในการลดต้นทุน ก็คือพยายาใช้คู่สายให้น้อยลง และการสวิตช์ที่มีความเหมาะสมกับทราฟฟิคของการใช้งานของโทรศัพท์ ซึ่งเป็นเหตุผลที่จำเป็นต้องมีอุปกรณ์ในการควบคุมการติดต่อของชุมสายโทรศัพท์ทางไกล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
อุปกรณ์และการควบคุม

ในโครงงานนี้ได้นำเอาเครื่องโทรศัพท์มาประยุกต์ใช้ เป็นเครื่องตอบรับอัตโนมัติ ที่ต่ออยู่กับ PABX ซึ่งสามารถรับรู้และตอบสนองต่อการทำงานของ PABX ได้ ดังนั้นจึงต้องทำตัวเสมือนเครื่องรับโทรศัพท์เครื่องหนึ่ง สามารถติดต่อ และเข้าใจสัญญาณต่าง ๆ จาก PABX เช่น การรับสัญญาณกระดิ่งจาก PABX การยกหู/วางหูโทรศัพท์ การถอดรหัสสัญญาณและการส่งสัญญาณ DTMF ไปยัง PABX การตรวจสอบเครื่องลูกข่ายปลายทางได้ จากความแตกต่างที่กล่าวมา จึงแบ่งเครื่องตอบรับอัตโนมัติออกเป็น 2 ส่วนใหญ่ ๆ ดังแสดงในรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 ผังแสดงส่วนประกอบของเครื่องตอบรับอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1 ส่วนเชื่อมต่อกับคู่สายโทรศัพท์

หน้าที่หลักของส่วนเชื่อมต่อกับคู่สายโทรศัพท์คือ การทำให้ส่วนควบคุมและประมวลผลกลางทำงานร่วมกับคู่สายลูกข่ายได้ โดยที่สัญญาณภายในคู่สายลูกข่ายเป็นสัญญาณอนาล็อก และมีความแตกต่างของแรงดันภายในคู่สายลูกข่ายมาก ได้แก่ สัญญาณกระดิ่ง สัญญาณเรียกกลับ เป็นต้น ในขณะที่สัญญาณของส่วนควบคุมและประมวลผลกลางเป็นสัญญาณดิจิตอลดังที่กล่าวมาแล้ว

ส่วนเชื่อมต่อกับคู่สายโทรศัพท์ประกอบด้วย วงจรตรวจจับสัญญาณกระดิ่ง วงจรตัดต่อคู่สาย วงจรตอบรับโทรศัพท์ วงจรถอด/ส่งสัญญาณเลขหมาย วงจรตรวจจับสัญญาณเรียกกลับและสัญญาณสายไม่ว่าง ซึ่งใช้หลักการของเครื่องลูกข่ายดังนี้

1) การยกหู/วางหู ของเครื่องโทรศัพท์ ในขณะที่เครื่องโทรศัพท์วางหูอยู่โดยแรงดันภายในคู่สายโทรศัพท์มีค่าประมาณ 48 โวลท์ และอิมพิแดนซ์ (IMPEDANCE) ของเครื่องโทรศัพท์มีค่าสูงมาก ส่วนในส่วนในขณะที่เครื่องรับโทรศัพท์ยกหู แรงดันภายในคู่สายโทรศัพท์มีค่าประมาณ 8-12 โวลท์ ทั้งนี้เนื่องจากอิมพิแดนซ์ของเครื่องโทรศัพท์ในขณะยกหูมีค่าประมาณ 600 โอห์ม โดย PABX จะตรวจสอบการยกหู หรือวางหูของเครื่องโทรศัพท์จากการเปลี่ยนแปลงของอิมพิแดนซ์ของเครื่องรับโทรศัพท์ โดยการต่อหม้อแปลง (TRANSFORMER) ที่มีความต้านทานขนาด 600 โอห์ม ทำหน้าที่แทนเครื่องรับโทรศัพท์ในขณะที่ยกหู เพื่อให้ PABX รับรู้

2) สัญญาณเสียงพูดในระบบโทรศัพท์ใช้ในช่วงความถี่ 300 ถึง 3400 เฮิร์ต (สัญญาณเสียงที่มนุษย์ได้ยินอยู่ในช่วง 20 ถึง 20000 เฮิร์ต) ซึ่งเป็นช่วงความถี่ที่ใช้แล้วมนุษย์สามารถสื่อสารกันด้วยคำพูดที่เข้าใจได้ ในส่วนของวงจรตอบรับโทรศัพท์ จึงใช้ไอซี เบอร์ T6668 สำหรับการเก็บเสียงพูดที่บันทึกไว้และเล่นกลับเพื่อแจ้งสภาวะของระบบให้กับผู้ใช้ได้ทราบ

3) สัญญาณกระดิ่ง เป็นสัญญาณที่ส่งจาก PABX ไปยังเครื่องโทรศัพท์ทางด้านผู้รับ ให้ขับกระดิ่งภายในเครื่องโทรศัพท์ เพื่อบอกให้ฝ่ายรับ ทราบว่ามีการเรียกเข้า โดยมีระดับสัญญาณ 75-100 โวลท์ ความถี่ 20 เฮิร์ต ส่ง 1.25 วินาที หยุด 3.75 วินาที ทั้งนี้จะขึ้นอยู่กับการเรียกเข้าจากคู่สายภายนอกหรือจากเครื่องลูกข่ายอื่น และชนิดของ PABX ด้วย

3) สัญญาณเลขหมายเป็นสัญญาณที่สร้างจากเครื่องรับโทรศัพท์ เพื่อใช้ส่งเลขหมายของผู้รับ สำหรับลักษณะของสัญญาณเลขหมาย ขึ้นอยู่กับชนิดของเครื่องโทรศัพท์ และชุมสายโทรศัพท์ที่ใช้ คือ แบบหมุน (ส่งสัญญาณเป็นพัลส์) และแบบกดปุ่ม (ส่งสัญญาณความถี่คู่) เนื่องจากในปัจจุบันชุมสายโทรศัพท์ส่วนใหญ่เป็นแบบกดปุ่ม ดังนั้นในโครงงานชุดนี้จึงพัฒนาให้ใช้กับเครื่องโทรศัพท์แบบกดปุ่มเท่านั้น ซึ่งมีลักษณะของสัญญาณเป็นแบบความถี่คู่ (DUAL TONE MULTIPLE FREQUENCY) โดยทั่วไปเครื่องรับโทรศัพท์ แบบนี้มีหน้าปัด 12 ปุ่ม ปุ่มหนึ่ง ๆ จะผลิตความถี่ขึ้น 2 ความถี่ ที่แตกต่างกัน เป็นความถี่ต่ำความถี่หนึ่ง และความถี่สูงอีกความถี่ดัง แสดงในรูปที่ 3.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความถี่ (Hz) สูง / ต่ำ	1209	1336	1477
697	1	2	3
770	4	5	6
852	7	8	9
941	*	0	#

รูปที่ 3.2 สัญญาณเลขหมายในระบบความถี่ควบคู่ (DTMF)

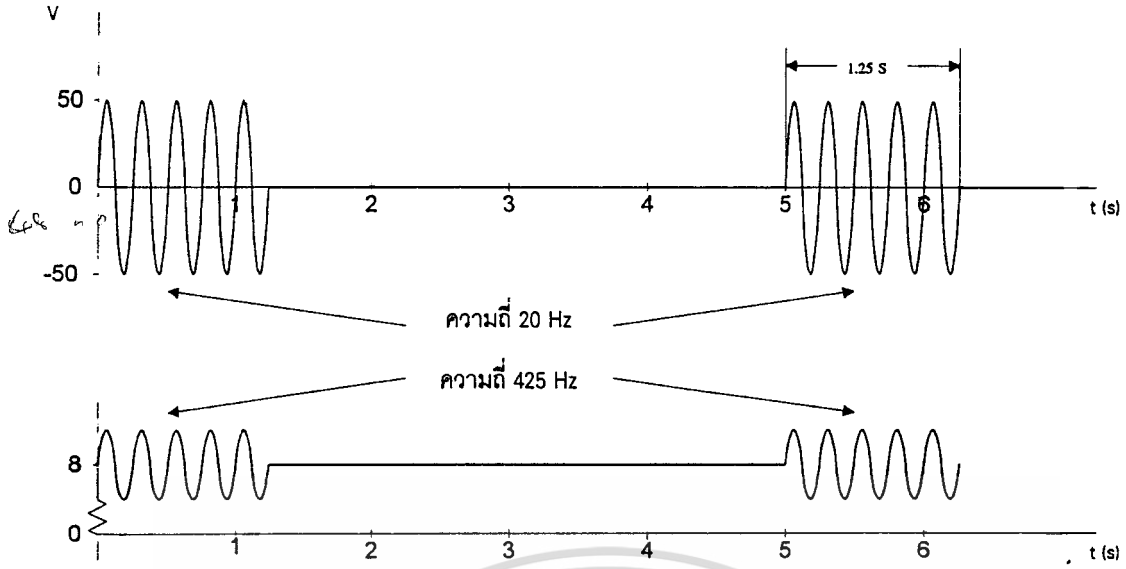
ในส่วนนี้นอกจากจะต้องตรวจสอบสัญญาณเลขหมายที่ส่งมาจากคู่สายภายนอกแล้วยังจะต้องส่งสัญญาณเลขหมายนี้ไปยัง PABX เพื่อให้ PABX เรียกไปยังเครื่องลูกข่ายที่ต้องการติดต่อด้วย

3.1.1 ส่วนตรวจจับสัญญาณกระดิ่ง (RINGING DECTECTOR)

การทำงานของเครื่องตอบรับอัตโนมัติจะทำงานได้จะต้องมีการเริ่มต้นการเรียกจากผู้โทรเข้ามาก่อน จึงต้องมีวงจรทำหน้าที่ตรวจจับสัญญาณกระดิ่ง เพื่อให้เครื่องตอบรับอัตโนมัติ ทราบว่าเมื่อใดมีการโทรเข้ามาในระบบ ส่วนควบคุมและประมวลผลจะได้ส่งให้เครื่องตอบรับอัตโนมัติทำการรับสาย และตอบรับโทรศัพท์ที่เรียกเข้ามานั้นได้ในเวลาที่ตั้งไว้

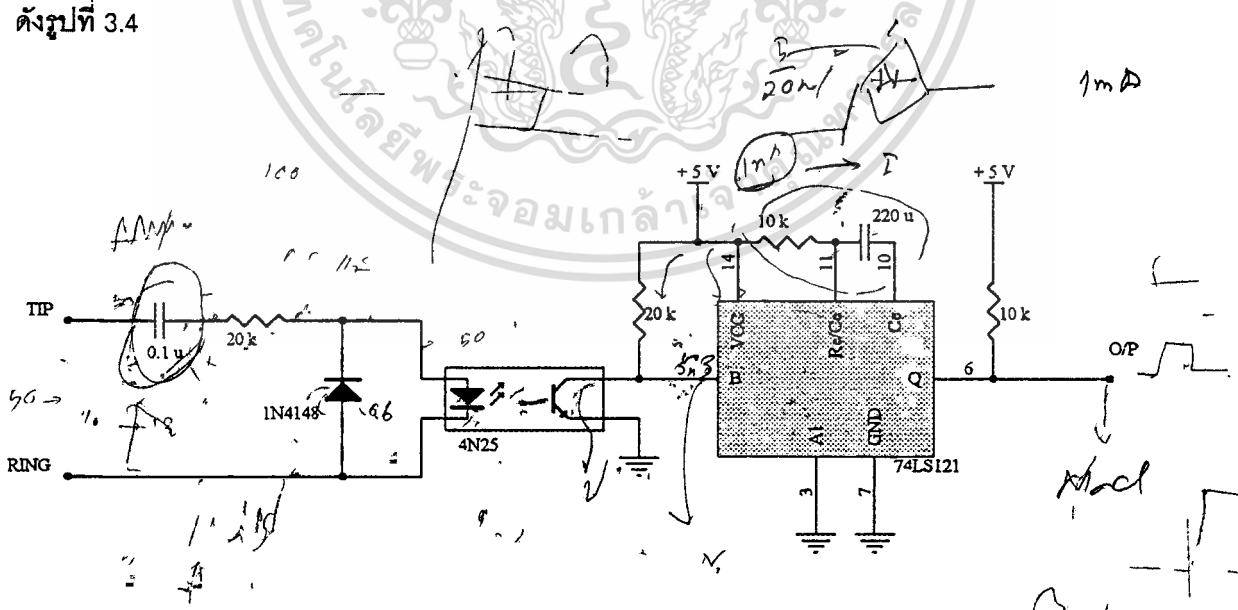
สัญญาณกระดิ่ง (RINGING SIGNAL) คือสัญญาณที่ PABX ส่งมายังเครื่องลูกข่าย ทำให้กระดิ่งที่เครื่องลูกข่ายที่ถูกเรียกนั้นดัง เพื่อที่ผู้รับจะได้ทราบว่ามีผู้ต้องการจะติดต่อด้วย สัญญาณกระดิ่งที่กล่าวถึงนี้อาจจะมีลักษณะแตกต่างกันบ้างขึ้นอยู่กับ แต่ละแบบของ PABX แต่โดยทั่วไปแล้วสัญญาณกระดิ่งมีลักษณะเป็นสัญญาณ กระแสสลับ ความถี่ประมาณ 20 Hz มีขนาดประมาณ 75-100 โวล์ท เมื่อวัดจากยอดคลื่นด้านบนถึงยอดคลื่นด้านล่าง (PEAK TO PEAK) ขี่อยู่บนไฟกระแสตรงขนาด -48 โวล์ท สัญญาณกระดิ่งจะดังและดับเป็นช่วง ๆ พร้อมกับสัญญาณเรียกกลับ (RINGBACK TONE) คือดังประมาณ 1.25 วินาที และดับประมาณ 3.75 วินาที ดังแสดงในรูปที่ 3.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.3 แสดงสัญญาณกระดิ่งและสัญญาณเรียกกลับ

เนื่องจากสัญญาณนี้เป็นสัญญาณกระแสสลับ และมีขนาดค่อนข้างสูง ดังนั้นเราจะนำสัญญาณนี้ไปใช้โดยตรงไม่ได้ ต้องทำการเปลี่ยนให้เป็นสัญญาณกระแสตรงที่มีขนาด 5 โวล์ท เพื่อให้วงจรส่วนอื่น ๆ ปลอดภัย ไม่เสียหาย และสะดวกในการตรวจจับโดยอาศัยวงจรตรวจจับสัญญาณกระดิ่ง ดังรูปที่ 3.4

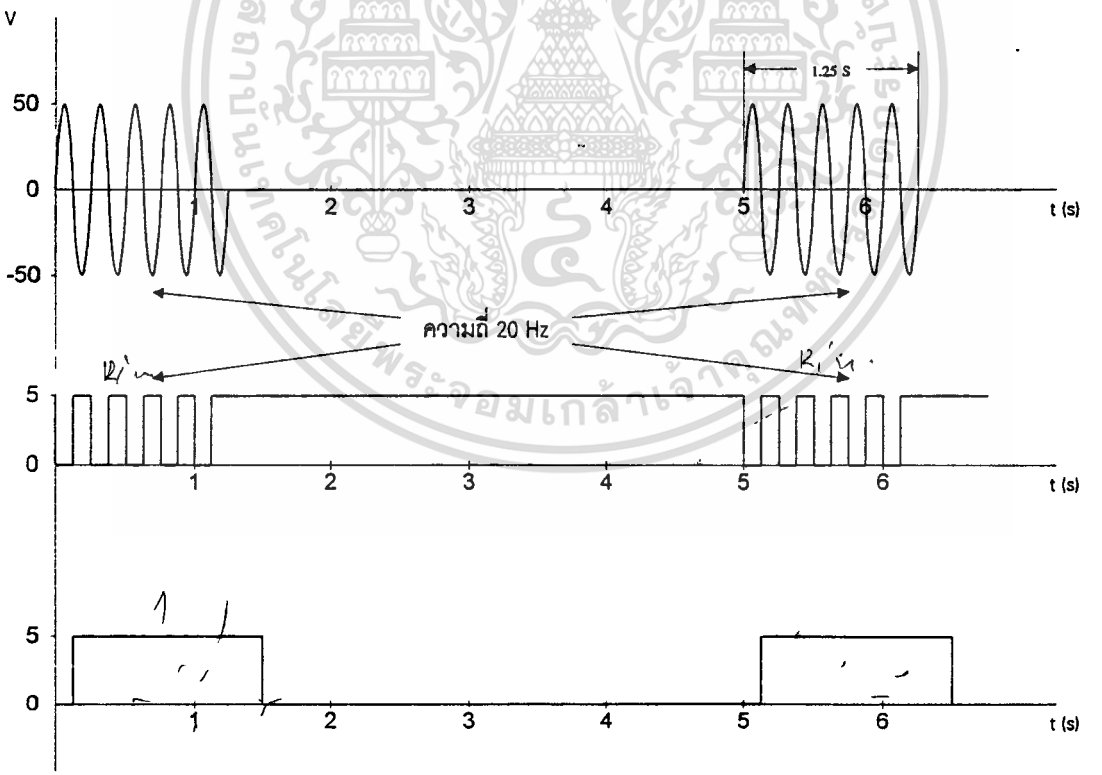


รูปที่ 3.4 แสดงวงจรตรวจจับสัญญาณกระดิ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรตรวจจับสัญญาณกระดิ่งนี้ จะทำการเปลี่ยนอินพุทสัญญาณกระดิ่ง ซึ่งเป็นสัญญาณกระแสสลับความถี่ 20 Hz ขนาด 75-100 โวล์ท ออกเป็นพัลส์เอาท์พุทที่มีขนาด 5 โวล์ท ที่มีขั้วสลับกัน (INVERT) สัญญาณกระดิ่งดังกล่าว จะถูกลดทอนลงเมื่อผ่านตัวเก็บประจุไฟฟ้า (CAPACITOR) ขนาด 0.22 ไมโครฟารัด และมีตัวต้านทานขนาด 20 กิโลโอห์ม ที่ส่วนต้นของวงจร หลังจากนั้นจะถูกไดโอด (DIODE) เปลี่ยนให้เป็นไฟกระแสตรง เนื่องจากไซเคิลลบจะไหลผ่านไดโอด 1N4148 จะมีเฉพาะไซเคิลบวกของสัญญาณเท่านั้นที่ไหลไปยังขา 1 และ 2 ของ ไอซี 4N25 ได้

ไอซีเบอร์ 4N25 นี้เป็นไอซีเชื่อมโยงทางแสง (OPTO COUPLER) ภายในมีไดโอดเปล่งแสง (LED) และโฟโต้ทรานซิสเตอร์ (PHOTO TRANSISTOR) อยู่ กระแสในไซเคิลบวกเท่านั้นที่สามารถไหลผ่านไดโอดเปล่งแสงได้ และทำให้ไดโอดเปล่งแสงไปยังโฟโต้ทรานซิสเตอร์ และเมื่อโฟโต้ทรานซิสเตอร์ ได้รับแสงจากโฟโต้ไดโอด จะทำให้กระแสสามารถไหลจากขั้วคอลเลคเตอร์ (COLLECTOR) ไปยังขาอิมิตเตอร์ (EMITTER) ลงกราวด์ (GROUND) ได้ จึงทำให้ได้ลอจิก 0 ออกมา แต่เมื่อไม่มีกระแสไซเคิลบวกเข้ามา โฟโต้ไดโอดจะไม่เปล่งแสงทำให้กระแสจากขั้วคอลเลคเตอร์ของโฟโต้ทรานซิสเตอร์ ไม่สามารถไหลลงกราวด์ ที่ขาอิมิตเตอร์ได้ ความต้านทาน 20 กิโลโอห์ม จึงดึงเอาท์พุทให้เป็นลอจิก 1 ตลอดเวลาที่ไม่มีกระแสไซเคิลบวกเข้ามายังโฟโต้ไดโอด



รูปที่ 3.5 แสดงการเปรียบเทียบสัญญาณกระดิ่งและสัญญาณที่ตรวจจับได้

(ก) แสดงอินพุทซึ่งเป็นสัญญาณกระดิ่ง

(ข) แสดงสัญญาณที่ได้ จากขา 5 ของ ไอซี 4N25

(ค) แสดงเอาท์พุทที่ได้ ไปส่วนควบคุมและประมวลผลกลาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
037241

ดังนั้น ถ้าเราเขียนรูปสัญญาณกระดิ่งที่เป็นอินพุท เปรียบเทียบกับเอาท์พุท ที่ขา 5 ของไอซี 4N25 จะได้ดังรูปที่ 3.5

นอกจากนี้การใช้ไอซีที่เชื่อมโยงทางแสง (OPTO COUPLER) ยังมีข้อดีในการแยกระบบไฟของอินพุทและเอาท์ออกจากกัน และใช้แสงในการเชื่อมโยงแทน ทำให้มีความปลอดภัย จากแรงกันไฟค่าสูง และยังสามารถป้องกันสัญญาณรบกวน หรือแรงดันที่มียอดแหลม ที่เกิดจากระบบกราวด์ ของวงจรภายนอก ไม่ให้เข้าไป เกิดในระบบกราวด์ ของวงจร อีกด้วย

เอาท์พุทที่ขา 5 ของไอซี 4N25 นี้จะเป็นพัลส์ 5 โวล์ท ดังแสดงในรูปที่ 3.3 (ข) ซึ่งความจริงแล้วก็ดีเพียงพอที่จะนำไปป้อนยังอินพุทของไอซี 8255 เพื่อจะนับจำนวนครั้งของสัญญาณกระดิ่งก่อนการรับสาย แต่เพื่อให้การเขียนโปรแกรมง่านขึ้น มีความเที่ยงตรงแน่นอนมากยิ่งขึ้น เราจึงนำ เอาท์พุทจากขา 5 ของไอซีเบอร์ 4N25 นี้ ส่งต่อไปป้อนให้กับไอซี 74121 ซึ่งเป็น MONOSTABLE MULTIVIBRATOR เพื่อทำการหรับรูปสัญญาณทีมีความถี่ 20 Hz ของพัลส์นั้นหายไป จะได้เอาท์พุท ออกมาเป็นลอจิก 1 และ 0 ที่มีช่วงเวลานานตามจำนวนลูกของสัญญาณกระดิ่ง คือในขณะที่กระดิ่งดังจะได้ ลอจิก 1 ต่อเนื่อง และในขณะที่สัญญาณกระดิ่งไม่ดังจะเป็นลอจิก 0 ต่อเนื่องกัน ทำให้การตรวจจับ และการเขียนโปรแกรมง่ายขึ้น โดยค่าเวลาการหน่วงของไอซี 74121 หาได้จาก

$$T = RC / 2^{1/2}$$

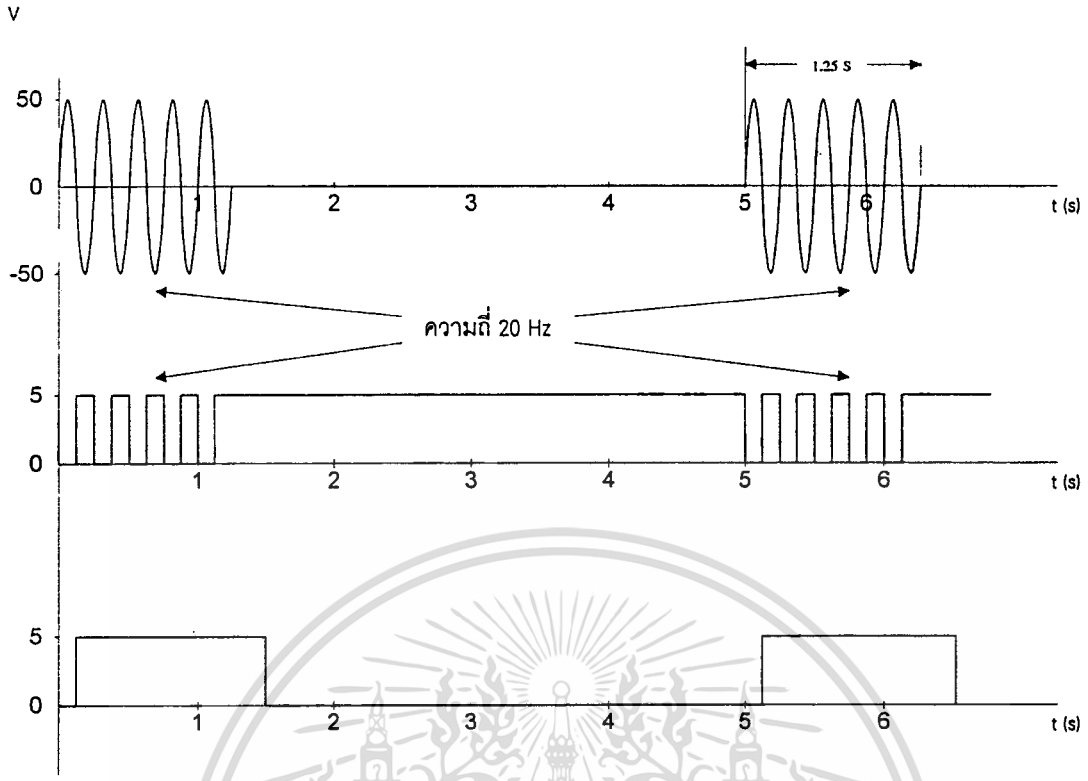
หลังจากนั้นจึงนำเอาท์พุทที่ได้ไปเข้ายังอินพุทพอร์ทของไอซี 8255 เพื่อนับจำนวนลูกของสัญญาณกระดิ่ง ให้ได้ตามที่กำหนดอย่างแม่นยำ และถูกต้อง

3.1.2 ส่วนทำการตัดต่อคู่สาย

ในส่วนนี้จะทำหน้าที่ แทนสวิทช์ที่วางหูโทรศัพท์ (Hook Switch) เพื่อทำการตัดต่อเครื่องตอบรับอัตโนมัติกับ PABX ในการรับสาย ซึ่งประกอบด้วยหม้อแปลง โดยที่ขดลวดปฐมภูมิต่ออยู่กับสายโทรศัพท์ และมีค่าความต้านทานรวมของวงจรประมาณ 600 โอห์ม (ซึ่งเท่ากับค่าความต้านทานของโทรศัพท์ขณะที่ยกหู) เมื่อหน้าสัมผัสของรีเลย์ปิด จะทำให้วงจรทางคู่สายโทรศัพท์ มีค่าความต้านทานทางกระแสตรงต่ำ ก็จะเกิดการครบวงจรขึ้น ทำให้ทางชุมสาย หรือ PABX รับรู้การยกหูของเครื่อง ทางชุมสาย หรือ PABX ก็จะหยุดส่งสัญญาณกระดิ่ง

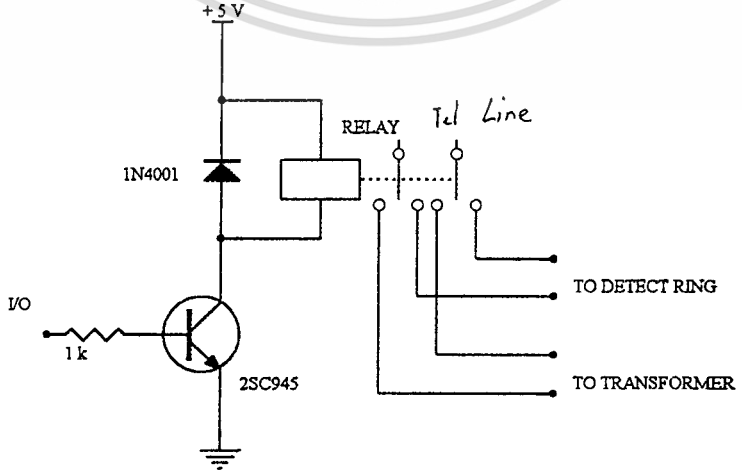
เนื่องจาก PABX จะรับรู้สัญญาณการพักสาย และการตัดต่อเครื่องลูกข่าย โดยการตรวจจับกระแสที่ไหล และหยุด ของคู่สายภายในลูกข่าย จากการเปิดและปิดสวิทช์ที่วางหูโทรศัพท์ ที่เครื่องรับโทรศัพท์ ในขณะที่เครื่องลูกข่ายถูกต่อกับสายภายนอก ในเวลาที่กำหนด ดังในรูปที่ 3.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.6 แสดงระดับแรงดันของคู่สายเมื่อเครื่องลูกข่ายส่งสัญญาณให้ PABX
(ก) ระดับแรงดันเมื่อเครื่องลูกข่ายต้องการพักสายจากคู่สายภายนอก
(ข) ระดับแรงดันเมื่อเครื่องลูกข่ายต้องการตัดจากคู่สายภายนอก (วางหู)

จะเห็นได้ว่าเวลาสำหรับการพักสายจะสั้นกว่าเวลาของการตัดสายนอกออกไปมาก ดังนั้นเราจึงต้องกำหนดเวลาในการตัดต่อวงจรยกหู/วางหู ให้ตรงตามวัตถุประสงค์ โดยการตั้งเวลาจากโปรแกรมและส่งสัญญาณมาควบคุมโดยใช้รีเลย์ (RELAY) มาเป็นอุปกรณ์ สำหรับตัดต่อคู่สายดังแสดงในรูป 3.7



รูปที่ 3.7 แสดงวงจรตัดต่อคู่สาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.3 ส่วนสัญญาณเสียงตอบรับ (ANNOUNCER)

ส่วนนี้จะใช้ไอซี เบอร์ T6668 ของบริษัทโตชิบา มีฟังก์การใช้งานค่อนข้างสมบูรณ์ สามารถประยุกต์ใช้งานได้กว้างและสะดวก เป็นไอซี ADM หรือ ADAPTIVE DELTA MODULATION เป็น ชิพประเภท CMOS LSI บันทึกเสียงโดยใช้เทคนิค CVSD (CONTINUOS VARIAVBLE SLOPE DELTAMODULATION) หรือ ระบบเดต้ามอดดูเลชั่นแบบเปลี่ยนแปลงความชันต่อเนื่อง มีรูปร่างภายนอกเป็นแบบติดตั้งบนผิว หรือเซอร์เฟสเมาต์ขนาด 60 ขา ต่อกับหน่วยความจำ ชนิดไดนามิค ขนาด 64 K x 1 บิท (4164) ได้โดยตรง 4 ตัว ใช้คริสตอลควบคุม ความถี่สัญญาณนาฬิกา เปลี่ยนบิทเรต โดยใช้ดิปสวิทช์ (DIP SW.) เลือกหน้า (PHARSE) ของหน่วยความจำ แยกบันทึก/เล่นกลับได้ หรือเมื่อใช้หน่วยความจำ 256 K x 1 บิท (41256) จำนวน 4 ตัว ที่บิทเรต 16 K จะบันทึกได้นาน 64 วินาที

ไอซี T6668 นี้มีความสมบูรณ์ค่อนข้างมาก ทางด้านอินพุทสามารถต่อไมโครโฟนเข้ากับไอซีได้เลย ด้านเอาท์พุทก็เพิ่มภาคขยายอีกส่วนเดียว วงจรสมบูรณ์ของเครื่องบันทึกเสียง แสดงในรูปที่ 3.5

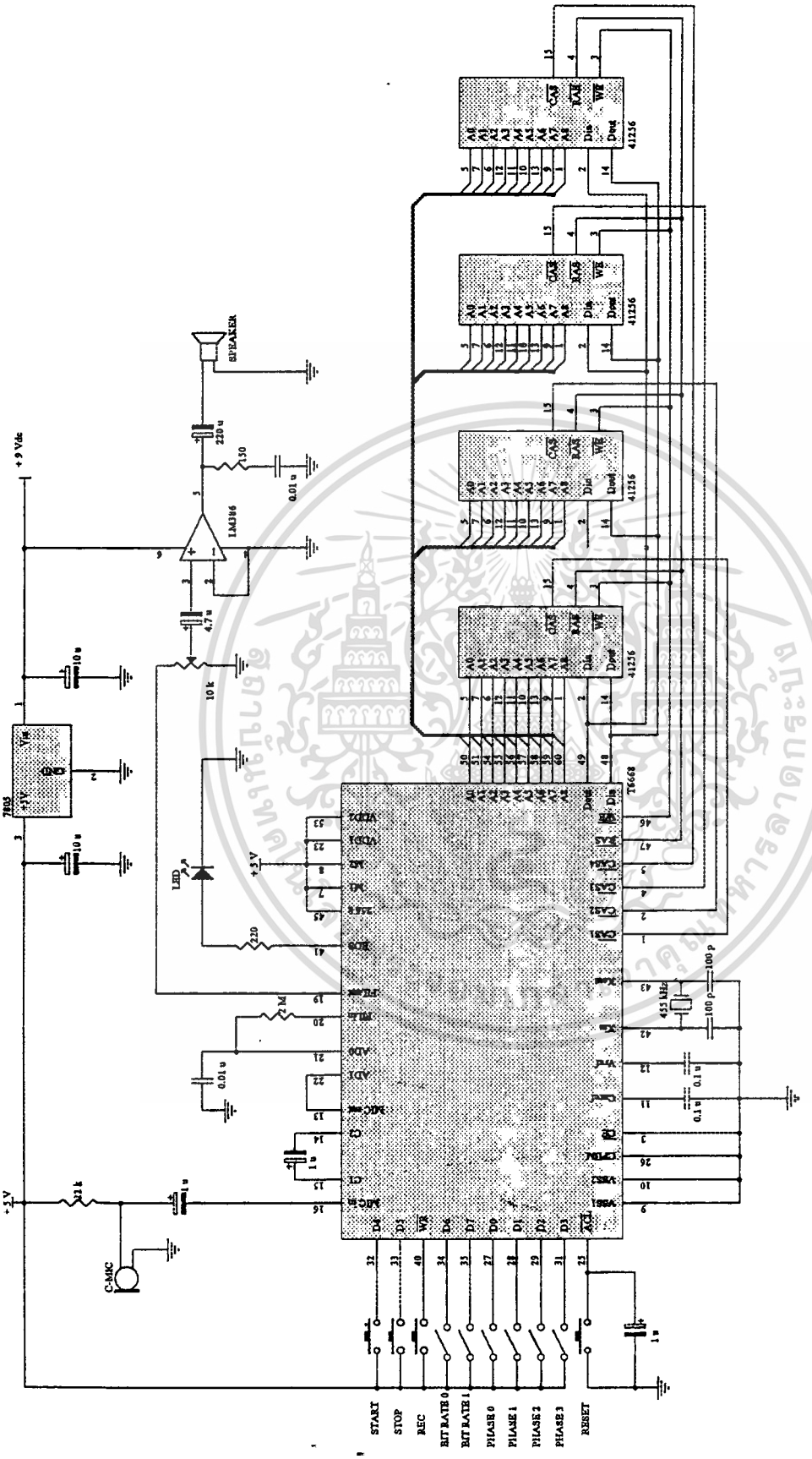
เนื่องจากในโครงงานนี้ใช้เสียงพูดเป็นส่วนที่ตอบรับกับผู้ที่โทรเข้ามาในระบบ เพื่อแจ้งให้การใช้งานและเหตุขัดข้องจากการติดต่อลูกข่ายไม่ได้ ดังนั้นเราจึงใช้หน่วยความจำขนาด 256 กิโลบิท 4 ตัวเพื่อเก็บข้อความทั้ง 6 ข้อความดังกล่าว โดยใช้หน่วยควบคุมและประมวลผล กำหนดข้อความที่จะให้ส่วนสัญญาณตอบรับส่งข้อความใดออกไป

ไอซี T6668 จะรับสัญญาณ อินพุทเสียงพูดเข้ามาจากนั้นทำการขยาย แล้วเปลี่ยนจากสัญญาณอนาลอก เป็นสัญญาณดิจิตอล แล้วนำข้อมูลที่ได้นี้ไปเก็บไว้ที่ ไดนามิคแรม (DRAM) โดย T6668 จะทำการเลื่อนแอดเดรส (ADDRESS) ที่จะนำเข้าไปเก็บเองโดยอัตโนมัติ เมื่อจะทำการแปลงข้อมูลจาก D/A จะใช้ อัตรา 10 บิท เพื่อเปลี่ยนกลับมาเป็นเสียงเช่นเดิม การอัดเข้าไปเราจะสามารถเลือกบิทเรตได้ 4 บิทเรต โดยเลือกที่ขาสัญญาณ D6 , D7 (ขา 34 , 35) ดังแสดงในตารางที่ 3.1

บิทเรท	D7 (ขา 35)	D6 (ขา 34)
8 K	0	0
11 K	0	1
16 K	1	0
32 K	1	1

ตารางที่ 3.1 แสดงการกำหนดบิทเรต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.8 แสดงวงจรของส่วนสัญญาณเสียงตอบรับ

จากตารางที่ 3.1

1. ถ้าเราเลื่อนสวิทช์ D7-D6 ไปที่ 0,0 จะทำให้อัตราความเร็ว ของการแปลงข้อมูลเป็น 8 K บิท ต่อวินาที ทำให้อัดหรือเล่นเสียงได้นาน 128 วินาที

2. ถ้า D7-D6 เป็น 0,1 จะทำให้อัตราการแปลงข้อมูลเป็น 11 K บิทต่อวินาที ทำให้อัดหรือเล่นกลับได้นาน 93 วินาที

3. ถ้า D7-D6 เป็น 1,0 จะทำให้อัตราการแปลงข้อมูลเป็น 16 K บิทต่อวินาที ทำให้อัดหรือเล่นกลับได้นาน 64 วินาที

4. ถ้า D7-D6 เป็น 1,0 จะทำให้อัตราการแปลงข้อมูลเป็น 32 K บิทต่อวินาที ทำให้อัดหรือเล่นกลับได้นาน 32 วินาที

การทดลองใช้ คริสตอล 455 kHz เป็นฐานความถี่และต่อกับ หน่วยความจำ 256 K จำนวน 4 ตัว ทำให้ความจุของหน่วยความจำเพิ่มขึ้นเป็น 1 MB การอัดเมื่อเราอัดสปีด (บิทเรต) ใดสปีดหนึ่งเสร็จแล้ว เราสามารถที่จะนำกลับมาเล่นในสปีดอื่นได้ ทำให้เราสามารถเร่งหรือลดสปีดของเสียงได้ตามต้องการ ถ้าเราต้องการอัดเสียงสูง ๆ ให้ได้ผลดี ควรจะใช้สปีดสูง ๆ ในการอัดด้วย จึงจะทำให้เสียงที่อัดออกมามี คุณภาพของเสียงที่ดี

<u>หน่วยความจำ (MEMORY)</u>

ไอซี T6668 สามารถเลือกใช้หน่วยความจำได้ 2 ขนาด คือ 64 k DRAM กับ 256 k DRAM โดยการเลือกที่ขา 45 ของไอซี (ที่เขียนไว้ว่า 256 k) คือเมื่อเราจะต่อ DRAM 256 k ให้กับไอซี เราจะต้องเลือกต่อขา 45 กับไฟบวก และเมื่อเราต้องการต่อ DRAM 64 k ให้กับไอซี เราต้องต่อขา 45 กับกราวด์ ไอซี T6668 ก็จะรู้ว่าเราใช้หน่วยความจำขนาดเท่าใดต่อใช้งานอยู่

การเพิ่ม หน่วยความจำให้กับ ไอซี T6668 สามารถกำหนดได้โดยการต่อขา M2 (ขา 8) , M1 (ขา 7) ตามตารางที่ 3.2 คือ ถ้าเราต่อ M2 , M1 ลงกราวด์ ไอซี T6668 จะทำการเขียนหรืออ่านข้อมูลจาก 00000H ไปจนถึง 0FFFFH แล้วตัวมันเองก็จะเลิกการอ่านหรือการเขียน มารอการเริ่มต้นใหม่

การต่อหน่วยความจำสามารถกำหนดได้ที่ขา 45 ,M1 และ M2 ได้ดังแสดงในตารางที่ 3.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชนิดและจำนวน	256K (ขา 45)	M2	M1	แอดเดรสที่หยุด	ขนาดของ RAM
4164 x 1	0	0	0	0FFFFH	64 k
4164 x 2	0	0	1	1FFFFH	128 k
4164 x 3	0	1	0	2FFFFH	192 k
4164 x 4	0	1	1	3FFFFH	256 k
41256 x 1	1	0	0	3FFFFH	256 k
41256 x 2	1	0	1	7FFFFH	512 k
41256 x 3	1	1	0	BFFFFH	768 k
41256 x 4	1	1	1	FFFFFH	1 M

ตารางที่ 3.2 การกำหนดชนิดและจำนวนแรมที่ใช้

ขนาดหน่วยดังนั้นเราจึงกำหนดขนาดของ หน่วยความจำ ได้ตามต้องการเพื่อการประหยัดในการนำไปใช้งานที่ต้องการความจำต่างกันได้ แต่เนื่องจากการใช้งานในโครงงานนี้ มีข้อความที่ต้องบันทึกไว้ถึง 6 ข้อความ และมีความยาวพอสมควรจึงต้อง ใช้หน่วยความจำ ขนาด 256 กิโลไบท์ จำนวน 4 ตัว ต่อกับ ไอซี T6668

<u>รายละเอียดขาใช้งานของ ไอซี T6668</u>

A0-A8 : ขาแอดเดรสต่อกับหน่วยความจำ DRAM

Din , Dout : ขาดาต้าต่อกับหน่วยความจำ DRAM

RAS , WE : สัญญาณควบคุม DRAM

CAS1 , CAS2 : ขาเลือกใช้งาน DRAM แต่ละตัวรวม 4 ตัว

M1 , M2 : ใช้กำหนดจำนวนแรมที่ใช้งาน (ดูตารางที่ 3.2)

256K : เลือกความจุของหน่วยความจำที่ใช้งาน

EOS : เอาท์พุทเป็นไฮเมื่อจบข้อความที่บันทึก

MICin , MICout : อินพุทและเอาท์พุทของภาคขยายส่วนหน้า

AD1 , AD0 : อินพุทสัญญาณอนาลอกที่จะนำไปแปลงเพื่อบันทึก และเอาท์พุทอนาลอกที่ได้จากการอ่าน

FILin , FILout : วงจรกรองความถี่ต่ำผ่าน

C1 , C2 : ต่อตัวเก็บประจุภายนอก

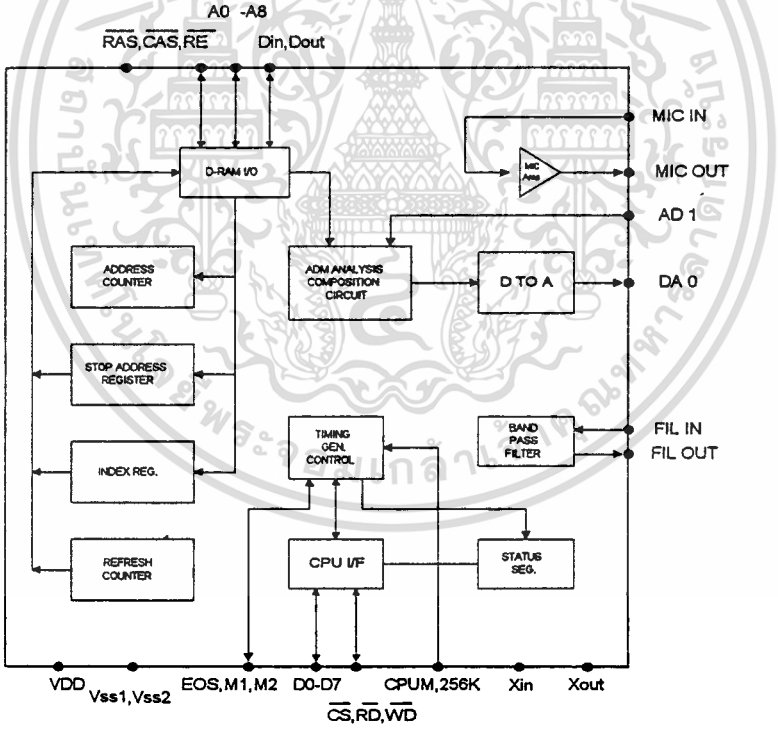
ACL : ขารีเซทแอคทีฟโลว์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Xin , Xout	: ขาต่อคริสตอลออสซิลเลเตอร์ความถี่ 455 kHz
CPUM , CE	: ขาสัญญาณควบคุมสำหรับอินเตอร์เฟสกับ CPU
WR	: ขาอินพุทสำหรับควบคุมการบันทึกเสียง
D4 , D5	: ขาอินพุทควบคุมการเริ่มต้น (D4) และการหยุด (D5) ขณะบันทึกและเล่นกลับ
D6 , D7	: กำหนดบิทเรต (ดูตารางที่ 3.1)
D0 - D3	: เลือกหน้าของหน่วยความจำ (PHRASE) สำหรับ บันทึก แบ่งได้สูงสุด 16 หน้า ตามรหัสเลขฐานสอง แต่ละหน้าไม่กำหนดความยาว แล้วแต่ว่าจะกด STOP (D5) เมื่อใด ก็จะมีการบันทึกไว้โดยอัตโนมัติ
Vss , Vdd	: ขาไฟเลี้ยงและกราวด์

โครงสร้างภายในของ T6668

บล็อกไดอะแกรมของ T6668



รูปที่ 3.9 แสดงบล็อคไดอะแกรมของ ไอซี T6668

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.4 ส่วนรับและส่งสัญญาณคู่ความถี่ (DTMF TRANSCEIVER)

ไอซีที่ใช้ในวงจรของส่วนนี้ สามารถทำหน้าที่ได้ทั้งรับและส่งสัญญาณคู่ความถี่ คือ ทางด้านรับไอซีจะมีหน้าที่ตรวจจับสัญญาณคู่ความถี่ (DTMF DECODE) ที่เข้ามา แสดงค่าของตัวเลขเป็นรหัส BCD แล้วตรวจสอบคาบเวลาที่ถูกต้องของสัญญาณที่เกิดจากการกด ถ้ากดหมายเลขทำให้เกิดสัญญาณที่มีคาบเวลาไม่ถูกต้อง วงจรถอดรหัสภายในก็ไม่ทำงาน ทำให้ไม่สามารถตรวจจับการกดหมายเลขได้ สำหรับทางด้านส่ง ไอซีจะทำหน้าที่เป็นตัวกำเนิดสัญญาณคู่ความถี่ (DTMF GENERATOR) สร้างสัญญาณคู่ความถี่ ส่งไปยัง PABX ตามรหัส ที่ถูกส่งมาจาก CPU

ไอซีที่ทำหน้าที่ดังกล่าวมานี้ คือ ไอซี เบอร์ MT 8880

- MT 8880 (INTEGRAED DTMF TRANSCEIVER)

MT 8880 เป็นไอซีสำหรับส่งและรับสัญญาณ DTMF แบบโมโนลิธิคพร้อมด้วย คอลโพรเกรสฟิลเตอร์ สร้างขึ้นโดยใช้ ISO^2- CMOS เทคโนโลยีของอินเทลซึ่งมีการสูญเสียพลังงานต่ำ และมีความเชื่อถือได้สูง ภาครับมีมาตรฐานเดียวกับ ไอซี เบอร์ MT 8870 ส่วนภาคส่งจะใช้ตัวแปลงสัญญาณ D/A แบบสวิทช์คาปาซิเตอร์ เพื่อสร้างสัญญาณ DTMF ที่มีความเที่ยงตรง ส่งสัญญาณได้ถูกต้อง ภายในไอซีมีตัวนับ เพื่อใช้ในการสร้างสัญญาณ ให้เป็นระยะเวลาที่แน่นอนในโหมดเบิสต์ และมีคอลโพรฟิสเตอร์ เพื่อให้ไมโครโปรเซสเซอร์ สามารถวิเคราะห์คอลโพรเกรสโทนได้

คุณสมบัติของไอซี MT 8880

1. เป็นตัวรับและส่งสัญญาณ DTMF ที่สมบูรณ์
2. กินไฟน้อย ใช้ไฟเลี้ยงระดับเดียวกับ ทีทีแอล
3. สามารถปรับการ์ดไทม์ได้
4. มีโหมดสัญญาณเบิสต์อัตโนมัติ
5. มีโหมดคอลโพรเกรส (CALL PROGRESS MODE)
6. เป็นไอซีคุณภาพสูง

การนำ MT 8880 ไปใช้งาน

1. ระบบบัตรเครดิต
2. ระบบเพจจิ้ง
3. ระบบทวนสัญญาณ / วิทยุเคลื่อนที่
4. ใช้งานร่วมกับคอมพิวเตอร์

โครงสร้างภายในของ MT 8880

โครงสร้างภายในประกอบด้วยภาครับสัญญาณ DTMF ที่มีประสิทธิภาพสูง พร้อมด้วยตัวขยายที่ถูกกำหนดอัตราการขยายภายใน และส่วนกำเนิดสัญญาณ DTMF ซึ่งทำงานโดยใช้ เบิสต์เคาน์เตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(BURST COUNTER) ทำให้ช่วงของสัญญาณเบิสต์ (TONE BURST) และช่วงหยุดสัญญาณ (PAUSE) มีระยะเวลาที่แน่นอน สำหรับโหมดคอลโพรเกรส (CALL PROGRESS MODE) ใช้สำหรับตรวจจับสัญญาณที่มีความถี่อยู่ในช่วงที่กำหนด นอกจากนี้เมื่อต่อ MT 8880 เข้ากับไมโครโปรเซสเซอร์ ทำให้สามารถเข้าถึงรีจิสเตอร์ ภายในไอซี ซึ่งมีอยู่ทั้งหมด 5 รีจิสเตอร์ ได้แก่

รีจิสเตอร์ภายในแสดงสถานะ

รีจิสเตอร์ควบคุม 2 รีจิสเตอร์ คือ A และ B

รีจิสเตอร์สำหรับเก็บข้อมูล 2 รีจิสเตอร์ คือ สำหรับส่งและรับ

- ภาครับ

การแยกกลุ่มความถี่ต่ำและสูงในสัญญาณ DTMF ทำได้โดยการป้อน สัญญาณ DTMF เข้าไปยังอินพุทของวงจรกรองแถบความถี่อันดับ 6 ชนิดสวิทช์คาปาซิเตอร์ (SIXTH - ORDER SWITCHED CAPACITOR BPF) ซึ่งฟิลเตอร์นี้นอกจากจะแยกความถี่ออกเป็น 2 ความถี่ แล้ว ยังสามารถกำจัดความถี่ไดอัลโทน (DIAL TONE) ได้อีกด้วย

หลังจากผ่านฟิลเตอร์แต่ละตัวแล้ว สัญญาณจะถูกทำให้เรียบขึ้นก่อนนำไปกำจัด สัญญาณระดับต่ำที่ไม่ต้องการทิ้งไป ต่อจากนั้น จะทำการดีโคดซึ่งใช้เทคนิค การนับแบบดิจิตอล เพื่อเปรียบเทียบความถี่ที่รับเข้ามรและตรวจจับว่าตรงกับความถี่ DTMF ใด เมื่อจับได้แน่นอนแล้ว ขา EST จะเป็น 1 และเมื่อสัญญาณนั้นหมดไป ขา EST จะเป็น 0 อีกเช่นเดิม

<u>การตรวจสอบช่วงเวลาของสัญญาณ</u>

ก่อนที่จะบันทึกรหัสสัญญาณความถี่คู่ที่ดีโคดได้ตามตารางที่ 3.3 ลงในรีจิสเตอร์ ภาครับ จะตรวจสอบระยะเวลาสัญญาณ โดยใช้ค่าคงที่เวลา RC ภายนอก ที่ต่ออยู่ที่ขา EST

ขา GT จะเป็น 1 ตราบใดที่ EST เป็น 1 และเมื่อเก็บค่าแล้ว DELAY STEERING OUTPUT FLAG จะเป็น HIGH แสดงว่าเก็นค่าเรียบร้อยแล้ว ค่า FLAG ดังกล่าวสามารถดูได้จากบิทในรีจิสเตอร์แสดงสถานะ

ในโหมดอินเตอร์รัพท์ ขา IRQ/CP จะเป็น LOW เมื่อมีการเปลี่ยนสถานะ ของ DELAY STEERING ข้อมูลนี้จะถูกส่งไปยังบัสข้อมูล 4 บิท เมื่อรีจิสเตอร์รับข้อมูลถูกอ่าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายละเอียดขาใช้งานของ MT 8880

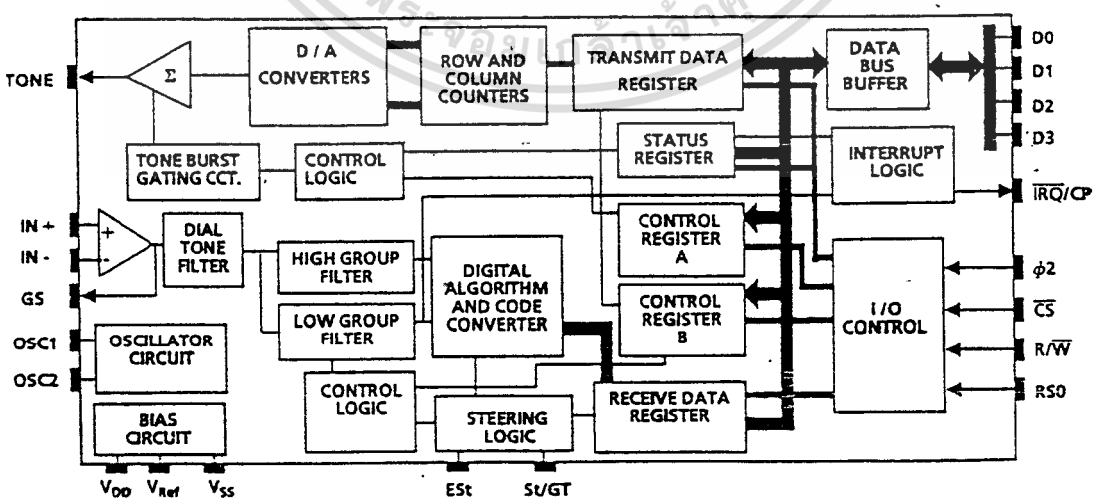
หมายเลขขา	ชื่อ	รายละเอียด
1	IN+	Non-inverting op-amp input
2	IN-	Inverting op-amp input
3	GS	Gain Select ต่ออยู่กับด้านเอาท์พุทของดิฟเฟอเรนเชียลแอมป์ เพื่อต่อกับ feedback resistor
4	Vref	โวล์ทเตทเอาท์พุทอ้างอิง
5	Vss	กราวด์อินพุท (0 โวล์ท)
6	OSC1	DTMF Clock / oscillator input
7	OSC2	Clock output
8	TONE	Tone output
9	R/W	Read / Write input ควบคุมทิศทางของการส่งและรับข้อมูล
10	CS	Chip Select (CS = 0 เพื่อเลือกชิฟ)
11	RSO	Register Select input ดูตารางการดีโคดรีจิสเตอร์
12	CLK2	System Clock input
13	IRQ/CP	Imterrupt Request to MPU ขณะที่อยู่ในคอลโพรเกรสโหมด และอินเตอร์รัพท์ถูกอีนาเบิล ขานี้จะมีเอาท์พุทเป็นคลื่นสี่เหลี่ยม เพื่อแสดงว่ามีสัญญาณส่งเข้ามา
14-17	D0-D3	เป็นบัสข้อมูล จะเป็น high impedancd เมื่อ CS = 1 หรือ เมื่อ CLK2 เป็น 0
18	EST	Early Steering output จะเป็นลอจิก 1 เมื่อสามารถตรวจจับสัญญาณ DTMF ได้ และจะมีช่วงเวลา ใกล้เคียงกับช่วงเวลา ที่กด DTMF เข้ามา
19	St/Gt	Steering Input / Guard Time
20	Vdd	ไฟเลี้ยงอินพุท (+5 โวล์ท)

ตารางที่ 3.3 แสดงรายละเอียดของขาไอซี MT 8880

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

F_{LOW}	F_{HIGH}	DIGIT	D_3	D_2	D_1	D_0
697	1209	1	0	0	0	1
697	1336	2	0	0	1	0
697	1477	3	0	0	1	1
770	1209	4	0	1	0	0
770	1336	5	0	1	0	1
770	1477	6	0	1	1	0
852	1209	7	0	1	1	1
852	1336	8	1	0	0	0
852	1477	9	1	0	0	1
941	1336	0	1	0	1	0
941	1209	*	1	0	1	1
941	1477	#	1	1	0	0
697	1633	A	1	1	0	1
770	1633	B	1	1	1	0
852	1633	C	1	1	1	1
941	1633	D	0	0	0	0

ตารางที่ 3.4 แสดงค่าที่ถอดรหัสได้จากความถี่ต่าง ๆ ของสัญญาณ DTMF

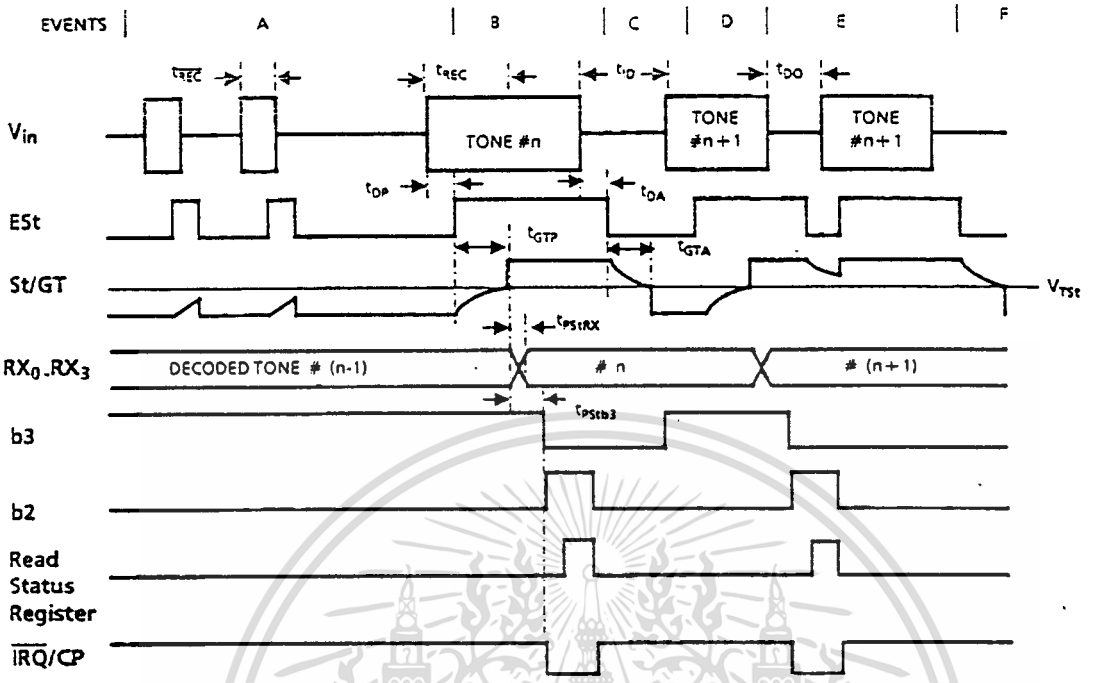


รูปที่ 3.10 แสดงโครงสร้างภายในของ MT 8880

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไดอะแกรมเวลาของภาครับ

แสดงดังรูปที่ 3.11



รูปที่ 3.11 แสดงไดอะแกรมเวลาทางด้านรับสัญญาณ DTMF

อธิบายขั้นตอนการทำงาน

A) ตรวจพบความถี่เข้ามา แต่คาบเวลาไม่ถูกต้อง รีจิสเตอร์รับข้อมูลไม่เปลี่ยน

B) ความถี่ #n ถูกตรวจพบ และมีคาบเวลาที่ถูกต้อง ความถี่ถูกถอดและแลตช์ไว้ ที่รีจิสเตอร์รับข้อมูล

C) จบความถี่ #n ช่วงห่างถูกต้อง รีจิสเตอร์รับข้อมูลยังคงแลตช์อยู่จนกว่าจะได้ รับความถี่ที่ถูกต้องใหม่

D) ความถี่ #n+1 ถูกตรวจพบ คาบเวลาถูกต้อง ความถี่ถูกถอดรหัสและแลตช์ไว้

E) ความถี่ #n+1 หายไป ช่วงห่างไม่ถูกต้อง ข้อมูลไม่เปลี่ยนแปลง

F) จบความถี่ #n+1 ช่วงห่างถูกต้อง เอาท์พุทยังแลตช์อยู่จนถึงความถี่ใหม่ที่ ถูกต้อง

อธิบายคำศัพท์

Vin	สัญญาณความถี่ DTMF ที่เข้ามา
EST	EARLY STEERING OUTPUT ใช้แสดงความถี่ที่ถูกต้อง
St/Gt	STEERING INPUT/GUARD TIME OUTPUT สำหรับต่อกับ RC ภายนอก
RX0-RX3	ข้อมูลที่ถูกแปลงเป็นรหัส 4 บิท ในรีจิสเตอร์รับข้อมูล

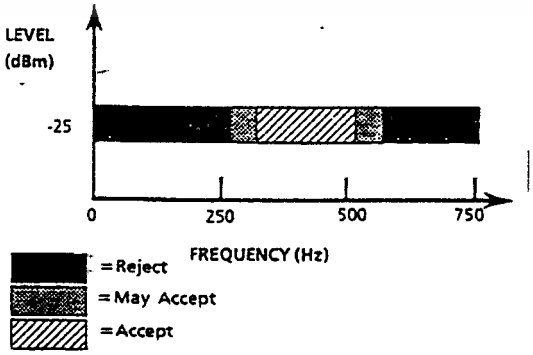
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

b3	DELAYED STEERING ใช้แสดงว่าความถี่ที่ได้รับหรือหายไป มีคาบเวลาตามที่กำหนด เพื่อแสดงความถูกต้องของสัญญาณ
b2	ใช้แสดงว่าข้อมูลที่ถูกต้องอยู่ภายในรีจิสเตอร์รับข้อมูล บิทนี้จะ เคลียร์ หลังจากรีจิสเตอร์สถานะถูกอ่านแล้ว
IRQ/CP	อินเทอร์รัพท์จะแอคทีฟ เพื่อแสดงว่าข้อมูลใหม่อยู่ภายใน รีจิสเตอร์รับข้อมูลแล้ว และอินเทอร์รัพท์จะเคลียร์หลังจากรีจิสเตอร์สถานะถูกอ่านแล้ว
t_{REC}	คาบเวลานานที่สุดที่ตรวจพบความถี่ DTMF แล้วยังไม่ถูกต้อง
t_{REC}	คาบเวลาที่สั้นที่สุดที่ต้องการเพื่อแสดงว่าสัญญาณถูกต้อง
t_{ID}	เวลาสั้นที่สุดระหว่างสัญญาณ DTMF ที่ถูกต้อง 2 สัญญาณ
t_{D0}	เวลานานที่สุดที่ยอมให้สัญญาณหายไปได้ในคาบเวลาความถี่ที่ถูกต้อง
t_{DP}	เวลาที่ใช้ในการตรวจพบสัญญาณความถี่ DTMF ที่ถูกต้อง
t_{DA}	เวลาที่ใช้ในการตรวจการหายไปของสัญญาณความถี่ DTMF ที่ ถูกต้อง
t_{GTP}	การ์ดไทม์ของการประกฎความถี่ DTMF
t_{GTA}	การ์ดไทม์ของการหายไปของความถี่ DTMF

คำว่าการ์ดไทม์ หมายถึง ช่วงคาบเวลาของความถี่ที่เข้ามา ซึ่งจะต้องนาน เท่ากับหรือมากกว่าช่วงเวลาที่เราตั้งไว้ จึงจะได้รับการยอมรับว่าสัญญาณความถี่ นั้นถูกต้อง หรือพูดได้ว่าเวลาที่เราตั้งไว้โดย RC ก็คือ การ์ดไทม์นั่นเอง เมื่อสัญญาณความถี่ เข้ามานาน หรือมากกว่าเวลาที่ตั้งไว้ จึงจะสามารถแปลงเป็นตัวเลขได้ ถ้าสัญญาณความถี่ เข้ามาสั้นกว่า ก็จะไม่มีการถอดรหัสเป็นตัวเลขออกไป

ตัวกรองสัญญาณคอลโพรเกรส (CALL PROCRESS FILTER)

โหมดคอลโพรเกรส (CALL PROGRESS MIDE) ใช้ตรวจจับสัญญาณคอลโพรเกรส (CALL PROGRESS TONE) ซึ่งเป็นสัญญาณในระบบโทรศัพท์ (ไม่ใช่ DTMF) สัญญาณนี้จะสามารถตรวจจับได้เมื่อเลือกโหมด CP เท่านั้น (ดูตาราง ที่ 3.8) ช่วงความถี่ที่ตัวกรองสัญญาณคอลโพรเกรสยอมให้ผ่านแสดงดังในรูปที่ 3.12 โดยมีขา IRQ/CP เป็นขาเอาท์พุทแสดงการตรวจจับได้



รูปที่ 3.12 แสดงช่วงความถี่ที่ตัวกรองสัญญาณคอลโพรเกรสยอมให้ผ่าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ภาคส่ง

ภาคกำเนิดสัญญาณ DTMF จะกำเนิด 16 สัญญาณ DTMF ตามมาตรฐานที่มีความผิดเพี้ยนต่ำ และมีความถูกต้องทุก ๆ ความถี่ได้มาจากคริสตอลภายนอกขนาด 3.579545 MHz รูปคลื่นไซน์ ทั้งแถว และหลัก จะถูกรวมกันและกรอง ออกมาเป็นสัญญาณ DTMF โดยที่มีฮาร์โมนิกน้อยมาก รหัสของสัญญาณ DTMF (ซึ่งจะเหมือนกับรหัสทางภาครับ ดังตารางที่ 3.4) จะถูกเขียนลงในรีจิสเตอร์ ส่งข้อมูล คาบเวลาของแต่ละโทน ประกอบด้วย ส่วนเวลาย่อย ๆ 32 ส่วนเท่า ๆ กัน คาบเวลาของโทนสามารถเปลี่ยนแปลงได้โดยการเปลี่ยนความยาวของส่วนเวลาย่อย

<u>โหมดเบิสต์ (BURST MODE)</u>

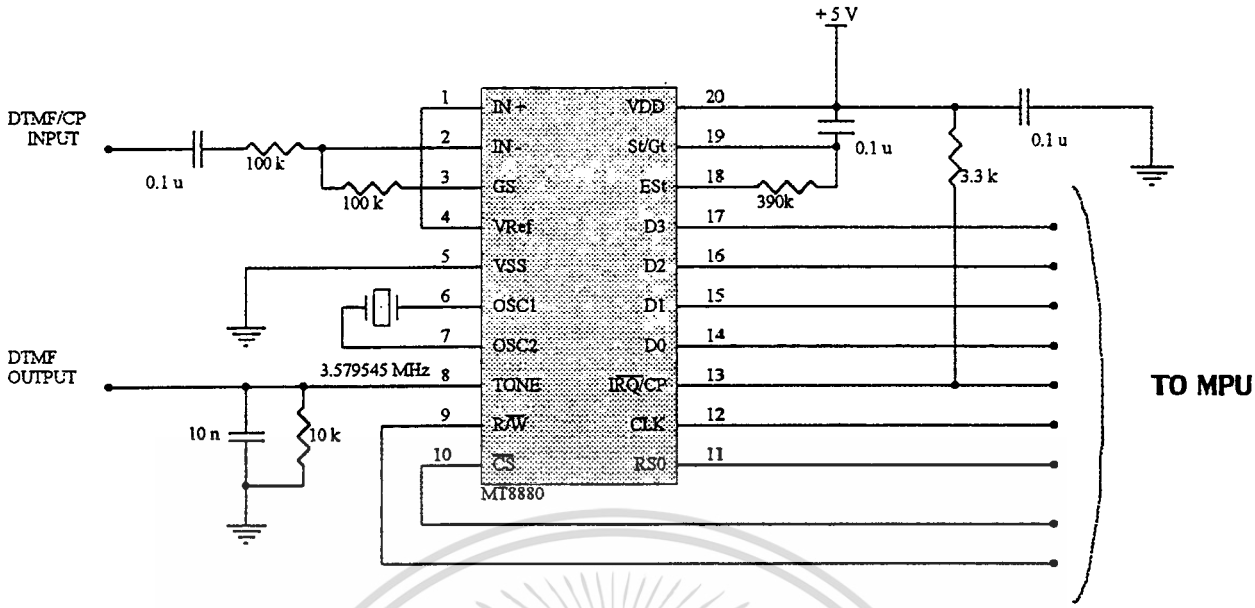
ในการประยุกต์ใช้งานทางด้านโทรศัพท์ สัญญาณ DTMF ที่ต้องการจะถูกกำเนิดขึ้น เป็นช่วงเวลาที่แน่นอน สัญญาณ DTMF มาตรฐานถูกกำเนิดขึ้นโดยเลือก โหมดเบิสต์ ภาคส่งจะส่งสัญญาณ (BURST) และหยุดสัญญาณ (PAUSE) เป็นช่วงเวลาที่เท่ากัน ซึ่งถูกกำหนดไว้แล้ว คือ เท่ากับ 51 mS ± 1 mS ตามมาตรฐาน เมื่อ BURST และ PAUSE ถูกส่งออกไปแล้วจะมีบิทในรีจิสเตอร์ สถานะถูกเซท เพื่อแสดงว่าภาคส่งพร้อมจะรับข้อมูล ตัวต่อไปแล้ว ถ้าเราเลือกโหมด DTMF จะได้ช่วงเวลาดังกล่าว แต่ถ้า เราเลือกโหมด CP ช่วงเวลาของทั้ง BURST และ PAUSE จะเพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่า คือเท่ากับ 102 mS ± 2 mS เมื่อเลือกโหมด CP พร้อมกับโหมด BURST & PAUSE ตามมาตรฐาน โหมด BURST จะถูกดิสเอเบิ้ลแล้วเกท (GATE) ของภาคส่ง จะถูกปิด/เปิด โดยไทม์เมอร์ฮาร์ดแวร์และซอฟท์แวร์ภายนอก

<u>การเชื่อมต่อกับไมโครโปรเซสเซอร์</u>

ไมโครโปรเซสเซอร์จะสามารถเชื่อมต่อกับ MT 8880 เพื่อให้มีการควบคุมการส่งอละรับได้อย่างถูกต้อง ภายในไอซีมีรีจิสเตอร์ 5 ตัว แบ่งเป็น 3 หน้าที่ คือเคลื่อนย้ายข้อมูล , ควบคุมการรับส่ง และแสดงสถานะการรับส่ง

- รีจิสเตอร์รับข้อมูลจะบรรจุรหัสของสัญญาณ DTMF ตัวล่าสุด
- รีจิสเตอร์ส่งข้อมูล ถูกเขียนได้อย่างเดียว ไม่สามารถอ่านได้
- รีจิสเตอร์ควบคุมการรับส่ง ประกอบด้วยรีจิสเตอร์ควบคุม 2 ตัว คือ CRA & CRB ซึ่งจะอยู่ตำแหน่งเดียวกัน การเขียนคำสั่งลงใน CRB ทำได้โดยการเซทบิทที่เหมาะสมใน CRA แล้วไซเคิลต่อไป จะเป็นการเขียนคำสั่งลงใน CRB

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.13 แสดงวงจรใช้งาน ไอซี MT 8880

ขา IRQ/CP สามารถถูกโปรแกรม ให้มีสัญญาณรีเควส ขออินเทอร์รัพท์ เมื่อสัญญาณ DTMF ถูกตรวจจับได้ หรือเมื่อภาคส่งพร้อมที่จะรับรหัสตัวต่อไป (เฉพาะโหมด BURST) ขานี้เป็นขาเอาท์พุทแบบโอเพนเดรน (OPEN DRAIN) ซึ่งต้องมีพูลอัพรีซิสเตอร์ (รูปที่ 3.13)

RS0	R/W	หน้าที่
0	0	เขียนรหัสลงในรีจิสเตอร์ส่งข้อมูล
0	1	อ่านรหัสจากรีจิสเตอร์รับข้อมูล
1	0	เขียนคำสั่งลงในรีจิสเตอร์ควบคุม
1	1	อ่านสถานะจากรีจิสเตอร์สถานะ

ตารางที่ 3.5 แสดงการกำหนดหน้าที่ของรีจิสเตอร์

b3	b2	b1	b0
RSEL	IRQ	CP / DTMF	Tout

ตารางที่ 3.6 แสดงตำแหน่งบิทควบคุมใน CRA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

b3	b2	b1	b0
C /R	S / D	TEST	BURST

ตารางที่ 3.7 แสดงตำแหน่งบิทควบคุมใน CRB

บิท	ชื่อ	หน้าที่	คำอธิบาย
b0	Tout	TONE O/P	ลอจิก 1 แสดงว่าให้ส่งสัญญาณออกได้
b1	CP/DTMF	โหมดควบคุม	ในโหมด DTMF (ลอจิก 0) จะสามารถกำเนิดและตรวจจับ DTMF ได้ทั้งคู่ แต่ในโหมด CP (ลอจิก 1) จะยอมให้ตรวจจับเฉพาะคอลโพรเกรสโทนเท่านั้น (DTMF ไม่สามารถตรวจจับได้ถ้าเลือกโหมด CP)
b2	IRQ	อินเทอร์รัพท์อีนาเบิ้ล	ลอจิก 1 เป็นการอีนาเบิ้ลการอินเทอร์รัพท์ ถ้าเลือกโหมด DTMF (b2=0) ด้วยแล้ว ขา IRQ/CP จะเป็น 0 ในกรณีต่อไปนี้ - DTMF มีความถี่และช่วงเวลาถูกต้อง - ภาคส่งพร้อมที่รับรหัสต่อไป (เฉพาะ BURST MODE)
b3	RSEL	เลือกรีจิสเตอร์	ลอจิก 1 เป็นการเลือกที่จะเขียนคำสั่งควบคุม CRB ในไซเคิล การเขียนต่อไป และไซเคิลถัดไปจะกลับมาที่ CPA อีกครั้ง

ตารางที่ 3.8 แสดงรายละเอียดเกี่ยวกับรีจิสเตอร์ควบคุม A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บิท	ชื่อ	หน้าที่	คำอธิบาย
b0	BURST	โหมด BURST	ลอจิก 0 เป็นการอีนาเบิ้ลโหมด BURST รหัสของความถี่ DTMF จะถูกเขียนลงในรีจิสเตอร์ ส่งข้อมูล เพื่อให้กำเนิดสัญญาณ DTMF ออกมาและหยุดสัญญาณ (PAUSE) เป็นช่วงเวลาที่ แน่นอน ทันทีที่มี PAUSE รีจิสเตอร์สถานะจะแสดงบอกว่าพร้อมจะทำคำสั่งต่อไป และการอินเทอร์รัพท์จะเกิดขึ้นถ้าอีนาเบิ้ลอินเทอร์รัพท์ไว้
b1	TEST	โหมด TEST	เมื่ออีนาเบิ้ลโหมด TEST (ลอจิก 0) IRQ.CP จะแสดงสัญญาณ DELAY STEERING จากภาครับ DTMF ดูรูปที่ 2.6 รูปคลื่น b3 เป็นเอาท์พุทที่ขานี้ (โหมด DTMF ต้องถูกเลือกถ้าจะใช้ในโหมด TEST)
b2	S/D	สัญญาณเดี่ยว/คู่	ลอจิก 1 เป็นการส่งสัญญาณเดี่ยว เฉพาะแถวหรือหลัก ส่วนลอจิก 0 เป็นการส่งสัญญาณคู่
b3	C/R	สัญญาณความถี่แถว/หลัก	ใช้งานร่วมกับ b2 เพื่อสร้างสัญญาณเดี่ยว - ลอจิก 1 เป็นการเลือกความถี่หลัก - ลอจิก 0 เป็นการเลือกความถี่แถว

ตารางที่ 3.9 แสดงรายละเอียดเกี่ยวกับรีจิสเตอร์ควบคุม B

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บิท	ชื่อ	เซทแฟลกสถานะ	เคลียร์แฟลกสถานะ
b0	IRQ	มีอินเทอร์รัพท์เกิดขึ้น (b1 หรือ b2 ถูกเซท)	ไม่มีการอินเทอร์รัพท์ แฟลกจะเคลียร์เมื่อ รีจิสเตอร์สถานะถูกอ่าน
b1	รีจิสเตอร์ส่งข้อมูลว่าง (เฉพาะโหมด BURST)	สิ้นสุดช่วงเวลา PAUSE ตัวส่งพร้อมที่จะรับรหัสตัวต่อไป	เคลียร์หลังจาก รีจิสเตอร์สถานะถูกอ่าน หรืออยู่ในโหมด NON-BURST
	รีจิสเตอร์รับข้อมูลเต็ม	รหัสข้อมูลที่ถูกต้องอยู่ใน รีจิสเตอร์รับข้อมูล	เคลียร์หลังจากรีจิสเตอร์สถานะถูกอ่าน
b3	DELAYED STEERING	ช่วงเวลา DTMF ไม่ถูกต้อง	ช่วงเวลา DTMF ถูกต้อง

ตารางที่ 3.10 แสดงรายละเอียดรีจิสเตอร์สถานะ

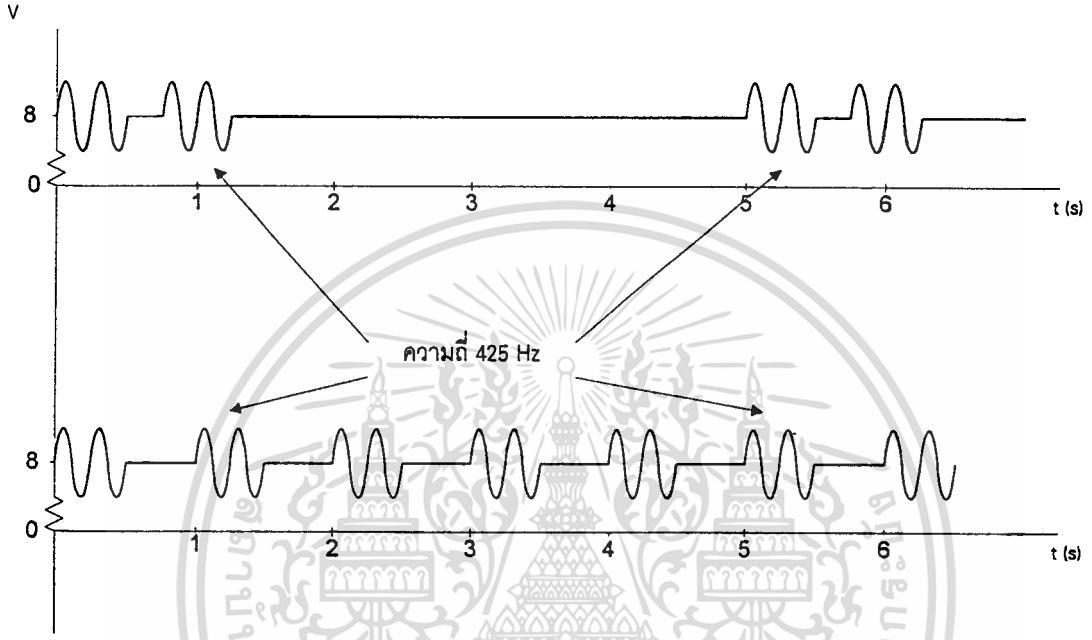
3.1.5 ส่วนตรวจจับสัญญาณเรียกกลับ และสัญญาณสายไม่ว่าง (RINGBACK TONE & BUSY TONE DETECTOR)

เมื่อเครื่องลูกข่ายภายใน PABX เรียกไปยังเครื่องลูกข่ายอื่น ก็จะเกิดสัญญาณกระดิ่งดังขึ้นที่เครื่องลูกข่ายที่ถูกเรียก และมีสัญญาณเรียกกลับที่เครื่องลูกข่ายที่กำลังเรียก เพื่อให้ผู้เรียกได้ทราบว่า PABX กำลังติดต่อกับเครื่องลูกข่ายที่ต้องการอยู่ และสัญญาณเรียกกลับ สัญญาณกระดิ่งจะหยุดเมื่อเครื่องลูกข่ายที่ถูกเรียกยกหูรับ เช่นเดียวกับการติดต่อผ่านชุมสาย เพียงแต่สัญญาณเรียกกลับ และสัญญาณกระดิ่งจะแตกต่างกับชุมสาย เพื่อแยกความแตกต่างระหว่าง การเรียกจากสายภายนอก และการเรียกจากเครื่องลูกข่ายภายในระบบเอง ในขณะที่เครื่องลูกข่ายนั้นกำลังใช้งานอยู่ ก็จะเกิดสัญญาณสายไม่ว่าง (BUSY TONE) ขึ้นจาก PABX ดังนั้นในโครงงานนี้เครื่องตอบรับอัตโนมัติจะอาศัยสัญญาณเรียกกลับ และสายไม่ว่างที่เกิดขึ้น ในการบอกให้ส่วนควบคุมและประมวลผลของเครื่องตอบรับอัตโนมัติทราบว่าลูกข่ายภายในที่ต้องการติดต่อ มีสภาวะเป็นอย่างไร ในกรณีที่เกิดสัญญาณเรียกกลับ เครื่องตอบรับอัตโนมัติ จะนับจำนวนสัญญาณเรียกกลับ เมื่อสัญญาณเรียกกลับหายไปแสดงว่ามีผู้รับสายแล้ว เครื่องตอบรับอัตโนมัติจะวางสายตัวเอง เพื่อให้สายนอกถูกต่อไปยังเครื่องลูกข่ายที่ต้องการ ซึ่งจะขึ้นอยู่กับชนิดของ PABX ในการโอนสาย (TRANSFER) ด้วย แต่เมื่อไม่มีผู้รับสาย เครื่องตอบรับอัตโนมัติก็จะนับจำนวนสัญญาณเรียกกลับ เมื่อครบจำนวนที่ตั้งไว้แล้ว เครื่องตอบรับอัตโนมัติก็จะดึงสายนอกกลับมา (RECALL) โดยการปล่อยสัญญาณ FLASH เพื่อแจ้งให้กับผู้ที่โทรเข้ามาได้ทราบว่า ไม่มีผู้รับสายที่ต้องการติดต่อ และจะได้ดำเนินการอื่นต่อไป แต่ในกรณีที่เกิดสัญญาณสายไม่ว่างขึ้น เครื่องตอบรับอัตโนมัติก็

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะเรียกกลับไปยังสายของผู้โทรเข้ามา และแจ้งให้ผู้โทรเข้ามาทราบว่าสายที่ต้องการติดต่อไม่ว่าง เพื่อจะได้ให้ผู้โทรเข้ามาติดต่อไปยังเครื่องข่ายอื่น หรือโอเปอเรเตอร์

สัญญาณเรียกกลับ และสัญญาณสายไม่ว่าง มีลักษณะเป็นสัญญาณความถี่ประมาณ 425 Hz โดยสัญญาณเรียกกลับจะดัง 0.5 วินาที หยุด 0.25 วินาที และดังอีก 0.5 วินาที ส่วนสัญญาณสายไม่ว่างจะดังและหยุดทุก ๆ 0.5 วินาที ซึ่งสัญญาณเรียกกลับ และสัญญาณสายไม่ว่าง แสดงในรูปที่ 3.14



รูปที่ 3.14 (บน) แสดงลักษณะของสัญญาณเรียกกลับ
(ล่าง) แสดงลักษณะของสัญญาณสายไม่ว่าง

วงจรการตรวจจับสัญญาณเรียกกลับ และสัญญาณสายไม่ว่างของเครื่องตอบรับอัตโนมัตินี้ อาศัยการทำงานของ ไอซี TONE DECODER เบอร์ NE 567 ซึ่งสามารถปรับจูนให้รับความถี่ ในช่วงความถี่ประมาณ 425 Hz ของสัญญาณเรียกกลับและสัญญาณสายไม่ว่าง โดยความถี่หาได้จาก

$$f_o = 1.1 / RC$$

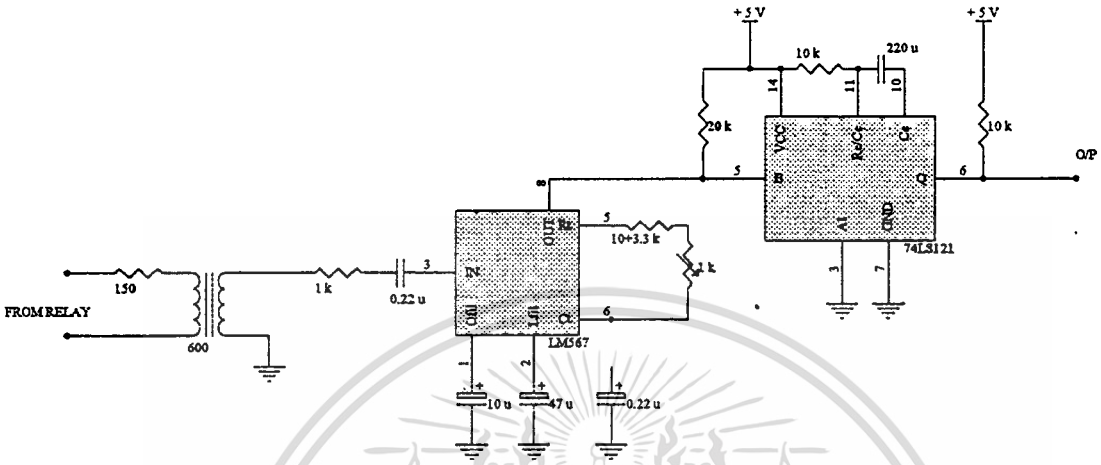
เมื่อ f_o เป็นความถี่ที่ขา 3

R ความต้านทานระหว่างขา 5 และขา 6

C ตัวเก็บประจุที่ขา 6

ดังนั้นเมื่อความถี่ที่ขา 3 มีค่า 425 Hz และตัวเก็บประจุมีค่า 0.22 ไมโครฟารัดจะได้ค่าความต้านทานที่ขา 5 และขา 6 มีค่าประมาณ 13.8 กิโลโอห์ ดังแสดงในรูปที่ 3.15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

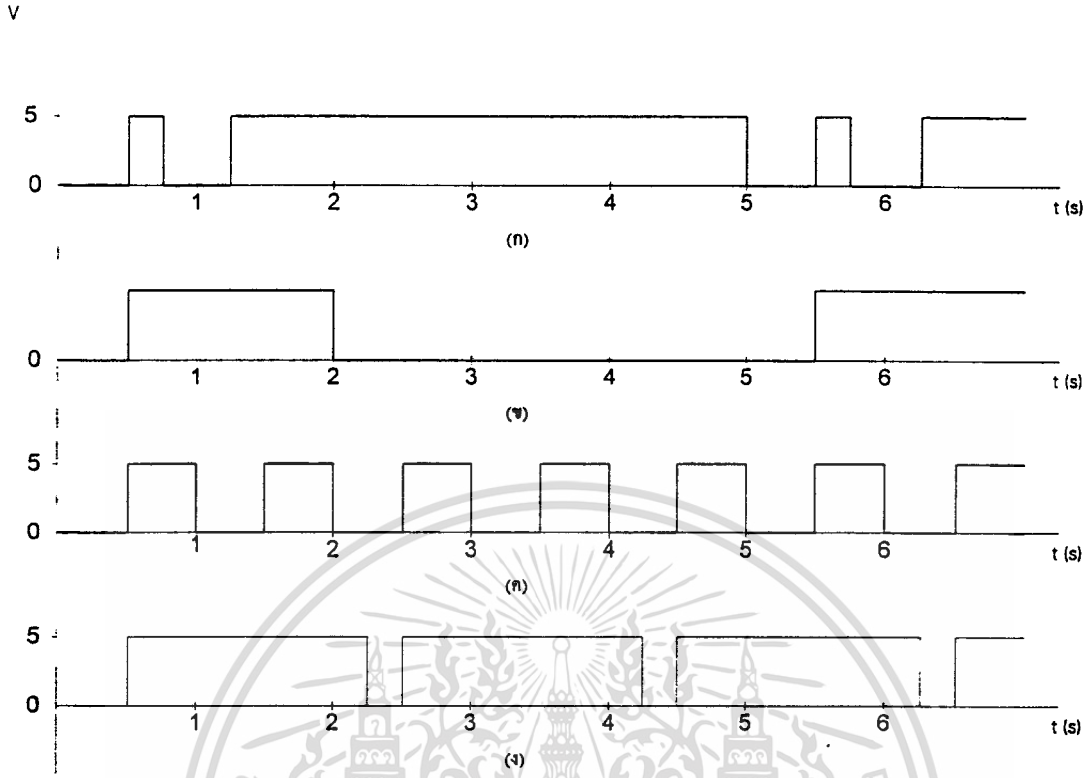


รูปที่ 3.15 แสดงวงจรของส่วนตรวจจับสัญญาณสายไม่ว่าง และสัญญาณเรียกกลับ

เมื่อมีสัญญาณความถี่ประมาณ 425 Hz ตามที่ปรับจูนไว้ เข้ามาที่ ขา 3 ของไอซี NE 567 จะทำให้เอาท์พุทที่ขา 8 มีสถานะเป็น 0 โวล์ทแต่ถ้าป้อนสัญญาณความถี่อื่นที่อยู่นอกจากความถี่ที่ปรับจูนเอาไว้ หรือไม่ป้อนสัญญาณใด ๆ สถานะของลอจิก ที่ขา 8 จะเป็นสถานะสูง หรือ +5 โวลท์ จะเห็นได้ว่าเราสามารถนำไอซี NE 567 มาประยุกต์ใช้เพื่อตรวจจับสัญญาณสายไม่ว่างได้ โดยการปรับจูนความถี่สามารถทำได้โดยการปรับค่าความต้านทานและตัวเก็บประจุจากภายนอก ต่อเข้ากับขาต่าง ๆ ของไอซี จากนั้นอาศัยการจูนค่าโดยปรับความต้านทานไฟฟ้า ระหว่างขาที่ 5 และขาที่ 6 ของ NE 567 นั่นเอง

หลังจากที่เราจูนความถี่ได้ ตรงกับความถี่ของสัญญาณสายไม่ว่างแล้ว จะพบว่าเมื่อไอซี NE 567 ได้รับสัญญาณเรียกกลับและสัญญาณสายไม่ว่าง สถานะของเอาท์พุทที่ขา 8 ของไอซีดังกล่าวจะเป็น 0 โวลท์ ตามเวลาของสัญญาณความถี่ทั้งสอง แต่เนื่องจากสัญญาณที่ได้จากไอซี NE567 ขาดความคมชัดของสัญญาณจึงต้องนำไปเข้าวงจรหน่วงเวลา ซึ่งใช้ร่วมกับส่วนตรวจสอบสัญญาณกระดิ่งโดยการใช้ไดโอดแยกสัญญาณออกจากวงจรตรวจจับสัญญาณกระดิ่ง ซึ่งเรามารถนำเอาท์พุทที่ได้นี้ ซึ่งเป็นเอาท์พุทเดียวกับวงจรตรวจจับสัญญาณกระดิ่ง ต่อไปยังไอซี เบอร์ 8255 และใช้โปรแกรมทำการตรวจสอบช่วงเวลาอีกครั้ง เพื่อแยกความแตกต่างระหว่างสัญญาณเรียกกลับและสัญญาณสายไม่ว่างส่วนประมวลผลก็จะดำเนินการต่อไป รูปแบบของสัญญาณทั้งสองที่ได้จากไอซี 74121แสดงในรูปที่ 3.16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.16 แสดงสัญญาณที่ได้ในการตรวจจับสัญญาณเรียกกลับและสายไม่ว่าง

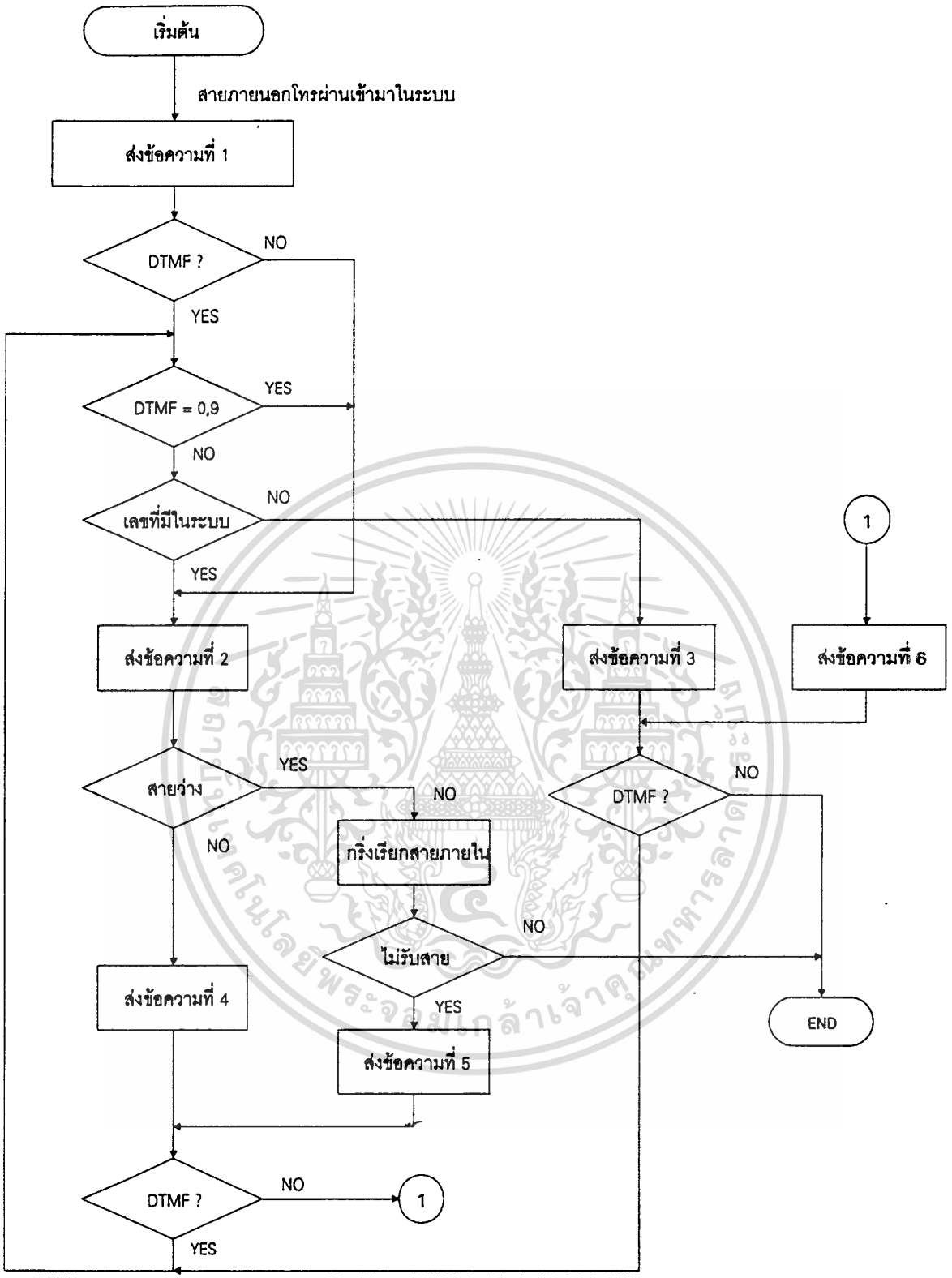
(ก) เอาท์พุทที่ขา 8 ของ NE567 เมื่อได้รับสัญญาณเรียกกลับ

(ข) เอาท์พุทที่ขา 6 ของ ไอซี 74121 เมื่อได้รับสัญญาณเรียกกลับ

(ค) เอาท์พุทที่ขา 8 ของ NE567 เมื่อได้รับสัญญาณสายไม่ว่าง

(ง) เอาท์พุทที่ขา 6 ของ ไอซี 74121 เมื่อได้รับสัญญาณสายไม่ว่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.17 แสดงแผนผังการทำงานของเครื่องตอบรับอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 ส่วนควบคุมและประมวลผลกลาง

ส่วนควบคุมและประมวลผลกลางมีความสำคัญมาก เปรียบเสมือนเป็นสมองของเครื่องตอบรับอัตโนมัติก็ได้ คือเป็นส่วนที่ใช้ในการบริหารและจัดการ การทำงานของวงจรภายในเครื่องตอบรับอัตโนมัติให้วงจรแต่ละส่วนสามารถทำงานร่วมกันเป็นระบบใหญ่ ซึ่งจะขอกล่าวถึงการจัดการวงจรของส่วนประมวลผลโดยแผนผังการทำงาน (FLOW CHART) ดังแสดงในรูปที่ 3.17

โดยข้อความทั้ง 6 ข้อความจะเป็นดังนี้

(1) สวัสดีครับ นี้เป็นระบบตอบรับอัตโนมัติ กรุณากดหมายเลขภายในที่ท่านทราบ หรือกรุณาถือสายรอสักครู่ โอเปอเรเตอร์จะรับสายของท่าน

(2) ขอบคุณครับ กรุณาถือสายรอสักครู่

(3) ขอโทษครับ กรุณากดใหม่อีกครั้ง กรุณากดหมายเลขภายในที่ท่านต้องการได้ทันที หรือกรุณาติดต่อกลับมาใหม่

(4) ขอโทษครับ ไม่มีผู้รับสายหมายเลขภายในที่ท่านเรียก กรุณากดหมายเลขภายในอีกหมายเลขหนึ่ง

(5) ขอโทษครับ หมายเลขภายในที่ท่านเรียกไม่ว่าง กรุณากดหมายเลขภายในอีกหมายเลขหนึ่ง

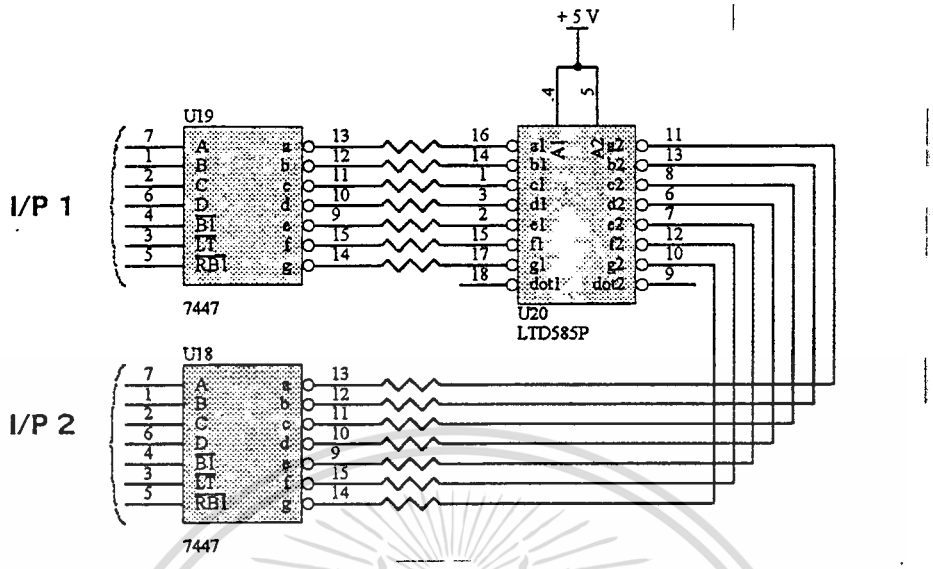
(6) ขอโทษครับ กรุณากดใหม่อีกครั้ง หรือกรุณาติดต่อกลับมาใหม่

ส่วนควบคุมและประมวลผลกลางเป็นส่วนที่รับข้อมูล ที่มาจากส่วนเชื่อมต่อกับสายโทรศัพท์ แล้วนำมาวิเคราะห์ว่าต้องการจะให้ทำอะไร เช่นถ้าได้สัญญาณพัลส์ที่มาจาก วงจรตรวจจับสัญญาณกระดิ่ง จะเป็นการตรวจสอบจำนวนครั้งที่สัญญาณดัง พอครบตามต้องการก็ส่งสัญญาณให้วงจรตัดต่อคู่สาย ต่อระบบเข้ากับคู่สายโทรศัพท์ หรือถ้าได้สัญญาณจากวงจรตรวจจับสัญญาณเรียกกลับและสัญญาณสายไม่ว่าง ก็จะกำหนดข้อความที่จะออกไปจากส่วนสัญญาณเสียงตอบรับ ซึ่งในส่วนควบคุมและประมวลผลจะใช้ไมโครคอนโปรเซสเซอร์ ตระกูล Z80 คือ Z80ACPU ที่ทำงานที่ความถี่ 4 MHz เพราะมีราคาถูกและสามารถเขียนคำสั่งงานได้ง่าย โดยไม่จำเป็นต้องใช้ ไมโครโปรเซสเซอร์ที่มีความเร็วสูงมากนักในการควบคุม และโปรแกรมที่ควบคุมระบบมีขนาดไม่ใหญ่มากนักจึงใช้ EPROM เบอร์ 2764 ซึ่งมีความจุ 8 กิโลไบท์ และมี RAM ขนาด 8 กิโลไบท์เบอร์ 6264 สำหรับเก็บข้อมูลชั่วคราวในการทำงานของโปรแกรม และเก็บข้อมูลต่าง ๆ ของระบบไว้ ซึ่งค่าของข้อมูลที่ถูกตั้งไว้จะถูกเก็บไว้ในตำแหน่งที่ 8000H-8035H โดยมีข้อมูลเริ่มต้นที่เก็บอยู่ใน EPROM ดังนี้

1. รหัสผ่านในการแก้ไขข้อมูลคือ 885 ซึ่งไม่สามารถแก้ไขได้
2. จำนวนสัญญาณกระดิ่งที่ดังก่อนที่จะทำการรับสายคือ 3
3. จำนวนสัญญาณเรียกกลับก่อนที่จะระบุว่าไม่มีผู้รับสายคือ 3
4. หมายเลขของโอเปอร์เรเตอร์คือ 0
5. หมายเลขโทรศัพท์ภายในของโอเปอร์เรเตอร์คือ 11
6. กลุ่มของหมายเลขภายในคือ 11-26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แต่เนื่องจากต้องควบคุมอุปกรณ์ในส่วนเชื่อมต่อกับสายโทรศัพท์ทั้งหมดจึงต้องใช้การเชื่อมต่อผ่านพอร์ตของ 8255 PPI (PROGRAMMABLE PERIPHERAL INTERFACE) จำนวน 2 ตัว



รูปที่ 3.18 แสดงวงจรการแสดงผลของข้อมูล

ในการที่จะแก้ไขข้อมูลต่าง ๆ จะต้องกดรหัสผ่านในขณะที่เครื่องตอบรับฯ กำลังรอสัญญาณ DTMF ถ้ากดรหัสผ่านตัวแรกผิด เครื่องตอบรับฯ จะถือเสมือนว่าเป็นการกดเลขหมายภายใน แต่ถ้ารหัสผ่านตัวแรกถูกต้องแล้ว ถ้ากดรหัสผ่านตัวต่อไปผิด เครื่องตอบรับฯ จะวางสายทันที ทั้งเพื่อป้องกันการโทรเข้ามาในระบบแล้วเกิดการกดหมายเลขภายในผิด

หลังจากที่ได้กดรหัสผ่านได้ถูกต้องแล้ว เครื่องตอบรับฯ จะส่งข้อความทักทาย (ข้อความที่ 1) ออกไป และให้ 7-SEGMENT ซึ่งในการใช้งานจะดับอยู่ตลอดเวลา โดยมีวงจรดังแสดงในรูปที่ 3.18 ติดเป็นหมายเลข 10 จากนั้นเครื่องตอบรับฯ จะรอสัญญาณ DTMF เพื่อการทำงานต่อไปโดยในการแก้ไขข้อมูลมี 7 ข้อดังนี้

10 แก้ไขสัญญาณเสียงตอบรับ

20 กำหนดจำนวนสัญญาณกระดิ่งก่อนที่เครื่องตอบรับฯ จะทำการรับสาย

30 กำหนดจำนวนสัญญาณเรียกกลับก่อนระบุว่าไม่มีผู้รับสาย

40 กำหนดหมายเลขของโอเปอร์เรเตอร์ ว่าเป็น 0 หรือ 9

50 กำหนดหมายเลขโทรศัพท์ภายในของโอเปอร์เรเตอร์

60 กำหนดเลขหมายแรกในกลุ่มหมายเลขภายใน

70 กำหนดเลขหมายสุดท้ายในกลุ่มหมายเลขภายใน

โดยหมายเลขในหลักสิบจะบอกข้อของการแก้ไขข้อมูล และหมายเลขในหลักหน่วยจะบอกข้อมูลที่อยู่ในข้อแก้ไขนั้น ในการแก้ไขข้อมูล หรือเปลี่ยนข้อการแก้ไขสามารทำได้โดยการกดปุ่มโทรศัพท์ที่โทรเข้ามาในระบบ โดย

หมายเลข 1 จะเป็นการแก้ไขข้อมูลในข้อนั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมายเลข 2 เป็นการเลื่อนหัวข้อการแก้ไขไปยังข้อถัดไป

หมายเลข 3 เป็นการถอยหัวข้อการแก้ไขไปยังข้อที่แล้ว

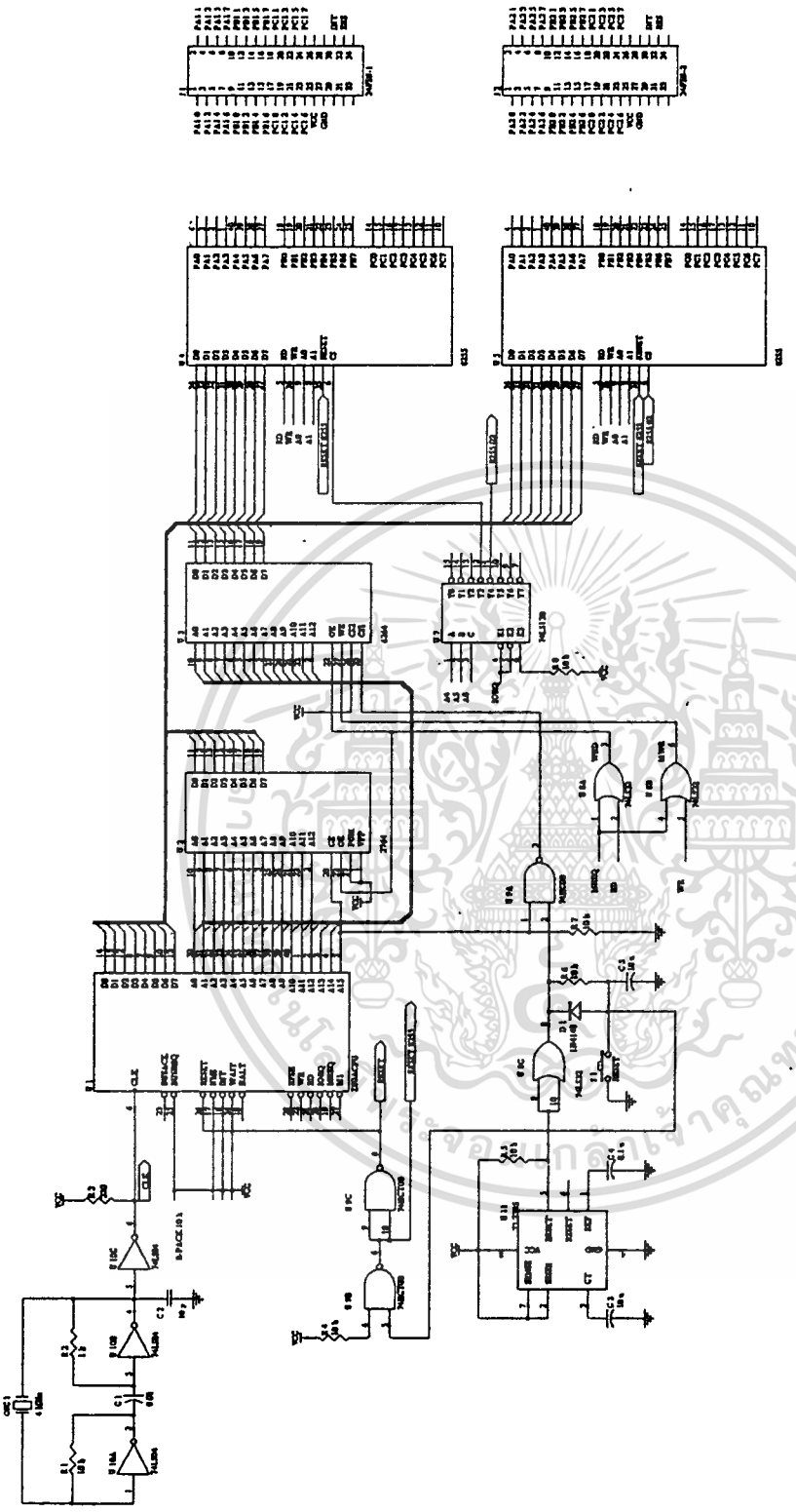
หมายเลข * เป็นการให้ออกจากการแก้ไขข้อมูลแล้วกลับไปรอรับสัญญาณ DTMF ใหม่

หมายเลข # เป็นการให้ออกจากการแก้ไขข้อมูลแล้ววางสายเลย

หลังจากกดหมายเลข 1 แล้ว สามารถกดแก้ไขข้อมูลได้ทันที หลังจากกดแก้ไขข้อมูลแล้วจะต้องกด # เพื่อทำการเก็บข้อมูลนั้นไว้ และจะแสดงผลของข้อมูลที่ถูกแก้ไขแล้ว และรอรับสัญญาณ DTMF ต่อไป

ในการแก้ไขหมายเลขสุดท้ายในกลุ่ม ถ้าหมายเลขสุดท้ายมีค่าน้อยกว่าหมายเลขเริ่มต้น โปรแกรมจะนำค่าของหมายเลขเริ่มต้น มาเก็บไว้ในหมายเลขสุดท้ายโดยอัตโนมัติ แต่จะแสดงผลเป็นหมายเลขที่แก้ไข ซึ่งในการใช้งานจะสามารถเรียกไปยังหมายเลขภายในได้เพียงหมายเลขเดียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



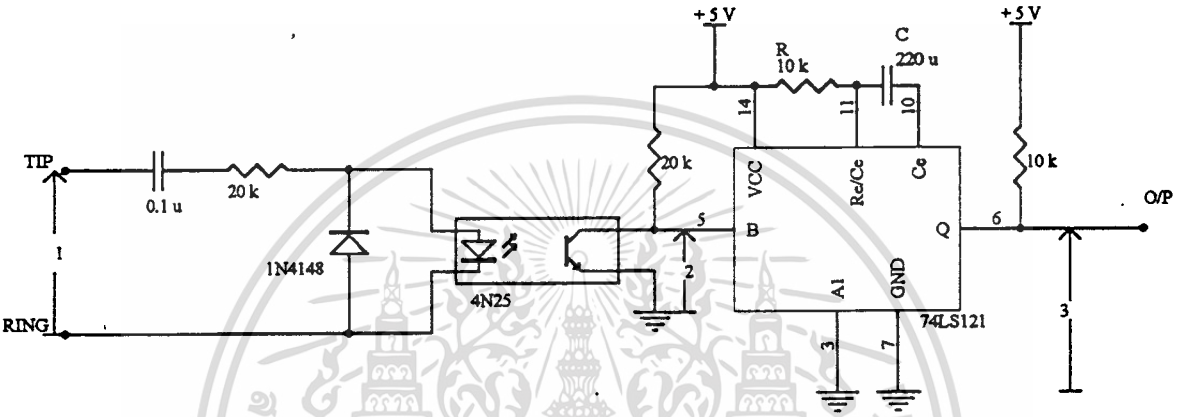
รูปที่ 3.19 แสดงวงจรควบคุมและประมวลผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการทดลอง

4.1 ผลการทดลองส่วนตรวจจับสัญญาณกระดิ่ง (DETECT RING)

จากการต่อวงจรตรวจจับสัญญาณกระดิ่งดังวงจรในรูป 4.1 และป้อนอินพุทเป็นสัญญาณกระดิ่งให้กับวงจรแล้วจะได้สัญญาณดังแสดงในรูปที่ 4.2



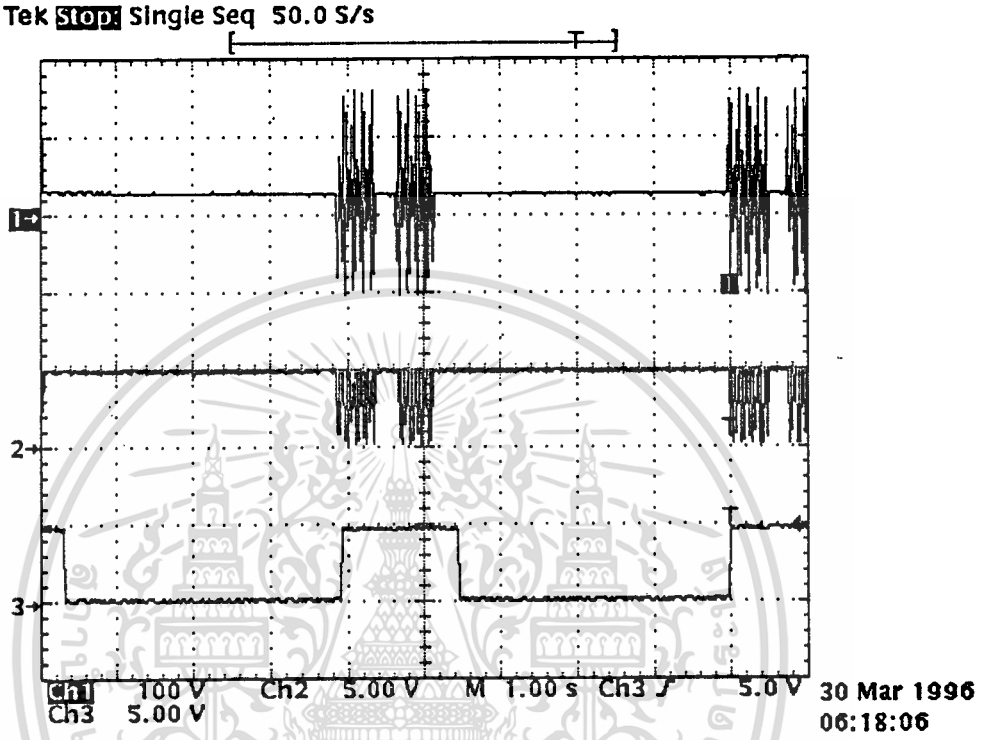
รูปที่ 4.1 แสดงวงจรตรวจจับสัญญาณกระดิ่ง

ในการทดลองได้นำสัญญาณกระดิ่งจาก PABX PANASONIC รุ่น KX-T 61610B จะเห็นได้ว่าสัญญาณกระดิ่งที่เรียกระหว่างเครื่องลูกข่ายภายใน (INTERCOM CALL) จะดัง 0.5 วินาที หยุด 0.2 วินาที และดังอีก 0.5 วินาที จึงหยุด 3.8 วินาที ซึ่งในแต่ละสัญญาณกระดิ่งจะใช้เวลา 5 วินาที สัญญาณที่ได้จากขา 5 ของไอซี 4N25 จะลดขนาดลงเป็นพัลส์ มีขั้วกลับกับสัญญาณกระดิ่งที่เข้ามา ซึ่งเพียงพอต่อการนำไปใช้เป็นอินพุทให้กับพอร์ตของส่วนควบคุมและประมวลผล แต่เพื่อให้โปรแกรมสามารถเขียนง่ายขึ้น เราจึงนำสัญญาณที่ได้นี้ผ่านไอซี MONOSTABLE MULTIVIBLETOR เบอร์ 74121 เพื่อให้ได้เอาท์พุทที่ออกจากขา 6 ของไอซี 74121 เป็นลอจิก "0" และ "1" ตามสัญญาณกระดิ่ง โดยค่าเวลาการหน่วงของไอซี 74121 จะต้องมากกว่าเวลารวมที่กระดิ่งดังในแต่ละครั้ง ในที่นี้คือ 1.2 วินาที และต้องน้อยกว่าคาบเวลาทั้งหมดของสัญญาณกระดิ่งคือ 5 วินาที โดยค่าเวลาการหน่วงของไอซี 74121. หาได้จาก

$$T = RC / 2^{1/2}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในวงจรใช้ R 10 กิโลโอห์ม และ C 220 ไมโครฟารัด ซึ่งจะได้เวลาการหน่วงประมาณ 1.55 วินาที เพื่อที่จะสามารถนำไปใช้กับ PABX อื่นในการตรวจจับสัญญาณกระดิ่งและนับจำนวนครั้งของสัญญาณกระดิ่งได้ ทำให้สามารถโปรแกรมให้รับสายเมื่อมีสัญญาณกระดิ่ง 1-9 ครั้งได้

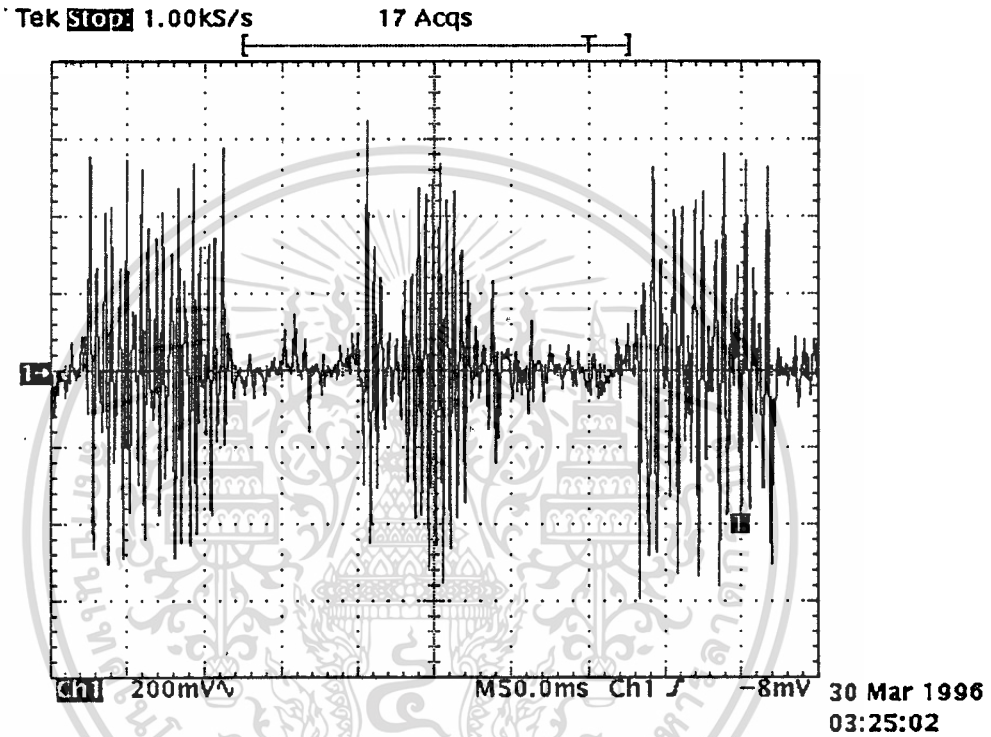


รูปที่ 4.2 แสดงสัญญาณที่ได้จากวงจรตรวจจับสัญญาณกระดิ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ผลการทดลองของส่วนตรวจจับและกำเนิดสัญญาณ DTMF

จากการทดลองหลังที่ได้กำหนดโปรแกรมที่ใช้ทดสอบไอซี MT8880 ลงไปยังส่วนควบคุมและประมวลผลแล้ว ในตอนเริ่มต้นไอซีได้รับคำสั่งเซทให้เป็นโหมดรับและคอยสัญญาณ DTMF เมื่อมีสัญญาณ DTMF เข้ามาไอซี MT8880 จะทำการตรวจจับและแปลงเป็นรหัสไบนารี 4 บิท เพื่อนำไปเก็บไว้ในหน่วยความจำของส่วนควบคุมและประมวลผล ผ่านทางพอร์ต 8255 โดยได้ทำการทดลองป้อนสัญญาณดังแสดงในรูป 4.3 และ 4.4

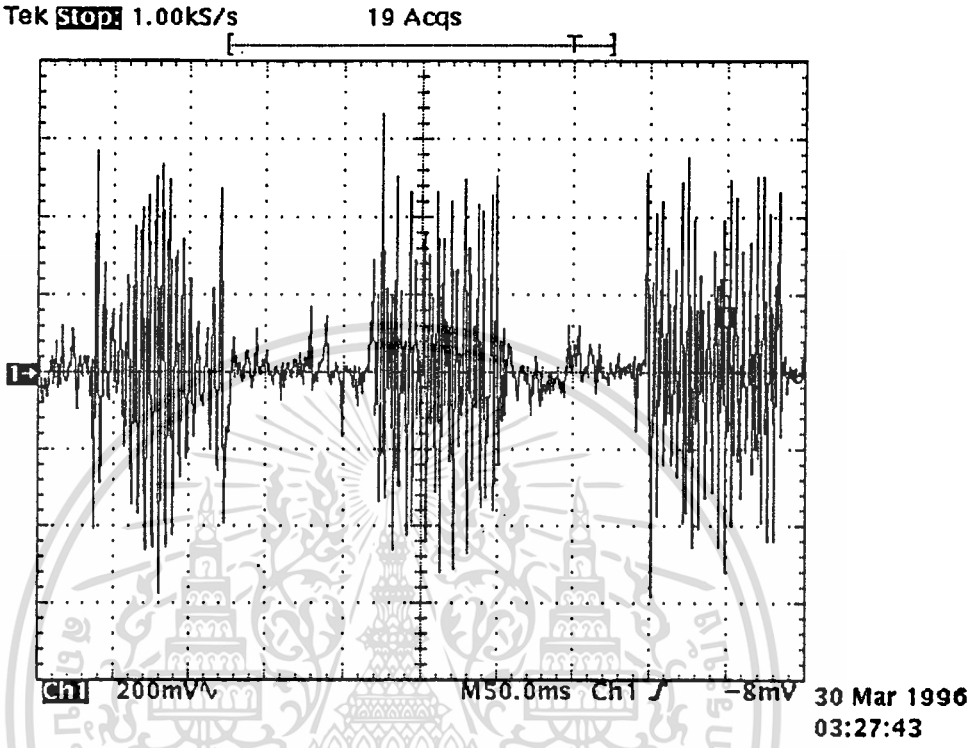


รูปที่ 4.3 แสดงสัญญาณ DTMF หมายเลข 1 4 7

ในรูปที่ 4.3 เป็นสัญญาณ DTMF ของหมายเลข 1 4 และ 7 ซึ่งข้อมูลในหน่วยความจำจะเป็น 01H 04H และ 07H ตามลำดับ

ในรูปที่ 4.4 เป็นสัญญาณ DTMF ของหมายเลข 4 5 และ 6 ซึ่งไอซี MT8880 สามารถตรวจจับและเก็บไว้ในหน่วยความจำ จะเห็นได้ว่าคาบเวลาของสัญญาณ DTMF ประมาณ 0.1 วินาที และช่วงห่างของแต่ละสัญญาณ DTMF น้อยกว่า 0.1 วินาที ไอซีMT8880 ก็สามารถตรวจจับและส่งข้อมูลให้กับส่วนควบคุมและประมวลผลไปเก็บไว้ในหน่วยความจำได้ จากนั้นทำการหน่วงเวลาอีกเล็กน้อยก่อนที่จะกำเนิดสัญญาณ DTMF ตามข้อมูลที่ถูกเก็บอยู่ในหน่วยความจำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

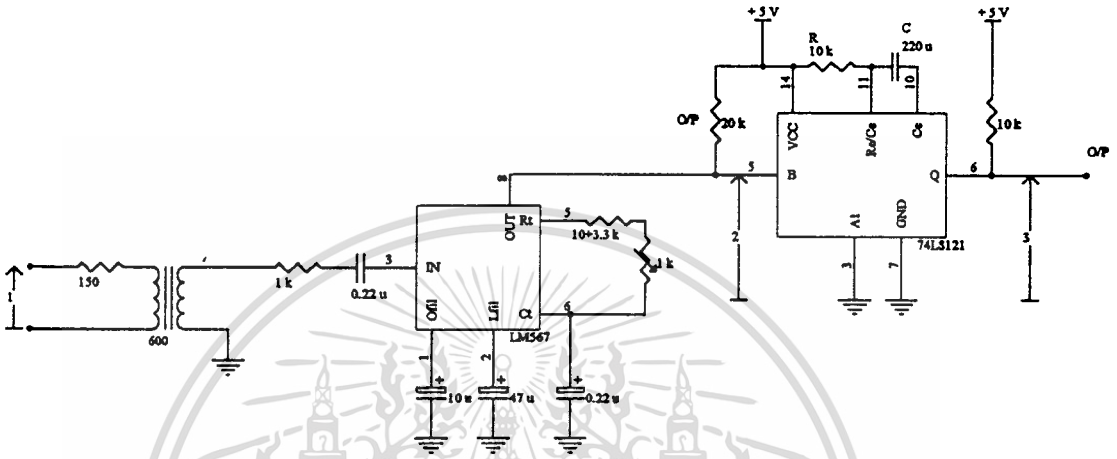


รูปที่ 4.4 แสดงสัญญาณ DTMF ของหมายเลข 4 5 6

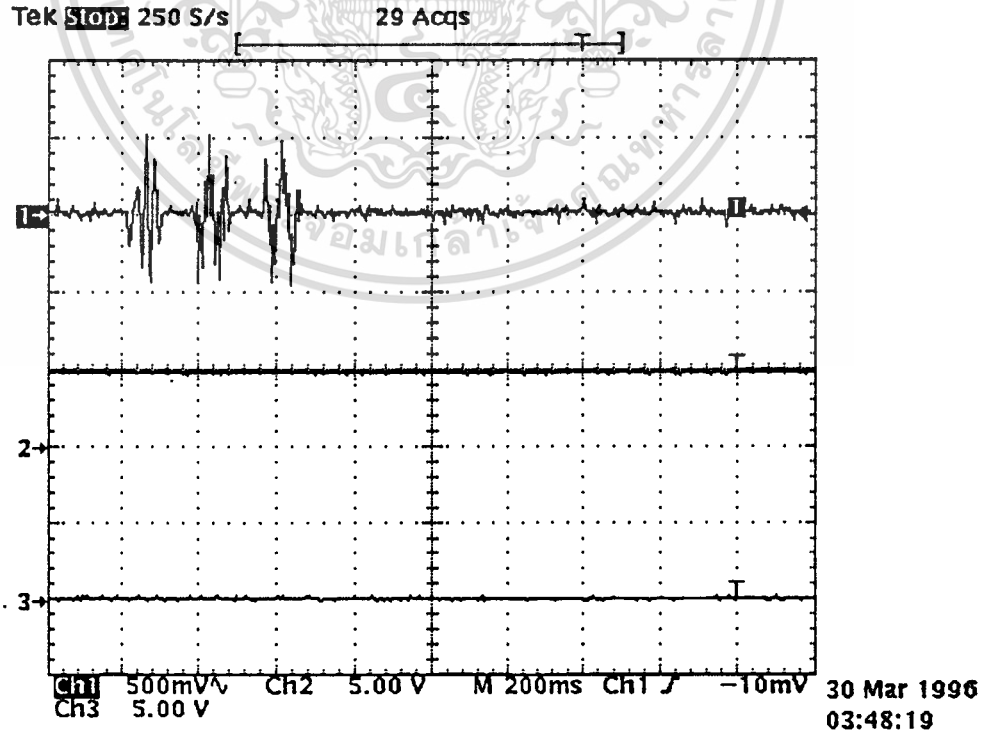
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 ผลการทดลองวงจรตรวจจับสัญญาณเรียกกลับและสัญญาณสายไม่ว่าง
(DETECT RINGBACK & BUSY)

หลังจากที่เราได้ต่อวงจรตามรูปที่ 4.5 แล้ว ในขั้นแรกเราได้ป้อนสัญญาณ DTMF หมายเลข 1 5 และ 9 แล้ว สัญญาณเอาท์พุทที่ขา 8 ของไอซี LM567 จะไม่มีค่าเปลี่ยนแปลง เป็นผลทำให้เอาท์พุทที่ขา 6 ของไอซี 74121 ยังคงมีสภาวะเป็นลอจิก "0" เหมือนเดิม ดังแสดงในรูปที่ 4.6



รูปที่ 4.5 แสดงวงจรตรวจจับสัญญาณเรียกกลับและสัญญาณสายไม่ว่าง

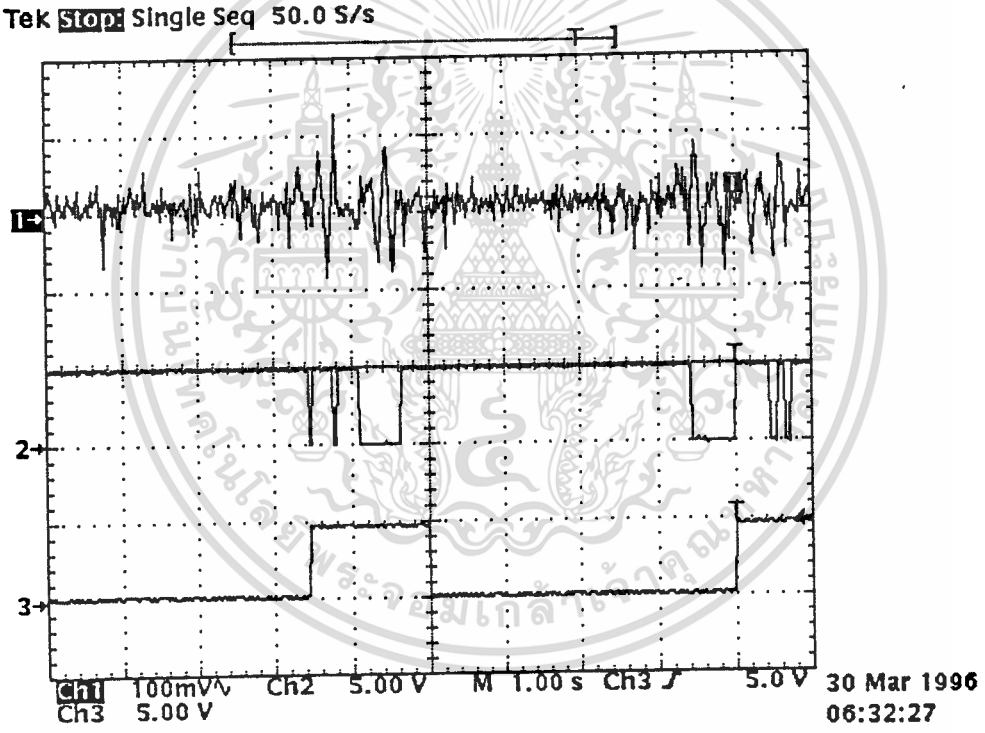


รูปที่ 4.6 แสดงเอาท์พุทที่ได้จากสัญญาณ DTMF 159

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

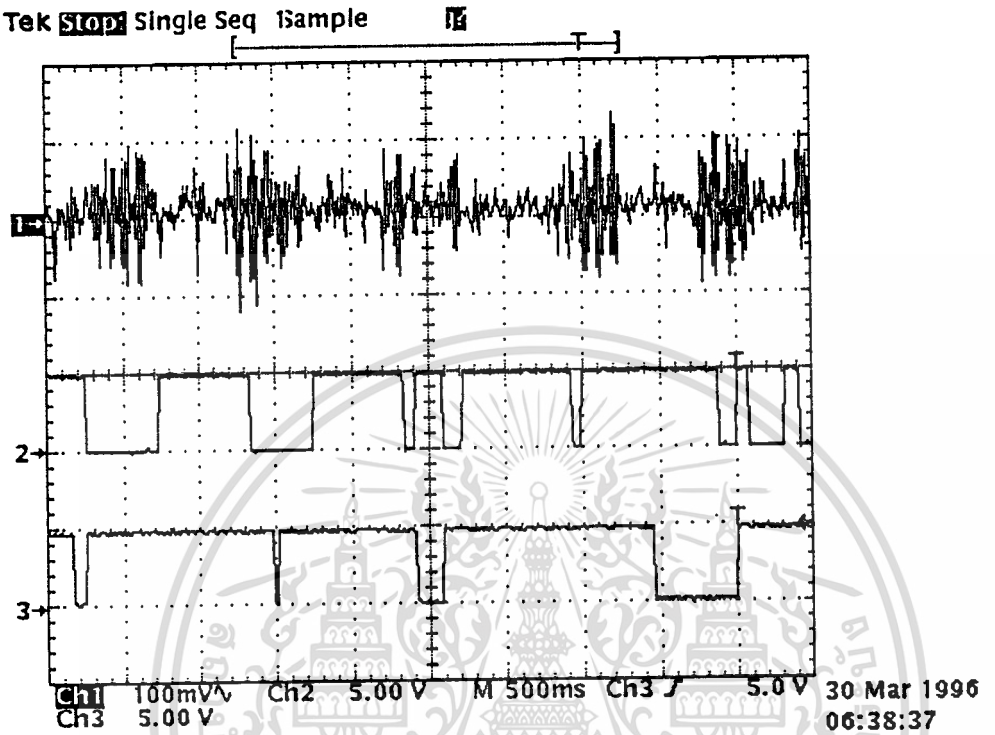
แต่เมื่อมีสัญญาณเรียกกลับเข้ามาแล้ว สัญญาณที่ขา 8 ของไอซี LM567 จะตกลงมาเป็นลอจิก "0" และเมื่อกลับลอจิกเป็นลอจิก "1" แล้ว จะทำให้ไอซี 74121 ทำการหน่วงเวลาไปอีก 1.55 วินาที ดังแสดงในรูปที่ 4.7 ซึ่งจะเป็นได้ว่าระดับของสัญญาณอินพุทของ LM567 ที่เกิดการผิดเพี้ยน ทำให้ไอซี LM567 ไม่สามารถตรวจจับได้เต็มช่วงเวลาของสัญญาณเรียกกลับ ดังนั้นการใช้วงจรหน่วงเวลาเข้ามาช่วย จะทำให้สามารถกำหนดช่วงเวลาที่แน่นอนตายตัวของสัญญาณเรียกกลับได้

ในส่วนของสัญญาณสายไม่ว่างที่เข้ามาในวงจร จะมีลักษณะอินพุทและเอาท์พุทดังแสดงในรูปที่ 4.8 ซึ่งหลังจากที่ผ่านไอซี 74121 แล้ว จะสามารถแยกความแตกต่างระหว่างสัญญาณเรียกกลับและสัญญาณสายไม่ว่างได้ โดยการโปรแกรมการตรวจสอบช่วงเวลาของสัญญาณที่ได้จากเอาท์พุทของไอซี 74121



รูปที่ 4.7 แสดงสัญญาณเรียกกลับและเอาท์พุทที่ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.8 แสดงสัญญาณสายไม่ว่างและเอาท์พุทที่ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
บทสรุปและวิจารณ์

หลังจากที่ได้ทำการศึกษาหัวข้อโครงงาน จนเข้าใจถึงหลักการทำงานและขอบเขตการทำงานทั้งหมดของอุปกรณ์ เครื่องตอบรับอัตโนมัติ (Automated Attendanted) แล้วก็เริ่มทำการแบ่งแยกการทำงานส่วนต่าง ๆ ซึ่งแบ่งได้เป็น 6 ส่วนดังนี้

1. ส่วนควบคุมและประมวลผล (CENTRAL PROCESSING UNIT)
2. ส่วนตรวจจับสัญญาณกระดิ่ง (RINGING DETECT)
3. ส่วนสัญญาณเสียงตอบรับ (ANNOUNCER AND MESSAGE)
4. ส่วนรับสัญญาณคู่ความถี่ (DTMF DECODER)
5. ส่วนส่งสัญญาณคู่ความถี่ (DTMF GENERATOR)
6. ส่วนตรวจจับสัญญาณเรียกกลับและสัญญาณสายไม่ว่าง (RINGBACK AND BUSY DETECT)

เมื่อแบ่งแยกส่วนย่อยได้แล้ว ก็เขียนไดอะแกรมแสดงการเชื่อมต่อกันแต่ละส่วนของเครื่องตอบรับอัตโนมัติ หลังจากนั้นจึงเขียน FLOW CHART แสดงขั้นตอนการทำงานตามลำดับ ตั้งแต่เริ่มรับสัญญาณกระดิ่ง จนกระทั่งสิ้นสุดการสนทนา ส่วนของ FLOW CHART นี้จะเป็นเครื่องมือสำคัญ ที่จะนำไปใช้ประกอบการเขียนโปรแกรมควบคุมของหน่วยควบคุมและประมวลผล

ขั้นตอนต่อไป หลังจากเขียนบล็อคไดอะแกรม และ FLOW CHART ก็คือ ขั้นตอนการออกแบบวงจร สิ่งสำคัญที่ต้องคำนึงถึงในการออกแบบวงจรคือ จะนำอุปกรณ์อีเลคทรอนิคส์ใด มาใช้เพื่อให้เกิดความเหมาะสม สะดวกและประหยัดมากที่สุด

การออกแบบวงจร ก็จะเริ่มออกแบบทีละส่วน เมื่อได้วงจรของทุกส่วนแล้วจึงนำมา เชื่อมต่อกันทั้งหมด

สำหรับอุปกรณ์หลักที่นำมาใช้ในแต่ละส่วนของโครงงานนี้ มีดังนี้

1. ส่วนควบคุมและประมวลผล ใช้ไมโครโปรเซสเซอร์ Z80A
2. ส่วนตรวจจับสัญญาณกระดิ่ง ใช้ออปโต้อีเลคทรอนิคส์สวิทช์
3. ส่วนสัญญาณเสียงตอบรับ ใช้ไอซีบันทึกเสียง เบอร์ T6668
4. ส่วนรับและส่งสัญญาณคู่ความถี่ ใช้ไอซีเบอร์ MT8880
5. ส่วนตรวจจับสัญญาณเรียกกลับและสัญญาณสายไม่ว่าง ใช้ไอซีเบอร์ LM567

ขั้นตอนต่อไป คือทำการศึกษาถึงการใช้งานไมโครโปรโซสเซอร์ ไอซีบันทึกเสียง, ไอซีรับและส่ง DTMF จากดาต้าชีท และเริ่มทำการทดลองส่วนต่าง ๆ ทีละส่วน จนได้ผลเป็นที่น่าพอใจแล้ว เราจึงได้นำวงจรต่าง ๆ นอกจากส่วนควบคุมและประมวลผล ซึ่งใช้บอร์ดคอนโทรลสำเร็จรุ่น CP-Z80V2 ของบริษัท ETT. และส่วนสัญญาณเสียงตอบรับ ใช้ชุดสำเร็จของร้านศิริโภคอีเลคทรอนิคส์ (บริษัทอีลคเทรอนิคส์ไอซีซัพพลาย เดิม) โดยการนำส่วนต่าง ๆ ทีเหลือทั้งหมดมาลงบน PRINT CIRCUIT BOARD และ

เอกสารนี้ใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เชื่อมต่อส่วนต่าง ๆ เข้าด้วยกันด้วยสาย จากนั้นจึงใช้ EPROM EMULATOR ทำงานเสมือน EPROM ขนาด 8 กิโลไบท์ เพื่อที่จะอัดโปรแกรมจากคอมพิวเตอร์ผ่านสาย PRINTER ลงไปบน EPROM EMULATOR และทำการทดลองซอร์ฟแวร์กับฮาร์ดแวร์ที่ละส่วนจนได้ผลการทำงานที่สมบูรณ์แล้ว จึงนำโปรแกรมไปอัดเป็น EPROM เพื่อใช้ในการทำงาน

ในการทดลองเราได้ใช้ PORT ของ PABX จำนวน 5 PORT โดยใช้ PORT ของสายภายใน 4 PORT และใช้ PORT ของสายภายนอก 1 PORT เนื่องจากเราไม่มีคู่สายภายนอกต่อเข้ากับ PABX เราจึงนำสายภายใน 1 PORT ต่อเข้าสายภายนอก เพื่อเลียนแบบการโทรเข้ามาจากคู่สายภายนอก

ปัญหาและการแก้ไข

1. ปัญหาที่เกิดจากวงจร ANNOUNCER

1.1 เมื่อทดลองในส่วนเสียงตอบรับ ปรากฏว่าไอซี MT8880 ไม่สามารถตรวจจับสัญญาณ DTMF ในขณะที่มีสัญญาณตอบรับได้ เนื่องจากเสียงตอบรับมีความดังมากเกินไป หลังจากที่ได้ทำการปรับความดังในส่วนวงจรขยายให้ลดลงแล้ว ก็สามารถตรวจจับสัญญาณ DTMF ในขณะที่ตอบรับสายที่โทรเข้ามาได้

1.2 ในส่วนการบันทึกเสียงตอบรับผ่านคู่สายโทรศัพท์ เนื่องจากเราใช้ขา Reset ของไอซี T6668 มาหยุดการเล่นกลับในการบันทึกเสียง ซึ่งในการ Reset ไอซีนี้จะทำให้ไอซีจะเริ่มการบันทึกใหม่ในตำแหน่ง 0000H ของหน่วยความจำ ถ้ามีการบันทึกมากกว่าเวลาที่บันทึกไว้ครั้งแรก ก็จะทำให้ไปบันทึกทับข้อความที่ 2 ทำให้ข้อความที่ 2 ผิดเพี้ยนไป ดังนั้นในการบันทึกครั้งแรกจะต้องกำหนดเวลาของข้อความตอบรับไว้ประมาณ 15 วินาที ถึงจะบันทึกข้อความต่อไป ซึ่งเมื่อบันทึกข้อความผ่านคู่สายโทรศัพท์ จะสามารถบันทึกข้อความตอบรับได้สูงสุด 15 วินาทีโดยจะไม่ไปบันทึกทับข้อความอื่น

แนวทางการพัฒนาต่อไป

1. ในส่วนของเสียงตอบรับ เนื่องจากการใช้ไอซีบันทึกเสียง T6668 ทำให้เกิดขีดจำกัดในการใช้หน่วยความจำได้สูงสุด 1 เมกกะไบท์ หรือประมาณ 64 วินาที ซึ่งหน่วยความจำที่ใช้งานเป็น RAM ถึงแม้ว่าจะต่อแบตเตอรี่ BSCK UP แล้วก็ตาม แต่เมื่อแบตเตอรี่หมดก็ต้องบันทึกเสียงใหม่หมด ทำให้ไม่สะดวกในการใช้งาน จึงน่าจะใช้ส่วนของเสียงตอบรับเป็นวงจรที่ใช้ไอซีบันทึกเสียงแบบ 8 บิท และใช้ EPROM เก็บข้อความในส่วนที่ไม่ต้องเปลี่ยนแปลง แต่ใช้ RAM ในการเก็บข้อความตอบรับข้อความที่ 1 ซึ่งอาจจะเกิดการเปลี่ยนแปลงได้ตลอดเวลา

2. ในโครงงานนี้ได้ใช้ซอร์ฟแวร์ในการตรวจสภาวะที่ขา IRQ ของไอซี MT8880 ในการ ตรวจจับสัญญาณ DTMF ทำให้จะต้องวนลูฟในการตรวจสอบสัญญาณที่ขานี้ตลอดเวลา ไมโครโปรเซสเซอร์จึงเสียเวลากับส่วนนี้มาก จึงน่าจะทำการแก้ไขวงจรใหม่โดยการต่อขา IRQ ไปยังขา INT ของไมโครโปรเซสเซอร์ เพื่อการทำงานที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6
การนำไปใช้งาน

เครื่องตอบรับอัตโนมัติมีขั้นตอนการใช้งานดังนี้

1. ต่อสาย EXTENTION ของ PABX มาเข้ากับเครื่องตอบรับอัตโนมัติ

2. กดสวิทช์เปิดไฟ (POWER) เพื่อป้อนไฟเลี้ยงให้กับวงจร

3. กดสวิทช์ RESET เพื่อให้ไอซี T6668 กลับไปยังตำแหน่งเริ่มต้นของหน่วยความจำ ที่ใช้เก็บข้อมูลเสียงพูด

3. เสียบสาย MIC. และ HEADPHONE เข้าที่ช่องเสียบ เพื่อการบันทึกเสียงตอบรับและฟังเสียงที่ได้บันทึกไว้ในไอซี T6668

4. ปรับดิพสวิทช์ของ PHASE ไปที่ ตำแหน่ง 000B

5. กดสวิทช์ REC. พร้อมกับสวิทช์ START เพื่อทำการบันทึกในข้อความที่ 1 โดยการใช้นาฬิกาจับเวลาประมาณ 15 วินาที แล้วจึงกดสวิทช์ STOP

6. ปรับดิพสวิทช์ ไปที่ ตำแหน่ง 001B เพื่อบันทึกข้อความที่ 2 โดยการกดสวิทช์ REC. พร้อมกับสวิทช์ START หลังจากบันทึกเสียงเรียบร้อยแล้วจึงกดสวิทช์ STOP

7. ทำการบันทึกข้อความที่ 3 ถึง 6 เช่นเดียวกับข้อ 6. และหลังจากการบันทึกครั้งแรกแล้วเราไม่ต้องไปบันทึกในการใช้งานต่อไป จนกว่าแบตเตอรี่จะหมด

8. ถ้าต้องการฟังเสียงที่บันทึกไว้ สามารถทำได้โดยการกดสวิทช์ START หลังจากที่ได้เลือกข้อความที่ต้องการฟังเรียบร้อบแล้ว เมื่อไม่ต้องการฟัง จึงกดสวิทช์ STOP และเลือกฟังข้อความอื่นได้โดยการปรับดิพสวิทช์

9. หลังจากที่ทำการบันทึกเรียบร้อยแล้วจะต้องปรับดิพสวิทช์ไปที่ตำแหน่ง 000B เพื่อข้อความจะถูกเลือกโดยส่วนควบคุมและประมวลผล

10. ใช้ EXTENTION อื่นใน PABX โทรเข้ามาในเครื่องตอบรับอัตโนมัติ หลังจากที่เครื่องตอบรับอัตโนมัติรับสายแล้ว จะได้ยินสัญญาณเสียงตอบรับ จึงกดรหัสผ่านคือ 885 ที่จอแสดงผลจะแสดงหมายเลข 10 และจะได้ยินสัญญาณเสียงตอบรับที่ได้ทำการบันทึกไว้ ถ้าต้องการแก้ไขให้กด 1 ถ้าต้องการหัวข้อต่อไปให้กด 2 ถ้าต้องการย้อนกลับไปหัวข้อที่แล้วให้กด 3 ถ้าต้องการออกจากการแก้ไขให้กด * ถ้าต้องการออกจากการแก้ไขและให้เครื่องตอบรับอัตโนมัติวางสายให้กด #

11. หลังจากที่เรากด 2 แล้ว ที่จอแสดงผลจะแสดงหมายเลข 2 ตามด้วยจำนวนสัญญาณกระดิ่งที่ดังก่อนที่จะรับสาย ซึ่งในการ SET UP ครั้งแรกคือ 3 ที่จอแสดงผลจะแสดงหมายเลข 23 ถ้าต้องการแก้ไขให้กด 1 แล้วตามด้วยจำนวนสัญญาณกระดิ่งที่ต้องการให้ดังก่อนที่รับสายใหม่ แล้วจึงตามด้วยเครื่องหมาย # ซึ่งโปรแกรมจะรับค่า ก่อนที่จะกด # เข้าไปในหน่วยความจำ เพื่อกำหนดจำนวนของสัญญาณกระดิ่งที่ดังก่อนที่จะรับสาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

12. เมื่อกด # จากข้อ 11. แล้วที่จอแสดงผลจะแสดงหมายเลข 3 ตามด้วยจำนวนสัญญาณเรียกกลับก่อนที่จะระบุว่าไม่มีผู้รับสาย (EXTENTION RING) ในครั้งแรกจะแสดงด้วย 33 และแก้ไขได้เช่นเดียวกับข้อ 11. หรือเลื่อนหัวข้อต่อไปเช่นเดียวกับข้อ 10.

13. ในหัวข้อที่ 4 จะเป็นหมายเลขของโอเปอร์เรเตอร์ ซึ่งจอแสดงผลจะแสดงหมายเลข 40 เมื่อกำหนดให้หมายเลขโอเปอร์เรเตอร์เป็น 0 หรือแสดง 49 เมื่อกำหนดให้หมายเลขโอเปอร์เรเตอร์เป็น 9

14. ในหัวข้อที่ 5 เป็นหมายเลขภายในของโอเปอร์เรเตอร์ ซึ่งจะแสดงหมายเลขโอเปอร์เรเตอร์ในหลักหน่วยของจอแสดงผลที่ละ 1 หลักโดยเริ่มจากหลักที่มีค่ามากที่สุดก่อน หลังจากที่แสดงครบทุกหลักแล้ว จึงจะรอรับสัญญาณ DTMF ในการโปรแกรมต่อไป

15. ในหัวข้อที่ 6. และ 7. เป็นกลุ่มของหมายเลขภายในซึ่งไม่จำเป็นจะต้องมีจำนวนตัวเลข (DIGIT) เท่ากับหมายเลขโอเปอร์เตอร์ แต่หมายเลขเริ่มต้นและหมายเลขสิ้นสุดจะต้องมีจำนวนตัวเลขเท่ากันโดยโปรแกรมจะตรวจสอบจำนวนตัวเลขจากหมายเลขเริ่มต้น และในกรณีที่หมายเลขสิ้นสุดมีค่าน้อยกว่าหมายเลขเริ่มต้น โปรแกรมจะทำการตรวจสอบและนำเอาหมายเลขเริ่มต้นไปเก็บไว้ในหน่วยความจำเพื่อใช้ในการตรวจสอบหมายเลขที่สายภายนอกกดเข้ามา ในขณะที่จอแสดงผลยังคงแสดงผลหมายเลขที่ทำการตั้งไว้ แต่ในการใช้งานจะสามารถโอนสายไปยัง EXTENTION อื่นได้หมายเลขเดียว

16. หลังจากที่ได้กำหนดค่าต่าง ๆ เรียบร้อยแล้วเครื่องตอบรับอัตโนมัติก็พร้อมที่จะทำหน้าที่แทนโอเปอร์เรเตอร์ได้ทันที โดยการใช้งานครั้งต่อไปก็ไม่ต้องไปเซทค่าต่าง ๆ อีก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

โปรแกรมการทำงานของเครื่องตอบรับอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                ;**************************************
                ;                                     *
                ;  SOFTWARE FOR AUTOMATIC ATTENDANT   *
                ;     BY CHOOKIAT   PUNSAREPIPAT      *
                ;  ASM  PROGRAM Z80ASM C32D           *
                ;  USE  PORT  8255  B0H-B3H           *
                ;             8255  C0H-C3H           *
                ;                                     *
                ;**************************************
0000              CPU "Z80.TBL"
0000              HOF "INT8"
                ;
00B3 =          CONP1:          EQU 0B3H
00B0 =          PORTA1:         EQU 0B0H
00B1 =          PORTB1:         EQU 0B1H
00B2 =          PORTC1:         EQU 0B2H
00C3 =          CONP2:          EQU 0C3H
00C0 =          PORTA2:         EQU 0C0H
00C1 =          PORTB2:         EQU 0C1H
00C2 =          PORTC2:         EQU 0C2H
8000 =          DTMF:           EQU 8000H
8006 =          DATA:           EQU 8006H
8009 =          START_EXT:      EQU 8009H
800C =          END_EXT:        EQU 800CH
8010 =          OPER_EXT:       EQU 8010H
8016 =          SGROUP_EXT:     EQU 8016H
8020 =          EGROUP_EXT:     EQU 8020H
8030 =          T_RING:         EQU 8030H
8031 =          EXT_RING:       EQU 8031H
8032 =          DIGIT_EXT:      EQU 8032H
8033 =          DIGIT_COMP:     EQU 8033H
8034 =          OPER_ID:        EQU 8034H
8035 =          DIGIT_OPER:     EQU 8035H
8036 =          RAM:            EQU 8036H
0000              ORG 0000H
                ;
0000 210000     START:          LD    HL,0  ;POWER ON DELAY
0003 2B         ST1:            DEC   HL
0004 7D                         LD    A,L
0005 B4                         OR    H
0006 20FB                       JR    NZ,ST1
0008 31FF9F                     LD    SP,9FFFH    ;LOAD SP
000B C30001                     JP    INTITIAL
                ;INTERRUPT MODE 1 ADDRESS
0038              ORG  0038H
0038 D9                         EXX
0039 DBB1                       IN    A,(PORTB1)
003B 2A3680                     LD    HL,(RAM)
003E E3                         EX    (SP),HL
003F D9                         EXX
0040 FB                         EI
0041 ED4D                       RETI
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                ;LOAD DEFAUT DATA
0100              ORG  0100H
0100 014000     INTITIAL:     LD    BC,0040H
0103 214309                   LD    HL,DAMMY
0106 110080                   LD    DE,DTMF
0109 EDB0                     LDIR

                ;SET MT8880
010B 3E90                     LD    A,90H
010D D3B3                     OUT   (CONP1),A
010F 3E80                     LD    A,80H
0111 D3C3                     OUT   (CONP2),A
0113 3E50                     LD    A,50H
0115 D3B2                     OUT   (PORTC1),A
0117 3E0D                     LD    A,0DH
0119 D3B1                     OUT   (PORTB1),A
011B 3E10                     LD    A,10H
011D D3B2                     OUT   (PORTC1),A
011F 3E50                     LD    A,50H
0121 D3B2                     OUT   (PORTC1),A
0123 3E02                     LD    A,02H
0125 D3B1                     OUT   (PORTB1),A
0127 3E50                     LD    A,50H
0129 D3B2                     OUT   (PORTC1),A
012B 3E0D                     LD    A,0DH
012D D3B1                     OUT   (PORTB1),A
012F 3E10                     LD    A,10H
0131 D3B2                     OUT   (PORTC1),A
0133 3E50                     LD    A,50H
0135 D3B2                     OUT   (ORTC1),A
0137 3E02                     LD    A,02H
0139 D3B1                     OUT   (PORTB1),A

                ;TEST RINGING SIGNAL
013B CD1809     TEST_RING:    CALL  EL_4S
013E 3EFF                     LD    A,0FFH
0140 D3C0                     OUT   (PORTA2),A
0142 213080                   LD    HL,T_RING
0145 46                       LD    B,(HL)
0146 DBB0       T_RING1:      IN    A,(PORTA1)
0148 CB4F                     BIT   1,A
014A 28FA                     JR    Z,T_RING1
014C DBB0       T_RING2:      IN    A,(PORTA1)
014E CB4F                     BIT   1,A
0150 20FA                     JR    NZ,T_RING2
0152 10F2                     DJNZ  T_RING1
0154 3E6A                     LD    A,6AH
0156 D3B2                     OUT   (PORTC1),A

                ;GREETING TO CO.
0158 3EFF       READ:         LD    A,0FFH
015A D3C0                     OUT   (PORTA2),A
015C 3E10                     LD    A,10H
015E D3C2                     OUT   (PORTC2),A
0160 CD0009                   CALL  DEL
0163 3E00                     LD    A,0
0165 D3C2                     OUT   (PORTC2),A
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                ;FIRST DIGIT IS OPERTER ID
0167 3EFF       READ1:          LD      A,0FFH
0169 D3C0                       OUT     (PORTA2),A
016B 3E90                       LD      A,90H
016D D3B3                       OUT     (CONP1),A
016F 3E50                       LD      A,50H
0171 D3B2                       OUT     (PORTC1),A
0173 3E0D                       LD      A,0DH
0175 D3B1                       OUT     (PORTB1),A
0177 3E10                       LD      A,10H
0179 D3B2                       OUT     (PORTC1),A
017B 3E50                       LD      A,50H
017D D3B2                       OUT     (PORTC1),A
017F 3E02                       LD      A,02H
0181 D3B1                       OUT     (PORTB1),A
0183 3E92                       LD      A,92H
0185 D3B3                       OUT     (CONP1),A
0187 3E6A                       LD      A,6AH
0189 D3B2                       OUT     (PORTC1),A
                ;
018B 210080     SET_DTMF:       LD      HL,DTMF
018E 0606                       LD      B,06H
0190 3600       SET:            LD      (HL),0H
0192 23                         INC     HL
0193 10FB                       DJNZ    SET
0195 ED56                       IM      1
0197 FB                         EI
0198 110002                     LD      DE,0200H
019B ED533680                   LD      (RAM),DE
019F CD2909                     CALL    DEL_5S
01A2 C30004                     JP      GEN_OPER

                ;TEST OPERATER ID
0200                ORG   0200H
0200 213480                     LD      HL,OPER_ID
0203 BE                         CP      (HL)
0204 CA0004                     JP      Z,GEN_OPER

                ;TEST SECURITY ID
0207 FE08                       CP      08H
0209 C24802                     JP      NZ,TEST_EXT
020C 112002                     LD      DE,0220H
020F ED533680                   LD      (RAM),DE
0213 CD2909                     CALL    DEL_5S
0216 C3AB04                     JP      OUT_GROUP

                ;SECOND SECURITY ID
0220              ORG   0220H
0220 FE08                       CP      08H
0222 C2B904                     JP      NZ,END
0225 114002                     LD      DE,0240H
0228 ED533680                   LD      (RAM),DE
022C CD2909                     CALL    DEL_5S
022F CD2909                     CALL    DEL_5S
0232 C3AB04                     JP      OUT_GROUP
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                ;THIRD SECURITY CODE
0240              ORG  0240H
0240 FE05                     CP    05H
0242 C2B904                   JP    NZ,END
0245 C30005                   JP    GREETING

                ;IN FIRST DTMF TO MEMORY
0248 213280     TEST_EXT:     LD    HL,DIGIT_EXT
024B 4E                       LD    C,(HL)
024C 210080                   LD    HL,DTMF
024F 77                       LD    (HL),A
0250 118002                   LD    DE,0280H
0253 ED533680                 LD    (RAM),DE
0257 23                       INC   HL
0258 0D                       DEC   C
0259 79                       LD    A,C
025A CA8D02                   JP    Z,ROT
025D CD2909                   CALL  DEL_5S
0260 C3AB04                   JP    OUT_GROUP

                ;IN SECOND TO END DTMF TO MEMORY
0280              ORG   0280H
0280 77                       LD    (HL),A
0281 23                       INC   HL
0282 0D                       DEC   C
0283 79                       LD    A,C
0284 CA8D02                   JP    Z,ROT
0287 CD2909                   CALL  DEL_5S
028A C3AB04                   JP    OUT_GROUP

028D 0603       ROT:          LD    B,03H
028F 210680                   LD    HL,DATA
0292 110080                   LD    DE,DTMF
0295 1A         ROTATE:       LD    A,(DE)
0296 FE0A                     CP    0AH
0298 CCEB08                   CALL  Z,SET_ZERO
029B ED6F                     RLD
029D 13                       INC   DE
029E 1A                       LD    A,(DE)
029F FE0A                     CP    0AH
02A1 CCEB08                   CALL  Z,SET_ZERO
02A4 ED6F                     RLD
02A6 23                       INC   HL
02A7 13                       INC   DE
02A8 10EB                     DJNZ  ROTATE

                ;COMPARE DATA WITH GROUP EXTENTION
02AA 3E90                     LD    A,90H
02AC D3B3                     OUT   (CONP1),A
02AE 3E69                     LD    A,69H
02B0 D3B2                     OUT   (PORTC1),A
02B2 210980                   LD    HL,START_EXT
02B5 010C80                   LD    BC,END_EXT
02B8 110680                   LD    DE,DATA
02BB 1A                       LD    A,(DE)
02BC BE                       CP    (HL)
02BD DAAB04                   JP    C,OUT_GROUP
02C0 C2EB02                   JP    NZ,COMP1
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
02C3 E5                     PUSH  HL
02C4 60                     LD    H,B
02C5 69                     LD    L,C
02C6 BE                     CP    (HL)
02C7 DA0B03                 JP    C,COMP2
02CA E1                     POP   HL
02CB 23                     INC   HL
02CC 13                     INC   DE
02CD 1A                     LD    A,(DE)
02CE BE                     CP    (HL)
02CF DAAB04                 JP    C,OUT_GROUP
02D2 C22003                 JP    NZ,
02D5 E5                     PUSH  HL
02D6 03                     INC   BC
02D7 60                     LD    H,B
02D8 69                     LD    L,C
02D9 BE                     CP    (HL)
02DA DA2603                 JP    C,COMP4
02DD E1                     POP   HL
02DE 23                     INC   HL
02DF 13                     INC   DE
02E0 1A                     LD    A,(DE)
02E1 BE                     CP    (HL)
02E2 DAAB04                 JP    C,OUT_GROUP
02E5 C22A03                 JP    NZ,COMP5
02E8 C30F04                 JP    GEN_EXT
                ;d12 > Sd12
02EB 60         COMP1:      LD    H,B
02EC 69                     LD    L,C
02ED BE                     CP    (HL)
02EE DA0F04                 JP    C,GEN_EXT
02F1 C2AB04                 JP    NZ,OUT_GROUP
02F4 23                     INC   HL
02F5 13                     INC   DE
02F6 1A                     LD    A,(DE)
02F7 BE         COMP6:      CP    (HL)
02F8 DA0F04                 JP    C,GEN_EXT
02FB C2AB04                 JP    NZ,OUT_GROUP
02FE 23                     INC
02FF 13                     INC   DE
0300 1A                     LD    A,(DE)
0301 BE         COMP7:      CP    (HL)
0302 DA0F04                 JP    C,GEN_EXT
0305 CA0F04                 JP    Z,GEN_EXT
0308 C3AB04                 JP    OUT_GROUP
                ;Sd12 = d12 < Ed12
030B E1         COMP2:      POP   HL
030C 23                     INC   HL
030D 13                     INC   DE
030E 1A                     LD    A,(DE)
030F BE                     CP    (HL)
0310 DAAB04                 JP    C,OUT_GROUP
0313 C20F04                 JP    NZ,GEN_EXT
0316 23         COMP8:      INC   HL
0317 13                     INC   DE
0318 1A                     LD    A,(DE)
0319 BE                     CP    (HL)
031A DAAB04                 JP    C,OUT_GROUP
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
031D C30F04                 JP    GEN_EXT
                ;Sd12 = d12 = Ed12 , d34 > Sd34 (Sd1234 < d1234)
0320 03         COMP3:      INC   BC
0321 60                     LD    H,B
0322 69                     LD    L,C
0323 C3F702                 JP    COMP6
                ;Sd1234 = d1234 < Ed1234
0326 E1         COMP4:      POP   HL
0327 C31603                 JP    COMP8
                ;Sd123456 > d123456
032A 03         COMP5:      INC   BC
032B 60                     LD    H,B
032C 69                     LD    L,C
032D C30103                 JP    COMP7

                ;CALL OPERATOR EXTENTION
0400              ORG   0400H
0400 CD3304     GEN_OPER:   CALL  MESSAGE2
0403 213580                 LD    HL,DIGIT_OPER
0406 46                     LD    B,(HL)
0407 211080                 LD    HL,OPER_EXT
040A 0EB1                   LD    C,PORTB1
040C C31B04                 JP    GEN

                ;CALL DATA EXTENTION
040F CD3304     GEN_EXT:    CALL  MESSAGE2
0412 213280                 LD    HL,DIGIT_EXT
0415 46                     LD    B,(HL)
0416 210080                 LD    HL,DTMF
0419 0EB1                   LD    C,PORTB1

                ;GENERATOR EXTENTION
041B 7E         GEN:        LD    A,(HL)
041C ED79                   OUT   (C),A
041E 23                     INC   HL
041F 3E49                   LD    A,49H
0421 D3B2                   OUT   (PORTC1),A
0423 CD0009                 CALL  DEL
0426 3E69                   LD    A,69H
0428 D3B2                   OUT   (PORTC1),A
042A 10EF                   DJNZ  GEN
042C 3E29                   LD    A,29H
042E D3B2                   OUT   (PORTC1),A
0430 C34F04                 JP    T_LINE1

                ;
0433 3E11       MESSAGE2:   LD    A,11H
0435 D3C2                   OUT   (PORTC2),A
0437 CD0009                 CALL  DEL
043A 3E00                   LD    A,0
043C D3C2                   OUT   (PORTC2),A
043E DBB0       THANK:      IN    A,(PORTA1)
0440 CB5F                   BIT   3,A
0442 20FA                   JR    NZ,THANK
0444 CDEE08                 CALL  FLASH
0447 CD0009                 CALL  DEL
044A 3E90                   LD    A,90H
044C D3B3                   OUT   (CONP1),A
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
044E C9                         RET

                ;DETECT RINGBACKTONE AND BUSY TONE
044F DBB0       T_LINE1:        IN      A,(PORTA1)
0451 CB4F                       BIT     1,A
0453 20FA                       JR      NZ,T_LINE1
0455 DBB0       T_LINE2:        IN      A,(PORTA1)
0457 CB4F                       BIT     1,A
0459 28FA                       JR      Z,T_LINE2
045B CD1809                     CALL    DEL_4S
045E DBB0                       IN      A,(PORTA1)
0460 CB4F                       BIT     1,A
0462 CA6804                     JP      Z,RING_BACK
0465 C39A04                     JP      BUSY

                ;RBT IS DETECT
0468 213180     RING_BACK:      LD      HL,EXT_RING
046B 46                         LD      B,(HL)
046C 05         EXT_R:          DEC     B
046D CA8904                     JP      Z,RECALL
0470 DBB0       EXT_R1:         IN      A,(PORTA1)
0472 CB4F                       BIT     1,A
0474 28FA                       JR      Z,EXT_R1
0476 DBB0       EXT_R2:         IN      A,(PORTA1)
0478 CB4F                       BIT     1,A
047A 20FA                       JR      NZ,EXT_R2
047C CD1809                     CALL    DEL_4S
047F DBB0                       IN      A,(PORTA1)
0481 CB4F                       BIT     1,A
0483 CAB904                     JP      Z,END
0486 C36C04                     JP      EXT_R

                ;RECALL CO.
0489 CDEE08     RECALL:         CALL    FLASH
048C 3E13                       LD      A,13H
048E D3C2                       OUT     (PORTC2),A
0490 CD0009                     CALL    DEL
0493 3E00                       LD      A,0
0495 D3C2                       OUT     (PORTC2),A
0497 C36701                     JP      READ1

                ;BUSY TONE IS DETECT
049A CDEE08     BUSY:           CALL    FLASH
049D 3E14                       LD      A,14H
049F D3C2                       OUT     (PORTC2),A
04A1 CD0009                     CALL    DEL
04A4 3E00                       LD      A,0
04A6 D3C2                       OUT     (PORTC2),A
04A8 C36701                     JP      READ1

                ;DTMF OUT OF EXTENTION GROUP
04AB 3E12       OUT_GROUP:      LD      A,12H
04AD D3C2                       OUT     (PORTC2),A
04AF CD0009                     CALL    DEL
04B2 3E00                       LD      A,0
04B4 D3C2                       OUT     (PORTC2),A
04B6 C36701                     JP      READ1
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                ;HANG UP AND WAIT FOR RINGING TONE
04B9 3E00       END:            LD      A,0
04BB D3B2                       OUT     (PORTC1),A
04BD C33B01                     JP      TEST_RING

                ;SET AUTOMATIC ATTENDANT
0500              ORG   0500H
0500 113005     GREETING:       LD      DE,0530H
0503 ED533680                   LD      (RAM),DE
0507 3E10                       LD      A,10H
0509 D3C0                       OUT     (PORTA2),A
050B D3C2                       OUT     (PORTC2),A
050D CD0009                     CALL    DEL
0510 3E00                       LD      A,0
0512 D3C2                       OUT     (PORTC2),A
0514 CD3609                     CALL    DEL_2M
0517 C3B904                     JP      END

0530              ORG   0530H
0530 FE01                       CP      01H
0532 CA4C05                     JP      Z,E_GREETING
0535 FE02                       CP      02H
0537 CA6705                     JP      Z,TL_RING
053A FE03                       CP      03H
053C CA0008                     JP      Z,EG_EXT
053F FE0B                       CP      0BH
0541 CA5801                     JP      Z,READ
0544 FE0C                       CP      0CH
0546 CAB904                     JP      Z,END
0549 C30005                     JP      GREETING

                ;EDIT  GREETING
054C 3E68       E_GREETING:     LD      A,68H
054E D3B2                       OUT     (PORTC1),A
0550 3E50                       LD      A,50H
0552 D3C2                       OUT     (PORTC2),A
0554 CD0009                     CALL    DEL
0557 3E00                       LD      A,0
0559 D3C2                       OUT     (PORTC2),A
055B CD2909                     CALL    DEL_5S
055E CD2909                     CALL    DEL_5S
0561 CD2909                     CALL    DEL_5S
0564 C30005                     JP      GREETING

                ;TRUNK LINE RING
0567 118005     TL_RING:        LD      DE,0580H
056A ED533680                   LD      (RAM),DE
056E 3E20                       LD      A,20H
0570 213080                     LD      HL,T_RING
0573 ED67                       RRD
0575 D3C0                       OUT     (PORTA2),A
0577 ED6F                       RLD
0579 CD3609                     CALL    DEL_2M
057C C3B904                     JP      END
0580              ORG   0580H
0580 FE01                       CP      01H
0582 CA9C05                     JP      Z,EDIT_TL
0585 FE02                       CP      02H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
0587 CAB905                JP    Z,E_RING
058A FE03                  CP    03H
058C CA0005                JP    Z,GREETING
058F FE0B                  CP    0BH
0591 CA5801                JP    Z,READ
0594 FE0C                  CP    0CH
0596 CAB904                JP    Z,END
0599 C36705                JP    TL_RING
             ;EDIT  TRUNK LINE RING
059C 11B005  EDIT_TL:      LD    DE,05B0H
059F ED533680              LD    (RAM),DE
05A3 CD3609                CALL  DEL_2M
05A6 C36705                JP    TL_RING
05B0           ORG   05B0H
05B0 FE0C                  CP    0CH
05B2 CA6705                JP    Z,TL_RING
05B5 77                    LD    (HL),A
05B6 C39C05                JP    EDIT_TL

             ;EXTENTION RING
05B9 11D005  E_RING:       LD    DE,05D0H
05BC ED533680              LD    (RAM),DE
05C0 3E30                  LD    A,30H
05C2 213180                LD    HL,EXT_RING
05C5 ED67                  RRD
05C7 D3C0                  OUT   (PORTA2),A
05C9 ED6F                  RLD
05CB CD3609                CALL  DEL_2M
05CE C3B904                JP    END
05D0           ORG   05D0H
05D0 FE01                  CP    01H
05D2 CAEC05                JP    Z,EDIT_ERING
05D5 FE02                  CP    02H
05D7 CA0906                JP    Z,OPERID1
05DA FE03                  CP    03H
05DC CA6705                JP    Z,TL_RING
05DF FE0B                  CP    0BH
05E1 CA5801                JP    Z,READ
05E4 FE0C                  CP    0CH
05E6 CAB904                JP    Z,END
05E9 C3B905                JP    E_RING
             ;EDIT EXTENTION RING
05EC 110006  EDIT_ERING:   LD    DE,0600H
05EF ED533680              LD    (RAM),DE
05F3 CD3609                CALL  DEL_2M
05F6 C3B905                JP    E_RING
0600           ORG   0600H
0600 FE0C                  CP    0CH
0602 CAB905                JP    Z,E_RING
0605 77                    LD    (HL),A
0606 C3EC05                JP    EDIT_ERING

             ;OPERATOR ID
0609 114006  OPERID1:      LD    DE,0640H
060C ED533680              LD    (RAM),DE
0610 213480                LD    HL,OPER_ID
0613 7E                    LD    A,(HL)
0614 FE0A                  CP    0AH
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
0616 CA2106                 JP    Z,ID0
0619 FE09                   CP    09H
061B CA2B06                 JP    Z,ID9
061E C30906                 JP    OPERID1
0621 3E40      ID0:         LD    A,40H
0623 D3C0                   OUT   (PORTA2),A
0625 CD3609                 CALL  DEL_2M
0628 C3B904                 JP    END
062B 3E49      ID9:         LD    A,49H
062D D3C0                   OUT   (PORTA2),A
062F CD3609                 CALL  DEL_2M
0632 C3B904                 JP    END
0640             ORG   0640H
0640 FE01                   CP    01H
0642 CA5C06                 JP    Z,EDIT_OPERID
0645 FE02                   CP    02H
0647 CA9406                 JP    Z,OPEREXT
064A FE03                   CP    03H
064C CAB905                 JP    Z,E_RING
064F FE0B                   CP    0BH
0651 CA5801                 JP    Z,READ
0654 FE0C                   CP    0CH
0656 CAB904                 JP    Z,END
0659 C30906                 JP    OPERID1
               ;EDIT OPERATOR ID
065C 118006    EDIT_OPERID: LD    DE,0680H
065F ED533680               LD    (RAM),DE
0663 CD3609                 CALL  DEL_2M
0666 C30906                 JP    OPERID1
0680             ORG   0680H
0680 FE0C                   CP    0CH
0682 CA0906                 JP    Z,OPERID1
0685 FE09                   CP    09H
0687 2807                   JR    Z,SAVE_OPERID
0689 FE0A                   CP    0AH
068B 2803                   JR    Z,SAVE_OPERID
068D C35C06                 JP    EDIT_OPERID
0690 77        SAVE_OPERID: LD    (HL),A
0691 C35C06                 JP    EDIT_OPERID

               ;OPERATOR EXTENTION
0694 11C006    OPEREXT:     LD    DE,06C0H
0697 ED533680               LD    (RAM),DE
069B 3E50                   LD    A,50H
069D 213580                 LD    HL,DIGIT_OPER
06A0 46                     LD    B,(HL)
06A1 211080                 LD    HL,OPER_EXT
06A4 ED67      OPER_EXT1:   RRD
06A6 D3C0                   OUT   (PORTA2),A
06A8 ED6F                   RLD
06AA CD0009                 CALL  DEL
06AD 23                     INC   HL
06AE 10F4                   DJNZ  OPER_EXT1
06B0 CD3609                 CALL  DEL_2M
06B3 C3B904                 JP    END
06C0             ORG   06C0H
06C0 FE01                   CP    01H
06C2 CADC06                 JP    Z,E_OPEREXT
```

เอกสารนี้มีไว้เพื่อการใช้งานที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
06C5 FE02                  CP    02H
06C7 CA3007                JP    Z,SG_EXT
06CA FE03                  CP    03H
06CC CA0906                JP    Z,OPERID1
06CF FE0B                  CP    0BH
06D1 CA5801                JP    Z,READ
06D4 FE0C                  CP    0CH
06D6 CAB904                JP    Z,END
06D9 C31080                JP    OPER_EXT
                ;EDIT OPERATOR EXTENTION
06DC 110007     E_OPEREXT: LD    DE,0700H
06DF ED533680              LD    (RAM),DE
06E3 211080                LD    HL,OPER_EXT
06E6 113580                LD    DE,DIGIT_OPER
06E9 0E00                  LD    C,0H
06EB CD3609                CALL  DEL_2M
06EE C39406                JP    OPEREXT
0700              ORG   0700H
0700 112007                LD    DE,0720H
0703 ED533680              LD    (RAM),DE
0707 FE0C                  CP    0CH
0709 CA9406                JP    Z,OPEREXT
070C 77                    LD    (HL),A
070D 23         E_OPEREXT1: INC  HL
070E 0C                    INC   C
070F CD3609                CALL  DEL_2M
0712 C39406                JP    OPEREXT
0720              ORG  0720H
0720 FE0C                  CP    0CH
0722 CA2907                JP    Z,SAVE_OPEREXT
0725 77                    LD    (HL),A
0726 C30D07                JP    E_OPEREXT1
0729 213580     SAVE_OPEREXT: LD HL,DIGIT_OPER
072C 71                    LD    (HL),C
072D C39406                JP    OPEREXT

                ;START GROUP EXTENTION
0730 116007     SG_EXT:    LD    DE,0760H
0733 ED533680              LD    (RAM),DE
0737 3E60                  LD    A,60H
0739 D3C0                  OUT   (PORTA2),A
073B 213280                LD    HL,DIGIT_EXT
073E 46                    LD    B,(HL)
073F 211680                LD    HL,SGROUP_EXT
0742 ED67       SG_EXT1:   RRD
0744 D3C0                  OUT   (PORTA2),A
0746 ED6F                  RLD
0748 CD0009                CALL  DEL
074B 23                    INC   HL
074C 10F4                  DJNZ  SG_EXT1
074E CD3609                CALL  DEL_2M
0751 C3B904                JP    END
0760              ORG   0760H
0760 FE01                  CP    01H
0762 CA7C07                JP    Z,E_SG
0765 FE02                  CP    02H
0767 CA0008                JP    Z,EG_EXT
076A FE03                  CP    03H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
076C CA9406                 JP    Z,OPEREXT
076F FE0B                   CP    0BH
0771 CA5801                 JP    Z,READ
0774 FE0C                   CP    0CH
0776 CAB904                 JP    Z,END
0779 C33007                 JP    SG_EXT
             ;EDIT START GROUP EXTENTION
077C 11A007  E_SG:          LD    DE,07A0H
077F ED533680               LD    (RAM),DE
0783 211680                 LD    HL,SGROUP_EXT
0786 0606                   LD    B,06H
0788 3600    SET_SG:        LD    (HL),0H
078A 23                     INC   HL
078B 10FB                   DJNZ  SET_SG
078D 211680                 LD    HL,SGROUP_EXT
0790 0E00                   LD    C,0H
0792 CD3609                 CALL  DEL_2M
0795 C33007                 JP    SG_EXT
07A0           ORG  07A0H
07A0 11C007                 LD    DE,07C0H
07A3 ED533680               LD    (RAM),DE
07A7 FE0C                   CP    0CH
07A9 CA3007                 JP    Z,SG_EXT
07AC 77                     LD    (HL),A
07AD 23      E_SG1:         INC   HL
07AE 0C                     INC   C
07AF CD3609                 CALL  DEL_2M
07B2 C33007                 JP    SG_EXT
07C0           ORG   07C0H
07C0 FE0C                   CP    0CH
07C2 CAC907                 JP    Z,SAVE_SG
07C5 77                     LD    (HL),A
07C6 C3AD07                 JP    E_SG1
07C9 213280  SAVE_SG:       LD    HL,DIGIT_EXT
07CC 71                     LD    (HL),C
07CD AF                     XOR   A
07CE CB51                   BIT   2,C
07D0 C4FA08                 CALL  NZ,ADD2
07D3 CB49                   BIT   1,C
07D5 C4FD08                 CALL  NZ,ADD1
07D8 CB41                   BIT   0,C
07DA C4FD08                 CALL  NZ,ADD1
07DD 323380                 LD    (DIGIT_COMP),A
07E0 0603                   LD    B,03H
07E2 210980  SAVE_SG1:      LD    HL,START_EXT
07E5 111680                 LD    DE,SGROUP_EXT
07E8 1A      SAVE_SG2:      LD    A,(DE)
07E9 FE0A                   CP    0AH
07EB CCEB08                 CALL  Z,SET_ZERO
07EE ED6F                   RLD
07F0 13                     INC   DE
07F1 1A                     LD    A,(DE)
07F2 FE0A                   CP    0AH
07F4 CCEB08                 CALL  Z,SET_ZERO
07F7 ED6F                   RLD
07F9 23                     INC   HL
07FA 13                     INC   DE
07FB 10EB                   DJNZ  SAVE_SG2
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
07FD C33007                 JP    SG_EXT

            ;END GROUP EXTENTION
0800 114008    EG_EXT:      LD    DE,0840H
0803 ED533680               LD    (RAM),DE
0807 3E70                   LD    A,70H
0809 D3C0                   OUT   (PORTA2),A
080B 213280                 LD    HL,DIGIT_EXT
080E 46                     LD    B,(HL)
080F 212080                 LD    HL,EGROUP_EXT
0812 ED67      EG_EXT1:     RRD
0814 D3C0                   OUT   (PORTA2),A
0816 ED6F                   RLD
0818 CD0009                 CALL  DEL
081B 23                     INC   HL
081C 10F4                   DJNZ  EG_EXT1
081E CD3609                 CALL  DEL_2M
0821 C3B904                 JP    END
0840             ORG   0840H
0840 FE01                   CP    01H
0842 CA5C08                 JP    Z,E_EG
0845 FE02                   CP    02H
0847 CA0005                 JP    Z,GREETING
084A FE03                   CP    03H
084C CA3007                 JP    Z,SG_EXT
084F FE0B                   CP    0BH
0851 CA5801                 JP    Z,READ
0854 FE0C                   CP    0CH
0856 CAB904                 JP    Z,END
0859 C30008                 JP    EG_EXT
            ;EDIT END GROUP EXTENTION
085C 118008    E_EG:        LD    DE,0880H
085F ED533680               LD    (RAM),DE
0863 212080                 LD    HL,EGROUP_EXT
0866 0606                   LD    B,06H
0868 3600      SET_EG:      LD    (HL),0H
086A 23                     INC   HL
086B 10FB                   DJNZ  SET_EG
086D 212080                 LD    HL,EGROUP_EXT
0870 CD3609                 CALL  DEL_2M
0873 C30008                 JP    EG_EXT
0880             ORG   0880H
0880 11A008                 LD    DE,08A0H
0883 ED533680               LD    (RAM),DE
0887 FE0C                   CP    0CH
0889 CA0008                 JP    Z,EG_EXT
088C 77                     LD    (HL),A
088D 23        E_EG1:       INC   HL
088E CD3609                 CALL  DEL_2M
0891 C30008                 JP    EG_EXT
08A0             ORG   08A0H
08A0 FE0C                   CP    0CH
08A2 CAA908                 JP    Z,SAVE_EG
08A5 77                     LD    (HL),A
08A6 C38D08                 JP    E_EG1
08A9 0603      SAVE_EG:     LD    B,03H
08AB 210C80                 LD    HL,END_EXT
08AE 112080                 LD    DE,EGROUP_EXT
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
08B1 1A        SAVE_EG1:     LD    A,(DE)
08B2 FE0A                    CP    0AH
08B4 CCEB08                  CALL  Z,SET_ZERO
08B7 ED6F                    RLD
08B9 13                      INC   DE
08BA 1A                      LD    A,(DE)
08BB FE0A                    CP    0AH
08BD CCEB08                  CALL  Z,SET_ZERO
08C0 ED6F                    RLD
08C2 23                      INC   HL
08C3 13                      INC   DE
08C4 10EB                    DJNZ  SAVE_EG1
08C6 C3C908                  JP    CHECK_GROUP

               ;CHECK GROUP EXTENTION
08C9 213380    CHECK_GROUP:  LD    HL,DIGIT_COMP
08CC 46                      LD    B,(HL)
08CD 210980                  LD    HL,START_EXT
08D0 110C80                  LD    DE,END_EXT
08D3 1A        CHECK_GROUP1: LD    A,(DE)
08D4 BE                      CP    (HL)
08D5 DAE208                  JP    C,END_TO_START
08D8 C20008                  JP    NZ,EG_EXT
08DB 23                      INC   HL
08DC 13                      INC   DE
08DD 10F4                    DJNZ  CHECK_GROUP1
08DF C30008                  JP    EG_EXT

               ;SAVE START GROUP TO END GROUP
08E2 7E        END_TO_START: LD    A,(HL)
08E3 12        E_S1:         LD    (DE),A
08E4 23                      INC   HL
08E5 13                      INC   DE
08E6 10FA                    DJNZ  END_TO_START
08E8 C30008                  JP    EG_EXT

               ;SET REGISTOR A = 0
08EB 3E00      SET_ZERO:     LD    A,00H
08ED C9                      RET

               ;FLASH SIGNAL
08EE 3E00      FLASH:        LD    A,0H
08F0 D3B2                    OUT   (PORTC1),A
08F2 CD0F09                  CALL  DEL_300M
08F5 3E08                    LD    A,08H
08F7 D3B2                    OUT   (PORTC1),A
08F9 C9                      RET

               ;ADD REGISTOR A WITH 2 OR 1
08FA C602      ADD2:         ADD   A,02H
08FC C9                      RET
08FD C601      ADD1:         ADD   A,01H
08FF C9                      RET

               ;DELAY TIME 0.5 S
0900 E5        DEL:          PUSH  HL
0901 C5                      PUSH  BC
0902 F5                      PUSH  AF
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
0903 210000                 LD    HL,0H
0906 2B        DEL1:        DEC   HL
0907 7C                     LD    A,H
0908 B5                     OR    L
0909 20FB                   JR    NZ,DEL1
090B F1                     POP   AF
090C C1                     POP   BC
090D E1                     POP   HL
090E C9                     RET

               ;DELAY TIME 0.3 S
090F 2100B0    DEL_300M:    LD    HL,0B000H
0912 2B        DEL2:        DEC   HL
0913 7C                     LD    A,H
0914 B5                     OR    L
0915 20FB                   JR    NZ,DEL2
0917 C9                     RET

               ;DELAY TIME 4 S
0918 F5        DEL_4S:      PUSH  AF
0919 C5                     PUSH  BC
091A 0609                   LD    B,09H
091C 210000    DEL41:       LD    HL,00H
091F 2B        DEL42:       DEC   HL
0920 7C                     LD    A,H
0921 B5                     OR    L
0922 20FB                   JR    NZ,DEL42
0924 10F6                   DJNZ  DEL41
0926 C1                     POP   BC
0927 F1                     POP   AF
0928 C9                     RET

               ;DELAY TIME 5 S
0929 060C      DEL_5S:      LD    B,0CH
092B 110000    DEL51:       LD    DE,00H
092E 1B        DEL52:       DEC   DE
092F 7A                     LD    A,D
0930 B3                     OR    E
0931 20FB                   JR    NZ,DEL52
0933 10F6                   DJNZ  DEL51
0935 C9                     RET

               ;DELAY TIME 5 MIN
0936 06FF      DEL_2M:      LD    B,0FFH
0938 110000    DEL21M:      LD    DE,00H
093B 1B        DEL22M:      DEC   DE
093C 7A                     LD    A,D
093D B3                     OR    E
093E 20FB                   JR    NZ,DEL22M
0940 10F6                   DJNZ  DEL21M
0942 C9                     RET
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                ;DEFAULT DATA
 0943 0000000000DAMMY:  DFB 00H,00H,00H,00H,00H,00H,00H,00H
 094B 0011000026        DFB 00H,11H,00H,00H,26H,00H,00H,00H
 0953 0101000000        DFB 01H,01H,00H,00H,00H,00H,01H,01H
 095B 0000000000        DFB 00H,00H,00H,00H,00H,00H,00H,00H
 0963 0206000000        DFB 02H,06H,00H,00H,00H,00H,00H,00H
 096B 0000000000        DFB 00H,00H,00H,00H,00H,00H,00H,00H
 0973 010302010A        DFB 03H,03H,02H,01H,0AH,02H,00H,00H
                ;
 0000                   END
```

08FD	ADD1	08FA	ADD2	049A	BUSY
08C9	CHECK_GROUP	08D3	CHECK_GROUP1	02EB	COMP1
030B	COMP2	0320	COMP3	0326	COMP4
032A	COMP5	02F7	COMP6	0301	COMP7
0316	COMP8	00B3	CONP1	00C3	CONP2
0943	DAMMY	8006	DATA	0900	DEL
0906	DEL1	0912	DEL2	0938	DEL21M
093B	DEL22M	091C	DEL41	091F	DEL42
092B	DEL51	092E	DEL52	0936	DEL_2M
090F	DEL_300M	0918	DEL_4S	0929	DEL_5S
8033	DIGIT_COMP	8032	DIGIT_EXT	8035	DIGIT_OPER
8000	DTMF	05EC	EDIT_ERING	065C	EDIT_OPERID
059C	EDIT_TL	8020	EGROUP_EXT	0800	EG_EXT
0812	EG_EXT1	04B9	END	800C	END_EXT
08E2	END_TO_START	046C	EXT_R	0470	EXT_R1
0476	EXT_R2	8031	EXT_RING	085C	E_EG
088D	E_EG1	054C	E_GREETING	06DC	E_OPEREXT
070D	E_OPEREXT1	05B9	E_RING	08E3	E_S1
077C	E_SG	07AD	E_SG1	08EE	FLASH
041B	GEN	040F	GEN_EXT	0400	GEN_OPER
0500	GREETING	0621	ID0	062B	ID9
0100	INTITIAL	0433	MESSAGE2	0694	OPEREXT
0609	OPERID1	8010	OPER_EXT	06A4	OPER_EXT1
8034	OPER_ID	04AB	OUT_GROUP	00B0	PORTA1
00C0	PORTA2	00B1	PORTB1	00C1	PORTB2
00B2	PORTC1	00C2	PORTC2	8036	RAM
0158	READ	0167	READ1	0489	RECALL
0468	RING_BACK	028D	ROT	0295	ROTATE
08A9	SAVE_EG	08B1	SAVE_EG1	0729	SAVE_OPEREXT
0690	SAVE_OPERID	07C9	SAVE_SG	07E2	SAVE_SG1
07E8	SAVE_SG2	0190	SET	018B	SET_DTMF
0868	SET_EG	0788	SET_SG	08EB	SET_ZERO
8016	SGROUP_EXT	0730	SG_EXT	0742	SG_EXT1
0003	ST1	0000	START	8009	START_EXT
0248	TEST_EXT	013B	TEST_RING	043E	THANK
0567	TL_RING	044F	T_LINE1	0455	T_LINE2
8030	T_RING	0146	T_RING1	014C	T_RING2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จได้ด้วยดี เนื่องด้วยได้รับความช่วยเหลือจากผู้มีพระคุณต่าง ๆ ผู้จัดทำจึงขอแสดงความขอบคุณทุกท่าน อันได้แก่ อาจารย์สมยศ จุณณะปิยะ อาจารย์ที่ปรึกษา, อาจารย์ท่านอื่น ๆ ที่ให้คำแนะนำ, คุณกาญจนา ภู่ประเสริฐ ที่ให้ข้อมูล, คุณวราวรรณ สรวลสวรรค์ ที่ให้คำแนะนำ, เพื่อน ๆ ที่คอยให้ความช่วยเหลือและให้กำลังใจ ปริญญานิพนธ์ชิ้นนี้ได้รับความช่วยเหลือจากท่านเหล่านี้มาด้วยดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หนังสืออ้างอิง

สมชาย วิศิษฏ์ภาดา "คอมพิวเตอร์ อิเลคทรอนิคส์เวิลด์" : ฉบับที่ 112 หน้า 21 -26, 2530.

เอกสิทธิ์ คำชมพู "เขมิคอนดัคเตอร์ อิเลคทรอนิคส์" : ฉบับที่ 150 หน้า 84 - 89, สำนักพิมพ์ซีเอ็ดยูเคชั่น, 2538.

วิบูลย์ ชื่นแขก "ไมโครโปรเซสเซอร์" : สำนักพิมพ์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2532

รศ. ถวิล พึ่งมา "ระบบชุมสายโทรศัพท์แบบดิจิตอล" : คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2535

"คู่มือไอซีไมโครโปรเซสเซอร์และไอซีที่เกี่ยวข้อง" : สำนักพิมพ์ซีเอ็ดยูเคชั่น, 2536

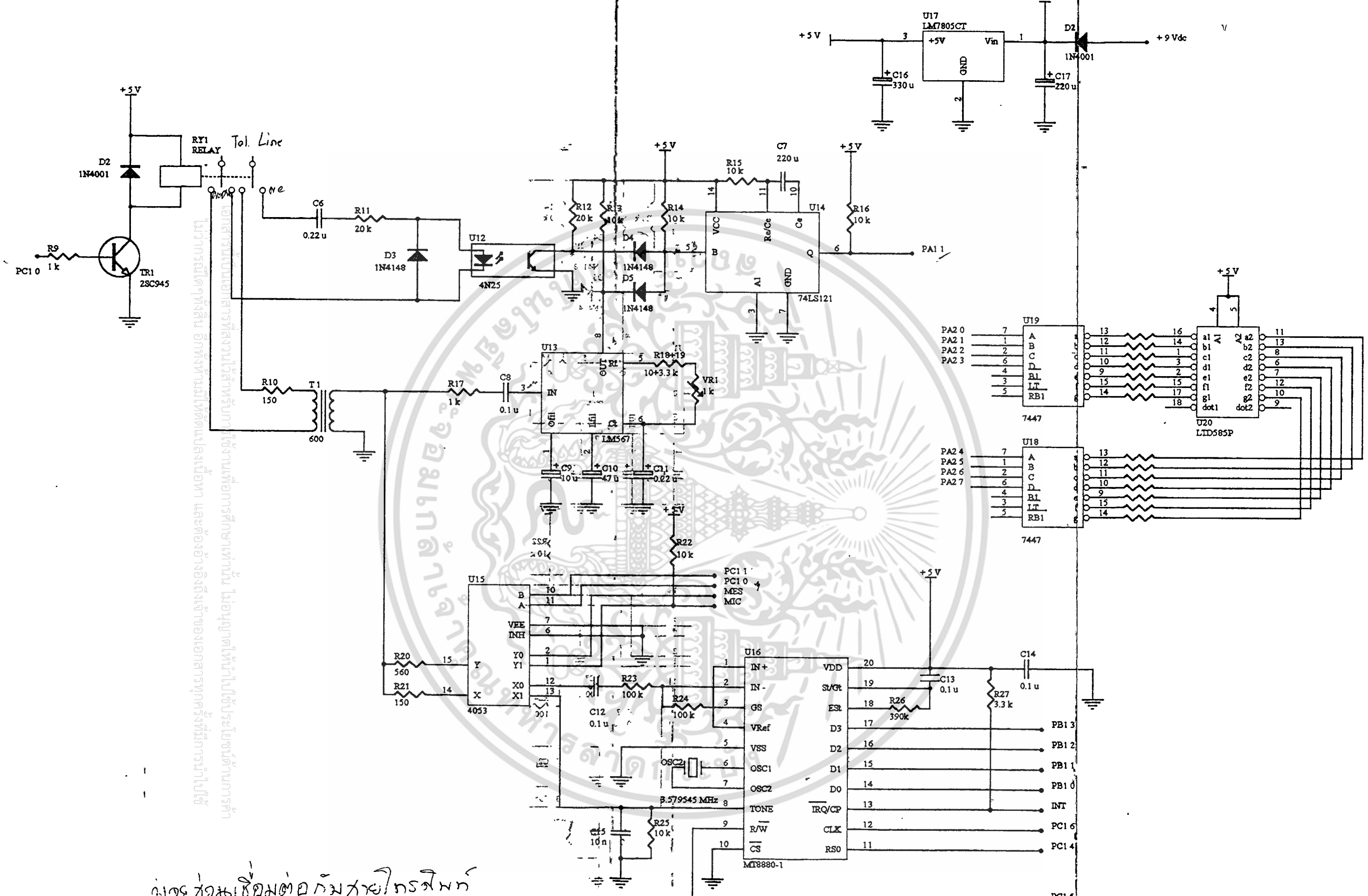
"คู่มือ / เทียบเบอร์ไอซี TTL" : สำนักพิมพ์ซีเอ็ดยูเคชั่น, 2538

"คู่มือไอซี CMOS 4000 SERIES" : สำนักพิมพ์ซีเอ็ดยูเคชั่น, 2532

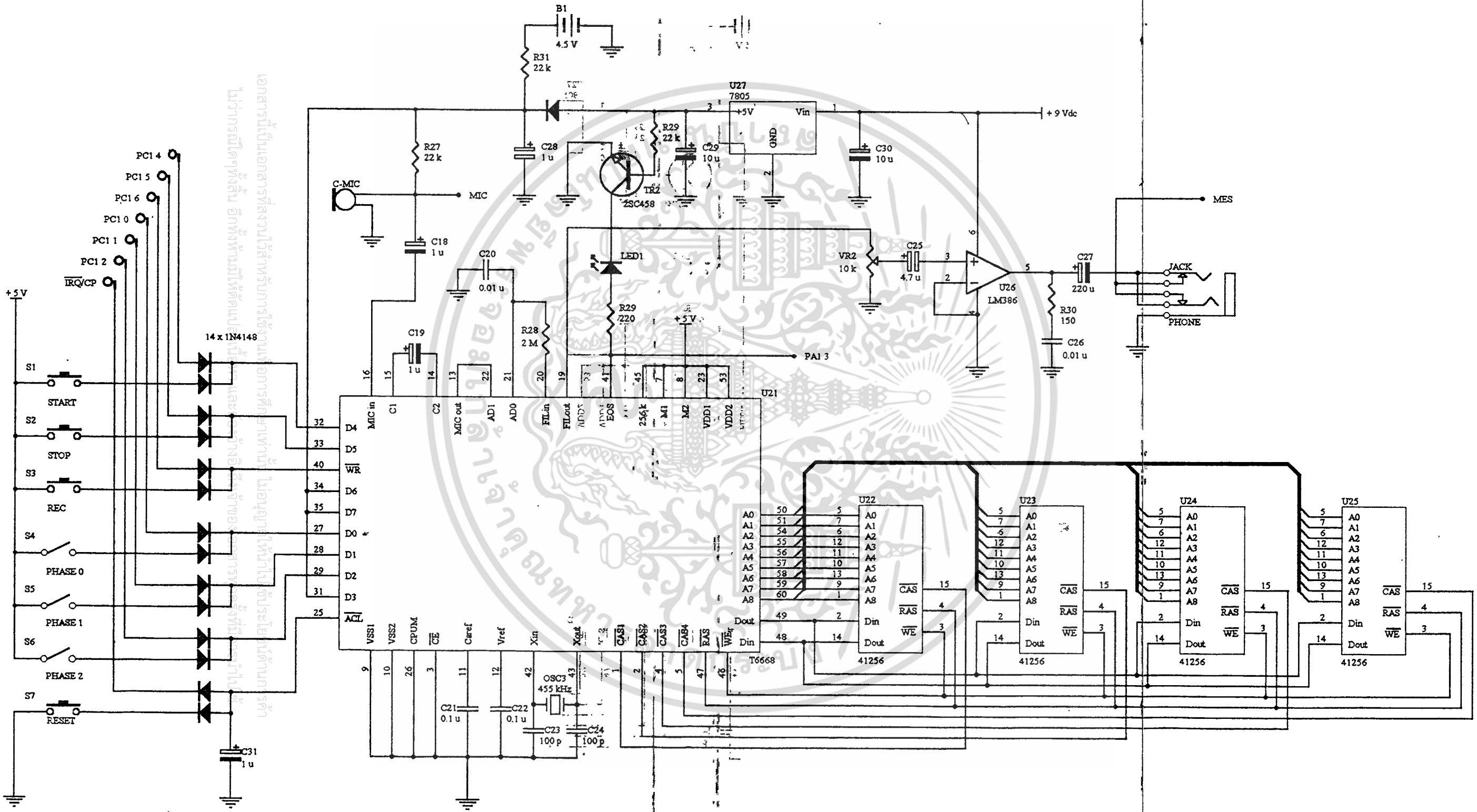
"EGC SEMICONDUCTOR Master Replacetion Guide" , ECG2120 Philips.

"MITEL DATABOOK" , MITEL SEMICONDUCTOR.

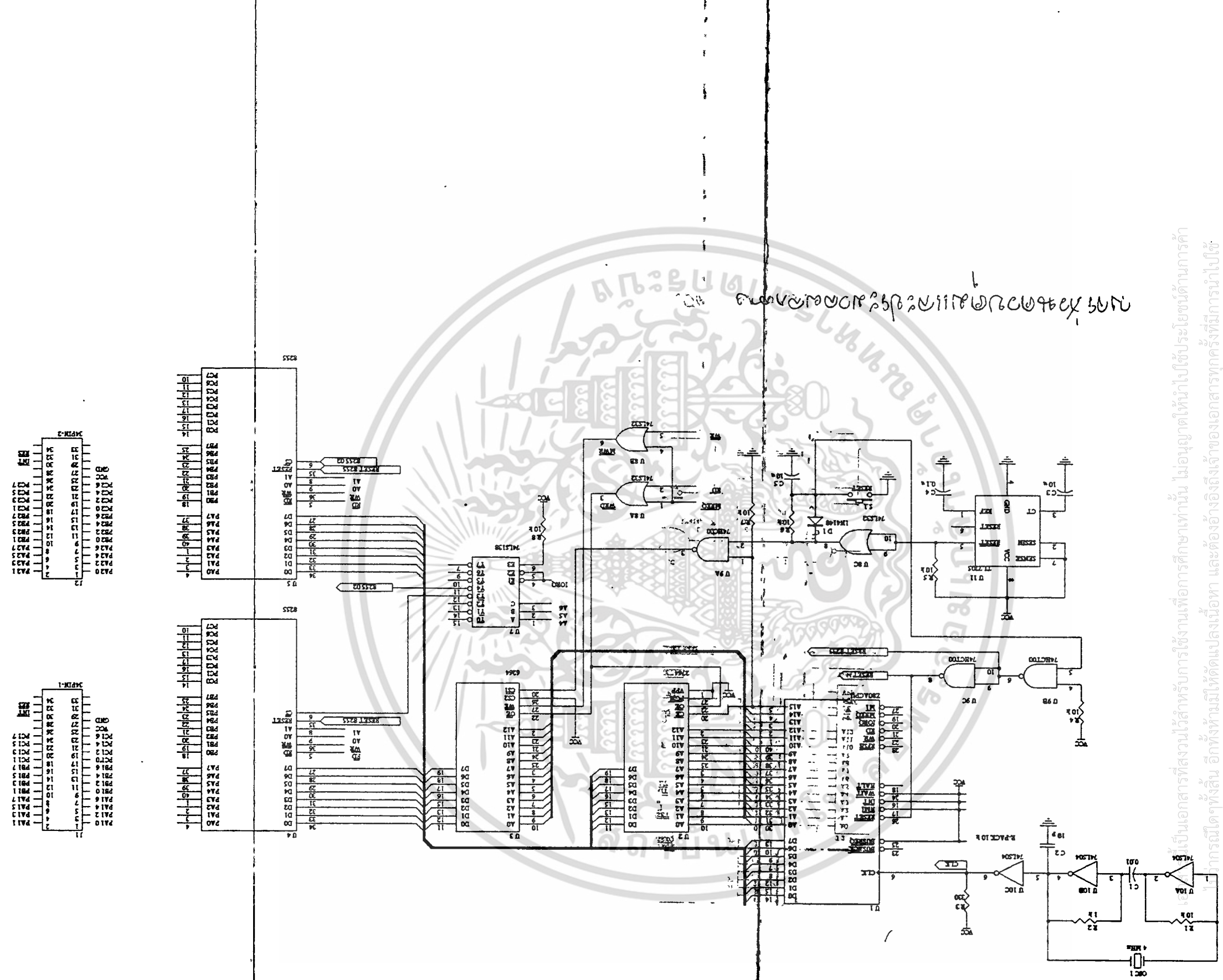
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



กำลังต่อสายเชื่อมต่อกับสายโทรศัพท์



ผังวงจรสัญญาณเสียงตอบรับ



ที่เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้