ปีการศึกษา 2533

เครื่องชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติ

โดย

สุจิต ประตาทะยัง 301312

สุรศักดิ์ กองจันทรา 301327

อาจารย์ที่ปรึกษา

ผศ. พลผดุง ผดุงกุล

028842

16. มิ.ย. 34

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2533

ภาควิชา อิเลคทรอนิคส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง เครื่องชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติ

ผู้จัดทำ

1. สุจิต ประตาทะยัง 301312

2. สุรศักดิ์ กองจันทรา 301327

.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผศ. พลผดุง ผดุงกุล)

เลขหมู่ 33278
ส.ว. 028842
16 ก.ค. 2534

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

028842

เครื่องชุมสายโทรศัพท์อัตโนมัติขนาดเล็ก

PRIVATE AUTOMATIC BRANCH EXCHANGE (PABX)

นาย สุจิต ประตาทะยัง 301312

นาย สุรศักดิ์ กองจันทรา 301327

อาจารย์ที่ปรึกษา

อาจารย์ พลผดุง ผดุงกุล

ปีการศึกษา 2533

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ เสนอการพัฒนาเครื่องชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติขนาดเล็ก ที่สามารถขยายคู่สายจาก 2 คู่สาย เป็น 6 คู่สาย โดยที่ผู้ใช้โทรศัพท์สามารถติดต่อโดยตรงกับ เครื่องลูกภายในได้ โดย ไม่จำเป็นต้องมีพนักงานต่อสาย หรือ โอเปอร์เรเตอร์ (OPERATOR) และ มีคุณสมบัติพิเศษ คือมีการแยกสัญญาณเสียงของสัญญาณส่ง และ สัญญาณรับ ซึ่งนำไอซีในระบบโทรศัพท์มาใช้ อีกทั้งยังใช้ระบบไมโครคอมพิวเตอร์มาควบคุมการทำงานของระบบทั้งหมด ทำให้เครื่องชุมสายโทรศัพท์สาขาอัติโนมัติที่พัฒนาขึ้น มีประสิทธิภาพสูง ขนาดเล็ก และสามารถที่จะพัฒนาเพิ่มเติมในอนาคตได้ง่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PRIVATE AUTOMATIC BRANCH EXCHANGE

SUCHIT PRATATAYANG 301312

SURASAK KONGCHANDRA 301327

ADVISOR

POLPADUNG PADUNGKUL

SEMESTER 1990

ABSTRACT

This thesis presents how to develop PABX (Private Automatic Branch Exchange) system to be able to expand telephone 2 lines to 6 lines by direct extension dialing so an operator , who normally works with PABX system is not nescessary. And it has a special capability in seperate speech paths to transmission and reception signal by using IC (Integrate Circuit) in telephone system. It has good efficiency and reliability , small size and easy to develop in the future.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เนื้อเรื่อง	หน้า
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 ทฤษฎี และ หลักการ	2
2.1 ขีดความสามารถความสามารถของเครื่องชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติ	2
2.2 ระบบสัญญาณต่างๆ ภายในเครื่องชุมสายโทรศัพท์	3
2.3 หลักการทำงานของเครื่องชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติ	5
2.4 ระบบไมโครโปรเซสเซอร์	8
บทที่ 3 การคำนวน และการสร้าง	
3.1 ส่วนเชื่อมต่อโทรศัพท์ภายนอก	12
3.2 ส่วนตรวจสอบสัญญาณเรียก	15
3.3 ส่วนการแปลงสัญญาณทางโทรศัพท์แบบความถี่และพัลส์	17
3.4 ส่วนสร้างสัญญาณดนตรีขณะพักสาย	24
3.5 ส่วนติดต่อของคู่สายโทรศัพท์ภายใน	26
3.6 ส่วนสวิทควบคุมการติดต่อ	29
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง	31
บทที่ 5 สรุปและวิจารณ์	32
ภาคผนวก ก วิธีใช้งานเครื่องชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติ	
ภาคผนวก ข รายละเอียดของ ไอซีต่างๆ	
กิตติกรรมประกาศ	
หนังสืออ้างอิง	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

(INTRODUCTION)

ในปัจจุบันวิทยาการทางเทคโนโลยี ได้มีการพัฒนาขึ้นอย่างรวดเร็ว และ เป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่งในการดำรงชีวิต และในระบบธุรกิจ โดยเฉพาะระบบการสื่อสารเพราะมีความสะดวกรวดเร็ว และง่ายต่อการทำงาน ซึ่งถ้ามีระบบการสื่อสารที่ดีย่อมจะทำให้เกิดการพัฒนาทางด้านเศรษฐกิจที่ดีด้วย ระบบการสื่อสาร ที่นิยมใช้กันในปัจจุบันมีมากมายที่สามารถตอบสนองความต้องการของมนุษย์ได้

ระบบโทรศัพท์เป็นระบบการสื่อสารระบบหนึ่งที่น่าสนใจค้นคว้า พัฒนาให้เจริญก้าวหน้าต่อไป และการที่จะติดต่อโทรศัพท์จากเครื่องหนึ่งไปยังโทรศัพท์อีกเครื่องหนึ่งได้นั้น จำเป็นต้องผ่านชุมสายโทรศัพท์ ซึ่งมีขนาดเล็กจนถึงขนาดใหญ่มากๆ(ขององค์การโทรศัพท์) ดังนั้นการพัฒนาเครื่องชุมสายโทรศัพท์ให้มีประสิทธิภาพดีขึ้น ย่อมจะทำให้ระบบการสื่อสารทางโทรศัพท์มีประสิทธิภาพดีขึ้นด้วย

ในปริญญานิพนธ์ฉบับนี้จะกล่าวถึงการพัฒนาเครื่องชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติ (PRIVATE AUTOMATIC BRANCH EXCHANGE หรือ PABX) ที่ควบคุมการทำงานด้วยระบบไมโครคอมพิวเตอร์ ซึ่งส่งผลให้การทำงานของระบบถูกต้องและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น,มีขนาดเล็ก และสามารถติดต่อระหว่างโทรศัพท์เครื่องหนึ่งไปยังโทรศัพท์อีกเครื่องหนึ่งได้โดยตรงโดยไม่ต้องผ่านพนักงานพักสาย หรือโอเปอร์เรเตอร์ (OPERATOR) โดยการกดหรือหมุนหมายเลขระบุเครื่องลูกที่เราต้องการจะติดต่อ หลังจากที่กดหมายเลขโทรศัพท์ทั้ง 7 ตัว เมื่อแจ้งผ่านองค์การโทรศัพท์แล้ว โดยมีการขยายคู่สายองค์การโทรศัพท์ ภายนอก 2 คู่สาย ให้เป็นคู่สายโทรศัพท์ ภายใน 6 คู่สาย.ซึ่งใช้ได้ทั้ง ระบบ พัสส์ (PULSE) และ ระบบความถี่หรือโทน (DTMF OR TONE),ทำการแปลงสัญญาณเสียงให้เป็นสัญญาณส่ง และสัญญาณรับ ที่แยกกันโดยใช้ไอซีโทรศัพท์มาใช้งาน และ ใช้ไอซีสวิตช์ซึ่ง ทำหน้าที่ตัดต่อระหว่างสัญญาณรับ-ส่งแทนระบบเก่าที่ใช้รีเลย์ (RELAY)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎี และ หลักการ

เครื่องชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติ คือ เครื่องมือที่ใช้สำหรับขยายคู่สายองค์การโทรศัพท์จากภายนอก ให้สามารถนำมาใช้ภายในให้มากขึ้น เพื่ออำนวยความสะดวกในการใช้งานเพราะใช้ระบบตัดต่ออัตโนมัติ โดยไม่ต้องผ่านพนักงานต่อสาย คือให้ผู้ใช้โทรศัพท์ทั้งภายในและภายนอก เป็นผู้ทำหน้าที่แจ้งให้เครื่องชุมสายโทรศัพท์ทราบว่า ต้องการติดต่อกับเครื่องโทรศัพท์หมายเลขใดเท่านั้น หลังจากนั้น เครื่องชุมสายโทรศัพท์จะทำหน้าที่ตัดต่อสายให้เอง

2.1 ขีดความสามารถของเครื่องชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติที่พัฒนาขึ้น

เครื่องชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติที่พัฒนาขึ้นมีคุณสมบัติดังนี้

1. สามารถขยายคู่สายโทรศัพท์ซึ่งเป็นหมายเลของค์การโทรศัพท์ภายนอก 2 คู่สายให้เป็น 6 คู่สาย

2. เครื่องลูกภายในสามารถโทรติดต่อถึงกันได้ (INTERCOM) โดยกดหมายเลขระบุเครื่องลูกภายในที่ต้องการจะติดต่อ

3. เครื่องลูกภายในสามารถโทรออกภายนอก (OUTGOING CALL) ได้โดยกดหมายเลขศูนย์ (0)

4. สามารถกำหนดเครื่องลูกภายในได้โดยกดหมายเลขเครื่องลูกภายใน หลังจากกดหมายเลข 7 ตัวขององค์โทรศัพท์

6. ถ้าเครื่องภายนอกไม่ระบุเครื่องลูกภายในที่ต้องการจะติดต่อ หรือกดผิดพลาดแล้ว เครื่องชุมสายโทรศัพท์ จะทำหน้าที่ตัดต่อคู่สายภายนอกเข้ากับเครื่องลูกเครื่องที่หนึ่ง (1) ให้โดยอัตโนมัติ

7. ถ้าเครื่องลูกเครื่องที่ 1 ไม่ว่าง จะตัดต่อไปยังเครื่องลูกอื่นๆ ที่ว่างแทน

8. ขณะที่เครื่องลูกติดต่อถึงกันหรือติดต่อกับคู่สายภายนอก จะไม่สามารถแอบฟังได้

9. กรณีไฟดับ เครื่องชุมสายโทรศัพท์นี้ จะทำการตัดต่อคู่สายภายนอกเข้ากับเครื่องลูกที่ 1 และ 2 โดยตรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10.มีเสียงดนตรีขณะพักสาย (HOLD LINE)

2.2 ระบบสัญญาณต่างๆภายในเครื่องชุมสายโทรศัพท์

ลักษณะของสัญญาณต่างๆภายในระบบเครื่องชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติที่พัฒนาขึ้นมีดังต่อไปนี้

1.สัญญาณให้หมุน (DIAL TONE) คือ สัญญาณที่เครื่องชุมสายโทรศัพท์แจ้งให้ผู้ใช้โทรศัพท์ทราบว่าเครื่องชุมสายโทรศัพท์ พร้อมแล้วที่จะให้ผู้ใช้โทรศัพท์กดหรือหมุนหมายเลขที่ต้องการจะติดต่อด้วย

ลักษณะของสัญญาณ เป็นสัญญาณที่มีความถี่ประมาณ 400 เฮิร์ท (400 Hz) ดังต่อเนื่องกันตลอด

2.สัญญาณไม่ว่าง (BUSY TONE) คือ สัญญาณที่เครื่องชุมสายโทรศัพท์แจ้งให้ผู้ใช้โทรศัพท์ หลังจาก กดหรือหมุนหมายเลขที่ต้องจะติดต่อด้วย ให้ทราบว่าไม่สามารถติดต่อคู่สายโทรศัพท์นั้นได้

ลักษณะของสัญญาณ เป็นสัญญาณที่มีความถี่ประมาณ 400 เฮิร์ท ดัง และ ดับ ทุกๆ 0.5 วินาที

3.สัญญาณเรียกกลับ (RINGBACK TONE) คือ สัญญาณที่เครื่องชุมสายโทรศัพท์แจ้งให้ผู้ใช้โทรศัพท์ หลังจากกดหมายเลขที่ต้องการจะติดต่อ ให้ทราบว่าสามารถติดต่อคู่สายโทรศัพท์ ที่ต้องการจะติดต่อได้

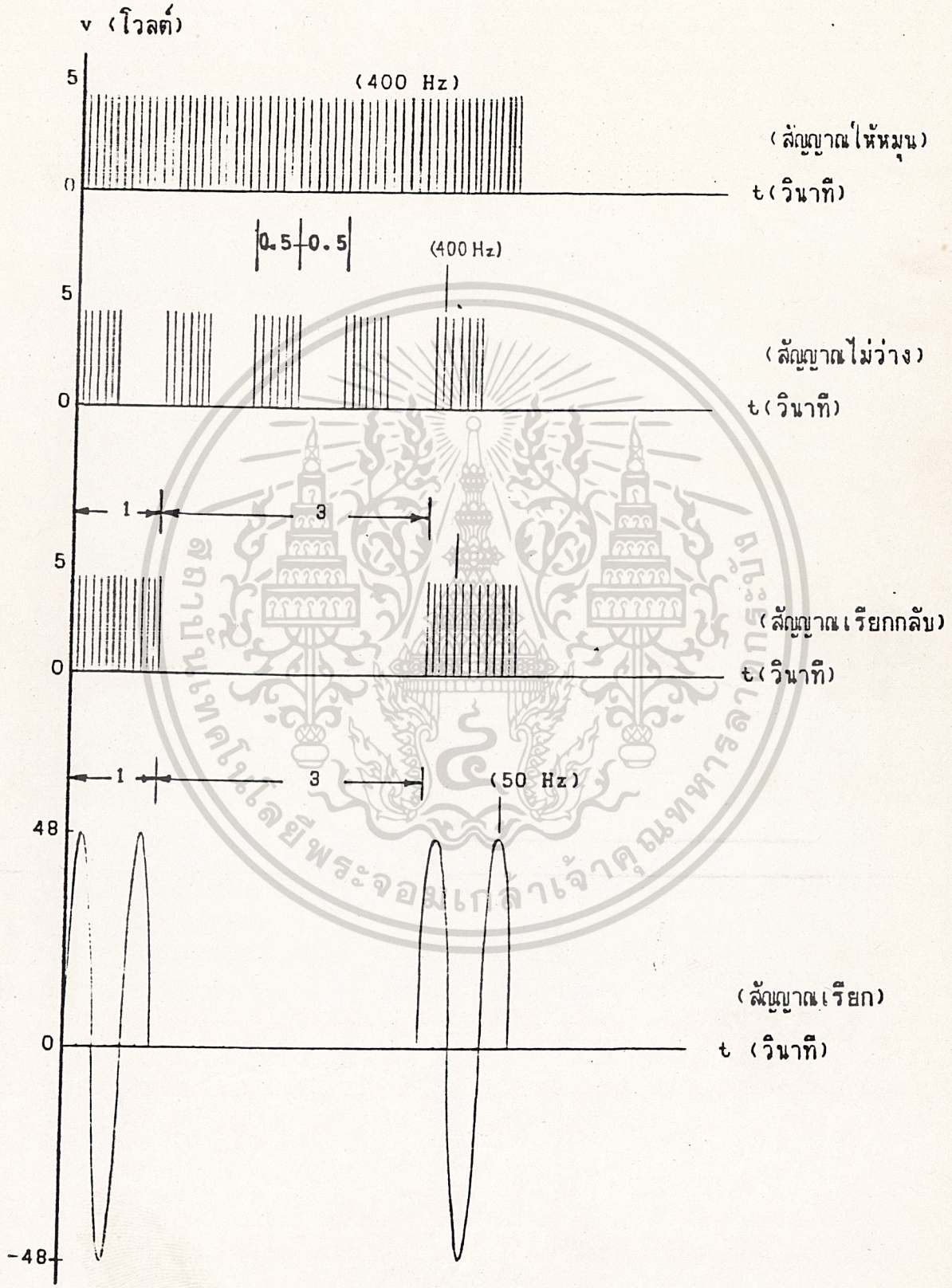
ลักษณะของสัญญาณ เป็นสัญญาณที่มีความถี่ประมาณ 400 เฮิร์ท ดัง 1 วินาที และ ดับ 3 วินาที สลับกัน

4.สัญญาณเรียก (RINGING TONE) คือ สัญญาณที่เครื่องชุมสายโทรศัพท์ส่งไปยังเครื่องโทรศัพท์ภายใน ทำให้กระดิ่งโทรศัพท์ดัง เมื่อแจ้งให้ทราบว่ามีผู้ต้องการจะติดต่อด้วย

ลักษณะของสัญญาณ เป็นสัญญาณ เอซี (AC) 50 เฮิร์ท ที่มีขนาดประมาณ 48 โวลต์ ดัง และ ดับ เป็นช่วงๆและพร้อมกับสัญญาณเรียกกลับ

ลักษณะและช่วงเวลาของสัญญาณต่างๆ แสดงดังรูปที่ 2.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.1 ลักษณะและช่วงเวลา ของสัญญาณต่างๆในโทรศัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 หลักการทำงานของเครื่องชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติ

เครื่องชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติที่พัฒนาขึ้นมีโครงสร้างดังรูปที่ 2.2 และแต่ละส่วนมีหน้าที่ดังนี้

ส่วนเชื่อมต่อของคู่สายโทรศัพท์ภายนอก ใช้ ไอซี เทเลโฟน สปีช เนทเวอร์ค (TELEPHONE SPEECH NETWORK) ทำหน้าที่แปลงสัญญาณจากคู่สายขององค์การโทรศัพท์ภายนอกให้เป็นสัญญาณรับ-ส่งที่แยกกัน (2-TO-4)

ส่วนเชื่อมต่อของคู่สายโทรศัพท์ภายใน ใช้ ไอซี ซับสไคร์เบอร์ ลูป อินเตอร์เฟส เซอร์กิต (SUBSCRIBER LOOP INTERFACE CIRCUIT หรือ SLIC) ทำหน้าที่จ่ายไฟเลี้ยง ดีซี (DC) ให้กับเครื่องโทรศัพท์ภายใน, แปลงสัญญาณจากคู่สายโทรศัพท์ภายในให้เป็นสัญญาณรับ-ส่งที่แยกกัน (2-TO-4), แสดงสถานะการยกหู และควบคุมการส่งสัญญาณเรียก

ส่วนสวิตช์ควบคุมการติดต่อ ใช้ ไอซี ครอส พอยท์ สวิตช์ (CROSS POINT SWITCH) ทำหน้าที่เป็นทางผ่านของสัญญาณเสียง โดยทำการตัดต่อระหว่างสัญญาณรับ-ส่งของคู่สายโทรศัพท์ ที่ต้องการจะติดต่อกัน ซึ่งส่วนสวิตช์นี้ถูกควบคุมโดยส่วนไมโครโปรเซสเซอร์

ส่วนตรวจสอบสัญญาณเรียก ใช้ ไอซี เทเลโฟน โทน ริงเกอร์ (TELEPHONE TONE RINGER) ทำหน้าที่ ในการตรวจสอบว่ามีสัญญาณเรียกจากคู่สายโทรศัพท์ภายนอกหรือไม่ ถ้ามีสัญญาณเรียกจากคู่สายสายโทรศัพท์ภายนอก ก็จะส่งสัญญาณแสดงสถานะให้ไมโครโปรเซสเซอร์ทราบ

ส่วนตรวจสอบสัญญาณพัลส์ (PULSE DECODER) และ ตรวจสอบความถี่ (DTMF DECODER) โทรศัพท์ จะทำหน้าที่แปลงสัญญาณพัลส์ และ ความถี่ ที่เกิดจากการหมุน หรือกดปุ่มของเครื่องโทรศัพท์จากคู่สายภายนอกหรือภายใน ที่ถูกกำหนดโดยด้วยสวิตช์ A0-A7 ให้เป็น ไบนารี่ โค๊ด เดซิมอล (BINARY CODE DECIMAL หรือ BCD) แล้วแจ้งให้ไมโครโปรเซสเซอร์ทราบถึงหมายเลขที่กดหรือหมุน

ส่วนสร้างสัญญาณต่างๆ เช่น สัญญาณให้หมุน, สัญญาณไม่ว่าง, สัญญาณเรียกกลับ จะทำหน้าที่สร้างสัญญาณเสียงเพื่อให้โทรศัพท์ภายนอก และเครื่องลูกทราบว่า ขณะนี้ไมโครโปรเซสพร้อมที่จะรับสัญญาณจากการหมุนหรือกดหมายเลข หรือ เมื่อต้องการสร้างสัญ-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

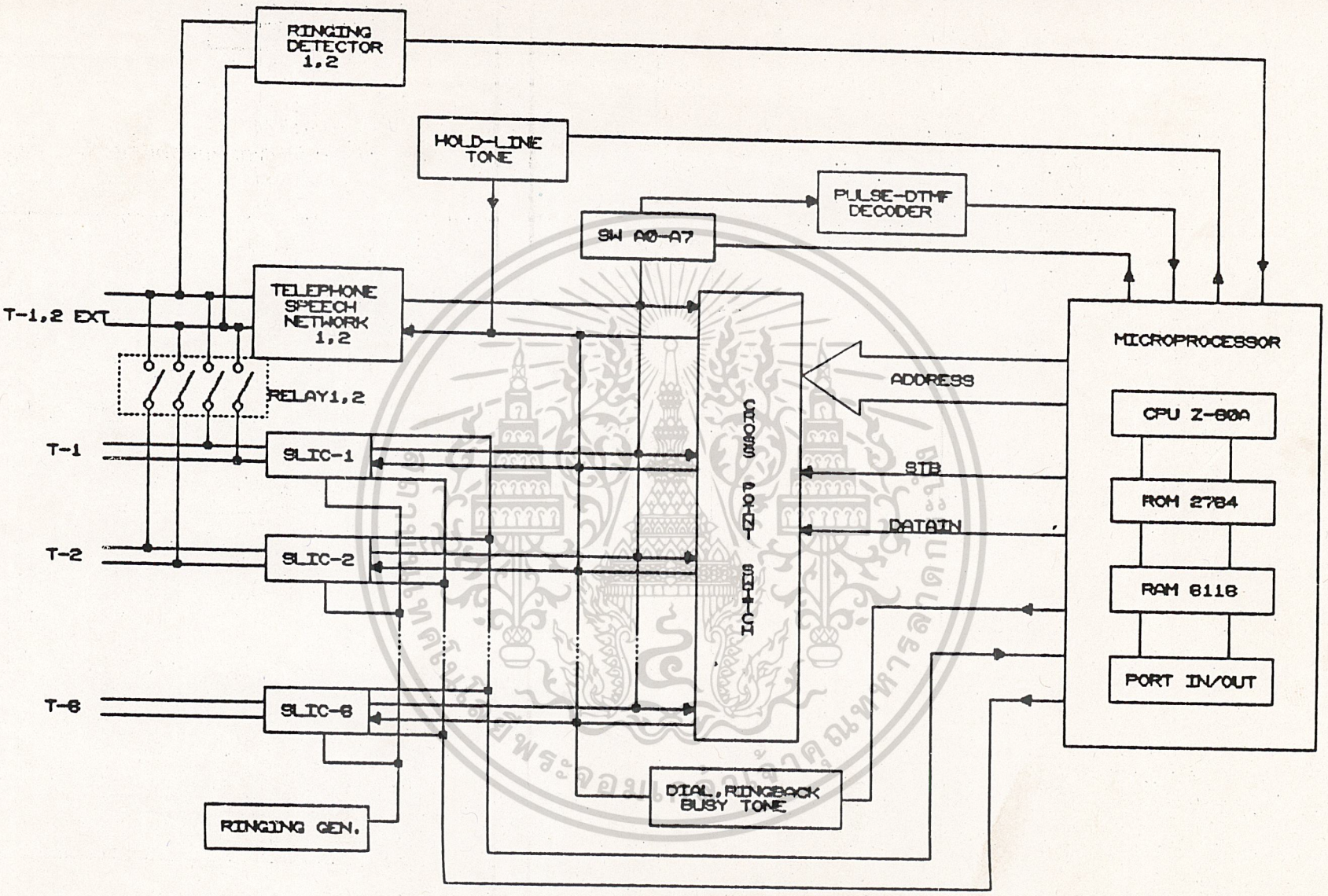
ญาณไม่ว่างและสัญญาณเรียกกลับ

ส่วนสร้างสัญญาณเรียก (RINGING GENERATOR) ทำหน้าที่สร้างสัญญาณเรียก ซึ่งควบคุมการปิด-เปิด ด้วยไมโครโปรเซสเซอร์ เพื่อส่งสัญญาณเรียกให้กับโทรศัพท์เครื่องลูก ทราบว่ามีคู่สายโทรศัพท์ที่ต้องการจะติดต่อด้วย

ส่วนสร้างสัญญาณโอนสายโทรศัพท์ (HOLD-LINE TONE) จะทำหน้าที่สร้างสัญญาณเสียงดนตรี ให้กับคู่สายโทรศัพท์ภายนอก เพื่อแจ้งให้ทราบว่า กำลังอยู่ในช่วงทำการโอนสายโทรศัพท์อยู่ให้คอยก่อน

ส่วนควบคุมการทำงานของระบบ ซึ่งวงจรส่วนนี้เป็นหัวใจการทำงานของเครื่องชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติ (PABX) ใช้ไมโครโปรเซสเซอร์ เบอร์ Z-80 จะทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของส่วนต่างๆ เช่น ลักษณะการตัดต่อสายใน สายนอก และเช็คการทำงานของส่วนต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



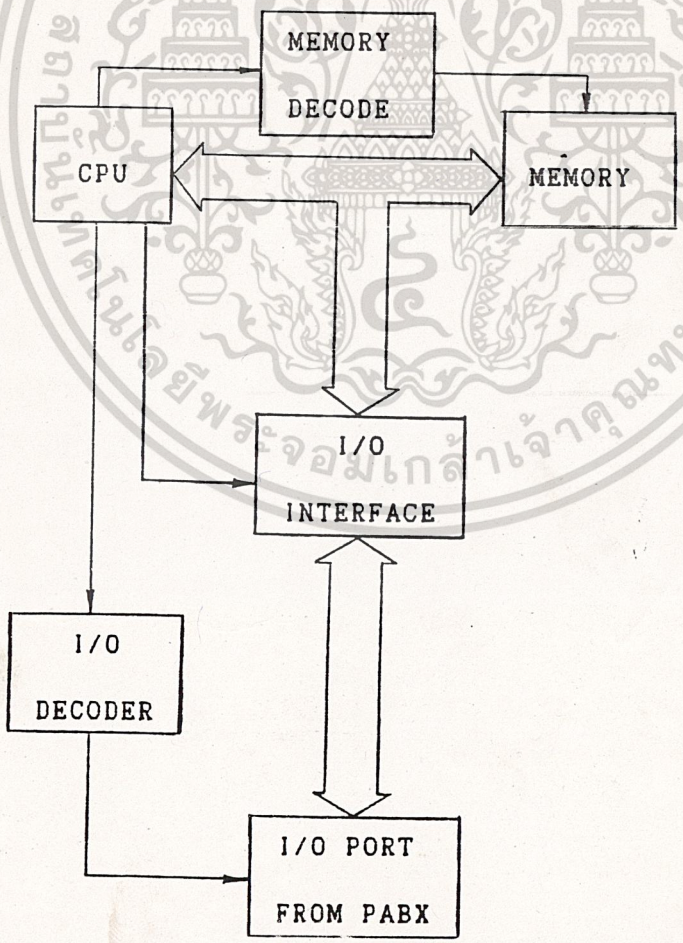
รูปที่ 2.2 บล็อคไดอะแกรมการทำงานของเครื่องชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติ

Size	Document Number	REV
A	BLOCK DIAGRAME PABX	
Date: January 1, 1991	Sheet of	

2.4 ระบบไมโครโปรเซสเซอร์ (MICROPROCESSOR SYSTEM)

การออกแบบระบบไมโครโปรเซสเซอร์เพื่อ จะนำมาใช้ควบคุมการทำงานทั้งหมดของเครื่องชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติ ในโครงการนี้ใช้ Z-80 เป็นหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) เพื่อทำหน้าที่คำนวนทางคณิตศาสตร์ ลอจิก และ แยกแยะข้อมูล

เนื่องจากต้องการมีการใช้หน่วยความจำ จำนวนมากจึงต้องต่อหน่วยความจำเพิ่ม ทำให้ต้องมี ส่วนถอดระหัสความจำ (MEMORY DECODE) ส่วนการอินเตอร์เฟส (INTERFACE)ติดต่อรับส่งข้อมูลระหว่าง หน่วยประมวลผลกลางกับระบบชุมสายโทรศัพท์นั้น ต้องใช้ อินพุท/เอาร์ พอร์ท (INPUT/OUTPUT PORT)จำนวนมากจึงต้องมีส่วนถอดรหัสข้อมูลเข้า/ออก (INPUT/OUTPUT DECODER) ซึ่งมีโครงสร้างเป็น บล็อค ไดอะแกรม ดังนี้



รูปที่2.3 บล็อค ไดอะแกรม ระบบไมโครโปรเซสเซอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1.วงจรสร้างสัญญาณนาฬิกา

เราสร้างสัญญาณนาฬิกาให้แก่หน่วยประมวลผลกลาง (CPU) เพื่อเป็นเรฟ-เฟอร์เรนซ์ (REFERENCE) ในการทำงานของระบบ วงจรที่ใช้ เป็น อะสเตเบิ้ล มัลติไวเบเตอร์ (ASTABLE MULTIVIBRATOR) ที่มีความถี่ 4 MHz ได้จากวงจรออสซิเลเตอร์ที่มีคริสตอล (CRYATAL) เป็นตัวควบคุมออสซิเลเตอร์ที่มีความถี่ 4 MHz

2.หน่วยความจำ (MEMORY)

แบ่งเป็น 2 ชนิดคือ

2.1หน่วยความจำแบบแรนดอม (RAM: RANDOM ACCESS MEMORY) เป็นหน่วยความจำที่สามารถอ่านออกมาหรือเขียนข้อมูลออกไปหรือเขียนข้อมูลเข้าไปได้ (READ WRITE MEMORY) การใช้งานจะต้องมีไฟเลี้ยงตลอด ในที่นี้ใช้ ไอซี เบอร์ 6116 ซึ่งมีความจุ 2K*8 ไบร์ ใช้เก็บสถานะต่างๆทั้งหมดของเครื่องชุมสายโทรศัพท์

2.2หน่วยความจำแบบอ่านอย่างเดียว (ROM : READ ONLY MEMORY) หน่วยความจำชนิดนี้ ข้อมูลจะคงอยู่แม้จะไม่มีไฟเลี้ยง ใช้สำหรับเก็บโปรแกรมหลัก (MONITOR PROGRAME) ในขั้นตอนการทำงานของหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) ในการควบคุม เครื่องชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติ (PABX) ทั้งหมดในที่นี้ ใช้ ไอซี เบอร์ 2764 ที่มีความจุ 8K*8 ไบท์

3.ส่วนถอดรหัสความจำ (MEMORY DECODER)

ใช้ ไอซี เบอร์ 74LS138 (3 TO 8 LINE DECODER) ทำหน้าที่แยกการทำงานของหน่วยความจำทั้ง 2 ชนิด โดยที่ อีพรอม (EPROM) มีตำแหน่งใช้งานที่ แอดเดรส (ADDRESS) 0000H-1FFFH ส่วน แรม (RAM) มีตำแหน่งใช้งานที่แอดเดรส (ADDRESS) 2000H-27FFH

4.ส่วนถอดรหัสจุดสัญญาณเข้าออก (INPUT/OUTPUT DECODER)

ใช้ ไอซี เบอร์ 74LS138 (3 TO 8 LINE DECODER) ต่อเข้ากับสัญญาณควบคุมจากหน่วยประมวลกลาง (CPU)

5.จุดส่งสัญญาณเข้าออก (INPUT/OUTPUT PORT)

5.1จุดสัญญาณเข้า (INPUT PORT) เป็นพอร์ตที่ไมโครโปรเซสเซอร์ใช้รับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
028842

ข้อมูลจากเครื่องโทรศัพท์ภายใน ใช้ ไอซี เบอร์ 74LS244 (8 BIT BUFFER) 4 ตัว และ ไอซี เบอร์ 74LS138 1ตัว มีรายละเอียดดังนี้

พอร์ต 0 (PORT 0,74LS244,U7) ต่อกับ ดิฟสวิตช์ (DIP SWITCH) เป็นวงจรสำหรับเซ็ท (SET) กับเครื่องโทรศัพท์ภายในทั้ง 6 ตัว ว่าใช้แบบหมุน (PULSE) หรือ แบบกดปุ่ม (DTMF)

พอร์ต 1 (PORT 1,74LS244,U8) ต่อเป็นวงจรคล้ายกับตัวแรก ใช้สำหรับการเซ็ท ว่าให้เครื่องลูกโทรศัพท์ภายในเครื่องใดใช้ได้บ้าง

พอร์ต 2 (PORT 2,74LS244,U9) ใช้รับสัญญาณการยกหูโทรศัพท์ (HOOK) ของเครื่องโทรศัพท์ภายในทั้ง 6 ตัว และ สัญญาณเรียก (RINGING TONE) จากสายนอกทั้งสองสาย

พอร์ต 3 (PORT 3,74LS244,U10) ใช้เป็นพอร์ตรับสัญญาณถอดรหัสของหมายเลขโทรศัพท์ที่กด ซึ่งเป็นสัญญาณเลขฐานสองจำนวน 4 บิท จากวงจรแปลงรหัสแบบโทน และ พัลส์ (TONE & PULSE DECODER)

อีก พอร์ตหนึ่ง (74LS138) ใช้ควบคุมการทำงานของชุด รีเลย์ (RELAY)ซึ่งทำหน้าที่ตัดต่อระหว่าง ชุดส่วนตรวจสอบสัญญาณเรียก (DETECT RINGING) กับส่วนเชื่อมต่อกับโทรศัพท์สายนอก

5.2จุดสัญญาณออก (OUTPUT PORT) เป็นพอร์ตที่ไมโครโปรเซสเซอร์ใช้ส่งข้อมูลออกจากหน่วยประมวลผลกลาง ไปควบคุมการทำงานทั้งหมดของเครื่องชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติ ใช้ ไอซี ตามเหมาะสมดังนี้

พอร์ต 4 (PORT 4,74LS374,U11) ใช้เป็นพอร์ตควบคุม การปล่อยสัญญาณเสียงชนิดต่างๆ ให้แก่เครื่องโทรศัพท์ภายใน ได้แก่ สัญญาณให้หมุน (DIAL TONE) สัญญาณเรียกกลับ (RINGBACK TONE) สัญญาณไม่ว่าง (BUSY TONE) สัญญาณเรียก (RINGING TONE)

พอร์ต 5 (PORT 5, 74LS378, U12) ใช้เป็นพอร์ตควบคุมการสวิตชิ่ง (SWITCHING) ทางเดินของสัญญาณต่างๆ แก่โทรศัพท์ภายใน โดยทำงานร่วมกับ อนาล็อค สวิตช์ (ANALOG SWITCH) ไอซี เบอร์ 4066

พอร์ต 6 (PORT 6,74LS274,U13) ใช้เป็นพอร์ตสำหรับทำให้โทรศัพท์ภายใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ได้รับสัญญาณริงกิ้ง (RINGING),รวมทั้งสัญญาณพักสาย (HOLD LINE) สายนอก

พอร์ต 7 (PORT 7,74LS374,U14) ใช้เป็นพอร์ตที่ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของส่วนสวิตช์ควบคุมการติดต่อ (CROSS POINT SWITCH) โดยการป้อนสัญญาณสโตรบ (STROBE) และ แอดเดรส (ADDRESS) ให้แก่ส่วนสวิตช์ควบคุมการติดต่อเพื่อทำหน้าที่คู่สายโทรศัพท์สายนอก และสายใน

พอร์ต 8 (PORT 8,74LS374,U23) เป็นพอร์ตที่ใช้ควบคุมไอซีเบอร์ 4066 อนาลอกสวิตช์ (ANALOG SWITCH) ของชุดแปลงรหัสแบบพัลส์ (PULSE DECODER)

พอร์ต 9 (PORT 9,74LS374,U24) เป็นพอร์ตที่ใช้ควบคุมไอซีเบอร์ 4066 อนาลอกสวิตช์ (ANALOG SWITCH) ของชุดแปลงรหัสแบบโทน (TONE DECODER)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การคำนวน และ การสร้าง

3.1 ส่วนเชื่อมต่อโทรศัพท์ภายนอก

(EXTERNAL TELEPHONE SPEECH NETWORK)

ส่วนนี้ เป็นส่วนเชื่อมต่อของ คู่สายโทรศัพท์ภายในให้สามารถติดต่อกับคู่สายโทรศัพท์ภายนอกได้ ตามปรกตินั้น คู่สายโทรศัพท์ของ องค์การโทรศัพท์ จะเป็นแบบ 2 สาย (2 WIRE) แต่เนื่องจากการเชื่อมต่อของคู่สายโทรศัพท์ภายในเป็นแบบ 4 สาย (4 WIRE) ส่วนนี้จะทำหน้าที่ในการแยกสัญญาณเสียงที่ส่งมาจากคู่สายโทรศัพท์ภายนอกให้เป็นสัญญาณรับ-ส่ง คือ ทำ 2 สาย ให้เป็น 4 สาย (2 WIRE 4 WIRE) เพื่อเชื่อมต่อกับโทรศัพท์สายในโดยวงจรสวิทชิ่ง ซึ่งจากวงจรนี้เราสามารถควบคุมอัตราขยายของการรับ-การส่ง และสัญญาณไซด์ โทน (SIDE TONE) ได้ตามความเหมาะสมตามความดังของสัญญาณ ในกรณีตรงกันข้ามก็จะรวมสัญญาณเสียงทั้งรับและส่ง จากคู่สายโทรศัพท์ภายในไปเป็นสัญญาณเพียง 2 สาย เพื่อส่งให้กับคู่สายขององค์การโทรศัพท์

วงจรของส่วนเชื่อมต่อกับสายโทรศัพท์สายนอกแสดงตามรูปที่ 3.1

หลักการทำงานของวงจร

จากวงจร สัญญาณจากคู่สายโทรศัพท์ภายนอก จะถูกเรียงทิศของกระแสโดยไดโอด บริดจ์ (DIODE BRIGDE) จากส่วนนี้จะได้กระแสไฟเพื่อไปเลี้ยง ไอซี MC 34014 (TELEPHONESPEECHNETWORK) และ สัญญาณเสียงก็จะถูกแยกออกโดยความต้าทาน และ ตัวเก็บประจุซึ่งทำหน้าที่ เป็นส่วนกรองความถี่ หลังจากนั้นก็จะเข้า ไอซี MC 34014 เพื่อทำการแยกสัญญาณรับ และ ส่ง ออกจากกัน หลังจากนั้นก็จะไปยังส่วนสวิทชิ่ง เพื่อทำการส่งไปยังคู่สายโทรศัพท์ภายใน

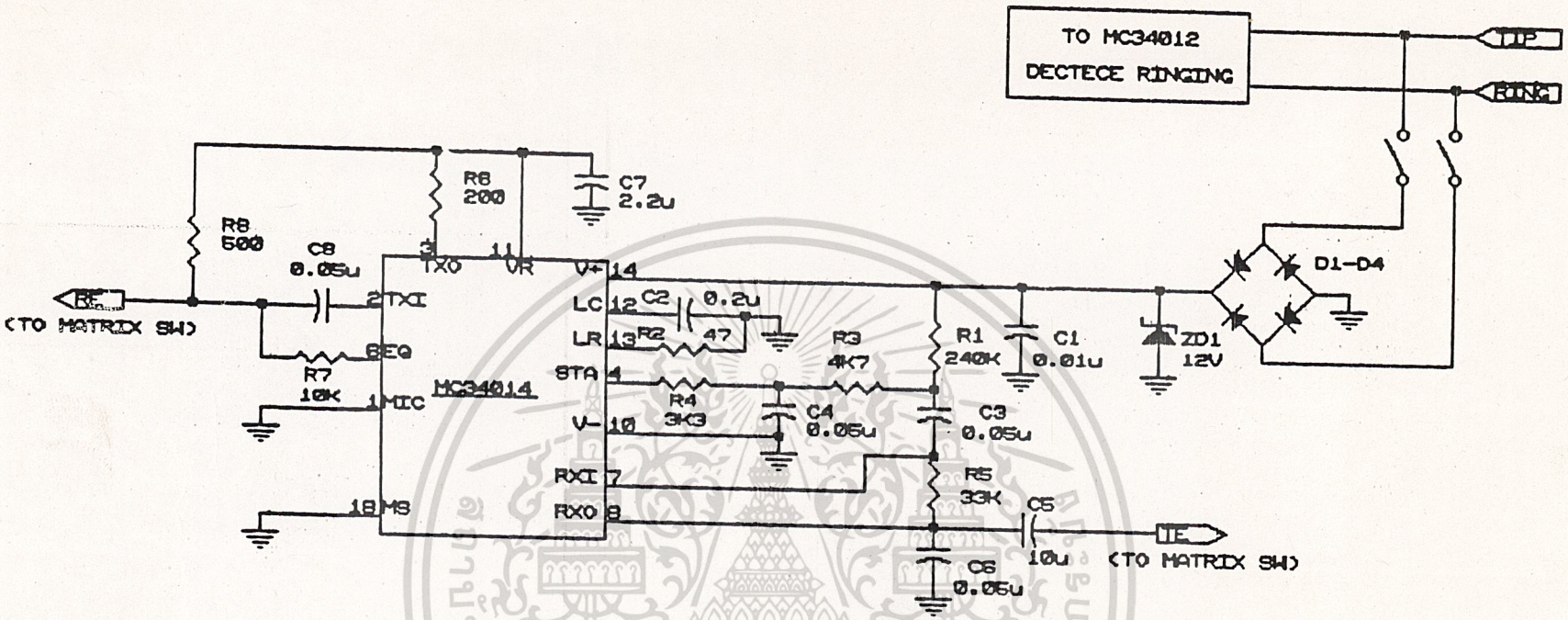
สำหรับ การปรับอัตราขยายของการรับ นั้นสามารถควบคุมได้โดยการเปลี่ยนค่าความต้านทาน R6 คือ เพิ่มอัตราขยายของการรับ ด้วยการลดค่าความต้านทานของ R6 ลง และในทำนองเดียวกันถ้าต้องการ ปรับอัตราขยายของการส่ง ควบคุมได้โดยเปลี่ยนค่าความต้านทาน R5 คือ เพิ่มอัตราการขยายของการส่ง ด้วยการเพิ่มค่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความต้านทานของ R5 (โดยปรกติอัตราการขยายของการส่งจะเท่ากับ 20 เท่า หรือ 26 เดซิเบล (dB))

-ขา MS เป็นขาของการเลือกโหมด(MODE) ของคู่สายโทรศัพท์ภายนอกว่าเป็น แบบพัลส์ หรือ แบบโทน โดยถ้าเป็นแบบพัลส์ให้ป้อน ลอจิก "1" (>2.0) ที่ขา MS แต่ถ้าเป็นแบบโทน ให้ป้อน ลอจิก "0" (<0.3)หรือกราวน์ (GROUND) ที่ขา MS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่3.1 แสดงวงจรส่วนเชื่อมต่อโทรศัพท์ภายนอก

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

Size	Document Number	REV
A		
Date: January 1, 1997	Sheet of	

3.2 ส่วนตรวจสอบสัญญาณเรียก

(DETECT RINGING)

ส่วนนี้จะทำการตรวจสอบว่ามีสัญญาณเรียก (RING) จากคู่สายโทรศัพท์ภายนอกหรือไม่ ถ้ามีสัญญาณเรียกจากคู่สายโทรศัพท์ภายนอก ก็จะส่งสัญญาณแสดงสถานะว่ามีสัญญาณเรียกจากภายนอกเข้ามา ส่งให้ไมโครโปรเซสเซอร์ทราบ เพื่อให้ทำงานตามขั้นต่อไป

วงจรตรวจสอบสัญญาณเรียกแสดงดังรูปที่ 3.2

หลักการทำงานของวงจร

เมื่อมีสัญญาณเรียกจากคู่สายโทรศัพท์ภายนอก ซึ่งมีขนาดประมาณ 100 โวลต์ และ มีความถี่ 25 เฮิรทซ์ ซึ่งจะถูกเปลี่ยนเป็นสัญญาณระดับต่ำโดย MC 34012 (TELEPHONE TONE RINGER) ซึ่งจากวงจร ตัวความต้านทาน R1 และ ตัวเก็บประจุ C1 จะทำหน้าที่ควบคุม อินพุท อิมพิแดนซ์ (INPUT IMPEDANCE) ของคู่สายโทรศัพท์ภายใน กรณีที่ความถี่ของสัญญาณเรียกต่างกัน และทำหน้าที่ป้องกัน ทรานเซี้ยน (TRANSIENTS) ส่วน ตัวความต้านทาน R2 และ ตัวเก็บประจุ C2 ทำหน้าที่ในการเป็นตัวกำหนดความถี่ออสซิลเลท (OSCILLATE) ภายในไอซี ทำให้มีสัญญาณ เอาท์พุท ที่ขา โทนริงเกอร์ เอาท์พุท (TONE RINGER OUTPUT) หรือขา RO(4) ซึ่งมีขนาด 20 โวลต์ ความถี่ 1000 เฮิรทซ์ (MC 34012-1) จากนั้นสัญญาณเอาท์พุทก็จะถูกเรียงทิศกระแส โดยไดโอด บริดจ์ (DIODE BRIGDE) แล้วส่งสัญญาณให้ออปโตคัปเปอร์ (OPTO CUPLER) 4N25 ซึ่งทำงานโดยที่เอาท์พุทของออปโตคัปเปอร์ เป็นสถานะทางลอจิกส่งไปให้ไมโครโปรเซสเซอร์ (MICROPROCESSOR) เมื่อมีสัญญาณเรียกจากคู่สายโทรศัพท์ภายนอกจะมีสถานะทาง ลอจิก เป็น "1" แต่ถ้าไม่มีสัญญาณเรียกจากคู่สายโทรศัพท์ภายนอก ก็จะมีสถานะเป็น ลอจิก "0"

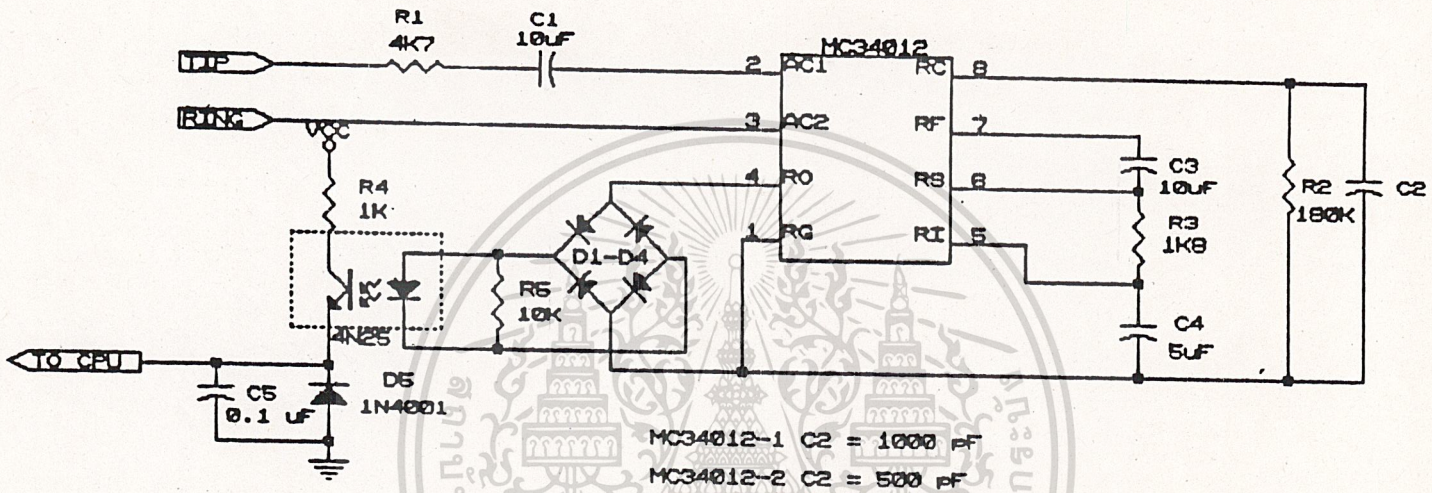
สัญญาณความถี่ที่ขา RO(4)

MC 34012-1 = 1000 Hz

MC 34012-2 = 2000 Hz

MC 34012-3 = 500 Hz

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.2 แสดงวงจรส่วนตรวจสอบสัญญาณเรียก

Size	Document Number	REV
A	DETECT RINGING	
Date: January 1, 1991	Sheet	of

3.3 การแปลงสัญญาณทางโทรศัพท์แบบความถี่ และ แบบพัลส์

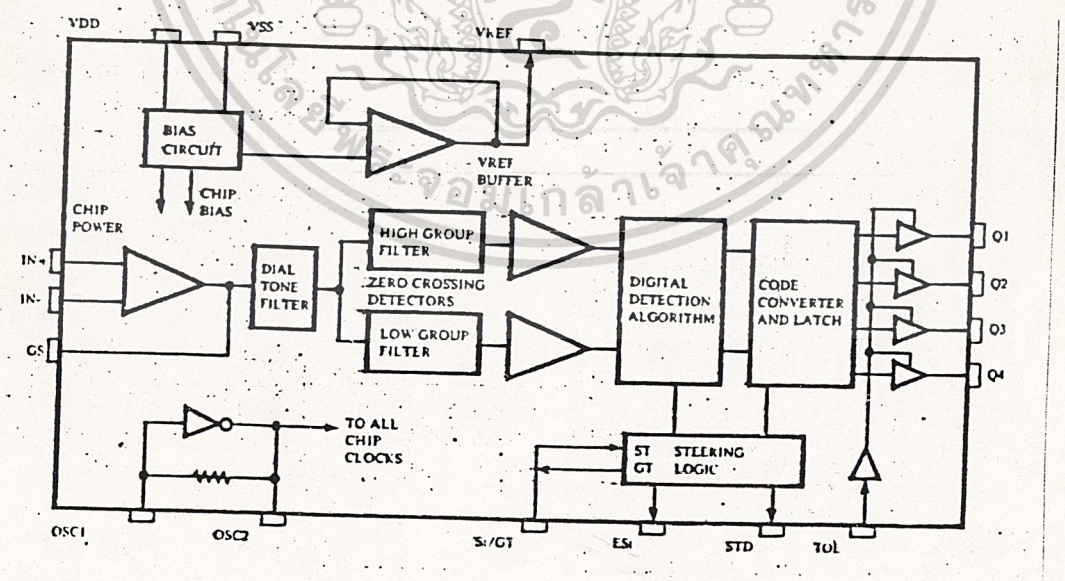
(DECODE TONE AND PULSE)

การแปลงสัญญาณแบบความถี่(DECODE TONE)

ใช้ไอซีเบอร์ MT8870 ในการแปลงความถี่ ของการกดปุ่มโทรศัพท์แต่ละหมายเลขเพื่อ แปลงให้เป็นเลขฐานสองจำนวน 4 หลักมีค่าตามหมายเลขที่กด ซึ่งเป็นประโยชน์ในการบอกให้หน่วยประมวลผลกลาง (CPU) รู้และนำไปปฏิบัติได้

โครงสร้างของ MT8870

โครงสร้างภายในของ MT8870 ภายในประกอบด้วยวงจรกรองความถี่ และวงจรถอดรหัสฟังค์ชั่นทางดิจิตอล ในส่วนของวงจรกรองความถี่ ใช้เทคนิคของสวิตซ์คาปาซิเตอร์ฟิลเตอร์ สำหรับกรองความถี่สูง และต่ำ ส่วนวงจรถอดรหัส จะใช้เทคนิคการนับทางดิจิตอลเพื่อตรวจจับและถอดรหัสทั้ง 16 ความถี่ออกมาเป็นเลขฐานสองขนาด 4 บิท (BIT) และเช็คช่วงเวลาที่สัญญาณเข้ามา ส่วนภาคอินพุทเป็นออปแอมป์ ซึ่งสามารถปรับอัตราการขยายได้โดยต่ออุปกรณ์ข้างนอกเอาท์พุทเป็นวงจรแลตช์ 3 สถานะ



รูปที่3.3 แสดงโครงสร้างภายในของ MT8870

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฟังค์ชั่นการทำงานภายใน MT8870

ภายใน MT8870 ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 5 ส่วนคือ

-ภาคถอดความถี่ (FILTOR SECTION)

-ภาคถอดรหัส (DECODE SECTION)

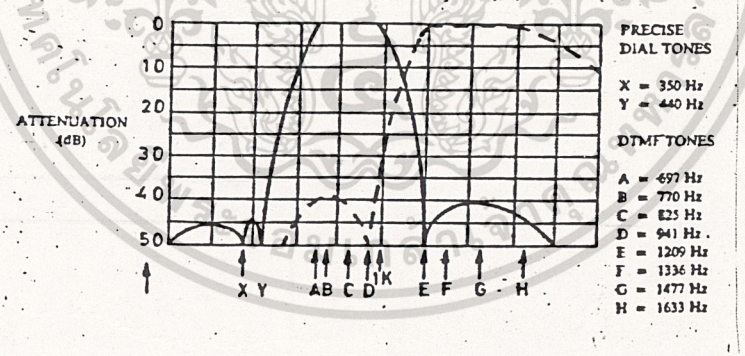
-ภาคตรวจสอบสัญญาณ (STEERING CIRCUIT)

-ภาคขยายสัญญาณความแตกต่าง (DIFFERENTIAL INPUT)

-ภาคกำเนิดความถี่ (OSCILLATOR)

ภาคถอดความถี่

ในส่วนนี้ จะแยกสัญญาณความถี่ทางโทรศัพท์ (DTMF) ที่เข้ามาออกเป็น 2 กลุ่มความถี่ คือ ช่วงความถี่สูง และ ช่วงความถี่ต่ำ โดยใช้ วงจรกรองความถี่อันดับ 6 ชนิดคาปาซิเตอร์ (SIX-ORDER SWITCHED CAPACITOR BAND PASS FILTER) ซึ่งความถี่ที่แยกได้มี 2 ช่วง คือ ช่วงความถี่สูงและช่วงความถี่ต่ำ



รูปที่3.4 แสดงความถี่ที่ได้จากภาคกรองความถี่

ภาคถอดรหัส

ความถี่ทางโทรศัพท์ (DTMF) ที่ถูกกรองเรียบร้อยแล้ว จะผ่านเข้าวงจรถอดรหัสความถี่ออกเป็นตัวเลขโดย ใช้ เทคนิคการนับแบบดิจิตอล และ มีการตรวจสอบความถี่ ที่เข้ามาว่าเป็นความถี่มาตราฐานหรือไม่ เพื่อป้องกันความถี่อื่นเข้ามาผสม เมื่อตรวจสอบว่าความถี่นั้นถูกต้อง สัญญาณที่ขา EST (EARLY STEERING) ก็จะแอคทีฟ สำหรับค่าที่ถอดรหัสได้จากความถี่นั้นแสดงดังรูปที่ 3.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

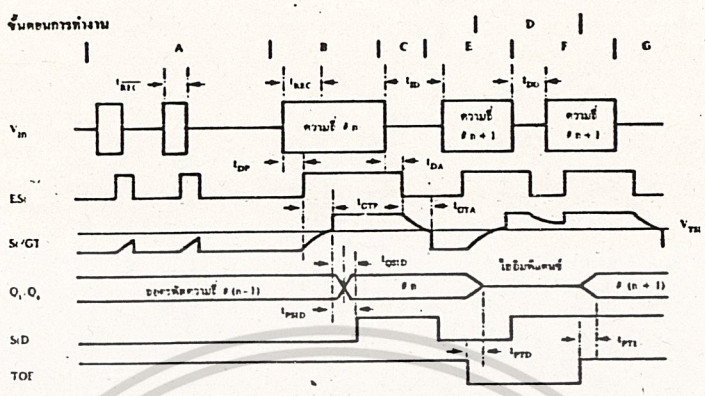
F_{LOW}	F_{HIGH}	NO	TOE	Q_4	Q_3	Q_2	Q_1
697	1209	1	H	0	0	0	1
697	1336	2	H	0	0	1	0
697	1477	3	H	0	0	1	1
770	1209	4	H	0	1	0	0
770	1336	5	H	0	1	0	1
770	1477	6	H	0	1	1	0
852	1209	7	H	0	1	1	1
852	1336	8	H	1	0	0	0
852	1477	9	H	1	0	0	1
941	1336	0	H	1	0	1	0
941	1209	*	H	1	0	1	1
941	1477	#	H	1	1	0	0
697	1633	A	H	1	1	0	1
770	1633	B	H	1	1	1	0
852	1633	C	H	1	1	1	1
941	1633	D	H	0	0	0	0
-	-	ANY	L	Z	Z	Z	Z

รูปที่3.5 แสดงค่าที่ถอดรหัสได้จากความถี่ต่างๆ

ภาคตรวจสอบสัญญาณ

ก่อนที่จะมีการถอดรหัสความถี่ออกไปที่เอาท์พุต จะมีการตรวจสอบช่วงความถี่ที่เข้ามาว่ามีระยะเวลาตามที่กำหนดหรือไม่ โดยสังเกตจากระยะเวลาการกดปุ่มโทรศัพท์ ซึ่งต้องกดปุ่มให้มีความถี่ออกมาเป็นช่วงเวลาพอสมควรมิฉนั้นวงจรส่วนนี้จะไม่รับ โดยถือว่าสัญญาณไม่ถูกต้อง ส่วนช่วงเวลายาวเท่าใดสามารถตั้งโดยใช้ค่าความต้านทานและค่าตัวเก็บประจุ (R,C) ภายนอก สัญญาณที่ขา EST จะเป็นระดับสัญญาณสูง (HIGH)นานใกล้เคียงกับระยะเวลาที่มีความถี่ทางโทรศัพท์ (DTMF)เข้ามา จากรูปที่ 3.7 เมื่อขา EST เป็นไฮ HIGH ทำให้ค่าแรงดัน V_c สูงขึ้น ตัวเก็บประจุ (C) จะคายประจุทำให้ค่าแรงดัน V_c สูงขึ้นจนถึงค่าเทรชโฮลด์ วงจรถอดรหัส จึงจะถอดรหัสออกมาเป็นตัวเลขฐานสอง ขนาด 4 บิต รายละเอียดการทำงานดูได้จากแผนภูมิเวลา หรือ ไทมิ่งไดอะแกรม (TIMING DIAGRAM)ในรูปที่ 3.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



อธิบายขั้นตอนการทำงาน

A - ตรวจพบความถี่เข้ามา แต่คาบเวลาไม่ถูกต้อง เอาต์พุตไม่เปลี่ยน

B - ความถี่ # n ถูกตรวจพบและมีคาบเวลาที่ถูกต้อง ความถี่ถูกถอดรหัส และแลตช์ไว้ที่เอาต์พุต

C - จบความถี่ # n ช่วงห่างถูกต้อง เอาต์พุตยังคงแลตช์อยู่จนกว่าจะได้รับความถี่ที่ถูกต้องใหม่

D - เอาต์พุตเปลี่ยนเป็นไฮอิมพีแดนซ์

E - ความถี่ # n + 1 ถูกตรวจพบ คาบเวลาถูกต้อง ความถี่ถูกถอดรหัสและแลตช์ไว้

F - ความถี่ # n + 1 หายไป ช่วงห่างไม่ถูกต้อง เอาต์พุตยังคงแลตช์อยู่

C - จบความถี่ # n + 1 ช่วงห่างถูกต้อง เอาต์พุตยังแลตช์อยู่จนถึงความถี่ใหม่ที่ถูกต้อง

อธิบายคำศัพท์

V_{in} - สัญญาณความถี่ DTMF ที่เข้ามา

ESt - Early Steering output ใช้แสดงความถี่ที่ถูกต้อง

St/GT - Steering input/Guard Time output สำหรับต่อกับ RC ภายนอก

Q_1-Q_4 - เอาต์พุต BCD ขนาด 4 บิต

StD - Delayed Steering output ใช้แสดงว่าความถี่ที่ได้รับหรือหายไป มีคาบเวลาตามที่กำหนด เพื่อแสดงความถูกต้องของสัญญาณ

TOE - Tone Output Enable (input) ใช้ควบคุม Q_1-Q_4 ให้เป็นไฮอิมพีแดนซ์

$t_{\overline{REC}}$ - คาบเวลานานสุดที่ตรวจพบความถี่ DTMF แล้วยังไม่ถูกต้อง

t_{REC} - คาบเวลาสั้นสุดที่ต้องการเพื่อแสดงว่าสัญญาณถูกต้อง

t_{ID} - เวลาสั้นสุดระหว่างสัญญาณ DTMF ที่ถูกต้อง 2 สัญญาณ

t_{DO} - เวลานานสุดที่ยอมให้สัญญาณหายไปได้ในคาบเวลาความถี่ที่ถูกต้อง

t_{DP} - เวลาที่ใช้ในการตรวจพบสัญญาณความถี่ DTMF ที่ถูกต้อง

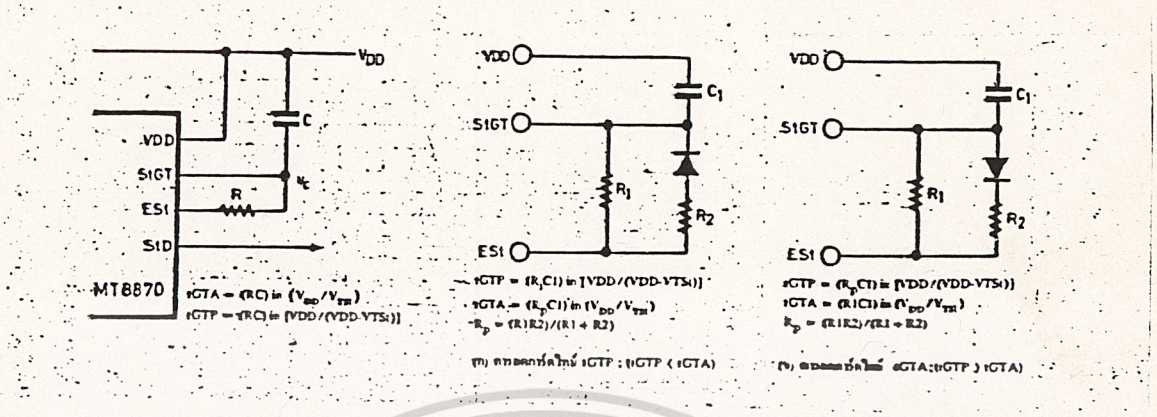
t_{DA} - เวลาที่ใช้ในการตรวจการหายไปของสัญญาณความถี่ DTMF ที่ถูกต้อง

t_{GTP} - การ์ดไทม์ของการปรากฏความถี่ DTMF

t_{GTA} - การ์ดไทม์ของการหายไปของความถี่ DTMF

รูปที่ 3.7 ไทมิ่งไดอะแกรมการทำงาน ของ MT8870

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



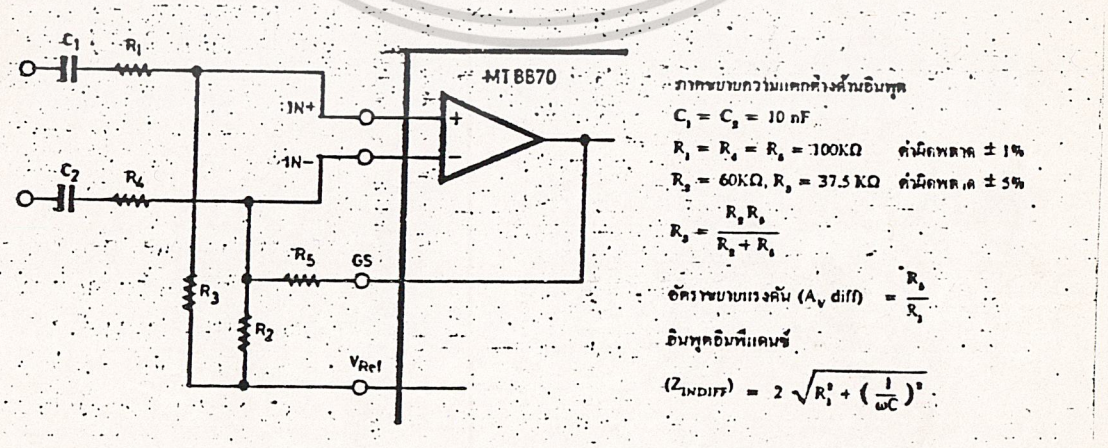
รูปที่ 3.8 แสดงวงจรตรวจสอบอย่างง่ายและแสดงการกำหนดเวลาการ์ดไทม์ (GARD TIME) พร้อมวิธีการคำนวน

ภาคแสดงสัญญาณความแตกต่าง

วงจรอินพุทของ MT8870 เป็นภาคขยายออปแอมป์ที่สามารถปรับอัตราการขยายโดยวงจรภายนอกเพิ่มเข้าไปอีกดังรูปที่ 3.9 แสดงการต่อวงจรภายนอกเข้ากับอินพุทซึ่งสามารถคำนวนอัตราขยายความแตกต่างของอินพุท และ อิมพิแดนซ์ได้ดังนี้

อัตราขยาย (A_v diff) = R_5/R_1

อินพุทอิมพิแดนซ์ (Z_{in} diff) = $2(R_1 + (1/WC)^2)^{1/2}$

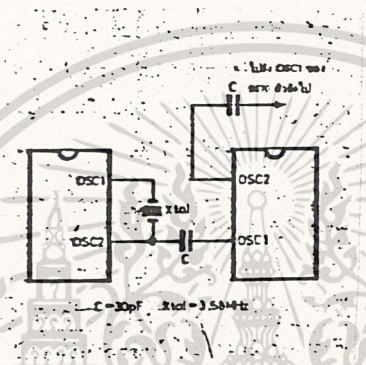


รูปที่3.9แสดงการต่อวงจรภาคอินพุท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคกำเนิดความถี่

ในภาคนี้ ภายในไอซีจะมีวงจรเวลาอยู่ภายใน เพียงแต่ต่อ คริสตอลขนาด 3.579 เมกกะเฮิรทซ์ ก็ใช้งานได้ทันที การต่อวงจรกำเนิดความถี่แสดงดังรูปที่ 3.10



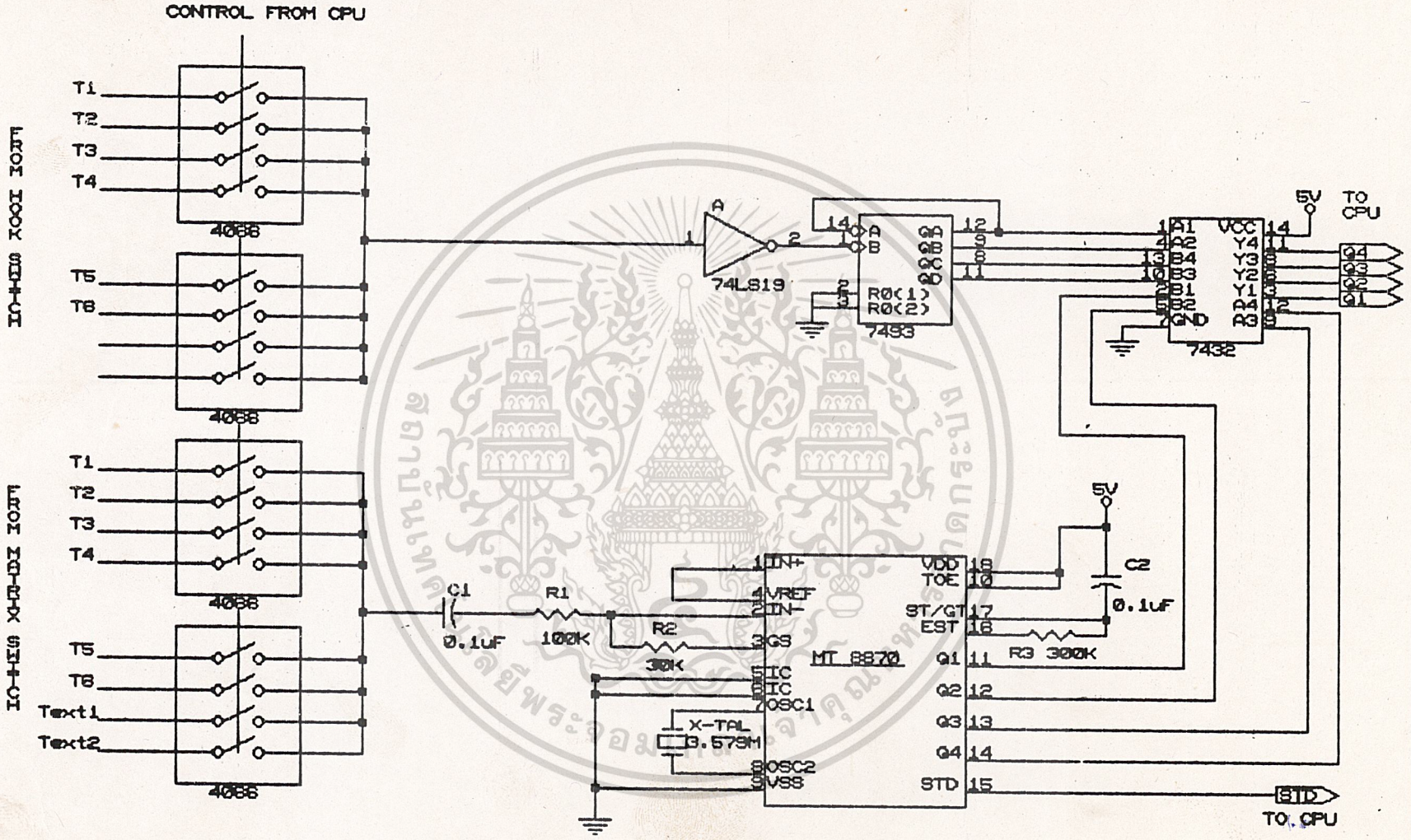
รูปที่3.10 แสดงการต่อวงจรกำเนิดความถี่

การแปลงสัญญาณแบบพัลส์ (DECODE PULSE)

สำหรับการแปลงสัญญาณแบบพัลส์จะใช้ไอซีเบอร์ 7493 ซึ่งเป็น ไบนารี่ เคาร์เตอร์ (BINARY COUNTER) ขนาด 4 บิท ใช้ในการนับจำนวนพัลส์ของการหมุนของโทรศัพท์ในแต่ละครั้ง ซึ่งจำนวนพัลส์ที่ออกมาจะมีค่าตามหมายเลขของการหมุนแต่ละครั้ง แล้วจะมีการ แปลงเป็นเลข ไบนารี่ ขนาด 4 บิท ตามต้องการ

หลังจากที่มีการดีโค๊ด (DECODE)แล้ว การแปลงทั้ง 2 แบบ จะถูกนำเข้า ออเกท (OR GATE) เพื่อที่ให้หน่วยประมวลผลกลาง สามารถรับรู้ได้ทั้ง 2 แบบในพอร์ทเดียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.11 แสดงวงจรส่วนการแปลงสัญญาณแบบโทน และ แบบพัลส์

Size	Document Number	REV
A	DTMF & PULSE DECODER	
Date: January 1, 1991	Sheet	of

3.4 ส่วนเสียงดนตรีขณะที่มีการพักสาย

(HOLD LINE)

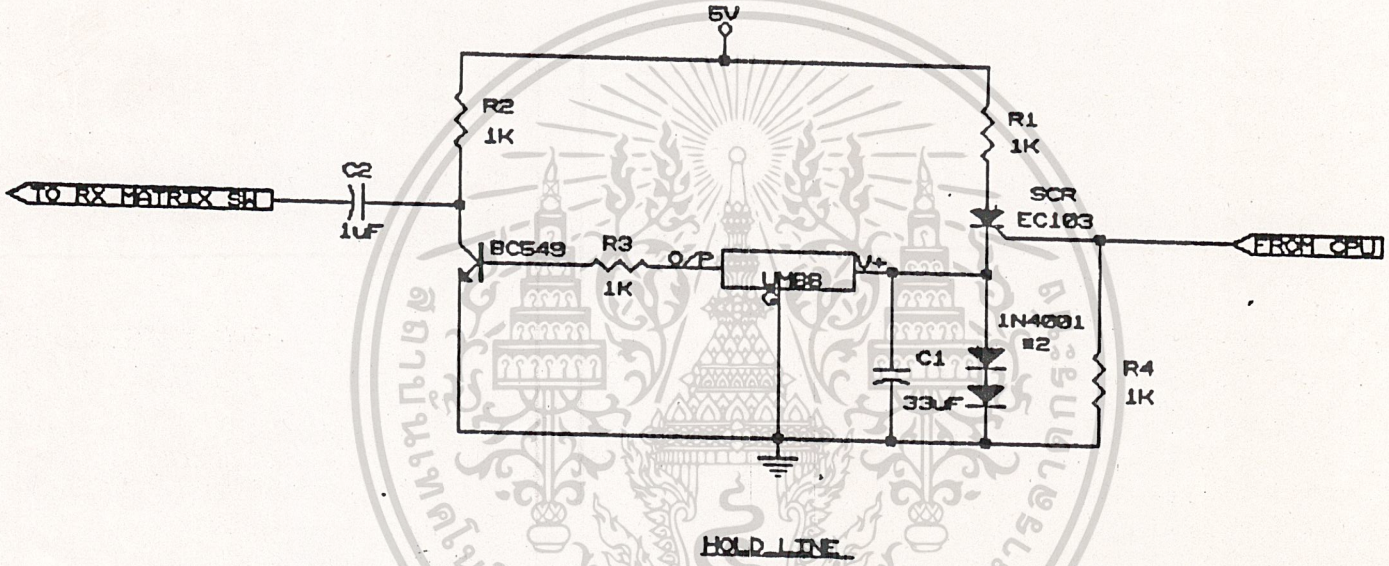
จากวงจรส่วนนี้ ในขณะที่มีการพักสาย จะมีเสียงดนตรีส่งไปให้ผู้ที่กำลังถือโทรศัพท์รออยู่ ทราบว่าขณะนี้สายโทรศัพท์ยังคงต่ออยู่ นอกจากนี้ยังจะให้ความเพลิดเพลินแก่ผู้ที่กำลังถือสายรออยู่อีกด้วย

รูปที่ 3.12 แสดงวงจรเสียงดนตรีขณะที่มีการพักสาย

หลักการทำงาน

จากวงจรจะเห็นว่าเมื่อมีสัญญาณ ที่เป็นลอจิก "1" จากหน่วยประมวลผลกลางจะทำให้ เอสซีอาร์ (SCR) มีการทำงาน จะส่งผลให้ ไอซีเสียงเพลงเบอร์ UM 66ทำงาน และ ส่วนเอาท์พุทของไอซีจะถูกขยายสัญญาณอีกทีหนึ่งโดย ทรานซิสเตอร์ (BC 549) หลังจากนั้นก็จะไปเข้า จุดรับสัญญาณ ของ เมตริกซ์สวิทช์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.12 แสดงวงจรส่วนสร้างสัญญาณเสียงดนตรี

Size	Document Number	REV
A	HOLD-LINE	
Date: January 1, 1991	Sheet	of

3.5 ส่วนติดต่อของคู่สายโทรศัพท์ภายใน

ใช้ ไอซี เบอร์ MC 34F19 เป็น ไอซี ที่ใช้สำหรับการจ่ายไฟเลี้ยงให้เครื่องลูกและทำการแปลงสัญญาณเสียง ของเครื่องโทรศัพท์จาก 2 สาย (WIRE) เป็นแบบ 4 สาย (WIRE) ซึ่งสะดวกต่อการนำไปใช้งาน นอกจากนี้ยังสามารถเช็ค (CHECK) สถานะการ อุค (HOOK) ของเครื่องลูกได้ว่ามีสถานะของการยกหูใช้งานอยู่ หรือ วางหู ซึ่งมีลักษณะเป็นลอจิกหนึ่ง (LOGIC 1) เมื่อมีการวางหู และเมื่อมีการยกหูใช้งานก็มีลอจิก (LOGIC) เป็นศูนย์ "0" ซึ่งเป็นการบอกหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) ว่าเครื่องลูกต้องการใช้งาน หรือ กำลังใช้งาน เพื่อหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) จะได้ทำงานตามขั้นตอนต่อไป

วงจรของส่วนติดต่อของคู่สายโทรศัพท์ภายในแสดงดังรูปที่ 3.13

การทำงานของวงจร

ตามวงจร เมื่อมีการยกหูใช้งานโทรศัพท์ (ON-HOOK) ซึ่งสถานะการอุค (HOOK STATUS) จะมีค่าลอจิก เป็นศูนย์ (0) ซึ่ง ไอซี MC 34F19 ซึ่งจะมีกระแสไหลผ่านตัวต้านทาน (R_R) และ ตัวต้านทาน (R_T) เพียงเล็กน้อยเท่านั้น ค่าแรงดัน ซึ่งตกคร่อมคู่สายประมาณ 32 โวลต์ เมื่อมีการยกหูใช้งาน ไอซี จะจ่ายกระแสให้คู่สายซึ่งมีการขับ (DRIVE) โดยทรานซิสเตอร์ ดาร์ลิงตั้น (TRANSISTOR DARLINGTON) เพื่อให้ได้กระแสมากพอที่เครื่อลูกจะสามารถทำงานได้ ซึ่งขณะนี้ ค่าแรงดันตกคร่อมคู่สายประมาณ 9 โวลต์

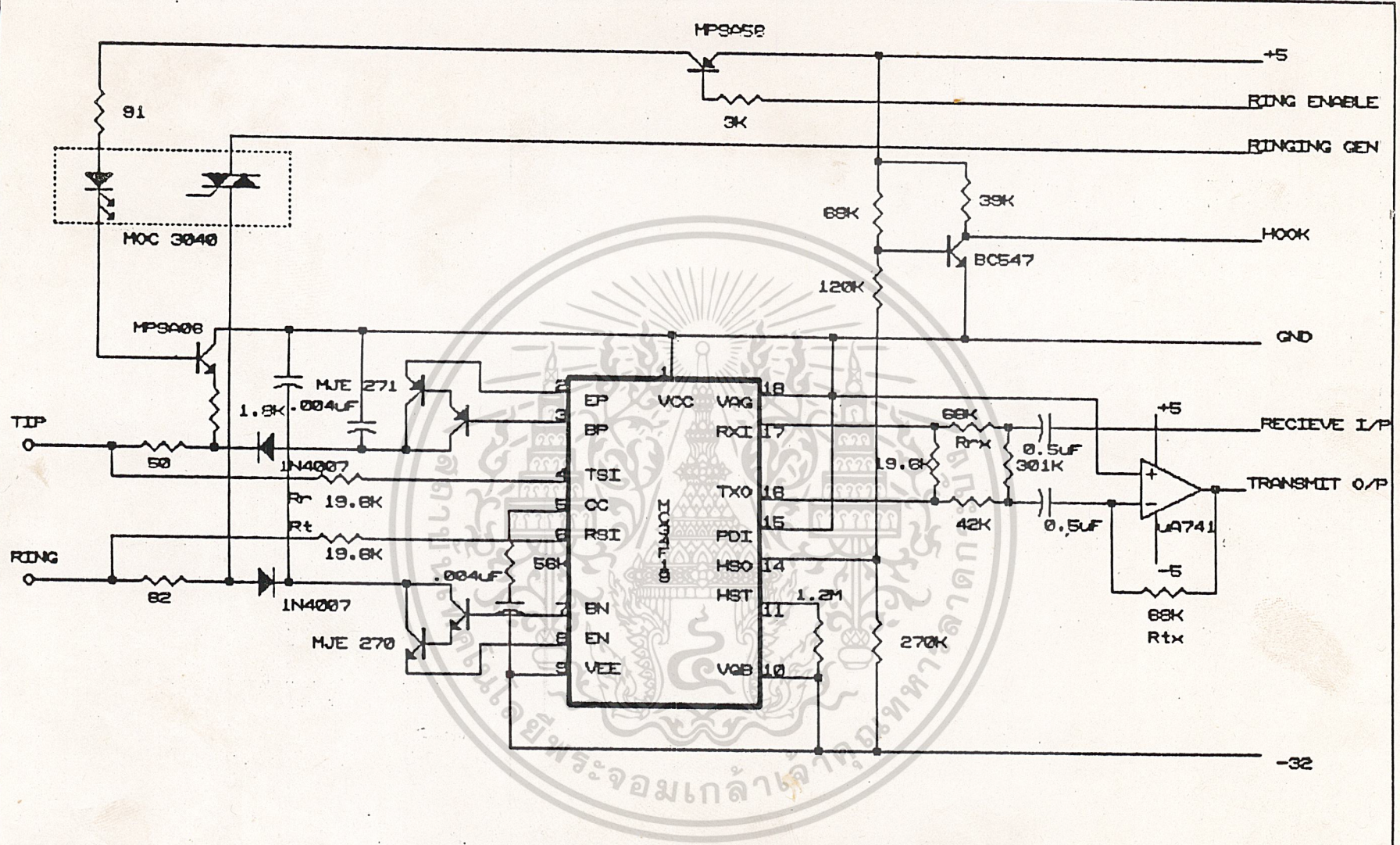
เมื่อต้องการที่ จะให้มีการ ส่งสัญญาณริงกิ้ง (RINGING) ไปยังเครื่องลูกสามารถทำได้โดย ให้ ค่าลอจิก ศูนย์ (LOGIC 0) เข้าที่จุด ริงกิ้ง เอ็นเนเบิ้ล (RINGING ENABLE) และ ป้อนสัญญาณ ริงกิ้ง (RINGING) เข้าไปที่ จุดป้อนสัญญาณ ริงกิ้ง (RINGING GEN) ก็จะสามารถเข้าคู่สายไปยังเครื่องลูกได้

สำหรับในการรับ-ส่งสัญญาณนั้น ถ้าหากสัญญาณมีมาก หรือ น้อยไปสามารถแก้ได้โดยปรับค่าความต้านทาน (R_{RR}) และ ค่าความต้านทาน (R_{TR}) ซึ่งสัญญาณที่รับเข้ามามีค่าน้อยปรับโดยการลดตัวต้านทาน (R_{RR}) และ ถ้าสัญญาณที่ส่งออกไปมีค่าน้อย สามารถ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปรับโดยการลดค่าความต้านทาน (R_{1x}) สำหรับการลด หรือ เพิ่มค่าความต้านทาน (R_{2x}) และ ค่าความต้านทาน (R_{1x}) นั้นจะมีผล กับ ออปแอมป์ (OPAMP) ซึ่งทำหน้าที่ เป็น ไฮบริดจ์ (HYBRIGDE) เพื่อแยกสัญญาณ รับ และ ส่งออกกันเพื่อไปเข้าส่วนสวิตซ์ควบคุมการติดต่อระหว่างคู่สาย (CROSS POINT SWITCH) เพื่อทำการสวิตช์ (SWITCH) เพื่อส่งไปยังส่วนอื่นต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.13 แสดงวงจรส่วนติดต่อของคู่สายโทรศัพท์ภายใน

Size	Document Number	REV
A	SUBCRIBER LOOP INTERFACE CIRCUIT	
Date: January 1, 1991	Sheet of	

ส่วนสวิทช์ควบคุมการติดต่อระหว่างคู่สายทั้ง 6 คู่สายใน กับ คู่สายภายนอก 2 คู่สาย

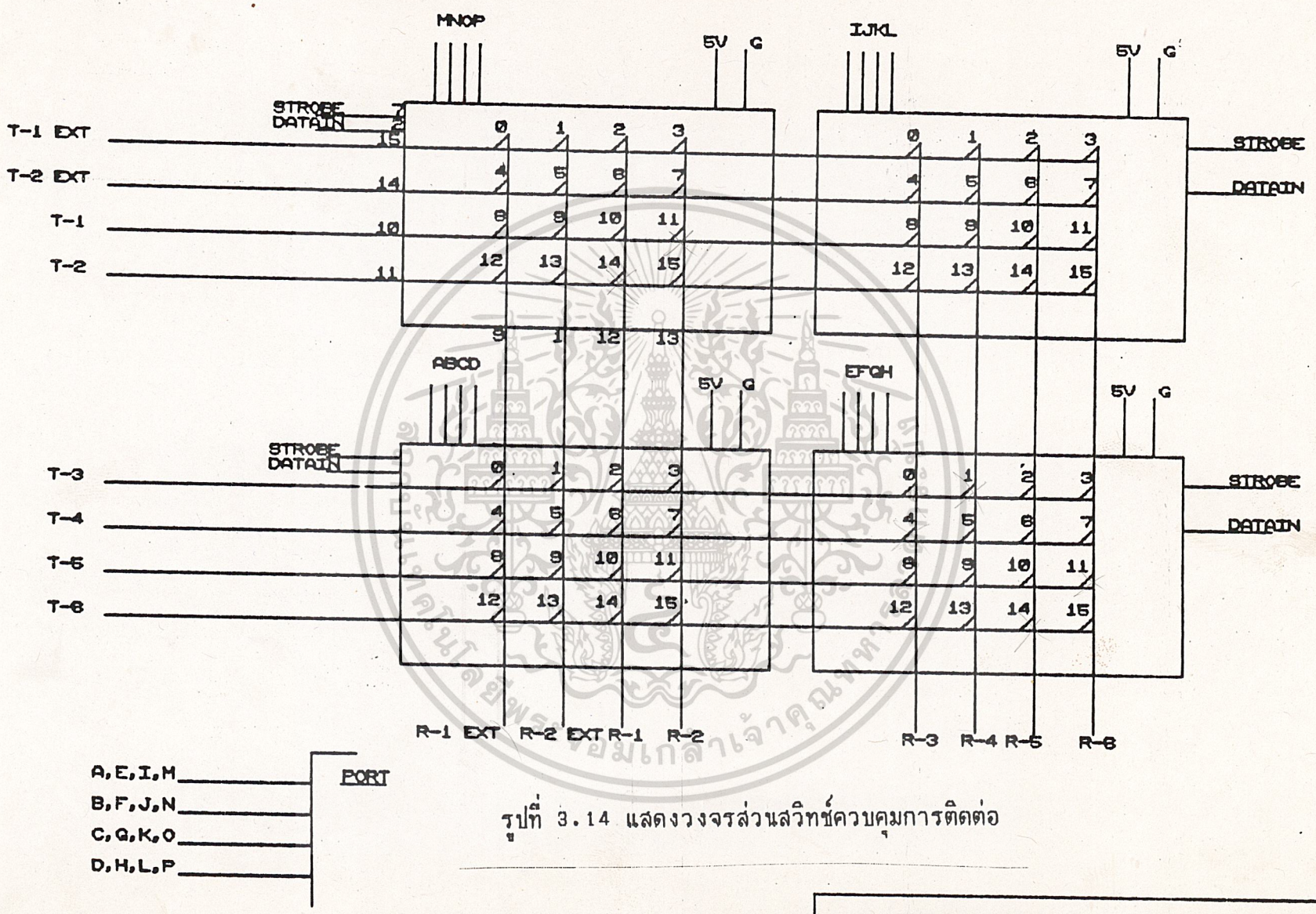
ส่วนนี้จะทำหน้าที่เป็นทางผ่านของสัญญาณเสียง โดยทำการตัดต่อคู่สัญญาณรับ-ส่ง แทนระบบเก่าที่ใช้รีเลย์ (RELAY) ในการติดต่อซึ่งสามารถควบคุมได้ง่ายด้วย ไมโครโปรเซสเซอร์ โดยที่สัญญาณเสียงไม่เพี้ยน

วงจรส่วนควบคุมแสดงดังรูปที่ 3.10

หลักการทำงาน

จากวงจรรูปที่ 3. ใช้ เมตริกซ์ สวิตซ์ (MATRIX SWITCH) ซึ่งเป็น ไอซี 4*4 ครอส พอยน์ สวิทช์ (4*4 CROSS POINT SWITCH) เบอร์ MC 145100 โดยใช้จำนวน 4 ตัว ต่อแบบเมตริกซ์ 2*2 ไอซีตัวนี้ภายในประกอบด้วยสวิตช์ 16 ตัวต่อเป็นแบบเมตริกซ์ 4*4 สวิตซ์ แต่ละตัวมี ไดโอด โปรเทคชั่น (DIODE PROTECTION) และสวิตช์ทุกตัวจะถูกรีเซ็ททุกครั้ง เมื่อเริ่มจ่ายไฟเลี้ยงแก่ตัวไอซี และ สวิตช์แต่ละตัวสามารถกำหนดให้ปิด (OFF) หรือ เปิด (ON) ได้โดยการใส่ตำแหน่งแอดเดรส 4 บิท (ADDRESS 4 BIT) ของสวิตช์ที่ต้องการ เปิด หรือ ปิด บิต D เป็นบิตที่มีความสำคัญสูงที่สุด (MSB) และ บิต A เป็นบิตที่มีความสำคัญต่ำที่สุด (LSB) แล้วให้สัญญาณเก็บข้อมูล (STROBE) เป็นลอจิก "1"เพื่อทำการแปลง 4 บิตเป็น 16 บิท (4 LINE TO 16 LINE DECODER) หลังจากนั้นก็ให้สัญญาณข้อมูล (DATA IN)เป็นลอจิก "1" เมื่อต้องการเปิดสวิตช์ (ON) และ เป็นลอจิก "0" เมื่อต้องการปิดสวิตช์ (OFF) ณ ตำแหน่งสายส่งกับสายรับสัญญาณของแต่ละเครื่อง หลังจากนั้นสัญญาณก็จะสามารถรับส่งผ่านไปได้ เช่น เมื่อต้องการให้คู่สายโทรศัพท์สายนอกคู่สายแรก (T-1EXT) ติดต่อกับโทรศัพท์เครื่องลูกภายใน เครื่องที่ 2 ก็จะทำการเปิดสวิตช์ที่ตำแหน่งที่ 3 (ADRESS = 0011) แล้วให้สัญญาณ สโตรป (STROBE) และ สัญญาณข้อมูล (DATA IN)แก่ ไอซีตัวที่ 1 และเปิดสวิตช์ตำแหน่งที่ 12 (ADDRESS 1100) แล้วให้สัญญาณ สโตรป (STROBE) และ สัญญาณข้อมูล (DATA IN) แก่ไอซีตัวที่ 1 ก็จะทำให้ สัญญาณเสียงส่งจาก T-1EXT โทรศัพท์คู่สายนอกสายแรก ไปยังเครื่องลูกที่ 2 และ สัญญาณจากโทรศัพท์เครื่องลูกที่ 2 (T-2)ไปยังโทรศัพท์คู่สายนอกสายแรก (R-1EXT) ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.14 แสดงวงจรส่วนสวิทช์ควบคุมการติดต่อ

Size	Document Number	REV
A	CROSS MATRIX SWITCH	
Date: January 1, 199	Sheet	of

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

ผลการทดลองในแต่ละส่วน

ได้ทำการทดลองต่อวงจร และ ทดสอบการทำงานของแต่ละส่วน โดยที่ยังไม่ได้ต่อวงจรเสียงเข้ากับ ส่วนควบคุมมีผลดังนี้

ส่วนติดต่อภายนอกและส่วนติดภายใน สามารถคุยติดต่อกันได้โดยผ่านทางจุดสัญญาณส่ง (T_E) จุดสัญญาณรับ (R_E) ของแต่ละฝ่าย ซึ่งมีคุณภาพเสียงที่ดีสามารถฟังได้อย่างชัดเจนดี ส่วนติดต่อภายในสามารถหมุนหมายเลขโทรติดต่อภายนอกโดยผ่าน จุดสัญญาณรับ ของส่วนติดต่อภายนอก

สำหรับไฟเลี้ยงที่จ่ายให้กับไอซีส่วนติดต่อภายในใช้ เร็คกูเลต(REGURATED) เพราะถ้าใช้แหล่งจ่ายไฟที่ไม่มีความเรียบแล้วจะมีเสียงฮัมมาเข้าวงจรทางเสียง

ส่วนประมวลผลกลาง (CPU) และวงจรส่วนต่างๆ นั้นสามารถติดต่อกับอินพุต พอท์ต (INPUT PORT) และ เอาท์พุต พอท์ต (OUTPUT PORT) ได้ตามที่ออกแบบไว้ นอกจากนี้ในส่วนของการสร้างสัญญาณต่างๆ สามารถทำงานตามที่ออกแบบไว้

ผลการทดลองโดยรวม

การทดลองเครื่องชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติ

ได้ทำการทดสอบการทำงาน และ ได้ผลของการทำงานดังนี้

-ทดสอบการทำงานของเครื่องชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติที่สร้างขึ้น โดยการทดสอบ การโทรติดต่อภายใน และ การโทรติดต่อภายนอก กับเครื่องชุมสายโทรศัพท์คณะ สามารถโทรติดต่อใช้งานได้ผลเป็นที่น่าพอใจ

-สัญญาณเสียงเมื่อเปรียบเทียบกับขององค์การโทรศัพท์ มีความใกล้เคียงกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุป และ วิจารณ์

เครื่องชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติที่สร้างขึ้นนี้ คณะผู้จัดทำได้พยายามออกแบบเครื่องให้สามารถทำงานใกล้เคียงกับขององค์การโทรศัพท์ โดยไม่ต้องมีโอเปอร์เรเตอร์ (OPERATOR) และ ใช้อุปกรณ์ที่เป็น ไอซี โทรศัพท์ เป็นส่วนมาก เพื่อที่จะทำให้ขนาดของเครื่องมีขนาดเล็ก ในการพัฒนาให้มีประสิทธิภาพ และ ฟังค์ชั่นการทำงานให้ดีขึ้นอีก สามารถทำได้ง่าย โดยเแพราะการพัฒนาฟังค์ชั่นการทำงานได้โดยพัฒนาซอฟท์แวร์ที่ควบคุมการทำงาน

แนวทางพัฒนาและปัญหา

แนวทางพัฒนา สามารถเพิ่ม ซอร์ฟแวร์ในการ ประชุมร่วม

ปัญหา ส่วนวงจรของเครื่องลูกภายใน ไอซี และทรานซิสเตอร์ จะร้อนเพราะใช้ไฟเลี้ยงสูง แก้โดย ลดไฟเลี้ยงจาก 48 โวลต์ เหลือ ประมาณ 32 โวลต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.

<u>วิธีใช้งานเครื่อง</u>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการใช้งาน

1.การติดต่อภายใน

ยกหูโทรศัพท์ขึ้น จะได้ยินสัญญาณให้หมุน กดหมายเลขที่ต้องการจะติดต่อ (เลข 2 - 3)

ถ้าเครื่องลูกที่จะติดต่อด้วยไม่ว่าง จะได้ยินสัญญาณไม่ว่าง ดัง 0.5 วินาที และ ดับ 0.5 วินาที ให้วางหูโทรศัพท์ และให้โทรใหม่

ถ้าเครื่องลูกที่จะติดต่อว่าง จะได้ยินสัญญาณเรียกกลับ ดัง 1 วินาที และ ดับ 3 วินาที และปลายทางจะมีสัญญาณเรียกทำให้กระดิ่งดัง

เมื่อปลายทางรับสายแล้ว จะสามารถพูดคุยติดต่อกันได้

2.การติดต่อสายนอก

กดหมายเลข 0 จะได้ยินสัญญาณให้หมุน จากองค์การโทรศัพท์ กดหมายเลขที่ต้องการจะติดต่อด้วย

ถ้าสายนอกไม่ว่าง จะได้ยินสัญญาณไม่ว่าง ดัง 0.5 วินาที และ ดับ 0.5 วินาที ให้วางหูโทรศัพท์ และให้โทรใหม่

3.การโอนสาย

ขณะที่คุยกับสายใดๆ กดแคร่ 1 ครั้ง (กดไม่เกิน 1 วินาที) และกดหมายเองการจะโอนสายไป เมื่อผู้รับยกหูและคุยกันแล้ว ให้วางหูจะเป็นการสิ้นสุดการโอนสาย

4.การโทรเข้า

หลังจากที่สายนอกกดหมายเลข 7 ตามองค์การโทรศัพท์แล้ว ให้กดหมายเลขที่ต้องการจะติดต่อด้วย (หมายเลข 1-6) ภายใน 5 วินาที และจะมีกระดิ่งดังที่เครื่องลูกนั้น ถ้าสายนอกไม่กดภายใน 5 วินาที จะไปดังที่เครื่องที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

<u>รายละเอียดของ ไอซีต่างๆ</u>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MOTOROLA

MC142100
MC145100

4 × 4 CROSSPOINT SWITCH WITH CONTROL MEMORY

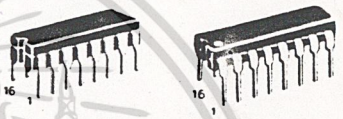
The MC142100 and MC145100 consist of 16 crosspoint switches (analog transmission gates) organized in 4 rows and 4 columns. Both devices have 16 latches, each of which controls the state of a particular switch. Any of the 16 switches can be selected by applying its address to the device and a pulse to the strobe input. The selected crosspoint will turn on if during strobe, Data In was a one and will turn off if during strobe, Data In was a zero. In addition the MC145100 will reset all non-selected switches in the same row as the selected switch. Other switches are unaffected. In the MC145100, an internal power-on reset turns off all switches as power is applied.

- Internal Latches Control State of Switches
- Power-On Reset (MC145100 Only)
- Low On Resistance – Typically on 110 Ω @ 10 Vdc
- Large Analog Range ($V_{DD} - V_{SS}$)
- All Pins Are Diode Protected
- Matched Switch Characteristics
- High CMOS Noise Immunity
- MC142100 Pin-for-Pin Replacement for CD22100

CMOS MSI

(LOW-POWER COMPLEMENTARY MOS)

4 × 4 CROSSPOINT SWITCH WITH CONTROL MEMORY

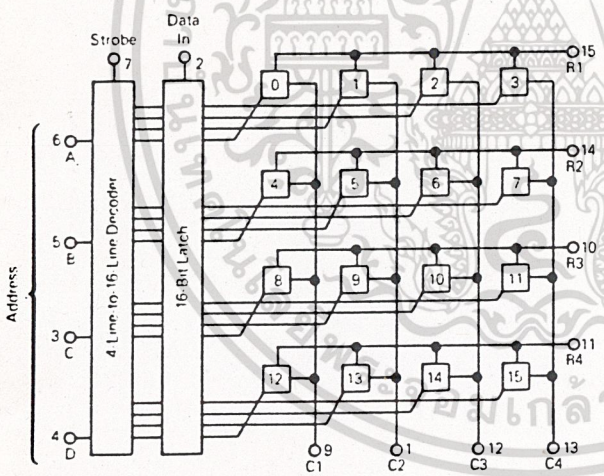


L SUFFIX
CERAMIC PACKAGE
CASE 620

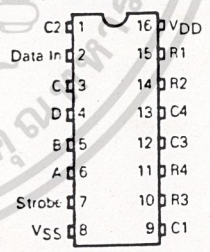
P SUFFIX
PLASTIC PACKAGE
CASE 648

ORDERING INFORMATION

MC14XXXX — Suffix Denotes
- L — Ceramic Package
- P — Plastic Package
- A — Extended Operating Temperature Range
- C — Limited Operating Temperature Range



PIN ASSIGNMENTS



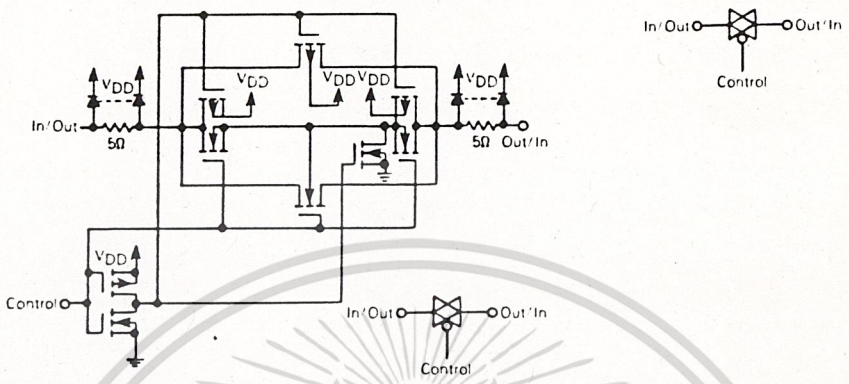
MAXIMUM RATINGS (Voltages referenced to V_{SS}, Pin 8)

Rating	Symbol	Value	Unit
DC Supply Voltage	V_{DD}	- 0.5 to + 18	Vdc
Input Voltage, All Inputs	V_{in}	- 0.5 to V_{DD} + 0.5	Vdc
Through Current	I	25	mAdc
Operating Temperature Range AL Device CL/CP Device	T_A	 - 55 to + 125 - 40 to + 85	°C
Storage Temperature Range	T_{stg}	- 65 to + 150	°C

This device contains circuitry to protect the inputs against damage due to high static voltages or electric fields, however, it is advised that normal precautions be taken to avoid application of any voltage higher than maximum rated voltages to this high impedance circuit. For proper operation it is recommended that V_{in} and V_{out} be constrained to the range $V_{SS} \le (V_{in}$ or $V_{out}) \le V_{DD}$.
Unused control inputs must always be tied to an appropriate logic voltage level (e.g., either V_{SS} or V_{DD}).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ANALOG TRANSMISSION GATE
(CROSSPOINT) SCHEMATIC



ELECTRICAL CHARACTERISTICS (V_{SS} = 0 V)

Characteristic	Symbol	V_{DD} Vdc	T_{low}* Min	T_{low}* Max	25°C Min	25°C Typ	25°C Max	T_{high}* Min	T_{high}* Max	Unit
Operating Voltage MC145100	V_{DD}	–	4.25	18	4.25	–	18	4.25	18	Vdc
MC142100			3	18	3	–	18	3	18	
Input Voltage (Logic) "0" Level Control Input	V_{IL}	5	–	1.5	–	2.25	1.5	–	1.5	Vdc
		10	–	3.0	–	4.50	3.0	–	3.0	
		15	–	4.0	–	6.75	4.0	–	4.0	
"1" Level	V_{IH}	5	3.5	–	3.5	2.75	–	3.5	–	Vdc
		10	7.0	–	7.0	5.50	–	7.0	–	
See Figure 1		15	11.0	–	11.0	8.25	–	11.0	–	
Input Current AL	I_{in}	15	–	±0.1	–	±0.00001	±0.1	–	±1.0	μA
Pins 2, 3, 4, 5, 6, 7 CL, CP	I_{in}	15	–	±0.3	–	±0.00001	±0.3	–	±1.0	
Input Capacitance (V_{in} = 0)	C_{in}									pF
Digital Inputs		10	–	–	–	7	15	–	–	
Switch Inputs/Outputs		10	–	–	–	50	75	–	–	
Feedthrough Capacitance	$C_{in/out}$	–	–	–	–	0.4	–	–	–	pF
Quiescent Current (All) MC145100	I_{DD}	5	–	200	–	55	110	–	70	μA
		10	–	400	–	115	230	–	100	
		15	–	600	–	170	340	–	200	
MC142100	I_{DD}	5	–	5	–	0.003	5	–	150	μA
		10	–	10	–	0.004	10	–	300	
		15	–	20	–	0.005	20	–	600	
Quiescent Current MC145100 (CL, CP Device)	IDD	5	–	250	–	55	150	–	80	μA
		10	–	500	–	115	300	–	150	
		15	–	800	–	170	600	–	300	
MC142100	I_{DD}	5	–	5	–	0.003	5	–	150	μA
		10	–	10	–	0.004	10	–	300	
		15	–	20	–	0.005	20	–	600	
On State See Figures 6, 10 Resistance $V_{in} = \frac{V_{DD} - V_{SS}}{2}$	R_{on}	5	–	270	–	250	300	–	375	Ω
		10	–	140	–	110	170	–	230	
		15	–	90	–	85	115	–	145	
On State Resistance Difference Between Any Two Switches $V_{in} = \frac{V_{DD} - V_{SS}}{2}$ See Figure 6	ΔR_{on}	5	–	–	–	25	30	–	–	Ω
		10	–	–	–	15	25	–	–	
		15	–	–	–	15	20	–	–	
Input/Output Leakage AL	$I_{in/out}$	15	–	±100	–	±0.4	±100	–	±1000	nA
Current, Switch Off CL, CP		15	–	±300	–	±0.4	±300	–	±1000	

* T_{low} = 55°C for AL Device, −40°C for CL, CP Device
T_{high} = +125°C for AL Device, +85°C for CL/CP Device

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SWITCHING CHARACTERISTICS (V_{SS} = 0, T_A = 25°C, C_L = 50 pF)

Characteristics		Symbol	V_{DD} Vdc	Min	Typ	Max	Unit
Propagation Delay Times	V_{SS} = 0 Vdc						
Input to Output		t_{PLH}, t_{PHL}	5	–	30	60	ns
			10	–	15	30	
			15	–	10	20	
Strobe to Output							
Output "1" to High Impedance	MC142100	t_{PLZ}, t_{PHZ}	5	–	350	700	ns
Output "0" to High Impedance			10	–	175	350	
			15	–	125	250	
Output "1" to High Impedance	MC145100	t_{PLZ}, t_{PHZ}	5	–	520	1040	ns
Output "0" to High Impedance			10	–	215	430	
			15	–	140	280	
High Impedance to Output "1"	MC142100	t_{PZH}, t_{PZL}	5	–	300	600	ns
High Impedance to Output "0"			10	–	150	250	
			15	–	80	160	
High Impedance to Output "1"	MC145100	t_{PZH}, t_{PZL}	5	–	550	1100	ns
High Impedance to Output "0"			10	–	200	400	
			15	–	130	260	
Data In to Output	MC142100	t_{PZH}, t_{PHZ}	5	–	300	600	ns
		t_{PZL}, t_{PLZ}	10	–	110	220	
			15	–	75	150	
Data In to Output	MC145100	t_{PZH}, t_{PHZ}	5	–	500	1000	ns
		t_{PZL}, t_{PLZ}	10	–	200	400	
			15	–	120	240	
Address to Output	MC142100	t_{PZH}, t_{PHZ}	5	–	350	700	ns
		t_{PZL}, t_{PLZ}	10	–	135	270	
			15	–	90	180	
Address to Output	MC145100	t_{PZL}, t_{PLZ}	5	–	500	1000	ns
		t_{PZH}, t_{PHZ}	10	–	180	360	
See Figure 2			15	–	115	230	
Minimum Setup Time							
Data In to Strobe	MC142100	t_{su}	5	–	50	190	ns
			10	–	10	50	
			15	–	0	30	
Data In to Strobe	MC145100	t_{su}	5	–	100	200	ns
			10	–	40	80	
			15	–	25	50	
Minimum Hold Time							
Data In to Strobe	MC142100	t_h	5	–	50	250	ns
			10	–	20	150	
			15	–	10	50	
Data In to Strobe	MC145100	t_h	5	–	40	400	ns
			10	–	10	200	
			15	–	0	80	
Minimum Set Up Time	MC142100	t_{su}	5	–	0	180	ns
Address to Strobe	MC145100		10	–	0	50	
			15	–	0	30	ns
Minimum Hold Time	MC142100	t_h	5	–	0	110	ns
Address to Strobe	MC145100		10	–	0	45	
			15	–	0	30	
Minimum Strobe Pulse Width	MC142100	t_{WH}	5	–	150	320	ns
	MC145100		10	–	50	160	
			15	–	40	80	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

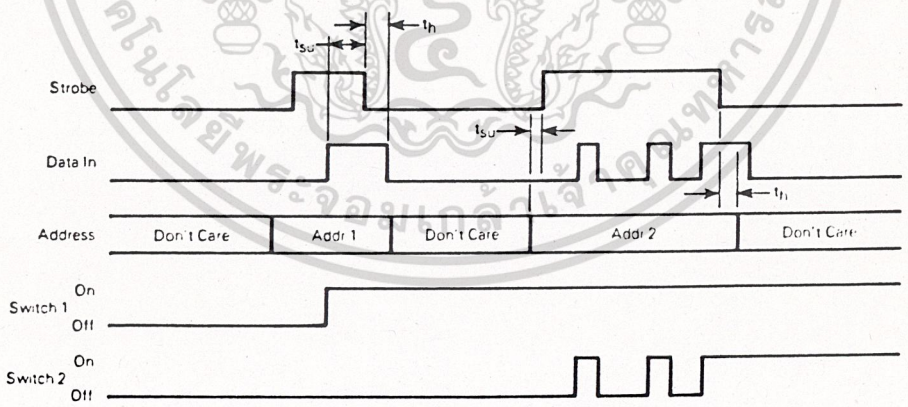
SWITCHING CHARACTERISTICS (continued) (V_{SS} = 0, T_A = 25°C, C_L = 50 pF)

Characteristics		Symbol	V_{DD} Vdc	Min	Typ	Max	Unit
Sine Wave Distortion (R_L = 1 kΩ, f = 1 kHz)	See Figure 3	–	10	–	0.5	–	%
Frequency Response (Switch On) (R_L = 1kΩ, 20 Log_{10} V_{out}/V_{in} = – 3.0 dB)	See Figure 3	–	10	–	15	–	MHz
Feedthrough Attenuation (Switch Off) (V_{in} = 10 V_{pp}, F = 1.6 kHz, R_L = 1 kΩ, C_L = 15 pF)	See Figure 3	–	10	–	– 80	–	dB
Frequency for Signal Crosstalk (V_{in} = 10 V_{pp}, Switch A On, Switch B Off, R_L = 1 kΩ, C_L = 15 pF)	– 40 dB	–	10	–	1500	–	kHz
	– 110 dB See Figure 4	–	–	–	0.1	–	kHz
Crosstalk Controls to Output (R_L = 10 kΩ)	See Figure 5	–	10	–	70	–	mV

Address				Switch Selected		MC145100 Only Switches Cleared		
A	B	C	D					
0	0	0	0	C1R1	0	1	2	3
1	0	0	0	C2R1	1	0	2	3
0	1	0	0	C3R1	2	0	1	3
1	1	0	0	C4R1	3	0	1	2
0	0	1	0	C1R2	4	5	6	7
1	0	1	0	C2R2	5	4	6	7
0	1	1	0	C3R2	6	4	5	7
1	1	1	0	C4R2	7	4	5	6

Address				Switch Selected		MC145100 Only Switches Cleared		
A	B	C	D					
0	0	0	1	C1R3	8	9	10	11
1	0	0	1	C2R3	9	8	10	11
0	1	0	1	C3R3	10	8	9	11
1	1	0	1	C4R3	11	8	9	10
0	0	1	1	C1R4	12	13	14	15
1	0	1	1	C2R4	13	12	14	15
0	1	1	1	C3R4	14	12	13	15
1	1	1	1	C4R4	15	12	13	14

TIMING DIAGRAM
MC145100/MC142100



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TEST CIRCUITS

FIGURE 1 – INPUT VOLTAGE

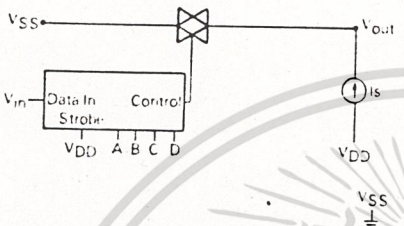


FIGURE 2 – PROPAGATION DELAY TIME

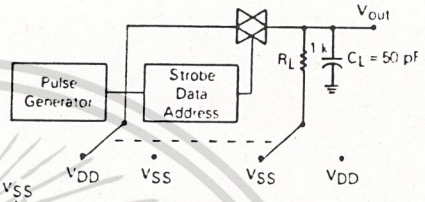


FIGURE 3 – BANDWIDTH AND FEEDTHROUGH ATTENUATION

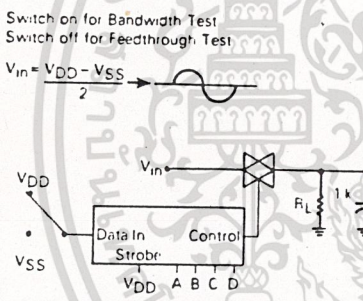


FIGURE 4 – CROSSTALK BETWEEN ANY TWO SWITCHES

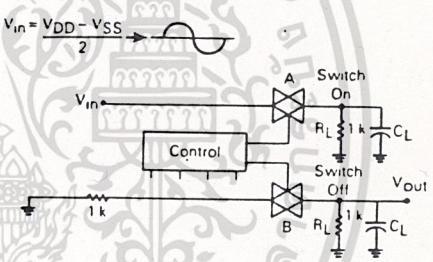
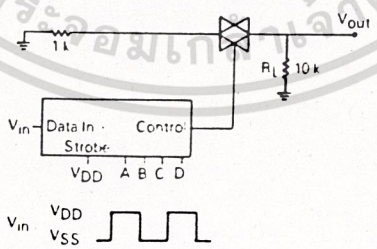
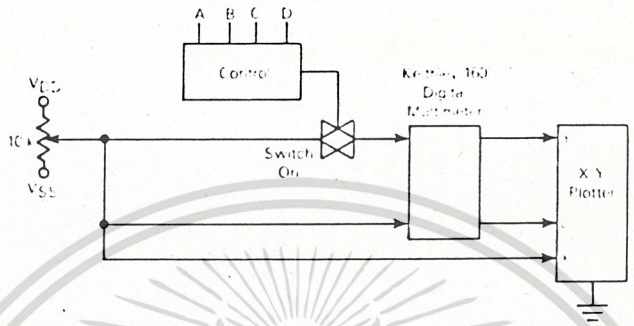


FIGURE 5 – CROSSTALK CONTROL TO OUTPUT



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FIGURE 6 – CHANNEL RESISTANCE (R_{ON}) TEST CIRCUIT



TYPICAL RESISTANCE CHARACTERISTICS

FIGURE 7 – COMPARISON AT 25°C

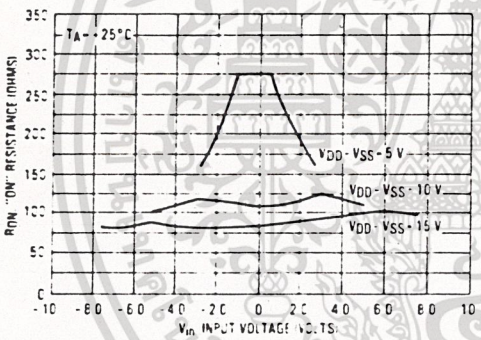


FIGURE 8 – V_{DD} = 2.5 V, V_{SS} = – 2.5 V

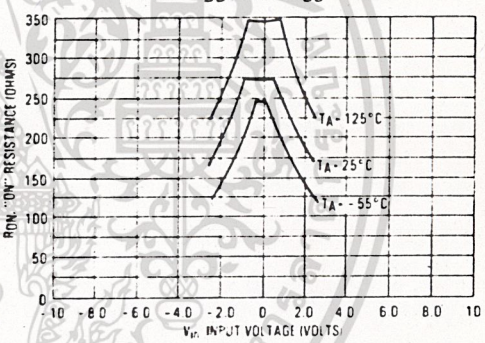


FIGURE 9 – V_{DD} = 5.0 V, V_{SS} = – 5.0 V

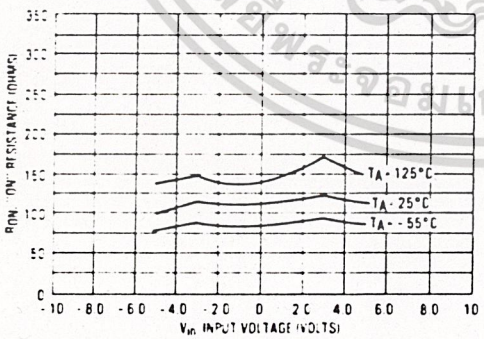
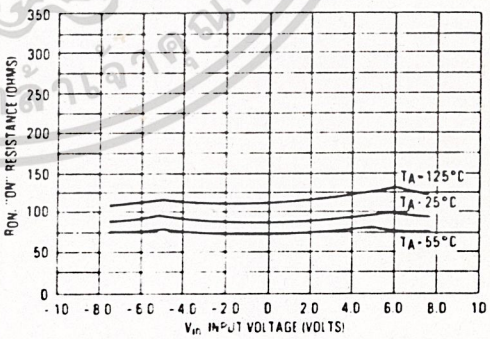


FIGURE 10 – V_{DD} = 7.5 V, V_{SS} = – 7.5 V



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MOTOROLA

MC34F19
MC34F19A

Advance Information

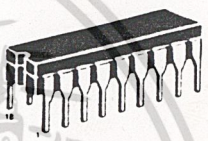
TELEPHONE LINE FEED AND 2- TO 4-WIRE CONVERSION CIRCUIT

. . . designed to replace the hybrid transformer circuit in Central Office, PABX and Subscriber carrier equipment, providing signal separation for two-wire differential to four-wire single-ended conversions and suppression of longitudinal signals at the two-wire input. It provides dc line current for powering the telset, operating from up to a 56 V supply.

- All Key Parameters Externally Programmable
- Current Sensing Outputs Monitor Status of Both Tip and Ring Leads
- On-Hook Power Below 5.0 mW
- Digital Hook Status Output
- Power Down Input
- Ground Fault Protection
- Size and Weight Reduction Over Conventional Approaches
- The sale of this product is licensed under patent No. 4,004,109. All royalties related to this patent are included in the unit price.

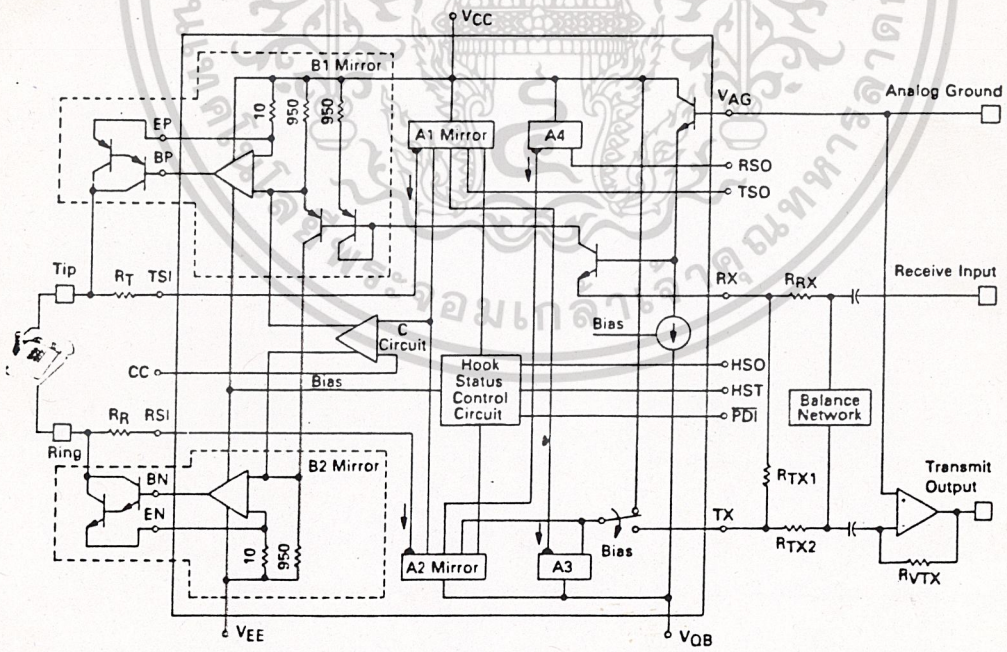
SUBSCRIBER LOOP INTERFACE CIRCUIT (SLIC)

BIPOLAR THIN-FILM INTEGRATED CIRCUIT



L SUFFIX
CERAMIC PACKAGE
CASE 726-01

FUNCTIONAL BLOCK DIAGRAM



This document contains information on a new product. Specifications and information herein are subject to change without notice.

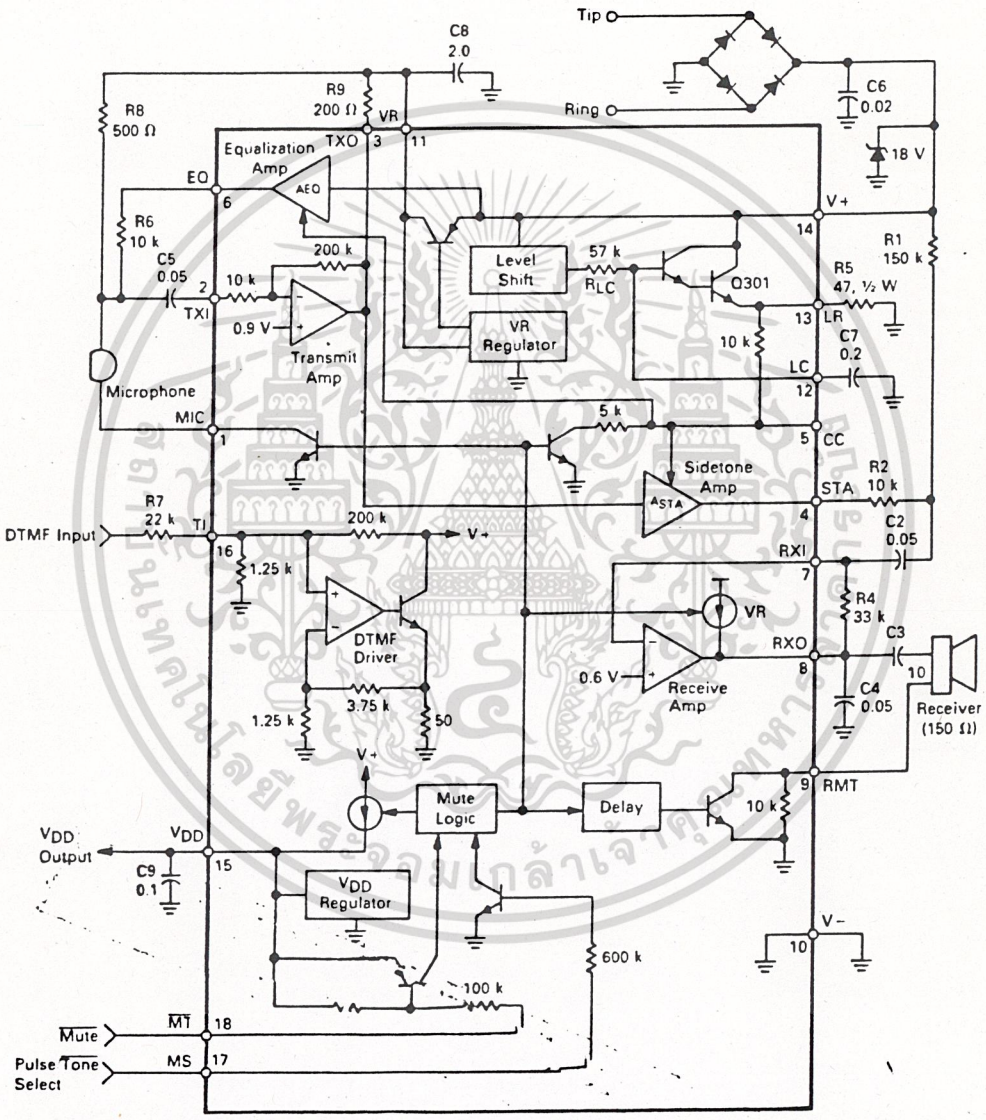
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PIN DESCRIPTION (See Figure 1)

Pin # PLCC	Pin # DIP	Name	Description
2	1	MIC	Microphone negative supply. Bias current from the electret microphone is returned to V− through this pin, through an open collector NPN transistor whose base is controlled by an internal mute signal. During dialing, the transistor is off, disabling the microphone.
3	2	TXI	Transmit amplifier input. Input impedance is 10 kΩ. Signals from the microphone are input through capacitor C5 to TXI.
4	3	TXO	Transmit amplifier output. The ac signal current from this output flows through the V_R series pass transistor via R9 to drive the line at V+. Increasing R9 will decrease the signal at V+. The output is biased at ≈0.65 V to allow for maximum swing of ac signals. The closed loop gain from TXI to TXO is internally set at 26 dB.
6	4	STA	Sidetone amplifier output. Input to this amplifier is TXO. The signal at STA cancels the sidetone signals in the receive amplifier. The signal level at STA increases with loop length.
7	5	CC	Compensation Capacitor. A capacitor from CC to ground will compensate the loop length equalization circuit when additional stability is required. In most applications, CC remains open.
8	6	EQ	Equalization amplifier output. A portion of the V+ signal is present on this pin to provide negative feedback around the transmit amplifier. The feedback decreases with increasing loop length, causing the ac impedance of the circuit to increase.
9	7	RXI	Receive amplifier input. Input impedance is >100 kΩ. Signals from the line and sidetone amplifier are summed at RXI.
10	8	RXO	Receive Amplifier output. RXO is biased by a 2.5 mA current source. Feedback maintains the dc bias voltage at ≈0.65 V. Increasing R4 (between RXO and RXI) will increase the receive gain. C4 stabilizes the amplifier. C3 couples the signals to the receiver. The 2.5 mA current source is reduced to 0.4 mA when dialing.
11	9	RMT	Receiver Mute. The ac receiver current is returned to V− through an open collector NPN transistor and a parallel 10 kΩ resistor. The base of the NPN is controlled by an internal mute signal. During dialing the transistor is off, leaving the 10 kΩ resistor in series with the receiver.
12	10	V−	Negative supply. The most negative input connected to Tip and Ring through the polarity guard diode bridge.
13	11	VR	Regulated voltage output. The VR voltage is regulated at 1.2 V and biases the microphone and the speech circuits. An internal series pass PNP transistor allows for regulation with a line voltage as low as 1.5 V. Capacitor C8 stabilizes the regulator.
14	12	LC	DC load capacitor. An external capacitor C7 and an internal resistor form a low pass filter between V+ and LR to prevent ac signals from being loaded by the dc load resistor R5. Forcing LC to V− will turn off the dc load current and increase the V+ voltage.
15	13	LR	DC load resistor. Resistor R5 from LR to V− determines the dc resistance of the telephone, and removes power dissipation from the chip. The LR pin is biased 2.8 volts below the V+ voltage (4.5 volts in the tone dialing mode).
16	14	V+	Positive supply. V+ is the positive line voltage (from Tip & Ring) through the polarity guard bridge. All sections of the MC34014 are powered by V+.
18	15	V_{DD}	V_{DD} regulator. V_{DD} is the output of a shunt type regulator with a nominal voltage of 3.3 V. The nominal output current is increased from 550 μA to 2 mA when dialing. Capacitor C9 stabilizes the regulator and sustains the V_{DD} voltage during pulse dialing.
19	16	TI	Tone input. The DTMF signal from a dialer circuit is input at TI through an external resistor R7. The current at TI is amplified to drive the line at V+. Increasing R7 will reduce the DTMF output levels. The input impedance at TI is nominally 1.25 kΩ.
20	17	MS	Mode select. This pin is connected through an internal 600 kΩ resistor to the base of an NPN transistor. A Logic "1" (>2.0 V) selects the pulse dialing mode. A Logic "0" (<0.3 V) selects the tone dialing mode.
1	18	$\overline{MT}$	Mute input. $\overline{MT}$ is connected through an internal 100 kΩ resistor to the base of a PNP transistor, with the emitter at V_{DD}. A Logic "0" (<1.0 V) will mute the network for either pulse or tone dialing. A Logic "1" (>V_{DD} − 0.3 V) puts the MC34014 into the speech mode.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FIGURE 1 — TEST CIRCUIT



NOTE: Pin numbers are for 18 pin DIP.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (V_{EE} = −48 V, V_{OB} = −48 V, V_{AG} = −6.0 V, R_L = 900 Ω, T_A = 25°C unless otherwise noted.)

Characteristic	Figure	Symbol	Min	Typ	Max	Unit
Transhybrid Gain Variation (1.0 kHz @ 0 dBm Input) Transmission/Reception	1	V_{TX}/V_L, V_L/V_{RX}	−0.3	0	+0.3	dB
Transhybrid Rejection (1.0 kHz @ 0 dBm Input) Fixed (1%) Resistor Balance Network Trimmed Balance Network	1	V_{TX}/V_{RX}	 −23 —	 — −55	 — —	dB
Level Linearity (−48 to +3.0 dBm, referenced to output @ 1.0 kHz @ 0 dBm) Transmission Reception	1	 V_{TX}/V_L V_L/V_{RX}	 −0.1 −0.1	 0 0	 +0.1 +0.1	dB
Frequency Response (200–3400 Hz, referenced to output @ 1.0 kHz @ 0 dBm) Transmission Reception	1	 V_{TX}/V_L V_L/V_{RX}	 −0.1 −0.1	 0 0	 +0.1 +0.1	dB
Total Distortion C-Message Filtered	1	V_L/V_{RX} V_{TX}/V_L	— —	−60 −60	— —	dB
Idle Channel Noise	1	V_{TX}	—	—	10	dBrnc0
Termination Resistance Tolerance @ 1.0 kHz	1	ΔP_o	—	—	±5.0	%
Longitudinal Induction — 60 Hz (I_L = 30 to 100 mA, I_{LON} = 35 mA RMS)	2	V_{TX}	—	5.0	—	dBrnc0
Longitudinal Balance MC34F19 (200–3000 Hz) MC34F19A (200–1000 Hz) MC34F19A (3000 Hz)	2	V_{TX}/V_{LON}	 −45 −50 −48	 — — —	 — — —	dB
Propagation Delay	1	T_P, V_{RX} to V_L V_{RX} to I_{TX}	— —	750 1.2	— —	ns μs
Power Dissipation (R_L > 100 MΩ)		P_D	—	1.0	—	mW
Supply Current — On-Hook (V_{EE} = V_{OB} = −56 V, R_L > 100 MΩ)		I_{CC}	—	40	200	μA
Power Supply Noise Rejection (1.0 kHz @ 1.0 V RMS)	3	V_{TX}/V_{ee}	−40	—	—	dB
Quiet Battery Noise Rejection (1.0 kHz @ 1.0 V RMS)	3	V_{TX}/V_{qb}	—	−6.0	—	dB
Sense Current Tip Ring	4	 I_{TSO}/I_{TSI} I_{RSO}/I_{RSI}	 0.15 0.15	 0.17 0.17	 0.19 0.19	mA/mA
Fault Currents — On-Hook Tip to V_{CC} Ring to V_{CC} Tip to Ring Tip & Ring to V_{CC}	1	 I_{Tip} I_{Ring} I_{Loop} I_{Tip} & I_{Ring}	 — — — —	 0 2.5 120 2.5	 — — — —	mA
Analog Ground Current		I_{AG}	—	1.0	10	μA
Power Down Logic Levels		$I_{\overline{PDI}}$ V_{IH} V_{IL}	— −1.2 −20	−1.0 0 —	— — −4.0	μA Vdc Vdc
Hook Status Output Current (R_L < 2.5 kΩ, $\overline{PDI}$ = Logic 1) (R_L > 10 kΩ, or $\overline{PDI}$ = Logic 0)	1	I_{HSO}	 200 —	 400 0	 — 2.0	μA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MOTOROLA

MC34014

Specifications and Applications Information

TELEPHONE SPEECH NETWORK WITH DIALER INTERFACE

The MC34014 is a Telephone Speech Network integrated circuit which incorporates adjustable transmit, receive, and sidetone functions, a dc loop interface circuit, tone dialer interface, and a regulated output voltage for a pulse/tone dialer. Also included is an equalization circuit which compensates gains for line length variations. The conversion from 2-to-4 wire is accomplished with a supply voltage as low as 1.5 volts. The MC34014 is packaged in a standard 18-pin (0.3" wide) plastic DIP, and a 20-pin surface mount PLCC package.

- Transmit, Receive, and Sidetone Gains Set by External Resistors
- Loop Length Equalization for Transmit, Receive, and Sidetone Functions
- Operates Down to 1.5 volts (V+) in Speech Mode
- Provides Regulated Voltage for CMOS Dialer
- Speech Amplifiers Muted During Pulse and Tone Dialing
- DTMF Output Level Adjustable with a Single Resistor
- Compatible with 2-Terminal Electret Microphones
- Compatible with Receiver Impedances of 150 Ω and Higher

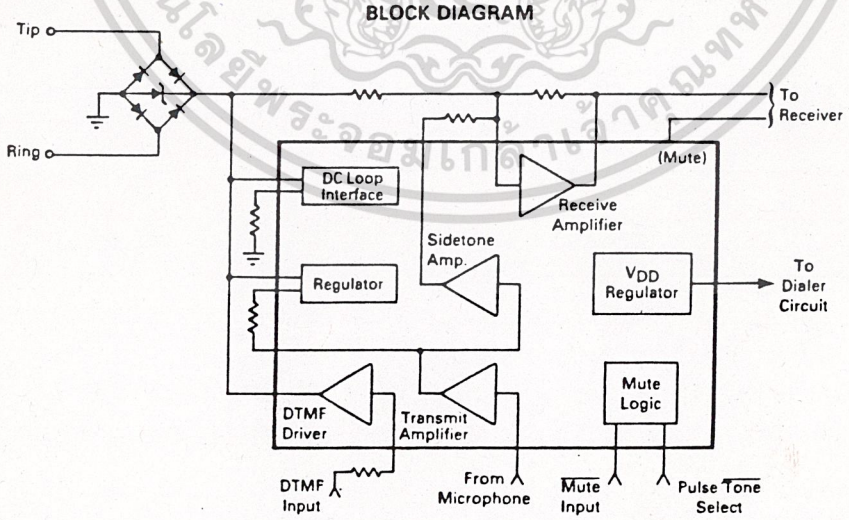
TELEPHONE SPEECH NETWORK WITH DIALER INTERFACE

SILICON MONOLITHIC INTEGRATED CIRCUIT

P SUFFIX
PLASTIC PACKAGE
CASE 707-02

FN SUFFIX
PLASTIC PACKAGE
CASE 775-01
PLCC-20

BLOCK DIAGRAM



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

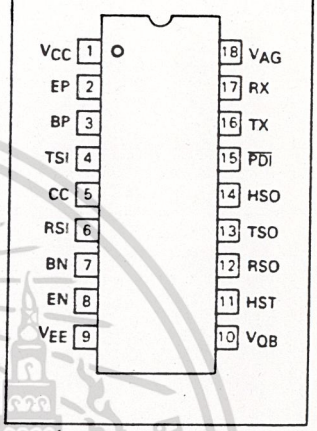
MAXIMUM RATINGS

Rating	Symbol	Value	Unit
Voltage (Referenced to V_{CC})	V_{EE} V_{OB}	− 60 V_{EE} − 1	Vdc
Sense Current Steady State Pulse — Figure 4	I_{TSI}, I_{RSI}	 100 200	mAdc
Storage Temperature Range	T_{stg}	− 65 to + 150	°C
Operating Junction Temperature (θ_{JA} = 100°C/W Typ)	T_J	150	°C

OPERATING CONDITIONS

Rating	Symbol	Value	Unit
Operating Ambient Temperature Range	T_A	0 to + 70	°C
Loop Current	I_L	20 to 120	mA
Voltage	V_{EE} V_{OB}	− 20 to − 56 − 20 to V_{EE}	Vdc
Analog Ground (I_L = 0 to 60 mA (I_L = 0 to 120 mA)	V_{AG}	 0 to − 12 − 2.5 to − 12	Vdc
Supervisory Output Voltage	V_{RSO}, V_{TSO}, V_{HSO}	− 2.0 to − 20	Vdc

PIN CONNECTIONS



PIN DESCRIPTIONS

Name	Function
V_{CC}	The most positive supply voltage. This point is Earth Ground in most typical applications.
BP & BN	Are the base drive outputs for the PNP and NPN Darlington transistors.
EP & EN	Are loop current sensing inputs and are connected to the emitter of the PNP & NPN Darlington transistors.
TSI & RSI	Are the tip and ring current sensing inputs. They are low impedance inputs (approximately 600 Ω each) that translate the voltage on tip and ring to a current through Resistors R_T and R_R.
CC	Compensation capacitor input.
V_{EE}	Is the most negative supply voltage.
V_{OB}	Is the quiet battery connection. The voltage on this pin must not go more negative than V_{EE}.
HST	Hook Status Threshold programming resistor input pin. This pin programs the value of loop resistance which determines on-hook or off-hook status.
RSO	Ring Sense current Output. This output reflects the status of the Ring terminal. The current is sourced from this output and is one-sixth I_{RSI}.
TSO	Tip Sense current Output. This output reflects the status of the Tip terminal. The current is sourced from this output and is one-sixth I_{TSI}.
HSO	Hook Status Output. This is a digital output (open collector PNP) that sources current when the loop resistance is less than the threshold resistance value set by R_H.
$\overline{PDI}$	Power-Down Input pin. A logic level "0" powers down the MC34F19.
TX	Transmit current output. This output sinks current proportional to $(I_{TSI} + I_{RSI})/2$.
RX	Receive input. This input sums the currents from the TX output and signal input. This pin has a low input impedance.
V_{AG}	Analog ground reference supply voltage input.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MOTOROLA

MC34012-1
MC34012-2
MC34012-3

Advance Information

TELEPHONE TONE RINGER

- Complete Telephone Bell Replacement Circuit with Minimum External Components
- On-Chip Diode Bridge and Transient Protection
- Direct Drive for Piezoelectric Transducers
- Base Frequency Options—MC34012-1 1.0 kHz
  MC34012-2 2.0 kHz
  MC34012-3 500 Hz
- Input Impedance Signature Meets Bell and EIA Standards
- Rejects Rotary Dial Transients

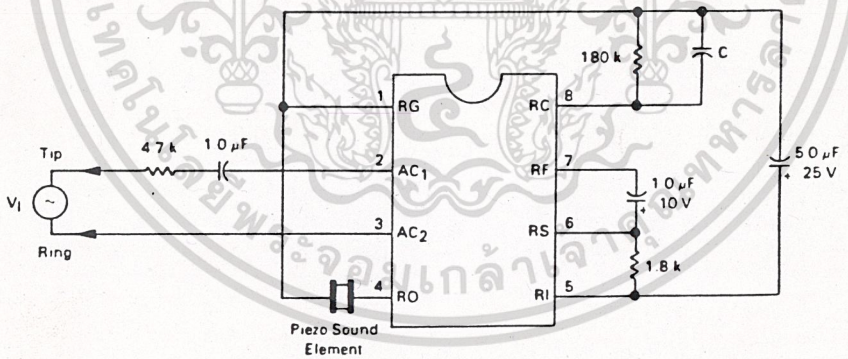
TELEPHONE TONE RINGER

BIPOLAR LINEAR/I^2L

N SUFFIX
PLASTIC PACKAGE
CASE 626-04

D SUFFIX
PLASTIC PACKAGE
CASE 751-01
SO-8

APPLICATION CIRCUIT



MC34012-1: C = 1000 pF
MC34012-2: C = 500 pF
MC34012-3: C = 2000 pF

This document contains information on a new product. Specifications and information herein are subject to change without notice.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CIRCUIT DESCRIPTION

The MC34012 Tone Ringer derives its power supply by rectifying the ac ringing signal. It uses this power to activate a tone generator and drive a piezo-ceramic transducer. The tone generation circuitry includes a relaxation oscillator and frequency dividers which produce high and low frequency tones as well as the tone warble frequency. The relaxation oscillator frequency f_o is set by resistor R2 and capacitor C2 connected to pin RC. The oscillator will operate with f_o from 1.0 kHz to 10 kHz with the proper choice of external components (See Figure 1).

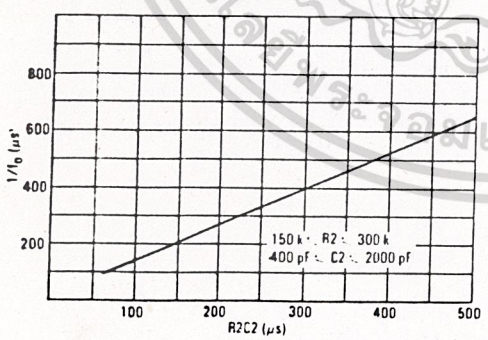
The frequency of the tone ringer output signal at pin RO alternates between $f_o/4$ to $f_o/5$. The warble rate at which the frequency changes is $f_o/320$ for the MC34012-1, $f_o/640$ for the MC34012-2, or $f_o/160$ for the MC34012-3. With a 4.0 kHz oscillator frequency, the MC34012-1 produces 800 Hz and 1000 Hz tones with a 12.5 Hz warble rate. The MC34012-2 generates 1600 Hz and 2000 Hz tones with a similar 12.5 Hz warble frequency from an 8.0 Hz oscillator frequency. The MC34012-3 will produce 400 Hz and 500 Hz tones with a 12.5 Hz warble rate from a 2.0 kHz oscillator frequency. The tone ringer output circuit can source or sink 20 mA with an output voltage swing of 20 volts peak-to-peak. Volume control is readily implemented by adding a variable resistance in series with the piezo transducer.

Input signal detection circuitry activates the tone ringer output when the ac line voltage exceeds programmed threshold level. Resistor R3 determines the ringing signal amplitude at which an output signal will be generated at RO. The ac ringing signal is rectified by the internal diode bridge. The rectified input signal produces a current through R3 which is input at terminal RI. The voltage across resistor R3 is filtered by capacitor C3 at the input to the threshold circuit. When the voltage on capacitor C3 exceeds 1.7 volts, the threshold comparator enables the tone ringer output. Line transients produced by pulse dialing telephones do not charge capacitor C3 sufficiently to activate the tone ringer output.

Capacitors C1 and C4 and resistor R1 determine the 10 volt, 24 Hz signature test impedance. C4 also provides filtering for the output stage power supply to prevent droop in the square wave output signal. Six diodes in series with the rectifying bridge provide the necessary non-linearity for the 2.5 volt, 24 Hz signature tests.

An internal shunt voltage regulator between the RI and RG terminals provides dc voltage to power output stage, oscillator, and frequency dividers. The dc voltage at RI is limited to approximately 22 volts in regulation. To protect the IC from telephone line transients, an SCR is triggered when the regulator current exceeds 50 mA. The SCR diverts current from the shunt regulator and reduces the power dissipation within the IC.

FIGURE 1 — OSCILLATOR PERIOD ($1/f_o$) versus OSCILLATOR R2 C2 PRODUCT

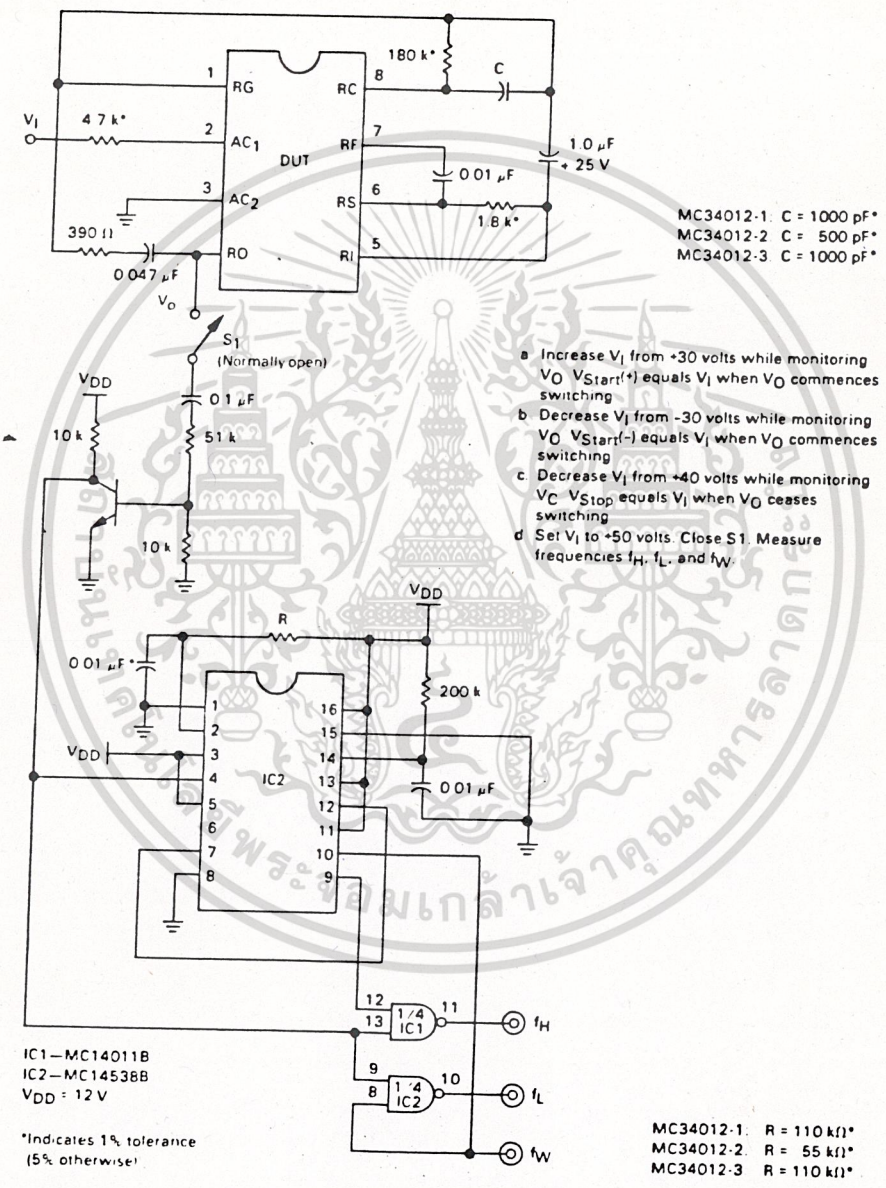


EXTERNAL COMPONENTS

R1	Line input resistor. R1 controls the tone ringer input impedance. It also influences ringing threshold voltage and limits current from line transients. (Range 2.0 kΩ to 10 kΩ)
C1	Line input capacitor. C1 ac couples the tone ringer to the telephone line and controls ringer input impedance at low frequencies. (Range 0.4 μF to 2.0 μF)
R2	Oscillator resistor. (Range 150 kΩ to 300 kΩ)
C2	Oscillator capacitor. (Range 400 pF to 2000 pF)
R3	Input current sense resistor. R3 controls the ringing threshold voltage. Increasing R3 decreases the ring-start voltage. (Range 0.8 kΩ to 2.0 kΩ)
C3	Ringing threshold filter capacitor. C3 filters the ac voltage across R3 at the input of the ringing threshold comparator. It also provides dialer transient rejection. (Range 0.5 μF to 5.0 μF)
C4	Ringer supply capacitor. C4 filters supply voltage for the tone generating circuits. It also provides an ac current path for the 10 V_{rms} ringer signature impedance. (Range 1.0 μF to 10 μF)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FIGURE 2 – TEST ONE



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FIGURE 3 TEST TWO

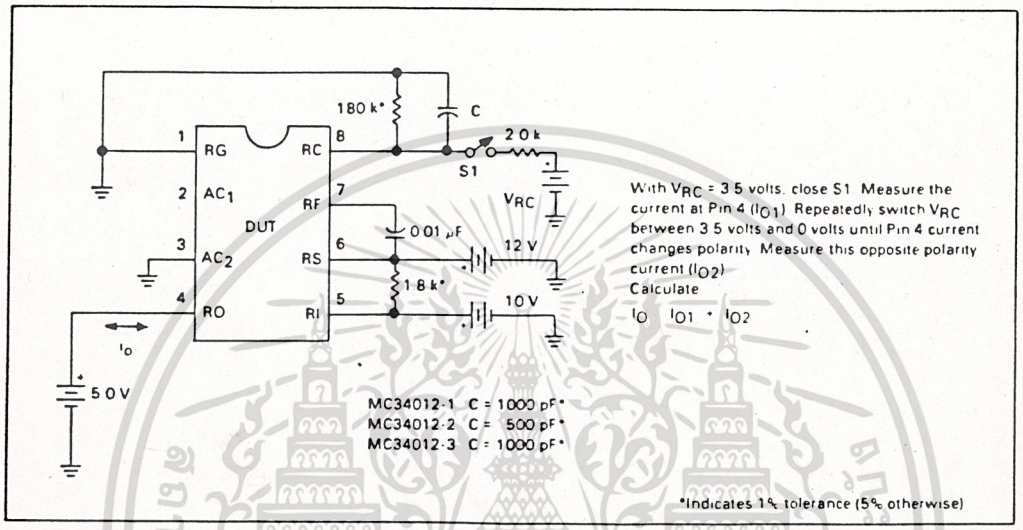
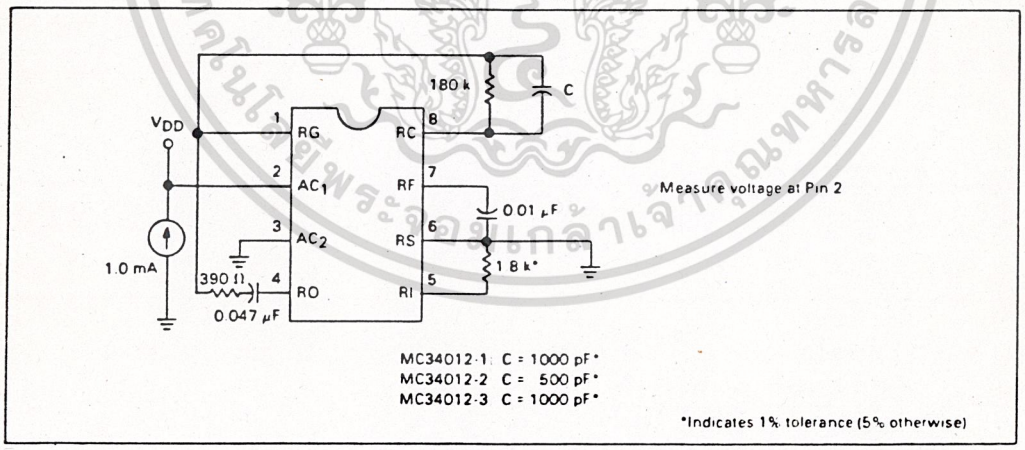
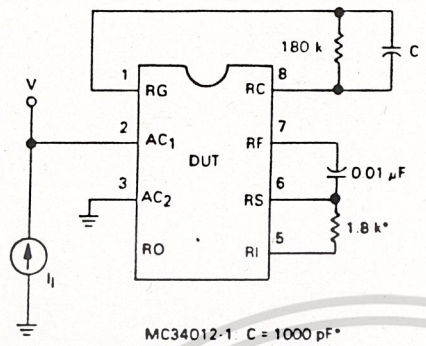


FIGURE 4 – TEST THREE



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FIGURE 5 – TEST FOUR

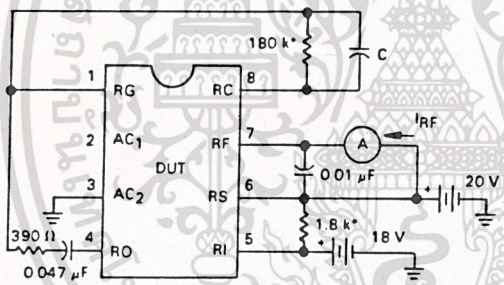


a. Set I_I to 30 mA. Measure voltage at Pin 2 (V_{off}).
b. Set I_I to 100 mA. Measure voltage at Pin 2 (V_{on}).

MC34012-1: C = 1000 pF*
MC34012-2: C = 500 pF*
MC34012-3: C = 1000 pF*

*Indicates 1% tolerance (5% otherwise)

FIGURE 6 – TEST FIVE



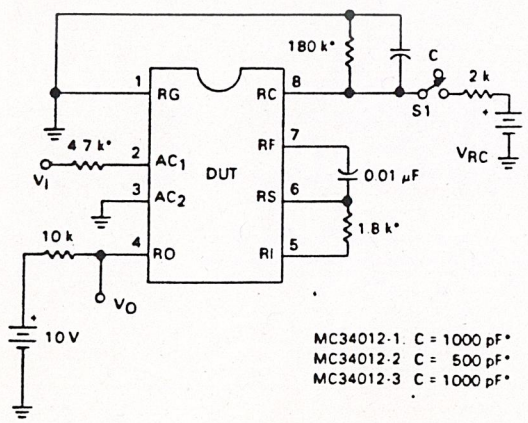
Measure current into Pin 7 (I_{RF}). Calculate

R_{RF} = 2 volts ÷ I_{RF}

MC34012-1: C = 1000 pF*
MC34012-2: C = 500 pF*
MC34012-3: C = 1000 pF*

*Indicates 1% tolerance (5% otherwise)

FIGURE 7 – TEST SIX



With V_{RC} = 3.5 volts, close S1. Set V_I to 50 volts. Measure dc voltage at Pin 4 (V_{O1}). Repeatedly change V_{RC} between 3.5 volts and 0 volts until Pin 4 changes state. Measure the new voltage at Pin 4 (V_{O2}). Calculate the peak-to-peak output voltage

$V_{Op\text{-}p} = |V_{O2} - V_{O1}|$

MC34012-1: C = 1000 pF*
MC34012-2: C = 500 pF*
MC34012-3: C = 1000 pF*

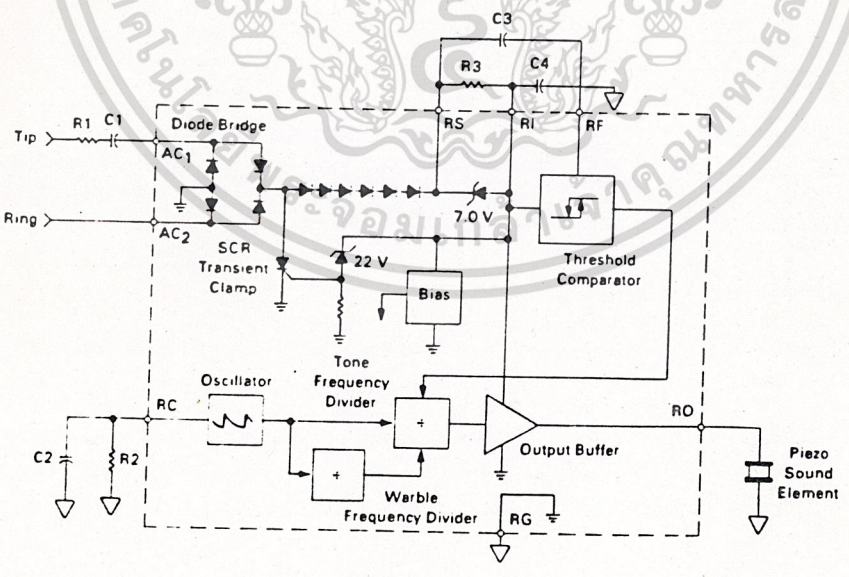
*Indicates 1% tolerance (5% otherwise)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (T_A = 25°C)

Characteristic	Test	Symbol	Min	Typ	Max	Units
Ringing Start Voltage ($V_{Start} = V_I$ @ Ring Start)						Vdc
$V_I > 0$	1a	$V_{Start(+)}$	31	34.5	38	
$V_I < 0$	1b	$V_{Start(-)}$	-31	-34.5	-38	
Ringing Stop Voltage ($V_{Stop} = V_I$ @ Ring Stop)	1c	V_{Stop}				Vdc
MC34012-1			16	20	25	
MC34012-2			13	18	22	
MC34012-3			16	20	25	
Output Frequencies (V_I = 50 V)	1d					Hz
MC34012-1 High Tone		f_H	967	1040	1113	
Low Tone		f_L	774	832	890	
Warble Tone		f_W	12	13	14	
MC34012-2 High Tone		f_H	1934	2080	2226	
Low Tone		f_L	1548	1664	1780	
Warble Tone		f_W	12	13	14	
MC34012-3 High Tone		f_H	967	1040	1113	
Low Tone		f_L	774	832	890	
Warble Tone		f_W	24	26	28	
Output Voltage (V_I = 50 V)	6	V_O	19	20	23	V_{p-p}
Output Short-Circuit Current	2	I_O	35	50	80	mA_{p-p}
Input Diode Voltage (I_I = 1.0 mA)	3	V_D	4.6	5.1	5.6	Vdc
Input Voltage—SCR Off (I_I = 30 mA)	4a	V_{off}	37	42	47	Vdc
Input Voltage—SCR On (I_I = 100 mA)	4b	V_{on}	3.2	4.2	6.0	Vdc
Threshold Filter Resistance R_{RF} = 2.0 V/I_{RF}	5	R_{RF}	30	50	80	kΩ

BLOCK DIAGRAM



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

APPLICATION CIRCUIT PERFORMANCE

Characteristic	Typical Value	Units
Output Tone Frequencies MC34012-1 MC34012-2 MC34012-3 Warble Frequency	 832/1040 1664/2080 416/520 13	Hz
Output Voltage ($V_I \geq 60\ V_{rms}$, 20 Hz)	20	V_{p-p}
Output Duty Cycle	50	%
Ringing Start Input Voltage (20 Hz)	36	V_{rms}
Ringing Stop Input Voltage (20 Hz)	28	V_{rms}
Maximum ac Input Voltage (≤ 68 Hz)	150	V_{rms}
Impedance When Ringing V_I = 40 V_{rms}, 15 Hz V_I = 130 V_{rms}, 23 Hz	 20 10	kΩ
Impedance When Not Ringing V_I = 10 V_{rms}, 24 Hz V_I = 2.5 V_{rms}, 24 Hz V_I = 10 V_{rms}, 5.0 Hz V_I = 3.0 V_{rms}, 200–3200 Hz	 28 >1.0 55 >1.0	 kΩ MΩ kΩ MΩ
Maximum Transient Input Voltage (T ≤ 2.0 ms)	1500	V

PIN DESCRIPTIONS

Name	Description
AC_1, AC_2	The input terminals to the full-wave diode bridge. The ac ringing signal from the telephone line energizes the ringer through this bridge.
RS	The positive output of diode bridge to which an external current sense resistor is connected.
RI	The positive supply terminal for the oscillator, frequency divider and output buffer circuits.
RF	The terminal for the filter capacitor used in detection of ringing input signals.
RO	The tone ringer output terminal through which the sound element is driven.
RG	The negative output of the diode bridge and the negative supply terminal of the tone generating circuitry.
RC	The oscillator terminal for the external resistor and capacitor which control the tone ringer frequencies.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี เพราะได้คำแนะนำ และ ความช่วยเหลือ จาก ท่านอาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ พลผดุง ผดุงกุล

ทางผู้จัดทำจิงขอขอบพระคุณต่อ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ พลผดุง ผดุงกุล

ผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

ก. เอกสารอ้างอิงที่เป็นวารสารภาษาไทย

1. "ไอซีน่าสน : MT 8870", วารสารเซมิคอนดัคเตอร์อิเลคทรอนิคส์, ฉบับที่ 88, 2531, หน้า 210 - 214.

2. "RAM 2 ทาง บน IBM-PC", วารสารเซมิคอนดัคเตอร์อิเลคทรอนิคส์, ฉบับที่ 84, 2531, หน้า 253 - 258.

3. มังกร สุขสันติสวัสดิ์, "PABX", วิศวสาร ลาดกระบัง, ปีที่ 9, ฉบับที่ 4, 2532, หน้า 40 - 45.

ข. เอกสารอ้างอิงที่เป็นหนังสือภาษาไทยและภาษาอังกฤษ

1. จิโรจน์ ศรีนามวงศ์, "เครื่องชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติ แบบเรียกเครื่องลูกได้โดยไม่ต้องผ่านโอเปอร์เรเตอร์", วิทยานิพนธ์สำหรับปริญญาวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง, 91 หน้า, 2527

2. ทินกร ดุ๊ก, "การใช้งาน Z 80", ฟิสิกส์ เซ็นเตอร์, 283 หน้า, 2529

3. ธงชัย ปัญญาศาสตร์, "ชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติควบคุมโดยไมโครคอมพิวเตอร์", วิทยานิพนธ์สำหรับปริญญาวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต, คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง, 2531

4. วลัยภรณ์ ธนังกูล, "วงจรถอดรหัสโทรศัพท์ที่ใช้ระบบ DTMF 4-8 คู่สายพร้อมกัน", วิทยานิพนธ์สำหรับปริญญาวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต, คณะวิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2531

5. วิศิษฐ์ สรรพอาษา, "ทางผ่านสัญญาณเสียงแบบดิจิตอลสำหรับชุมสายโทรศัพท์อิเลคทรอนิคส์ สาขาอัตโนมัติขนาดเล็ก", วิทยานิพนธ์ สำหรับ ปริญญาวิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต, คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง, 2527

6. สมศักดิ์ อมรวิกรัยสรวง, "เครื่องชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติ", วิทยานิพนธ์สำหรับปริญญาวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต, คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2532

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. James W. Coffron, "Z 80 Application", Sybex,1983

8. Lance A. Leventhal, "Z 80 Assembly Language Programming",
Mc Graw Hill, 382 P., 1988

9. Telecommunication Device Data, Motorola Inc.,1987

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้