สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ตู้สาขาอัตโนมัติ

AUTOMATIC BRANCH EXCHANGE

โดย

นายปณิธาน ทิพย์เนตร

นายสราวุฒิ สืบโชติวงศ์

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิศวกรรมโทรคมนาคม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2541

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 32597
วัน, เดือน, ปี 18 พ.ค. 2542

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตู้สาขาอัตโนมัติ

AUTOMATIC BRANCH EXCHANGE

โดย

นายปณิธาน ทิพย์เนตร
นายสราวุฒิ สืบโชติวงศ์

อาจารย์ที่ปรึกษา
อ. สุรพล บุญจันทร์

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิศวกรรมโทรคมนาคม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2541

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2541

ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง **ตู้สาขาอัตโนมัติ**

AUTOMATIC BRANCH EXCHANGE

ผู้จัดทำ

1. นายปณิธาน ทิพย์เนตร 39013014

2. นายสราวุฒิ สืบโชติวงศ์ 39013033

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(อาจารย์สุรพล บุญจันทร์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตู้สาขาอัตโนมัติ

AUTOMATIC BRANCH EXCHANGE

โดย นายปณิธาน ทิพย์เนตร 39013014
นายสราวุฒิ สืบโชติวงศ์ 39013033

อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์สุรพล บุญจันทร์

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นโครงงานเกี่ยวกับ ตู้สาขาอัตโนมัติ (PABX) เป็นระบบที่ออกแบบมาเพื่อใช้ในการติดต่อภายในบริษัท อพาท์เมนท์ หรือโรงงานอุตสาหกรรม เพื่อให้เกิดความคล่องตัวสูง และระบบนี้ยังสามารถตอบรับอัตโนมัติ โดยไม่จำเป็นต้องมีโอเปอร์เรเตอร์คอยควบคุม ทำให้ประหยัดค่าใช้จ่าย ระบบตู้สาขาอัตโนมัติ (PABX) ประกอบด้วยไมโครคอลโทรลเลอร์เป็นตัวควบคุมการทำงานซึ่งเป็นหัวใจหลักของระบบนี้

ABSTRACT

This thesis is about Private Automatic Branch Exchange (PABX). It is designed for company's communication, apartment and industrial factory. This Automatic branch exchange can be automatically received to let the caller know the details automatically receiver. This system is no longer need the operators to operate. It can safe your cost.

This Private Automatic Branch Exchange consists of micro controller to process all the operation.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

บทที่1 บทนำ	**หน้า 1**
บทที่2 ทฤษฎีหรือหลักการทำงาน	2
2.1 บล็อกไดอะแกรม	2
2.2 ไมโครคอลโทรลเลอร์	5
2.3 PIA 8255	10
2.4 ไอซีถอดรหัสสัญญาณความถี่โทรศัพท์	16
2.5 ไอซีบันทึกสัญญาณเสียง	21
2.6 การเชื่อมโยงทางแสง	27
2.7 ส่วนเชื่อมต่อสัญญาณเสียง	32
2.8 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับโทรศัพท์	34
บทที่3 การคำนวณและการสร้าง	45
3.1 วงจรกำเนิดสัญญาณ	45
3.2 วงจรตอบรับโทรศัพท์อัตโนมัติ	48
3.3 วงจรดีเทคสัญญาณกระดิ่ง	48
3.4 วงจรเชื่อมต่อช่องสัญญาณเสียง	49
3.5 วงจรถอดรหัสเลขหมายโทรศัพท์	50
3.6 วงจรควบคุมระบบ	51
3.7 วงจรอินพุท / เอาท์พุท พอร์ต	52
บทที่4 การทดลองและผลการทดลอง	53
4.1 การทดลองวงจรกำเนิดสัญญาณโทน	54
4.2 การทดลองวงจรตอบรับโทรศัพท์อัตโนมัติ	58
4.3 การทดลองวงจรดีเทคสัญญาณกระดิ่ง	59
4.4 การทดลองวงจรเชื่อมต่อช่องสัญญาณเสียง	60
4.5 การทดลองวงจรถอดรหัสเลขหมายโทรศัพท์	62
4.6 การประกอบอุปกรณ์ลงกล่อง	64
บทที่5 บทวิจารณ์และบทสรุป	66
กิตติกรรมประกาศ	67
หนังสืออ้างอิง	68
ภาคผนวก โฟลวชาร์ต และโปรแกรมการทำงาน	69-100

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

ในปัจจุบันความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีได้มีบทบาทที่สำคัญต่อชีวิตประจำวันของมนุษย์ ดังนั้นในแต่ละวันมนุษย์จำเป็นที่จะต้องติดต่อสื่อสารซึ่งกันและกัน เพื่อตอบสนองความต้องการของมนุษย์ อุปกรณ์ที่ใช้ในการติดต่อสื่อสารที่สำคัญอีกอย่างหนึ่งก็ได้แก่ โทรศัพท์ ซึ่งมีความคล่องตัวในการใช้งานโดยที่ไม่ต้องเสียเวลาในการเดินทาง เพียงแค่เรายกหูโทรศัพท์แล้วกดหมายเลขที่ต้องการติดต่อ เราก็จะสามารถสนทนาได้ทันที ดังนั้นในโรงแรม โรงงาน หรือบริษัทต่างๆ ก็มีความจำเป็นที่จะต้องใช้โทรศัพท์ในการติดต่อสื่อสาร และเพื่อให้การติดต่อสื่อสารเป็นไปอย่างทั่วถึง จึงจำเป็นต้องมีการขยายคู่สายโทรศัพท์ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้งาน

โครงงานชิ้นนี้ทำขึ้นก็เพื่อช่วยให้การติดต่อสื่อสารภายในบริษัท โรงงาน หรือสำนักงานต่างๆ เป็นไปได้อย่างทั่วถึง รวมทั้งการติดต่อภายนอกด้วย สำหรับหลักการทำงานของโครงงานชิ้นนี้ก็คือ จะทำหน้าที่เชื่อมต่อคู่สายโทรศัพท์ตามหมายเลขที่ต้องการติดต่อ โดยอาศัยการควบคุมด้วยไมโครคอลโทรลเลอร์ เพื่อให้วงจรมีขนาดเล็กและมีประสิทธิภาพสูงสุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีหรือหลักการทำงาน

จากแนวความคิดที่ต้องการให้การติดต่อกันภายในบริษัทหรือสำนักงานขนาดเล็กสามารถติดต่อสื่อสารแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างกันและกันได้ โดยผ่านคู่สายโทรศัพท์ขององค์การโทรศัพท์ ซึ่งจะทำให้ค่าใช้จ่ายในการสื่อสารภายในลดลง และยังทำให้คู่สายต่างๆ ภายในสามารถติดต่อกับชุมสายโทรศัพท์ขององค์การโทรศัพท์ เพื่อที่จะติดต่อไปยังคู่สายต่างๆ ดังแสดงด้วยบล็อกไดอาแกรมต่อไปนี้

2.1 บล็อกไดอะแกรม

จากบล็อกไดอะแกรมในรูปที่ 2.1 จะเห็นว่าสามารถแบ่งออกเป็นภาคต่างๆ ได้ 9 ภาค คือ

2.1.1 วงจรเชื่อมต่อโทรศัพท์สายนอก

2.1.2 วงจรดีเทค Ringing Tone

2.1.3 วงจรตอบรับอัตโนมัติ

2.1.4 วงจรกำเนิดสัญญาณโทนเสียงต่างๆ

2.1.5 วงจรเชื่อมต่อช่องสัญญาณเสียง

2.1.6 วงจรดีเทคสัญญาณ DTMF

2.1.7 วงจรเชื่อมต่อโทรศัพท์สายใน

2.1.8 หน่วยประมวลผลกลาง

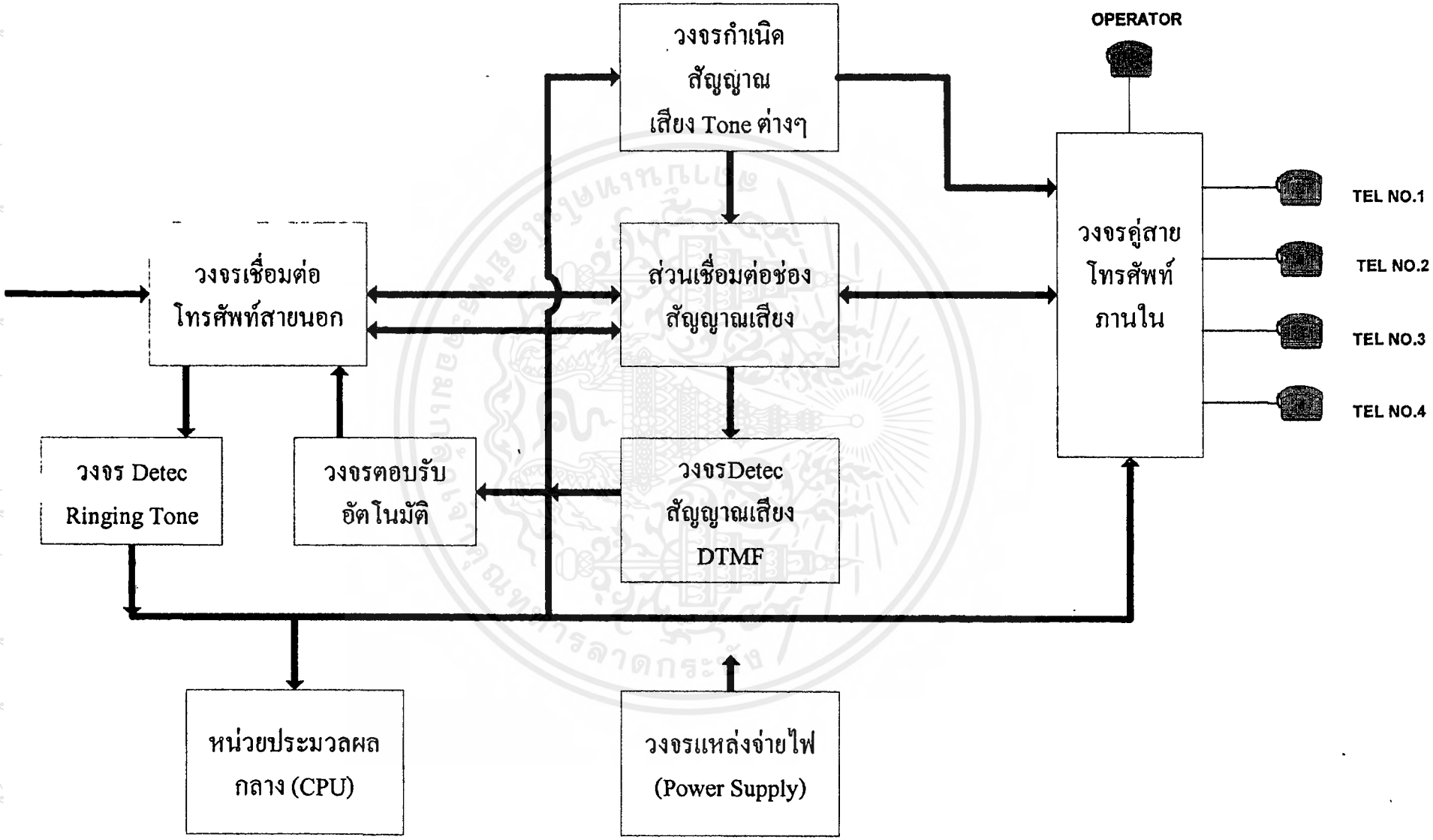
2.1.9 วงจรแหล่งจ่ายไฟ

จากบล็อกไดอาแกรมแสดงภาคต่างๆ ซึ่งจะทำงานที่สัมพันธ์กันสามารถอธิบายการทำงานรวมกันได้ดังนี้คือ การทำงานของวงจรทั้งหมดจะแบ่งออกเป็น 2 โหมด คือ โหมดการติดต่อภายในกับโหมดการติดต่อภายนอก โหมดการติดต่อภายนอก เมื่อมีผู้เรียกเข้ามาจากภายนอกวงจรตรวจจับสัญญาณกระดิ่งจะจับสัญญาณกระดิ่งที่เข้ามา แล้วทำการปรับอิมพีแดนซ์ของตัวเอง ซึ่งในตอนแรกมีค่าความต้านทานมาก และทำให้ลดลงเหลือค่าความต้านทานประมาณ 600 โอห์ม คือ เป็นการรับสายนั่นเอง จากนั้นจึงส่งสัญญาณไปยังหน่วยประมวลผลกลาง เพื่อให้หน่วยประมาลผลกลางสั่งให้วงจรตอบรับโทรศัพท์อัตโนมัติทำงานเพื่อบอกให้ผู้เรียกเข้า สามารถเลือกหมายเลขของคู่สายภายในที่ต้องการติดต่อได้ จากนั้นเมื่อผู้เรียกกดเลขหมายภายในได้แล้ว สัญญาณ DTMF ก็จะถูกส่งไปยังวงจรสัญญาณดีเทคสัญญาณ DTMF และถอดรหัสไปเป็นสัญญาณดิจิตอล เพื่อส่งไปยังหน่วยประมวลผลกลางต่อไป เมื่อหน่วยประมวลผลกลางรับรหัสที่ได้มาแล้ว ก็จะทำการตรวจดูว่าคู่สายที่ถูกเรียกเข้ามา ว่างหรือไม่ ถ้าว่างก็จะสั่งให้วงจรกำหนดสัญญาณเสียงโทน ส่งสัญญาณ Ringing Tone ไปยังคู่สายภายในที่ถูกเรียก แต่ถ้าคู่สายภายในที่ถูกเรียกไม่ว่าง หน่วยประมวลผลกลางก็จะสั่งให้วงจรกำเนิดเสียงโทน ส่งสัญญาณ Busy Tone ไปยังผู้เรียกเข้ามา ถ้าหากคู่สายในที่ถูกเรียกว่างพร้อมที่จะใช้งานได้ เมื่อได้ยินสัญญาณ Ringing Tone ถ้ามีการยกหูโทรศัพท์ วงจรตรวจจับการยกหูโทรศัพท์ ก็จะรับรู้ว่ามีการยกหูโทรศัพท์ขึ้น และส่งผลไปยังหน่วยประมวลผลกลาง และหน่วยประมวลผลกลางก็จะสั่งให้วงจรเชื่อมสัญญาณเสียง ทำการเชื่อมคู่สาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่เรียกเข้ามากับคู่สายภายในที่ถูกเรียก และเมื่อฝ่ายใดฝ่ายหนึ่งวางหู ก็จะหมดช่วงของการสนทนา ส่วนโหมดการติดต่อภายในนั้น เมื่อคู่สายภายในสายใดคู่สายหนึ่งยกหูขึ้นมา ทางวงจรตรวจจับการยกหู ก็จะตรวจจับได้แล้วส่งไปยังหน่วยประมวลผลกลาง จากนั้นหน่วยประมวลผลกลางก็จะสั่งให้ วงจรกำเนิดสัญญาณเสียงโทน ส่งสัญญาณ Dial Tone ไปยังคู่สายนั้น เมื่อคู่สายภายในคู่นั้นกดเลขหมายที่ต้องการติดต่อ สัญญาณเลขหมายที่ถูกกดก็จะส่งมายังวงจร ดีเทคสัญญาณ DTMF และถูกถอดรหัสเป็นดิจิตอล และส่งมายังหน่วยประมวลผลกลาง เมื่อหน่วยประมวลผลกลางได้รับรหัสเลขหมายแล้ว ก็จะทำการวิเคราะห์ว่าเป็นเลขหมายภายในคู่สายใด จากนั้นจึงตรวจสอบดูว่า คู่สายภายในคู่นั้นว่างหรือไม่ ถ้าหากไม่ว่าง หน่วยประมวลผลกลางก็จะสั่งให้วงจรกำเนิดสัญญาณเสียงโทน ส่งสัญญาณ Busy Tone ไปยังผู้เรียก และถ้าหากว่าคู่สายภายในของผู้ถูกเรียกว่าง หน่วยประมวลผลกลาง ก็จะสั่งให้วงจรกำเนิดสัญญาณเสียงโทน ส่งสัญญาณ Ringing Tone ไปยังผู้เรียก และส่งสัญญาณ Ring Back Tone ไปยังผู้เรียก และเมื่อผู้ถูกเรียกยกหูขึ้น หน่วยประมวลผลกลางก็จะสั่งให้วงจรเชื่อมต่อช่องสัญญาณเสียงต่อคู่สายของผู้เรียกและผู้ถูกเรียกเข้าด้วยกัน ก็สามารถสนทนากันได้ การสนทนาจะหยุดลงได้เมื่อฝ่ายใด ฝ่ายหนึ่งวางหูก่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้


วงจรกำเนิด
สัญญาณ
เสียง Tone ต่างๆ
OPERATOR
วงจรเชื่อมต่อ
โทรศัพท์สายนอก
ส่วนเชื่อมต่อช่อง
สัญญาณเสียง
วงจรคู่สาย
โทรศัพท์
ภานใน
TEL NO.1
TEL NO.2
TEL NO.3
TEL NO.4
วงจร Detec
Ringing Tone
วงจรตอบรับ
อัตโนมัติ
วงจรDetec
สัญญาณเสียง
DTMF
หน่วยประมวลผล
กลาง (CPU)
วงจรแหล่งจ่ายไฟ
(Power Supply)

2.2 ไมโครคอลโทรลเลอร์ 8031

ไมโครคอลโทรลเลอร์ 8031 เป็นไมโครคอมพิวเตอร์แบบที่มีขนาดเล็ก โดยบรรจุไว้ในแผงรวม (Integrated Circuit) เหมาะสมสำหรับควบคุมอุปกรณ์อื่น ๆ แบบอัตโนมัติ มีความสะดวกในการใช้งาน และสามารถเขียนโปรแกรมควบคุมด้วยภาษาแบสิก หรือภาษาแอสเซมบลี้ก็ได้ ผู้ใช้สามารถเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานได้ตามความต้องการ และสามารถเปลี่ยนแปลง ฟังก์ชัน การทำงานของวงจรได้สะดวก โดยเพียงแต่เปลี่ยนแปลงในส่วนของโปรแกรมเท่านั้น โดยไม่ต้องเปลี่ยนแปลงในส่วนของวงจรฮาร์ดแวร์ใดๆ เลย ไมโครคอลโทรลเลอร์ 8031 อยู่ในตระกูล MCS – 51 เป็นอุปกรณ์ที่ออกแบบมาสนองความต้องการของผู้ใช้คือ มีสายอินพุทเอาท์พุทภายในตัวเอง พอร์ทอินพุทและพอร์ทเอาร์พุทบัฟเฟอร์อินเตอร์เฟส และสายควบคุมอื่นๆ ที่ใช้สำหรับแยกข้อมูลกับแอดเดรส และยังมีชุดคำสั่งเพิ่มขึ้นเป็นพิเศษเพื่อจัดการข้อมูล และนอกจากนี้ยังมีวงจรตั้งเวลา และวงจรนับด้วย MCS – 51 มีอยู่ด้วยกันหลายเบอร์ แต่ละเบอร์ก็มีความสามารถพิเศษแตกต่างกันไป ผู้ใช้สามารถดูได้จากคู่มือของ MCS – 51 และเลือกใช้ได้ตามสะดวก

2.2.1 คุณสมบัติทั่วไปของไมโครคอลโทรลเลอร์ MCS – 51

คุณสมบัติทั่วไปที่สำคัญของไมโครคอลโทรลเลอร์ ตระกูล MCS – 51 มีดังนี้

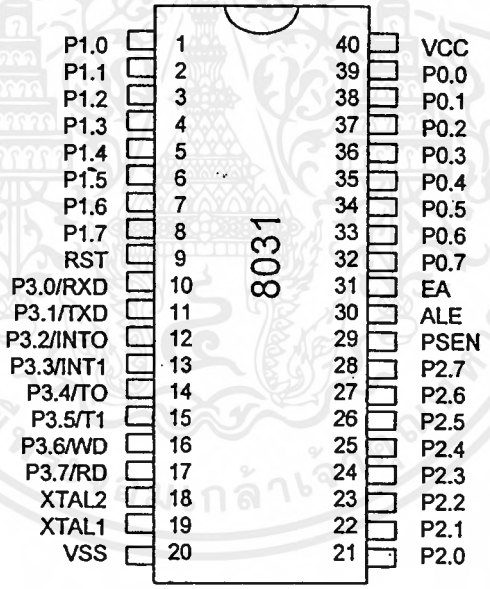
- เป็นไมโครคอลโทรลเลอร์ขนาด 8 บิท
- มีวงจรออสซิลเลเตอร์และวงจรผลิตสัญญาณนาฬิกาภายในตัว
- มีขาสัญญาณอินพุท จำนวน 32 บิท
- สามารถเชื่อมต่อหน่วยความจำข้อมูลภายนอก (external data memory) โดยอ้างตำแหน่งแอดแดรสได้ถึง 64 กิโลไบต์
- สามารถเชื่อมต่อหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก (external program memory) โดยอ้างตำแหน่งแอดเดรสได้ถึง 64 กิโลไบต์
- มีหน่วยความจำโปรแกรมภายในตัว (on-chip program memory) 4 กิโลไบต์ โดยเฉพาะเบอร์ 8052 จะมีหน่วยความจำภายในส่วนนี้ถึง 8 กิโลไบต์ สำหรับเบอร์ 8031 และ 8032 จะไม่มีหน่วยความจำในส่วนนี้
- มีหน่วยความจำโปรแกรมภายในตัว (on-chip data memory) ขนาด 128 กิโลไบต์ โดยเฉพาะเบอร์ 8052 และ 8032 จะมีหน่วยความจำในส่วนนี้ถึง 256 กิโลไบต์
- หน่วยความจำข้อมูลภายในบางส่วน สามารถเข้าถึงข้อมูลระดับบิทได้อีกด้วย ทำให้การควบคุมหรือการตรวจสอบสถานะบิท ทำได้ง่าย ส่งผลให้การเขียนโปรแกรมทำได้ง่ายมากขึ้น
- มีไทม์เมอร์/เคาร์เตอร์ (timer/counters) ขนาด 16 บิท จำนวน 2 ตัว โดยเฉพาะเบอร์ 8032 หรือ 8052 จะมีไทม์เมอร์/เคาร์เตอร์จำนวน 3 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- การอินเตอร์รัปต์สามารถทำได้จาก 5 แหล่งกำเนิด โดยเฉพาะเบอร์ 8032 และ 8052 จะทำการอินเตอร์ได้จาก 6 แหล่งกำเนิด โดยเฉพาะการอินเตอร์รัปต์ยังสามารถจัดระดับความสำคัญได้เป็น 2 ระดับ
- มีพอร์ทสื่อสารอนุกรมภายในตัวเอง ซึ่งทำงานเป็น แบบ ฟูลดูเพล็กซ์ (full duplex)
- มีคำสั่งในการคำนวณทางคณิตศาสตร์ และตรรกศาสตร์
- คำสั่งโดยส่วนใหญ่ใช้เวลาเพียง 1 ไมโครวินาที เมื่อใช้คริสตอลความที่ 12 เมกะเฮิรตซ์
- ต้องการแล่งจ่ายไฟ 5 โวลท์ เพียงชุดเดียว

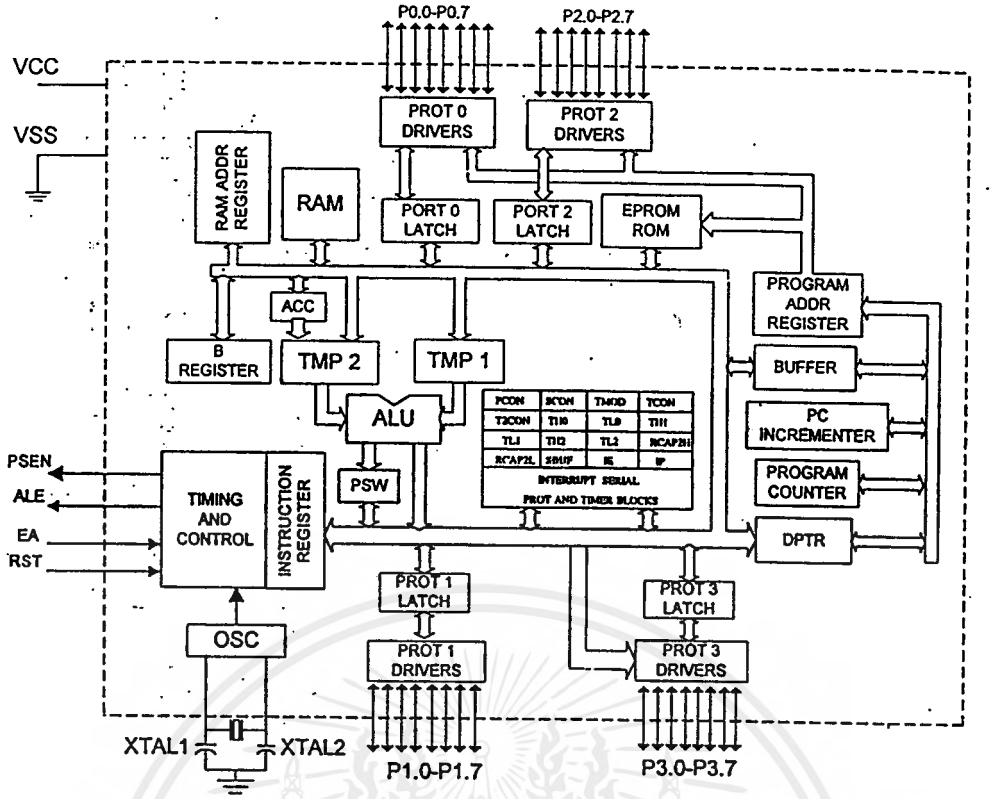
2.2.2 โครงสร้างของไมโครคอลโทรลเลอร์ 8031

โครงสร้างของไมโครคอลโทรลเลอร์ ตระกูล MCS – 51 ทุกเบอร์ จะมีตำแหน่งขาพื้นฐานที่เหมือนกัน สำหรับโครงงานนี้จะใช้เบอร์ 8031 ซึ่งมีโครงสร้างทางสถาปัตยกรรมภายนอกและภายในดังรูป 2.2 และรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.2 แสดงสถาปัตยกรรมภายนอกและการจัดตำแหน่งขาต่างๆ ของไมโครคอลโทรลเลอร์ 8031

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.3 แสดงสถาปัตยกรรมภายในของ ไมโครคอลโทรลเลอร์ 8031

จากรูปที่2.3 เป็นการแสดงโครงสร้างทางสถาปัตยกรรมภายในของไมโครคอลโทรลเลอร์ 8031 จะเห็นว่ามีส่วนประกอบภายในมากมายบรรจุอยู่รวมกันไว้และมีบัสภายใน (internal bus) ติดต่อกับส่วนต่างๆ ภายในตัวไอซี การรวมอุปกรณ์ในส่วนต่างๆ บรรจุไว้ภายในวงจรรวมเดียวกันนี้จะทำให้การทำงานมีประสทธิภาพ เพราะจะไม่เกิดการรบกวนได้ง่าย ตำแหน่งหน้าที่การใช้งานของแต่ละขาของไมโครคอลโทรลเลอร์ 8031 มีดังนี้

ขาพอร์ท 0 (Port 0)

มี 8 ขาได้แก่ขา P0.0 – PO.7 เป็นขาพอร์ทอินพุทเอาท์พุท แบบ 2 ทิศทางสำหรับใช้งานทั่วไป โดยถ้าใช้งานเป็นอินพุทพอร์ท ต้องทำการเขียนค่า 1 ไปยังแต่ละบิทของพอร์ท เพื่อกำหนดให้ขาพอร์ทเหล่านั้น อยู่ในสถานะปล่อยลอย ซึ่งในสถานะนี้เองที่สามารถนำมาใช้เป็นพอร์ทอินพุทอิมพิ แดนซ์สูงได้ นอกจากนี้จะใช้งานเป็นพอร์ทอินพุทเอาท์พุท แล้วมันยังถูกใช้งานในการติดต่อกับหน่วยความจำภายนอกด้วย โดยทำหน้าที่ในการกำหนดตำแหน่งแอดเดรสไบท์ต่ำ (AO-A7) ส่วนตำแหน่งแอดเดรสไบท์สูงจะอยู่ที่พอร์ท 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขาพอร์ท 1 (Port 1)

มี 8 ขา ได้แก่ขา P1.0 – P1.7 เป็นขาพอร์ทอินพุทเอาท์พุท แบบ 2 ทิศทาง สำหรับใช้งานทั่วไป โดยถ้าใช้งานเป็นอินพุทพอร์ท ต้องทำการเขียนค่า 1 ไปยังทุกๆบิทของพอร์ท เพื่อกำหนดให้เป็น พอร์ทอินพุท

ขาพอร์ท 2 (Prot 2)

มี 8 ขา ได้แก่ขา P2.0 – P2.7 เป็นขาพอร์ทอินพุทพอร์ทเอาท์พุท แบบ 2 ทิศทางสำหรับใช้งานทั่วไป โดยถ้าใช้งานเป็นอินพุทพอร์ทต้องทำการเขียนค่า 1 ไปยังแต่ละบิทของพอร์ท เพื่อกำหนดให้เป็นพอร์ทอินพุท นอกจากพอร์ทนี้จะใช้งานเป็นพอร์ทอินพุทเอาท์พุทแล้ว ยังถูกใช้งานในการติดต่อกับหน่วยความจำภายนอกด้วย โดยทำหน้าที่ในการกำหนดตำแหน่งแอดเดรสไบท์สูง (A8 – A15)

ขาพอร์ท 3 (Port 3)

มี 8 ขา ได้แก่ขา P3.0 – P3.7 เป็นขาพอร์ทอินพุทเอาท์พุท แบบ 2 ทิศทางสำหรับการใช้งานทั่วไป โดยถ้าใช้งานเป็นอินพุทพอร์ทต้องการเขียนค่า 1 ไปยังแต่ละบิทของพอร์ท เพื่อกำหนด ให้เป็นพอร์ทอินพุท นอกจากนี้จะใช้งานเป็นพอร์ทอินพุทและเอาท์พุทแล้ว มันยังถูกใช้งานในหน้าที่พิเศษต่างๆ ดังแสดงในตารางที่ 2 .1

ขาพอร์ท	หน้าที่พิเศษ
P3.0	RXD (serial input port)
P3.1	TXD (serial output port)
P3.2	INT 0 (external interrupt 0)
P3.3	INT 1 (external interrupt 1)
P3.4	T 0 (Timer 0 external input)
P3.5	T 1 (Timer 1 external input)
P3.6	WR (external data memory write strobe)
P3.7	RD (external data memory read strobe)

ตารางที่ 2.1 แสดงหน้าที่พิเศษของแต่ละขาของพอร์ท 3

ขารีเซท (RST)

ใช้สำหรับการรีเซตการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยการรีเซตต้องคงสถานะเป็น 1 อย่างน้อยนาน 2 แมทชีนไซเคิล ในขณะที่ออสซิลเลเตอร์ยังทำงานอยู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขา ALE/PROG

เป็นขาสัญญาณเพื่อทำหน้าที่ควบคุมการแลตช์ (latch) ค่าตำแหน่งแอดเดรสไบท์ต่ำ (address latch enable) เมื่อต้องการติดต่อกับหน่วยความจำภายนอก นอกจากนี้ขานี้ยังทำหน้าที่เป็นอินพุทรับพัลส์ในการโปรแกรม (program pulse input) ในส่วนของหน่วยความจำ EPROM สำหรับไมโครคอนโทรลเลอร์ในตระกูล MCS – 51 ที่มีหน่วยความจำโปรแกรมภายในเป็น EPROM

ขา PSEN (Program Store Enable)

ทำหน้าที่เป็นสัญญาณสโตรบเพื่ออ่านคำสั่งจากหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก เมื่อไมโครคอนโทรลเลอร์ประมวลผลคำสั่งจากหน่วยความจำภายนอก ขานี้จะส่งสัญญาณสโตรบจำนวน 2 ครั้ง ในแต่ละแมทชีนไซเคิล แต่ในขณะที่ติดต่อกับหน่วยความจำข้อมูลภายนอกจะไม่มีการส่งสัญญาณสโตรบแต่อย่างใด

ขา EA (External Access enable)

เป็นขาสำหรับการเลือกใช้หน่วยความจำโปรแกรมจากภายในหรือจากภายนอก โดยถ้ามีสถานะเป็น 0 จะหมายถึงให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ รับคำสั่งจากหน่วยความจำภายนอกที่ตำแหน่งแอดเดรส 0000H – 0FFFH แต่ถ้าขานี้มีสถานะเป็น 1 หมายความว่า โปรแกรมในตำแหน่ง 0000H – 0FFFH ถูกเก็บไว้ภายใน 8031

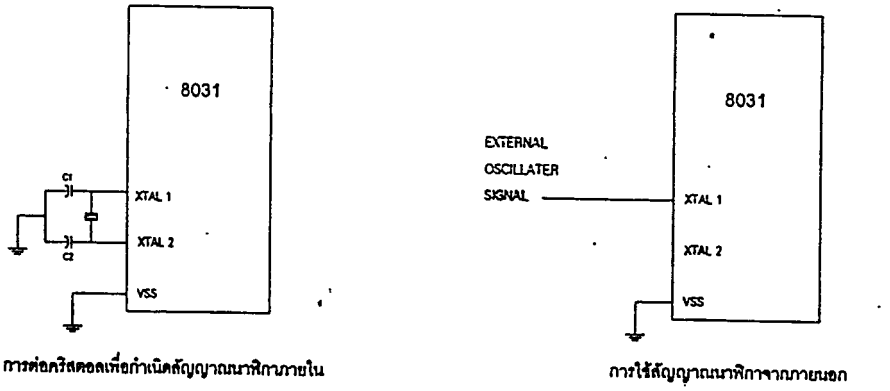
ขา XTAL 1 และ ขา XTAL 2

เป็นขาอินพุทและเอาท์พุทของวงจร อินเวอร์ติ้งออสซิลเลเตอร์แอมปริไฟเออร์ (inverting oscillater amplifier) สำหรับใช้ต่อร่วมกับคริสตอลภายนอกเพื่อเป็นตัวกำเนิดสัญญาณนาฬิกาภายในควบคุมการทำงานของ 8031 แต่ถ้าต้องการเอาสัญญาณนาฬิกามาจากภายนอก มาเป็นสัญญาณนาฬิกาควบคุม 8031 ก็ให้ต่อสัญญาณนาฬิกาที่มาจากภายนอกเข้าที่ขา XTAL 1 ส่วนขา XTAL 2 ปล่อยลอยไว้ดังรูปที่ 2.4

ขา Vcc เป็นขาที่ใช้สำหรับต่อป้อนแรงดันไฟเลี้ยง + 5 โวลท์

ขา Vss เป็นขาที่ใช้สำหรับต่อลงกราวด์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



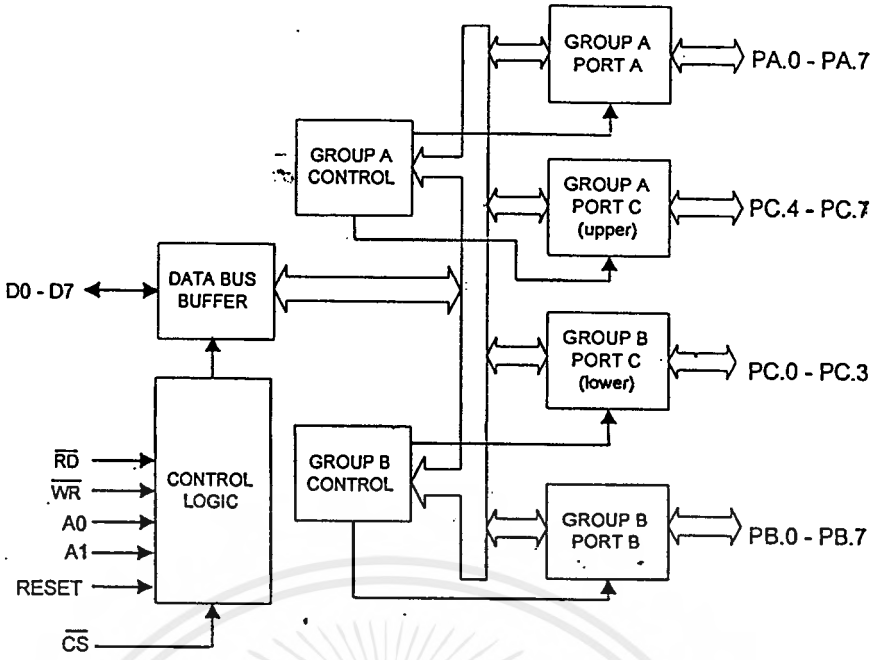
รูปที่ 2.4 แสดงการต่อใช้งานสัญญาณนาฬิกาของ 8031

2.3 PIA 8255

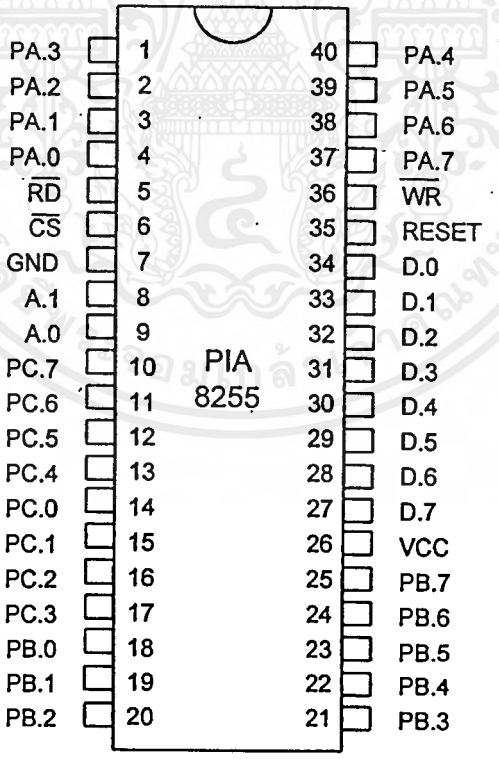
PIA 8255 (PIA ย่อมาจาก Programmable Interface Adapter) เป็น ไอซี 40 ขา ถูกออกแบบมาเพื่อที่จะเป็นพอร์ทสำหรับการรับส่งข้อมูลแบบขนาน ระหว่างอุปกรณ์ภายนอกกับไมโครคอนโทรลเลอร์ มีความสะดวกในการนำเอา 8255 ไปใช้งานเนื่องจาก เราสามารถเปลี่ยนแปลงลักษณะการทำงานของพอร์ทให้เป็นอินพุทหรือเอาท์พุทพอร์ทได้อย่างสะดวก เพียงการส่งข้อมูลควบคุมจากไมโครคอนโทรลเลอร์ให้กับ 8255 ก่อนที่จะเริ่มต้นใช้งานพอร์ทเท่านั้น โดยที่ความสามารถนี้จะถูกเรียกว่า Programmable คือ สามารถโปรแกรมการทำงานได้ ทำให้ได้รับความนิยมกันอย่างแพร่หลาย

จากในรูปที่ 2.5 เป็นบล็อคไดอะแกรมโครงสร้างการทำงานของ 8255 ส่วนรายละเอียดของตำแหน่งขาต่างๆ แสดงไว้ในรูปที่ 2.6 จะเห็นได้ว่าประกอบด้วยบล็อคของหน่วยการทำงานหลายส่วนภายในบล็อคทางขวามือทั้ง 4 บล็อค เป็นส่วนที่เชื่อมต่อกับอุปกรณ์ภายนอกโดยตรง โดยผ่านทางเส้นสัญญาณที่ระบุชื่อว่า PA.0 – PA.7, PB.0 – PB.7 และ PC.0 – PC.7 กลุ่มของสัญญาณเหล่านี้จำแนกเป็น 3 กลุ่ม คือ พอร์ท A, B และ C สำหรับบล็อคถัดเข้ามาบริเวณส่วนกลางที่มีชื่อว่า Group A Control และ Group B control ทำหน้าที่กำหนดการทำงานของพอร์ท A, B และ C สำหรับบล็อคถัดเข้ามาบริเวณส่วนกลางที่มีชื่อว่า Croup A Control และ Group B control ทำหน้าที่กำหนดการทำงานของพอร์ททั้งสาม โดยบล็อคทั้งสองนี้เชื่อมต่อกับบล็อคอื่นๆ ผ่านทางบัสข้อมูลภายใน 8255 เอง สำหรับบล็อคการทำงานทางด้านซ้ายที่มีชื่อว่า Data bus bufffer และ read/write control logic ทำหน้าที่เชื่อมต่อระหว่างระบบบัสของไมโครคอนโทรลเลอร์กับ 8255 เพื่อรับส่งข้อมูลระหว่างกันตามระดับของลอจิกของขาสัญญาณ RD\ และ WR\ ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.5 แสดง Biock Diagram ภายในของ 8255



รูปที่ 2.6 แสดงตำแหน่งขาต่างๆ ของ 8255

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.1 หน้าที่ขาสัญญาณของ 8255

เพื่อให้เข้าใจวิธีการต่อใช้งานระหว่างไมโครคอมพิวเตอร์กับ PIA 8255 จึงจำเป็นต้องเข้าใจความหมายและตำแหน่งขาต่างๆ เสียก่อนดังนี้คือ

DO – D7 เป็นบัสข้อมูล ทำหน้าที่อ่านหรือเขียนข้อมูลจากพอร์ท โดยต่อ DO-D7 ต่อเข้ากับ Data Bus ของไมโครคอมพิวเตอร์

CS เป็นขาอินพุทชิป (select shift) ทำหน้าที่รับสัญญาณจากภายนอกเพื่อเลือกชิป 8255 โดยเมื่อขานี้เป็น "low" จะทำให้ 8255 ต่อเข้ากับระบบบัสของไมโครคอมพิวเตอร์เพื่อให้อ่านหรือเขียนข้อมูลจากพอร์ทเกิดขึ้น

RD เป็นขาสัญญาณอ่านข้อมูล ทำหน้าที่รับสัญญาณอินพุทที่ส่งมาจาก CPU เมื่อขาสัญญาณนี้เป็น "low" และขา CS เป็น "low" จะมีการอ่านข้อมูลเกิดขึ้นบนบัสข้อมูล

WR เป็นขาสัญญาณเขียนข้อมูล เมื่อ CS และ WR เป็น Logic "0" จะเกิดการเขียนข้อมูลขึ้นบนบัสข้อมูล

Ao-A1 เป็นขาสัญญาณแอดเดรสเลือกพอร์ท A, B, C และควบคุมพอร์ท (control port)

RESET เป็นขาสัญญาณเคลียร์สถานะต่างๆ ภายใน 8255 โดยจะมีการเซทให้ทุกพอร์ทเป็นอินพุทพอร์ท

PA0 – PA7 เป็นขาสัญญาณอินพุท/เอาท์พุท พอร์ท A ขนาด 8 บิท

PA0 - PB7 เป็นขาสัญญาณอินพุท/เอาท์พุท พอร์ท B ขนาด 8 บิท

PC0 - PC7 เป็นขาสัญญาณอินพุท/เอาท์พุท พอร์ท C ขนาด 8 บิท

ในบรรดาพอร์ททั้งสามของ 8255 มีชื่อเรียกว่าพอร์ท A, B และ C โดยพื้นฐานนั้นล้วนเป็นพอร์ทแบบขนานที่ประกอบด้วยขาสัญญาณ 8 เส้น (8 บิท) ซึ่งแต่ละเส้นจะแทนบิทข้อมูลของพอร์ท (พอร์ทข้อมูลขนาน 8 บิท) ซึ่งเราสามารถอ้างถึงแต่ละบิทของเส้นสัญญาณพอร์ทนี้ได้โดยอิสระ อย่างไรก็ตาม 8255 ได้ทำการแบ่งกลุ่มของพอร์ทเหล่านี้เป็น2 กลุ่ม คือ กลุ่ม A และกลุ่ม B เพื่อประโยชน์ในการกำหนดรูปแบบการทำงานของพอร์ทดังตารางต่อไปนี้

ชื่อกลุ่ม	ลักษณะ
GROUP A	พอร์ท A จำนวน 8 บิท (ทุกบิทของพอร์ท) พอร์ท C จำนวน 4 บิท (เฉพาะ 4 บิทบนของพอร์ท)
GROUP B	พอร์ท B จำนวน 8 บิท (ทุกบิทของพอร์ท) พอร์ท C จำนวน 4 บิท (เฉพาะ 4 บิทล่างของพอร์ท)

ตารางที่ 2.2 แสดงรูปแบบการทำงานของพอร์ท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางข้างต้นจะเป็นได้ว่าจำนวนสัญญาณทั้งหมดของพอร์ท C (PC0 – PC7) ได้ถูกแยกออกเป็นสองกลุ่ม คือกลุ่มของ 4 บิทล่าง จาก PC0 – PC3 และกลุ่มของ 4 บิทบน จาก PC4 – PC7 ดังนั้นพอร์ทกลุ่ม A และกลุ่ม B ของ 8255 จึงมีจำนวนบิทในแต่ละกลุ่มเป็นจำนวนถึง 12 บิท

2.3.2 Register ภายในของ PIA 8255

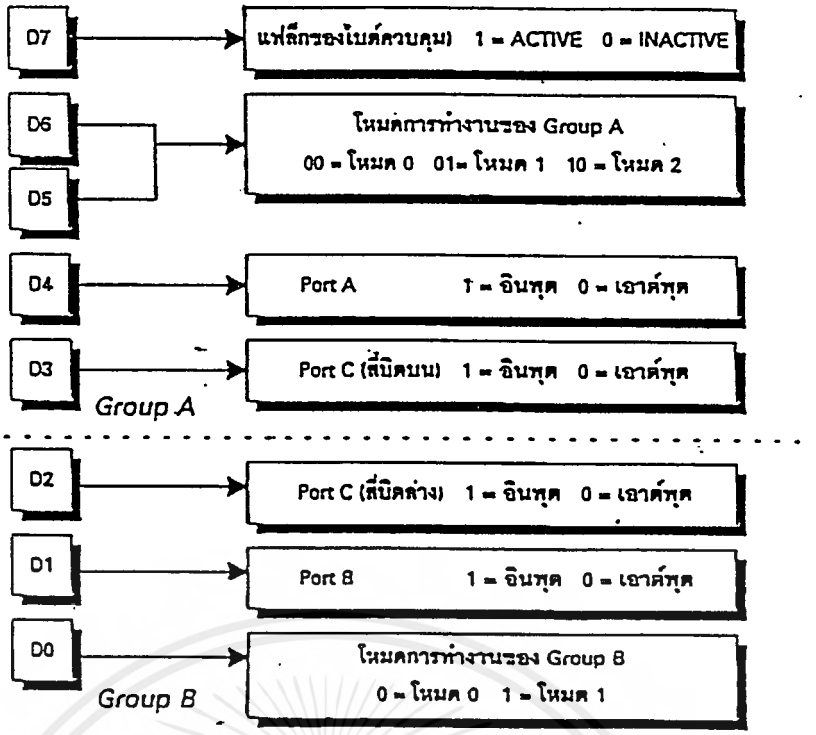
เมื่อทำการเชื่อมต่อ 8255 เข้ากับ CPU ของระบบไมโครคอมพิวเตอร์ได้แล้วสิ่งที่ผู้ใช้จะต้องทำคือ การโปรแกรมให้ 8255 ทำงานได้ตามต้องการ จากที่กำหนด Decoder Address Port 4 พอร์ท แต่ละพอร์ทจะเสมือนเป็นรีจิสเตอร์ที่สามารถเขียนและอ่านได้ โดยลักษณะการควบคุม จะทำการควบคุมโดย A0 – A1, WR และ RD ดังแสดงไว้ในตารางที่ 2.3

การกำหนดให้พอร์ททั้งสามของ 8255 ทำงานในลักษณะต่างๆ กัน หรือที่เรียกว่าโหมดการทำงาน จะเริ่มจากเราจะต้องส่งค่าข้อมูลขนาดหนึ่งไบท์ ให้กับรีจิสเตอร์ควบคุมการทำงานภายใน 8255 ข้อมูลนี้จะเรียกว่าไบท์ข้อมูลควบคุม (Control word) โดยแต่ละบิทของข้อมูลนี้จะมีความหมายที่จะระบุถึงความต้องการต่างๆ กันไป ดังแสดงรูปที่ 2.7 การส่งข้อมูลไบท์นี้จะต้องเริ่มต้นเป็นลำดับแรกก่อนที่จะมีการดำเนินการใดๆ กับ 8255 ทั้งสิ้น

RD	WR	A1	A0	ความหมาย
1	0	0	0	เขียนพอร์ท A ซึ่งเป็นข้อมูล
0	1	0	0	อ่านพอร์ท A ซึ่งเป็นข้อมูล
1	0	0	1	เขียนพอร์ท B ซึ่งเป็นข้อมูล
0	1	0	1	อ่านพอร์ท B ซึ่งเป็นข้อมูล
1	0	1	0	เขียนพอร์ท C ซึ่งเป็นข้อมูล
0	1	1	0	อ่านพอร์ท C ซึ่งเป็นข้อมูล
1	0	1	1	เขียนข้อมูลซึ่งเป็นรหัสคุม
0	1	1	1	อ่านเข้ามาซึ่งไม่มีความหมายใดๆ

ตารางที่ 2.3 สัญญาณควบคุมการทำงาน 8255

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.7 แสดงความหมายของบิทภายในไบท์ข้อมูลควบคุมสำหรับ 8255

2.3.3 การเชื่อม 8255 กับ 8031

เมื่อพิจารณาแผนภาพของ 8255 จะเห็นได้ว่ามีขาสัญญาณแอดเดรสจำนวนสองเส้นคือ A0-A1 ทำให้ตำแหน่งของแอดเดรสที่จะอ้างถึงได้มีค่าเป็น 2 ยกกำลัง 2 หรือเท่ากับ 4 ตำแหน่ง ซึ่งแต่ละตำแหน่งจะมีความหมายใช้ในการระบุรีจิสเตอร์หรือพอร์ทภายใน 8255 ดังนี้

A1	A0	ชื่อรีจิสเตอร์
0	1	พอร์ท A
0	1	พอร์ท B
1	0	พอร์ท C
1	1	รีจิสเตอร์ควบคุม

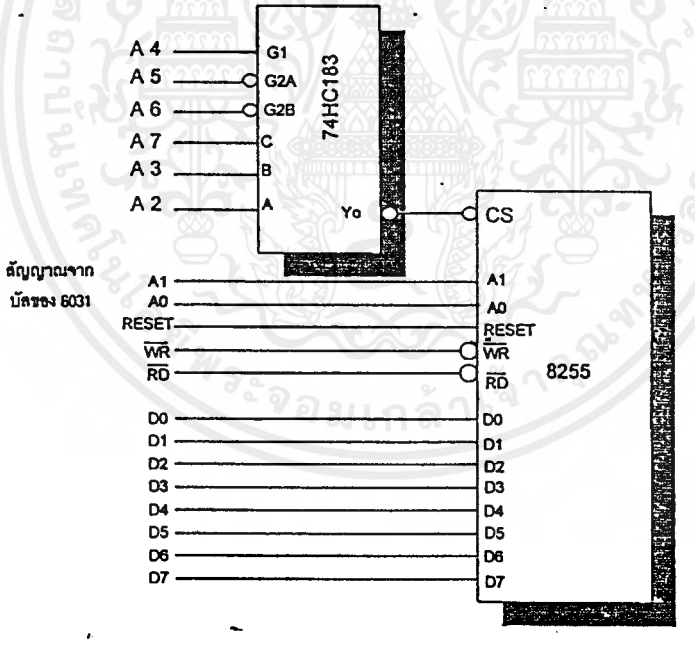
เมื่อพิจารณาค่าของแอดเดรสเหล่านี้ร่วมกับระดับลอจิกของขาสัญญาณ RD และ WR จะเป็นการอ่านหรือเขียนข้อมูลทางขาสัญญาณ D0 – D7 ให้กับรีจิสเตอร์นั้นตามลำดับ ดังตารางที่ 2.3 ดังนั้น โดยทั่วไปมักจะกำหนดให้แอดเดรสของ 8255 ทั้งสี่ตำแหน่งอยู่ในแอดเดรสช่วงใดช่วงหนึ่งของระบบเช่น 10H, 11H, 12H และ 13H โดยที่ขาสัญญาณแอดเดรสที่นอกเหนือไปจาก A0 และ A1 นำเข้ามายังตัวถอดรหัสแอดเดรสเพื่อสร้างสัญญาเลือกอุปกรณ์ (CS) ในช่วงแอดเดรสที่ต้องการ ให้ดูตัวอย่างในรูปที่ 2.8 สัญญาณ CS นี้จะเป็นสภาวะลอจิกต่ำก็ต่อเมื่อค่าในแอดเดรส A2 – A7 มีค่าเท่ากับ0000100xx (xxใช้เพื่อระบุถึงรีจิสเตอร์ภายใน 8255 เพื่อทำการอ่านหรือเขียนข้อมูล) ดังนั้นจากวงจรนี้แอดเดรสของรีจิสเตอร์ภายใน 8255 จะมีค่าตามตารางที่ 2.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตำแหน่งแอดเดรส	ความหมาย
10H	พอร์ท A
11H	พอร์ท B
12H	พอร์ท C
13H	รีจิสเตอร์ ควบคุม

ตารางที่ 2.4 แสดงตำแหน่งแอดเดรสภายใน 8255

ขาสัญญาณควบคุมอื่นๆ คือ RD และ WR มักจะเชื่อมต่อเข้ากับขาสัญญาณชื่อเดียวกันของ 8031 ได้โดยตรงทำให้แอดเดรสพอร์ทของ 8255 อยู่ในพื้นที่ของหน่วยความจำข้อมูลของ 8031 สำหรับขาสัญญาณรีเซทของ 8255 ซึ่งจะมีผลให้เกิดการรีเซต หรือเริ่มสภาวะการทำงานใหม่เมื่อระดับของขาสัญญาณเป็นลอจิกสูง ดังนั้นหากว่าจะใช้สัญญาณการรีเซตเดียวกันกับ 8031 เพื่อที่จะรีเซต 8255 ด้วยก็สามารถต่อได้โดยตรง



รูปที่ 2.8 แสดงตัวอย่างการเชื่อม 8255 เข้ากับ 8031

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 ไอซีถอดรหัสสัญญาณ ความถี่โทรศัพท์ (DTMF DECODER)

MT 8870 เป็นไอซีที่ใช้สำหรับถอดรหัสความถี่โทรศัพท์ ซึ่งเกิดจากการกดปุ่มตัวเลขของโทรทัพท์แบบกดปุ่ม (ชนิด Tone หรือ DTMF) ให้เป็นระบบตัวเลขทางดิจิตอล โดย ไอซี MT8870 จะทำหน้าที่แปลงความถี่รหัสโทรศัพท์ DTMF ให้เป็นสัญญาณดิจิตอล เลขฐานสองขนาด 4 บิท ซึ่งคุณสมบัติการทำงานมีดังต่อไปนี้

- เป็นตัวรับ และถอดรหัสความถี่โทรศัพท์ (DTMF receiver)
- ใช้กระแสไฟฟ้าน้อย และใช้ไฟเลี้ยงระดับเดียวกับ TTL
- สามารถตั้งอัตราการขยายภายในตัวไอซีได้
- สามารถปรับการ์ดไทม์ (Gurad time) ได้
- เป็นไอซีมีคุณภาพสูง

2.4.1 โครงสร้างของ MT8870

โครงสร้างภายในของ MT8870 ประกอบไปด้วยวงจรกรองความถี่ และวงจรถอดรหัสฟังก์ชันทางดิจิตอลเป็นไอซีที่สร้างโดยใช้เทคโนโลยี ISO – CMOS ในส่วนของวงจรกรองความถี่ใช้เทคนิคของสวิทตช์คาปาซิเตอร์ฟิลเตอร์ สำหรับกรองความถี่สูงและต่ำ ส่วนวงจรถอดรหัสใช้เทคนิคการนับทางดิจิตอลเพื่อตรวจจับและถอดรหัสทั้ง 16 ความถี่ ออกเป็นเลขฐานสองขนาด 4 บิท และเช็คช่วงเวลาที่สัญญาณเข้ามา ส่วนภาคอินพุตเป็นออปแอมป์ ซึ่งสามารถปรับอัตราขยายได้โดยต่ออุปกรณ์ภายนอก เอาต์พุตเป็นวงจรแลตช์ 3 สถานะ โครงสร้างของ MT8870 แสดงในรูปที่ 2.9 และรูปที่ 2.10

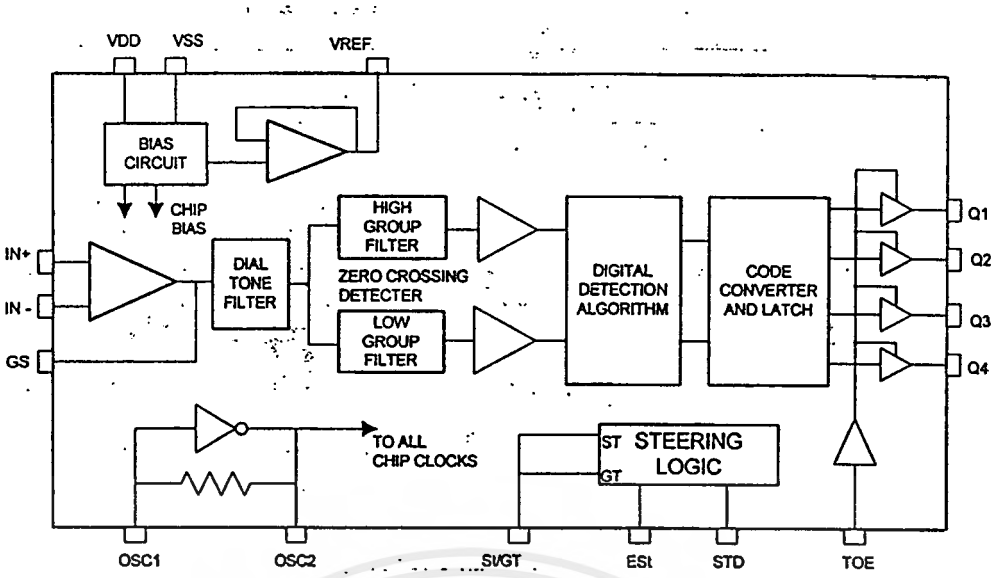
ฟังก์ชันการทำงานภายในของ MT8870

โครงสร้างภายในของ MT8870 ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 5 ส่วนคือ

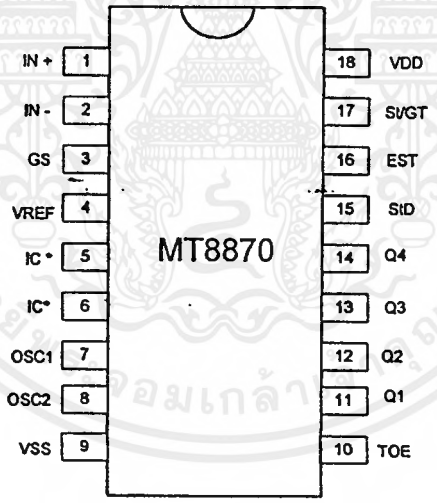
1. ภาคกรองความถี่ (filter section)
2. ภาคถอดรหัส (decoder section)
3. ภาคตรวจสอบสัญญาณ (steering circuit)
4. ภาคกำเนิดความถี่ (oscillater)
5. ภาคขยายสัญญาณความแตกต่าง (differential input)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง



รูปที่ 2.9 แสดงโครงสร้างภายในของ MT8870



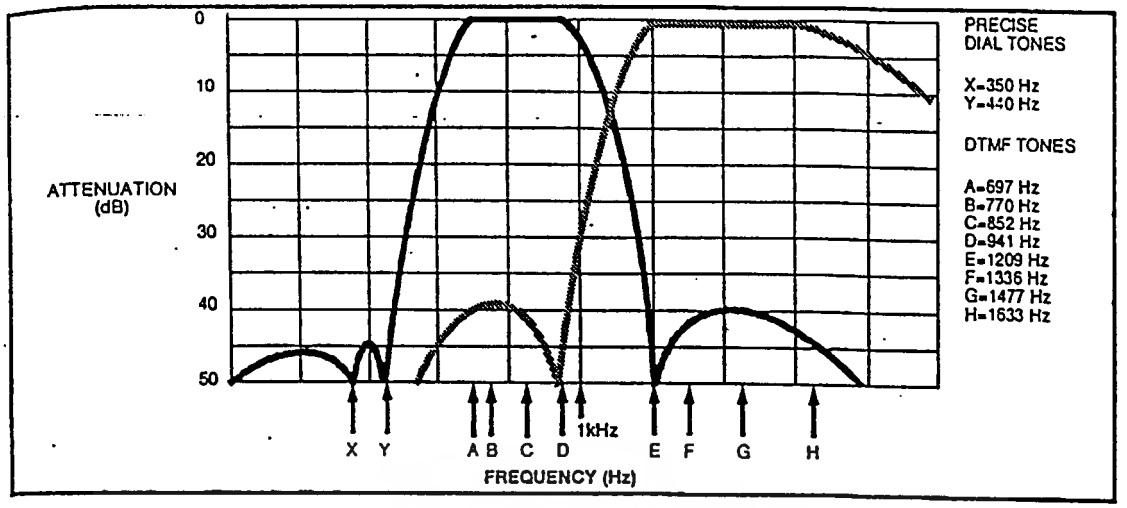
* ต่อกับ VSS

MT8870BE 18 PIN PLASTIC
MT8870BC 18 PIN CERDIP

รูปที่ 2.10 แสดงรายละเอียดขาของ MT8870

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

32597



รูปที่ 2.11 แสดงความถี่ที่ได้จากภาคกรองความถี่

1. ภาคกรองสัญญาณความถี่

ในส่วนนี้จะแยกสัญญาณ DTMF ที่เข้ามาออกเป็น 2 กลุ่มความถี่ คือช่วงความถี่สูงและช่วงความถี่ต่ำ โดยใช้วงจรกรองความถี่อันดับ 6 ชนิดสวิทช์คาปาซิเตอร์ (SIX – ORDER SWITCHED CAPACITOR BANDPASS FILTER) ซึ่งความถี่ที่แยกได้มี 2 ช่วง คือช่วงความถี่สูงและช่วงความถี่ต่ำ

2. ภาคถอดรหัส

ความถี่ DTMF ที่ถูกกรองเรียบร้อยแล้ว จะผ่านเข้าวงจรถอดรหัสความถี่ออกเป็นตัวเลข โดยใช้เทคนิคการนับแบบดิจิตอล และมีการตรวจสอบความถี่ที่เข้ามาว่าเป็นความถี่มาตรฐาน DTMF หรือไม่ เพื่อป้องกันความถี่อื่นเข้ามาผสม เมื่อตรวจสอบว่าความถี่นั้นถูกต้อง สัญญาณที่ขา Est (Early Steering) ก็จะแอคทีฟ สำหรับค่าที่ถอดรหัสจากความถี่ที่ถอดรหัสได้จากความถี่ต่างๆ นั้นแสดงดังตารางที่ 2.5

3. ภาคตรวจสอบสัญญาณ

ก่อนที่จะมีการถอดรหัสความถี่ออกไปทางเอาท์พุท จะมีการตรวจสอบช่วงความถี่ที่เข้ามาว่ามีระยะเวลาที่กำหนดหรือไม่ โดยที่สังเกตจากระยะเวลาการกดปุ่มสวิทช์ความถี่ เพื่อให้มีช่วงความถี่ออกมาเป็นช่วงเวลาพอสมควร มิฉะนั้นวงจรส่วนนี้จะไม่รับโดยถือสัญญาณนั้นไม่ถูกต้อง ส่วนช่วงเวลายาวเท่าใดสามารถตั้งได้โดยใช้ RC ต่อภายนอก สัญญาณที่ขา Est จะเป็น "HIGH" นานใกล้เคียงกับระยะเวลาที่ความถี่ DTMF เข้ามาทำให้แรงดัน V สูงขึ้นจนถึงค่าเทรชโฮลด์ (TRESHOLD) วงจรถอดรหัสจึงจะถอดรหัสออกมาเป็นตัวเลขขนาด 4 บิท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

ตารางที่ 2.5 แสดงค่าที่ถอดรหัสได้จากความถี่ต่างๆ

4. ภาคขยายสัญญาณความแตกต่าง

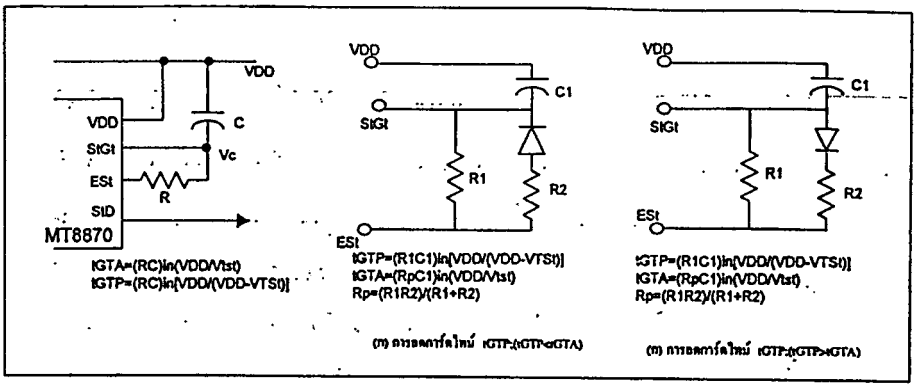
ส่วนอินพุตของ MT8870 เป็นภาคขยายออปแอมป์ที่สามารถปรับอัตราขยายได้โดยต่อวงจรภายนอกเข้ากับอินพุท

5. ภาคกำเนิดความถี่

ใน MT8870 จะมีวงจรออสซิลเลเตอร์อยู่ภายใน เพียงแต่ต่อคริสตอลขนาด 3.579 เมกกะเฮริตซ์ ก็สามารถใช้งานได้ทันที

สำหรับการ์ดไทม์นั้นหมายถึง คาบเวลาของความถี่เข้ามาซึ่งจะต้องนานเท่ากันหรือ มากกว่าช่วงเวลาที่เราตั้งไว้ จึงจะได้รับการยอมรับว่า สัญญาณความถี่นั้นถูกต้อง หรือเวลาที่เราตั้งไว้โดย RC ก็คือการ์ดไทม์นั่นเอง เมื่อสัญญาณความถี่ที่เข้ามานานเท่ากันหรือมากกว่าเวลาที่ตั้งไว้ จึงสามารถแปลงเป็นตัวเลขได้ ถ้าสัญญาณความถี่เข้ามาสั้นกว่าเวลาที่ตั้งไว้ ก็จะไม่มีการถอดรหัสเป็นตัวเลขออกไป การตั้งเวลาและคำนวณเวลาดูได้จากรูปที่ 2.12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.12 แสดงวงจรตรวจสอบสัญญาณอย่างง่ายและแสดงการกำหนดเวลาการ์ดไทม์ (grad time)

วิธีการคำนวณ

$$tGTA = (RC) \text{ in } (Vdd / Vtst)$$

$$tGTP = (RC) \text{ in } (Vdd / (Vdd - VTSt))$$

การลดการ์ดไทม์ tGTP ; (tGTP<tGTA)

$$tGTP = (R1C1) \text{ in } (Vdd/ (Vdd - VTSt))$$

$$tGTA = (R1C1) \text{ in } (Vdd / VTSt)$$

$$Rp = (R1R2) / (R1 + R2)$$

การเพิ่มการ์ดไทม์ tGTA ; (tGTP > TGTA)

$$tGTP = (RpC1) \text{ in } (Vdd / (Vdd - VTSt)$$

$$tGTA = (R1C1) \text{ in } (Vdd / VTSt)$$

$$Rp = (R1R2) / (R1+R2)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 ไอซีบันทึกสัญญาณเสียง

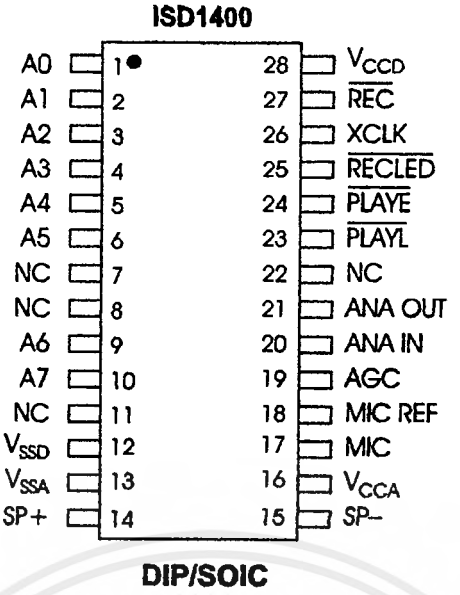
ในอุปกรณ์สื่อสารหรืออุปกรณ์คอมพิวเตอร์ปัจจุบัน จะเห็นว่ามีความทันสมัยมากขึ้นอย่างเช่น อุปกรณ์โทรศัพท์ ในสมัยก่อนต้องใช้คนทำหน้าที่เป็นโอเปอเรเตอร์ คอยตอบรับโทรศัพท์เมื่อมีผู้โทรเข้ามาและต่อเลขหมายตามความต้องการของผู้เรียก แต่ในปัจจุบันนี้ไม่จำเป็นต้องใช้คนอีกต่อไปแล้ว ความทันสมัยของการพัฒนาอุปกรณ์อิเลคทรอนิคส์ ได้เข้ามามีบทบาทและข้ามาทำงานแทนที่คน โดยใช้วงจรอิเลคทรอนิคส์ ได้เข้ามีบทบาทและเข้ามาทำงานแทนที่คน โดย
เราสามารถใช้วงจรอิเลคทรอนิคส์ มาทำหน้าที่ตอบรับโทรศัพท์แทนคน อุปกรณ์ที่ว่านี้สามารถตอบรับโทรศัพท์ได้ด้วยเสียงพูด ในอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ก็เช่นเดียวกัน เราสามารถให้คอมพิวเตอร์พูดแนะนำขั้นตอนต่างๆ ในการใช้คอมพิวเตอร์ให้กับผู้ใช้คอมพิวเตอร์ได้ ในอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า ที่มีการทำงานซับซ้อนทั่วไปก็หันมานิยมใช้อุปกรณ์บันทึกสัญญาณเสียงพูดนี้กันมากเพราะสะดวก ทำให้ผู้ใช้บริการไม่สับสนเพราะมีสัญญาณเสียงพูดคอยแนะนำขั้นตอนการทำงานตลอดเวลา สัญญาณเสียงพูดที่ใช้กันนั้นไม่ได้บันทึกได้ในเทปคาสเซทแต่หากว่ามันถูกบันทึกไว้ในตัวไอซี ซึ่งมีขนาดเล็กกระทัดรัด ใช้งานสะดวกสบายเพียงแต่แค่ต่ออุปกรณ์ประกอบวงจรเพียงเล็กน้อยไว้ภายนอกของตัวไอซีก็สามารถใช้งานได้ โดยโครงการนี้จะใช้ไอซีเบอร์ ISD 1420

2.5.1 คุณสมบัติของ ISD 1420

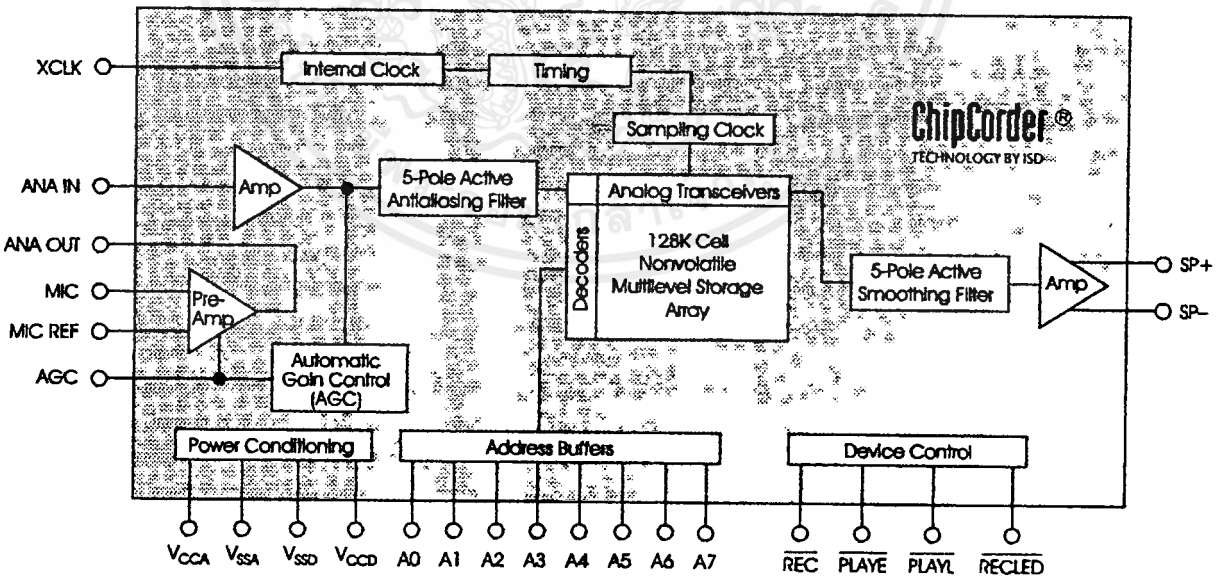
- สามารถบันทึกสัญญาณเสียงเก็บไว้ได้โดยไม่ต้องต่อแหล่งจ่ายไฟฟ้าเลี้ยงวงจร (nonvolatile memory)
- สามารถบันทึกซ้ำ (re – record) ได้มากกว่าจำนวน 100,000 ครั้ง
- สามารถบันทึกข้อความที่ติดต่อกันได้นานถึง 20 วินาที
- การบันทึก (record) และเล่นกลับ (playback) ทำได้ง่าย
- สามารถเชื่อมต่อ (interface) กับอุปกรณ์ไมโครคอนโทรลเลอร์ได้
- ให้เสียงตอบสนองที่เป็นธรรมชาติ

จากคุณสมบัติต่างๆ ที่รวบรวมอยู่ภายในตัวไซีเพียงตัวเดียว ทำให้ง่ายแก่การใช้งาน ตั้งแต่วงจรขยายสัญญาณจากไมโครโฟน จนถึงหน่วยจัดเก็บข้อมูลที่บันทึกและขับออกลำโพงก็ถูกรวบรวมไว้ในตัวไอซีเพียงตัวเดียว ในโหมดการบันทึกจะจัดเก็บข้อมูลต่างๆ ไว้ในหน่วยความจำ ที่เป็นเซล แบบไม่ต้องการแรงดันสำรองเพื่อรักษาข้อมูลไม่ให้สูญหาย รายละเอียดการแสดงบล็อคไดอะแกรมการทำงานและตำแหน่งขาของ ISD 1420 แสดงไว้ดังรูปที่ 2.13 และ 2.14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.13 แสดงตำแหน่งขาของ ISD 1420



รูปที่ 2.14 แสดงบล็อคไดอะแกรมการทำงานของ ISD 1420

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.2 รายละเอียดตำแหน่งขาของ ISD 1420

Microphone Input (MIC)

ขา 17 จะรับสัญญาณอินพุทที่ผ่านเข้ามายังไมโครโฟนแล้ว ส่งผ่านสัญญาณเข้าสู่วงจรปรีแอมป์ที่ประกอบอยู่ภายอยู่ภายในตัวไอซี ภายในประกอบด้วยวงจรควบคุมอัตราการขยายอัตโนมัติ (AGC) โดยวงจรนี้จะทำหน้าที่ควบคุมอัตราการขยายของวงจรปรีแอมป์ให้มีการขยายของวงจรปรีแอมป์ให้มีการขยายอยู่ในช่วง –15 ถึง 24 เดซิเบล ไมโครโฟนจากภายนอกจะถูกคับปลิ้งผ่านตัวเก็บประจุในลักษณะอนุกรมกับขา 17 ค่าความจุของคาปาซิเตอร์จะกำหนด โดยคำนึงถึงค่าความต้านทานภายในของไอซี (10 กิโลโอห์ม) เพื่อทำให้เกิดการคัทออฟที่ความถี่ต่ำ

Microphone Reference Input (MIC REF)

ขา 18 นี้จะต่อเข้ากับกราวด์อะนาล็อก (V_{SSA}) โดยต่ออนุกรมกับตัวเก็บประจุ เพื่อทำหน้าที่กำจัดสัญญาณรบกวนทางอินพุทขา 17 และเพื่อให้เกิดการชดเชยทางด้านสัญญาณรบกวนให้ดีกว่า 10 เดซิเบล

ANALOG OUTPUT (ANA OUT)

ขา 21 เป็นขาเอาท์พุทของวงจรปรีแอมป์ขยายสัญญาณจากไมโครโฟนที่ได้รับการควบคุมอัตราการขยายวงจร AGC ภายในแล้ว

ANALOG INPUT (ANA IN)

ขา 20 จะรับสัญญาณผ่านวงจรปรีแอมป์ออกมาทางขา 21 โดยผ่านตัวเก็บประจุคับปลิ้งภายนอก คับปลิ้งสัญญาณเข้าที่ขา 20 นี้เพื่อผ่านสัญญาณเข้าไปทำการบันทึกไว้ภายในตัวไอซี ตัวเก็บประจุคับปลิ้งภายนอกนี้ ต้องสัมพันธ์กับความต้านทานภายในค่า 30 กิโลโอห์ม ซึ่งเป็นอินพุท อิมพีแดนซ์ เพื่อที่จะทำให้เป็นวงจรกรองความถี่ต่ำแบบคัทออฟ

AUTOMATIC GAIN CONTROL (AGC)

ขา 19 เป็นอินพุท เพื่อควบคุมอัตราการขยายของปรีแอมป์ไมโครโฟน ทางด้านไดนามิกเพื่อให้เกิดความเหมาะสม กับระดับสัญญาณที่มีย่านความถี่กว้างมาก ของสัญญาณทางด้านอินพุทจากไมโครโฟน และเพื่อให้ระดับสัญญาณที่ทำการบันทึกมีความผิดเพี้ยนน้อยที่สุดขา AGC นี้จะต่อรวมกับอุปกรณ์ R,C เพื่อกำหนดค่าเวลาคงที่โดยค่าความต้านทานภายใน 5 กิโลโอห์ม และจะต่อกับ C ภายนอกอีกตัวหนึ่งเพื่อผ่านลงกราวด์อะนาล็อก ค่าที่เหมาะสมบางครั้งกำหนดไว้ที่ R=470K, C=4.7 uF

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SPEAKER OUTPUTS (SP+/SP-)

ขา 14, 15 เป็นขาเอาท์พุท ต่อออกลำโพง ในไอซีจะมีวงจรขยายความแตกต่างออกสู่ลำโพง ซึ่งมีความสามารถในการขับลำโพงเอาท์พุทได้ 50 mW ที่โหลดลำโพง 16 โอห์ม ขาเอาท์พุทนี้ ไม่สามารถต่อขนานกันหลายตัวได้ ในกรณีที่ต่อดาส เดสกันหลายตัว

PLAYBACK, EDGE - ACTIVATED (PLAYE)

ขา 24 เมื่อขาควบคุมการเล่นกลับนี้ได้รับระดับลอจิกเป็น "0" หรือได้รับการกระตุ้นลอจิกเป็น "0" ที่อินพุทนี้ วงจรก็จะเริ่มทำการเล่นกลับเพื่อนำข้อมูลที่ถูกบันทึก อยู่แสดงออกทางลำโพง การเล่นกลับในฟังก์ชันนี้ จะเป็นการเล่นกลับอย่างต่อเนื่อง จนกว่าจะถึงข้อมูลสุดท้ายที่ทำการบันทึกตามเวลาที่กำหนดไว้ (10-20 วินาที) หรือเล่นกลับจนกว่าข้อมูลที่บันทึกไว้ใน EEPROM ทุกข้อมูลจะถูกเล่นกลับออกมาทั้งหมด ซึ่งเป็นการเล่นกลับอย่างสมบูรณ์ หลังจากนั้นก็จะตัดเข้าสู่โหมดสแตนด์บาย ในระหว่างที่กำลังอยู่ในสภาวะเล่นกลับนั้นทันทีที่ขา PLAYE มีสถานะเป็น "1" การเล่นกลับก็จะหยุดลงทันที

PLAYBACK, LEVEL - ACTIVATED (PLAYL)

ขา 23 เมื่อขาอินพุทนี้มีการเปลี่ยนแปลงระดับลอจิกจาก "1" ไปถึง "0" จะเป็นการเล่นกลับแบบต่อเนื่อง จนกระทั่งที่ขา PLAYL เพิ่มเป็น "1" หมายถึง เกิดการตรวจจับการเล่นสิ้นสุดลง หรือจบสิ้นข้อมูลที่ถูกเก็บไว้ใน EEPROM แล้ว และก็จะกลับมาสู่สภาวะสแตนด์บาย

RECORD (REC)

ขา 27 ที่ขาควบคุมการบันทึกทางอินพุทนี้จะต้องการระดับลอจิก "0" เพื่อทำการบันทึกสัญญาณและจะเริ่มทำการบันทึกเมื่อระดับลอจิกที่ขา REC นี้เป็นลอจิก "0" และสภาวะลอจิกที่ขานี้ต้องคงอยู่ที่ "0" ตลอดขณะที่ทำการบันทึก และการบันทึกที่ขา REC จะต้องได้รับสัญญาณมาควบคุมที่ขา PLAYE หรือที่ ขา PLAYL ถ้าที่ขา REC มีระดับลอจิก "0" เพิ่มขึ้นไปเป็นค่าแรงดันบวก (ขึ้นไปเป็น "1") ก็จะเข้าสู่การทำงานของการเล่นกลับ

ADRESS/MODE INPUT (A0 – A7)

ขา 1-10 ขาแอดเดรสและโหมดอินพุทจะมีอยู่สองฟังก์ชันที่อยู่กับระดับของสอง MSB ของแอดเดรสถ้าแอดเดรสใดแอดเดรสหนึ่งของสอง MSBS เป็น "0" อินพุทก็จะมาปรากฏที่แอดเดรสบิททั้งหมด และใช้เป็นแอดเดรสเริ่มต้น สำหรับวงจรรอบการบันทึก และเล่นกลับ ขาแอดเดรสจะเป็นอินพุทอย่างเดียว และไม่ทำหน้าที่เป็นเอาท์พุท ขาแอดเดรสจะเกิดการแลทช์โดยขอบของขาลงของพลัลส์ที่ขา PLAYE PLAYL หรือ REC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

EXTERNAL CLOCK INPUT (XCLK)

ขา 26 เป็นขารับสัญญาณนาฬิกาจากภายนอก เพื่อกำหนดค่าความถี่สัญญาณนาฬิกาในการสุ่มสัญญาณ แต่โดยปกติได้ระบุไว้ว่าสัญญาณนาฬิกา การสุ่มสัญญาณถูกกำหนดไว้ภายในแล้ว ซึ่งจะไม่ขึ้นกับอุณหภูมิภายนอก หรือย่านแรงดันไฟเลี้ยงที่ไม่คงที่การใช้งานปกติแล้วจะต่อขา 26 นี้ เข้ากับกราวด์ของไฟเลี้ยง

RECLED

ขา 25 เป็นส่วนของอุปกรณ์ non – volatile ภายในตัวไอซีที่จะใช้กำหนดหรือระบุการสิ้นสุดของการเก็บข้อมูลที่ทำการบันทึก ขา EOM นี้จะให้เอาท์พุทออกมาเป็น "0" เมื่อข้อมูลที่ถูกบันทึกอยู่ถูกเล่นกลับออกมาหมดแล้ว

VOLTAGE INPUTS

ขา 16 และ 28 เป็นขารับแรงดันที่จะต้องแยกกันต่างหากระหว่างขารับแรงดันของวงจรอะนาล็อกและวงจรดิจิตอลที่ประกอบอยู่ภายในตัวไอซีแล้ว ขารับแรงดันต้องการแรงดันไฟเลี้ยง +15 โวลท์ และต้องเป็นแรงดันไฟเลี้ยงที่มีสัญญาณรบกวนต่ำมาก

GROUND INPUTS (V_{SSA}, V_{SSD})

ขา 12 และขา 13 โดยคุณสมบัติของไอซีในตระกูล ISD 1420 จะมีการแยกกันระหว่าง กราวด์ของสัญญาณอะนาล็อก และกราวด์ของสัญญาณดิจิตอล ขากราวด์ทั้งสองนี้จะถูกต่อและปิดไว้ภายในตัวถังบรรจุของไอซี การใช้งานขากราวด์ทั้งสอง จะเลือกต่อกับกราวด์ของเพาเวอร์ซัพพลาย ในส่วนที่มีค่าอิมพีแดนซ์ต่ำ เพื่อไม่ต้องการให้เกิดค่าแรงดันที่แตกต่างกันระหว่างกราวด์ทั้งสอง

2.5.3 โหมดการทำงานของ ISD 1420 (Operation Mode)

การอธิบายโหมดการทำงาน (OPERATIONAL MODE DESCRIPTION) โหมดการทำงานสามารถต่อรวมกับไมโครคอนโทรลเลอร์ได้หรือสามารถใช้เป็น hardware ให้กับการทำงานของระบบที่เราต้องการได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางโหมดการทำงาน

โหมดควบคุม	หน้าที่	การใช้	ต่อใช้ร่วมกับ
A_0	massage cueing	ข้อความเคลื่อนที่ไปข้างหน้าอย่างรวดเร็ว	A_4
A_1	delate EOM markers	ตำแหน่ง EOM ที่จุดปลายของข้อความที่แล้ว	A_1 , A_4
A_2	un used	ว่าง	-
A_3	looping	การเล่นกลับแบบต่อเนื่องจากแอดเดรส	A_1
A_4	consecutiveaddressing	บันทึก/เล่นติดต่อกันหลายข้อความ	A_0 , A_1
A_5	un used	ว่าง	-

A_O– Message cueing

Message cueing ยอมให้ผู้ใช้งาสามารถข้ามผ่านข้อความโดยที่ไม่ต้องรู้ถึง Physical ที่แท้จริงของแต่ละข้อความได้ CE low pulse แต่ละ Pulse เป็นเหตุที่ทำให้ตัวชี้ตำแหน่งแอดเดรสภายในข้ามผ่านไปยังตัวข้อความตัวต่อไป โหมดนี้ควรจะใช้สำหรับการเล่นกลับเท่านั้นและใช้ร่วมกับโหมดการทำงาน A_4

A_1 – Delete EOM Markers

โหมดการทำงาน A_1 จะยินยอมให้ข้อความที่ได้รับการบันทึกตามลำดับรวมกันให้กลายมาเป็นข้อความๆ เดียวได้โดยเพียงตั้ง EOM Markers ที่ปลายข้อความที่นำมารวมกัน

A_2 – Unused

ไม่ใช้งาน

A_3- Message Looping

โหมดการทำงาน A_3 ใช้สำหรับการเล่นกลับซ้ำอย่างต่อเนื่อง แบบอัตโนมัติของข้อความที่อยู่ทุกตำแหน่งเริ่มต้นของแอดเดรสว่าง เมื่อข้อความ CAN บรรจุลงใน ISD 1420 อย่างสมบูรณ์แล้ว จะลูปจากจุดเริ่มต้นไปจุดสุดท้ายโดยที่ OVF ไม่เป็น low

A_4- Consecutive Addressing

ระหว่างการทำงานในขณะปกติตัวชี้แอดเดรสจะรีเซทเมื่อข้อความถูกเล่นผ่านไปที่ EOM marker โหมดการทำงาน A_4 จะกีดกันการรีเซทของตัวชี้แอดเดรสบน EOM และไม่ยอมให้ข้อความถูกเล่นกลับแบบเรียงลำดับ

A_5 – Unused

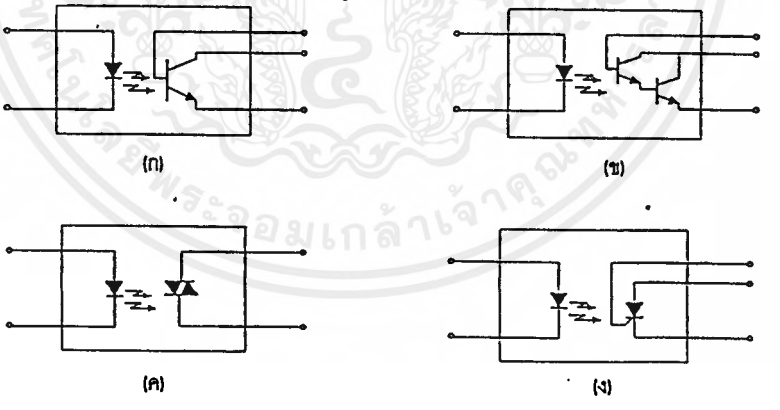
ไม่ใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 การเชื่อมโยงทางแสง

อุปกรณ์เชื่อมโยงทางแสง (optocoupler) หรือตัวแยกโดยใช้แสง เป็นอุปกรณ์ที่มีคุณสมบัติในการไอโซเลท ทำให้สามารถนำมาใช้ในการเชื่อมโยงสัญญาณต่างๆ ของวงจรที่มีกราวด์ต่างกัน สามารถป้องกันการรบกวนซึ่งกันและกันระหว่างภาคอินพุทกับเอาท์พุทได้อย่างเด็ดขาด ซึ่งการคัพปลิ้งด้วยวิธีอื่นๆ จะทำไม่ได้ จึงได้นำเอาออปโต้คัพเปลอร์มาประยุกต์ใช้งาน ในวงจรเพื่อประสิทธิภาพการทำงานและความน่าเชื่อถือของวงจร

ออปโต้คัพเปลอร์ เป็นอุปกรณ์เดี่ยวที่ประกอบด้วยแหล่งกำเนิดแสงและตัวตรวจรับแสง โดยที่ทั้งสองส่วนนี้จะแยกจากกันและกัน มีฉนวนที่โปร่งใส เช่น กระจกชิ้นบาง ๆ คั่นกลาง และชิ้นส่วนทั้งหมดจะถูกบรรจุอยู่ในตัวถังทึบแสง รูปร่างภายนอกมีอยู่หลายแบบ แต่ที่พบเห็นบ่อยๆ ส่วนมากจะมีตัวถังเป็นแบบดิพ (DIP: Dual in – Line Package) เหมือนไอซี แต่มี 6 ขา แหล่งกำเนิดแสงส่วนใหญ่จะใช้ไอโอดเปล่งแสงอินฟาเรด (IRED: Infrared Emitter Diode) ทำจากสารแกลเลี่ยมอาร์เซไนด์ (GaAs) ส่วนตัวตรวจรับหรืออุปกรณ์ภาคเอาท์พุทนั้น อาจจะเป็นโฟโต้ทรานซิสเตอร์, โฟโตดาร์ลิงตันสวิทช์สองทิศทาง ซึ่งทำงานเมื่อมีแสงมากระตุ้น และ SCR ที่ถูกกระตุ้นด้วยแสงเป็นต้น รูปที่ 2.14 แสดงสัญญลักษณ์ของวงจรชนิดต่างๆ ดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้น ถึงแม้ว่าจะมีหลายชนิดมากกว่านี้ แต่ที่แสดงให้เห็นรูปเป็นแบบที่พบเห็นกันบ่อยๆ



รูปที่ 2.15 แสดงสัญญาลักษณ์ของออปโต้คัปเลอร์

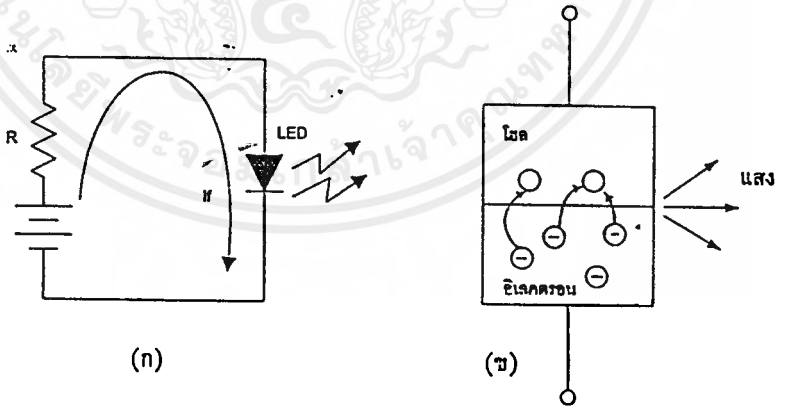
(ก) แบบมีเอาท์พุทเป็นโฟโต้ทรานซิสเตอร์ (ข) แบบมีเอาท์พุทเป็นโฟโต้ดาร์ลิงตัน

(ค) แบบมีเอาท์พุทเป็นโฟโต้ไดแอค (ง) แบบมีเอาท์พุทเป็นโฟโต้เอสซีอาร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ออปโต้คัพเปลอร์หรือออปโต้ไอโซเลทเตอร์ ได้รับการออกแบบไว้ให้ทำการป้องกัน อุปกรณ์อิเลคทรอนิคส์ ไม่ให้ได้รับแรงดันกระชากสูงๆ หรือคุ้มครองระดับนอยส์ต่ำๆ ซึ่งเป็นต้นเหตุให้เกิดเอาท์พุทไม่ถูกต้องหรือทำให้เกิดคลื่นผิดพลาดขึ้นมา ออปโต้คัพเปลอร์เป็นอุปกรณ์ที่ทำให้สามารถเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ตัวอื่นๆ ที่มีระดับลอจิกแตกต่างในออปโต้คัพเปลอร์ สัญญาณอินพุทจะถูกเปลี่ยนเป็นพลังงานแสง เพราะมี LED ที่อยู่ภายใน พลังงานจึงถูกส่งไปยังโฟโต้ดีเทคเตอร์ ดังนั้นมันจึงทำงานตรงกับพลังงานของแสงที่ได้จาก LED และมีสเปคตามอัตราส่วนการส่งผ่านกระแส (CURRENT - TRANSFER RATIO ; CTR) กับ Isolation Voltage เป็นอัตราส่วนระหว่างกระแสอินพุทต่อกระแสเอาท์พุท ซึ่งเป็นการวัดความสามารถ ของออปโต้คัพเปลอร์ในเรื่องความสามารถให้สัญญาณอินพุทถูกส่งไปยังเอาท์พุท อย่างมีประสิทธิภาพขึ้นอยู่กับ ประสิทธิภาพของ IRED ช่องว่างระหว่างชิ้นส่วนทางอินพุทและเอาท์พุท รวมทั้งพื้นที่ความไว และอัตราขยายของตัวตรวจรับ สำหรับ Isoltion Voltage ของออปโต้คัพเปลอร์ คือ ปริมาณแรงดันที่ ออปโต้คัพเปลอร์สามารถทำงานได้อย่างปลอดภัย

เมื่อมีกระแสไหลผ่าน IRED ของออปโต้คัพเปลอร์ ในลักษณะไบแอสตรงจนมีอิเลคตรอน ส่วนเกินกระโดดข้ามรอยต่อไปรวมกับโฮล ในขณะเดียวกันก็ได้ปล่อยพลังงานโฟตอน หรือแสงออกมา ดังรูป 2.14 แสงที่ได้รับเป็นแสงอินฟาเรด เพราะสารกึ่งตัวนำทำด้วยสารแกลเลี่ยมอาร์เซไนด์ ตัวแปรอินพุททางด้านไฟฟ้ากระแสตรง เป็นตัวกำหนดตัวแปรทางด้านไฟฟ้าของไดโอดเปล่งแสงอินฟาเรด ได้แก่ กระแสของไดโอดเมื่อได้รับไบแอสตรง (If) แรงดันตกคล่อมไดโอดเมื่อได้รับไบแอสตรง (Vf) และแรงดันสูงสุดที่ทนได้ เมื่อได้รับไบแอสกลับ



2.16 (ก) แสงที่เกิดขึ้นหลังจากมีกระแสไบอัสตรงไหลผ่าน
(ข) อิเลคตรอนส่วนเกินข้ามรอยต่อไปรวมกับโฮลพร้อมกับเปล่งแสงออกมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื่องจากตัวแปรเอาท์พุททางด้านไฟฟ้ากระแสตรงและตัวแปรส่งถ่าย (Transfer parameter) นั้น จะแตกต่างกัน โดยขึ้นอยู่กับชนิดของชิ้นส่วนที่เป็นตัวตรวจรับ ที่ใช้ในออปโต้คัพเปลอร์ ซึ่งมีรายละเอียดแตกต่างกันขึ้นอยู่กับตัวตรวจรับนั้นๆ ตัวอย่างเช่น

2.6.1 ทรานซิสเตอร์คัพเปลอร์ (Transister coupler)

อุปกรณ์ประเภทนี้ได้รับความนิยมมากที่สุด มีความไวระดับกลาง และมีราคาถูก ตรงจุดเชื่อมต่อ (จั่งชั่น) ภายในระหว่างคอลเลคเตอร์ – เบส ของทรานซิสเตอร์สามารถเอาสายมาต่อข้างนอกให้ทำหน้าที่เป็นโฟโต้ไดโอด ซึ่งมีความเร็วในการทำงานสูงยิ่งไปกว่าเดิม

2.6.2 ดาร์ลิงตันทรานซิสเตอร์คัพเปลอร์ (Darlington Transistor Coupler)

อุปกรณ์ประเภทนี้ให้อัตราส่วนการส่งกระแส หรือมีเกนการขยายสูงสามารถให้กระแสเอาท์พุทเพิ่มขึ้น ซึ่งจะได้เกนขยายสูงเป็น 10 เท่า แต่ความเร็วในการทำงานจะช้ากว่า 10 เท่า ของการใช้ทรานซิสเตอร์ตัวเดียว

ออปโต้แบบทรานซิสเตอร์คัพเปลอร์ และแบบดาร์ลิงตันทรานซิสเตอร์คัพเปลอร์นั้น มีหลักการทำงานเหมือนกัน รอยต่อระหว่างขาคอนเลคเตอร์กับขาเบสถูกทำให้กว้างขึ้น แสงที่ตกกระทบรอยต่อจะทำให้เกิดคู่ของอิเลคตรอนและโฮล ขึ้นมาเกิดการนำกระแสได้ ตัวแปรสำหรับออปโต้แบบทรานซิสเตอร์คัพเปลอร์ และแบบดาร์ลิงตันทรานซิสเตอร์คัพเปลอร์ มีดังนี้

I_C : เป็นกระแสสูงสุดที่ไหลต่อเนื่องผ่านขาคอลเลคเตอร์ (เอาท์พุท)

$V_{(BR)CBO}$: เป็นแรงดันพังทลายสูงสุดจากขาคอลเลคเตอร์ไปยังขาเบส

$V_{(BR)\ CEO}$: เป็นแรงดันพังทลายสูงจากขาคอลเลคเตอร์ไปยังขาอีมิตเตอร์

$V_{(BRI)ECO}$: เป็นแรงดันพังทลายสูงสุดจากขาอีมิตเตอร์ไปยังขาคอลเลคเตอร์

$CTR_{(n)}$: เป็นอัตราส่วน(เป็นเปอร์เซ็นต์) ต่ำสุดระหว่างกระแสเอาท์พุทของคอลเลคเตอร์ สูงสุดต่อกระแสไดโอดที่ค่า V_{cc} และ I_f ที่กำหนด

$V_{CE\ (sat)}$: เป็นแรงดันอิ่มตัวระหว่างขาคอลเลคเตอร์และขาอีมิตเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.3 ออปโต้คัพเปลอร์ที่ใช้สวิทช์สองทิศทางหรือไตรแอค(Triac)

ทำงานเมื่อมีแสงมากกระตุ้นเป็นภาคเอาท์พุท ถูกออกแบบมาสำหรับใช้ในงานซึ่งต้องการการแยก การทริก หรือกระตุ้นตัวไตรแอค การแยกการสวิทช์ทางด้านไฟฟ้าสลับที่มีขนาดกระแสต่ำ และการแยกกันทางไฟฟ้ามีค่าสูง อุปกรณ์ชนิดนี้มีตัวแปรที่สำคัญคือ

$I_{T(RMS)}$: เป็นค่ากระแส RMS สูงสุด ขณะอยู่ในสถานะที่ทำงาน (On State)

V_{DRM} : เป็นค่าแรงดันซ้ำๆ ระหว่างขั้วเอาท์พุทเมื่อยู่สถานะหยุดทำงาน (repetitive off – stateout – put terminal voltage)

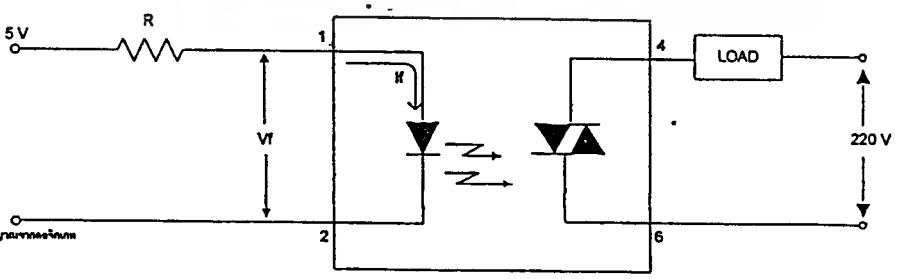
V_{TM} : เป็นแรงดันยอดสูงสุด (peak voltage) เมื่ออยู่ในสถานะที่ทำงาน

I_{FT} : เป็นค่ากระแสกระตุ้นไดโอดเปล่งแสงอินฟาเรดสูงสุด ซึ่งต้องการใช้เพื่อคงสถานะให้เอาท์พุทค้าง (Latch) ไว้

I_H : เป็นค่ากระแสยึด (holding current) ซึ่งต้องการสำหรับเอาท์พุท เพื่อที่จะคงสถานะ ค้างเอาไว้ได้

2.6.4 การประยุกต์ใช้งานในการไปใช้ควบคุมโหลด

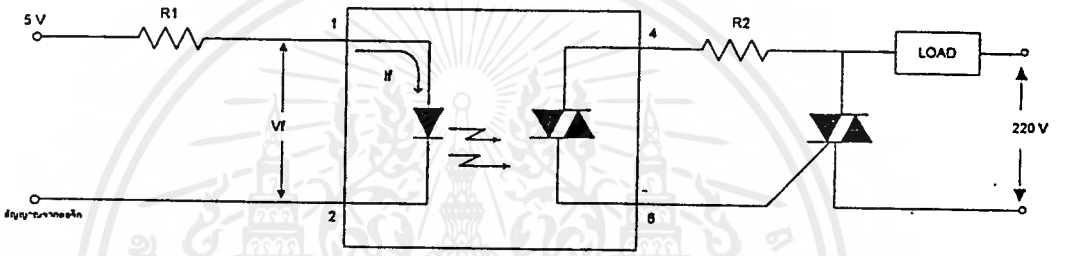
ในโครงงานนี้ได้นำเอาออปโต้แบบไตรแอคคัพเปลอร์มาใช้ควบคุมโหลดที่เป็นไปสลับ 220 โวลท์ แทนการใช้รีเลย์ และการควบคุมปราศจากข้อยุ่งยากเหมือนวงจรที่ออกแบบ โดยใช้รีเลย์ ดังนั้นจึงขอกล่าวถึงเฉพาะการนำเอาออปโต้แบบไตรแอคคัพเปลอร์มาประยุกต์ใช้งานเท่านั้น



รูปที่ 2.17 แสดงวงจรที่ใช้ควบคุมกำลังงานของไฟฟ้ากระแสสลับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

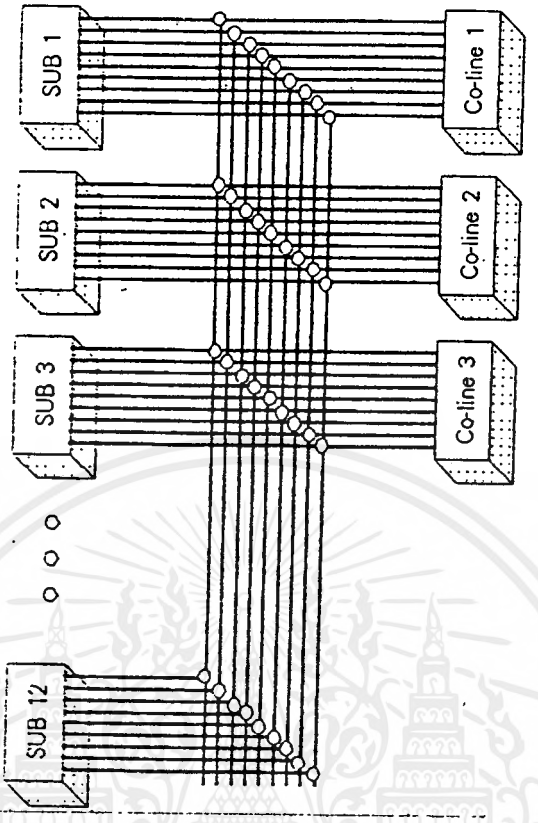
จากรูปที่ 2.17 แสดงการใช้ MOC 3020 ในการสวิทช์เปิด – ปิด กระแสผ่านโหลดที่ต้องการกำลังงานจากไฟฟ้ากระแสสลับเพียงเล็กน้อย เมื่อเอาท์พุทจากลอจิกเกทมีค่าเป็นลอจิก "0" กระแสจะไหลผ่านไดโอดเปล่งแสงอินฟาเรด จะทำให้ไดโอดปล่อยแสงไปกระตุ้นไดเอด ให้นำกระแสไฟฟ้าสลับ และเมื่อเอาท์พุทของลอจิกเกทซึ่งป้อนเข้าสู่ออปโต้มีค่าเป็นลอจิก "1" จะทำให้ไม่มีกระแสไหลผ่านไดโอดอินฟาเรด จะทำให้ไดแอดหยุดนำกระแส จากรูปที่ 2.17 จะใช้ได้กับโหลดที่ใช้กระแสน้อยๆ เท่านั้น เพราะไดแอดขนาดเล็กสามารถทนกระแสได้น้อย ซึ่งน้อยเกินไปที่จะใช้ควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าได้ แต่ก็เหมาะสมที่จะนำมาสร้างสัญญาณทริกเกอร์ไดรแอดกำลังงานสูงนอกวงจร เพื่อใช้ควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ต้องการกระแสสูงๆ ได้



รูปที่ 2.18 แสดงวงจรที่ใช้ควบคุมกำลังงานของไฟฟ้ากระแสสลับที่มีค่าสูง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7 ส่วนเชื่อมต่อสัญญาณเสียง (Speech paths)



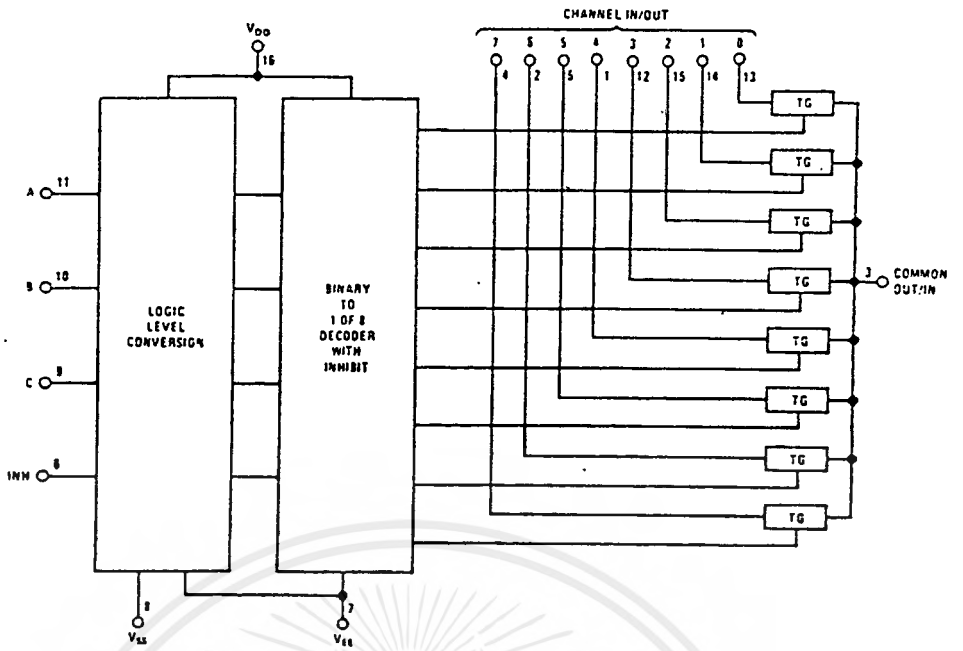
รูปที่ 2.19 แสดงลักษณะการเชื่อมต่อช่องสัญญาณเสียง

2.7.1 โครงสร้างของ CD 4051

ซึ่งไอซีตัวนี้ เป็นอนาลอกมัลติเพลกซ์เซอร์/ดีมัลติเพลกซเซอร์ ซึ่งอนาลอกสวิตช์จะถูกควบคุมแบบดิจิตอลโดยมีอิมพีแดนซ์ต่ำขณะ " on " และมีกระแสรั่วไหลต่ำมากขณะ " off " การควบคุมสัญญาณอนาลอกขนาด 3-15 v ควบคุมได้ ตัวอย่างเช่น VDD = 5 v , Vss = 10 v และ VEE = 5 v วงจรมัลติเพลกซ์จะมีการแพร่กระจายของพลังงานอย่างต่ำภายใน และเมื่อมีช่วงโวลท์เตทของ Vdd- Vss และ Vdd- Vss เต็มที่โดยช่วงโวลท์เตจนี้ไม่ขึ้นกับสถานะทางโลจิกของสัญญาณควบคุมเมื่อสัญญาณทางโลจิกเป็น " 1 " เกิดที่ inhibit input terminal และทุก channel เป็น " off "

CD 4051 มีโครงสร้างเป็นแบบ single 8 channel multiplexer มีเลขไบนารี 3 หลัก เป็นอินพุทเข้ามาควบคุมได้แก่ A, B, C และ inhibit input ซึ่งสัญญาณไบนารี 3 หลักนี้จะเป็นตัวเลือก 1-8 channel เพื่อทำการเชื่อมอินพุท กับเอาท์พุทที่ channel นั้นๆ แสดงดังรูป 2.20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

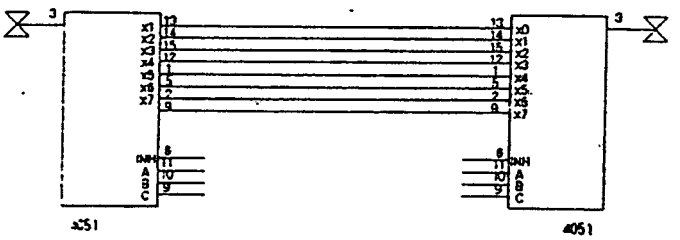


รูปที่ 2.20 แสดงบล็อกไดอะแกรมและสถานะทางโลจิก

INPUT STATES				"ON" CHANNELS		
INHIBIT	C	B	A	CD4051B	CD4052B	CD4053B
0	0	0	0	0	0X, 0Y	cx, bx, ax
0	0	0	1	1	1X, 1Y	cx, bx, ay
0	0	1	0	2	2X, 2Y	cx, by, ax
0	0	1	1	3	3X, 3Y	cx, by, ay
0	1	0	0	4		cy, bx, ax
0	1	0	1	5		cy, bx, ay
0	1	1	0	6		cy, by, ax
0	1	1	1	7		cy, by, ay
1	*	*	*	NONE	NONE	NONE

*Don't Care condition

ตารางที่ 2.6 แสดงสถานะการเข้ารหัส



รูปที่ 2.21 แสดงลักษณะการต่อของ 4051 แต่ละตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับโทรศัพท์

การสื่อสารปัจจุบันนี้ได้เข้ามามีบทบาทเป็นอย่างมากในชีวิตประจำวันเรียกได้ว่าจะต้องมีการติดต่อสื่อสารกันตลอดเวลาก็ว่าได้ จะขอกล่าวพอเป็นความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับเรื่องโทรศัพท์ที่เกี่ยวข้องกับโครงงานนี้เท่านั้น ส่วนความรู้เรื่องเครื่องโทรศัพท์ระบบอื่นๆ เช่นเครื่องโทรศัพท์แบบมือถือจะไม่ขอกล่าวถึงเพราะไม่สามารถนำมาใช้กับโครงงานนี้ได้ โดยโครงงานนี้จะใช้กับโทรศัพท์แบบพื้นฐานเท่านั้น

เครื่องรับโทรศัพท์เป็นอุปกรณ์โทรคมนาคมที่ใช้ในการติดต่อสื่อสารได้สะดวกรวดเร็วและให้ข่าวสารที่ชัดเจนฉับไว ค่าใช้จ่ายถูก เป็นที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายเป็นจำนวนมาก ซึ่งปัจจุบันมีผู้ผลิตเครื่องรับโทรศัพท์ ออกมาจำหน่ายมากมาย หลายยี่ห้อทั้งรูปลักษณ์ และราคา ตลอดจนหน้าที่พิเศษที่แตกต่างกันออกไป ผู้ใช้สามารถเลือกซื้อใช้ได้ตามความต้องการ และระบบโทรศัพท์ก็จัดว่าเป็นระบบสื่อสารที่ใกล้ตัวเรามาก โทรศัพท์ที่เห็นกันทั่วๆ ไปมีอยู่ 2 แบบ คือ แบบหมุน (rotaing type) และแบบสัญญาณความถี่คู่ (dual tone multifreqency type) หรือที่เรียกอีกอย่างหนึ่งว่าระบบกดปุ่ม ซึ่งโทรศัพท์แบบหมุนเป็นระบบโทรศัพท์ที่ใช้กันดั้งเดิมตั้งแต่แรกเริ่ม ซึ่งปัจจุบันกำลังจะเลิกใช้แล้ว ยังคงมีใช้งานอยู่บ้างแต่ก็เป็นเพียงส่วนน้อยเท่านั้น และอีกไม่นานก็คงจะเลิกใช้ไป ปัจจุบันระบบกดปุ่มนิยมใช้กันมาก หน้าที่ของระบบโทรศัพท์ทั้ง 2 ระบบจะมีลักษณะเหมือน ๆ กัน จะต่างกันตรงที่แบบกดปุ่ม จะส่งสัญญาณออกไปเป็นความถี่ที่แตกต่างกัน 2 ความถี่ ส่วนระบบหมุน จะส่งสัญญาณเป็นจำนวนพัลส์ หน้าที่หลักๆ ของโทรศัพท์ทั้ง 2 แบบที่เหมือนกันสามารถสรุปได้ดังนี้

- เครื่องโทรศัพท์จะทำให้ชุมสายโทรศัพท์รับรู้ว่ามีผู้ต้องการใช้โทรศัพท์ เมื่อมีการยกหูโทรศัพท์ขึ้น
- เครื่องโทรศัพท์จะได้รับสัญญาณหมุน (dial tone) ที่ส่งมาจากชุมสาย เพื่อบอกให้ผู้ใช้โทรศัพท์รู้ว่าพร้อมที่จะให้ทำการกด หรือหมุนหมายเลขที่จะติดต่อได้ ซึ่งก็ คือเสียงที่ได้ยินเมื่อเวลายกหูโทรศัพท์ เป็นสัญญาณเสียงที่มีความถี่ 440 – 425 เฮิรตซ์ ดังต่อเนื่องกันไป
- เครื่องโทรศัพท์จะทำหน้าที่ส่งรหัสหมายเลขที่ผู้เรียกต้องการจะติดต่อด้วยไปยังชุมสายโทรศัพท์ด้วยการกดปุ่มหมายเลขหรือหมุนหมายเลขที่เราต้องการจะติดต่อ
- เครื่องโทรศัพท์จะส่งสัญญาณบอกผู้เรียกว่า หมายเลขที่ต้องการติดต่อด้วย ว่างหรือไม่ถ้าว่างก็จะส่งสัญญาณกลับ(ring back) ที่ความถี่ 425 เฮิรตซ์ โดยจะดัง 1 วินาที แล้วเงียบ 4 วินาที สลับกันไปแต่ถ้าหมายเลขที่ต้องการจะเรียกไม่ว่าง (busy) ก็จะส่งสัญญาณความถี่ 425 เฮิรตซ์ โดยจะดังเป็นช่วงๆ 0.5 วินาที และหยุด 0.5 วินาที
- เครื่องโทรศัพท์ทางด้านส่งจะเปลี่ยนรูปพลังงานเสียงเป็นสัญญาณไฟฟ้า และทางด้านรับจะเปลี่ยนสัญญาณไฟฟ้ากลับมาเป็นสัญญาณเสียงอีกครั้งหนึ่ง

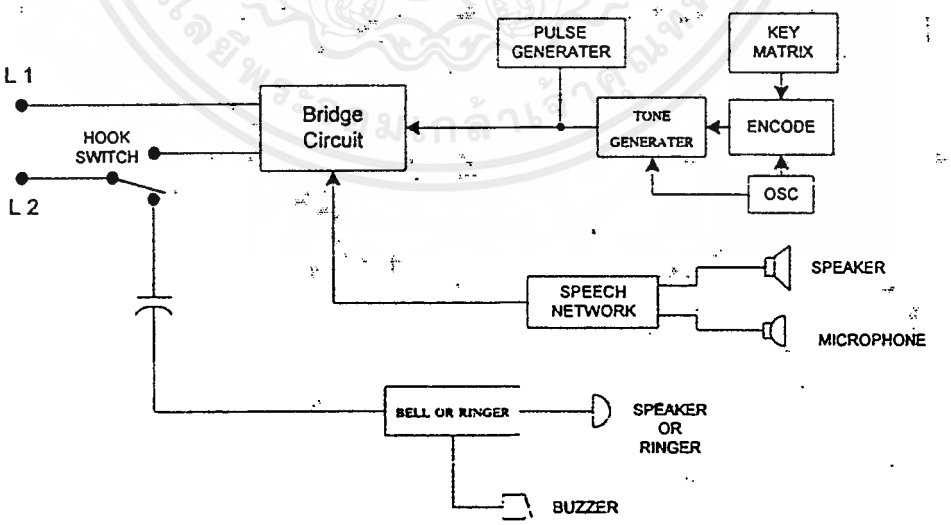
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เครื่องโทรศัพท์จะส่งสัญญาณเสียงเรียก (ringer) เมื่อมีผู้เรียกเข้ามายังเครื่องโทรศัพท์ การส่งเสียงเรียกจะเป็นสัญญาณกระดิ่ง หรือสัญญาณลักษณะใดก็ขึ้นอยู่กับเครื่องโทรศัพท์นั้นๆ จะออกแบบมา
- เครื่องโทรศัพท์จะส่งสัญญาณไปยังชุมสายเมื่อเราวางหูโทรศัพท์เพื่อแจ้งให้ทราบว่าสิ้นสุดการใช้งานแล้ว และให้ชุมสายเลิกทำการติดต่อกับอีกฝ่ายหนึ่งได้

2.8.1 การทำงานของเครื่องโทรศัพท์

ในรูปที่ 2.18 เป็นบล็อกไดอะแกรมของส่วนต่างๆ ที่จำเป็นในเครื่องโทรศัพท์ โดยการทำงานของเครื่องโทรศัพท์พอจะอธิบายได้ดังนี้

เครื่องโทรศัพท์จะเชื่อมต่อกับชุมสายโทรศัพท์ด้วยสาย L1 และสาย L2 วงจรแรกที่เชื่อมต่อระหว่างวงจรในเครื่องรับโทรศัพท์ กับอุปกรณ์ของชุมสายก็คือ วงจรกำเนิดเสียงเรียก (bell or ringer) ซึ่งจะส่งสัญญาณเรียก (ringing signall) เมื่อมีการติดต่อมาจากผู้อื่น เหตุผลประการสำคัญ ที่ต้องนำวงจรส่วนนี้มาเชื่อมต่อกับชุมสายโดยตรงก็คือ เมื่อวางหูโทรศัพท์ไว้กับที่วางตามปกติ สุกสวิตซ์ (hook switch) จะถูกเปิดวงจรออกทำให้ไม่มีแรงดันจากชุมสาย ผ่านไปยังวงจรส่วนที่หลังสุกสวิตซ์ได้ ดังนั้น ถ้าวงจรกำเนิดสัญญาณเรียกอยู่หลังจากสุกสวิตซ์ ก็จะไม่สามารถสร้างสัญญาณเรียกได้ในเวลาที่มีผู้ติดต่อเข้ามา วงจรเสียงเรียกนี้จึงต่อกับชุมสายโทรศัพท์โดยตรงเมื่อเราวางหูโทรศัพท์ลงบน สุกสวิตซ์ เมื่อมีสัญญาณเรียกเข้ามาจากชุมสายโทรศัพท์ สัญญาณเรียกก็จะผ่านสุกสวิตซ์ เข้าไปยังวงจรกำเนิดเสียงเรียก ทำให้วงจรเสียงเรียกทำงาน ส่วนที่เป็นลำโพงหรือบัสเซอร์ก็จะดังขึ้น เมื่อเรายกหูรับโทรศัพท์ ก็จะทำให้สุกสวิตซ์ตัดวงจรเสียงเรียกออก และสุกสวิตซ์ก็จะต่อเข้ากับวงจรเสียงพูด (speech network) แทน



รูปที่ 2.22 แสดงบล็อกไดอะแกรมของเครื่องโทรศัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรกำเนิดเสียงพูด จะทำหน้าที่เปลี่ยนสัญญาณเสียงพูดให้เป็นสัญญาณไฟฟ้าเพื่อส่งไปยังด้านรับฝ่ายตรงข้าม และจะทำหน้าที่เปลี่ยนสัญญาณไฟฟ้าที่รับเข้ามา จากฝ่ายตรงข้ามให้เป็นสัญญาณเสียงพูด วงจรในส่วนนี้จะประกอบด้วย วงจรที่จะใช้ควบคุมเสียงพูดให้ย้อนกลับไปยังหูฟังของผู้พูด ให้มีความแรงของสัญญาณพอดี (side tone control) ในเวลาที่เราพูดโทรศัพท์เข้าทางไมโครโฟน เราก็จะได้ยินเสียงของเราเองออกทางหูฟังด้วย เพื่อให้เราทราบว่าเสียงที่เราพูดนั้นแรงหรือค่อยเท่าใด วงจรในส่วนควบคุมนี้จะเป็นการควบคุมเสียงพูดของเราเองไม่ให้ออกหูฟังของเราแรงมากเกินไป เพราะถ้าดังแรงเกินไปจะเกิดการรำคาญ และยังจะกลบเสียงพูดของฝ่ายตรงข้ามด้วย และไม่ให้เสียงที่ย้อนกลับมายังหูฟังของเราค่อยเกินไป เพราะถ้าสัญญาณที่ย้อนกลับไปยังหูฟังค่อยเกินไป จะทำให้ผู้พูดโทรศัพท์คิดว่าตัวเองพูดค่อย ก็จะทำให้ผู้พูดตะโกนเสียงดังมากขึ้นทำให้ผู้รับฝ่ายตรงข้ามได้ยินเสียงดังเกินไป

วงจรกำเนิดสัญญาณพัลส์ (pulse generater) ทำหน้าที่กำเนิดสัญญาณพัลส์ เพื่อส่งเลขหมายที่เรากด ไปให้กับชุมสายโทรศัพท์ที่เป็นระบบพัลส์

วงจรกำเนิดความถี่ (fruquency generation) จะทำหน้าที่กำเนิดความถี่คู่ เพื่อทำหน้าที่ส่งเลขหมายไปให้ชุมสายโทรศัพท์แบบความถี่คู่หรือที่เรียกว่า DTMF (Dual Tone Multi – Frequency) เมื่อชุมสายโทรศัพท์ได้รับเลขหมายของผู้ถูกเรียกปลายทางให้ จากนั้นจะส่งสัญญาณให้ผู้เรียกได้รับรู้ (ring back tone) และส่งสัญญาณเรียก (ringing) ไปให้ผู้ถูกเรียกปลายทางต่อไป

ส่วนวงจรไฮบริด (Hybridge) จะทำหน้าที่เป็นตัวเชื่อมต่อคู่สายโทรศัพท์เข้ากับวงจรในส่วนอื่น ๆ จะทำหน้าที่เป็นวงจรปรับความสมดุลของอิมพีแดนซ์ (matching impedance) คือ ทำหน้าที่ปรับอิมพีแดนซ์ของเครื่องรับโทรศัพท์ให้สมดุลย์กับคู่สายโทรศัพท์ ซึ่งโดยปกติจะมีอิมพีแดนซ์ 600 โอห์ม

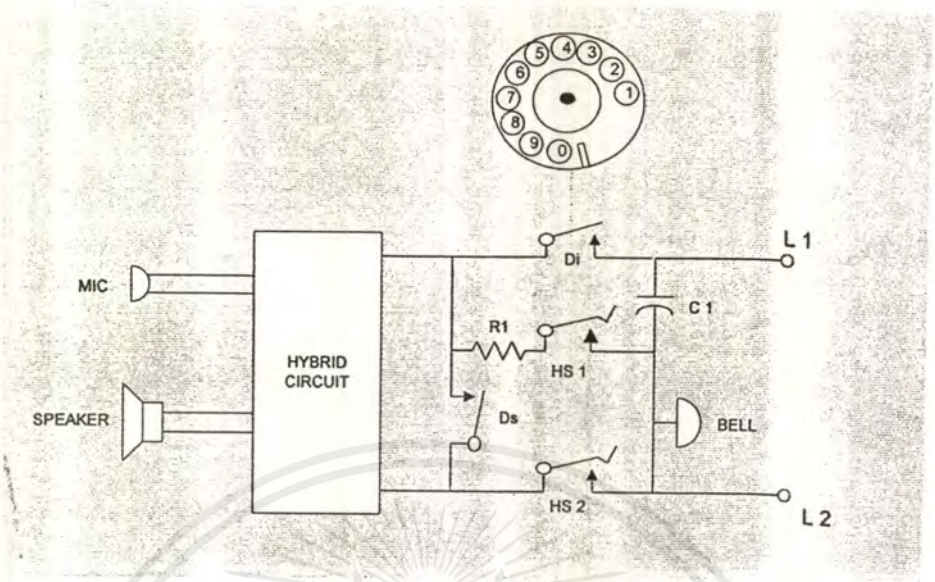
เมื่อมีการยกหูโทรศัพท์ขึ้น สุกสวิทซ์จะปิดวงจร ทำให้มีกระแสจากชุมสายไหลครบวงจรผ่านเครื่องโทรศัพท์ได้ ในขณะเดียวกันกระแสค่าเดียวกันนี้ ก็จะไหลผ่านวงจรเชื่อมต่อสายโทรศัพท์ที่ชุมสายด้วยเพื่อที่จะให้อุปกรณ์ต่างๆ ในชุมสายโทรศัพท์พร้อมที่จะทำการติดต่อกับเครื่องโทรศัพท์ได้ จากนั้นชุมสายก็จะส่งสัญญาณหมุน (dial tone) ไปยังผู้ที่ยกหูโทรศัพท์ เพื่อให้ผู้นั้นส่งหมายเลขโทรศัพท์ ของผู้ที่ต้องการจะติดต่อด้วย มายังชุมสายโทรศัพท์ หลังจากที่ชุมสายโทรศัพท์ได้รับหมายเลขแรกที่ถูกส่งมาแล้ว ชุมสายโทรศัพท์ก็จะเลิกส่งสัญญาณหมุน ซึ่งกระบวนการช่วงนี้จะเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว การส่งหมายเลขโทรศัพท์ไปยังชุมสายนั้นสามารถกระทำได้ 2 วิธี วิธีแรกเป็นการส่งสัญญาณพัลส์ที่แสดงถึงค่าของหมายเลขต่างๆ ซึ่งจะใช้กับโทรศัพท์ระบบหมุน และอีกวิธีหนึ่งก็คือการส่งสัญญาณเป็นความถี่ต่างๆ กันโดยค่าของตัวเลขจะถูกแทนด้วยค่าความถี่ 2 ความถี่ที่มอดูเลทกันซึ่งจะใช้กับโทรศัพท์ระบบความถี่คู่

2.8.2 ระบบโทรศัพท์แบบหมุน (rotating type)

ในรูปที่ 2.23 จะเป็นวงจรที่ใช้การส่งหมายเลขโทรศัพท์ไปยังชุมสายโทรศัพท์ โดยใช้วิธีการหมุนหน้าปัทม์ของเครื่องโทรศัพท์ เพื่อกำเนิดเป็นสัญญาณพัลส์ส่งออกไป โทรศัพท์ระบบนี้เป็นระบบที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใช้กันมาตั้งแต่ดั้งเดิมเมื่อเริ่มมีโทรศัพท์ใช้กัน ปัจจุบันนี้กำลังจะเลิกใช้แล้ว มีอยู่เพียงบางแห่งเท่านั้นที่ยังมีใช้อยู่

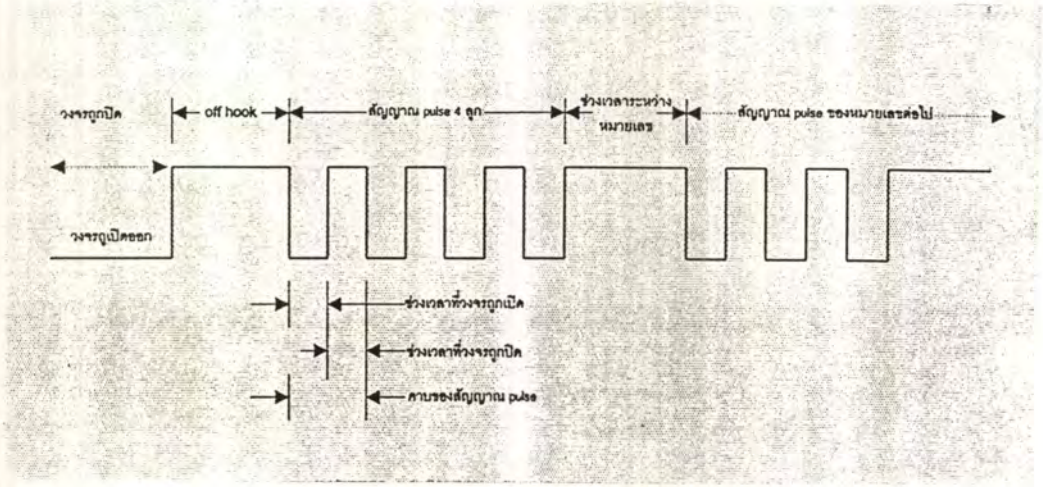


รูปที่ 2.23 แสดงวงจรโทรศัพท์แบบหมุนหมายเลข

จากรูปที่ 2.23 เป็นวงจรอย่างง่ายของเครื่องโทรศัพท์แบบหมุน การทำงานของวงจรในสภาพปกติเมื่อวางหูโทรศัพท์ สุกสวิทช์ (HS1,HS2) จะเปิดวงจรออก ทำให้ไม่กระแสไหลไปยังวงจรในส่วนที่อยู่ถัดไปจะมีก็เพียงวงจรของสัญญาณกระดิ่งเท่านั้นที่ต่อเข้ากับสายโทรศัพท์ เมื่อมีสัญญาณเรียก (ringing) มาจากชุมสายกระแสก็จะไหลผ่านกระดิ่งจะทำให้เสียงกระดิ่งดัง และเมื่อเรายกหูโทรศัพท์ขึ้น หน้าสัมผัสของสุกสวิทช์ ก็จะต่อวงจรเมื่อเราหมุนเลขหมายโทรศัพท์บนหน้าปัทม์จะทำให้ สวิทช์ D_i และ D_s ทำงาน โดยสวิทช์ D_i จะทำการตัดต่อวงจรเป็นจำนวนครั้งตามจำนวนตัวเลขที่เราหมุน โดยถ้าเราหมุนหมายเลข 1 สวิทช์ D_i ก็จะตัดวงจร 1 ครั้ง ถ้าเราหมุนหมายเลข 2 ก็จะทำการตัดต่อวงจร 2 ครั้ง ถ้าเราหมุนเลข 0 จะตัดต่อวงจร 10 ครั้ง การตัดต่อวงจรของสวิทช์ D_i นี้ก็จะเป็นตัวกำเนิดสัญญาณพัลส์ให้กับชุมสายนั่นเอง ส่วนสวิทช์ D_s โดยปกติจะเปิดวงจรอยู่ มันจะทำการต่อวงจรก็ต่อเมื่อมีการหมุนหน้าปัทม์ สวิทช์ D_s จะทำการต่อวงจรเพื่อป้องกันไฟดีซีไม่ให้ไหลเข้าสู่วงจรกระดิ่ง และยังเป็นตัวป้องกันสปาดก์ (Spark) ของหน้าคอนแทค D_i โดยจะต่ออนุกรมกับ R1 เมื่อเรายกหูโทรศัพท์ขึ้น

รูปที่ 2.24 จะแสดงถึงลักษณะของรูปสัญญาณเมื่อมีการหมุนหมายเลขโทรศัพท์ จากรูปนี้จะเห็นว่าในตอนแรกโทรศัพท์อยู่ในสภาวะออนสุก (On – hook) คือหูโทรศัพท์จะถูกวางอยู่บนที่วางหูโทรศัพท์ปกติ ไม่มีกระแสจากชุมสายเข้าสู่โทรศัพท์ เพราะขณะนี้วงจรถูกเปิดออก โดยสุกสวิตช์ แต่เมื่อมีการยกหูโทรศัพท์ขึ้น โทรศัพท์จะอยู่ในสภาวะออฟสุก (off – hook) สุกสวิทช์จะถูกปิดวงจรลง ทำให้มีกระแสไหลครบวงจรได้ และเมื่อมีการหมุนหมายเลขโดยในรูปจะเป็นการหมุนหมายเลข 4 ก็จะทำให้วงจรถูกเปิดออกด้วยสวิทช์ S3 เป็นจำนวน 4 ครั้ง ก็จะได้รูปสัญญาณ ออกมาดังรูปที่ 2.24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.24 แสดงไดอะแกรมของคาบเวลาที่เกิดจากการหมุนหมายเลข " 4 "

ในระบบโทรศัพท์แบบที่ส่งสัญญาณด้วยจำนวนพัลส์นี้ จะถูกกำหนดให้สามารถส่งสัญญาณ ในอัตรา 10 พัลส์ต่อวินาที หรือ 100 pps (pulses per second) และเพื่อความเข้าใจที่ตรงกันในการพิจารณาสัญญาณที่เกิดขึ้น จึงควรที่จะทราบความหมายของคำต่อไปนี้

- คาบของสัญญาณพัลส์ (pulses period) = ช่วงเวลาที่วงจรเปิด (break duration) + ช่วงเวลาที่วงจรถูกปิด (make duration) คาบสัญญาณพัลส์จะถูกออกแบบให้มีค่าอย่างต่ำเท่ากับ 100 mSec
- อัตราการส่งสัญญาณพัลส์ (pulse rate) = จำนวนพัลส์ที่ถูกส่งออกไปใน 1 Sec = 1000/ คาบเวลาของ สัญญาณพัลส์ (เป็น mSec)
- เปอร์เซ็นต์ของการเปิดวงจร (percent break) = 100 x ช่วงเวลาระหว่างกลุ่มของสัญญาณ (interdigit interval) ถูกกำหนดให้มีค่าอย่างต่ำ 700 mSec

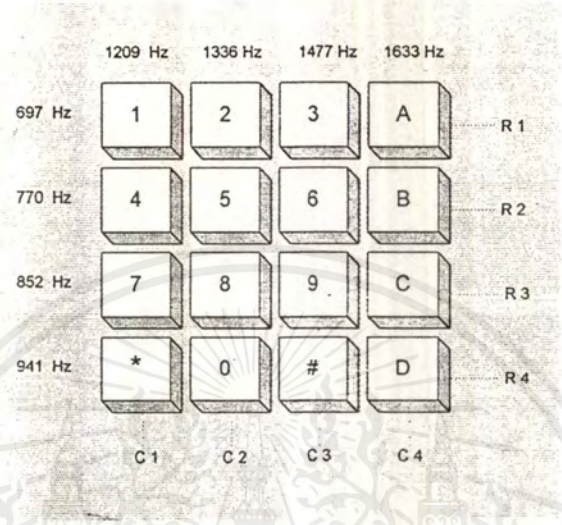
สำหรับในสหรัฐอเมริกาจะกำหนดค่ามาตรฐานของสัญญาณไว้แน่นอนเช่น ช่วงเวลาที่วงจรถูกเปิดจะต้องไม่ต่ำกว่า 60 mSec หรืออัตราการเปิดวงจรเท่ากับ 60% สำหรับประเทศอื่นๆ มักจะใช้ที่อัตรา 67% เป็นส่วนใหญ่

2.8.3 ระบบโทรศัพท์แบบส่งสัญญาณความถี่คู่ (dual tone mutifrequency type)

เป็นระบบการส่งสัญญาณอีกแบบหนึ่งที่นิยมใช้กันมากในปัจจุบัน ซึ่งจะพบได้มากกว่าในระบบการส่งเป็นสัญญาณพัลส์ ระบบนี้หรือเรียกชื่อย่อว่า DTMF มีวิธีการส่งหมายเลขโทรศัพท์ของผู้ที่ต้องการติดต่อด้วยไปให้กับชุมสายโทรศัพท์ โดยการส่งสัญญาณไปด้วยความถี่ 2 ความถี่มอดูเลทกันไป ซึ่งจะเป็นตัวแทนของหมายเลขที่กด ความถี่ที่ถูกส่งออกไปจะอยู่ในย่านความถี่ของเสียงพูด (0 – 4 Knz)

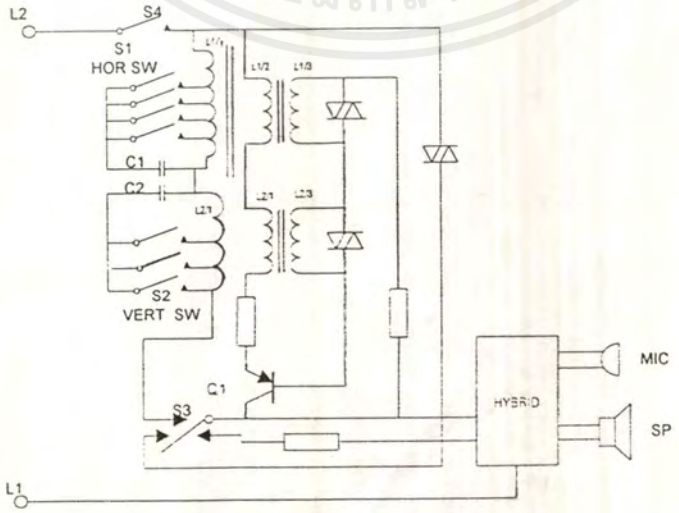
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งค่าความถี่ที่ต่ำกว่าจะเป็นความถี่ที่แสดงในแนวนอนและอีกค่าหนึ่งก็จะเป็ความถี่ในแนวตั้ง ซึ่งค่าต่างๆ จะแสดงไว้ในรูปที่ 2.21 ตัวอย่างเช่น เมื่อมีการกดหมายเลข " 5 " ก็จะมีความถี่ 770 Hz และ 1336 Hz มอดูเลทกันส่งออกไป



รูปที่ 2.25 แสดงแป้นกดหมายเลขและค่าความถี่ต่างๆ

สำหรับวงจรออสซิลเลเตอร์ที่สร้างความถี่เหล่านี้ขึ้นมา คือวงจรในรูปที่ 2.22 ซึ่งเป็นวงจรที่ยังใช้อุปกรณ์ต่างๆมาต่อรวมกันเป็นวงจรอยู่ ซึ่งปัจจุบันจะมีการใช้อุปกรณ์ที่ถูกผลิตในรูปไอซีสำเร็จรูปมาใช้งานมากกว่า

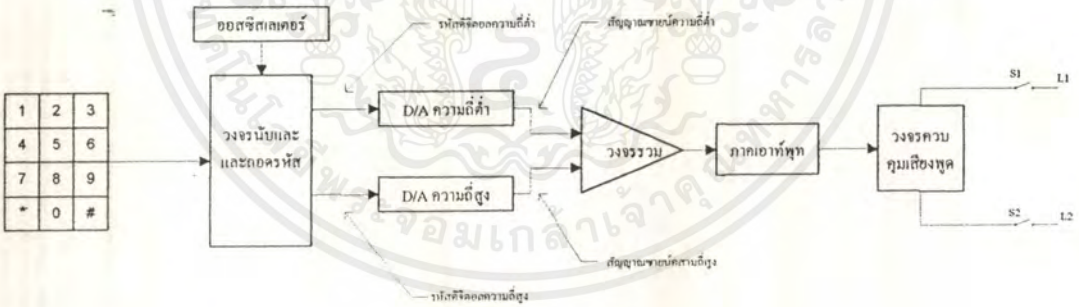


รูปที่ 2.26 แสดงวงจรพื้นฐานของโทรศัพท์ระบบ DTMF

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

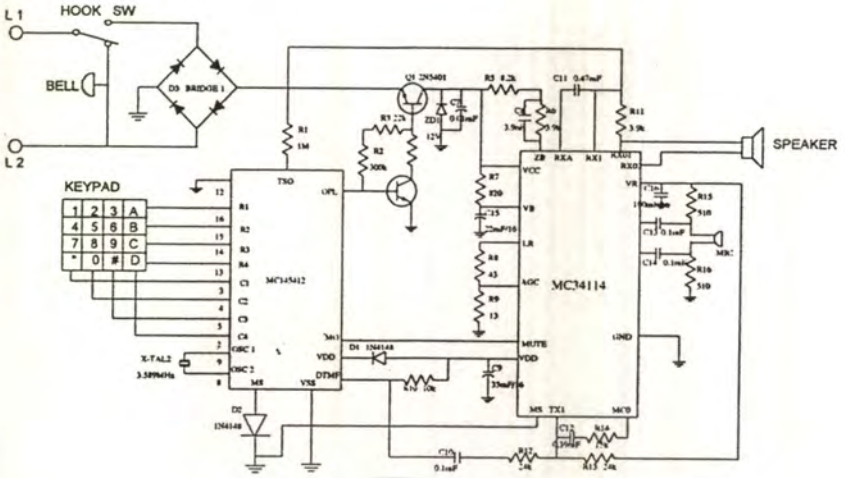
การทำงานของวงจรนี้ จะเริ่มจากสวิทช์ S1 (สวิสช์ในแนวนอน) S2 (สวิทช์ในแนวตั้ง) และ S3 จะถูกเปิดวงจรอยู่เมื่อมีการยกหูโทรศัพท์ขึ้น กระแสจากชุมสายโทรศัพท์จะผ่าน RV1, L1a, และ L2a ทรานซิสเตอร์จะไม่นำกระแส เมื่อมีการกดหมายเลขสวิทช์ S1, S2 จะถูกปิดลงตามตำแหน่งของหมายเลขที่ถูกกด C1, C2 จะถูกต่อเข้ากับ L1a, L2a ตามลำดับ เกิดเป็นวงจรออสซิลเลเตอร์ขึ้น โดย L1a และ C1 จะเป็นออสซิลเลเตอร์ที่ผลิตความถี่ที่ต่ำกว่าความถี่ที่เกิดจาก L2a และ C2 และขณะที่ S3 จะถูกปิดลงเช่นกัน ทำให้ทรานซิสเตอร์ Q1 ทำหน้าที่มอดูเลทสัญญาณจากออสซิลเลเตอร์ทั้ง 2 เข้าด้วยกันและส่งไปยังชุมสาย ในขณะที่ทำการกดหมายเลขอยู่นั้นส่วนของหูฟัง และไมโครโฟนก็จะถูกต่อขนานกัน จึงทำให้ได้ยินสัญญาณที่เกิดขึ้น จากออสซิเลเตอร์ด้วย สำหรับทางชุมสายก็จะมีวงจรตรวจจับสัญญาณไปประมวลผลต่อไป และยังต้องมีวงจรกรองความถี่ป้องกันไม่ให้มีความถี่แปลกปลอมอื่นๆ เข้าไปในชุมสายโทรศัพท์ด้วย

จากรูปที่ 2.27 แสดงบล็อคไดอะแกรมของโทรศัพท์ระบบความถี่คู่ที่ใช้ไอซี และในรูปที่ 2.28 แสดงวงจรใช้งานจริงของโทรศัพท์ระบบความถี่คู่ จะเห็นว่าจะใช้ไอซีสำเร็จรูปมาใช้ผลิตสัญญาณความถี่คู่ จะทำให้การทำงานของวงจรมีประสิทธิภาพมากขึ้น การกดปุ่มเพื่อส่งสัญญาณเลขหมายไปให้ชุมสายโทรศัพท์จะมีความแน่นอนไม่ผิดพลาดได้ง่าย และยังทำให้มีความสะดวกสบายในการใช้งานอีกด้วย



รูปที่ 2.27 แสดงบล็อคไดอะแกรมของโทรศัพท์ ระบบความถี่คู่ที่ใช้ไอซี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.28 แสดงวงจรโทรศัพท์ระบบความถี่คู่ที่ใช้ไอซีสำเร็จรูป

2.8.4 ข้อเปรียบเทียบระหว่างโทรศัพท์ ระบบ PULSE กับระบบ DTMF

เปรียบเทียบระหว่างระบบโทรศัพท์ทั้ง 2 ระบบ ในการส่งสัญญาณแบบพัลส์ 1 ลูก ต้องใช้เวลาอย่างน้อย 100 mSec (60 mSec สำหรับช่วงการเปิดวงจร และ 40 mSec สำหรับช่วงการปิดวงจร) และมีช่วงเวลาที่แยกสัญญาณแต่ละกลุ่มออกอีกอย่างน้อย 700 mSec และยิ่งถ้าหมายเลขที่ต้องการติดต่อด้วยมีค่ามากและยาวมากขึ้นเท่าใด ย่อมต้องทำให้เสียเวลาในการส่งสัญญาณมากยิ่งขึ้น ตัวอย่างเช่น หมายเลข 555-5555 ใช้เวลาในการส่งสัญญาณพัลส์ = (พัลส์/mSec) x 7 (หมายเลข) = 3.5 mSec และระยะเวลาของช่องว่างระหว่างกลุ่มสัญญาณ = 700 (mSec) x 6 = 4.2 Sec จะใช้เวลาในการส่งทั้ง = 3.5 + 4.2 = 7.7 Sec แต่ถ้าเป็นโทรศัพท์ที่ใช้การส่งระบบ DTMF จะใช้เวลาเท่ากับ 7 x 100 mSec = 7.7 Sec เท่านั้น ดังนั้นจะเห็นได้ว่าระบบ DTMF สามารถประหยัดเวลาในการส่งหมายเลขไปยังชุมสายโทรศัพท์ได้มากกว่า ระบบที่ใช้การส่งสัญญาณพัลส์ ซึ่งเป็นผลให้ชุมสายโทรศัพท์ สามารถใช้อุปกรณ์ประเภทหน่วยความจำได้อย่างมีประสิทธิภาพตามไปด้วย

ข้อดีสำหรับระบบการส่งสัญญาณแบบ DTMF

- ลดระยะเวลาในการส่งหมายเลขโทรศัพท์ไปยังชุมสาย
- สามารถใช้วงจรที่ใช้อุปกรณ์โซลิดสเตทได้ ทำให้เกิดความประหยัดและสะดวก
- ลดอุปกรณ์ จำพวกหน่วยความจำที่ใช้ภายในชุมสายโทรศัพท์
- การส่งเลขหมายให้กับชุมสายโทรศัพท์ไม่เกิดความผิดพลาด เพราะใช้สองความถี่ในการส่ง ทำให้ไม่ผิด พลาดในการกดเลขหมาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8.5 ความหมายของสัญญาณที่ส่งมาจากชุมสายมอดูเลท ด้วย 50 เฮิรทซ์ ความถี่ 425 เฮิรทซ์

DIAL TONE

เป็นสัญญาณที่บอกให้ทราบว่า ขณะนี้อุปกรณ์ที่ชุมสายพร้อมจะรับโค้ด การหมุนเลขหมายจากผู้เรียก ให้ผู้เรียกทำการส่งเลขหมายได้ สัญญาณ DIAL TONE เป็นสัญญาณต่อเนื่องความถี่ 425 Hz มอดดูเลทด้วย 50 Hz ผู้เช่าจะได้ยินโทนนี้ เมื่อทำการยกหูโทรศัพท์เพื่อทำการเรียก

BUSY TONE

เป็นสัญญาณที่ส่งมาบอกให้ทราบว่า อุปกรณ์ไม่ว่าง เช่น ผู้เช่ายกหูแล้ว ได้ยินเสียงนี้แทนที่จะได้ยิน DIAL TONE แสดงว่าอุปกรณ์ในชุ มสายโทรศัพท์ไม่ว่าง แต่ถ้าได้ยินเสียงนี้หลังจากหมุนเลขหมายไปแล้ว แสดงว่าผู้เช่าฝ่ายถูกเรียกไม่ว่าง หรืออุปกรณ์สำหรับต่อออกไปยังชุมสายอื่นไม่ว่าง ในกรณีที่ผู้ถูกเรียก อยู่ต่างชุมสายสัญญาณที่ขาดตอนเป็นช่วงๆ ส่ง 0.5 วินาที หยุด 0.5 วินาที ความถี่ของสัญญาณ 425 Hz SINE WAVE ภายในระยะเวลา 45 วินาที แล้วเกิดสภาวะ Line-Lock-out (เงียบ)

RING BACK TONE

เป็นสัญญาณที่ผู้เรียกได้ยินเสียงจากการหมุนเลขหมายครบแล้ว เพื่อบอกให้ ทราบว่าการทำการต่อได้เสร็จ ขณะนี้ชุมสายได้ส่งสัญญาณเรียก RINGING TONE ไปยังผู้ถูกเรียก สัญญาณใช้ความถี่ 425 Hz SINE WAVE โดยจะส่ง 1 วินาที หยุด 4 วินาที

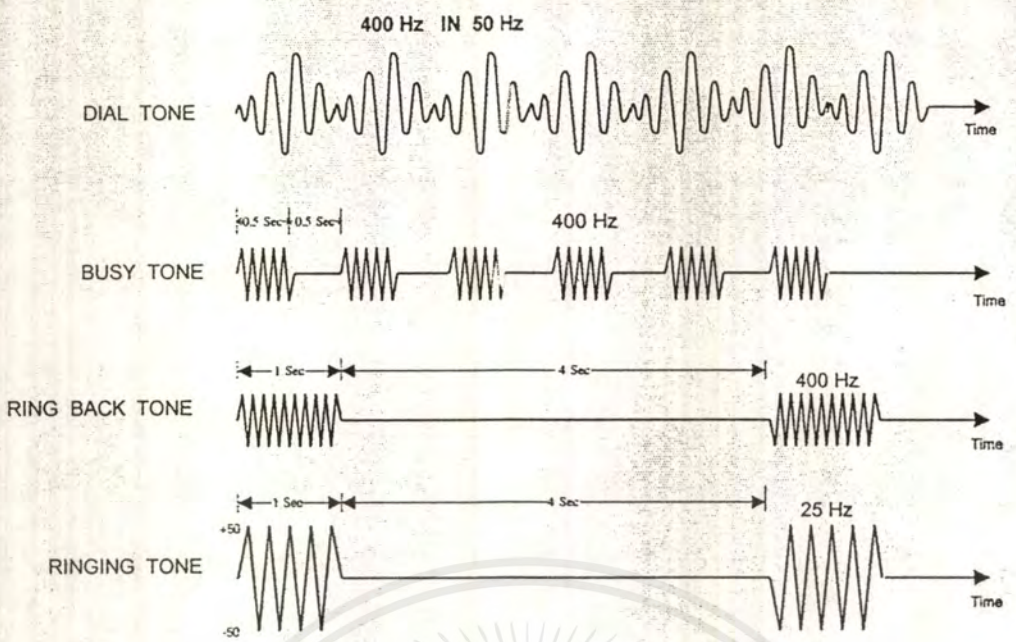
RINGING TONE

เป็นสัญญาณเรียกที่ส่งไปยังผู้เช่า ฝ่ายถูกเรียกซึ่งจะได้ยินเสียงกระดิ่ง หรือ โทน ขึ้นอยู่กับวงจรที่ใช้สัญญาณเป็น SINE WAVE 25 Hz ค่าแรงดัน 70-90 Vrms ช่วงการส่งเช่นเดียวกับ RING BACK TONE คือ ส่ง 1 วินาที หยุด 4 วินาที เป็นระยะเวลายาวนานทั้งสิ้น 70-90 วินาที

NU TONE (NUMBER UNOBTAINABLE TONE)

บอกให้ทราบว่าเลขหมายที่หมุนมา ไม่มีใช้งานอยู่ สัญญาณตอบจากเครื่องบันทึกบอกให้ทราบว่าเลขหมายนี้ได้เปลี่ยนไปแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.29 แสดงสัญญาณพื้นฐานของโทรศัพท์

2.8.6 สัญญาณในการติดต่อกันระหว่างผู้เรียกและผู้รับโทรศัพท์

เป็นสัญญาณที่ใช้ในการติดต่อกันระหว่างผู้เรียกและผู้รับโทรศัพท์ ลักษณะสัญญาณดังกล่าวแสดงไว้ในรูปที่ 2.26

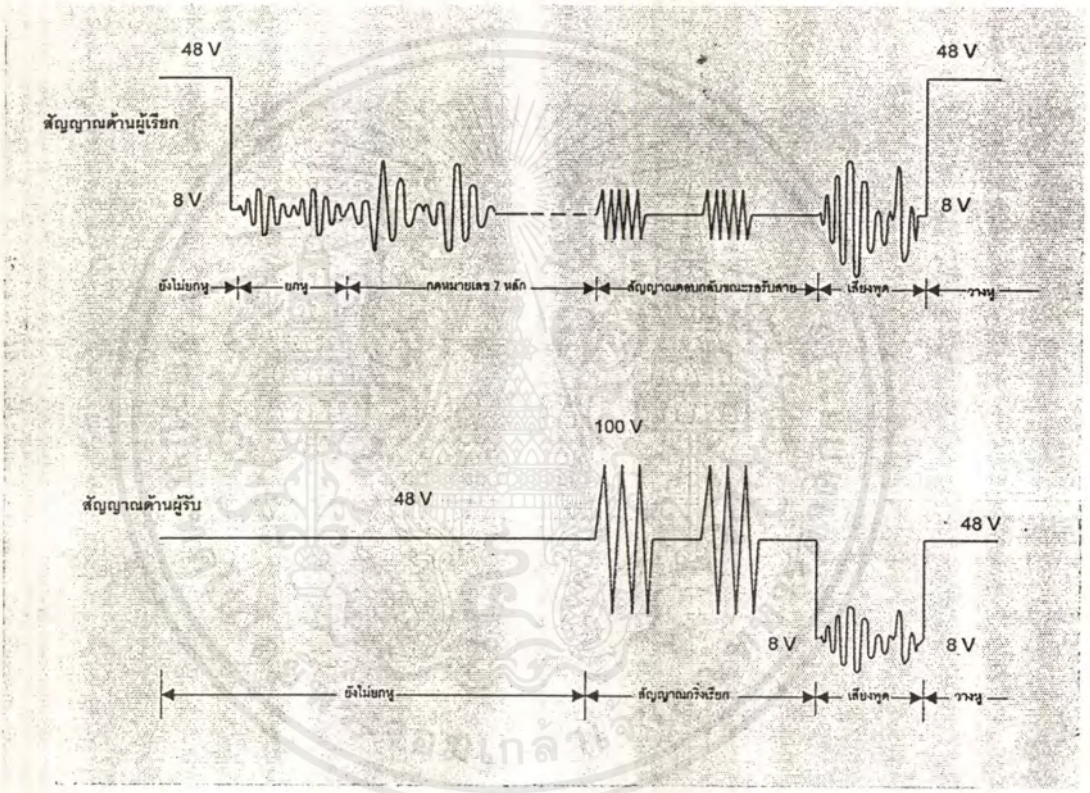
ด้านผู้เรียก

1. ขณะที่ไม่ได้มีการยกหูโทรศัพท์ จะมีศักดาตกคร่อมสายโทรศัพท์เป็นสัญญาณไฟฟ้ากระแสตรง 48 โวลท์
2. เมื่อผู้เรียกยกหูโทรศัพท์ ศักดาจะลดลงเหลือ 8 โวลท์ พร้อมทั้งมีสัญญาณให้หมุน ซึ่งเป็นสัญญาณกระแส
3. สลับขนาด 250 มิลลิโวลท์ ความถี่ 425 เฮริทซ์ รวมกับความถี่ 50 เฮริทซ์ ซึ่งเป็นกดรหัสสัญญาณความถี่แล้ว สัญญาณให้หมุนนี้จะหายไป
4. กดรหัส (CODE) เบอร์โทรศัพท์ทั้งหมด 7 หลัก รหัสความถี่ที่ส่งจะเป็นสัญญาณผสมสองความถี่ เป็นความถี่ สูงและต่ำผสมกัน แต่ละหมายเลขจะมี DTMF อยู่หนึ่งคู่
5. ขณะที่รอการรับสาย จะมีสัญญาณตอบกลับ 2 แบบ เพื่อจะบอกว่าสายว่างหรือไม่ ซึ่งก็คือสัญญาณเรียกกลับ หรือสัญญาณสายไม่ว่าง ตามลำดับ
6. เมื่อมีการรับสายแล้ว สัญญาณจะอยู่ที่ 8 โวลท์ โดยมีการกระเพื่อมตามลักษณะความถี่เสียง ความดังของเสียงพูดตามสาย
7. เมื่อวางหูโทรศัพท์เลิกการติดต่อ ขนาดศักดาจะกลับไปที่ 48 โวลท์ ดังเดิม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ด้านผู้รับ

1. ขณะที่วางหูอยู่จะมีศักดาไกระแสตรงคร่อมสายอยู่ 48 โวลท์
2. เมื่อมีสัญญาณกริ่งเรียก จะมีขนาดประมาณ 100 โวลท์ จังหวะ 1 วินาที หยุด 4 วินาที ซึ่งจะตรงกับสัญญาณเรียกกลับที่เครื่องส่ง
3. จากนั้นเมื่อผู้รับยกหูโทรศัพท์ ขนาดศักดากระแสตรงจะเหลือ 8 โวลท์ และมีการกระเพื่อมตามขนาดและความถี่ของเสียงพูด
4. เมื่อวางหูโทรศัพท์ ขนาดศักดาไฟฟ้าก็จะกลับไปที่ 48 โวลท์ ตามเดิม



รูปที่ 2.30 แสดงสัญญาณระหว่างผู้เรียกและผู้รับโทรศัพท์

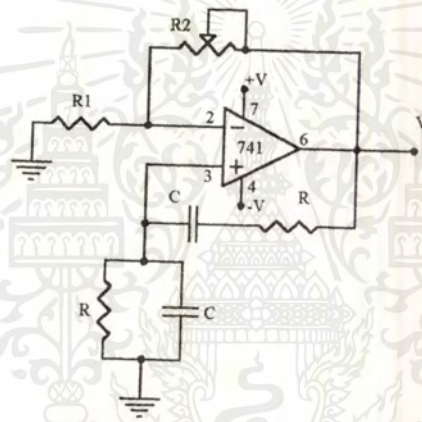
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การคำนวณและการสร้าง

ในวงจรตู้สาขาโทรศัพท์อัตโนมัตินี้ เราได้มีการแบ่งวงจรออกเป็นส่วนต่างๆ หลายส่วนด้วยกัน โดยแต่ละส่วนมีหลักการคำนวณและการสร้างดังต่อไปนี้

3.1 วงจรกำเนิดสัญญาณโทน

ในวงจรกำเนิดสัญญาณโทนมีสัญญาณต่างๆ ที่ต้องใช้คือ Dial Tone, Busy Tone, Ring Back Tone และ Ringing Tone โดยที่สัญญาณเหล่านี้สร้างจากวงจรผลิตสัญญาณซายน์ ความถี่ประมาณ 400 Hz แบบ WIEN BRIDGE OSCILATOR ดังแสดงในรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 วงจร Wien Bridge Oscillator

$$Vo = 2C \cos (1/RC)\, t$$

$$W = 1/RC$$

ดังนั้น $f = 1/2\pi RC$

โดยความถี่พื้นฐานของสัญญาณต่างๆ มีค่าประมาณ 400 Hz ดังนั้น f = 400 Hz

กำหนดให้ C = 0.1 μf

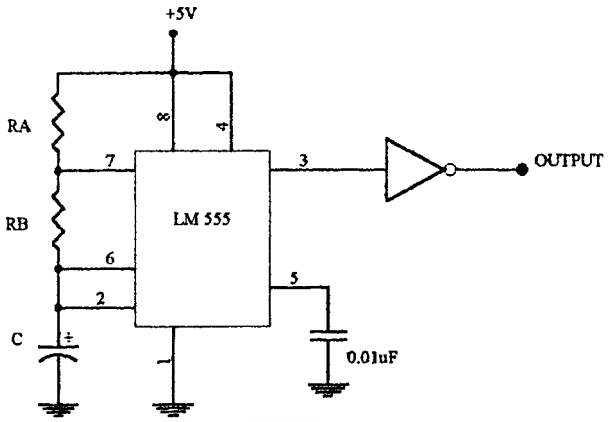
$$R = 1/2\pi fC$$

$$= 1/2 \times 3.14 \times 400 \times 0.1 \times 10^{-6}$$

$$= 3.98\ K\Omega$$

จากนั้นสร้างวงจรกำเนิดความถี่ Busy Tone จาก ไอซี 555 โดยต่อเป็นวงจรอะสเตเบิ้ล มัลติไวเบรเตอร์ ตามรูปที่ 3.2 โดยให้ดัง 0.5 วินาที และหยุด 0.5 วินาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.2 วงจรกำเนิดความถี่ Busy Tone

กำหนดให้ $C = 4.7\ \mu f$, $R_A = 1\ K\Omega$

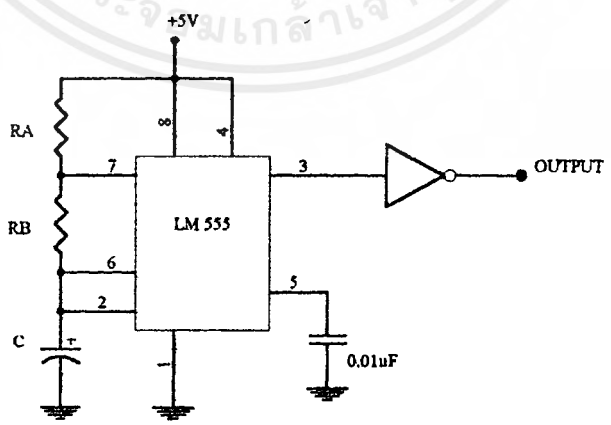
$Toff = 0.693\ R_B C$

$0.5 = 0.693\ R_B C$

$R_B = 0.5 / 0.693 \times 4.7 \times 10^{-6}$

$= 153.51\ K\Omega$

จากนั้นสร้างวงจรกำเนิดความถี่ Ring Back Tone และ Ringing Tone จากไอซี 555 โดยต่อเป็นวงจร อะสเตเบิ้ล มัลติไวเบรเตอร์ ตามรูปที่ 3.3 โดยให้ดัง 1 วินาที และหยุด 4 วินาที



รูปที่ 3.3 วงจรกำเนิดความถี่ Ring Back Tone และ Ringing Tone

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กำหนดให้ C = 100 μf

$$Toff = 0.693 R_B C$$

$$1 = 0.693 R_B C$$

$$R_B = 1 / 0.693 \times 100 \times 10^{-6}$$

$$= 14.43\ K\Omega$$

$$Ton = 0.693 (R_A + R_B) C$$

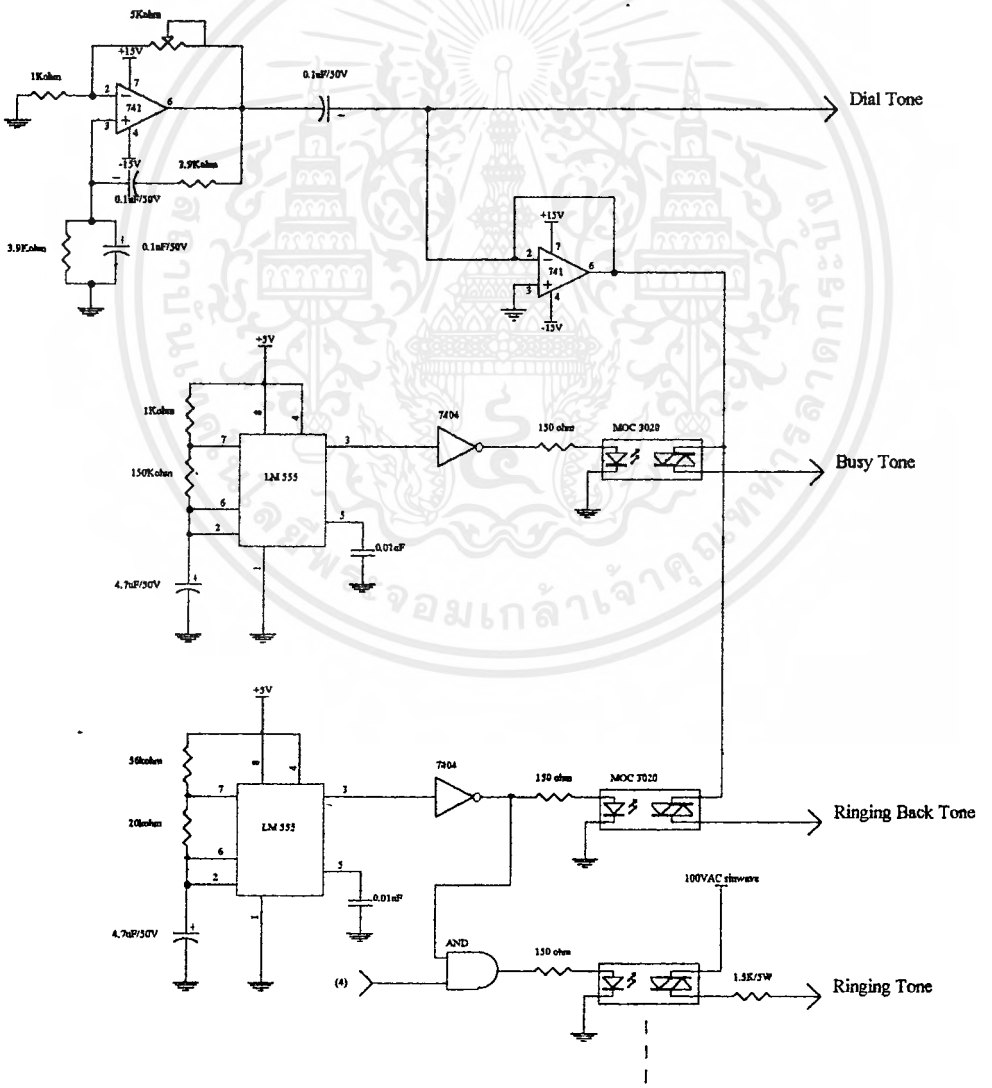
$$4 = 0.693 (R_A + R_B) C$$

$$R_A + R_B = 4 / 0.693 \times 100 \times 10^{-6}$$

$$= 57.72\ K\Omega$$

$$R_A = 57.72 \times 10^3 - 14.43 \times 10^3$$

$$= 43.29\ K\Omega$$

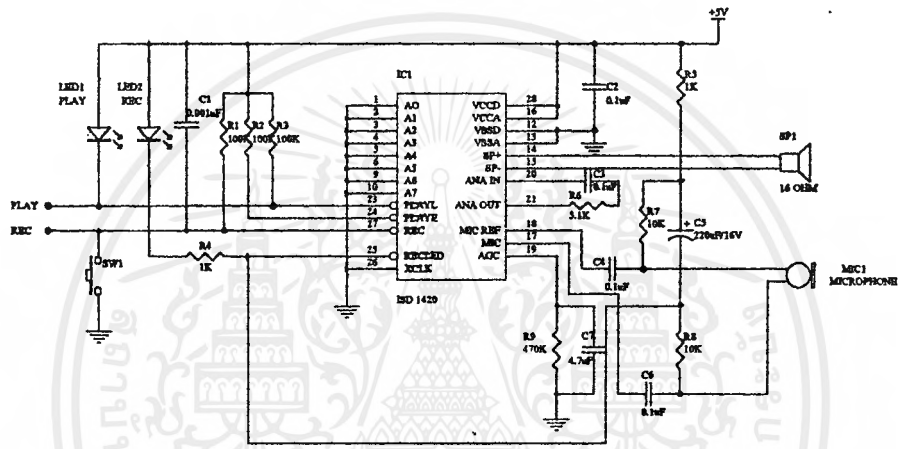


รูปที่ 3.4 วงจรกำเนิดสัญญาณโทน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 วงจรตอบรับโทรศัพท์อัตโนมัติ

วงจรตอบรับโทรศัพท์อัตโนมัตินี้ใช้ไอซีสำเร็จรูปเบอร์ ISD 1420 ซึ่งสามารถบันทึกเสียงได้นาน 20 วินาที โดยไอซี ISD 1420 ได้ถูกออกแบบมาด้วยเทคโนโลยีที่ทันสมัย สามารถทำงานด้วยตัวมันเองโดยไม่ต้องมีอุปกรณ์ไอซีภายนอกมาต่อร่วม ดังเช่น chip เบอร์อื่นๆ โดยภายในไอซี ISD 1420 ประกอบด้วย EEPROM, วงจรแอมป์, วงจร Sampling ฯลฯ โดยเสียงที่บันทึกและเล่นกลับออกมามีคุณภาพเสียงดีมาก สามารถเก็บข้อมูลเสียงที่บันทึกไว้ได้นานมาก อีกทั้งทำงานในโหมด STANDBY ได้ด้วยทำให้กำลังงานต่ำมาก โดยวงจรแสดงดังรูป 3.5

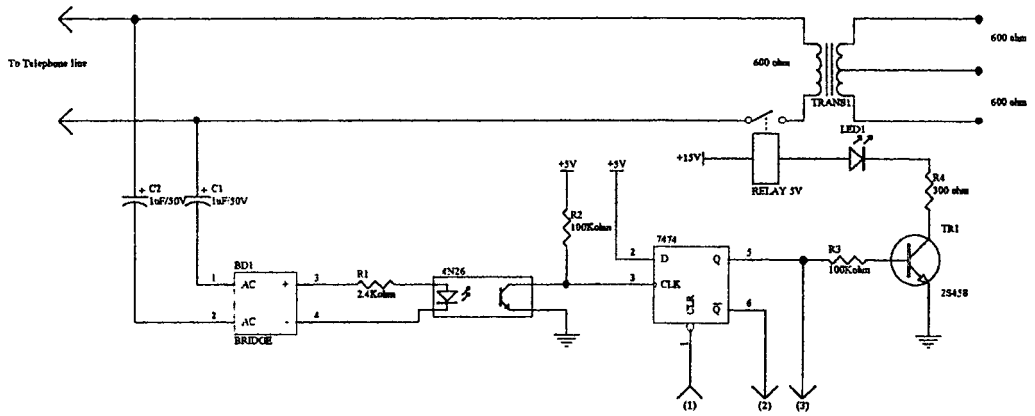


รูปที่ 3.5 วงจรตอบรับโทรศัพท์อัตโนมัติ

3.3 วงจรดีเทคสัญญาณกระดิ่ง

ในส่วนของวงจรดีเทคสัญญาณกระดิ่งนี้ประกอบด้วย ไดโอดเบอร์ 1N4007, ไอซีออปโตคัปเปิ้ลเบอร์ 4N26 , D- flip Flop เบอร์ 74LS74 , LED , R , Relay และแมตชิ่งทรานฟอเมอร์ โดยส่วนประกอบทั้งหมดมีการทำงานดังนี้คือ เมื่อมีสัญญาณกระดิ่งจากภายนอกเข้ามาก็จะผ่าน C และไดโอดที่ต่อเป็นวงจรเรียงกระแสได้เป็นไฟดีซีออกมา แล้วป้อนไปยังออปโตคัปเปิ้ลเบอร์ 4N26 ทำให้ทรานซิสเตอร์ภายในออปโตคัปเปิ้ลนำกระแส เป็นผลทำให้เกิด clock ขึ้น ป้อนไปยัง D - Flip Flop เป็นผลทำให้ขา Q เป็น " 1 " ค้างอยู่ในสภาวะนั้น จึงทำให้ทรานซิสเตอร์นำกระแส ทำให้ Relay ทำงานต่อคู่สายโทรศัพท์ภายนอกเข้ากับแมตชิ่งฟอร์เมอร์ ซึ่งมี อิมพีแดนซ์ 600 Ω เปรียบเสมือนการยกหูโทรศัพท์ขึ้น โดยวงจรที่ใช้งานแสดงดังรูปที่ 3.6

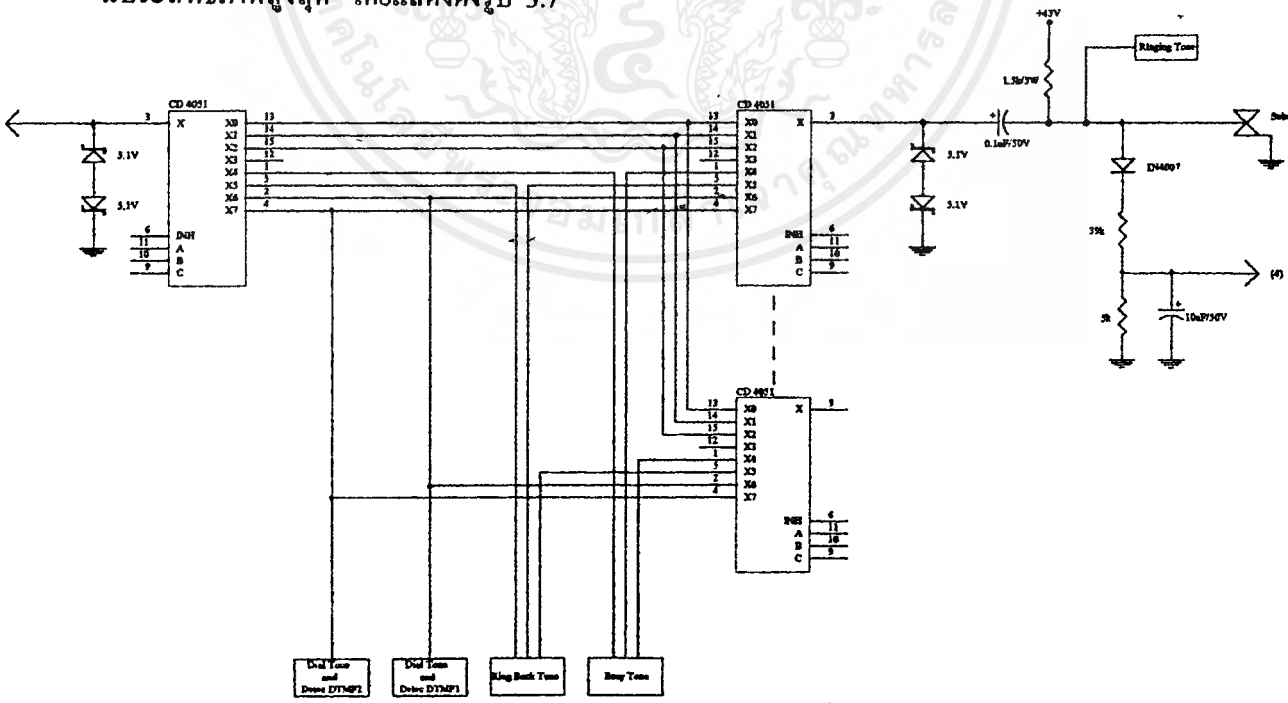
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.6 วงจรดีเทคสัญญาณกระดิ่ง

3.4 วงจรเชื่อมต่อช่องสัญญาณเสียง

วงจรเชื่อมต่อช่องสัญญาณเสียง ใช้ไอซีเบอร์ 4051 ซึ่งเป็นไอซี Analog multiplex / Demultiplex มี 8 ช่องสัญญาณ อินพุทที่ใช้ในการควบคุมเป็นไบนารี 3 บิท คือ A , B , C ส่วน INH เป็นขาอินพุทที่ ใช้ในการเลือกที่จะให้ช่องสัญญาณ " ON " หรือ " OFF " ในการออกแบบวงจรส่วนนี้เราจะใช้ ไอซี 4051 ทั้งหมด 6 ตัว แบ่งออกเป็นการต่อคู่สายภายนอก 1 ตัว และใช้ต่อสำหรับคู่สายภายในอีก 5 ตัว โดยเราจะทำการจัดช่องสัญญาณไว้ทั้งหมด 3 ช่องสัญญาณด้วยกัน โดยที่ ไอซี 4051 แต่ละตัวจะต่อขนานกันหมด สำหรับช่องสัญญาณทั้ง 3 ช่องสัญญาณนี้ ส่วนช่องสัญญาณอื่นๆ จะต่อกับวงจร Dial Tone และวงจรดีเทคเลขหมายโทรศัพท์ วงจร Ring Back และวงจร Busy Tone โดยทั้งนี้เพื่อให้การใช้ช่องสัญญาณมีประสิทธิภาพสูงสุด โดยแสดงดังรูป 3.7

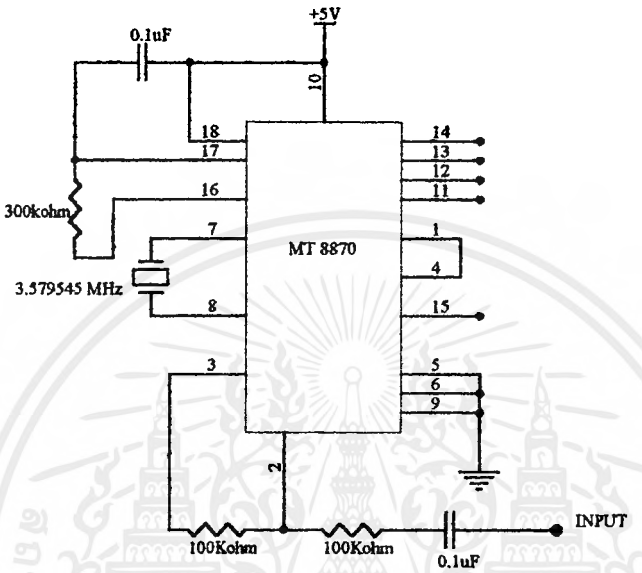


รูปที่ 3.7 วงจรเชื่อมต่อสัญญาณเสียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 วงจรถอดรหัสเลขหมายโทรศัพท์

ในส่วนของวงจรถอดรหัสเลขหมายโทรศัพท์นี้จะใช้ไอซีเบอร์ MT 8870 เป็นตัวถอดรหัสจากปุ่มกดเลขหมายโทรศัพท์เป็นรหัสไบนารี่ 4 บิท เพื่อส่งไปยังหน่วยประมวลผล เพื่อทำการวิเคราะห์ว่าเป็นหมายเลขใด เพื่อที่จะตรวจสอบได้ถูกต้องว่าต้องการติดต่อกับ โทรศัพท์เครื่องใด วงจรแสดงดังรูปที่ 3.8

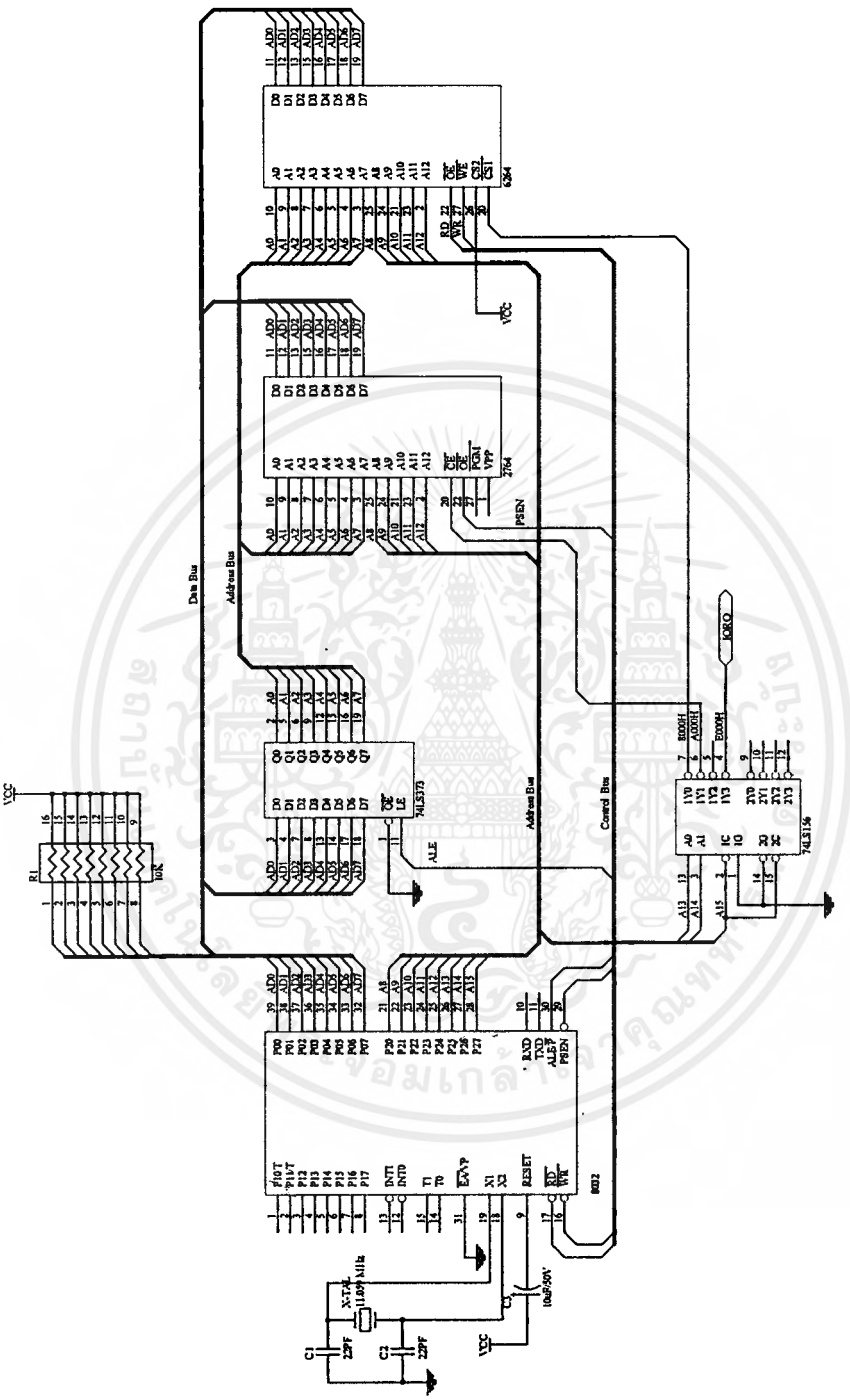


รูปที่ 3.8 วงจรถอดรหัสเลขหมายโทรศัพท์

3.6 วงจรควบคุมระบบ

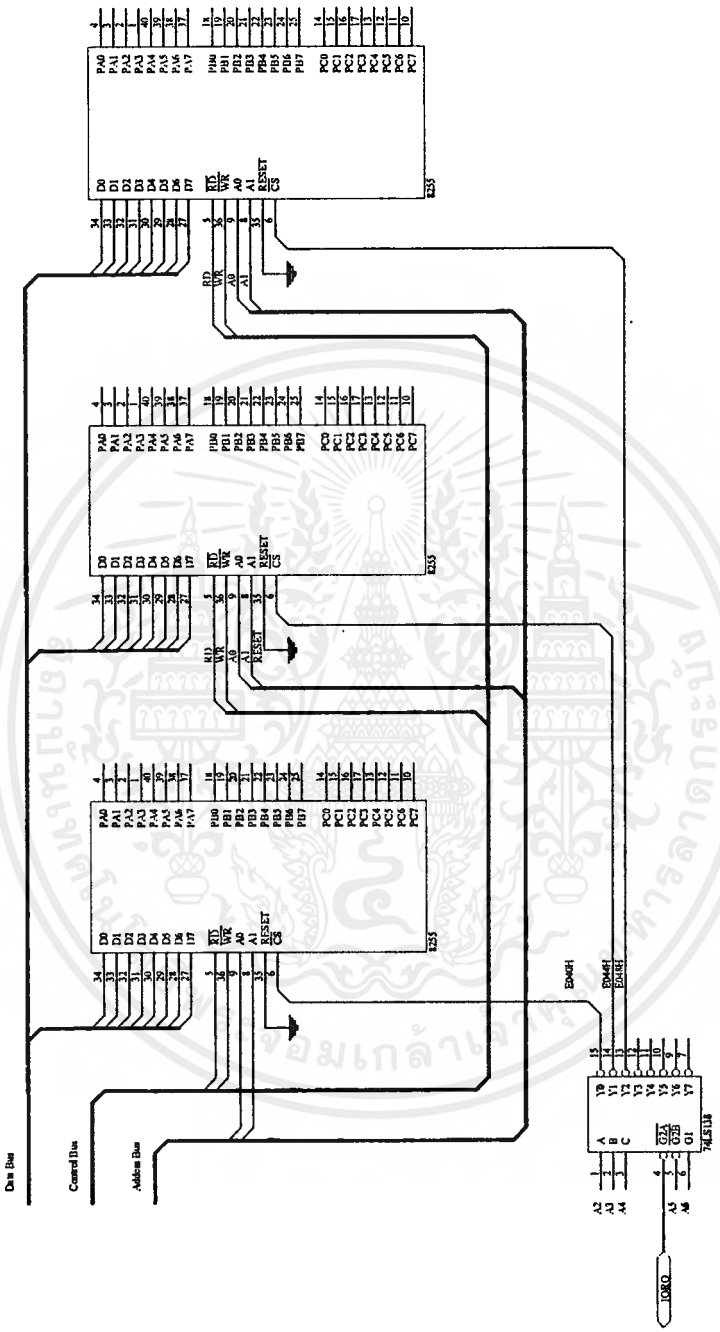
วงจรควบคุมระบบประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ตัววงจรและส่วนที่เป็นโปรแกรมสำหรับควบคุม ในส่วนของวงจรนั้นประกอบด้วย ไมโครคอลโทรลเลอร์ 8031 ซึ่งเป็นหัวใจหลักในการควบคุมระบบทั้งหมด และทำการเชื่อมต่อกับ ROM และ RAM ภายนอกพร้อมกับอุปกรณ์ I/O port เพื่อควบคุมการทำงานของระบบทั้งหมดดังนั้นในรูปที่ 3.9 และรูปที่ 4.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.9 วงจรควบคุมระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.10 วงจรอินพุท/เอาท์พุท พอร์ต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

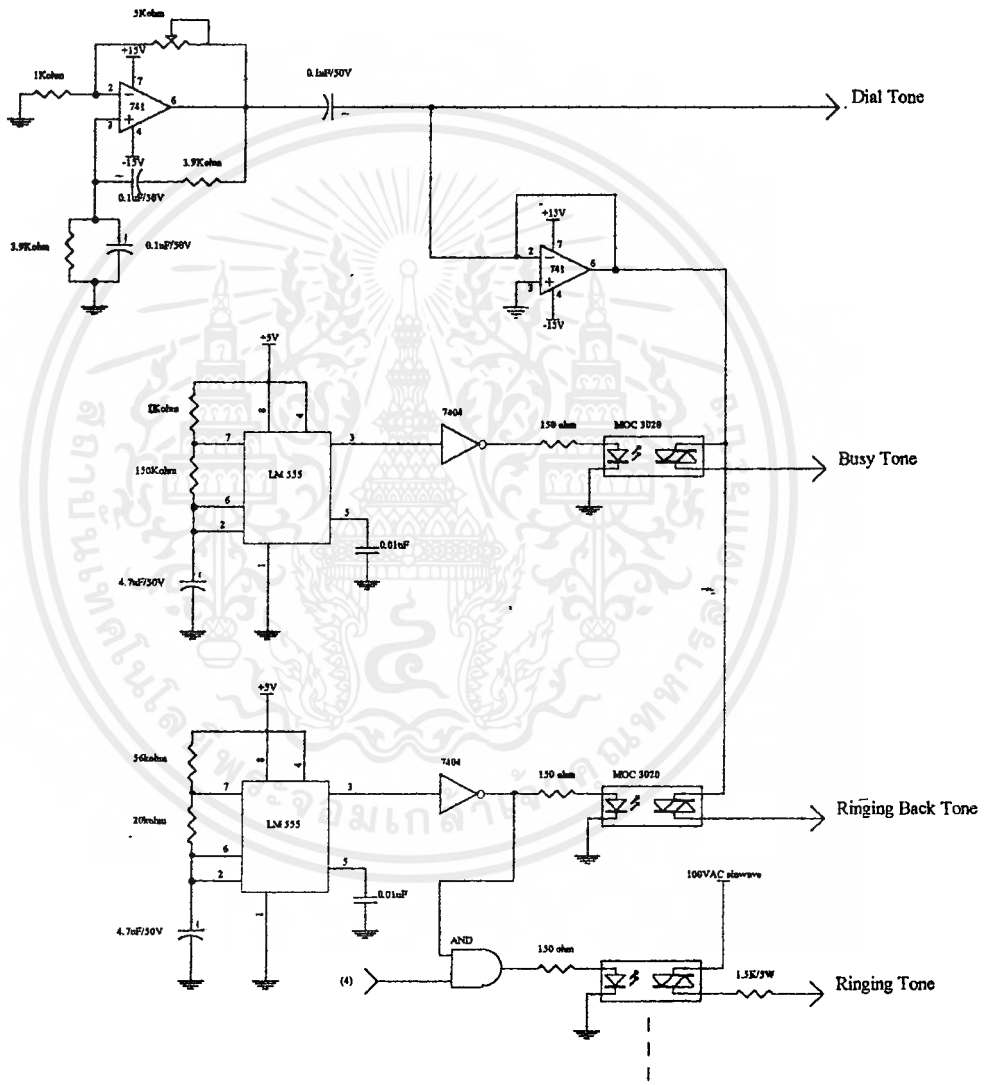
4.1 การทดลองวงจรกำเนิดสัญญาณโทน

ลำดับขั้นการทดลอง

4.1.1 ต่อวงจรตามรูปที่ 4.1

4.1.2 ต่อแรงดันตามวงจรที่กำหนด

4.1.3 ใช้ออสซิลโลสโคปวัดรูปสัญญาณที่เอ้าท์พุทของวงจรแล้วบันทึกที่วัดได้

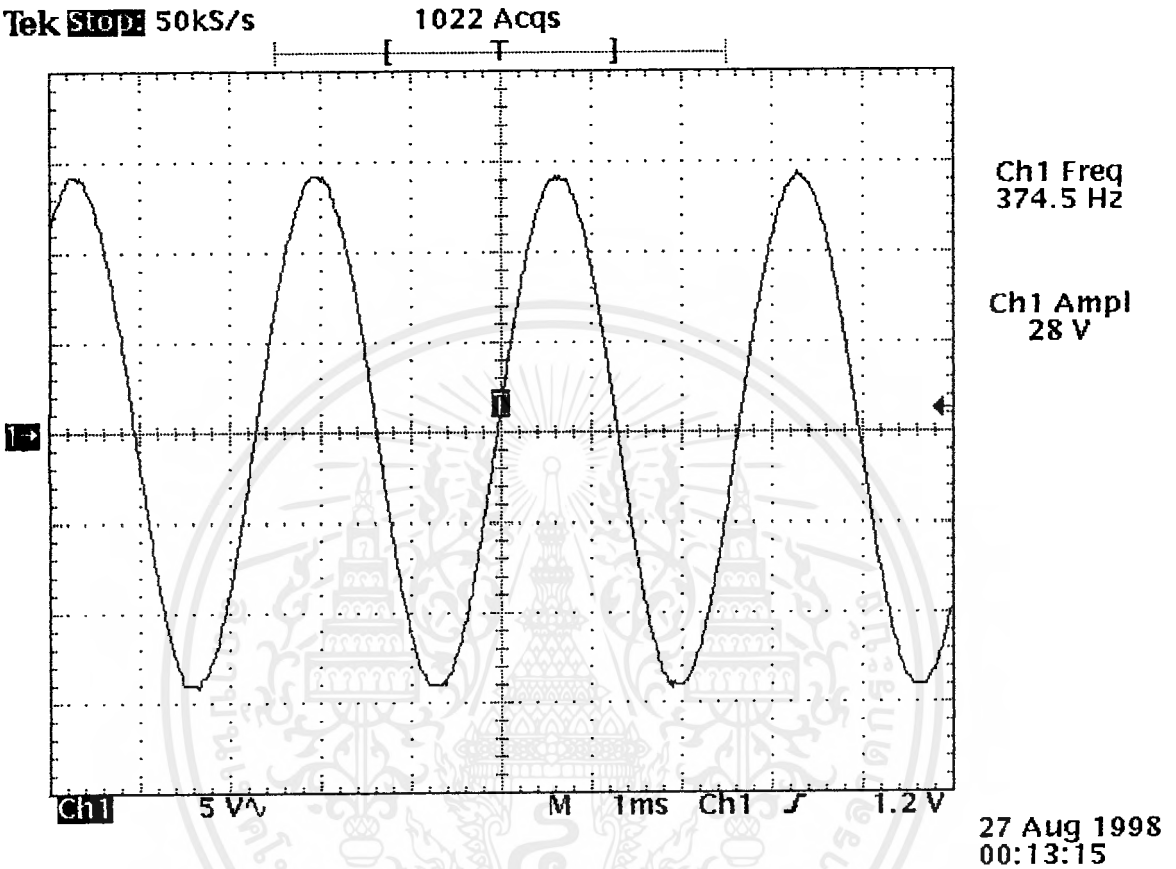


รูปที่ 4.1 วงจรกำเนิดสัญญาณโทน

ผลการทดลอง

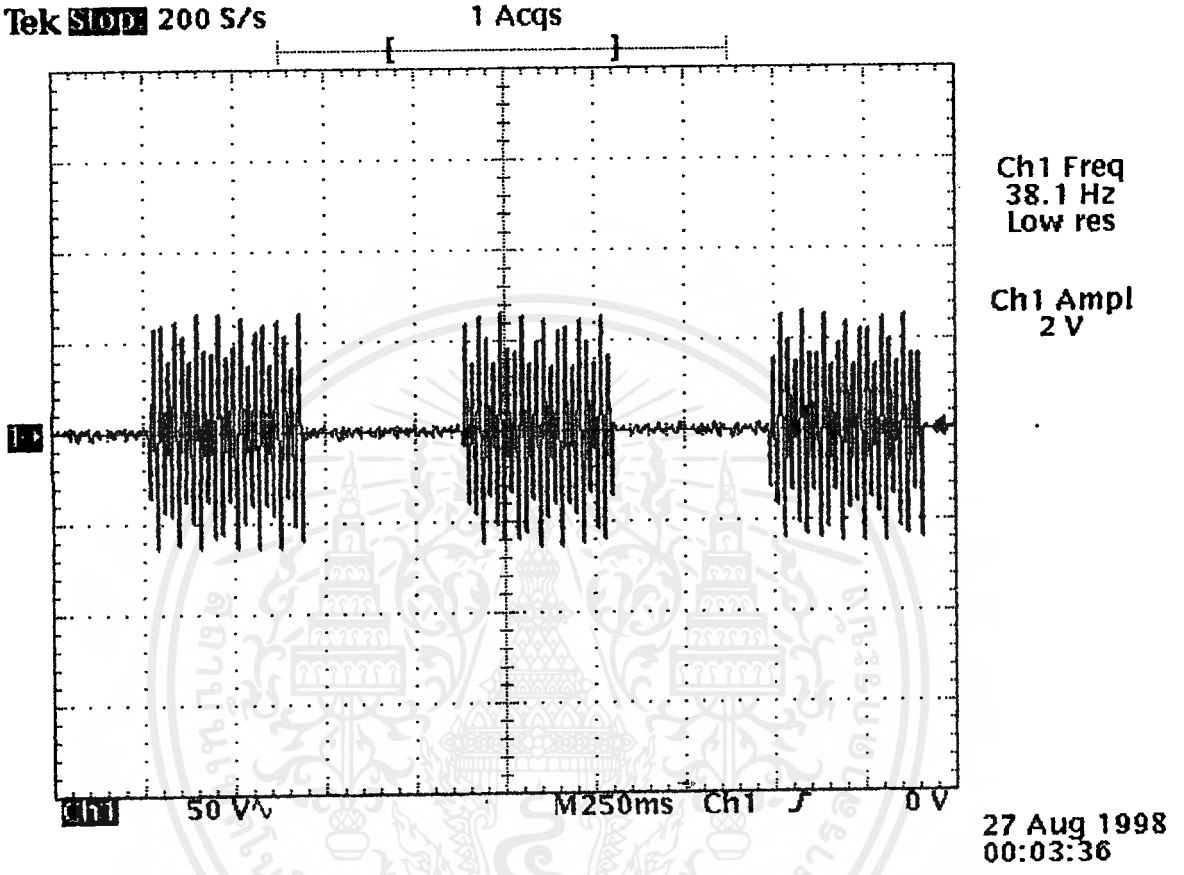
จากการทดลองเมื่อทำการวัดสัญญาณที่เอ้าท์พุทจะได้สัญญาณ Dial Tone , Busy Tone , Ring Back Tone และ Ringing Tone ดังแสดงในรูปที่ 4.2 , 4.3 , 4.4 และ 4.5 ตามลำดับ โดยลักษณะของรูปที่ได้มีค่าตรงตามที่ได้คำนวณเอาไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



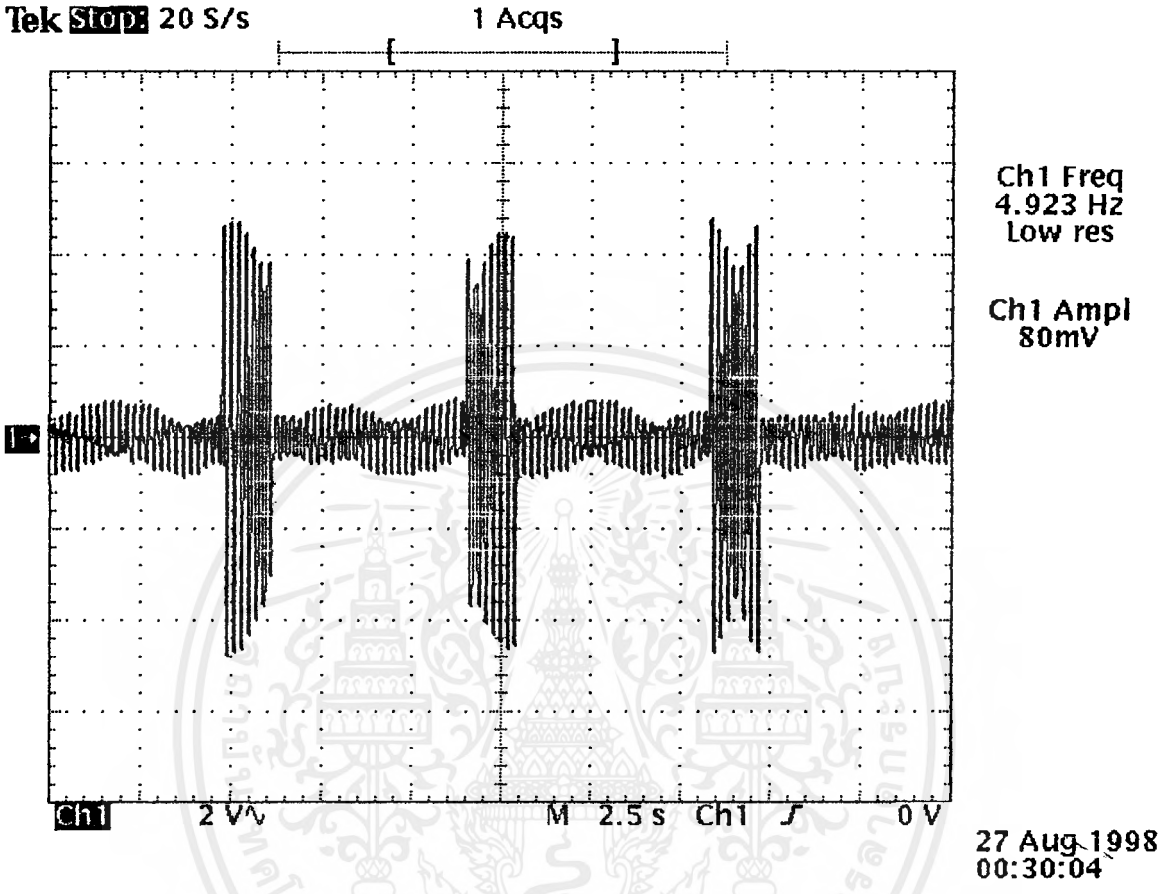
รูปที่ 4.2 สัญญาณ Dial Tone

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



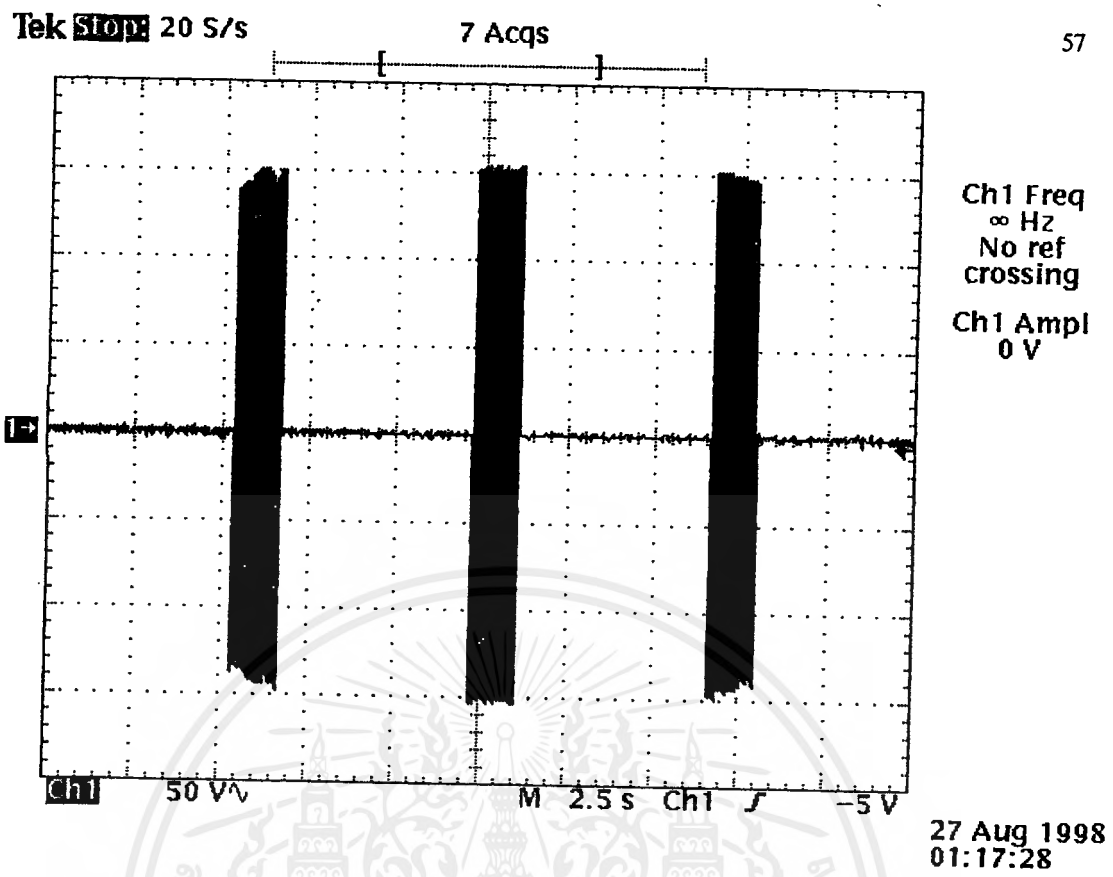
รูปที่ 4.3 สัญญาณ Busy Tone

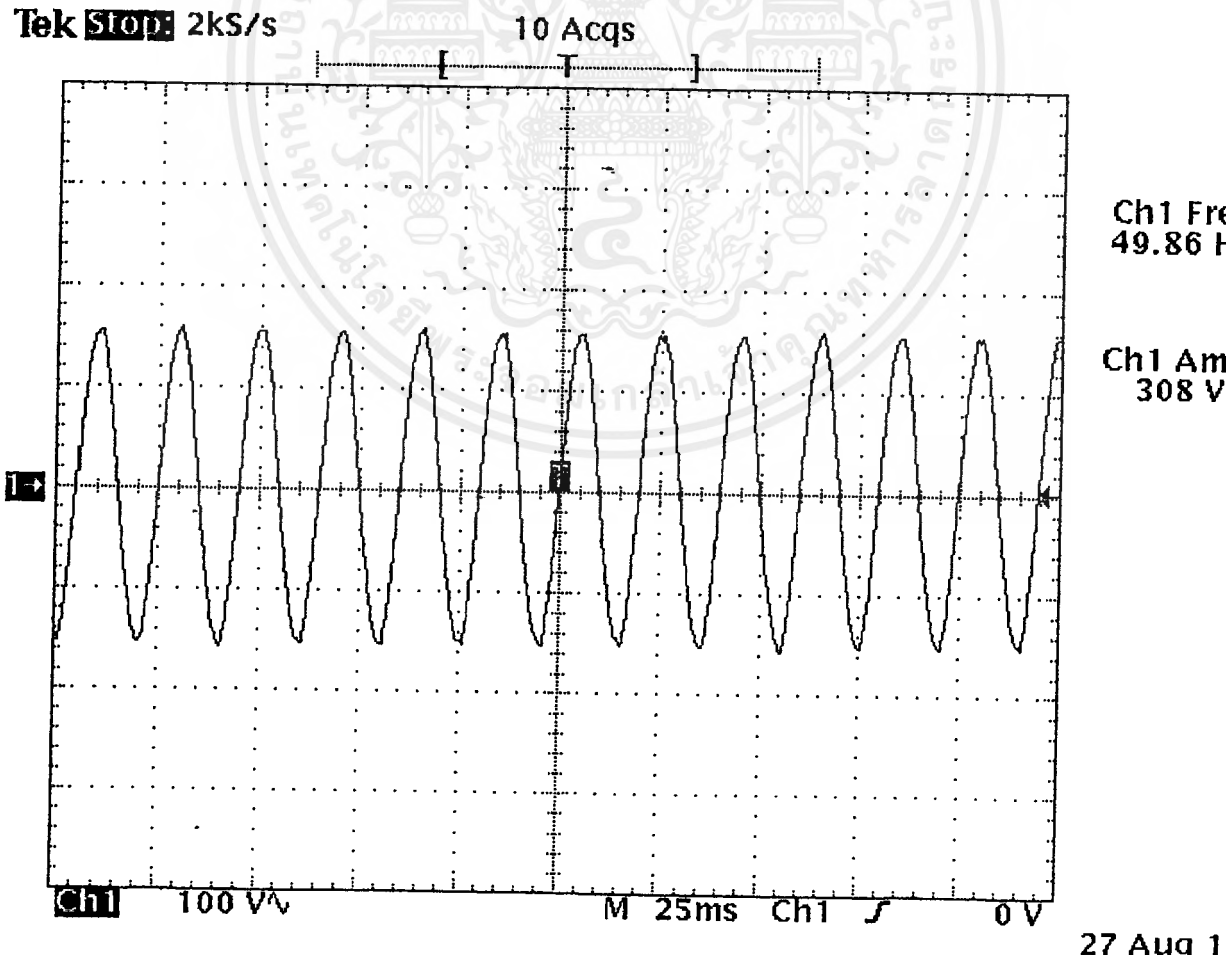
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.4 สัญญาณ Ring Back Tone

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้





รูปที่ 4.5 สัญญาณ Ringing Tone

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 การทดลองวงจรตอบรับโทรศัพท์อัตโนมัติ

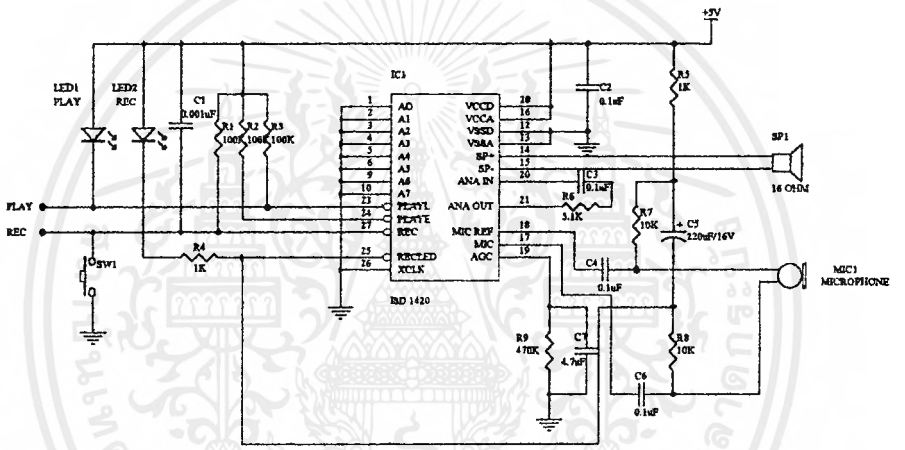
ลำดับขั้นการทดลอง

4.2.1 ต่อวงจรตามรูปที่ 4.6

4.2.2 ป้อนแรงดันไปตามที่กำหนดในวงจร

4.2.3 ทำการต่อสวิทช์ REC ลงกราวด์ แล้วพูดใส่ไมโครโฟนเพื่อทำการบันทึกเสียงพูด จนกว่าไฟที่ REC LED จะดับ

4.2.4 ต่อจากนั้นต่อสวิทช์ PLAY ลงกราวด์เพื่อลองฟังเสียงพูดที่ได้ทำการบันทึกเอาไว้



รูปที่ 4.6 วงจรตอบรับโทรศัพท์อัตโนมัติ

ผลการทดลอง

จากการทดลองวงจรนี้สามารถบันทึกเสียงได้นานถึงประมาณ 20 วินาที โดยเสียงที่ได้จากการบันทึกมีความคมชัดมาก และไม่มีเสียงรบกวน และคุณภาพของเสียงอยู่ในขั้นที่ดีมาก และสามารถที่จะทำการบันทึกใหม่ได้โดยไม่มีเสียงเดิมแทรกอยู่เลย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 การทดลองวงจรดีเทคสัญญาณกระดิ่ง

ลำดับขั้นการทดลอง

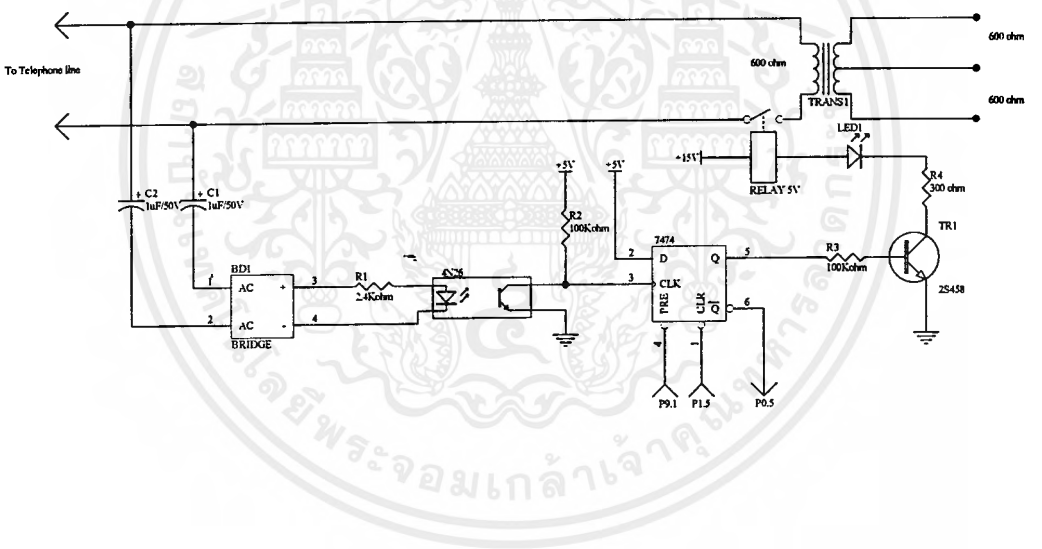
4.3.1 ทำการต่อวงจรตามรูปที่ 4.3

4.3.2 ทำการป้อนแรงดันไฟที่กำหนดไว้ในวงจร

4.3.3 จากนั้นทำการต่อคู่สายภายนอกของวงจรดีเทคสัญญาณกระดิ่ง เข้ากับคู่สายโทรศัพท์เครื่องแรก

4.3.4 จากนั้นให้ใช้โทรศัพท์เครื่องที่สองกดหมายเลขเรียกไปยัง โทรศัพท์เครื่องแรกแล้วสังเกตผลที่เกิดขึ้น

4.3.5 ทำการบันทึกผลการทดลอง



รูปที่ 4.7 วงจรดีเทกสัญญาณกระดิ่ง

ผลการทดลอง

จากการทดลองเมื่อมีสัญญาณกระดิ่งขึ้น วงจรจะเริ่มทำงานทันที โดยไดโอดจะเรียงกระแสจากไฟกระแสสลับเป็นกระแสตรง แล้วป้อนไปยังออปโต้คัปเปิ้ลเพื่อทำให้เกิดพัลส์ป้อนไปยัง D-Flip Flop ทำให้ทรานซิสเตอร์นำกระแสเป็นผลให้ Relay "ON"จึงทำให้คู่สายมีอิมพีแดนซ์ต่ำประมาณ 600 Ω เปรียบเสมือนการยกหูโทรศัพท์จากนั้นจึงทำการทดลองป้อนสัญญาณกระดิ่งซ้ำๆอีก ปรากฏว่าได้ผลเช่นเดียวกัน คือ วงจรสามารถดีเทกสัญญาณกระดิ่งได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 การทดลองวงจรเชื่อมต่อช่องสัญญาณเสียง

ลำดับขั้นการทดลอง

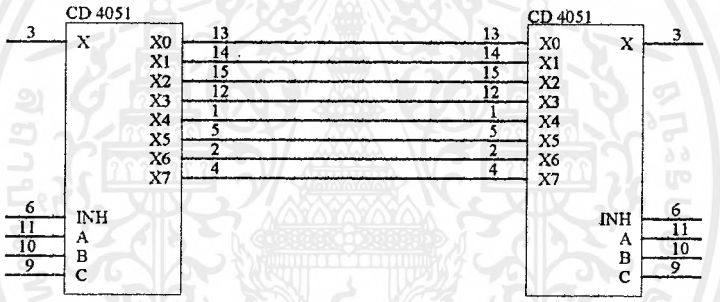
4.4.1 ต่อวงจรตามรูปที่ 4.4

4.4.2 ต่อแรงดันตามที่กำหนดในวงจร

4.4.3 ทำการป้อนสัญญาณเสียงเข้าที่อินพุท x ของไอซี CD4051 ตัวแรก ต่อจากนั้นป้อนรหัสไบนารี่ เข้าที่ขาทั้ง 4 ของไอซี CD4051 ตัวแรกเป็นโลจิก "0" หมด

4.4.4 ต่อจากนั้นทำการวัดสัญญาณเสียงที่ขา x ของไอซี CD4051 ตัวที่สองแล้วทำการเปลี่ยนรหัสไบนารี่ที่ขาอินพุท ตามตารางที่ 4.1

4.4.5 บันทึกผลการทดลอง



รูปที่ 4.8 การเชื่อมต่อไอซี CD4051

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 การทดลองวงจรเชื่อมต่อช่องสัญญาณเสียง

ลำดับขั้นการทดลอง

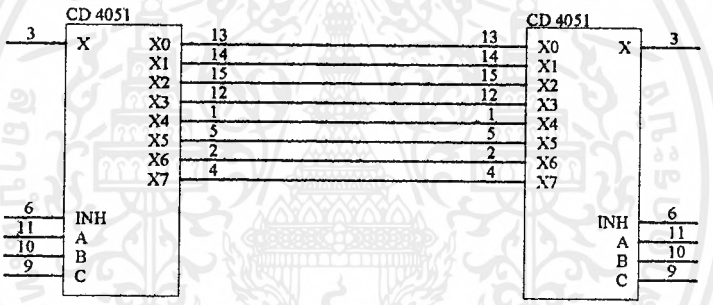
4.4.1 ต่อวงจรตามรูปที่ 4.4

4.4.2 ต่อแรงดันตามที่กำหนดในวงจร

4.4.3 ทำการป้อนสัญญาณเสียงเข้าที่อินพุท x ของไอซี CD4051 ตัวแรก ต่อจากนั้นป้อนรหัสไบนารี่ เข้าที่ขาทั้ง 4 ของไอซี CD4051 ตัวแรกเป็นโลจิก "0" หมด

4.4.4 ต่อจากนั้นทำการวัดสัญญาณเสียงที่ขา x ของไอซี CD4051 ตัวที่สองแล้วทำการเปลี่ยนรหัสไบนารี่ที่ขาอินพุท ตามตารางที่ 4.1

4.4.5 บันทึกผลการทดลอง



รูปที่ 4.8 การเชื่อมต่อไอซี CD4051

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลอง

INPUT STATES				OUTPUT CHANNEL
INHIBIT	C	B	A	CD 4051
0	0	0	0	มีเสียง
0	0	0	1	ไม่มีเสียง
0	0	1	0	ไม่มีเสียง
0	0	1	1	ไม่มีเสียง
0	1	0	0	ไม่มีเสียง
0	1	0	1	ไม่มีเสียง
0	1	1	0	ไม่มีเสียง
0	1	1	1	ไม่มีเสียง
1	X	X	X	ไม่มีเสียง

ตารางที่ 4.1 การทำงานของไอซี CD4051

จากผลการทดลองทำให้เห็นว่าไอซี CD 4051 สามารถใช้ Multiplex สัญญาณแบบอนาลอกได้ โดยการควบคุมที่ขาอินพุทของไอซี เมื่อช่วงสัญญาณของไอซี " ON " จะมีค่าความต้านทานต่ำ และเมื่อช่องสัญญาณของไอซี " OFF " จะมีค่าความต้านทานสูง โดยเสียงที่ได้จากการทดสอบมีความชัดเจนสูง และปราศจากสัญญาณรบกวน และเมื่อทำการเปลี่ยนช่องสัญญาณ เสียงก็จะเงียบไป โดยไม่มีการแทรกข้ามช่องสัญญาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5 การทดลองถอดรหัสเลขหมายโทรศัพท์

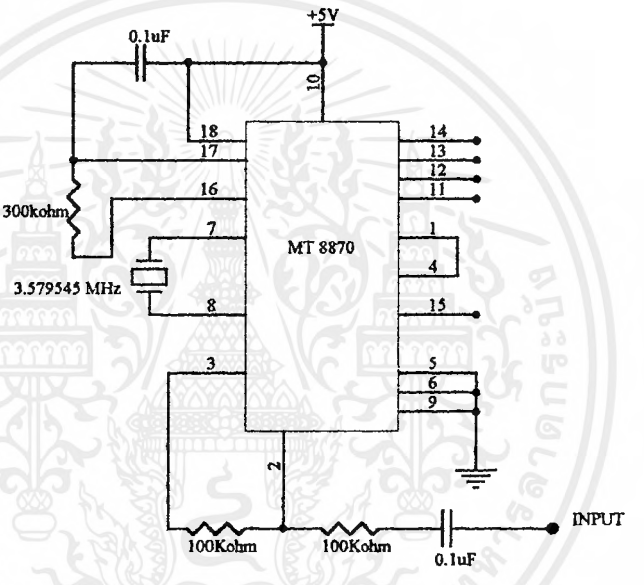
ลำดับขั้นการทดลอง

4.5.1 ต่อวงจรตามรูปที่ 4.9

4.5.2 ต่อแรงดันตามที่กำหนดในวงจร

4.5.3 นำขาอินพุทของวงจรไปต่อกับคู่สายโทรศัพท์

4.5.4 จากนั้นทำการกดปุ่มเลขหมายโทรศัพท์ และบันทึกผลการทดลองที่ได้ลงในตาราง ซึ่งแสดงผลดังตารางที่ 4.2



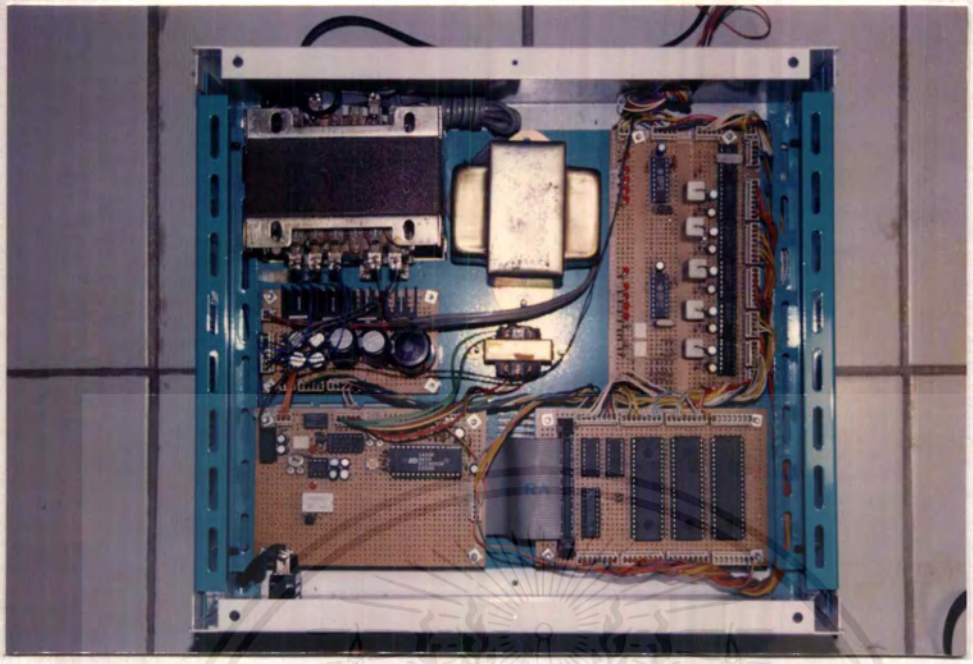
รูปที่ 4.9 วงจรถอดรหัสเลขหมายโทรศัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลอง

TELEPHONE NUMBER	OUTPUT				
	X	D	C	B	A
1	⊓	0	0	0	1
2	⊓	0	0	1	0
3	⊓	0	0	1	1
4	⊓	0	1	0	0
5	⊓	0	1	0	1
6	⊓	0	1	1	0
7	⊓	0	1	1	1
8	⊓	1	0	0	0
9	⊓	1	0	0	1
0	⊓	1	0	0	1
*	⊓	1	0	1	1
#	⊓	1	1	0	0

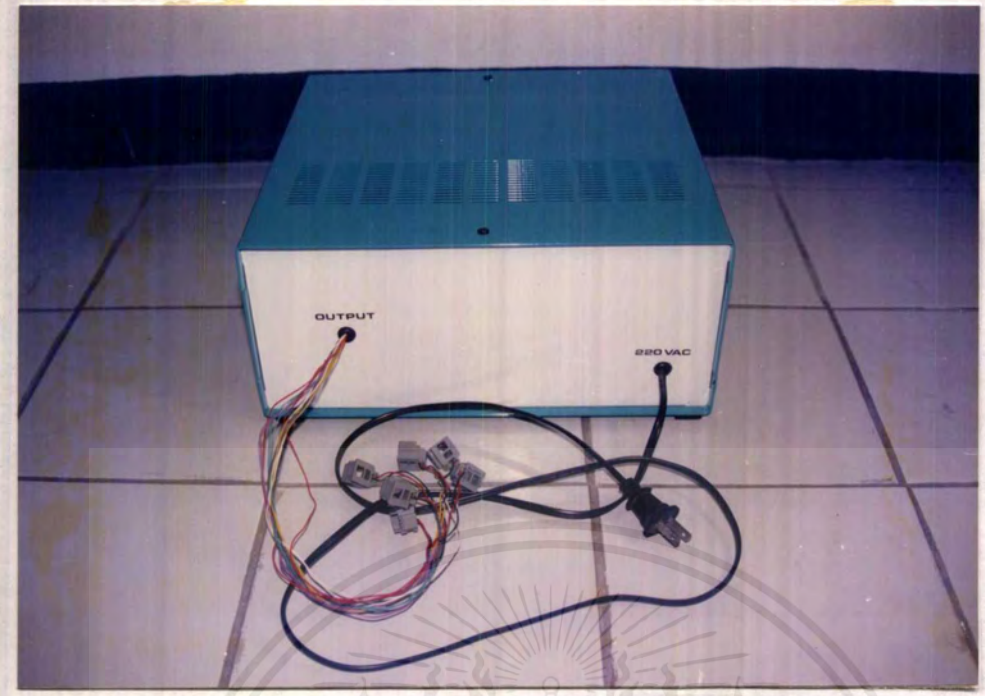
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.10 แสดงวงจรภายในตู้สาขาอัตโนมัติ

รูปที่ 4.11 แสดงด้านหน้าของตู้โทรศัพท์สาขาอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.12 แสดงด้านหลังของตู้โทรศัพท์สาขาอัตโนมัติ

รูปที่ 4.13 แสดงตู้สาขาอัตโนมัติเสร็จสมบูรณ์พร้อมใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
บทวิจารณ์และบทสรุป

จากการทดลองสร้างตู้สาขาโทรศัพท์อัตโนมัตินี้ ทางคณะผู้จัดทำได้ทำการคิดวิจัยและดำเนินการพัฒนามาโดยตลอด เพื่อให้วงจรที่ใช้งานมีขนาดเล็กกระทัดรัด และมีประสิทธิภาพการทำงานสูง ทั้งนี้เพื่อให้ต้นทุนที่ใช้ในการผลิตมีค่าต่ำ แต่เนื่องจากในส่วนของฮาร์ดแวร์และซอฟร์แวร์ค่อนข้างที่จะสลับและซับซ้อน นอกจากนี้เวลาที่ใช้ในการวิจัยและพัฒนามีจำกัด จึงอาจทำให้วงจรที่ได้ไม่สมบูรณ์เท่าที่ควร แต่จากผลการทดลองวงจรสามารถทำงานได้ตามที่เราต้องการ คือ สามารถที่จะกำเนิดสัญญาณโทนต่างๆ ได้ และสามารถที่จะเชื่อมต่อการสนทนาได้ทั้งภายในและภายนอก โดยเสียงที่ได้จากการสนทนามีความชัดเจนดีและปราศจากเสียงรบกวน และปัญหาที่พบคือ บางครั้งอาจจะมีการรบกวนกันระหว่างช่องสนทนาบ้างเล็กน้อย

ทางคณะผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่าโครงงานชิ้นนี้ น่าจะเป็นประโยชน์กับผู้ที่สนใจ ในการที่จะนำไปศึกษา หรือพัฒนาต่อไป และถ้าเกิดข้อผิดพลาดประการใดก็ขออภัยไว้ ณ. โอกาสนี้ด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ

อาจารย์ สุรพล บุญจันทร์

รศ.สมยศ จุณณะปิยะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หนังสืออ้างอิง

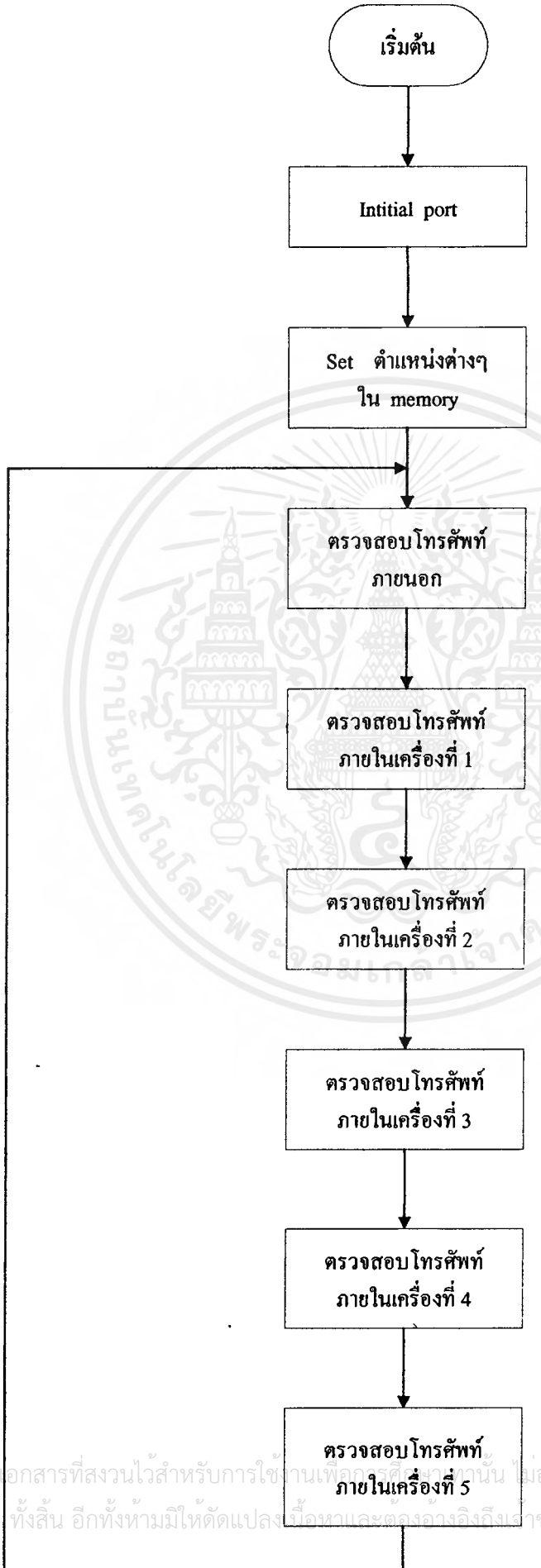
1. รศ.สมยศ จุณณะปิยะ, " การใช้งานไมโครคอลโทรลเลอร์ ตระกูล MCS-51 ", คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, พ.ศ. 2537
2. อ. นรินทร์ เนาวประทีป, " ออป แอมป์ ", กรุงเทพมหานคร, ฟิสิกส์เซนเตอร์
3. สุเจตน์ จันทรังษ์,"ไมโครคอลโทรเลอร์ชิพเดี่ยว 8051", ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ วิทยาลัยมหานคร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

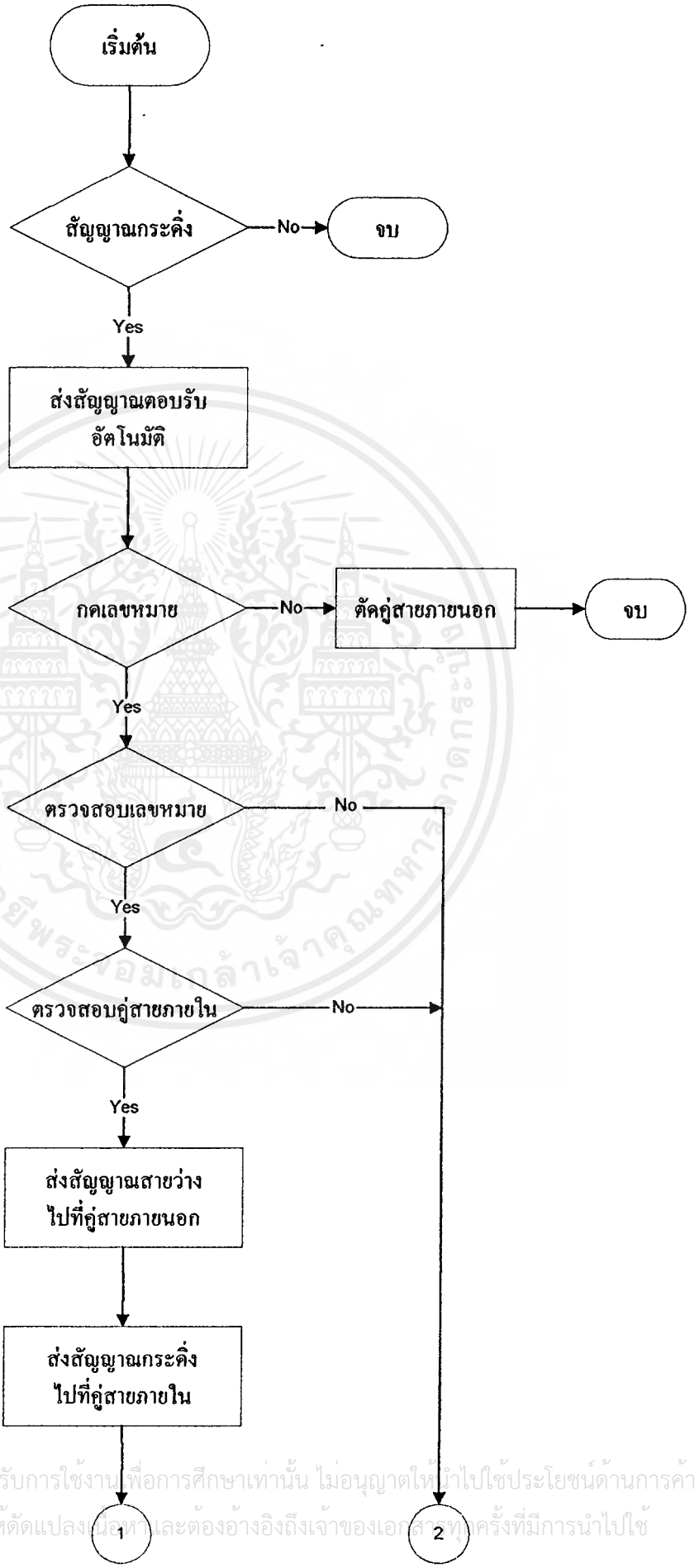
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แผนผังระบบโปรแกรมของตู้สาขาอัตโนมัติ

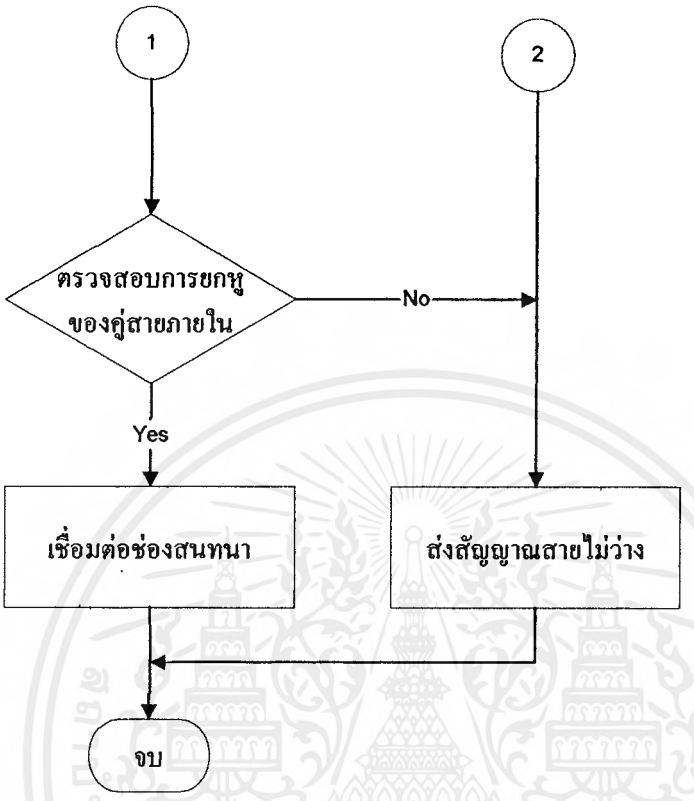


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แผนผังระบบโปรแกรมของโทรศัพท์ภายนอก

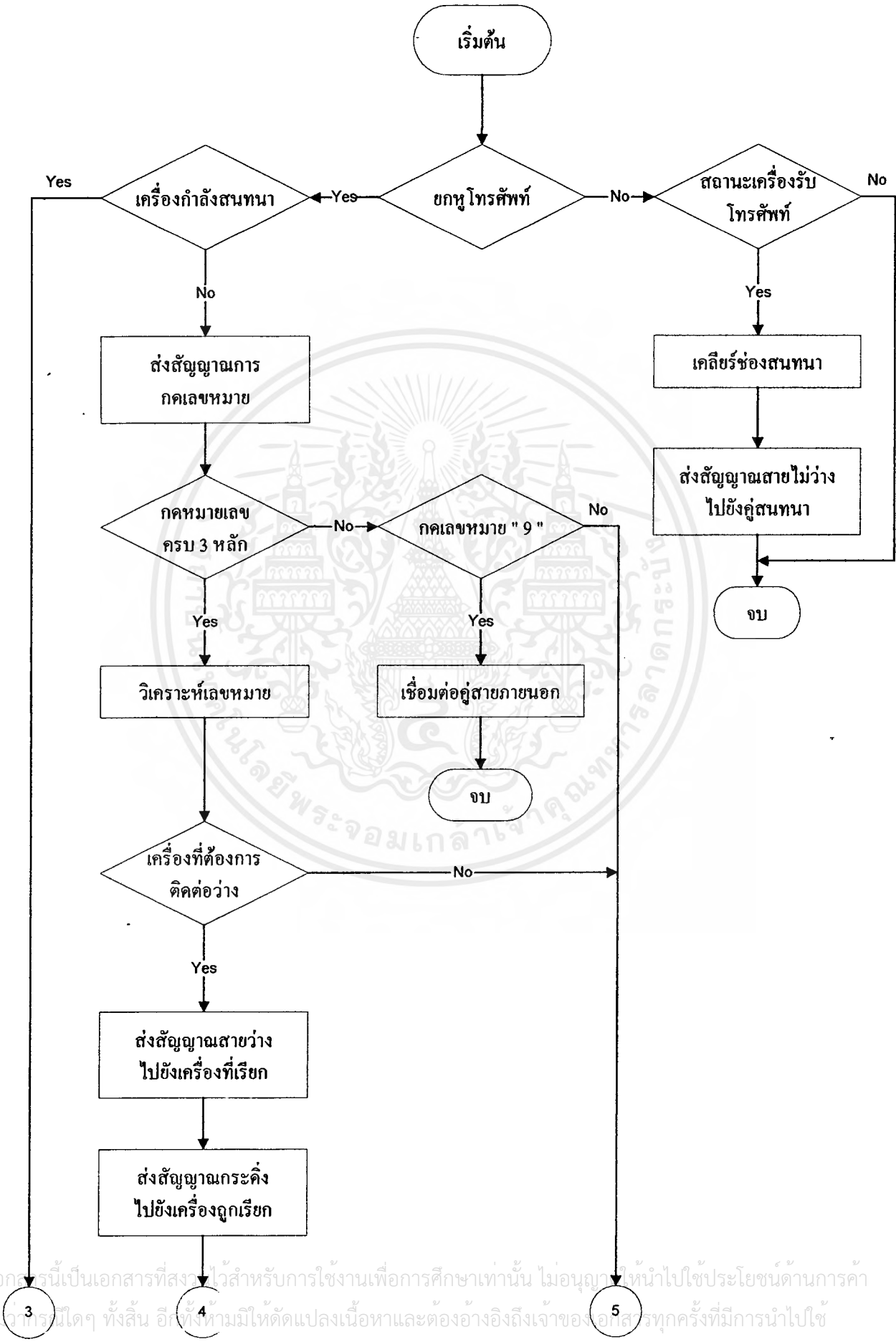


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

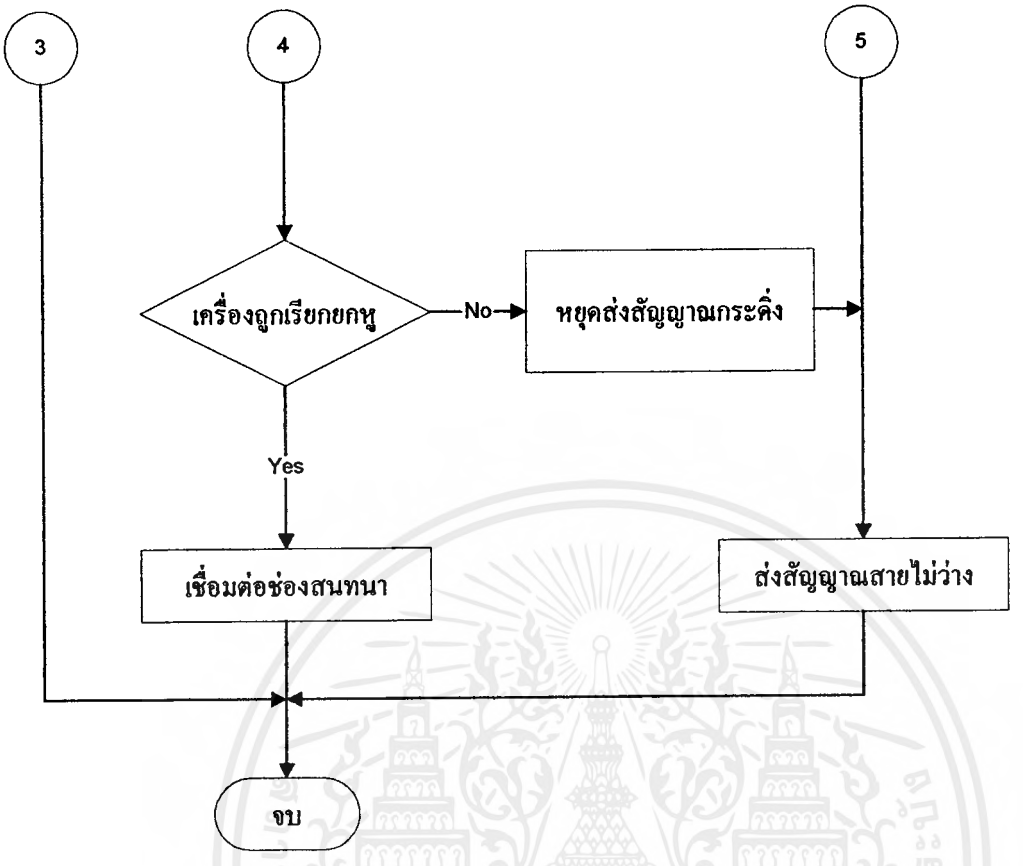


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แผนผังระบบโปรแกรมของโทรศัพท์ภายใน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
; ****************************************
;   PROGRAM   AUTOMATIC  BRANCH  EXCHANGE
; ****************************************

            ORG     0000H
PORT0       EQU     8500H
PORT1       EQU     8501H
PORT2       EQU     8502H
PORT3       EQU     8503H
PORT4       EQU     8504H
PORT5       EQU     8505H
PORT6       EQU     8506H
PORT7       EQU     8507H
PORT8       EQU     8508H
PORT9       EQU     8509H
PORTA       EQU     850AH
PORTB       EQU     850BH
PORTC       EQU     850CH
PORTD       EQU     850DH
PORTE       EQU     850EH
PORTF       EQU     850FH
PORT10      EQU     8510H
PORT11      EQU     8511H
PORT12      EQU     8512H
PORT13      EQU     8513H
PORT14      EQU     8514H
PORT15      EQU     8515H
PORT16      EQU     8516H
PORT17      EQU     8517H
PORT18      EQU     8518H
PORT19      EQU     8519H
PORT1A      EQU     851AH
PORT1B      EQU     851BH
PORT1C      EQU     851CH
PORT1D      EQU     851DH
PORT1E      EQU     851EH
PORT1F      EQU     851FH
DISK1       EQU     8520H
DISK2       EQU     8521H
DISK3       EQU     8522H
DISK4       EQU     8523H

            MOV     PSW,#00H
            MOV     SP,#10H
            MOV     A,#99H
            MOV     DPTR,#0E043H
            MOVX    @DPTR,A
            MOV     DPTR,#0E04BH
            MOVX    @DPTR,A
            MOV     A,#80H
            MOV     DPTR,#0E047H
            MOVX    @DPTR,A
            MOV     A,#03H
            MOV     DPTR,#0E049H
            MOVX    @DPTR,A
            MOV     A,#0C0H
            MOV     DPTR,#0E041H
            MOVX    @DPTR,A
            LCALL   DELAY1
            MOV     A,#0E0H
            MOVX    @DPTR,A
            MOV     DPTR,#DISK1
            MOVX    @DPTR,A
            MOV     A,#33H
            MOV     DPTR,#0E044H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        MOVX    @DPTR,A
        INC     DPTR
        MOVX    @DPTR,A
        INC     DPTR
        MOVX    @DPTR,A
        MOV     DPTR,#DISK2
        MOVX    @DPTR,A
        INC     DPTR
        MOVX    @DPTR,A
        INC     DPTR
        MOVX    @DPTR,A
        MOV     R0,#20H
        MOV     A,#00H
        MOV     DPTR,#PORT0
A1:     MOVX    @DPTR,A
        INC     DPTR
        DJNZ    R0,A1
        MOV     R0,#0BFH
        MOV     R1,#7FH
MAIN:   MOV     DPTR,#0E040H
        MOVX    A,@DPTR
        LCALL   DELAY1
        MOV     R7,A
        ORL     A,#0FEH
        CJNE    A,#0FEH,A2
        LCALL   TEL1
        LJMP    A5
A2:     MOV     A,#00H
        MOV     DPTR,#PORT8
        MOVX    @DPTR,A
        MOV     DPTR,#PORTE
        MOVX    @DPTR,A
        MOV     DPTR,#PORTF
        MOVX    @DPTR,A
        MOV     DPTR,#PORT10
        MOVX    @DPTR,A
        MOV     DPTR,#PORT1
        MOVX    A,@DPTR
        CJNE    A,#00H,A3
        LJMP    A5
A3:     MOV     R4,A
        ANL     A,#80H
        CJNE    A,#80H,A4
        LJMP    A5
A4:     MOV     DPTR,#DISK2
        MOVX    A,@DPTR
        ANL     A,#0FH
        ORL     A,#30H
        MOVX    @DPTR,A
        MOV     DPTR,#0E044H
        MOVX    @DPTR,A
        MOV     A,#00H
        MOV     DPTR,#PORT1
        MOVX    @DPTR,A
        LCALL   XY1
        MOV     A,R4
        ANL     A,#18H
        CJNE    A,#00H,A6
        LJMP    A5
A6:     LCALL   A29
        LCALL   XY2
A5:     MOV     A,R7
        ORL     A,#0FDH
        CJNE    A,#0FDH,A7
        LCALL   TEL2
        LJMP    A8
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
A7:     MOV     A,#00H
        MOV     DPTR,#PORT9
        MOVX    @DPTR,A
        MOV     DPTR,#PORT11
        MOVX    @DPTR,A
        MOV     DPTR,#PORT12
        MOVX    @DPTR,A
        MOV     DPTR,#PORT13
        MOVX    @DPTR,A
        MOV     DPTR,#PORT2
        MOVX    A,@DPTR
        CJNE    A,#00H,A9
        LJMP    A8
A9:     MOV     R4,A
        ANL     A,#80H
        CJNE    A,#80H,A10
        LJMP    A8
A10:    MOV     DPTR,#DISK3
        MOVX    A,@DPTR
        ANL     A,#0F0H
        ORL     A,#03H
        MOVX    @DPTR,A
        MOV     DPTR,#0E045H
        MOVX    @DPTR,A
        MOV     A,#00H
        MOV     DPTR,#PORT2
        MOVX    @DPTR,A
        LCALL   XY1
        MOV     A,R4
        ANL     A,#18H
        CJNE    A,#00H,A11
        LJMP    A8
A11:    LCALL   A29
        LCALL   XY2
A8:     MOV     A,R7
        ORL     A,#0FBH
        CJNE    A,#0FBH,A12
        LCALL   TEL3
        LJMP    A13
A12:    MOV     A,#00H
        MOV     DPTR,#PORTA
        MOVX    @DPTR,A
        MOV     DPTR,#PORT14
        MOVX    @DPTR,A
        MOV     DPTR,#PORT15
        MOVX    @DPTR,A
        MOV     DPTR,#PORT16
        MOVX    @DPTR,A
        MOV     DPTR,#PORT3
        MOVX    A,@DPTR
        CJNE    A,#00H,A14
        LJMP    A13
A14:    MOV     R4,A
        ANL     A,#80H
        CJNE    A,#80H,A15
        LJMP    A13
A15:    MOV     DPTR,#DISK3
        MOVX    A,@DPTR
        ANL     A,#0FH
        ORL     A,#30H
        MOVX    @DPTR,A
        MOV     DPTR,#0E045H
        MOVX    @DPTR,A
        MOV     A,#00H
        MOV     DPTR,#PORT3
        MOVX    @DPTR,A
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        LCALL   XY1
        MOV     A,R4
        ANL     A,#18H
        CJNE    A,#00H,A16
        LJMP    A13
A16:    LCALL   A29
        LCALL   XY2
A13:    MOV     A,R7
        ORL     A,#0F7H
        CJNE    A,#0F7H,A17
        LCALL   TEL4
        LJMP    A18
A17:    MOV     A,#00H
        MOV     DPTR,#PORTB
        MOVX    @DPTR,A
        MOV     DPTR,#PORT17
        MOVX    @DPTR,A
        MOV     DPTR,#PORT18
        MOVX    @DPTR,A
        MOV     DPTR,#PORT19
        MOVX    @DPTR,A
        MOV     DPTR,#PORT4
        MOVX    A,@DPTR
        CJNE    A,#00H,A19
        LJMP    A18
A19:    MOV     R4,A
        ANL     A,#80H
        CJNE    A,#80H,A20
        LJMP    A18
A20:    MOV     DPTR,#DISK4
        MOVX    A,@DPTR
        ANL     A,#0F0H
        ORL     A,#03H
        MOVX    @DPTR,A
        MOV     DPTR,#0E046H
        MOVX    @DPTR,A
        MOV     A,#00H
        MOV     DPTR,#PORT4
        MOVX    @DPTR,A
        LCALL   XY1
        MOV     A,R4
        ANL     A,#18H
        CJNE    A,#00H,A21
        LJMP    A18
A21:    LCALL   A29
        LCALL   XY2
A18:    MOV     A,R7
        ORL     A,#0EFH
        CJNE    A,#0EFH,A22
        LCALL   TEL5
        LJMP    A23
A22:    MOV     A,#00H
        MOV     DPTR,#PORTC
        MOVX    @DPTR,A
        MOV     DPTR,#PORT1A
        MOVX    @DPTR,A
        MOV     DPTR,#PORT1B
        MOVX    @DPTR,A
        MOV     DPTR,#PORT1C
        MOVX    @DPTR,A
        MOV     DPTR,#PORT5
        MOVX    A,@DPTR
        CJNE    A,#00H,A24
        LJMP    A23
A24:    MOV     R4,A
        ANL     A,#80H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                CJNE    A,#80H,A25
                LJMP    A23
A25:            MOV     DPTR,#DISK4
                MOVX    A,@DPTR
                ANL     A,#0FH
                ORL     A,#30H
                MOVX    @DPTR,A
                MOV     DPTR,#0E046H
                MOVX    @DPTR,A
                MOV     A,#00H
                MOV     DPTR,#PORT5
                MOVX    @DPTR,A
                LCALL   XY1
                MOV     A,R4
                ANL     A,#18H
                CJNE    A,#00H,A26
                LJMP    A23
A26:            LCALL   A29
                LCALL   XY2
A23:            MOV     DPTR,#0E040H
                MOVX    A,@DPTR
                LCALL   DELAY1
                MOV     R7,A
                ORL     A,#0DFH
                CJNE    A,#0DFH,A27
                LCALL   TEL6
A27:            MOV     DPTR,#0E048H
                MOVX    A,@DPTR
                LCALL   DELAY1
                ORL     A,#0FEH
                CJNE    A,#0FEH,A28
                LCALL   TEL7
A28:            LJMP    MAIN
A29:            CJNE    A,#08H,A30
                MOV     DPTR,#PORT0
                MOVX    A,@DPTR
                ANL     A,#0FEH
                MOVX    @DPTR,A
                RET
A30:            CJNE    A,#10H,A31
                MOV     DPTR,#PORT0
                MOVX    A,@DPTR
                ANL     A,#0FDH
                MOVX    @DPTR,A
                RET
A31:            MOV     DPTR,#PORT0
                MOVX    A,@DPTR
                ANL     A,#0FBH
                MOVX    @DPTR,A
                RET
DELAY1:         MOV     08,#20H
Z2:             MOV     09,#00H
Z1:             DJNZ    09,Z1
                DJNZ    08,Z2
                RET

; ***************************************
                CHECK DIAL TONE
; ***************************************

                ORG     0250H
XY3:            MOV     DPTR,#PORT0
                MOVX    A,@DPTR
                ORL     A,#0F7H
                CJNE    A,#0F7H,B1
                MOVX    A,@DPTR
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                ORL     A,#08H
                MOVX    @DPTR,A
                MOV     A,#01H
                RET
          B1:   MOVX    A,@DPTR
                ORL     A,#0EFH
                CJNE    A,#0EFH,B2
                MOVX    A,@DPTR
                ORL     A,#10H
                MOVX    @DPTR,A
                MOV     A,#02H
          B2:   RET
         XY1:   MOV     A,R4
                ANL     A,#01H
                CJNE    A,#01H,B3
                MOV     DPTR,#PORT0
                MOVX    A,@DPTR
                ANL     A,#0F7H
                MOVX    @DPTR,A
                MOV     DPTR,#DISK1
                MOVX    A,@DPTR
                ORL     A,#40H
                MOVX    @DPTR,A
                MOV     DPTR,#0E041H
                MOVX    @DPTR,A
                RET
          B3:   MOV     A,R4
                ANL     A,#02H
                CJNE    A,#02H,B4
                MOV     DPTR,#PORT0
                MOVX    A,@DPTR
                ANL     A,#0EFH
                MOVX    @DPTR,A
                MOV     DPTR,#DISK1
                MOVX    A,@DPTR
                ORL     A,#80H
                MOVX    @DPTR,A
                MOV     DPTR,#0E041H
                MOVX    @DPTR,A
          B4:   RET

; ***************************************
                DTMF 1
; ***************************************

                ORG     0300H
         XY5:   MOV     DPTR,#0E040H
                MOVX    A,@DPTR
                ORL     A,#0BFH
                CJNE    A,00H,C1
                RET
          C1:   MOV     DPTR,#0E040H
                MOVX    A,@DPTR
                ORL     A,#0BFH
                CJNE    A,#0BFH,C2
                MOV     R0,#0BFH
                RET
          C2:   MOV     A,#01H
                RET
        SET1:   MOVX    A,@DPTR
                ORL     A,#0FBH
                CJNE    A,#0FBH,C3
                MOVX    A,@DPTR
                ORL     A,#04H
                MOVX    @DPTR,A
                MOV     DPTR,#DISK1
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                MOVX    A,@DPTR
                ANL     A,#0BFH
                MOVX    @DPTR,A
                MOV     DPTR,#0E041H
                MOVX    @DPTR,A
                MOV     R2,#00H
                MOV     R3,#86H
          C3:   MOV     DPTR,#0E042H
                MOVX    A,@DPTR
                ANL     A,#0FH
                MOV     DPL,R2
                MOV     DPH,R3
                MOVX    @DPTR,A
                INC     DPTR
                MOV     R2,DPL
                MOV     R3,DPH
                MOV     R4,DPL
                ANL     04H,#0FH
                MOV     R0,0FFH
                MOV     DPTR,#8600H
                LCALL   XY7
                RET

; ***************************************
                DTMF 2
; ***************************************

                ORG     0350H
         XY6:   MOV     DPTR,#0E040H
                MOVX    A,@DPTR
                ORL     A,#07FH
                CJNE    A,01H,D1
                RET
          D1:   MOV     DPTR,#0E040H
                MOVX    A,@DPTR
                ORL     A,#7FH
                CJNE    A,#7FH,D2
                MOV     R1,#7FH
                RET
          D2:   MOV     A,#01H
                RET
        SET2:   MOVX    A,@DPTR
                ORL     A,#0FBH
                CJNE    A,#0FBH,D3
                MOVX    A,@DPTR
                ORL     A,#04H
                MOVX    @DPTR,A
                MOV     DPTR,#DISK1
                MOVX    A,@DPTR
                ANL     A,#7FH
                MOVX    @DPTR,A
                MOV     DPTR,#0E041H
                MOVX    @DPTR,A
                MOV     R5,#50H
                MOV     R6,#86H
          D3:   MOV     DPTR,#0E042H
                MOVX    A,@DPTR
                ANL     A,#0F0H
                SWAP    A
                MOV     DPL,R5
                MOV     DPH,R6
                MOVX    @DPTR,A
                INC     DPTR
                MOV     R5,DPL
                MOV     R6,DPH
                MOV     R4,DPL
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                ANL     04H,#0FH
                MOV     R1,#0FFH
                MOV     DPTR,#8650H
                LCALL   XY7
                RET

; ***************************************
        TELEPHONE CHANNEL CONTROL
; ***************************************

                ORG     0400H
     XY8:       MOV     DPTR,#PORT0
                MOVX    A,@DPTR
                ORL     A,#0FEH
                CJNE    A,#0FEH,E1
                MOVX    A,@DPTR
                ORL     A,#01H
                MOVX    @DPTR,A
                MOV     A,#01H
                RET
      E1:       MOVX    A,@DPTR
                ORL     A,#0FDH
                CJNE    A,#0FDH,E2
                MOVX    A,@DPTR
                ORL     A,#02H
                MOVX    @DPTR,A
                MOV     A,#02H
                RET
      E2:       MOVX    A,@DPTR
                ORL     A,#04H
                MOVX    @DPTR,A
                MOV     A,#03H
                RET

; ***************************************
          DETECT TELEPHONE NUMBER
; ***************************************
                ORG     0500H
     XY7:       MOVX    A,@DPTR
                CJNE    A,#09H,F18
                MOV     A,R7
                ORL     A,#0DFH
                CJNE    A,#0DFH,F19
                MOV     A,#40H
                RET
     F19:       MOV     A,#0FDH
                MOV     DPTR,#0E049H
                MOVX    @DPTR,A
                LCALL   DELAY1
                MOV     A,#0FFH
                MOVX    @DPTR,A
                LCALL   XY8
                CJNE    A,#01H,F20
                MOV     A,#0F1H
                RET
     F20:       CJNE    A,#02H,F21
                MOV     A,#0F2H
                RET
     F21:       MOV     A,#0F3H
                RET
     F18:       CJNE    A,#0AH,F1
                MOV     DPTR,#PORT5
                MOVX    A,@DPTR
                CJNE    A,#00H,F2
                MOV     DPTR,#DISK1
                MOVX    A,@DPTR
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        ORL     A,#10H
        MOVX    @DPTR,A
        MOV     DPTR,#0E041H
        MOVX    @DPTR,A
        LCALL   XY8
        CJNE    A,#01H,F3
        MOV     A,#88H
        MOV     DPTR,#PORT5
        MOVX    @DPTR,A
        RET
F2:     MOV     A,#40H
        RET
F3:     CJNE    A,#02H,F4
        MOV     A,#90H
        MOV     DPTR,#PORT5
        MOVX    @DPTR,A
        RET
F4:     MOV     A,#98H
        MOV     DPTR,#PORT5
        MOVX    @DPTR,A
F5:     RET
F1:     CJNE    R4,#03,F5
        CJNE    A,#01H,F2
        INC     DPTR
        MOVX    A,@DPTR
        CJNE    A,#01H,F2
        INC     DPTR
        MOVX    A,@DPTR
        CJNE    A,#01H,F6
        MOV     DPTR,#PORT1
        MOVX    A,@DPTR
        CJNE    A,#00H,F2
        MOV     DPTR,#DISK1
        MOVX    A,@DPTR
        ORL     A,#01H
        MOVX    @DPTR,A
        MOV     DPTR,#0E041H
        MOVX    @DPTR,A
        LCALL   XY8
        CJNE    A,#01H,F7
        MOV     A,#88H
        MOV     DPTR,#PORT1
        MOVX    @DPTR,A
        RET
F7:     CJNE    A,#02H,F8
        MOV     A,#90H
        MOV     DPTR,#PORT1
        MOVX    @DPTR,A
        RET
F8:     MOV     A,#98H
        MOV     DPTR,#PORT1
        MOVX    @DPTR,A
        RET
F6:     CJNE    A,#02H,F9
        MOV     DPTR,#PORT2
        MOVX    A,@DPTR
        CJNE    A,#00H,F2
        MOV     DPTR,#DISK1
        MOVX    A,@DPTR
        ORL     A,#02H
        MOVX    @DPTR,A
        MOV     DPTR,#0E041H
        MOVX    @DPTR,A
        LCALL   XY8
        CJNE    A,#01H,F10
        MOV     A,#88H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                MOV     DPTR,#PORT2
                MOVX    @DPTR,A
                RET
F10:            CJNE    A,#02H,F11
                MOV     A,#90H
                MOV     DPTR,#PORT2
                MOVX    @DPTR,A
                RET
F11:            MOV     A,#98H
                MOV     DPTR,#PORT2
                MOVX    @DPTR,A
                RET
 F9:            CJNE    A,#03H,F12
                MOV     DPTR,#PORT3
                MOVX    A,@DPTR
                CJNE    A,#00H,F15
                MOV     DPTR,#DISK1
                MOVX    A,@DPTR
                ORL     A,#04H
                MOVX    @DPTR,A
                MOV     DPTR,#0E041H
                MOVX    @DPTR,A
                LCALL   XY8
                CJNE    A,#01H,F13
                MOV     A,#88H
                MOV     DPTR,#PORT3
                MOVX    @DPTR,A
                RET
F13:            CJNE    A,#02H,F14
                MOV     A,#90H
                MOV     DPTR,#PORT3
                MOVX    @DPTR,A
                RET
F14:            MOV     A,#98H
                MOV     DPTR,#PORT3
                MOVX    @DPTR,A
                RET
F12:            CJNE    A,#04H,F15
                MOV     DPTR,#PORT4
                MOVX    A,@DPTR
                CJNE    A,#00H,F15
                MOV     DPTR,#DISK1
                MOVX    A,@DPTR
                ORL     A,#08H
                MOVX    @DPTR,A
                MOV     DPTR,#0E041H
                MOVX    @DPTR,A
                LCALL   XY8
                CJNE    A,#01H,F16
                MOV     A,#88H
                MOV     DPTR,#PORT4
                MOVX    @DPTR,A
                RET
F16:            CJNE    A,#02H,F17
                MOV     A,#90H
                MOV     DPTR,#PORT4
                MOVX    @DPTR,A
                RET
F17:            MOV     A,#98H
                MOV     DPTR,#PORT4
                MOVX    @DPTR,A
                RET
F15:            MOV     A,#40H
                RET

; ****************************************
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                CHECK HOLD ON
; ***************************************
                ORG     0700H
XY2:            ANL     04H,#18H
                MOV     DPTR,#PORT1
                MOVX    A,@DPTR
                ANL     A,#18H
                CJNE    A,04H,G1
                MOVX    A,@DPTR
                ANL     A,#80H
                CJNE    A,#80H,G2
                MOV     R4,#0FEH
                LCALL   G3
                MOV     DPTR,#PORT1
                MOVX    @DPTR,A
                RET
G2:             LJMP    BUSY1
G1:             MOV     DPTR,#PORT2
                MOVX    A,@DPTR
                ANL     A,#18H
                CJNE    A,04H,G4
                MOVX    A,@DPTR
                ANL     A,#80H
                CJNE    A,#80H,G5
                MOV     R4,#0FDH
                LCALL   G3
                MOV     DPTR,#PORT2
                MOVX    @DPTR,A
                RET
G5:             LJMP    BUSY2
G4:             MOV     DPTR,#PORT3
                MOVX    A,@DPTR
                ANL     A,#18H
                CJNE    A,04H,G6
                MOVX    A,@DPTR
                ANL     A,#80H
                CJNE    A,#80H,G7
                MOV     R4,#0FBH
                LCALL   G3
                MOV     DPTR,#PORT3
                MOVX    @DPTR,A
                RET
G7:             LJMP    BUSY3
G6:             MOV     DPTR,#PORT4
                MOVX    A,@DPTR
                ANL     A,#18H
                CJNE    A,04H,G8
                MOVX    A,@DPTR
                ANL     A,#80H
                CJNE    A,#80H,G9
                MOV     R4,#0F7H
                LCALL   G3
                MOV     DPTR,#PORT4
                MOVX    @DPTR,A
                RET
G9:             LJMP    BUSY4
G8:             MOV     DPTR,#PORT5
                MOVX    A,@DPTR
                ANL     A,#18H
                CJNE    A,04H,G10
                MOVX    A,@DPTR
                ANL     A,#80H
                CJNE    A,#80H,G11
                MOV     R4,#0EFH
                LCALL   G3
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                MOV     DPTR,#PORT5
                MOVX    @DPTR,A
                RET
        G11:    LJMP    BUSY5
        G10:    MOV     DPTR,#PORT6
                MOVX    A,@DPTR
                ANL     A,#18H
                CJNE    A,04H,G12
                LCALL   Q3
        G12:    RET
         G3:    MOV     DPTR,#DISK1
                MOVX    A,@DPTR
                ANL     A,R4
                MOVX    @DPTR,A
                MOV     DPTR,#0E041H
                MOVX    @DPTR,A
                MOV     A,#40H
                RET

; ****************************************
        CONNECT TELEPHONE CHANNEL
; ****************************************

                ORG     0800H
       XY4:     ANL     04H,#18H
                CJNE    R4,#08H,H1
                MOV     0BH,#00H
                LJMP    H2
        H1:     CJNE    R4,#10H,H3
                MOV     0BH,#10H
                LJMP    H2
        H3:     MOV     0BH,#20H
        H2:     MOV     DPTR,#PORT1
                MOVX    A,@DPTR
                ANL     A,#18H
                CJNE    A,04H,H4
                MOV     0CH,#0FEH
                LCALL   H5
                MOV     DPTR,#DISK2
                MOVX    A,@DPTR
                ANL     A,#0FH
                ORL     A,0BH
                MOVX    @DPTR,A
                MOV     DPTR,#0E044H
                MOVX    @DPTR,A
                MOV     A,#00H
                MOV     DPTR,#PORTE
                MOVX    @DPTR,A
        H4:     MOV     DPTR,#PORT2
                MOVX    A,@DPTR
                ANL     A,#18H
                CJNE    A,04H,H6
                MOV     0CH,#0FDH
                LCALL   H5
                MOV     DPTR,#DISK3
                MOVX    A,@DPTR
                SWAP    A
                ANL     A,#0FH
                ORL     A,0BH
                SWAP    A
                MOVX    @DPTR,A
                MOV     DPTR,#0E045H
                MOVX    @DPTR,A
                MOV     A,#00H
                MOV     DPTR,#PORT11
                MOVX    @DPTR,A
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
H6:     MOV     DPTR,#PORT3
        MOVX    A,@DPTR
        ANL     A,#18H
        CJNE    A,04H,H7
        MOV     0CH,#0FBH
        LCALL   H5
        MOV     DPTR,#DISK3
        MOVX     A,@DPTR
        ANL     A,#0FH
        ORL     A,0BH
        MOVX    @DPTR,A
        MOV     DPTR,#0E045H
        MOVX    @DPTR,A
        MOV     A,#00H
        MOV     DPTR,#PORT14
        MOVX    @DPTR,A
H7:     MOV     DPTR,#PORT4
        MOVX    A,@DPTR
        ANL     A,#18H
        CJNE    A,04H,H8
        MOV     0CH,#0F7H
        LCALL   H5
        MOV     DPTR,#DISK4
        MOVX    A,@DPTR
        SWAP    A
        ANL     A,#0FH
        ORL     A,0BH
        SWAP    A
        MOVX    @DPTR,A
        MOV     DPTR,#0E046H
        MOVX    @DPTR,A
        MOV     A,#00H
        MOV     DPTR,#PORT17
        MOVX    @DPTR,A
H8:     MOV     DPTR,#PORT5
        MOVX    A,@DPTR
        ANL     A,#18H
        CJNE    A,04H,H9
        MOV     0CH,#0EFH
        LCALL   H5
        MOV     DPTR,#DISK4
        MOVX    A,@DPTR
        ANL     A,#0FH
        ORL     A,0BH
        MOVX    @DPTR,A
        MOV     DPTR,#0E046H
        MOVX    @DPTR,A
        MOV     A,#00H
        MOV     DPTR,#PORT1A
        MOVX    @DPTR,A
H9:     MOV     DPTR,#PORT6
        MOVX    A,@DPTR
        ANL     A,#18H
        CJNE    A,04H,H10
        MOV     DPTR,#DISK2
        MOVX    A,@DPTR
        SWAP    A
        ANL     A,#0FH
        ORL     A,0BH
        SWAP    A
        MOVX    @DPTR,A
        MOV     DPTR,#0E044H
        MOVX    @DPTR,A
        MOV     A,#00H
        MOV     DPTR,#PORT1D
        MOVX    @DPTR,A
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
H10:    RET
 H5:    MOV     DPTR,#DISK1
        MOVX    A,@DPTR
        ANL     A,0CH
        MOVX    @DPTR,A
        MOV     DPTR,#0E041H
        MOVX    @DPTR,A
        RET

; ****************************************
          TELEPHONE CHANNEL 1
; ****************************************

        ORG     0900H
TEL1:   MOV     DPTR,#PORT1
        MOVX    A,@DPTR
        CJNE    A,#00H,I1
        LCALL   XY3
        CJNE    A,#01H,I2
        MOV     R4,#60H
        LCALL   I12
        MOV     A,#01H
        MOV     DPTR,#PORT1
        MOVX    @DPTR,A
 I8:    LCALL   XY5
        CJNE    A,#01H,I3
        LCALL   I25
        MOV     DPTR,#PORT1
        LCALL   SET1
        CJNE    A,#40H,I4
        LJMP    BUSY1
 I2:    CJNE    A,#02H,I26
        MOV     R4,#70H
        LCALL   I12
        MOV     A,#02H
        MOV     DPTR,#PORT1
        MOVX    @DPTR,A
 I7:    LCALL   XY6
        CJNE    A,#01H,I3
        LCALL   I25
        MOV     DPTR,#PORT1
        LCALL   SET2
        CJNE    A,#40H,I4
I26:    LJMP    BUSY1
 I1:    MOV     R4,A
        ANL     A,#80H
        CJNE    A,#80H,I6
        LCALL   XY4
        MOV     A,R4
        LJMP    I19
 I6:    MOV     A,R4
        ANL     A,#03H
        CJNE    A,#00H,I24
        LJMP    I27
 I3:    RET
I24:    MOV     DPTR,#PORT8
        MOVX    A,@DPTR
        INC     A
        MOVX    @DPTR,A
        CJNE    A,#0A0H,I23
        LCALL   I25
        LJMP    BUSY1
I23:    MOV     A,R4
        ANL     A,#03H
        CJNE    A,#01H,I14
        LJMP    I8
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
I14:    CJNE    A,#02H,I3
        LJMP    I7
 I4:    CJNE    A,#88H,I9
        LCALL   STA1
        MOV     A,#08H
        LJMP    I19
 I9:    CJNE    A,#90H,I10
        LCALL   STA1
        MOV     A,#10H
        LJMP    I19
I10:    CJNE    A,#98H,I11
        LCALL   STA1
        MOV     A,#18H
        LJMP    I19
I11:    CJNE    A,#0F1H,I15
        MOV     R4,#00H
        LCALL   I12
        MOV     R4,#00H
        LCALL   I21
        MOV     A,#08H
        LJMP    I18
I15:    CJNE    A,#0F2H,I16
        MOV     R4,#10H
        LCALL   I12
        MOV     R4,#01H
        LCALL   I21
        MOV     A,#10H
        LJMP    I18
I16:    CJNE    A,#0F3H,I17
        MOV     R4,#20H
        LCALL   I12
        MOV     R4,#02H
        LCALL   I21
        MOV     A,#18H
I18:    MOV     DPTR,#PORT6
        MOVX    @DPTR,A
I19:    MOV     DPTR,#PORT1
        MOVX    @DPTR,A
I17:    RET
BUSY1:  LCALL   I20
        MOV     R4,#40H
        LCALL   I12
        MOV     A,#40H
        LJMP    I19
STA1:   MOV     A,#0FFH
        MOV     DPTR,#PORTE
        MOVX    @DPTR,A
        LCALL   I20
        MOV     R4,#50H
I12:    MOV     DPTR,#DISK2
        MOVX    A,@DPTR
        ANL     A,#0FH
        ORL     A,R4
        MOVX    @DPTR,A
        MOV     DPTR,#0E044H
        MOVX    @DPTR,A
        RET
I20:    MOV     DPTR,#PORT1
        MOVX    A,@DPTR
        ANL     A,#03H
        MOV     R4,A
        LCALL   XY1
        RET
I21:    MOV     DPTR,#DISK2
        MOVX    A,@DPTR
        ANL     A,#0F0H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                ORL     A,R4
                MOVX    @DPTR,A
                MOV     DPTR,#0E044H
                MOVX    @DPTR,A
                LCALL   I20
                MOV     A,#01H
                MOV     DPTR,#PORT1D
                MOVX    @DPTR,A
                RET
I25:            MOV     A,#00H
                MOV     DPTR,#PORT8
                MOVX    @DPTR,A
                RET
I27:            MOV     DPTR,#PORTE
                MOVX    A,@DPTR
                CJNE    A,#0FFH,I28
                MOV     DPTR,#PORTF
                MOVX    A,@DPTR
                INC     A
                MOVX    @DPTR,A
                CJNE    A,#0A0H,I28
                MOV     A,#00H
                MOV     DPTR,#PORTF
                MOVX    @DPTR,A
                MOV     DPTR,#PORT10
                MOVX    A,@DPTR
                INC     A
                MOVX    @DPTR,A
                CJNE    A,#0AH,I28
                MOV     DPTR,#PORT1
                MOVX     A,@DPTR
                MOV     0BH,A
                LCALL   A29
                LCALL   BUSY1
                MOV     R4,0BH
                LCALL   XY2
I28:            RET
;*************************************
          TELEPHONE CHANNEL 2
;*************************************

                ORG     0B00H
TEL2:           MOV     DPTR,#PORT2
                MOVX    A,@DPTR
                CJNE    A,#00H,J1
                LCALL   XY3
                CJNE    A,#01H,J2
                MOV     R4,#06H
                LCALL   J12
                MOV     A,#01H
                MOV     DPTR,#PORT2
                MOVX    @DPTR,A
J8:             LCALL   XY5
                CJNE    A,#01H,J3
                LCALL   J25
                MOV     DPTR,#PORT2
                LCALL   SET1
                CJNE    A,#40H,J4
                LJMP    BUSY2
J2:             CJNE    A,#02H,J26
                MOV     R4,#07H
                LCALL   J12
                MOV     A,#02H
                MOV     DPTR,#PORT2
                MOVX    @DPTR,A
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
J7:     LCALL   XY6
        CJNE    A,#01H,J3
        LCALL   J25
        MOV     DPTR,#PORT2
        LCALL   SET2
        CJNE    A,#40H,J4
J26:    LJMP    BUSY2
J1:     MOV     R4,A
        ANL     A,#80H
        CJNE    A,#80H,J6
        LCALL   XY4
        MOV     A,R4
        LJMP    J19
J6:     MOV     A,R4
        ANL     A,#03H
        CJNE    A,#00H,J24
        LJMP    J27
J3:     RET
J24:    MOV     DPTR,#PORT9
        MOVX    A,@DPTR
        INC     A
        MOVX    @DPTR,A
        CJNE    A,#0A0H,J23
        LCALL   J25
        LJMP    BUSY2
J23:    MOV     A,R4
        ANL     A,#03H
        CJNE    A,#01H,J14
        LJMP    J8
J14:    CJNE    A,#02H,J3
        LJMP    J7
J4:     CJNE    A,#88H,J9
        LCALL   STA2
        MOV     A,#08H
        LJMP    J19
J9:     CJNE    A,#90H,J10
        LCALL   STA2
        MOV     A,#10H
        LJMP    J19
J10:    CJNE    A,#98H,J11
        LCALL   STA2
        MOV     A,#18H
        LJMP    J19
J11:    CJNE    A,#0F1H,J15
        MOV     R4,#00H
        LCALL   J12
        MOV     R4,#00H
        LCALL   J21
        MOV     A,#08H
        LJMP    J18
J15:    CJNE    A,#0F2H,J16
        MOV     R4,#01H
        LCALL   J12
        MOV     R4,#01H
        LCALL   J21
        MOV     A,#10H
        LJMP    J18
J16:    CJNE    A,#0F3H,J17
        MOV     R4,#02H
        LCALL   J12
        MOV     R4,#02H
        LCALL   J21
        MOV     A,#18H
J18:    MOV     DPTR,#PORT6
        MOVX    @DPTR,A
J19:    MOV     DPTR,#PORT2
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        MOVX    @DPTR,A
J17:    RET
BUSY2:  LCALL   J20
        MOV     R4,#04H
        LCALL   J12
        MOV     A,#40H
        LJMP    J19
STA2:   MOV     A,#0FFH
        MOV     DPTR,#PORT11
        MOVX    @DPTR,A
        LCALL   J20
        MOV     R4,#05H
J12:    MOV     DPTR,#DISK3
        MOVX    A,@DPTR
        ANL     A,#0F0H
        ORL     A,R4
        MOVX    @DPTR,A
        MOV     DPTR,#0E045H
        MOVX    @DPTR,A
        RET
J20:    MOV     DPTR,#PORT2
        MOVX    A,@DPTR
        ANL     A,#03H
        MOV     R4,A
        LCALL   XY1
        RET
J21:    MOV     DPTR,#DISK2
        MOVX    A,@DPTR
        ANL     A,#0F0H
        ORL     A,R4
        MOVX    @DPTR,A
        MOV     DPTR,#0E044H
        MOVX    @DPTR,A
        LCALL   J20
        MOV     A,#01H
        MOV     DPTR,#PORT1D
        MOVX    @DPTR,A
        RET
J25:    MOV     A,#00H
        MOV     DPTR,#PORT9
        MOVX    @DPTR,A
        RET
J27:    MOV     DPTR,#PORT11
        MOVX    A,@DPTR
        CJNE    A,#0FFH,J28
        MOV     DPTR,#PORT12
        MOVX    A,@DPTR
        INC     A
        MOVX    @DPTR,A
        CJNE    A,#0A0H,J28
        MOV     A,#00H
        MOV     DPTR,#PORT12
        MOVX    @DPTR,A
        MOV     DPTR,#PORT13
        MOVX    A,@DPTR
        INC     A
        MOVX    @DPTR,A
        CJNE    A,#0AH,J28
        MOV     DPTR,#PORT2
        MOVX     A,@DPTR
        MOV     0BH,A
        LCALL   A29
        LCALL   BUSY2
        MOV     R4,0BH
        LCALL   XY2
J28:    RET
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
; ****************************************
            TELEPHONE CHANNEL 3
; ****************************************

              ORG     0D00H
    TEL3:     MOV     DPTR,#PORT3
              MOVX    A,@DPTR
              CJNE    A,#00H,K1
              LCALL   XY3
              CJNE    A,#01H,K2
              MOV     R4,#60H
              LCALL   K12
              MOV     A,#01H
              MOV     DPTR,#PORT3
              MOVX    @DPTR,A
     K8:      LCALL   XY5
              CJNE    A,#01H,K3
              LCALL   K25
              MOV     DPTR,#PORT3
              LCALL   SET1
              CJNE    A,#40H,K4
              LJMP    BUSY3
     K2:      CJNE    A,#02H,K26
              MOV     R4,#70H
              LCALL   K12
              MOV     A,#02H
              MOV     DPTR,#PORT3
              MOVX    @DPTR,A
     K7:      LCALL   XY6
              CJNE    A,#01H,K3
              LCALL   K25
              MOV     DPTR,#PORT3
              LCALL   SET2
              CJNE    A,#40H,K4
    K26:      LJMP    BUSY3
     K1:      MOV     R4,A
              ANL     A,#80H
              CJNE    A,#80H,K6
              LCALL   XY4
              MOV     A,R4
              LJMP    K19
     K6:      MOV     A,R4
              ANL     A,#03H
              CJNE    A,#00H,K24
              LJMP    K27
     K3:      RET
    K24:      MOV     DPTR,#PORTA
              MOVX    A,@DPTR
              INC     A
              MOVX    @DPTR,A
              CJNE    A,#0A0H,K23
              LCALL   K25
              LJMP    BUSY3
    K23:      MOV     A,R4
              ANL     A,#03H
              CJNE    A,#01H,K14
              LJMP    K8
    K14:      CJNE    A,#02H,K3
              LJMP    K7
     K4:      CJNE    A,#88H,K9
              LCALL   STA3
              MOV     A,#08H
              LJMP    K19
     K9:      CJNE    A,#90H,K10
              LCALL   STA3
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        MOV     A,#10H
        LJMP    K19
K10:    CJNE    A,#98H,K11
        LCALL   STA3
        MOV     A,#18H
        LJMP    K19
K11:    CJNE    A,#0F1H,K15
        MOV     R4,#00H
        LCALL   K12
        MOV     R4,#00H
        LCALL   K21
        MOV     A,#08H
        LJMP    K18
K15:    CJNE    A,#0F2H,K16
        MOV     R4,#10H
        LCALL   K12
        MOV     R4,#01H
        LCALL   K21
        MOV     A,#10H
        LJMP    K18
K16:    CJNE    A,#0F3H,K17
        MOV     R4,#20H
        LCALL   K12
        MOV     R4,#02H
        LCALL   K21
        MOV     A,#18H
K18:    MOV     DPTR,#PORT6
        MOVX    @DPTR,A
K19:    MOV     DPTR,#PORT3
        MOVX    @DPTR,A
K17:    RET
BUSY3:  LCALL   K20
        MOV     R4,#40H
        LCALL   K12
        MOV     A,#40H
        LJMP    K19
STA3:   MOV     A,#0FFH
        MOV     DPTR,#PORT14
        MOVX    @DPTR,A
        LCALL   K20
        MOV     R4,#50H
K12:    MOV     DPTR,#DISK3
        MOVX    A,@DPTR
        ANL     A,#0FH
        ORL     A,R4
        MOVX    @DPTR,A
        MOV     DPTR,#0E045H
        MOVX    @DPTR,A
        RET
K20:    MOV     DPTR,#PORT3
        MOVX    A,@DPTR
        ANL     A,#03H
        MOV     R4,A
        LCALL   XY1
        RET
K21:    MOV     DPTR,#DISK2
        MOVX    A,@DPTR
        ANL     A,#0F0H
        ORL     A,R4
        MOVX    @DPTR,A
        MOV     DPTR,#0E044H
        MOVX    @DPTR,A
        LCALL   K20
        MOV     A,#01H
        MOV     DPTR,#PORT1D
        MOVX    @DPTR,A
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        RET
K25:    MOV     A,#00H
        MOV     DPTR,#PORTA
        MOVX    @DPTR,A
        RET
K27:    MOV     DPTR,#PORT14
        MOVX    A,@DPTR
        CJNE    A,#0FFH,K28
        MOV     DPTR,#PORT15
        MOVX    A,@DPTR
        INC     A
        MOVX    @DPTR,A
        CJNE    A,#0A0H,K28
        MOV     A,#00H
        MOV     DPTR,#PORT15
        MOVX    @DPTR,A
        MOV     DPTR,#PORT16
        MOVX    A,@DPTR
        INC     A
        MOVX    @DPTR,A
        CJNE    A,#0AH,K28
        MOV     DPTR,#PORT3
        MOVX     A,@DPTR
        MOV     0BH,A
        LCALL   A29
        LCALL   BUSY3
        MOV     R4,0BH
        LCALL   XY2
K28:    RET

; ************************************
;          TELEPHONE CHANNEL 4
; ************************************

        ORG     0F00H
TEL4:   MOV     DPTR,#PORT4
        MOVX    A,@DPTR
        CJNE    A,#00H,L1
        LCALL   XY3
        CJNE    A,#01H,L2
        MOV     R4,#06H
        LCALL   L12
        MOV     A,#01H
        MOV     DPTR,#PORT4
        MOVX    @DPTR,A
L8:     LCALL   XY5
        CJNE    A,#01H,L3
        LCALL   L25
        MOV     DPTR,#PORT4
        LCALL   SET1
        CJNE    A,#40H,L4
        LJMP    BUSY4
L2:     CJNE    A,#02H,L26
        MOV     R4,#07H
        LCALL   L12
        MOV     A,#02H
        MOV     DPTR,#PORT4
        MOVX    @DPTR,A
L7:     LCALL   XY6
        CJNE    A,#01H,L3
        LCALL   L25
        MOV     DPTR,#PORT4
        LCALL   SET2
        CJNE    A,#40H,L4
L26:    LJMP    BUSY4
L1:     MOV     R4,A
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        ANL     A,#80H
        CJNE    A,#80H,L6
        LCALL   XY4
        MOV     A,R4
        LJMP    L19
L6:     MOV     A,R4
        ANL     A,#03H
        CJNE    A,#00H,L24
        LJMP    L27
L3:     RET
L24:    MOV     DPTR,#PORTB
        MOVX    A,@DPTR
        INC     A
        MOVX    @DPTR,A
        CJNE    A,#0A0H,L23
        LCALL   L25
        LJMP    BUSY4
L23:    MOV     A,R4
        ANL     A,#03H
        CJNE    A,#01H,L14
        LJMP    L8
L14:    CJNE    A,#02H,L3
        LJMP    L7
L4:     CJNE    A,#88H,L9
        LCALL   STA4
        MOV     A,#08H
        LJMP    L19
L9:     CJNE    A,#90H,L10
        LCALL   STA4
        MOV     A,#10H
        LJMP    L19
L10:    CJNE    A,#98H,L11
        LCALL   STA4
        MOV     A,#18H
        LJMP    L19
L11:    CJNE    A,#0F1H,L15
        MOV     R4,#00H
        LCALL   L12
        LCALL   L21
        MOV     A,#08H
        LJMP    L18
L15:    CJNE    A,#0F2H,L16
        MOV     R4,#01H
        LCALL   L12
        LCALL   L21
        MOV     A,#10H
        LJMP    L18
L16:    CJNE    A,#0F3H,L17
        MOV     R4,#02H
        LCALL   L12
        LCALL   L21
        MOV     A,#18H
L18:    MOV     DPTR,#PORT6
        MOVX    @DPTR,A
L19:    MOV     DPTR,#PORT4
        MOVX    @DPTR,A
L17:    RET
BUSY4:  LCALL   L20
        MOV     R4,#04H
        LCALL   L12
        MOV     A,#40H
        LJMP    L19
STA4:   MOV     A,#0FFH
        MOV     DPTR,#PORT17
        MOVX    @DPTR,A
        LCALL   L20
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                MOV     R4,#05H
L12:            MOV     DPTR,#DISK4
                MOVX    A,@DPTR
                ANL     A,#0F0H
                ORL     A,R4
                MOVX    @DPTR,A
                MOV     DPTR,#0E046H
                MOVX    @DPTR,A
                RET
L20:            MOV     DPTR,#PORT4
                MOVX    A,@DPTR
                ANL     A,#03H
                MOV     R4,A
                LCALL   XY1
                RET
L21:            MOV     DPTR,#DISK2
                MOVX    A,@DPTR
                ANL     A,#0F0H
                ORL     A,R4
                MOVX    @DPTR,A
                MOV     DPTR,#0E044H
                MOVX    @DPTR,A
                LCALL   L20
                MOV     A,#01H
                MOV     DPTR,#PORT1D
                MOVX    @DPTR,A
                RET
L25:            MOV     A,#00H
                MOV     DPTR,#PORTB
                MOVX    @DPTR,A
                RET
L27:            MOV     DPTR,#PORT17
                MOVX    A,@DPTR
                CJNE    A,#0FFH,L28
                MOV     DPTR,#PORT18
                MOVX    A,@DPTR
                INC     A
                MOVX    @DPTR,A
                CJNE    A,#0A0H,L28
                MOV     A,#00H
                MOV     DPTR,#PORT18
                MOVX    @DPTR,A
                MOV     DPTR,#PORT19
                MOVX    A,@DPTR
                INC     A
                MOVX    @DPTR,A
                CJNE    A,#0AH,L28
                MOV     DPTR,#PORT4
                MOVX     A,@DPTR
                MOV     0BH,A
                LCALL   A29
                LCALL   BUSY4
                MOV     R4,0BH
                LCALL   XY2
L28:            RET

; ***************************************
            TELEPHONE CHANNEL 5
; ***************************************

                ORG     1100H
TEL5:           MOV     DPTR,#PORT5
                MOVX    A,@DPTR
                CJNE    A,#00H,M1
                LCALL   XY3
                CJNE    A,#01H,M2
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        MOV     R4,#60H
        LCALL   M12
        MOV     A,#01H
        MOV     DPTR,#PORT5
        MOVX    @DPTR,A
M8:     LCALL   XY5
        CJNE    A,#01H,M3
        LCALL   M25
        MOV     DPTR,#PORT5
        LCALL   SET1
        CJNE    A,#40H,M4
        LJMP    BUSY5
M2:     CJNE    A,#02H,M26
        MOV     R4,#70H
        LCALL   M12
        MOV     A,#02H
        MOV     DPTR,#PORT5
        MOVX    @DPTR,A
M7:     LCALL   XY6
        CJNE    A,#01H,M3
        LCALL   M25
        MOV     DPTR,#PORT5
        LCALL   SET2
        CJNE    A,#40H,M4
M26:    LJMP    BUSY5
M1:     MOV     R4,A
        ANL     A,#80H
        CJNE    A,#80H,M6
        LCALL   XY4
        MOV     A,R4
        LJMP    M19
M6:     MOV     A,R4
        ANL     A,#03H
        CJNE    A,#00H,M24
        LJMP    M27
M3:     RET
M24:    MOV     DPTR,#PORTC
        MOVX    A,@DPTR
        INC     A
        MOVX    @DPTR,A
        CJNE    A,#0A0H,M23
        LCALL   M25
        LJMP    BUSY5
M23:    MOV     A,R4
        ANL     A,#03H
        CJNE    A,#01H,M14
        LJMP    M8
M14:    CJNE    A,#02H,M3
        LJMP    M7
M4:     CJNE    A,#88H,M9
        LCALL   STA5
        MOV     A,#08H
        LJMP    M19
M9:     CJNE    A,#90H,M10
        LCALL   STA5
        MOV     A,#10H
        LJMP    M19
M10:    CJNE    A,#98H,M11
        LCALL   STA5
        MOV     A,#18H
        LJMP    M19
M11:    CJNE    A,#0F1H,M15
        MOV     R4,#00H
        LCALL   M12
        MOV     R4,#00H
        LCALL   M21
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        MOV     A,#08H
        LJMP    M18
M15:    CJNE    A,#0F2H,M16
        MOV     R4,#10H
        LCALL   M12
        MOV     R4,#01H
        LCALL   M21
        MOV     A,#10H
        LJMP    M18
M16:    CJNE    A,#0F3H,M17
        MOV     R4,#20H
        LCALL   M12
        MOV     R4,#02H
        LCALL   M21
        MOV     A,#18H
M18:    MOV     DPTR,#PORT6
        MOVX    @DPTR,A
M19:    MOV     DPTR,#PORT5
        MOVX    @DPTR,A
M17:    RET
BUSY5:  LCALL   M20
        MOV     R4,#40H
        LCALL   M12
        MOV     A,#40H
        LJMP    M19
STA5:   MOV     A,#0FFH
        MOV     DPTR,#PORT1A
        MOVX    @DPTR,A
        LCALL   M20
        MOV     R4,#50H
M12:    MOV     DPTR,#DISK4
        MOVX    A,@DPTR
        ANL     A,#0FH
        ORL     A,R4
        MOVX    @DPTR,A
        MOV     DPTR,#0E046H
        MOVX    @DPTR,A
        RET
M20:    MOV     DPTR,#PORT5
        MOVX    A,@DPTR
        ANL     A,#03H
        MOV     R4,A
        LCALL   XY1
        RET
M21:    MOV     DPTR,#DISK2
        MOVX    A,@DPTR
        ANL     A,#0F0H
        ORL     A,R4
        MOVX    @DPTR,A
        MOV     DPTR,#0E044H
        MOVX    @DPTR,A
        LCALL   M20
        MOV     A,#01H
        MOV     DPTR,#PORT1D
        MOVX    @DPTR,A
        RET
M25:    MOV     A,#00H
        MOV     DPTR,#PORTC
        MOVX    @DPTR,A
        RET
M27:    MOV     DPTR,#PORT1A
        MOVX    A,@DPTR
        CJNE    A,#0FFH,M28
        MOV     DPTR,#PORT1B
        MOVX    A,@DPTR
        INC     A
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                MOVX    @DPTR,A
                CJNE    A,#0A0H,M28
                MOV     A,#00H
                MOV     DPTR,#PORT1B
                MOVX    @DPTR,A
                MOV     DPTR,#PORT1C
                MOVX    A,@DPTR
                INC     A
                MOVX    @DPTR,A
                CJNE    A,#0AH,M28
                MOV     DPTR,#PORT5
                MOVX     A,@DPTR
                MOV     0BH,A
                LCALL   A29
                LCALL   BUSY5
                MOV     R4,0BH
                LCALL   XY2
        M28:    RET

; ****************************************
            DETECT RINGING SIGNAL
; ****************************************

                ORG     1300H
        TEL6:   MOV     DPTR,#PORT1D
                MOVX    A,@DPTR
                CJNE    A,#01H,N30
                LJMP    N3
        N30:    MOV     DPTR,#PORT6
                MOVX    A,@DPTR
                MOV     R4,A
                CJNE    A,#00H,N1
                MOV     A,#0FFH
                MOV     DPTR,#PORT1D
                MOVX    @DPTR,A
                MOV     A,#0FEH
                MOV     DPTR,#0E049H
                MOVX    @DPTR,A
                LCALL   XY3
                CJNE    A,#01H,N2
                MOV     DPTR,#DISK1
                MOVX    A,@DPTR
                ANL     A,#0BFH
                MOVX    @DPTR,A
                MOV     DPTR,#0E041H
                MOVX    @DPTR,A
                MOV     R4,#06H
                LCALL   N18
                MOV     A,#01H
                MOV     DPTR,#PORT6
                MOVX    @DPTR,A
        N8:     LCALL   XY5
                CJNE    A,#01H,N3
                LCALL   N25
                MOV     A,#01H
                MOV     DPTR,#0E049H
                MOVX    @DPTR,A
                MOV     DPTR,#PORT6
                LCALL   SET1
                CJNE    A,#40H,N4
                LJMP    N31
        N2:     CJNE    A,#02H,N26
                MOV     DPTR,#DISK1
                MOVX    A,@DPTR
                ANL     A,#7FH
                MOVX    @DPTR,A
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        MOV     DPTR,#0E041H
        MOVX    @DPTR,A
        MOV     R4,#07H
        LCALL   N18
        MOV     A,#02H
        MOV     DPTR,#PORT6
        MOVX    @DPTR,A
N7:     LCALL   XY6
        CJNE    A,#01H,N3
        LCALL   N25
        MOV     A,#01H
        MOV     DPTR,#0E049H
        MOVX    @DPTR,A
        MOV     DPTR,#PORT6
        LCALL   SET2
        CJNE    A,#40H,N4
N26:    LJMP    N31
N3:     RET
N1:     MOV     A,R4
        ANL     A,#04H
        CJNE    A,#04H,N22
        MOV     DPTR,#PORTD
        MOVX    A,@DPTR
        INC     A
        MOVX    @DPTR,A
        CJNE    A,#0A0H,N23
        LCALL   N25
        LCALL   N29
        LJMP    BUSY6
N22:    LCALL   N27
N23:    MOV     A,R4
        ANL     A,#03H
        CJNE    A,#01H,N14
        LJMP    N8
N14:    CJNE    A,#02H,N3
        LJMP    N7
N4:     CJNE    A,#88H,N9
        LCALL   STA6
        MOV     A,#08H
        LJMP    N15
N9:     CJNE    A,#90H,N10
        LCALL   STA6
        MOV     A,#10H
        LJMP    N15
N10:    CJNE    A,#98H,N11
        LCALL   STA6
        MOV     A,#18H
        LJMP    N15
N18:    MOV     DPTR,#DISK2
        MOVX    A,@DPTR
        ANL     A,#0F0H
        ORL     A,R4
        MOVX    @DPTR,A
        MOV     DPTR,#0E044H
        MOVX    @DPTR,A
N11:    RET
BUSY6:  LCALL   N20
        MOV     R4,#04H
        LCALL   N12
        MOV     A,#40H
N15:    MOV     DPTR,#PORT6
        MOVX    @DPTR,A
        RET
STA6:   MOV     A,#0FFH
        MOV     DPTR,#PORT1D
        MOVX    @DPTR,A
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        LCALL   N20
        MOV     R4,#05H
N12:    MOV     DPTR,#DISK2
        MOVX    A,@DPTR
        ANL     A,#0F0H
        ORL     A,R4
        MOVX    @DPTR,A
        MOV     DPTR,#0E044H
        MOVX    @DPTR,A
        RET
N20:    MOV     DPTR,#PORT6
        MOVX    A,@DPTR
        ANL     A,#03H
        MOV     R4,A
        LCALL   XY1
        RET
N25:    MOV     A,#00H
        MOV     DPTR,#PORTD
        MOVX    @DPTR,A
        MOV     DPTR,#PORT1D
        MOVX    @DPTR,A
        RET
N27:    MOV     DPTR,#PORT1D
        MOVX    A,@DPTR
        CJNE    A,#0FFH,N28
        MOV     DPTR,#PORT1E
        MOVX    A,@DPTR
        INC     A
        MOVX    @DPTR,A
        CJNE    A,#0A0H,N28
        MOV     A,#00H
        MOV     DPTR,#PORT1E
        MOVX    @DPTR,A
        MOV     DPTR,#PORT1F
        MOVX    A,@DPTR
        INC     A
        MOVX    @DPTR,A
        CJNE    A,#0AH,N28
        MOV     DPTR,#PORT6
        MOVX    A,@DPTR
        MOV     0BH,A
        LCALL   A29
        LCALL   BUSY6
        MOV     R4,0BH
        LCALL   XY2
N29:    MOV     A,#0FFH
        MOV     DPTR,#0E049H
        MOVX    @DPTR,A
        MOV     DPTR,#DISK1
        MOVX    A,@DPTR
        ANL     A,#0DFH
        MOV     DPTR,#0E041H
        MOVX    @DPTR,A
        LCALL   DELAY1
        ORL     A,#20H
        MOVX    @DPTR,A
        MOV     DPTR,#DISK1
        MOVX    @DPTR,A
        MOV     A,#00H
        MOV     DPTR,#PORT6
        MOVX    @DPTR,A
        MOV     DPTR,#PORT7
        MOVX    @DPTR,A
        MOV     DPTR,#PORTD
        MOVX    @DPTR,A
        MOV     DPTR,#PORT1D
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                MOVX    @DPTR,A
                MOV     DPTR,#PORT1E
                MOVX    @DPTR,A
                MOV     DPTR,#PORT1F
                MOVX    @DPTR,A
        N28:    RET
        N31:    MOV     DPTR,#PORT6
                MOVX    A,@DPTR
                MOV     R4,A
                LCALL   Q3
                RET

; ****************************************
          CHECK EXTERNAL TELEPHONE
; ****************************************

                ORG     1500H
        TEL7:   MOV     DPTR,#PORT1D
                MOVX    A,@DPTR
                CJNE    A,#0FFH,Q1
                MOV     DPTR,#PORT7
                MOVX    A,@DPTR
                INC     A
                MOVX    @DPTR,A
                CJNE    A,#20H,Q1
                MOV     DPTR,#PORT6
                MOVX    A,@DPTR
                MOV     R4,A
          Q3:   MOV     A,R7
                ORL     A,#20H
                MOV     R7,A
                LCALL   N29
                MOV     DPTR,#DISK2
                MOVX    A,@DPTR
                ANL     A,#0F0H
                ORL     A,#03H
                MOVX    @DPTR,A
                MOV     DPTR,#0E044H
                MOVX    @DPTR,A
                LCALL   XY1
                MOV     A,R4
                ANL     A,#18H
                CJNE    A,#00H,Q2
                LJMP    Q1
          Q2:   LCALL   A29
                LCALL   XY2
          Q1:   RET
                END
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้