สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

เครื่องชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติ

PRIVATE AUTOMATIC BRANCH EXCHANGE

T 046477

โดย

นายไชยยา ศุภจันทรา

นายณัฐพล ขันเจริญสุข

นางสาวศุทธนา พรหมสถาวงศ์

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2544

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 46477
วัน, เดือน, ปี - 2 เม.ย. 2546

.b.....
.i.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติ
PRIVATE AUTOMATIC BRANCH EXCHANGE

โดย

นายไชยยา ศุภจันทรา 41014116

นายณัฐพล ขันเจริญสุข 41014134

นางสาวศุทธนา พรหมสถาวงศ์ 41014429

อาจารย์ที่ปรึกษา

อ.สมเกียรติ์ ฤกษวรัญญู

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2544

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2544

ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง **เครื่องชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติ**

PRIVATE AUTOMATIC BRANCH EXCHANGE

ผู้จัดทำ

1. นายไชยยา ศุภจันทรา **41014116**
2. นายณัฐพล ขันเจริญสุข **41014134**
3. นางสาวศุทธนา พรหมสถาวงศ์ **41014429**

ลายเซ็นของอาจารย์ที่ปรึกษา

.....

(อ.สมเกียรติ์ ฤกษวรัญญู) อาจารย์ที่ปรึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติ

PRIVATE AUTOMATIC BRANCH EXCHANGE

โดย นายไชยยา ศุภจันทรา 41014116
นายณัฐพล ขันเจริญสุข 41014134
นางสาวศุทธนา พรหมสถาวงศ์ 41014429

อาจารย์ที่ปรึกษา อ.สมเกียรติ์ ฤกษวรัญญู

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์นี้นำเสนอโครงงานเครื่องชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติ โดยมีความสามารถในการเชื่อมต่อ 1 คู่สายโทรศัพท์ภายนอกและ 8 คู่สายโทรศัพท์ภายใน ทั้งนี้ผู้เรียกจากภายนอกสามารถร้องขอการเชื่อมต่อ โดยการกดหมายเลขแป้นโทรศัพท์ ซึ่งควบคุมการทำงานโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

Abstract

This thesis presents Private Automatic Branch Exchange. It can make the connection between external line and internal line telephone system. The calling can request the connection by pressing the keypad from external line. This project uses the MCS-51 for main controlling.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ	3
2.1 การสื่อสารโทรศัพท์	3
2.2 การติดต่อระหว่างเครื่องโทรศัพท์ของผู้เรียกและผู้ถูกเรียก	4
2.3 เครื่องโทรศัพท์แบ่งออกเป็น 2 ชนิด	6
2.4 สัญญาณโทรศัพท์	7
2.5 ชุมสายโทรศัพท์	8
2.6 ตู้ชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติ	9
2.7 การเข้ารหัสและถอดรหัสความถี่ของระบบโทรศัพท์ระบบสัญญาณโทนคู่	10
2.8 อุปกรณ์บันทึกเสียงตอบรับอัตโนมัติ	15
2.9 หลักการทำงานของชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติ	15
บทที่ 3 วงจรและการทำงานของวงจร	17
3.1 ภาคกำเนิดสัญญาณโทรศัพท์	17
3.2 ภาคถอดรหัสสัญญาณโทนความถี่คู่	21
3.3 ภาควงจรตรวจจับสัญญาณกระดิ่ง	23
3.4 ภาควงจรเชื่อมต่อคู่สายภายใน	24
3.5 เมทริกซ์สวิทช์และภาคควบคุม	25
3.6 ภาคตอบรับอัตโนมัติ	31
3.7 ภาคจับเวลา	31
3.8 ภาคแหล่งจ่ายไฟ	32
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง	34
4.1 ผลการทดลองของวงจรสร้างสัญญาณโทรศัพท์	34
4.2 ผลการทดลองวงจร DTMF	37
บทที่ 5 สรุปผลและวิจารณ์ผลการทดลอง	38
บรรณานุกรม	39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

หน้า

รูปที่ 1.1 แสดงการเชื่อมต่อ PABX กับชุมสายโทรศัพท์ท้องถิ่น 2

รูปที่ 2.1 แสดงบล็อกไดอะแกรมของเครื่องรับโทรศัพท์ 3

รูปที่ 2.2 แสดงการหมุนหมายเลข 3 6

รูปที่ 2.3 แสดงแป้นกดหมายเลขและค่าความถี่ในแนวนอนและแนวตั้งของหมายเลข 7

รูปที่ 2.4 แสดงโครงสร้างภายในของ MT8870 11

รูปที่ 2.5 แสดงความถี่ที่ได้จากภาคกรองความถี่ 12

รูปที่ 2.6 แสดงวงจรภาคขยายสัญญาณความแตกต่าง 14

รูปที่ 2.7 แสดงการต่อวงจรกำเนิดความถี่ 15

รูปที่ 3.1 แสดงวงจรกำเนิดสัญญาณให้หมุน 18

รูปที่ 3.2 แสดงวงจรกำเนิดสัญญาณไม่ว่าง 19

รูปที่ 3.3 แสดงวงจรกำเนิดสัญญาณเรียกกลับ 20

รูปที่ 3.4 แสดงวงจรกำเนิดสัญญาณกระดิ่ง 20

รูปที่ 3.5 แสดงวงจรถอดรหัสสัญญาณ DTMF 23

รูปที่ 3.6 แสดงวงจรตรวจจับสัญญาณกระดิ่ง 24

รูปที่ 3.7 แสดงวงจรเชื่อมต่อคู่สายภายใน 25

รูปที่ 3.8 แสดงโครงสร้างภายในของไอซ MT8816 25

รูปที่ 3.9 แสดงช่องสัญญาณการใช้งานไอซี MT8816 ตัวที่ 1 28

รูปที่ 3.10 แสดงช่องสัญญาณการใช้งานไอซี MT8816 ตัวที่ 2 29

รูปที่ 3.11 แสดงวงจรภาคควบคุม 30

รูปที่ 3.12 แสดงวงจรตอบรับอัตโนมัติ 31

รูปที่ 3.13 แสดงวงจรจับเวลา 31

รูปที่ 3.14 แสดงวงจรแหล่งจ่ายไฟ ±5 โวลท์ 32

รูปที่ 3.15 แสดงวงจรแหล่งจ่ายไฟ ±12 โวลท์ 32

รูปที่ 3.16 แสดงวงจรแหล่งจ่ายไฟ 15 โวลท์ 33

รูปที่ 3.17 แสดงวงจรแหล่งจ่ายไฟกระแสสลับ 100 โวลท์พีคทูพีค 33

รูปที่ 4.1 แสดงสัญญาณให้หมุน (Dial Tone) 34

รูปที่ 4.2 แสดงสัญญาณไม่ว่าง (Busy Tone) 35

รูปที่ 4.3 แสดงสัญญาณเรียกกลับ (Ring Back Tone) 36

รูปที่ 4.4 แสดงสัญญาณกระดิ่ง (Ringing Tone) 37

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 แสดงสัญญาณโทนคู่ 10

ตารางที่ 2.2 แสดงค่าที่ถอดรหัสได้จากความถี่ต่าง ๆ 13

ตารางที่ 3.1 แสดงค่า BCD ที่ได้จากการกดหมายเลขโทรศัพท์ 21

ตารางที่ 3.2 แสดงการ Decode Address ของ ไอซี MT8816 27

ตารางที่ 4.1 แสดงผลการทดลองวงจร DTMF 38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

ในช่วงทศวรรษที่ผ่านมา เทคโนโลยีการสื่อสารโทรคมนาคมได้เติบโตอย่างรวดเร็ว เพื่อตอบสนองความต้องการอันไร้ขีดจำกัดของมนุษย์ในยุคข่าวสารข้อมูล (information age) การพัฒนาเทคโนโลยีทางโทรคมนาคมได้ผลักดันให้เกิดระบบและเครือข่ายการสื่อสารรูปแบบใหม่ ๆ ขึ้นอย่างมากมาย เป็นผลให้การสื่อสารที่ได้มีบทบาทสำคัญต่อเศรษฐกิจและสังคมมนุษย์ ในปัจจุบันซึ่งการพัฒนารูปแบบใหม่ ๆ นั้นก็เพื่อรองรับการแสวงหาข่าวสารข้อมูลของมนุษย์ให้รวดเร็วทันใจและมีประสิทธิภาพที่สุดด้วยคุณภาพที่ดีขึ้นและค่าใช้จ่ายต่ำลงกว่าเดิม

ในการพิจารณาถึงการสื่อสารแบบโครงข่ายเป็นที่ทราบกันดีว่า การติดต่อโดยใช้โทรศัพท์ก็เป็นการสื่อสารแบบโครงข่ายชนิดหนึ่ง ที่มีการใช้งานอย่างกว้างขวางและสำคัญยิ่งต่อเศรษฐกิจ

โดยหลักการของโครงข่ายโทรศัพท์ จะเป็นการเชื่อมต่อเครื่องโทรศัพท์ในที่ต่างๆ ที่ผ่านทางคู่สายโทรศัพท์ ชุมสายโทรศัพท์ และระบบสื่อสัญญาณ ซึ่งประกอบกันขึ้นเป็นโครงข่ายโทรศัพท์พื้นฐาน

จะมีชุมสายโทรศัพท์ (Telephone Exchange) เป็นตัวกำหนดเส้นทางในการสื่อสาร การติดต่อสื่อสารระหว่างเครื่องโทรศัพท์ต้นทางกับเครื่องโทรศัพท์ปลายทาง กล่าวคือข้อมูลที่รับมาจากเครื่องโทรศัพท์ต้นทางคือเลขหมายของเครื่องโทรศัพท์ปลายทาง ประกอบกับข้อมูลที่มีอยู่ในชุมสายในการตัดสินใจ โดยส่วนควบคุมและประมวลผลภายในชุมสายจะเลือกเส้นทางที่เหมาะสม เพื่อเชื่อมต่อโทรศัพท์ต้นทางกับปลายทางเข้าด้วยกัน

เมื่อโทรศัพท์กลายเป็นความต้องการเพื่อสนองต่อความสะดวกสบายและการติดต่อทางเศรษฐกิจ ดังนั้นค่าใช้จ่ายที่ให้ได้มาซึ่งความต้องการดังกล่าวก็มากตามไปด้วย องค์กรและสำนักงานต่างๆ จึงต้องการสิ่งที่จะเข้ามาช่วยลดภาระนี้ จึงเกิดตู้ชุมสายโทรศัพท์สาขาขึ้น หรือที่เรียกกันว่า “ PABX “

PABX เป็นคำย่อของ Private Automatic Branch Exchange หรือ ตู้ชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติ เป็น อุปกรณ์โทรศัพท์ที่นิยมนำมาใช้กันมากใน การสื่อสารภายในสำนักงานหรือหน่วยงานต่าง ๆ ที่มีพนักงานที่ต้องปฏิบัติหน้าที่ร่วมกันเป็นจำนวนมาก รวมทั้งมีเขตพื้นที่ที่ต้องปฏิบัติงานร่วมกันเป็นอาณาบริเวณกว้างขวางไม่สะดวกที่จะติดต่อสื่อสารกันโดยตรง ตู้สาขาอัตโนมัติจะทำการติดต่อภายในโดยไม่ผ่านชุมสายท้องถิ่น และติดต่อภายนอกโดยผ่านชุมสายท้องถิ่น

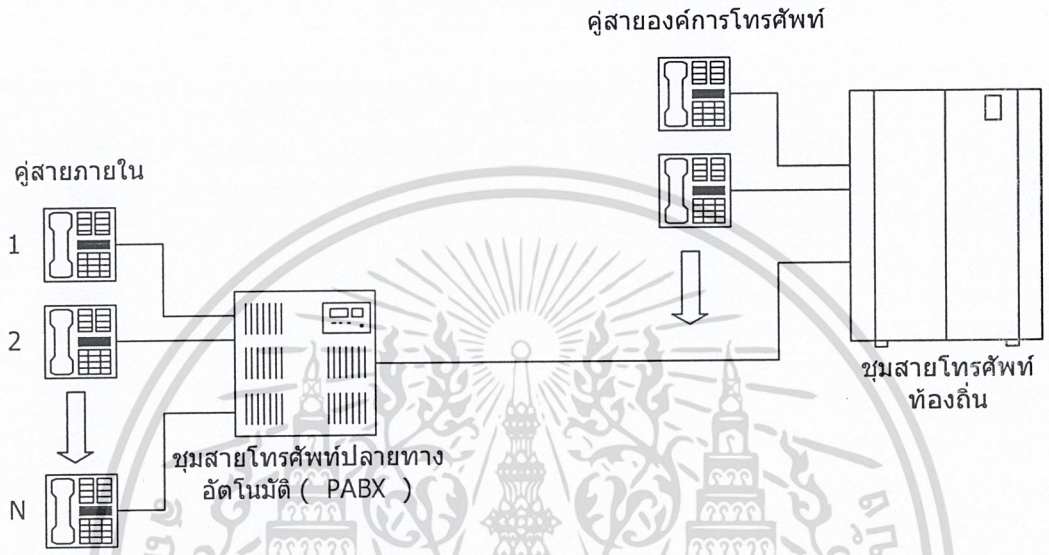
PABX มีส่วนประกอบหลักอยู่ 5 ส่วน คือ

1. ส่วนเชื่อมต่อกับสายและหมายเลขของโทรศัพท์ท้องถิ่น (Exchange Line)
2. ส่วนเชื่อมต่อกับเครื่องโทรศัพท์ภายใน บางทีเรียกว่าเครื่องโทรศัพท์สาขา (Extension Line)
3. ส่วนเชื่อมต่อระหว่างเครื่องโทรศัพท์ภายในด้วยกันและระหว่างเครื่องโทรศัพท์สาขากับโทรศัพท์ท้องถิ่น (Internal Link)
4. แผงสวิตช์ควบคุมการติดต่อของพนักงานตู้สาขา (Operator Console)
5. ส่วนควบคุมการทำงานของตู้สาขาให้เป็นไปโดยอัตโนมัติ (Central Processing Unit)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการติดต่อสื่อสารจากภายนอกเข้าไปยังเครื่องโทรศัพท์ภายใน โดยปกติจะต้องต่อผ่านพนักงานตู้สาขา โดยแจ้งหมายเลขภายในให้ทราบและพนักงานตู้สาขาจะโอนสายไปให้ตามความต้องการ แต่ในโครงงานนี้จะใช้ระบบตอบรับอัตโนมัติแทนการใช้พนักงานตู้สาขา เพื่อความสะดวกและความประหยัด

วิธีการเรียกจากผู้ใช้โทรศัพท์ภายในออกไปยังภายนอก ผู้ใช้สามารถดำเนินการด้วยตนเองโดยอัตโนมัติ โดยการกดเลขหมายที่กำหนดไว้เช่า กด “9” เป็นต้น



รูปที่ 1.1 แสดงการเชื่อมต่อ PABX กับชุมสายโทรศัพท์ท้องถิ่น

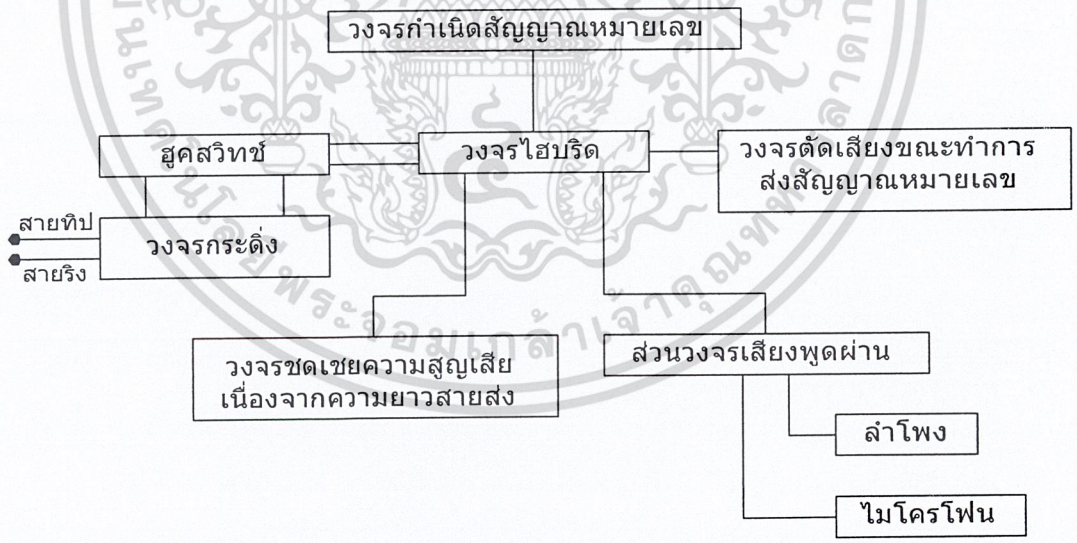
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการ

2.1 การสื่อสารโทรศัพท์

เครื่องรับโทรศัพท์ จะติดต่อกับชุมสายโทรศัพท์ ด้วยสายสัญญาณ 2 สาย คือ สายทิป (Tip) และสายริง (Ring) ปกติเมื่อไม่มีการใช้โทรศัพท์ วงจรของเครื่องรับโทรศัพท์จะถูกตัดออกจากคู่ของสายโทรศัพท์ คงเหลือแต่เพียงวงจรกำเนิดเสียงเรียก (Ringing) หรือวงจรกระดิ่งต่ออยู่กับชุมสายโทรศัพท์เท่านั้นเพื่อส่งสัญญาณเรียกเมื่อมีการติดต่อจากผู้อื่นเข้ามา ทำให้ในขณะที่โทรศัพท์ไม่ถูกใช้งานจะไม่มีกระแสไหลผ่านเครื่องรับโทรศัพท์ แต่เมื่อทำการยกหูโทรศัพท์ ก็จะมีการเชื่อมต่อเครื่องรับโทรศัพท์เข้ากับชุมสายโทรศัพท์ เกิดการไหลกระแสในวงจรที่กำเนิดมาจากแบตเตอรี่ในชุมสายโทรศัพท์ และเมื่อชุมสายโทรศัพท์ทราบคู่สายที่ถูกเรียกแล้วจะติดต่อ โดยจะทำการส่งสัญญาณกระดิ่ง ซึ่งเป็นสัญญาณกระแสสลับ (AC) ออกไปยังเครื่องรับโทรศัพท์ของผู้ถูกเรียก เพื่อทำการสั่นกระดิ่งให้ดังขึ้น เมื่อผู้ถูกเรียกยกหูโทรศัพท์รับสายจะเกิดกระแสตรง (DC) ไหล เมื่อชุมสายตรวจพบก็จะหยุดส่งสัญญาณกระดิ่ง ก็จะสามารถทำการสนทนาได้

ภายในเครื่องโทรศัพท์มีส่วนวงจรที่สำคัญ ประกอบด้วยวงจรกำเนิดสัญญาณหมายเลข วงจรกระดิ่ง วงจรตัดเสียง วงจรไฮบริด วงจรปากพูดและหูฟัง ดังแสดงในรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 แสดงบล็อกไดอะแกรมของเครื่องรับโทรศัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.1 วงจรกำเนิดสัญญาณหมายเลข

จะทำหน้าที่ในการสร้างสัญญาณหมายเลขโทรศัพท์ ซึ่งอาจจะเป็นสัญญาณพัลส์ หรือ สัญญาณความถี่คู่ผสม (Dual Tone Multi Frequency : DTMF) ก็แล้วแต่โทรศัพท์ที่ใช้งาน

2.1.2 วงจรกระดิ่ง (Ringing)

ชุมสายโทรศัพท์จะส่งสัญญาณเรียกเข้ามาเป็นกระแสสลับประมาณ 100-120 โวลต์ ความถี่ 25 เฮิรตซ์ มายังวงจรกระดิ่ง เพื่อแจ้งให้เจ้าของเครื่องทราบว่ามีการเรียกเข้ามา

2.1.3 วงจรตัดเสียง

จะทำการตัดเสียงต่างๆมิให้เข้าไปในชุมสายเพื่อป้องกันการผิดพลาด ถ้าหากบังเอิญมีสัญญาณเสียงที่มีความถี่ใกล้เคียงกับสัญญาณความถี่หมายเลขที่จะทำให้การส่งสัญญาณหมายเลขเกิดความผิดพลาดได้

2.1.4 วงจรไฮบริด(Hybrid)

เป็นตัวที่ทำหน้าที่แปลงวงจร 2 สาย 2 ทิศทาง เป็น 4 สาย 2 ทิศทาง ใน 4 สาย แต่ละคู่ใช้เพื่อส่งสัญญาณแต่ละทิศทาง

2.1.5 วงจรปากพูดและหูฟัง

ส่วนนี้จะทำหน้าที่เหมือนวงจรเครื่องรับ-ส่ง ที่ใช้ในการติดต่อกันระหว่างเครื่องโทรศัพท์ของผู้เรียกและผู้ถูกเรียกเพื่อให้พูดคุยสนทนากันได้

2.2 การติดต่อระหว่างเครื่องโทรศัพท์ของผู้เรียกและผู้ถูกเรียก

ในการติดต่อดังกล่าวมีวิธีการดังนี้

การเรียกทางโทรศัพท์ (Telephone call)หมายถึง การเรียกผ่านโครงข่ายโทรศัพท์ระหว่างผู้เรียกและผู้ถูกเรียก

ผู้เรียก (Calling subscriber) หมายถึง ผู้ที่ทำการติดต่อไปยังชุมสายโทรศัพท์ เพื่อแจ้งเลขหมายที่ต้องการจะทำการติดต่อได้

ผู้ถูกเรียก (Called subscriber) หมายถึง ผู้ได้รับการติดต่อจากชุมสายโทรศัพท์ว่ามีผู้ต้องการติดต่อด้วย

คู่สายโทรศัพท์ (Telephone line) หมายถึง สายนำสัญญาณที่ใช้ในการสื่อสารในรูปของสัญญาณทางไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.1 วิธีติดต่อด้านผู้เรียก (Calling Subscriber)

ในสภาวะปกติเมื่อยังไม่มีการยกหูโทรศัพท์จะมีแรงดันไฟตรงที่คู่สายประมาณ -48 โวลท์ เมื่อผู้เรียกยกหูขึ้นทำการกดหมายเลขเพื่อโทรเรียกไปยังผู้รับจะทำให้ระดับแรงดันไฟตรงที่คู่สายโทรศัพท์เปลี่ยนแปลงจาก –48 โวลท์ เป็น 10 โวลท์ ชุมสายโทรศัพท์จะรับรู้ว่ามีการเริ่มต้นการใช้งานเกิดขึ้นชุมสายโทรศัพท์ ก็จะทำการส่งสัญญาณให้หมุน (Dial Tone) ไปยังผู้เรียก เมื่อผู้เรียกได้ยินสัญญาณให้หมุน ก็จะกดหมายเลขของผู้ถูกเรียก ในขณะที่กดหมายเลขวงจรภายในเครื่องโทรศัพท์ก็จะสร้างสัญญาณรหัสหมายเลขส่งไปยังชุมสายโทรศัพท์ตามหมายเลขที่กด ชุมสายจะทำการตัดสัญญาณให้หมุนออกทันทีที่ได้รับ หมายเลขโทรศัพท์ตัวแรก และเมื่อชุมสายโทรศัพท์ได้รับทราบหมายเลขของผู้ถูกเรียกครบแล้ว ก็จะทำการกำหนดเส้นทางระหว่างผู้เรียกและผู้ถูกเรียก เพื่อใช้ในการสนทนา แต่ถ้าหากคู่สายผู้ถูกเรียกไม่ว่าง ชุมสายก็จะส่งสัญญาณไม่ว่าง (Busy Tone) ไปให้ผู้เรียกทราบ เพื่อให้ผู้เรียกวางหู แล้วค่อยทำการเรียกใหม่แต่ถ้าหากคู่สายผู้ถูกเรียกว่าง ชุมสายก็จะส่งสัญญาณกริ่งเรียก (Ring Tone) ไปยังเครื่องของผู้ถูกเรียก และส่งสัญญาณเรียกกลับ (Ring Back Tone) กลับไปยังผู้เรียก เพื่อแจ้งให้ทราบว่าสามารถทำการติดต่อได้แล้ว เมื่อผู้ถูกเรียกทำการยกหูชุมสายจะทำการยกเลิกสัญญาณเรียกกลับ การสนทนาจึงเริ่มต้นได้

2.2.2 วิธีติดต่อด้านผู้ถูกเรียก (Called Subscriber)

ด้านผู้ถูกเรียกเมื่อมีการเรียกเข้ามา ชุมสายโทรศัพท์จะส่งสัญญาณกริ่งเรียกที่มีความถี่ 25 เฮิร์ต และขนาดแรงดันประมาณ 100 โวลท์พีคทูพีค ไปยังเครื่องผู้ถูกเรียก ทำให้เครื่องโทรศัพท์ดังขึ้น ในกรณีที่ไม่มีผู้รับสาย สัญญาณกระดิ่งจะดังอยู่ประมาณ 15 ครั้ง หลังจากนั้นชุมสายจะทำการตัดสัญญาณ แล้วส่งสัญญาณไม่ว่างไปยังผู้เรียก เพื่อให้ผู้เรียกวางหูโทรศัพท์เพื่อทำการเรียกใหม่หรือวางหู ถ้าผู้ถูกเรียกทำการยกหูโทรศัพท์ ระดับแรงดันไฟตรงที่คู่สายโทรศัพท์จะเปลี่ยนจาก -48 โวลท์ เป็น 10 โวลท์ เกิดสัญญาณตอบรับไปยังชุมสายโทรศัพท์ชุมสายโทรศัพท์ก็จะทำการตัดสัญญาณกริ่งเรียกออกจากผู้ถูกเรียก เพื่อให้คู่สนทนาพูดคุยกันได้ ใน ตอนนี้หน้าที่การทำงานของชุมสายในส่วนของการควบคุมก็จะหยุดลง มิเตอร์สำหรับเก็บค่าบริการของชุมสายก็จะเริ่มทำงาน

เมื่อการสนาทนาสิ้นสุดลง คู่สนทนาก็จะทำการวางหู ระดับแรงดันของคู่สายโทรศัพท์ก็จะเปลี่ยนแรงดันกลับเป็น -48 โวลท์ ดังเดิม เกิดสัญญาณตอบรับไปยังชุมสายโทรศัพท์ ให้รับรู้ว่าการสนทนได้ยุติลง

ไซด์โทน (Side Tone) คือ เสียงที่เราพูดไป สัญญาณไฟฟ้าจะผ่านเข้าไปที่หูฟังของตัวเองอย่างเต็มที่ ทำให้ได้ยินเสียงตัวเองดังมาก และยังเป็นผลให้พลังงานที่ส่งออกไปลดลง เสียงที่เราพูดไปแล้วไปได้ยินที่หูฟัง เรียกว่า ไซด์โทน เสียงนี้มีความสำคัญต่อการรับ-ส่งสัญญาณมาก เพราะถ้ามีขนาดแรงเกินไปผู้พูดก็จะพูดค่อยลง ทำให้สัญญาณที่ส่งไปยังผู้รับค่อยลงไปด้วย แต่ถ้ามีไซด์โทน ต่ำไป ผู้พูดก็จะพูดดังมาก ซึ่งอาจทำให้สัญญาณเพี้ยน หรือ ผู้รับจะได้ยินเสียงดังจนเกิดความรำคาญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 เครื่องโทรศัพท์แบบออกเป็น 2 ชนิดคือ

1. แบบหมุน (Rotary dial)

โทรศัพท์ชนิดนี้ สร้างสัญญาณจากกระแสลูปโดยต่อเข้ากับอุปกรณ์สวิตซ์ ทำหน้าที่ " เปิด " และ " ปิด " เข้ากับกลไกการหมุนเลขหมายในเครื่องทำให้ กระแสพัลซ์ตอบสนองเข้ากับหมายเลขที่หมุน ดังรูป 2.2

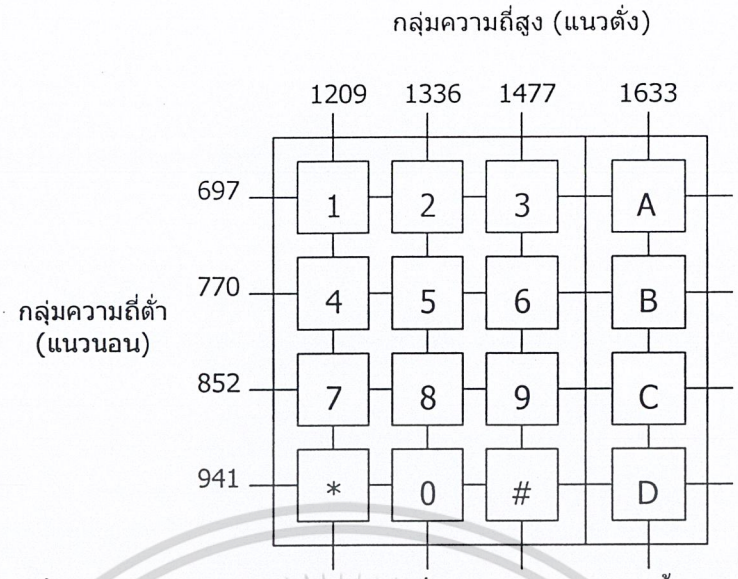
รูปที่ 2.2 แสดงการหมุนหมายเลข 3

จากรูป ช่วงพัลล์แต่ละลูกจะมีค่าเท่ากับ 100 มิลลิวินาที และจากการใช้โทรศัพท์ชนิดนี้จะพบว่า ช่วงเวลาเฉลี่ยในการหมุนแต่ละเลข มีค่าประมาณ 0.5 วินาที ถึง 3 วินาที

2. เครื่องโทรศัพท์แบบกดปุ่ม

เครื่องโทรศัพท์ที่มีหน้าปัดเป็นแบบกดปุ่ม แล้วใช้กรรมวิธีของสัญญาณความถี่โทนคู่ (Dual Tone Multi Frequency : DTMF) ซึ่งมีวิธีการส่งหมายเลขของผู้ที่ต้องการจะติดต่อด้วย โดยการส่งสัญญาณความถี่ 2 ความถี่ที่มอดูเลตกันไป เป็นตัวแทนของหมายเลขที่กด ซึ่งความถี่ที่ถูกส่งออกไปจะอยู่ในย่านความถี่ของเสียงพูด (0-4 กิโลเฮิรตซ์) ซึ่งค่าความถี่ต่ำกว่าจะเป็นค่าที่แสดงในแถว (Row) และอีกค่าหนึ่งจะเป็นความถี่ในคอลัมน์ (column) โดยทั่วไปหน้าปัดจะมี 12 ปุ่มแบ่งเป็น 4 แถว 3 คอลัมน์และในเครื่องโทรศัพท์บางแบบอาจมีปุ่มถึง 16 ปุ่ม โดยเพิ่มคอลัมน์ที่ 4 ขึ้นมาอีกดังรูป 2.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.3 แป้นกดหมายเลขและค่าความถี่ในแนวนอนและแนวตั้งของหมายเลข

ซึ่งเครื่องโทรศัพท์แบบกดปุ่มจะให้คุณสมบัติที่ดีดังนี้

1. สามารถลดเวลาในการหมุนหมายเลขลงได้ ผลก็คือเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการหมุนโทรศัพท์แต่ละครั้ง (Holding time) ลดลง ซึ่งทำให้ชุมสายโทรศัพท์สามารถรับทราฟฟิกได้มากขึ้น
2. สามารถใช้วงจรทางอิเล็คทรอนิกส์แทนอุปกรณ์ทางด้านกลไกจึงทำให้มีความรวดเร็ว และแม่นยำในการส่งเลขหมายได้
3. มีความเหมาะสมที่จะใช้กับชุมสายระบบควบคุมด้วยโปรแกรม (Stored Program Control : SPC)
4. ลดอุปกรณ์จำพวกหน่วยความจำที่ใช้ภายในชุมสาย

เนื่องจากเครื่องโทรศัพท์แบบกดปุ่มมีข้อดีและขีดความสามารถที่มีประสิทธิภาพสูงกว่าเครื่องโทรศัพท์แบบหมุน ดังนั้นในปัจจุบันจึงให้ความสำคัญกับเครื่องโทรศัพท์แบบกดปุ่มและระบบการเข้าและถอดรหัสของเครื่องโทรศัพท์ดังกล่าวที่เรียกว่าระบบสัญญาณโทนคู่ ซึ่งกล่าวในหัวข้อที่ 2.7

2.4 สัญญาณโทรศัพท์

สัญญาณ (Signalling) คือข่าวสารที่ใช้ติดต่อระหว่างเครื่องโทรศัพท์กับชุมสาย หรือข่าวสารที่ติดต่อกันระหว่างชุมสายกับชุมสาย

หน้าที่ทั่วๆ ไปของสัญญาณที่ใช้กับโทรศัพท์ในปัจจุบันมีอยู่ 4 หน้าที่ คือ

1. การเตรียมพร้อม (Alerting)
2. การส่งที่อยู่ของข่าวสาร (Transmitting address information)
3. การตรวจตรา (Supervising)
4. การส่งสัญญาณข่าวสาร (Transmitting information signalling)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.1 สัญญาณระหว่างผู้เช่ากับชุมสาย (Subscriber Signalling)

สัญญาณที่ส่งจากผู้เช่าถึงชุมสาย

1. ออฟฮูค (Off Hook) คือ สภาพผู้เช่ายกหู สายโทรศัพท์จะมีสถานะโคลสลูป (Close Loop) หรือ อิมมพีแดนต่ำ (Low Impedance)
2. ออนฮูค (On Hook) คือ สภาพผู้เช่าวางหู หรือสภาพว่าง สายจะมีสถานะ โอเพนลูป (Open Loop) หรืออิมพีแดนสูง (High Impedance)
3. ดิวลิง (Dilling) คือ สภาพที่ผู้เช่ากดหมายเลข สัญญาณที่ออกไปจะเป็นความถี่ DTMF ส่งออกไปชุมสาย

สัญญาณที่ส่งมาจากชุมสาย

1. สัญญาณให้หมุน (Dial Tone) คือ สัญญาณที่บอกถึงสภาพการว่างของอุปกรณ์ชุมสาย และชุมสายพร้อมจะรับ Code ที่ทำการหมุนเข้ามา สัญญาณ Dial Tone นี้จะเป็นสัญญาณต่อเนื่องความถี่ 425 เฮิรตซ์ มอดูเลตด้วยความถี่ 50 เฮิรตซ์ ผู้เช่าจะได้ยินเสียงเมื่อทำการยกหูโทรศัพท์
2. สัญญาณไม่ว่าง (Busy Tone) คือ สัญญาณที่บอกให้ทราบว่า อุปกรณ์ชุมสายไม่ว่าง แต่ถ้ายกหูแล้วได้ สัญญาณนี้แสดงว่า อุปกรณ์ในชุมสายไม่ว่างและถ้าได้ยินเสียงนี้หลังจากหมุนเลขหมายไปแล้วแสดงว่า ผู้เช่าฝ่ายถูกเรียกไม่ว่าง ในกรณีเรียกต่างชุมสาย ลักษณะสัญญาณที่ส่งจะเป็นสัญญาณที่ขาดตอนเป็นช่วงๆ ส่ง 0.5 วินาที หยุด 0.5 วินาที ความถี่ของสัญญาณ 425 เฮิรตซ์
3. สัญญาณเรียกกลับ (Ring Back Tone) คือ สัญญาณที่ใช้เมื่อการต่อทุกขั้นตอนตามความประสงค์ของผู้เรียกมายังผู้ถูกเรียก เครื่องโทรศัพท์ดำเนินการต่อสำเร็จแจ้งให้ผู้เรียกรู้ว่าเรียกสำเร็จ เป็นสัญญาณ 425 เฮิรตซ์ ช่วงเวลาของการส่งประมาณ 1 วินาที หยุด 3 วินาที
4. สัญญาณกริ่งเรียก (Ringing Tone) คือ สัญญาณที่ใช้เมื่อมีการต่อทุกขั้นตอนตามความประสงค์ของผู้เรียกมายังผู้ถูกเรียก เครื่องชุมสายโทรศัพท์ดำเนินการต่อสำเร็จด้วยกริ่งเรียกเรียกผู้ถูกเรียกมาตอบการเรียกเป็นสัญญาณ 25 เฮิรตซ์ ช่วงเวลาการส่งและเงียบเช่นเดียวกับสัญญาณเรียกกลับ

2.5 ชุมสายโทรศัพท์

ชุมสายโทรศัพท์ได้แบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ ประเภทแรกเป็นชุมสายโทรศัพท์ที่มีผู้เช่าโดยตรง ได้แก่ ชุมสายโทรศัพท์ท้องถิ่นและตู้ชุมสายสาขาอัตโนมัติ ประเภทที่สอง คือ ชุมสายโทรศัพท์ที่ไม่มีเครื่องโทรศัพท์ของผู้เช่าต่อโดยตรงได้แก้ ชุมสายโทรศัพท์ต่อผ่านท้องถิ่นและชุมสายต่อผ่านทางไกล

1. ชุมสายโทรศัพท์ท้องถิ่น หมายถึง ชุมสายโทรศัพท์ที่มีเครื่องโทรศัพท์ของผู้เช่าต่อโดยตรง ชุมสายแบบนี้มีจำนวนเลขหมายตั้งแต่ร้อยถึงหมื่นเลขหมาย

ตู้ชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติก็มีลักษณะคล้ายชุมสายโทรศัพท์ท้องถิ่น แต่การใช้งานจะใช้ติดต่อภายในสำนักงานโดยไม่ผ่านชุมสายท้องถิ่นสามารถให้บริการพิเศษแก่หมายเลขภายในขึ้นอยู่กับความสามารถ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของตู้ชุมสายนั้นๆ นอกจากนี้ยังสามารถติดต่อกับชุมสายโทรศัพท์ท้องถิ่น ทำนองเดียวกันผู้ใช้โทรศัพท์จากภายนอกก็สามารถทำการติดต่อยังผู้ใช้โทรศัพท์ภายในได้โดยผ่านชุมสายท้องถิ่นและตู้ชุมสายสาขาตามลำดับ

2. ชุมสายโทรศัพท์ต่อผ่าน หมายถึง ชุมสายที่ไม่มีหมายเลขโทรศัพท์ของผู้เช่าต่อโดยตรง แต่จะให้บริการเรียกระหว่างชุมสายท้องถิ่นกับชุมสายท้องถิ่นด้วยกัน

2.6 ตู้ชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติ (Private Automatic Branch Exchange)

ตู้ชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติเป็นชุมสายโทรศัพท์ขนาดเล็กที่นิยมใช้กันในองค์การ สำนักงานต่างๆ อย่างแพร่หลาย ซึ่งให้บริการติดต่อกับโทรศัพท์ภายในที่ต่ออยู่กับระบบโดยไม่ต้องผ่านชุมสายโทรศัพท์ท้องถิ่น ก่อให้เกิดความประหยัดและสะดวก รวดเร็ว ทั้งยังสามารถติดต่อผ่านไปยังชุมสายภายนอกได้อีกด้วย ชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติ ในที่นี้จะแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ

1. ส่วนเชื่อมโยงอุปกรณ์สื่อสาร (Communication Interface Device) ซึ่งอุปกรณ์ในส่วนนี้จะทำหน้าที่เชื่อมโยงอุปกรณ์สื่อสารที่มาต่อพ่วงกับตู้ชุมสายสาขาอัตโนมัติ ซึ่งแบ่งออกเป็นอุปกรณ์สื่อสารที่อยู่ภายในตู้ชุมสายสาขาอัตโนมัติ และอุปกรณ์สื่อสารที่อยู่ภายนอก
   - อุปกรณ์สื่อสารที่อยู่ภายในตู้ชุมสายสาขาอัตโนมัติ ได้แก่ อุปกรณ์กำเนิดเสียง (Tone Generator) ทำหน้าที่กำเนิดสัญญาณเสียงโทรศัพท์ต่างๆ เช่น สัญญาณเสียงไดอัล เป็นต้น อุปกรณ์กำเนิดเสียงสัญญาณตอบรับอัตโนมัติ (Automatic Answer) และอุปกรณ์ส่วนถอดรหัสสัญญาณ DTMF (DTMF Decoder) ที่ถอดรหัสสัญญาณ DTMF จากเครื่องโทรศัพท์ ส่งมาระหว่างการติดต่อ
   - อุปกรณ์สื่อสารที่อยู่ภายนอกตู้ชุมสายสาขาอัตโนมัติ ได้แก่ เครื่องโทรศัพท์สายภายในและสายนอก โดยอุปกรณ์เหล่านี้จะต่อผ่านอุปกรณ์อินเตอร์เฟสติดต่อเข้ากับตู้ชุมสายสาขาอัตโนมัติ
2. เซอร์กิจสวิทช์ (Circuit Switching) นับเป็นหัวใจของ PABX ซึ่งทำให้มีการติดต่อกันได้ระหว่างผู้ใช้ อุปกรณ์สวิทชิงจะหาช่องสัญญาณกายภาพ (Physical Channel) หรือเส้นทางผ่านจริงของสัญญาณ (Physical Path) เพื่อเชื่อมส่งข้อมูลตลอดเส้นทางระหว่างผู้ใช้ ในที่นี้กล่าวถึงเมทริกซ์สวิทช์ (Matrix Switch) ที่ใช้ในโครงงาน
3. หน่วยควบคุมระบบ (Control Section) จะทำหน้าที่ประมวลผลการติดต่อต่างๆ(Call Processing) เช่น รับส่งข้อมูลหรือสั่งงานอุปกรณ์ต่างๆ การจัดช่องสัญญาณการติดต่อสื่อสาร และการบริหาร เกี่ยวกับอุปกรณ์สื่อสารต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7 การเข้ารหัสและถอดความถี่ของระบบโทรศัพท์ระบบสัญญาณโทนคู่

2.7.1 การเข้ารหัสความถี่ระบบสัญญาณโทนคู่ (DTMF Encoder)

ระบบโทรศัพท์แบบสัญญาณโทนคู่นี้จะใช้การส่งสัญญาณไปบนสายส่งของระบบโทรศัพท์ ซึ่งเป็นสัญญาณแบบแถบความถี่เสียงที่แตกต่างกัน 16 ค่า โดยแต่ละค่าประกอบด้วยสัญญาณคลื่นรูปไซน์ (Sine Wave) 2 แบบ แบบหนึ่งมาจากกลุ่มความถี่ต่ำ (Low Group Frequency) และอีกแบบหนึ่งมาจากกลุ่มความถี่สูง (High Group Frequency) โดยสามารถแสดงกลุ่มของความถี่ได้ดังตารางที่ 2.1

กลุ่มของความถี่ต่ำ (Hz)	กลุ่มของความถี่สูง (Hz)			
	1209	1336	1477	1633
697	1	2	3	A
770	4	5	6	B
852	7	8	9	C
941	*	0	#	D

ตารางที่ 2.1 แสดงสัญญาณโทนคู่

2.7.2 การถอดรหัสความถี่สัญญาณโทนคู่ (DTMF Decoder)

การถอดรหัสความถี่ทางโทรศัพท์ หมายถึง การแปลงสัญญาณความถี่ซึ่งเกิดจากการกดปุ่มตัวเลขของโทรศัพท์ชนิดกด จากสัญญาณอนาลอกให้เป็นสัญญาณดิจิตอล เพื่อนำไปใช้กับระบบดิจิตอล

ข้อกำหนดต่างๆที่จำเป็นที่จะไม่ทำให้การถอดรหัสสัญญาณโทนคู่เกิดความผิดพลาดขึ้นต้องคำนึงถึงรายละเอียดดังต่อไปนี้

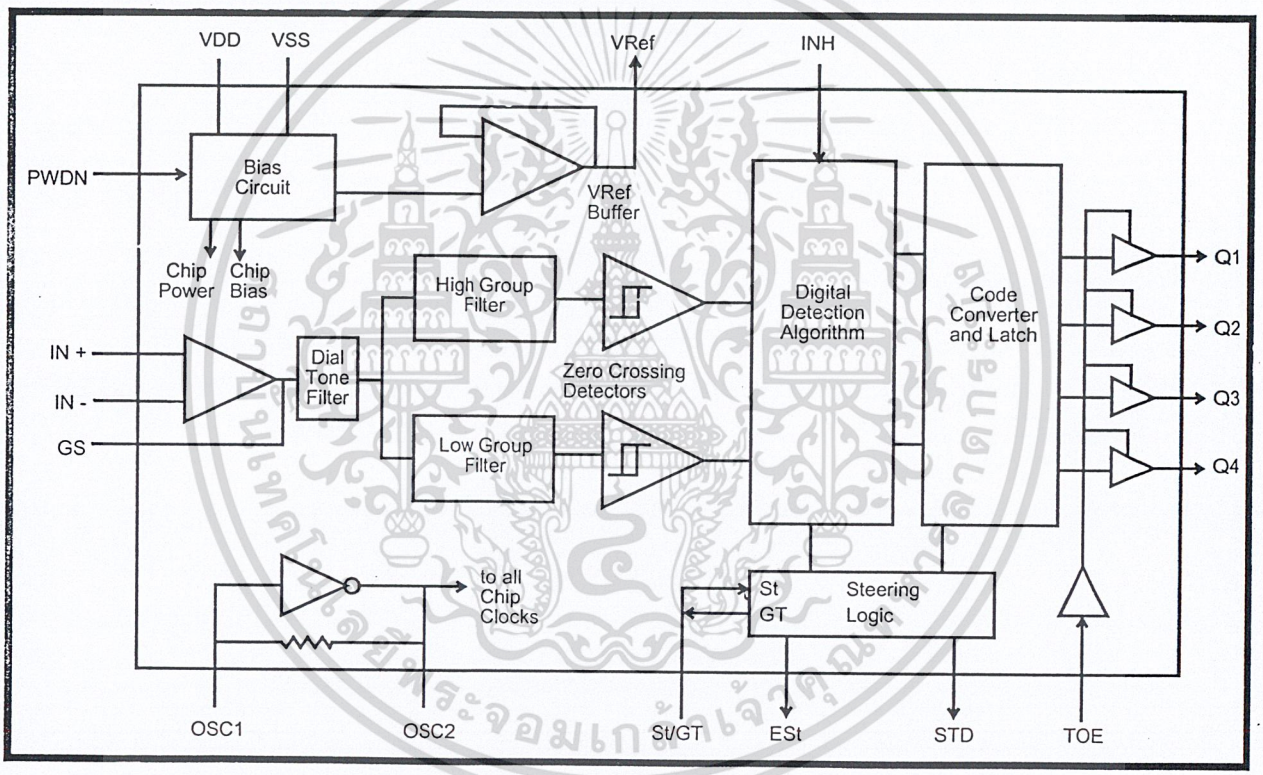
1. วงจรจะยังคงถอดรหัสได้อย่างถูกต้อง แม้สัญญาณที่ได้รับเข้ามามีความถี่เบี่ยงเบนไปจากค่าที่กำหนดไว้เป็นมาตรฐาน แต่ต้องไม่เกิน 2 % และจะไม่ยอมให้สัญญาณที่เบี่ยงเบนมากกว่า 3 % จากค่ามาตรฐาน ผ่านวงจรกรองความถี่ไปได้
2. วงจรถอดรหัสจะยังคงสามารถถอดรหัสต่อไปได้ก็ต่อเมื่อได้รับสัญญาณเข้ามามีระยะเวลาอย่างน้อย 40 มิลลิวินาที
3. วงจรถอดรหัสจะทำการถอดรหัสได้อย่างถูกต้องก็ต่อเมื่อ สัญญาณโทนคู่ที่ได้รับเข้ามาในวงจร จะต้องมีช่วงเวลาห่างกับสัญญาณโทนคู่ที่เข้ามาก่อนหน้านี้ เป็นเวลาอย่างน้อย 35 มิลลิวินาที
4. วงจรถอดรหัสต้องสามารถถอดรหัสสัญญาณโทนคู่ ที่มีค่าไดนามิกเรนจ์สูงกว่า 27.5 เดซิเบล ได้โดยไม่เกิดความผิดพลาด และยังสามารถทำงานได้ในกรณีที่สัญญาณทั้งสองความถี่ที่ประกอบกันขึ้นเป็นสัญญาณโทนคู่ มีแอมปลิจูดแตกต่างกันมากกว่า 6 เดซิเบล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. วงจรถอดรหัสยังคงทำงานได้ตลอดเวลาไม่ว่าขณะนั้นจะปรากฏเสียงพูด หรือมี สัญญาณรบกวนจากภายนอกเข้ามายังวงจรถอดรหัส ก็จะไม่ทำให้การถอดรหัสเกิดความผิดพลาด

2.7.3 การทำงานของไอซีเบอร์ MT8870

โครงสร้างภายในของไอซีเบอร์ MT8870 สามารถแสดงได้ดังรูป 2.4 โดยภายในประกอบไปด้วยส่วนหลักๆ ได้แก่ วงจรกรองความถี่และวงจรถอดรหัสฟังก์ชั่นทางดิจิตอล ในส่วนของวงจรกรองความถี่นั้นใช้เทคนิคของสวิทช์คาปาซิเตอร์ฟิลเตอร์ (Switch Capacitor Filter) สำหรับวงจรกรองความถี่สูงและต่ำ ส่วนวงจรถอดรหัสใช้เทคนิคการนับทางดิจิตอล เพื่อตรวจจับและถอดรหัสทั้ง 16 ความถี่ ออกมาเป็นเลขฐานสองขนาด 4 บิท และเช็คช่วงเวลาที่สัญญาณเข้ามา ส่วนภาคอินพุทเป็นออปแอมป์ ซึ่งสามารถปรับอัตราขยายได้โดยต่ออุปกรณ์ภายนอกและเอาท์พุทเป็นวงจรแลตช์ (Latch) 3 สถานะ



รูปที่ 2.4 แสดงโครงสร้างภายในของ MT8870

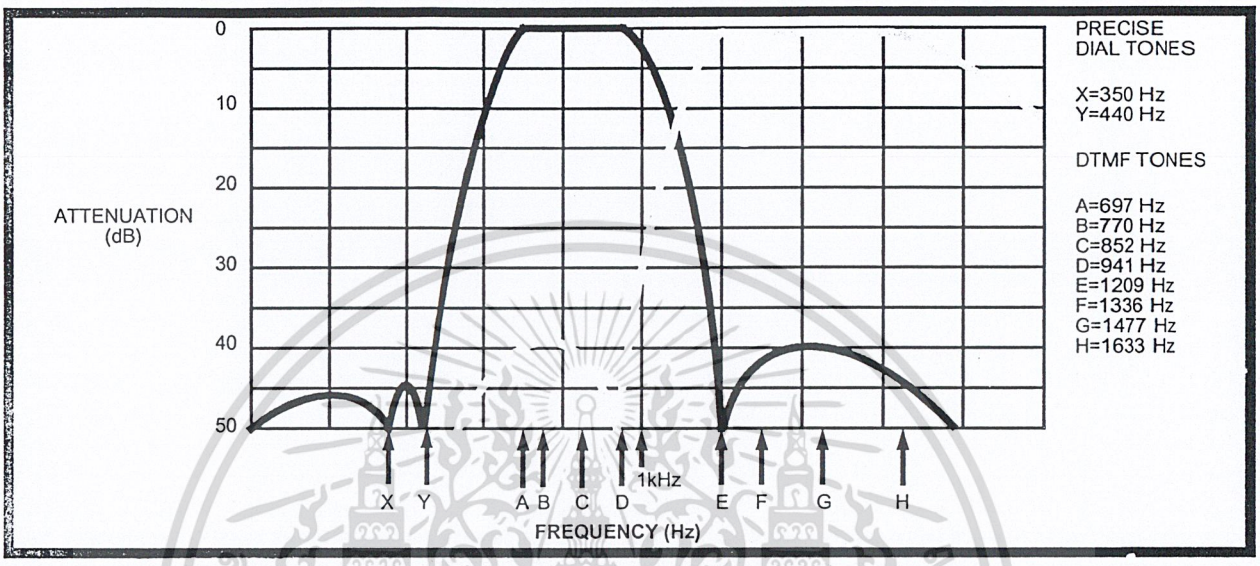
ฟังก์ชั่นการทำงานภายใน MT8870 ประกอบด้วย 5 ส่วนสำคัญๆ คือ

1. ภาคกรองความถี่ (Filter Section)
2. ภาคถอดรหัส (Decode Section)
3. ภาคตรวจสอบสัญญาณ (Steering Section)
4. ภาคขยายสัญญาณความแตกต่าง (Differential Amplifier)
5. ภาคกำเนิดความถี่ (Oscillator)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ภาคกรองความถี่

ในส่วนนี้จะแยกสัญญาณความถี่ทางโทรศัพท์ (DTMF) ที่เข้ามาออกเป็น 2 กลุ่ม คือ คิดช่วงความถี่สูงและความถี่ต่ำ โดยใช้วงจรกรองความถี่อันดับ 6 ชนิด คาปาซิเตอร์ (Sixth Order Switched Capacitor Band Pass Filter) ซึ่งแยกความถี่ได้ 2 ช่วง คือ ความถี่สูงและความถี่ต่ำ



รูปที่ 2.5 แสดงความถี่ที่ได้จากภาคกรองความถี่

2. ภาคถอดรหัส

ความถี่ทางโทรศัพท์ที่ถูกกรองเรียบร้อยแล้วจะถูกส่งผ่านเข้าวงจรถอดรหัสความถี่ออกมาเป็นตัวเลข โดยใช้เทคนิคการนับแบบดิจิตอล และมีการตรวจสอบความถี่ที่เข้ามาว่าเป็นความถี่มาตรฐานหรือไม่ เพื่อป้องกันความถี่อื่นเข้ามาผสม เมื่อตรวจสอบว่าความถี่นั้นถูกต้อง สัญญาณที่ขา EST (Early Steering Time) ก็จะทำงาน (Active)

3. ภาคตรวจสอบสัญญาณ

ก่อนที่จะมีการถอดรหัสความถี่ออกไปที่เอาท์พุท จะมีการตรวจสอบช่วงเวลาความถี่ที่เข้ามาว่ามีระยะเวลาตามที่กำหนดหรือไม่ โดยสังเกตจากระยะเวลาการกดปุ่มโทรศัพท์ ซึ่งต้องกดปุ่มให้ความถี่ออกมาเป็นช่วงเวลาที่พอสมควร มิฉะนั้นจะถือว่าสัญญาณไม่ถูกต้อง ส่วนช่วงเวลานานเท่าใด สามารถตั้งได้โดยค่าความต้านทานและค่าตัวเก็บประจุภายนอก สัญญาณที่ขา EST เป็นระดับสัญญาณสูง (High) นานใกล้เคียงกับระยะเวลาที่ความถี่ทางโทรศัพท์เข้ามา เมื่อขา EST เป็นระดับสูงทำให้แรงดันไฟฟ้ากระแสตรงถึงค่าเทรชโฮลด์ (Threshold) วงจรถอดรหัสจึงถอดรหัสออกมาเป็นเลขฐานสองขนาด 4 บิท ซึ่งสามารถแสดงสถานะการทำงานได้ดังตารางที่ 2.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

F_{LOW}	F_{HIGH}	ON	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

L = LOGIC LOW

H = LOGIC HIGH

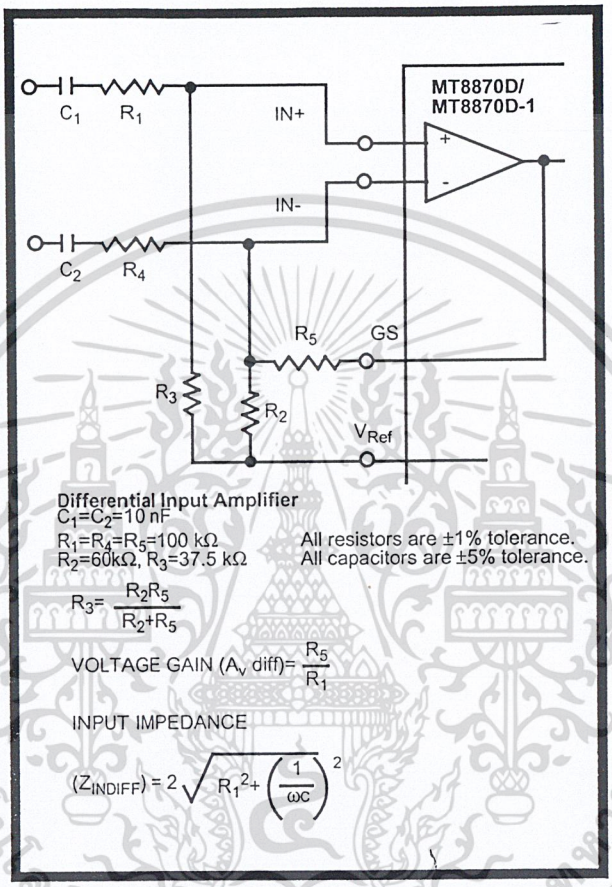
Z = HIGH IMPEDANCE

ตารางที่ 2.2 แสดงค่าที่ถอดรหัสได้จากความถี่ต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ภาคขยายสัญญาณความแตกต่าง

วงจรส่วนอินพุทของ MT8870 เป็นภาคขยายออปแอมป์ที่สามารถปรับอัตราขยาย โดยต่อวงจรภายนอกเพิ่มเข้าไปแสดงดังรูปที่ 2.6

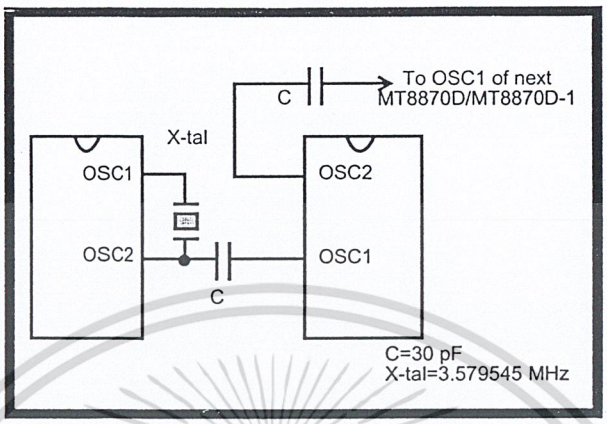


รูปที่ 2.6 แสดงวงจรภาคขยายสัญญาณความแตกต่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. ภาคกำเนิดความถี่

ในภาคนี้ภายในไอซีจะมีวงจรอยู่ภายใน เพียงต่อคริสตัลออสซิเลเตอร์ ความถี่ 3.579 เมกกะเฮิร์ต ที่ภายนอกดังรูปที่ 2.7 ก็สามารถใช้งานได้ทันที



รูปที่ 2.7 แสดงการต่อวงจรกำเนิดความถี่

2.8 อุปกรณ์บันทึกเสียงตอบรับอัตโนมัติ

อุปกรณ์บันทึกเสียงที่ใช้คือ ไอซีเบอร์ ISD 1420 ซึ่งสามารถบันทึกเสียงได้นาน 20 วินาที ภายในมีวงจรควบคุมการทำงานให้กลับเข้าสู่โหมดสแตนด์บาย หรือปิดตัวเอง โดยอัตโนมัติเมื่อไม่มีการบันทึกหรือเล่นกลับ โดยสัญญาณอนาลอกที่ทำการบันทึกสามารถเก็บไว้ในหน่วยความจำได้โดยตรงไม่ต้องผ่านการแปลงสัญญาณจากอนาลอกเป็นดิจิตอล (A/D) หรือจากดิจิตอลเป็นอนาลอก (D/A) ซึ่งสัญญาณถูกเก็บในรูปของแรงดันระดับต่างๆ ภายในเซลล์ สัญญาณสามารถขับออกทางลำโพงได้โดยตรง หรือต่อเข้ากับวงจรขยายภายนอกได้เลย

2.9 หลักการทำงานของชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติ

หลักการทำงานของชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติเครื่องนี้อธิบายได้ตามลักษณะการติดต่อดังนี้

2.9.1 การเรียกเข้าจากสายนอก

เมื่อมีการเรียกเข้าจากสายนอก วงจรส่วนตรวจจับสัญญาณกระดิ่งจะบอกให้ระบบควบคุมทราบและทำการยกหูโดยวงจรตอบรับอัตโนมัติทำหน้าที่รับสาย จากนั้นรอรับสัญญาณ DTMF จากเครื่องโทรศัพท์สายนอกที่เรียกเข้ามาว่าต้องการติดต่อกับโทรศัพท์ภายในคู่สายใด เมื่อรู้ปลายทางแล้วระบบควบคุมก็จะทำการส่งสัญญาณกระดิ่งไปที่เครื่องโทรศัพท์ปลายทางเครื่องนั้น ๆ และส่งสัญญาณเรียกกลับไปที่เครื่องโทรศัพท์สายนอกดังกล่าว

แต่ถ้าคู่สายภายในปลายทางนั้นไม่ว่าง วงจรตอบรับอัตโนมัติจะบอกให้เลือกกดหมายเลขภายในหมายเลขอื่น หรือเลือกติดต่อเข้ามาใหม่ภายหลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9.2 การเรียกจากสายในออกไปสายนอก

เมื่อคู่สายภายในต้องการติดต่อคู่สายภายนอก ผู้เรียกจากสายในทำการยกหูจะได้รับสัญญาณไดอัล กดหมายเลข “9” เพื่อบอกว่าคู่สายที่ต้องการติดต่อเป็นสายนอก จากนั้นกดหมายเลขปลายทางที่ต้องการได้

กรณีที่บริษัท องค์การ หรือสำนักงานมีการจำกัดการใช้โทรศัพท์ของพนักงาน สามารถตั้งเวลางดการติดต่อออกไปภายนอกได้ เช่น ช่วงพักกลางวัน

2.9.3 การเรียกจากสายในไปสายในด้วยกัน

เมื่อคู่สายภายในต้องการติดต่อคู่สายภายในด้วยกัน ผู้เรียกทำการยกหูจะได้รับสัญญาณไดอัล แล้วกดเลขหมายภายในที่ต้องการได้เลย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

บทที่ 3

วงจรและการทำงานของวงจร

การทำงานของชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติ สามารถแบ่งการทำงานออกได้เป็นส่วนๆดังนี้

1. ภาคกำเนิดสัญญาณโทรศัพท์ (Tone Generator Section)
2. ภาคถอดรหัสสัญญาณโทนความถี่คู่ (DTMF Decoder Circuit Section)
3. ภาคตรวจจับสัญญาณกระดิ่ง (Ringing Signal Detect Section)
4. ภาคเชื่อมต่อคู่สายภายใน (Internal Line Interface Section)
5. เมตริกซ์สวิทช์และภาคควบคุม (Matrix Switch And Control Circuit Section)
6. ภาคตอบรับอัตโนมัติ (Automatic Answer Section)
7. ภาคจับเวลา
8. ภาคแหล่งจ่ายไฟ (Power Supply Section)

ส่วนต่างๆ ของชุมสายโทรศัพท์ จะมีการทำงานและวงจรดังต่อไปนี้

3.1 ภาคกำเนิดสัญญาณโทรศัพท์ (Tone Generator Section)

ประกอบด้วยสัญญาณ 4 สัญญาณ คือ สัญญาณให้หมุน (Dial Tone) สัญญาณเรียกกลับ (Ring Back Tone) สัญญาณไม่ว่าง (Busy Tone) และ สัญญาณกระดิ่ง (Ringing Tone) โดยมีลักษณะของสัญญาณดังนี้

1. สัญญาณให้หมุน ความถี่ 425 เฮิร์ต ติดต่อเนื่องกันตลอดเวลา
2. สัญญาณไม่ว่าง ความถี่ 425 เฮิร์ต ติด 0.5 วินาที ดับ 0.5 วินาที
3. สัญญาณเรียกกลับ ความถี่ 425 เฮิร์ต ติด 1 วินาที ดับ 3 วินาที
4. สัญญาณกระดิ่ง ความถี่ 25 เฮิร์ต ติด 1 วินาที ดับ 3 วินาที

3.1.1 วงจรกำเนิดสัญญาณให้หมุน (Dial Tone)

ในรูปที่ 3.1 แสดงวงจรกำเนิดสัญญาณให้หมุน โดยใช้ IC เบอร์ NE 555 ต่อเป็นวงจรอะสเตเบิล กำเนิดความถี่ที่ต้องการประมาณ 425 เฮิร์ต R1 , R2 และ C1 เป็นตัวกำหนดค่าความถี่ที่ต้องการ โดยหาค่าความถี่ (ft) ได้จากสูตร

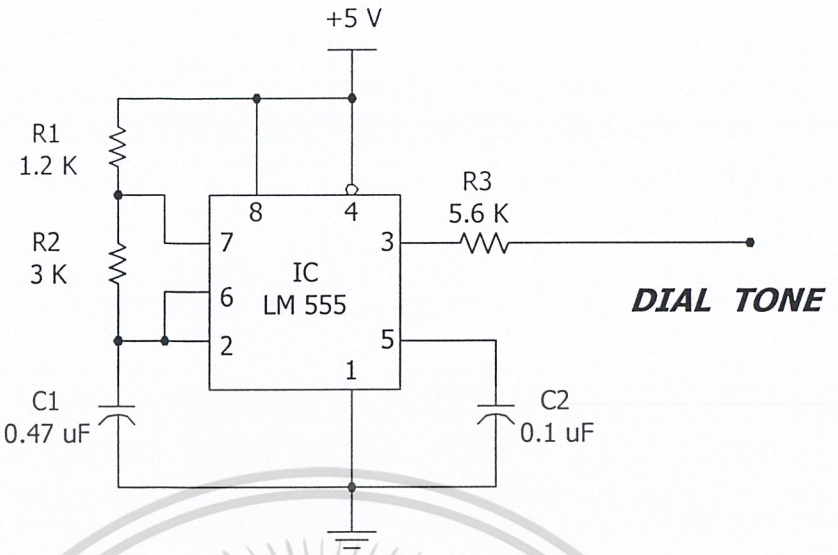
$$ft = 1.443 / (R1+2R2)C1$$

$$ft = 1.443 / [1.2k+2(3k)]0.47\ uF$$

$$ft = 425\ Hz$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

46477



รูปที่ 3.1 วงจรกำเนิดสัญญาณให้หมุน

3.1.2 วงจรกำเนิดสัญญาณไม่ว่าง (Busy Tone)

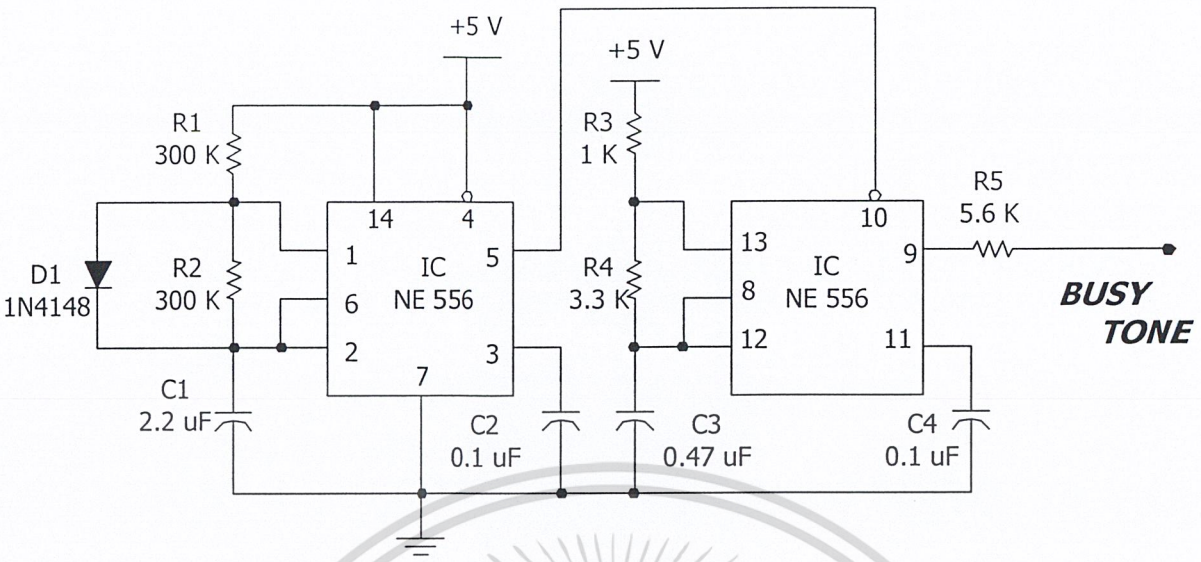
เป็นกำเนิดความถี่ประมาณ 425 เฮิร์ต โดยมีลักษณะ ติด 0.5 วินาที ดับ 0.5 วินาที รูปที่ 3.2 แสดงวงจรกำเนิดสัญญาณไม่ว่าง โดยใช้ IC เบอร์ 556 ซึ่งมีเบอร์ NE 555 อยู่ 2 ชุด โดย IC ชุดแรกจะผลิตสัญญาณที่มีอัตราการติด (Ton) เอาท์พุทมีสภาวะ "1" นาน 0.5 วินาที อัตราการดับ (Toff) สภาวะ "0" นาน 0.5 วินาที โดยใช้ ไดโอด D1 ต่อไว้เพื่อช่วยให้ duty cycle เท่ากับ 50 % ซึ่งคำนวณช่วงเวลาติดดับได้จากสูตร กรณีที่มีไดโอดได้ดังนี้

$$Ton = 0.693 \times 330k \times 2.2uF = 0.5 \text{ วินาที}$$

$$Toff = 0.693 \times 330k \times 2.2uF = 0.5 \text{ วินาที}$$

ชุดที่สองประกอบด้วยกันเป็น ชุดอะสเตเบิลผลิตความถี่ประมาณ 425 เฮิร์ต สัญญาณไม่ว่าง จะปรากฏออกที่เอาท์พุตของวงจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.2 วงจรกำเนิดสัญญาณไม่ว่าง

3.1.3 วงจรกำเนิดสัญญาณเรียกกลับ (Ring Back Tone)

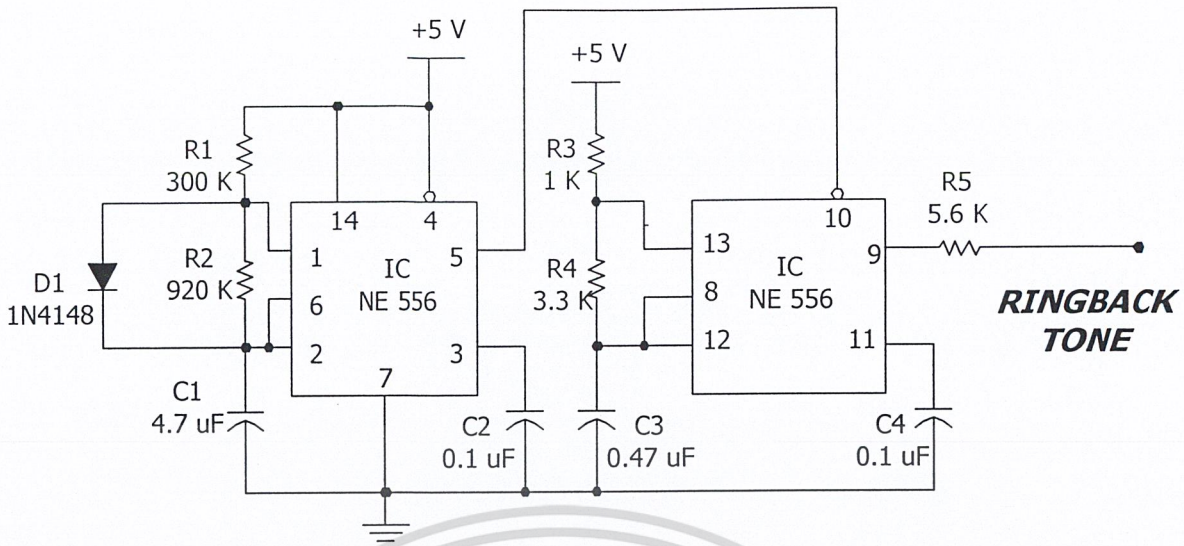
เป็นลักษณะความถี่ประมาณ 425 เฮิร์ต ติด 1 วินาที ดับ 3 วินาที รูปที่ 3.3 แสดงวงจรกำเนิดสัญญาณเรียกกลับ โดยใช้ IC เบอร์ 556 ซึ่งมีเบอร์ NE 555 อยู่ 2 ชุด โดย IC ชุดแรกจะผลิตสัญญาณที่มีอัตราการติด (เอาท์พุทมีสภาวะ "1" นาน 1 วินาที) อัตราการดับ (สภาวะ "0") นาน 3 วินาที โดยใช้ไดโอด D1 เป็นตัวช่วยปรับค่า Duty cycle โดยหาค่าสภาวะ "1" และสภาวะ "0" ได้ดังนี้

$$Ton = 0.693 \times 300k \times 4.7uF = 0.977 \text{ วินาที}$$

$$Toff = 0.693 \times 920k \times 4.7uF = 2.996 \text{ วินาที}$$

IC ชุดที่สอง วงจรอะสเตเบิล ผลิตความถี่ประมาณ 425 เฮิร์ต โดยควบคุมการทำงานจาก IC ชุดแรกที่ขา Reset

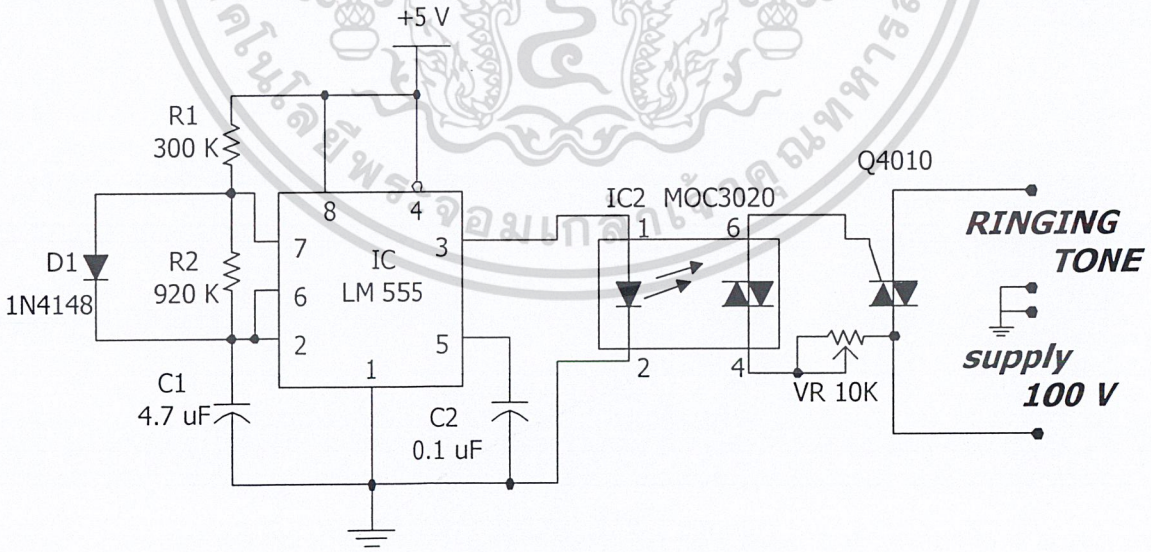
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.3 วงจรกำเนิดสัญญาณเรียกกลับ

3.1.4 วงจรกำเนิดสัญญาณกระดิ่ง (Ringing Tone)

โดยหลักการสัญญาณกระดิ่ง จะมีความถี่ และอัตราการติดดับ เหมือนกันกับวงจรกำเนิดสัญญาณเรียกกลับทุกประการ คือติด 1 วินาที ดับ 3 วินาที ดังรูปที่ 3.4 ซึ่งเราจะไม่กล่าวถึงในส่วนผลิตความถี่ IC NE 555 แต่จะกล่าวถึงส่วนเชื่อมต่อกับสัญญาณ 100 โวลท์พีคทูพีค IC 2 เป็น IC Opto Isolator เป็นตัวแยกไฟกระแสตรง 5 โวลท์ ออกจาก ระบบไฟ 100 โวลท์พีคทูพีค โดย Q 4010 ทำหน้าที่เป็นสวิทซ์ส่งสัญญาณกระดิ่งออกไป



รูปที่ 3.4 วงจรกำเนิดสัญญาณกระดิ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 ภาคถอดรหัสสัญญาณโทนความถี่คู่ (DTMF DECODER CIRCUIT SECTION)

วงจรถอดรหัสสัญญาณ DTMF จะประกอบไปด้วยสองส่วน

1. ส่วนที่หนึ่งทำหน้าที่ถอดรหัส DTMF จากการเรียกที่มาจากคู่สายภายนอก
2. ส่วนที่สองทำหน้าที่ถอดรหัส DTMF จากการติดต่อภายในด้วยกัน หรือทำหน้าที่ถอดรหัสสัญญาณ DTMF ขณะที่จะมีการติดต่อไปยังภายนอก โดยวงจรทั้งสองทำหน้าที่เหมือนกัน แต่อยู่คนละตำแหน่ง

วงจรถอดรหัสสัญญาณ DTMF ส่วนที่ 1

เนื่องจากว่าสัญญาณที่ได้จากการกดหมายเลขแต่ละตัวบนหน้าปัทม์โทรศัพท์จะออกมาเป็นความถี่รูปคลื่นไซน์ 2 ความถี่ตามลักษณะของโทรศัพท์แบบกดปุ่ม ในการนำไปใช้งานเราจึงจำเป็นต้องเปลี่ยนสัญญาณความถี่รูปไซน์ ให้เป็นสัญญาณดิจิตอลเสียก่อน ก็คือต้องผ่านสัญญาณความถี่รูปไซน์ เข้าไปยังวงจรถอดรหัสสัญญาณ DTMF ซึ่งเมื่อมีผู้เรียกเข้ามา ทางภาครับทำการรับคู่สายแล้วส่วนตอบรับอัตโนมัติจะส่งสัญญาณเสียงตอบรับ ผู้เรียกเข้ามาเพื่อให้ทำการกดหมายเลขของคู่สายภายใน เมื่อมีการกดหมายเลขของคู่สายภายในที่ได้ออกมาเป็นสัญญาณ DTMF ก็จะมาผ่านภาควงจรถอดรหัสสัญญาณ DTMF เพื่อที่แปลงสัญญาณคลื่นรูปไซน์เป็นสัญญาณดิจิตอล 4 บิท ให้ภาคควบคุมระบบ ทำการวิเคราะห์ต่อไป ในวงจรใช้งานจริงจะใช้ไอซีเบอร์ MT8870 ทำหน้าที่ถอดรหัสความถี่ของโทรศัพท์แบบกดปุ่มให้เป็นตัวเลข BCD ขนาด 4 บิท โดยใช้งานร่วมกับ คริสตอลออสซิเลเตอร์ 3.579 เมกกะเฮิร์ต ซึ่งสามารถเขียนตารางแสดงค่า BCD ที่ได้จากการกดหมายเลขแต่ละตัวดังนี้

หมายเลข	BCD CODE	หมายเลข	BCD CODE
1	0001	7	0111
2	0010	8	1000
3	0011	9	1001
4	0100	0	1010
5	0101	*	1011
6	0110	#	1100

ตารางที่ 3.1 แสดงค่า BCD ที่ได้จากการกดหมายเลขโทรศัพท์

เมื่อส่วนตรวจจับสัญญาณกระดิ่งทำการปรับค่า อิมพีแดนซ์ให้เหลือ 600 โอห์ม หรือยกหู สัญญาณ DTMF ก็สามารถผ่านภาคนี้มาได้ คือ จากขั้วทุติยภูมิของหม้อแปลง ผ่านเข้ามายัง ขาอินพุทของไอซี MT8870 ส่วน

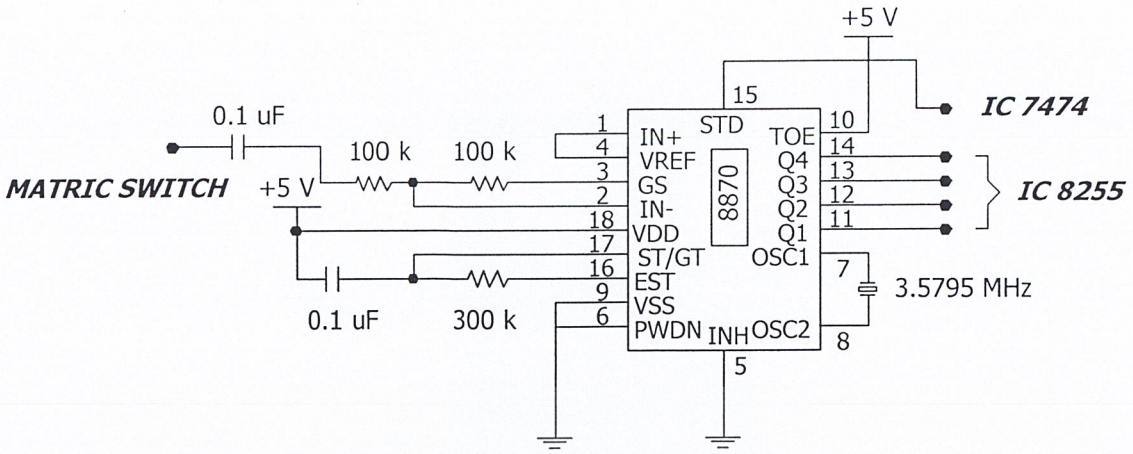
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ขาเอาท์พุทของไอซี MT8870 จะส่งผลต่อไปยังส่วนควบคุมระบบ คือ ขา Q1-Q4 เพื่อให้สามารถวิเคราะห์สัญญาณ BCD ที่ถอดรหัสมาได้ แต่การทำงานของไอซี MT8870 นั้นจะถูกควบคุมด้วยขา 10 (TOE) จะเป็นระบบแรงดันโลจิก " 0 " ทำให้เอาท์พุทของไอซี MT8870 เป็นไฮซ์อิมพีแดนซ์ (High Impedance) ถ้ามีอินพุทเข้ามา เมื่อไอซี MT8870 ถอดรหัสได้แล้วก็เป็นการแปลงสถานะทางโลจิก ของขา 15 (STO) จากโลจิก " 0 " ไปเป็น " 1 " เพื่อบอกให้ส่วนควบคุมระบบทราบ แล้วจะได้ส่งค่าโลจิก " 1 " ออกมาที่ขา 10 (TOE) เพื่อที่จะปรับสภาพค่าอิมพีแดนซ์ของขาเอาท์พุท (Q1-Q4) ให้ต่ำลงและส่งข้อมูลไปยังส่วนควบคุมระบบต่อไป ซึ่งในขณะปกติเอาท์พุทเป็นไฮซ์อิมพีแดนซ์ อยู่นั้นจะไม่มีผลต่อการกดคีย์บอร์ด ของโทรศัพท์เพราะข้อมูลส่งออกมาไม่ได้

วงจรถอดรหัสสัญญาณ DTMF ส่วนที่ 2

ในส่วนที่ 2 การทำงานจริงของวงจรนั้นจะทำงานเหมือนกับภาคถอดรหัสในส่วนที่ 1 ที่ได้กล่าวไปในข้างต้น แต่ที่กล่าวไปแล้วนั้นจะถอดรหัสเฉพาะ ในกรณีของสัญญาณ DTMF ที่เรียกเข้ามาจากสายนอกเท่านั้น ซึ่งวงจรถอดรหัส DTMF ในส่วนนี้จะเป็นการถอดรหัสสัญญาณ DTMF ของคู่สายภายใน เช่น ในกรณีที่คู่สายภายในยกหูขึ้นมา ภาคตรวจจับการยกหูตรวจสอบได้ว่ามีการยกคู่สาย ส่วนควบคุมระบบ ก็จะสั่งให้ภาคครอสพอยท์ ต่อสัญญาณให้กดหมายเลข (Dial Tone) ไปยังคู่สายที่มีการยกหูเพื่อให้เรียกทำการกดหมายเลข ให้ส่วนถอดรหัสสัญญาณ DTMF ถอดรหัสออกมาว่าต้องการติดต่อภายในหรือภายนอก เช่น กด " 9 " เพื่อติดต่อภายนอก ภาคควบคุมระบบก็จะได้ส่งให้ส่วน ตรวจจับสัญญาณกระดิ่ง ทำการปรับอิมพีแดนซ์ให้ต่ำลงเหลือ 600 โอห์ม เหมือนกับการยกหูโทรศัพท์ทั่วไปแล้วก็ให้ผู้เรียกกดหมายเลขโทรศัพท์ที่ต้องการติดต่อไป ส่วนในกรณีที่ผู้ยกหูโทรศัพท์กดหมายเลขต่างๆคือ เป็นการติดต่อภายในภาควงจรถอดรหัสสัญญาณ DTMF ก็จะทำการถอดรหัสแล้วส่งไปให้ภาคควบคุมระบบ ภาคควบคุมระบบก็จะส่งสัญญาณให้กดหมายเลขไปยังคู่สายที่ยกหูกดเลขหมายภายในที่ต้องการติดต่อ ส่วนถอดรหัสสัญญาณ DTMF ก็จะถอดรหัสเพื่อที่จะทำการส่งให้ส่วนควบคุมระบบวิเคราะห์ต่อไป ว่าถ้าคู่สายที่เรียกไปนั้นว่างก็ส่งสัญญาณกระดิ่งไปให้ผู้ถูกเรียกและส่งสัญญาณเรียกกลับไปยังผู้ทำการเรียก ส่วนในกรณีที่ส่วนควบคุมระบบ ตรวจสอบแล้วพบว่าคู่สายที่เรียกไปไม่ว่างก็ส่งให้ส่วนครอสพอยท์ ต่อสัญญาณไม่ว่างให้ผู้ทำการเรียกทันที ในวงจรใช้งานจริงจะประกอบไปด้วยไอซี MT8870 ซึ่งด้านอิทพุทของวงจรจะต่ออยู่กับ ครอสพอยท์เพื่อที่จะควบคุมให้คู่สายภายในที่ทำการยกหูมาใช้บริการของภาค ถอดรหัส DTMF นี้ แบบแบ่งเวลากันส่วนทางด้านเอาท์พุทของวงจรต่ออยู่กับส่วนควบคุมระบบ เพื่อจะได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลตามที่ได้ถอดรหัสออกมาได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.5 แสดงวงจรถอดรหัสสัญญาณ DTMF

3.3 ภาควงจรตรวจจับสัญญาณกระดิ่ง (Ringing Signal Detect Section)

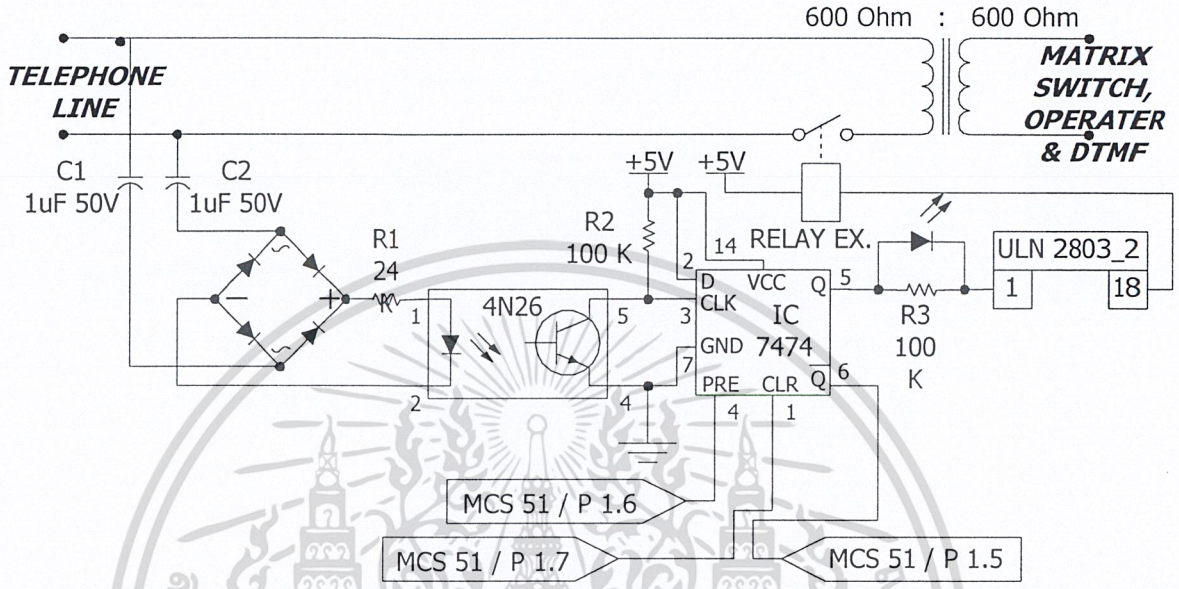
ในการตรวจจับสัญญาณกระดิ่ง จะต้องกำหนดสถานะเริ่มต้นของไอซี 7474 ซึ่งเป็น ดีฟลิปฟลอป (D-Flipflop) ซึ่งดูการควบคุมการทำงานของไอซี ได้จากตารางการทำงานรูปที่ 3.6

โดยก่อนที่จะมีสัญญาณกระดิ่งเข้ามาจะต้องทำการ Clear สถานะของขา Q ให้เป็น Low และ ทำการ Set $\overline{Q}$ ให้เป็น High ต่อจากนั้นทำการ Set ค่าของขา PRE และ CLR ให้เป็น High ทั้งคู่ เพื่อรอรับ Pulse ที่จะเข้ามาที่ขา CLK วงจรตรวจจับสัญญาณกระดิ่งที่ใช้ตามรูปที่ 3.6 มีการทำงานดังนี้

เมื่อสัญญาณเรียกเข้ามาจะมีแรงดันกระแสสลับประมาณ 100 โวลท์ วงจรส่วนหน้าคือ C1 กับ C2 ต่อประกอบกันเป็นวงจรถ่ายทอดสัญญาณกระดิ่ง โดยยอมให้ไฟฟ้ากระแสสลับผ่านได้เท่านั้นตามคุณสมบัติของคาปาซิเตอร์ เมื่อผ่านมาแล้วจะถูกเรกติฟายโดย BD1 แปลงเป็นสัญญาณพัลส์ 32 เฮิร์ต และถูกลดระดับด้วย R1 เพื่อให้มีแรงดันที่เหมาะสม แล้วจ่ายให้กับขาอินพุทของ ไอซี 4N26 ทำให้ LED ได้รับไบแอสตรงนำกระแสไฟฟ้าส่งแสง ไปยังรอยต่อของทรานซิสเตอร์ในไอซี 4N26 นำกระแสขึ้นมา ซึ่งทรานซิสเตอร์ใน 4N26 ถูกไบแอสให้เป็นสวิทช์ ซึ่งจะนำกระแสแรงดันที่ขา 5 ของ 4N26 ก็จะต่ำลง คือเกิดการเปลี่ยนแปลงขึ้นจากตอนแรกตัวมันจะไม่นำกระแสแรงดันที่ขา 5 ของ 4N26 จะมีค่าเท่ากับ 5 โวลท์ เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นส่งผลให้เกิดพัลส์ ไปยังขา CLK ของไอซี 7474 ทำให้ขา Q เปลี่ยนสถานะจาก Low เป็น High ส่งสัญญาณไปยังวงจรขับรีเลย์ ซึ่งใช้ ไอซี ULN 2803 ขับรีเลย์ขนาด 5 โวลท์ ส่งผลให้คู่สายมีค่าอิมพีแดนซ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต่ำประมาณ 600 โอห์ม เปรียบเสมือนการยกหูโทรศัพท์ และทำการต่อกับภาคถอดรหัสสัญญาณโทนความถี่คู่ตัวที่ 5 และจากขา $\overline{Q}$ ก็จะเปลี่ยนสถานะจาก High เป็น Low ส่งไปยังภาคควบคุม เพื่อบอกให้ทราบว่ามีการเรียกเข้ามา จากนั้นภาคควบคุมก็จะส่งสัญญาณไปควบคุมการส่งสัญญาณเสียง Automatic Answer ต่อไป รูปที่3.6 แสดงวงจรตรวจจับสัญญาณกระดิ่ง

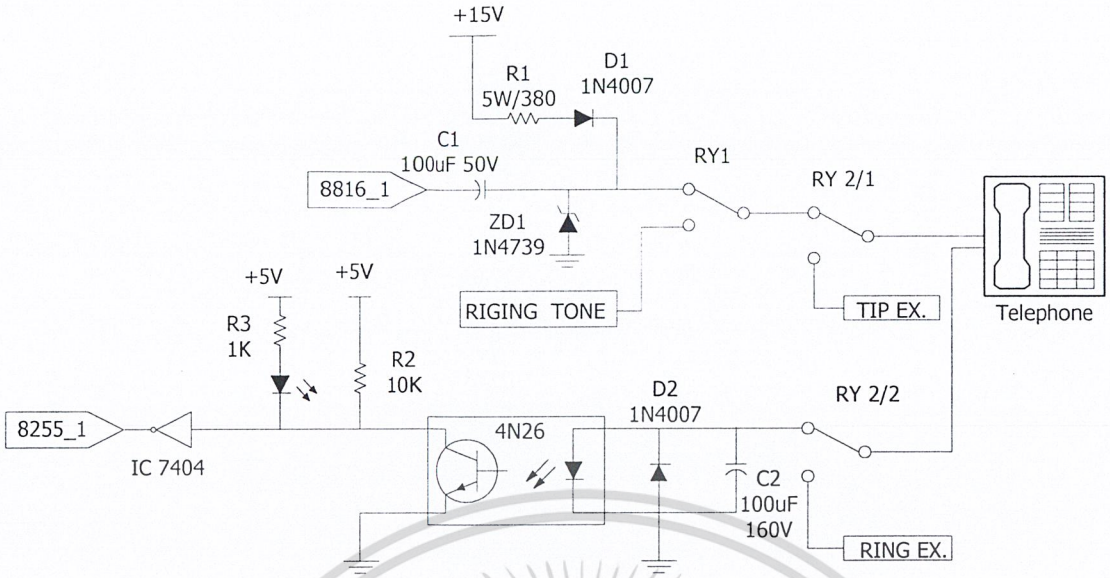


รูปที่3.6 แสดงวงจรตรวจจับสัญญาณกระดิ่ง

3.4 ภาควงจรเชื่อมต่อคู่สายภายใน (Internal Line Interface Section)

จากรูปที่ 3.7 รีเลย์2 (RY2) ทำหน้าที่เป็นสวิทช์ตัดต่อในกรณีที่ไฟดับ หน้าสัมผัสจะตัดต่อในกรณีที่ไฟดับหน้าสัมผัสจะตัดต่อคู่สายเพียงคู่สายเดียว โดยติดต่อกับคู่สายภายนอกโดยอัตโนมัติ ตัวต้านทาน R1 กับไดโอด D1 ทำหน้าที่ป้อนไฟเลี้ยงซึ่งเป็นไฟตรงขนาด 15 โวลท์ และป้องกันสัญญาณย้อนกลับโดยไดโอด D1 ผ่านมาที่ รีเลย์1 (RY1) เป็นสวิทช์ตัดต่อสัญญาณกระดิ่งในกรณีที่มีการติดต่อกันถูกควบคุมโดยส่วนขับรีเลย์ ผ่านมาที่ C1 เป็นตัวเก็บประจุคับปลิ้งสัญญาณส่งต่อไปยังเมทติกซ์สวิทช์ ทางด้าน C2 กับ D2 เป็นตัวเก็บประจุกับไดโอดที่ช่วยป้องกันแรงดันไฟเกินให้กับ ไอซี 4N26 Opto Isolator ซึ่งทำการตรวจจับสัญญาณการยกหูโทรศัพท์ ส่งไปให้ซีพียูรับรู้ คู่สายภายใน1 คู่ จะมีรีเลย์2 (RY2) ป้องกันในเวลาไฟดับโดยการตัดต่อกับคู่สายภายนอกโดยตรง ส่วนคู่สายภายในคู่เหลืออีก 7 คู่สาย จะไม่มี รีเลย์2 (RY2) ชุดนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

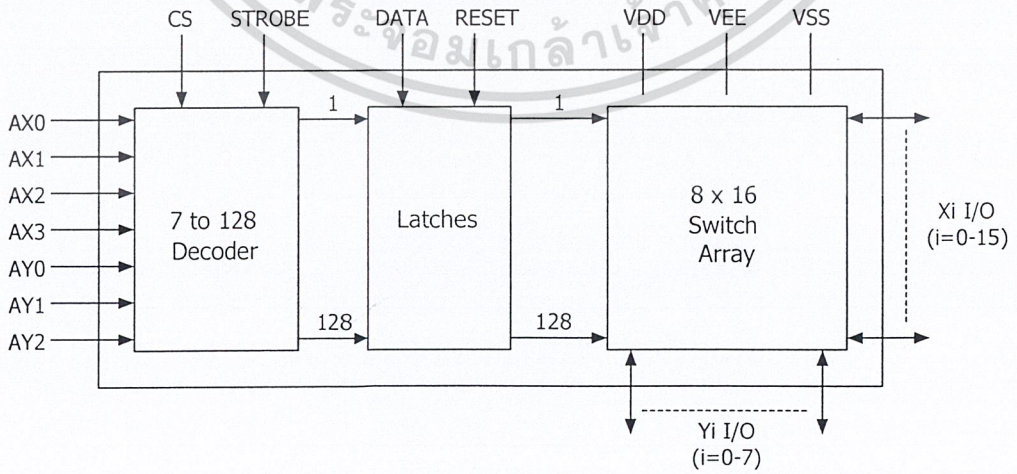


รูปที่ 3.7 แสดงวงจรเชื่อมต่อคู่สายภายใน

3.5 เมทริกซ์สวิทช์และภาคควบคุม (Matrix Switch And Control Circuit Section)

3.5.1 เมทริกซ์สวิทช์ (Matrix Switch)

การทำงานของเมทริกสวิทช์นี้เป็นส่วนสำคัญส่วนหนึ่งของชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติ เพราะเป็นศูนย์กลางการติดต่อสื่อสารต่างๆ ได้แก่ ช่องสัญญาณให้หมุน(Dial Tone), สัญญาณไม่ว่าง (Busy Tone), สัญญาณเรียกกลับ (Ring Back Tone), ส่วนตอบรับอัตโนมัติ, ส่วนถอดรหัสสัญญาณโทนความถี่คู่ และช่องสัญญาณคู่สายภายในและคู่สายนอก ซึ่งการทำงานของวงจรส่วนนี้ใช้ไอซีเบอร์ MT8816 ซึ่งมีลักษณะเป็น 8 x 16 Analog Switch Array ซึ่งมีโครงสร้างภายในแสดงดังรูปที่ 3.8



รูปที่ 3.8 แสดงโครงสร้างภายในของไอซี MT 8816

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การใช้งานเมทริกซ์สวิทช์มีรายละเอียดต่างๆ มีดังนี้

1. AX0,AX1,AX2,AX3,AY0,AY1,AY2 เป็นตัวกำหนดตำแหน่งจุดต่อของสวิทช์

2. Data กับ Strobe เป็นตัวควบคุมการเซ็ทสวิทช์ และรีเซ็ทสวิทช์ตามตำแหน่งที่กำหนด ถ้าป้อนขา Data กับ Strobe ด้วยลอจิก "1" ทั้งคู่ จะเป็นการรีเซ็ทสวิทช์ค้าง ถ้าป้อนขา Data ด้วยลอจิก "0" และป้อนขา Strobe ด้วยลอจิก "1" จะเป็นการรีเซ็ทสวิทช์ให้แยกออกจากกัน

3. CS เป็นขาเลือกตัวไอซี ในกรณีที่ใช้ MT8816 เพียงตัวเดียวให้ต่อกับลอจิก "1" ตลอด ถ้าใช้เมทริกซ์สวิทช์หลายตัวจะใช้ขานี้เป็นตัวเลือกโดยจะ Active High

4. ขา Reset จะถูก reset โดยภาคควบคุม (control) เมื่อมีการเปิดเครื่องใหม่ ไอซีเมทริกซ์สวิทช์จะทำการรีเซ็ทสภาวะเดิมทั้งหมดเพื่อเริ่มการทำงานใหม่

การถอดรหัส Address ต่างๆ ของ ไอซี MT 8816 ได้แสดงรายละเอียดในตารางที่ 3.2

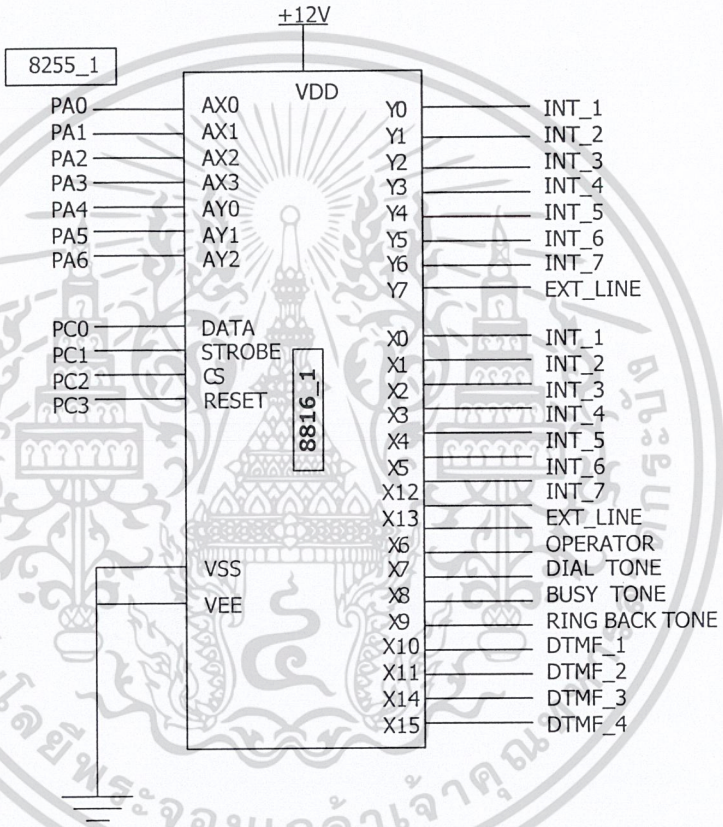
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

AX0	AX1	AX2	AX3	AY0	AY1	AY2	CONNECTION
0	0	0	0	0	0	0	X0-Y0
1	0	0	0	0	0	0	X1-Y0
0	1	0	0	0	0	0	X2-Y0
1	1	0	0	0	0	0	X3-Y0
0	0	1	0	0	0	0	X4-Y0
1	0	1	0	0	0	0	X5-Y0
0	1	1	0	0	0	0	X12-Y0
1	1	1	0	0	0	0	X13-Y0
0	0	0	1	0	0	0	X6-Y0
1	0	0	1	0	0	0	X7-Y0
0	1	0	1	0	0	0	X8-Y0
1	1	0	1	0	0	0	X9-Y0
0	0	1	1	0	0	0	X10-Y0
1	0	1	1	0	0	0	X11-Y0
0	1	1	1	0	0	0	X14-Y0
1	1	1	1	0	0	0	X15-Y0
0 ↓ 1	0 ↓ 1	0 ↓ 1	0 ↓ 1	1 ↓ 1	0 ↓ 0	0 ↓ 0	X0-Y1 ↓ X15-Y1
0 ↓ 1	0 ↓ 1	0 ↓ 1	0 ↓ 1	0 ↓ 0	1 ↓ 1	0 ↓ 0	X0-Y2 ↓ X15-Y2
0 ↓ 1	0 ↓ 1	0 ↓ 1	0 ↓ 1	1 ↓ 1	1 ↓ 1	0 ↓ 0	X0-Y3 ↓ X15-Y3
0 ↓ 1	0 ↓ 1	0 ↓ 1	0 ↓ 1	0 ↓ 0	0 ↓ 0	1 ↓ 1	X0-Y4 ↓ X15-Y4
0 ↓ 1	0 ↓ 1	0 ↓ 1	0 ↓ 1	1 ↓ 1	0 ↓ 0	1 ↓ 1	X0-Y5 ↓ X15-Y5
0 ↓ 1	0 ↓ 1	0 ↓ 1	0 ↓ 1	0 ↓ 0	1 ↓ 1	1 ↓ 1	X0-Y6 ↓ X15-Y6
0 ↓ 1	0 ↓ 1	0 ↓ 1	0 ↓ 1	1 ↓ 1	1 ↓ 1	1 ↓ 1	X0-Y7 ↓ X15-Y7

ตารางที่ 3.2 แสดงการ Decode Address ของ ไอซี MT8816

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

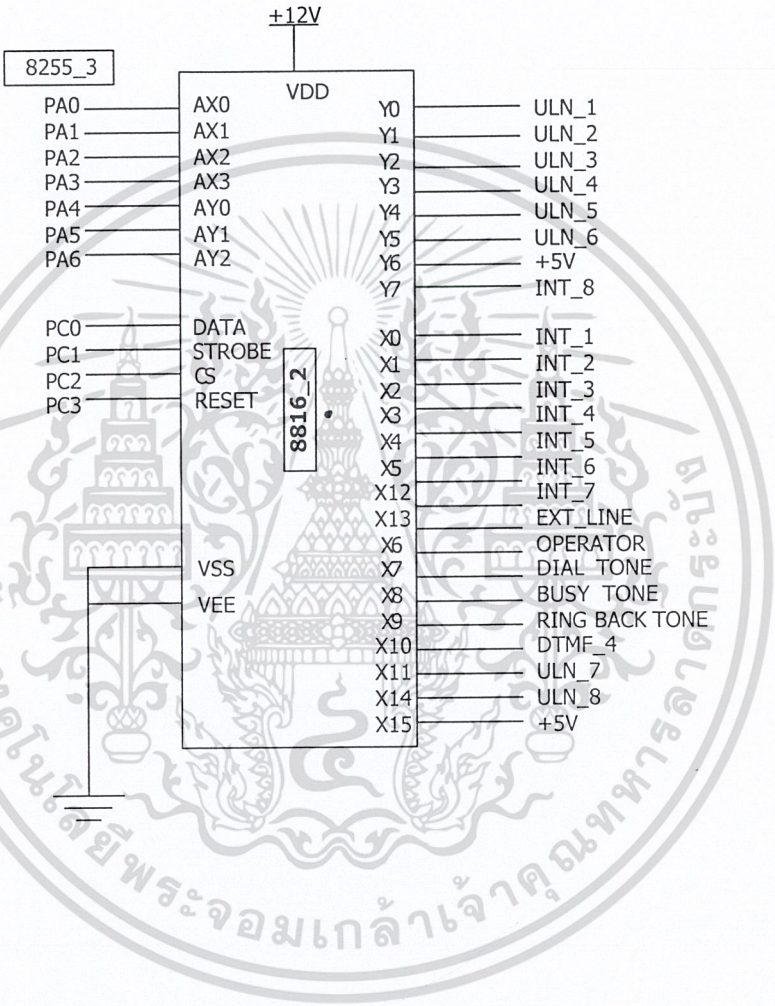
การใช้งานเมทริกซ์สวิทช์ ตัวที่ 1 มีการใช้ช่องสัญญาณตามรูปที่ 3.9



รูปที่ 3.9 แสดงช่องสัญญาณการใช้งานไอซี MT8816 ตัวที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การใช้งานเมทริกซ์สวิทช์ ตัวที่ 2 มีการใช้ช่องสัญญาณตามรูปที่ 3.10

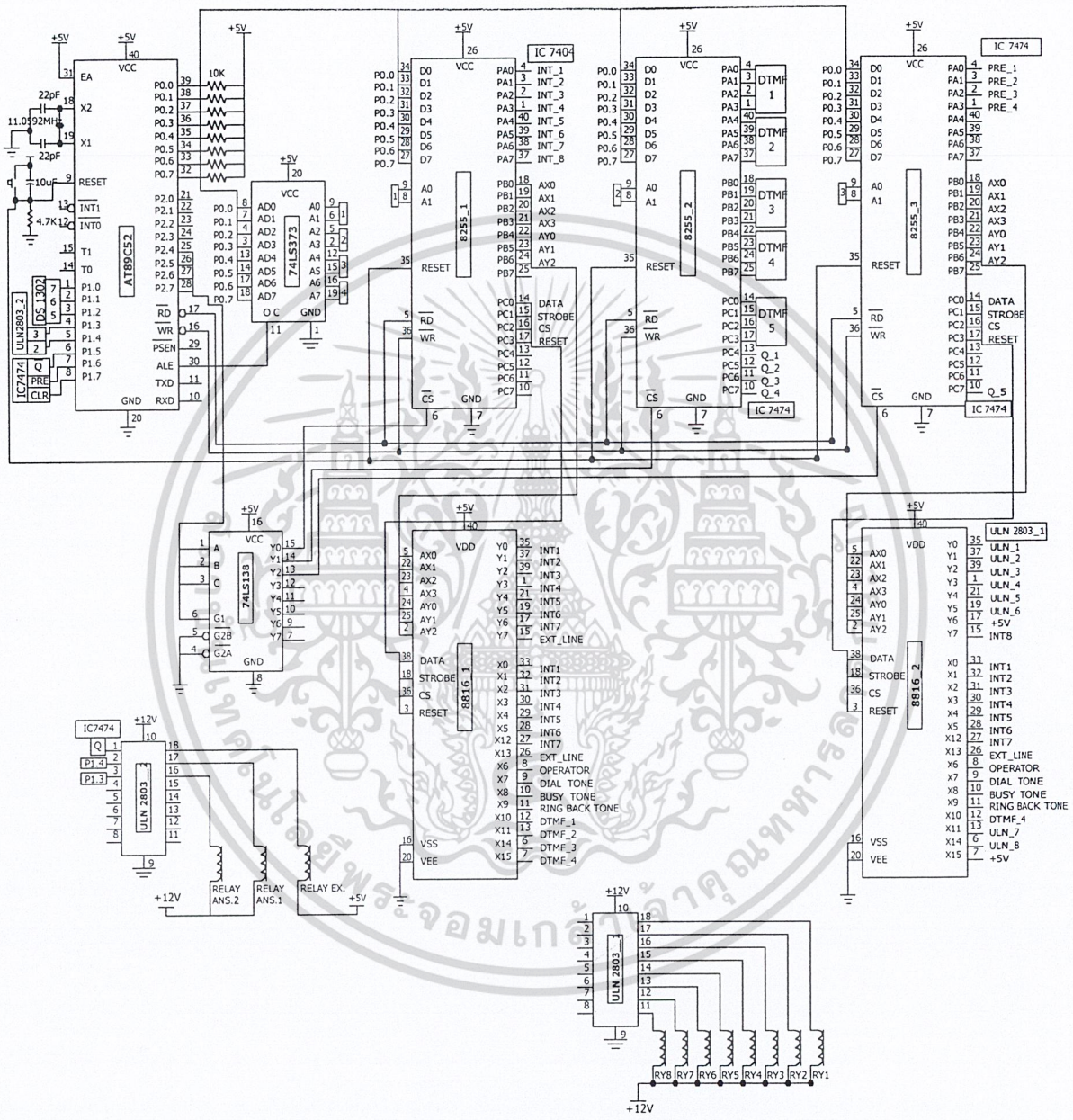


รูปที่ 3.10 แสดงช่องสัญญาณการใช้งานไอซี MT8816 ตัวที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.2 ภาคควบคุม (Control Circuit Section)

ส่วนควบคุมเป็นหัวใจของการทำงานของตู้ชุมสายสาขาอัตโนมัตินี้ สามารถแสดงวงจรดังรูปที่ 3.11 และสามารถดูโฟลว์ชาร์ทอธิบายการทำงานที่ภาคผนวกด้านหลัง

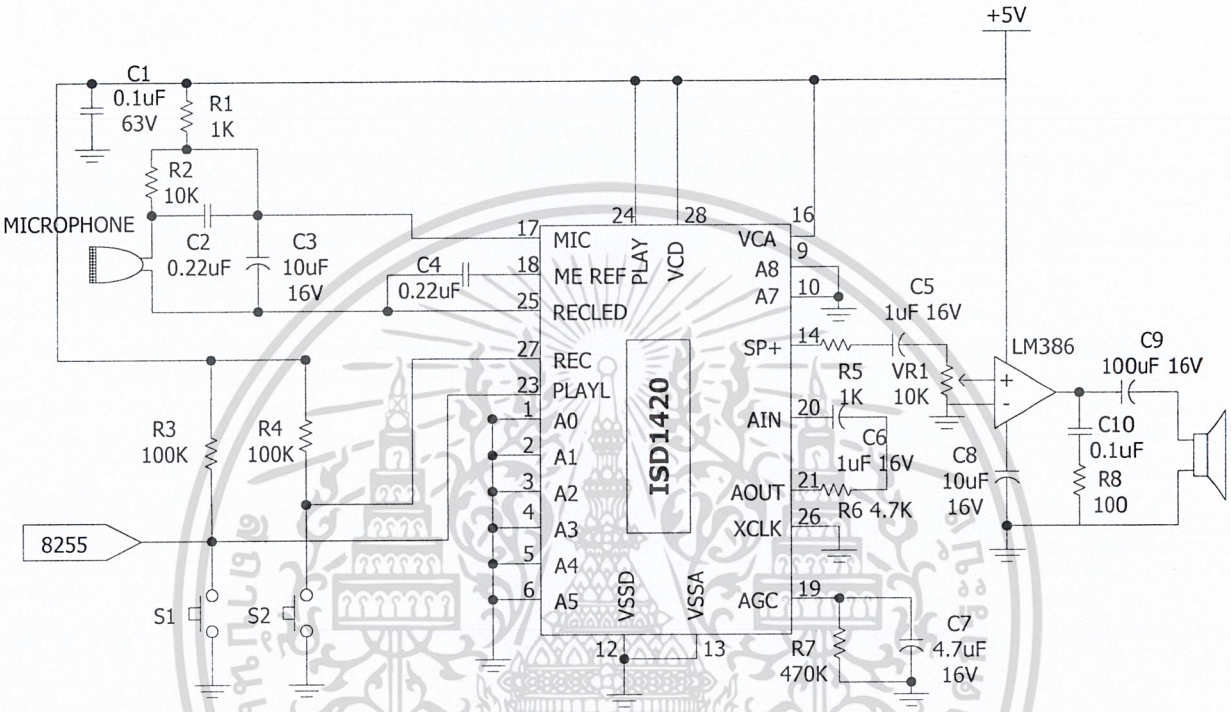


รูปที่ 3.11 แสดงวงจรภาคควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6 ภาคตอบรับอัตโนมัติ (Automatic Answer)

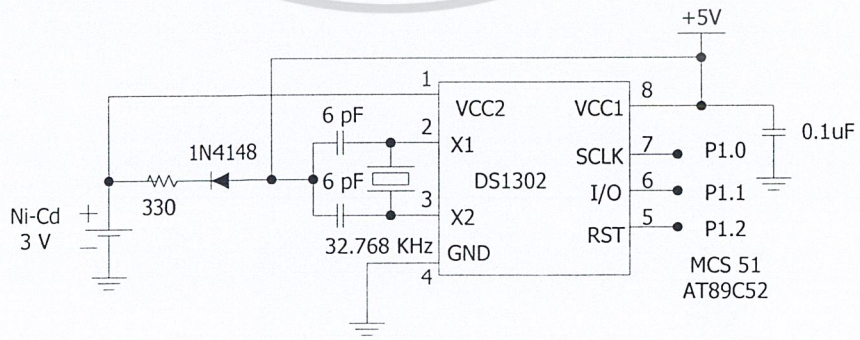
วงจรตอบรับอัตโนมัตินี้ใช้ไอซี ISD 1420 ทำหน้าที่บันทึกเสียง หรือส่วนตอบรับอัตโนมัติของตู้ชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัตินี้ เมื่อมีสายนอกโทรเข้ามาส่วนควบคุมจะสั่งวงจรตอบรับนี้ทำหน้าที่เป็นโอเปอเรเตอร์รับสายและเมื่อคู่สายภายในเกิดไม่ว่างก็จะบอกให้เลือกกดหมายเลขภายในหมายเลขอื่นหรือทำการติดต่อกลับมาใหม่ รูปที่3.12 แสดงวงจรตอบรับอัตโนมัติ



รูปที่ 3.12 แสดงวงจรตอบรับอัตโนมัติ

3.7 ภาคจับเวลา

วงจรจับเวลานี้สร้างขึ้นเพื่อจำกัดการใช้โทรศัพท์คู่สายภายในเพื่อโทรออกในเวลาที่กำหนดไว้ ใช้ไอซีเบอร์ DS1320 ซึ่งแสดงดังรูปที่ 3.13



รูปที่ 3.13 แสดงวงจรจับเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.8 ภาคแหล่งจ่ายไฟ (Power Supply Section)

ชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติที่สร้างขึ้นนี้ใช้ไฟเลี้ยงวงจรส่วนต่างๆให้ทำงานต้องการแรงดันไฟกระแสตรงขนาด +5 โวลท์ +12 โวลท์ +15 โวลท์ และไฟกระแสสลับขนาด 100 โวลท์พีคทูพีค

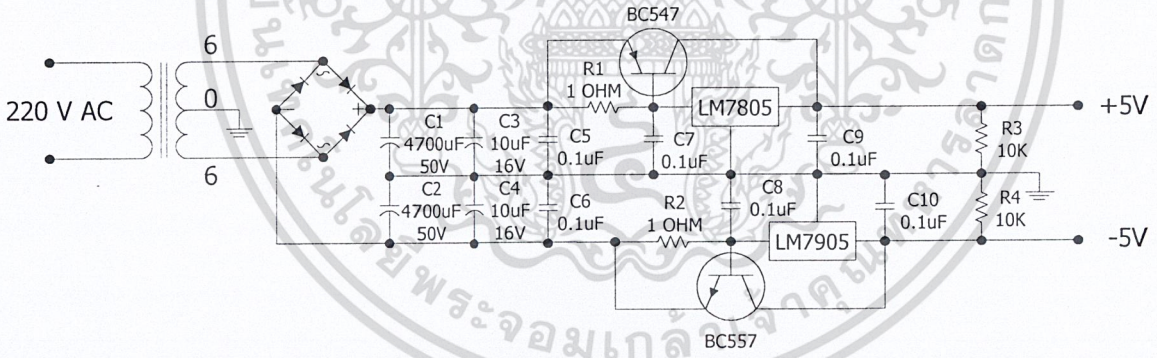
ดังนั้นจึงกล่าวแยกเป็น 2 ส่วน คือ

1. แหล่งจ่ายไฟกระแสตรง

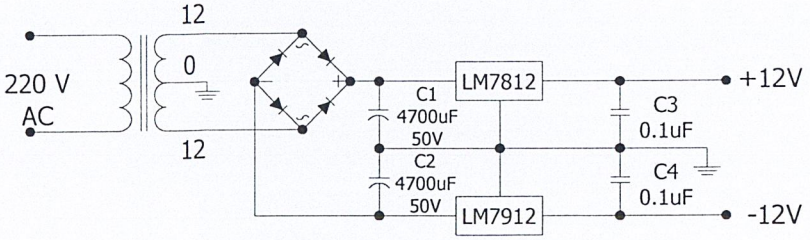
แรงดัน ±5 โวลท์ สร้างได้โดยป้อนแรงดันไฟกระแสสลับจากหม้อแปลงขนาด 6 โวลท์ผ่านวงจรบริดจ์เรกติฟาย กรองแรงดันด้วยตัวคาปาซิเตอร์ ใช้เรกูเรเตอร์ปรับแรงดันให้มีความเรียบของสัญญาณมากขึ้น และใช้ทรานซิสเตอร์เบอร์ BC547 เพื่อเพิ่มความสามารถในการจ่ายกระแสของวงจร

แรงดัน ±12 โวลท์ สร้างได้โดยป้อนแรงดันไฟกระแสสลับจากหม้อแปลงขนาด 12 โวลท์ผ่านวงจรบริดจ์เรกติฟาย กรองแรงดันด้วยตัวคาปาซิเตอร์ ใช้เรกูเรเตอร์ปรับแรงดันให้มีความเรียบของสัญญาณมากขึ้น

แรงดัน +15 โวลท์สร้างได้โดยป้อนแรงดันไฟกระแสสลับจากหม้อแปลงขนาด 12 โวลท์ผ่านวงจรบริดจ์เรกติฟาย กรองแรงดันด้วยตัวคาปาซิเตอร์ ใช้ ไอซีเบอร์ LM317T ปรับแรงดันให้มีความเรียบของสัญญาณซึ่งต่อร่วมกับตัวความต้านทานปรับค่าได้และไดโอด โดยไดโอด D1 ช่วยป้องกันแรงดันย้อนกลับ ส่วนตัวความต้านทานปรับค่าได้ ใช้ในการปรับแรงดันเอาท์พุทให้มีค่า +15 โวลท์ สวนไดโอด D3 จะป้องกันแรงดันลบออกไปทางเอาท์พุท แสดงวงจรดังรูปที่ 3.14 รูปที่ 3.15 และรูปที่ 3.16

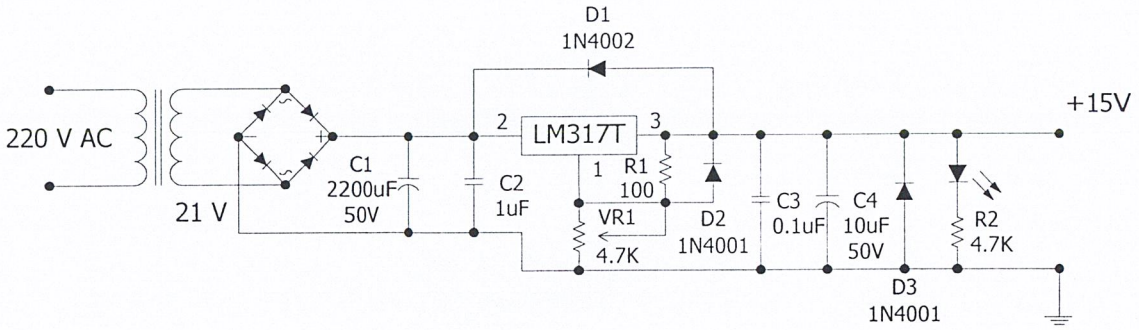


รูปที่ 3.14 แสดงวงจรแหล่งจ่ายไฟ ±5 โวลท์



รูปที่ 3.15 แสดงวงจรแหล่งจ่ายไฟ ± 12 โวลท์

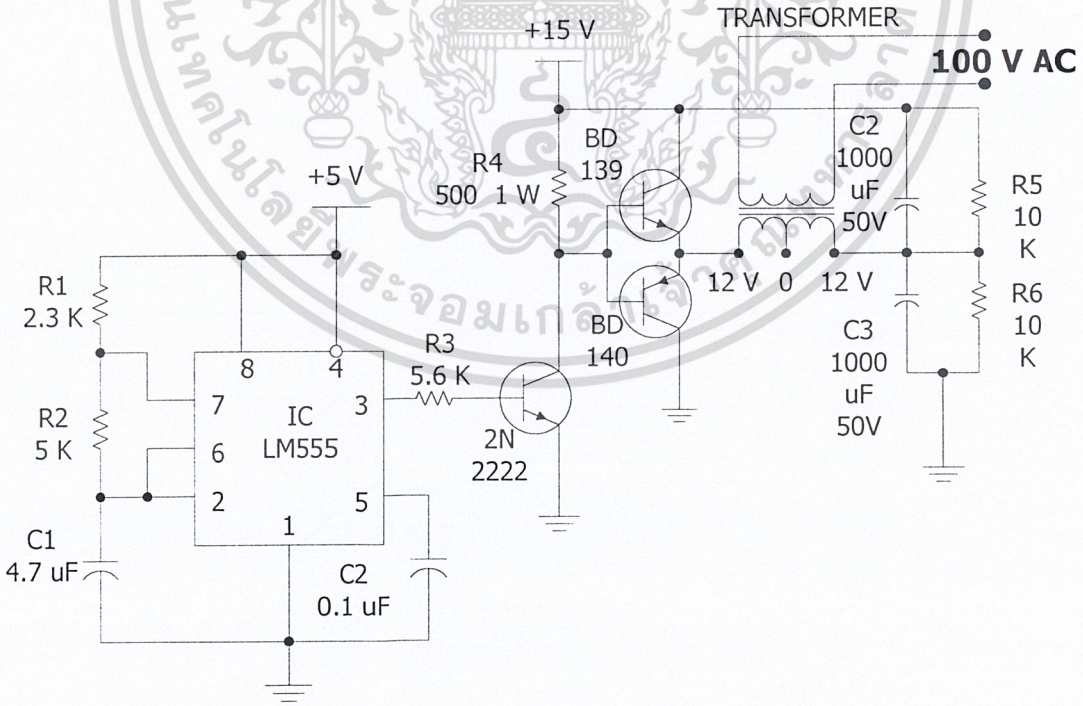
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.16 แสดงวงจรแหล่งจ่ายไฟ 15 โวลท์

2. แหล่งจ่ายไฟกระแสสลับ

รูปที่ 3.17 แสดงแรงดันไฟกระแสสลับขนาด 100 โวลท์พีคทูพีค สร้างขึ้นเพื่อขับสัญญาณกระดิ่งที่ภาคกำเนิดสัญญาณ โดยใช้ไอซีเบอร์ 555 สร้างสัญญาณที่มีความถี่ประมาณ 25 เฮิร์ต ซึ่งสัญญาณกระแสสลับนี้จะไปขับทรานซิสเตอร์ BD139 และ BD140 ให้เกิดสัญญาณกระแสสลับ 12 โวลท์ ความถี่ประมาณ 25 เฮิร์ต คร่อมหม้อแปลงด้านอินพุท (Primary) ซึ่งจะเหนี่ยวนำให้เกิดกระแสสลับด้านเอาท์พุท (Secondary) ของหม้อแปลงมีค่าประมาณ 100 โวลท์ ความถี่ประมาณ 25 เฮิร์ต ซึ่งนำไปใช้ในการสร้างสัญญาณกระดิ่ง



รูปที่ 3.17 แสดงวงจรแหล่งจ่ายไฟกระแสสลับ 100 โวลท์พีคทูพีค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

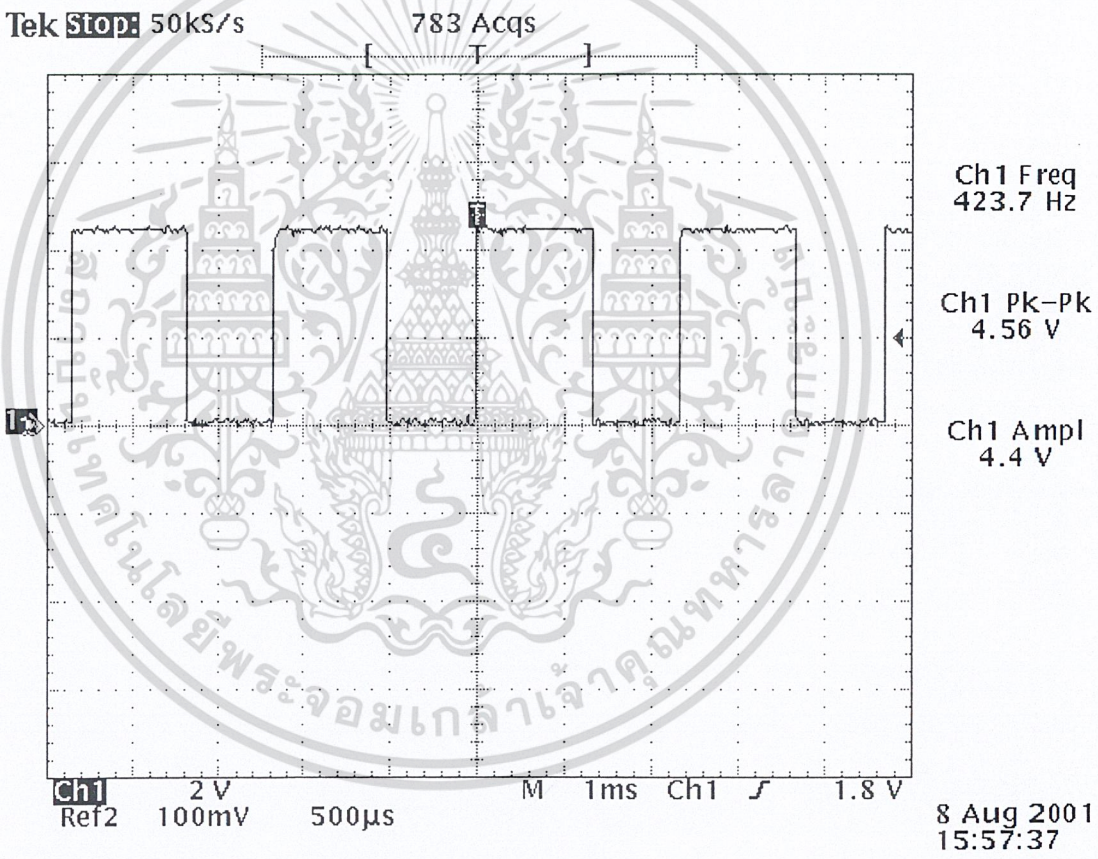
บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

4.1 ผลการทดลองของวงจรสร้างสัญญาณโทรศัพท์

4.1.1 สัญญาณให้หมุน (Dial Tone)

เมื่อทำการวัดสัญญาณเอาท์พุตที่ขา 3 ของ IC LM555 ในรูปวงจรที่ 3.1 จะได้สัญญาณดังรูปที่ 4.1

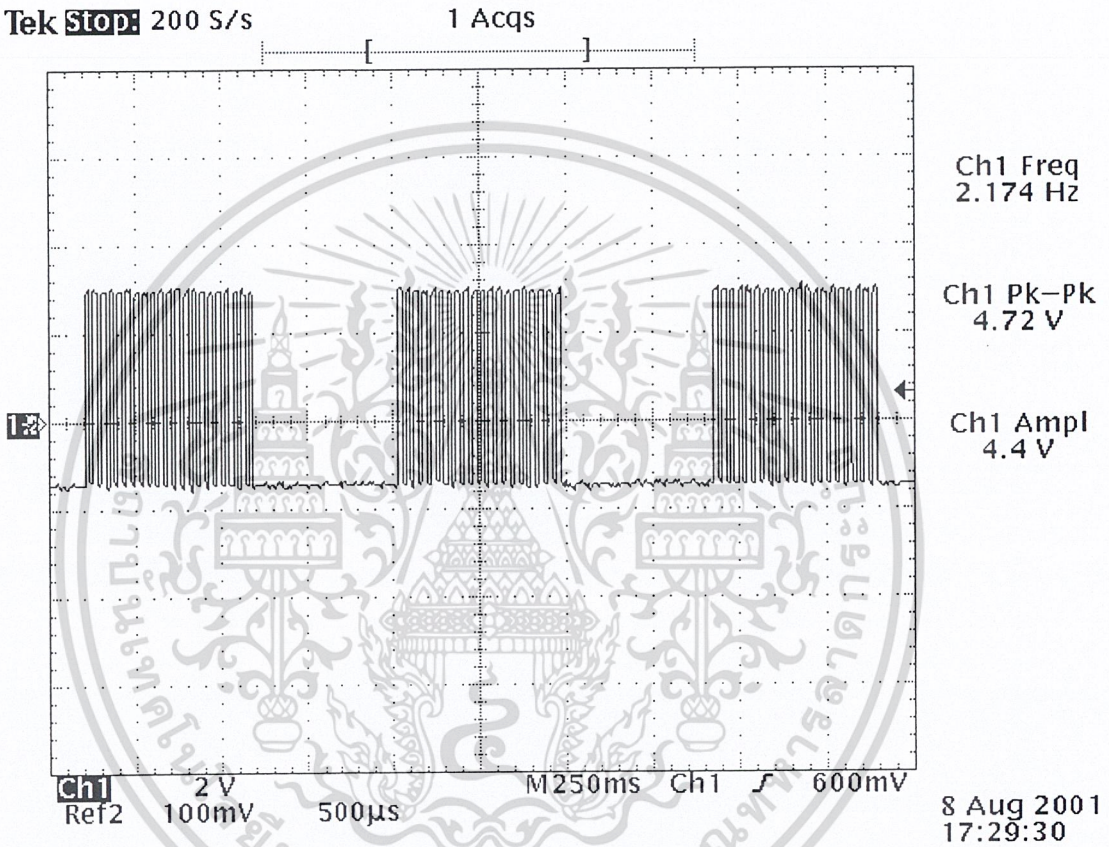


รูปที่4.1 สัญญาณให้หมุน (Dial Tone)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2 สัญญาณไม่ว่าง (Busy Tone)

เมื่อทำการวัดสัญญาณเอาท์พุตที่ขา 9 ของ IC NE556 ในวงจรที่ 3.2 จะได้สัญญาณดังรูปที่ 4.2

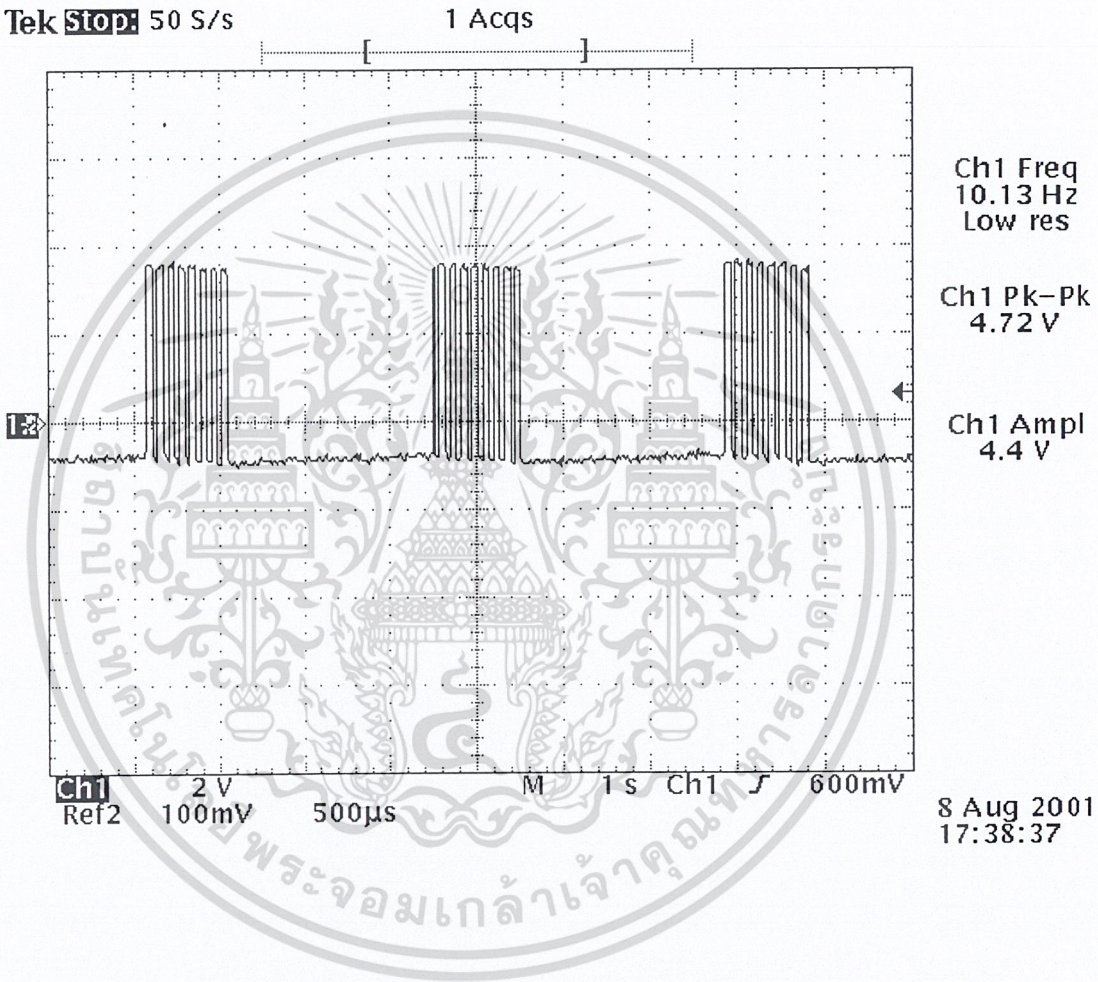


รูปที่ 4.2 สัญญาณไม่ว่าง (Busy Tone)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.3 สัญญาณเรียกกลับ (Ring Back Tone)

เมื่อทำการวัดสัญญาณเอาท์พุตที่ขา 9 ของ IC NE556 ในรูปวงจรที่ 3.3 จะได้สัญญาณดังรูปที่ 4.3

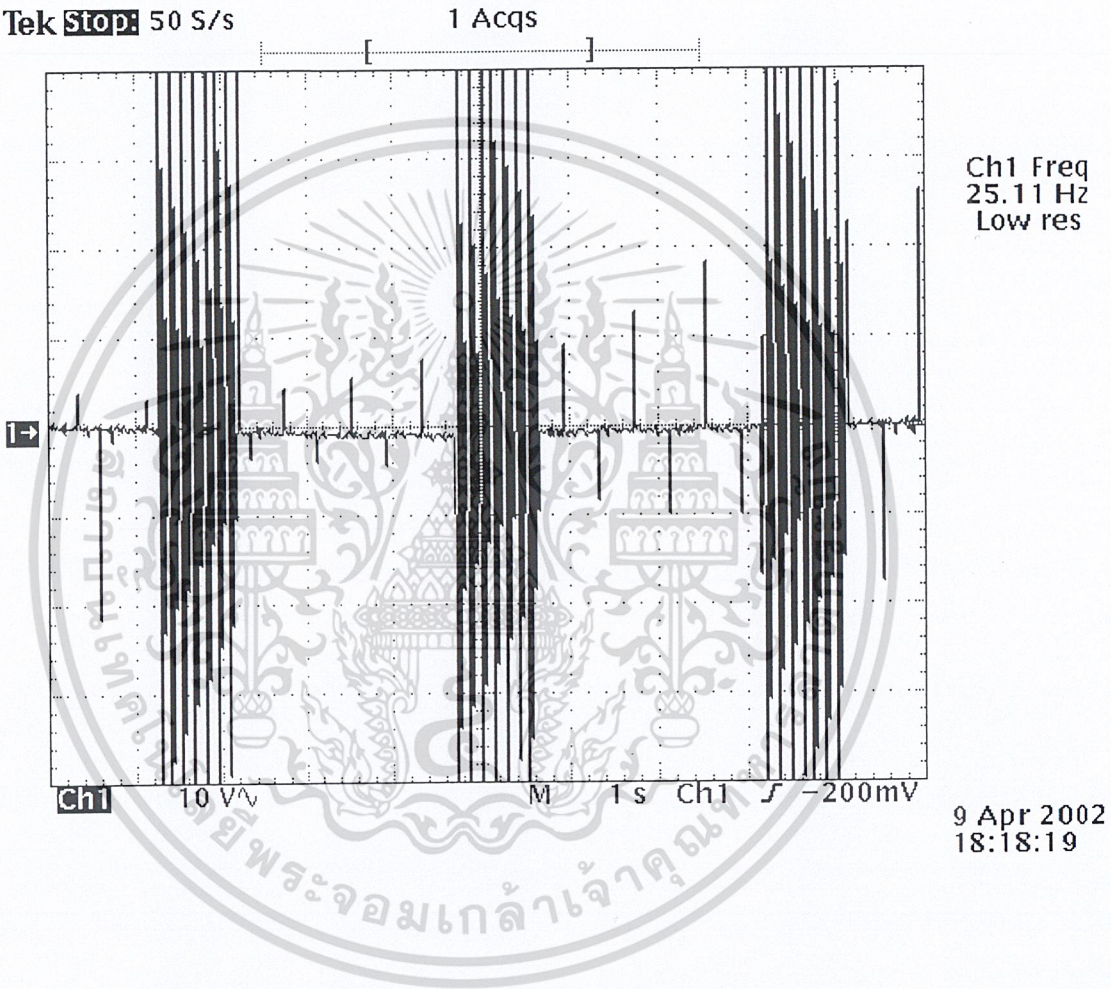


รูปที่ 4.3 สัญญาณเรียกกลับ (Ring Back Tone)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.4 สัญญาณกระดิ่ง (Ringing Tone)

เมื่อทำการวัดสัญญาณที่ Q4010 ได้สัญญาณกระดิ่งดังรูปที่ 4.4



รูปที่ 4.4 แสดงสัญญาณกระดิ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ผลการทดลองวงจร DTMF

ต่อวงจรตามรูปที่ 3.6 แล้วนำ LED มาต่อที่ขา 11-14 ของไอซี MT8870 ซึ่งเป็นขาเอาท์พุทและป้อนไฟเลี้ยงที่ขา 10 (TOE) เพื่อให้มีสภาวะลอจิกเป็น " 1 " นำเครื่องโทรศัพท์มาต่อเข้ากับด้านอินพุทเมื่อกดปุ่มหมายเลขต่างๆ บนแป้นโทรศัพท์ จะได้ผลดังตารางดังนี้

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

ON = หมายเลขที่กด

ตารางที่ 4.1 ผลการทดลองวงจร DTMF

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
บทสรุปและบทวิจารณ์

ตู้ชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัตินี้ เมื่อทำการแยกส่วนทดลองจะไม่พบปัญหาแต่อย่างใด แต่ถ้าเอาวงจรหลายส่วนมาต่อกันจะเกิดการกวนกันในบางส่วน ซึ่งสามารถแก้ไขได้ทางฮาร์ดแวร์ ปัญหาส่วนมากเกิดขึ้นกับระบบควบคุม ที่ต้องใช้เวลาในการแก้ไขข้อผิดพลาดมาก ในส่วนซอฟท์แวร์นี้ได้เขียนขึ้นใหม่หมดให้สอดคล้องกับส่วนฮาร์ดแวร์ ซึ่งได้เพิ่มส่วนของวงจรจับเวลาเข้ามาจำกัดเวลาการโทรออกของคู่สายภายใน การเพิ่มส่วนของวงจรตอบรับอัตโนมัติ เพื่อให้ผู้ที่ติดต่อเข้ามาสามารถกดหมายเลขคู่สายภายในหมายเลขใหม่โดยไม่ต้องทำการวางหู

แนวทางการพัฒนาโครงงานสำหรับผู้ที่สนใจ สามารถเพิ่มส่วนการฝากข้อความ การแสดงหมายเลขที่โทรเข้าแต่ทั้งนี้ต้องทราบด้วยว่าชุมสายโทรศัพท์ท้องถิ่นที่ตู้ชุมสายสาขานี้ใช้งานอยู่ได้ให้บริการส่งหมายเลขโทรเข้าด้วย ตลอดจนการเปลี่ยนระบบสวิทชิงซึ่งสามารถใช้ ไทม์ดิวิชันสวิทช์ (Time Division Switch) ซึ่งผู้ที่สนใจสามารถหาข้อมูลเพิ่มเกี่ยวกับ PABX รุ่นที่ 3 ที่เรียกว่า CBX (Computerized Branch Exchange)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

1. สมยศ จุณณะปิยะ , "การประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์" , คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

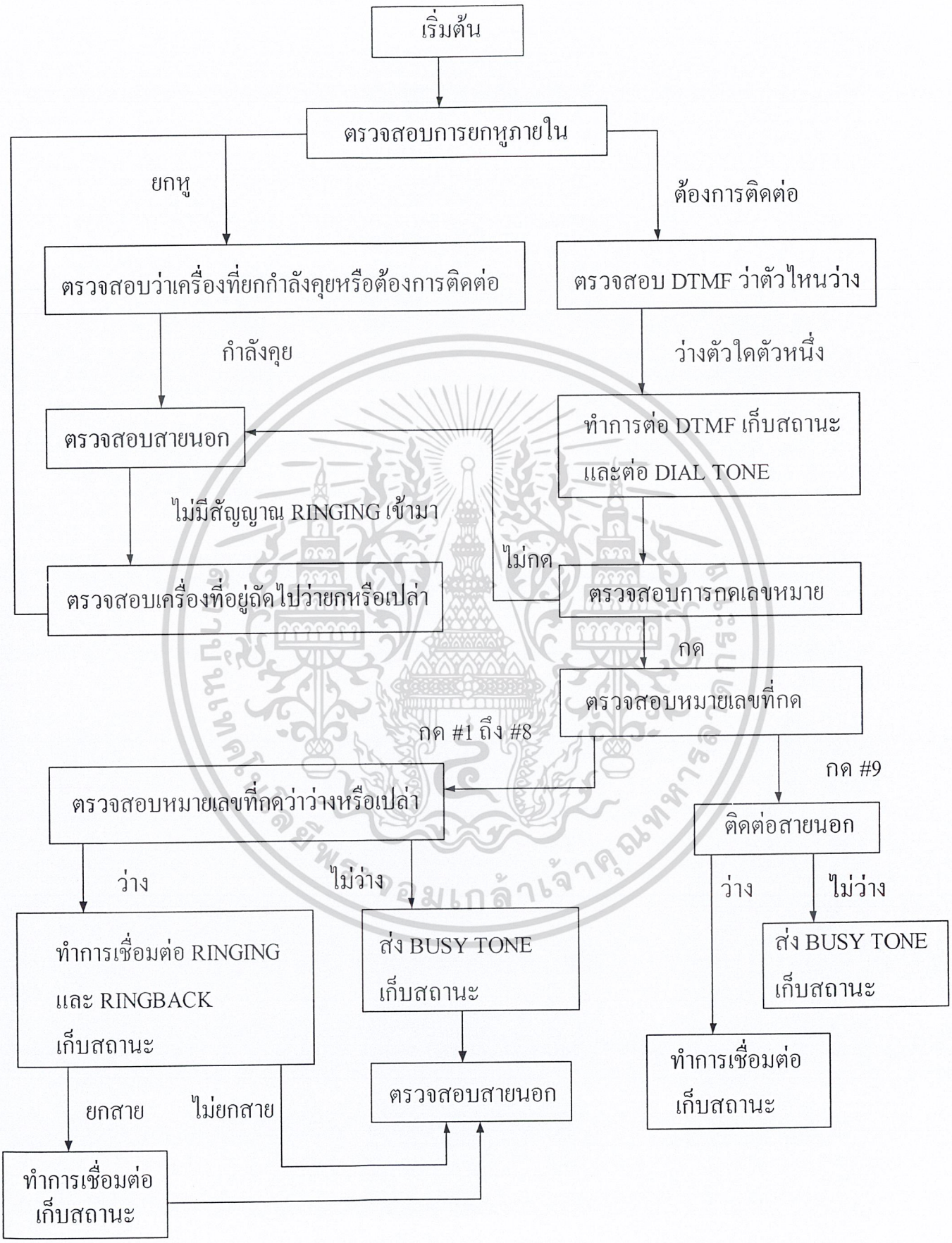
2. สุรพล บุญจันทร์ , "Telephone Engineer" , เอกสารการสอน , ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

3. ธีรวัฒน์ ประกอบผล , "การประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์" , สำนักพิมพ์ ส.ส.ท.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        ORG     0000H

;==================INITIAL
CONDITION==============================
        CLR     P1.5
        CLR     P1.4    ; CLEAR AUTO ANSWER_1
        CLR     P1.3    ; CLEAR AUTO ANSWER_2
        MOV     70H,#7AH    ; KEEP EXTERNAL CONNECT TO INTERNAL
        MOV     71H,#0A7H   ; KEEP INTERNAL CONNECT TO EXTERNAL
        MOV     2EH,#0FFH   ; CHECK INTERNAL TALKING
        MOV     20H,#00H    ; CHECK WHICH INTERNAL HOOK OFF
        MOV     21H,#00H    ; CHECK WHICH DTMF_1,2 USING
        MOV     22H,#00H    ; CHECK WHICH INTERNAL WANT TO CONNECT
EXTERNAL
        MOV     26H,#00H    ; CHECK WHICH INTERNAL GIVED DIAL TONE
        MOV     28H,#00H    ; CHECK WHICH INTERNAL GIVED BUSY TONE
        MOV     2AH,#00H    ; CHECK WHICH INTERNAL GIVED RING BACK
TONE
        MOV     2CH,#00H    ; KEEP WHICH DTMF_1,2 CONNECT TO INTERNAL
        CLR     0EH     ; CHECK USING EXTERNAL
        CLR     58H     ; CHECK CALLED TELEPHONE HOOK OFF
        MOV     2FH,#00H    ; CHECK WHICH INTERNAL GIVED RINGING TONE
        MOV     23H,#00H    ; WHEN INT. HOOK ON / CHECK INTERNAL
SWITCH OFF
        MOV     R0,#80H     ; KEEP INT.CALLED TO INT_1
        MOV     @R0,#0AH
        MOV     R0,#81H     ; KEEP INT.CALLED TO INT_2
        MOV     @R0,#1AH
        MOV     R0,#82H     ; KEEP INT.CALLED TO INT_3
        MOV     @R0,#2AH
        MOV     R0,#83H     ; KEEP INT.CALLED TO INT_4
        MOV     @R0,#3AH
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;==============================CONTROL
8255_1,2,3================================

        CALL    DELAY
        MOV     A,#90H      ; 8255_1 PORT A:INPUT,B&C:OUTPUT
        MOV     DPTR,#8003H
        MOVX    @DPTR,A


        MOV     A,#9BH      ; 8255_2 PORT A,B,C:INPUT
        MOV     DPTR,#900CH
        MOVX    @DPTR,A

        MOV     A,#88H      ; 8255_3 PORT A,B,C-L:OUTPUT,C-H:INPUT
        MOV     DPTR,#0A030H
        MOVX    @DPTR,A

;==================PREPAIR TO RECEIVE RINGING FROM
EXTERNAL============

        SETB    P1.6
        CLR     P1.7
        CALL    DELAY_1S
        SETB    P1.6
        SETB    P1.7

;=================PREPAIR TO RECEIVE PRESSION
NUMBER==================

        CLR     P1.0
        CLR     P1.1
        CLR     P1.2
        CALL    DELAY_1S
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        SETB    P1.0
        SETB    P1.1
        SETB    P1.2

;====================RESET  MATRIC
SWITCH_1&2=========================

        MOV     DPTR,#8002H
        MOV     A,#06H
        MOVX    @DPTR,A
        MOV     A,#0EH
        MOVX    @DPTR,A
        MOV     A,#06H
        MOVX    @DPTR,A

        MOV     DPTR,#0A020H
        MOV     A,#06H
        MOVX    @DPTR,A
        MOV     A,#0EH
        MOVX    @DPTR,A
        MOV     A,#06H
        MOVX    @DPTR,A

;====================MAIN
PROGRAM===================================

LOOP:   MOV     DPTR,#8000H
        MOVX    A,@DPTR
        MOV     20H,A
W1:     JB      00H,C_1     ; CHECK INT.1 HOOK OFF
        SETB    70H
        JNB     18H,W2
        MOV     A,71H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    ANL         A,#0F0H
    CJNE        A,#00H,G_1
    MOV         A,#07H
    CALL        S1_DATA
    CALL        STRA_OFF
    CALL        HOOK_ON_EXT
G_1: MOV        R0,#80H
    MOV         A,@R0
    CALL        SW_OFF_1
    CALL        C_EXT_READ_PA
    CLR         18H
    CALL        OFF_EXT
    JMP         W2
C_1: JMP        C1_1

 W2: JB         01H,C_2      ; CHECK INT.2 HOOK OFF
    SETB        71H
    JNB         19H,W3
    MOV         A,71H
    ANL         A,#0F0H
    CJNE        A,#10H,G_2
    MOV         A,#17H
    CALL        S1_DATA
    CALL        STRA_OFF
    CALL        HOOK_ON_EXT
G_2: MOV        R0,#81H
    MOV         A,@R0
    CALL        SW_OFF_2
    CALL        C_EXT_READ_PA
    CLR         19H
    CALL        OFF_EXT
    JMP         W3
C_2: JMP        C2_2
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
W3: JB      02H,C_3     ; CHECK INT.3 HOOK OFF
    SETB    72H
    JNB     1AH,W4
    MOV     A,71H
    ANL     A,#0F0H
    CJNE    A,#20H,G_3
    MOV     A,#27H
    CALL    S1_DATA
    CALL    STRA_OFF
    CALL    HOOK_ON_EXT
G_3: MOV    R0,#82H
    MOV     A,@R0
    CALL    SW_OFF_3
    CALL    C_EXT_READ_PA
    CLR     1AH
    CALL    OFF_EXT
    JMP     W4
C_3: JMP    C3_3

W4: JB      03H,C_4     ; CHECK INT.4 HOOK OFF
    SETB    73H
    JNB     1BH,WN
    MOV     A,71H
    ANL     A,#0F0H
    CJNE    A,#30H,G_4
    MOV     A,#37H
    CALL    S1_DATA
    CALL    STRA_OFF
    CALL    HOOK_ON_EXT
G_4: MOV    R0,#83H
    MOV     A,@R0
    CALL    SW_OFF_4
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        CALL    C_EXT_READ_PA
        CLR     1BH
        CALL    OFF_EXT
    WN: JMP     LOOP
  C_4: JMP      C4_4

;=================SWITCH OFF
CONNECTION============================

SW_OFF_1: CALL      S1_DATA
        CALL    STRA_OFF
        MOV     R0,#80H
        MOV     A,@R0
        CALL    S_OF_RING
        MOV     R0,#80H
        MOV     @R0,#0AH
        CALL    C_LR1_DTMF
        CALL    S_OFF_BUSY1
        CALL    S_OFF_RB1
        CLR     30H
        RET

SW_OFF_2: CALL      S1_DATA
        CALL    STRA_OFF
        MOV     R0,#81H
        MOV     A,@R0
        CALL    S_OF_RING
        MOV     R0,#81H
        MOV     @R0,#1AH
        CALL    C_LR2_DTMF
        CALL    S_OFF_BUSY2
        CALL    S_OFF_RB2
        CLR     31H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        RET

SW_OFF_3: CALL      S1_DATA
        CALL        STRA_OFF
        MOV         R0,#82H
        MOV         A,@R0
        CALL        S_OF_RING
        MOV         R0,#82H
        MOV         @R0,#2AH
        CALL        C_LR3_DTMF
        CALL        S_OFF_BUSY3
        CALL        S_OFF_RB3
        CLR         32H
        RET

SW_OFF_4: CALL      S1_DATA
        CALL        STRA_OFF
        MOV         R0,#83H
        MOV         A,@R0
        CALL        S_OF_RING
        MOV         R0,#83H
        MOV         @R0,#3AH
        CALL        C_LR4_DTMF
        CALL        S_OFF_BUSY4
        CALL        S_OFF_RB4
        CLR         33H
        RET

;================SWITCH OFF CONNECTION TO
DTMF============================

C_LR1_DTMF: MOV     A,60H
        ANL         A,#0FH
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        CJNE    A,#0CH,DTMF_2_1
        CLR     08H
        MOV     A,60H
        CALL    S1_DATA
        CALL    STRA_OFF
        RET
DTMF_2_1: CJNE  A,#0DH,DTMF_N_1
        CLR     09H
        MOV     A,60H
        CALL    S1_DATA
        CALL    STRA_OFF
DTMF_N_1: RET

C_LR2_DTMF: MOV A,61H
        ANL     A,#0FH
        CJNE    A,#0CH,DTMF_2_2
        CLR     08H
        MOV     A,61H
        CALL    S1_DATA
        CALL    STRA_OFF
        RET
DTMF_2_2: CJNE  A,#0DH,DTMF_N_2
        CLR     09H
        MOV     A,61H
        CALL    S1_DATA
        CALL    STRA_OFF
DTMF_N_2: RET

C_LR3_DTMF: MOV A,62H
        ANL     A,#0FH
        CJNE    A,#0CH,DTMF_2_3
        CLR     08H
        MOV     A,62H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            CALL        S1_DATA
            CALL        STRA_OFF
            RET
DTMF_2_3:   CJNE        A,#0DH,DTMF_N_3
            CLR         09H
            MOV         A,62H
            CALL        S1_DATA
            CALL        STRA_OFF
DTMF_N_3:   RET

C_LR4_DTMF: MOV         A,63H
            ANL         A,#0FH
            CJNE        A,#0CH,DTMF_2_4
            CLR         08H
            MOV         A,63H
            CALL        S1_DATA
            CALL        STRA_OFF
            RET
DTMF_2_4:   CJNE        A,#0DH,DTMF_N_4
            CLR         09H
            MOV         A,63H
            CALL        S1_DATA
            CALL        STRA_OFF
DTMF_N_4:   RET

;=================CHECK INT TALKING OR RINGING
COME==============================

C1_1:   JB          78H,R_C_1       ; CHECK RINGING COME TO INT.1
        JB          70H,CO_N_1      ; CHECK INT.1 TALKING
R_C_1:  JMP         W2
CO_N_1: JMP         CON_1
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
C2_2: JB        79H,R_C_2      ; CHECK RINGING COME TO INT.2
      JB        71H,CO_N_2     ; CHECK INT.2 TALKING
R_C_2: JMP      W3
CO_N_2: JMP     CON_2

C3_3: JB        7AH,R_C_3      ; CHECK RINGING COME TO INT.3
      JB        72H,CO_N_3     ; CHECK INT.3 TALKING
R_C_3: JMP      W4
CO_N_3: JMP     CON_3

C4_4: JB        7BH,R_C_4      ; CHECK RINGING COME TO INT.4
      JB        73H,CO_N_4     ; CHECK INT.4 TALKING
R_C_4: JMP      LOOP
CO_N_4: JMP     CON_4

;=================================================================
==========

CON_1: SETB     18H
       MOV      7DH,#00H
C_D1: JNB       30H,C_BUSY1
       JMP      CHECK_T_D1
C_BUSY1: JNB    40H,C_RING_B1
       CALL     C_EXT_READ_PA
       JMP      W2
C_RING_B1: JNB  50H,DTMF_11
       JMP      CHECK_T_R1
DTMF_11: JB     08H,DTMF_21
       JMP      CON_T_DTMF_1
DTMF_21: JB     09H,SENT_BUSY1
       JMP      CON_T_DTMF_2
SENT_BUSY1: CALL    BUSY_TO_1
       CALL     C_EXT_READ_PA
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        JMP         W2

CON_2: SETB         19H
        MOV         7DH,#10H
C_D2: JNB           31H,C_BUSY2
        JMP         CHECK_T_D2
C_BUSY2: JNB        41H,C_RING_B2
        CALL        C_EXT_READ_PA
        JMP         W3
C_RING_B2: JNB      51H,DTMF_12
        JMP         CHECK_T_R2
DTMF_12: JB         08H,DTMF_22
        JMP         CON_T_DTMF_1
DTMF_22: JB         09H,SENT_BUSY2
        JMP         CON_T_DTMF_2
SENT_BUSY2: CALL    BUSY_TO_2
        CALL        C_EXT_READ_PA
        JMP         W3

CON_3: SETB         1AH
        MOV         7DH,#20H
C_D3: JNB           32H,C_BUSY3
        JMP         CHECK_T_D3
C_BUSY3: JNB        42H,C_RING_B3
        CALL        C_EXT_READ_PA
        JMP         W4
C_RING_B3: JNB      52H,DTMF_13
        JMP         CHECK_T_R3
DTMF_13: JB         08H,DTMF_23
        JMP         CON_T_DTMF_1
DTMF_23: JB         09H,SENT_BUSY3
        JMP         CON_T_DTMF_2
SENT_BUSY3: CALL    BUSY_TO_3
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            CALL        C_EXT_READ_PA
            JMP         W4

        CON_4: SETB     1BH
            MOV         7DH,#30H
        C_D4: JNB       33H,C_BUSY4
            JMP         CHECK_T_D4
        C_BUSY4: JNB    43H,C_RING_B4
            CALL        C_EXT_READ_PA
            JMP         LOOP
        C_RING_B4: JNB  53H,DTMF_14
            JMP         CHECK_T_R4
        DTMF_14: JB     08H,DTMF_24
            JMP         CON_T_DTMF_1
        DTMF_24: JB     09H,SENT_BUSY4
            JMP         CON_T_DTMF_2
        SENT_BUSY4: CALL    BUSY_TO_4
            CALL        C_EXT_READ_PA
            JMP         LOOP

;=================================================================
=========

        CON_T_DTMF_1: SETB  08H
            MOV         2FH,#0CH
            MOV         A,7DH
            JMP         W_TELEPHONE

        CON_T_DTMF_2: SETB  09H
            MOV         2FH,#0DH
            MOV         A,7DH
            JMP         W_TELEPHONE
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;=================================================================
=========

W_TELEPHONE: CJNE    A,#00H,GO_2
             JMP     SENT_D_DTMF_1
GO_2: CJNE           A,#10H,GO_3
             JMP     SENT_D_DTMF_2
GO_3: CJNE           A,#20H,GO_4
             JMP     SENT_D_DTMF_3
GO_4: CJNE           A,#30H,GO_N
             JMP     SENT_D_DTMF_4
GO_N: JMP            LOOP

;=================================================================
==========

SENT_D_DTMF_1: MOV   A,7DH
             ADD     A,2FH
             MOV     60H,A
             CALL    S1_DATA
             CALL    STRA_ON
             MOV     A,#09H
             CALL    S1_DATA
             CALL    STRA_ON
             SETB    30H
             CALL    C_EXT_READ_PA
             JMP     W2

SENT_D_DTMF_2: MOV   A,7DH
             ADD     A,2FH
             MOV     61H,A
             CALL    S1_DATA
             CALL    STRA_ON
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                MOV     A,#19H
                CALL    S1_DATA
                CALL    STRA_ON
                SETB    31H
                CALL    C_EXT_READ_PA
                JMP     W3

SENT_D_DTMF_3: MOV      A,7DH
                ADD     A,2FH
                MOV     62H,A
                CALL    S1_DATA
                CALL    STRA_ON
                MOV     A,#29H
                CALL    S1_DATA
                CALL    STRA_ON
                SETB    32H
                CALL    C_EXT_READ_PA
                JMP     W4

SENT_D_DTMF_4: MOV      A,7DH
                ADD     A,2FH
                MOV     63H,A
                CALL    S1_DATA
                CALL    STRA_ON
                MOV     A,#39H
                CALL    S1_DATA
                CALL    STRA_ON
                SETB    33H
                CALL    C_EXT_READ_PA
                JMP     LOOP

;==================TIME FOR DIAL TO
INTERNAL============================
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
CHECK_T_D1: MOV     A,60H
        CALL        CK_W_DTMF_CON_INT
        JNB         58H,T_W1
        CLR         58H
        CLR         30H
        CLR         28H
        CJNE        A,#01H,C_NUMBER_91
        CALL        S_OFF_DIAL1
        CALL        BUSY_TO_1
    T_W1: CALL      C_EXT_READ_PA
        JMP         W2

    D_W_1: CLR      10H
        CALL        C_EXT_READ_PA
        JMP         W2

C_NUMBER_91: CJNE   A,#09H,CH_W_INT1
        SETB        10H
        CALL        CHECK_QT_EXT
        JMP         D_W_1
 CH_W_INT1: CALL    CHECK_W_ICALLED
    WH_11: JNB      68H,WH_12
        CLR         68H
        CALL        C_EXT_READ_PA
        JMP         W2

    WH_12: JNB      69H,WH_13
        CLR         69H
        CALL        READ_CHAND_OFF
        JNB         01H,ST_RB1_RG2
        CALL        S_OFF_DIAL1
        CALL        BUSY_TO_1
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        CALL    C_EXT_READ_PA
        JMP     W2
ST_RB1_RG2: CALL    S_OFF_DIAL1
        CALL    RINGB_TO_1
        CALL    RINGG_TO_2
        MOV     R0,#80H
        MOV     @R0,#01H
        CALL    C_EXT_READ_PA
        JMP     W2

WH_13: JNB      6AH,WH_14
        CLR     6AH
        CALL    READ_CHAND_OFF
        JNB     02H,ST_RB1_RG3
        CALL    S_OFF_DIAL1
        CALL    BUSY_TO_1
        CALL    C_EXT_READ_PA
        JMP     W2
ST_RB1_RG3: CALL    S_OFF_DIAL1
        CALL    RINGB_TO_1
        CALL    RINGG_TO_3
        MOV     R0,#80H
        MOV     @R0,#02H
        CALL    C_EXT_READ_PA
        JMP     W2

WH_14: JNB      6BH,WH_15
        CLR     6BH
        CALL    READ_CHAND_OFF
        JNB     03H,ST_RB1_RG4
        CALL    S_OFF_DIAL1
        CALL    BUSY_TO_1
        CALL    C_EXT_READ_PA
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        JMP         W2
ST_RB1_RG4: CALL    S_OFF_DIAL1
        CALL        RINGB_TO_1
        CALL        RINGG_TO_4
        MOV         R0,#80H
        MOV         @R0,#03H
        CALL        C_EXT_READ_PA
   WH_15: JMP       W2


CHECK_T_D2: MOV     A,61H
        CALL        CK_W_DTMF_CON_INT
        JNB         59H,T_W2
        CLR         59H
        CLR         31H
        CLR         29H
        CJNE        A,#02H,C_NUMBER_92
        CALL        S_OFF_DIAL2
        CALL        BUSY_TO_2
    T_W2: CALL      C_EXT_READ_PA
        JMP         W3

    D_W_2: CLR      11H
        CALL        C_EXT_READ_PA
        JMP         W3

C_NUMBER_92: CJNE   A,#09H,CH_W_INT2
        SETB        11H
        CALL        CHECK_QT_EXT
        JMP         D_W_2
  CH_W_INT2: CALL   CHECK_W_ICALLED
    WH_21: JNB      68H,WH_22
        CLR         68H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        CALL    READ_CHAND_OFF
        JNB     00H,ST_RB2_RG1
        CALL    S_OFF_DIAL2
        CALL    BUSY_TO_2
        CALL    C_EXT_READ_PA
        JMP     W3
ST_RB2_RG1: CALL    S_OFF_DIAL2
        CALL    RINGB_TO_2
        CALL    RINGG_TO_1
        MOV     R0,#81H
        MOV     @R0,#10H
        CALL    C_EXT_READ_PA
        JMP     W3

WH_22: JNB      69H,WH_23
        CLR     69H
        CALL    M_OV_PA
        JMP     W3

WH_23: JNB      6AH,WH_24
        CLR     6AH
        CALL    READ_CHAND_OFF
        JNB     02H,ST_RB2_RG3
        CALL    S_OFF_DIAL2
        CALL    BUSY_TO_2
        CALL    C_EXT_READ_PA
        JMP     W3
ST_RB2_RG3: CALL    S_OFF_DIAL2
        CALL    RINGB_TO_2
        CALL    RINGG_TO_3
        MOV     R0,#81H
        MOV     @R0,#12H
        CALL    C_EXT_READ_PA
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        JMP         W3

WH_24: JNB          6BH,WH_25
        CLR         6BH
        CALL        READ_CHAND_OFF
        JNB         03H,ST_RB2_RG4
        CALL        S_OFF_DIAL2
        CALL        BUSY_TO_2
        CALL        C_EXT_READ_PA
        JMP         W3
ST_RB2_RG4: CALL    S_OFF_DIAL2
        CALL        RINGB_TO_2
        CALL        RINGG_TO_4
        MOV         R0,#81H
        MOV         @R0,#13H
        CALL        C_EXT_READ_PA
WH_25: JMP          W3

CHECK_T_D3: MOV     A,62H
        CALL        CK_W_DTMF_CON_INT
        JNB         5AH,T_W3
        CLR         5AH
        CLR         32H
        CLR         2AH
        CJNE        A,#03H,C_NUMBER_93
        CALL        S_OFF_DIAL3
        CALL        BUSY_TO_3
T_W3: CALL          C_EXT_READ_PA
        JMP         W4

D_W_3: CLR          12H
        CALL        C_EXT_READ_PA
        JMP         W4
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
C_NUMBER_93: CJNE        A,#09H,CH_W_INT3
        SETB        12H
        CALL        CHECK_QT_EXT
        JMP         D_W_3
CH_W_INT3: CALL         CHECK_W_ICALLED
  WH_31: JNB        68H,WH_32
        CLR         68H
        CALL        READ_CHAND_OFF
        JNB         00H,ST_RB3_RG1
        CALL        S_OFF_DIAL3
        CALL        BUSY_TO_3
        CALL        C_EXT_READ_PA
        JMP         W4
ST_RB3_RG1: CALL        S_OFF_DIAL3
        CALL        RINGB_TO_3
        CALL        RINGG_TO_1
        MOV         R0,#82H
        MOV         @R0,#20H
        CALL        C_EXT_READ_PA
        JMP         W4

  WH_32: JNB        69H,WH_33
        CLR         69H
        CALL        READ_CHAND_OFF
        JNB         01H,ST_RB3_RG2
        CALL        S_OFF_DIAL3
        CALL        BUSY_TO_3
        CALL        C_EXT_READ_PA
        JMP         W4
ST_RB3_RG2: CALL        S_OFF_DIAL3
        CALL        RINGB_TO_3
        CALL        RINGG_TO_2
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        MOV         R0,#82H
        MOV         @R0,#21H
        CALL        C_EXT_READ_PA
        JMP         W4

WH_33:  JNB         6AH,WH_34
        CLR         6AH
        CALL        C_EXT_READ_PA
        JMP         W4

WH_34:  JNB         6BH,WH_35
        CLR         6BH
        CALL        READ_CHAND_OFF
        JNB         03H,ST_RB3_RG4
        CALL        S_OFF_DIAL3
        CALL        BUSY_TO_3
        CALL        C_EXT_READ_PA
        JMP         W4
ST_RB3_RG4: CALL    S_OFF_DIAL3
        CALL        RINGB_TO_3
        CALL        RINGG_TO_4
        MOV         R0,#82H
        MOV         @R0,#23H
        CALL        C_EXT_READ_PA
WH_35:  JMP         W4

CHECK_T_D4: MOV     A,63H
        CALL        CK_W_DTMF_CON_INT
        JNB         5BH,T_W4
        CLR         5BH
        CLR         33H
        CLR         2BH
        CJNE        A,#04H,C_NUMBER_94
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        CALL    S_OFF_DIAL4
        CALL    BUSY_TO_4
T_W4:   CALL    C_EXT_READ_PA
        JMP     LOOP

D_W_4:  CLR     13H
        CALL    C_EXT_READ_PA
        JMP     LOOP

C_NUMBER_94: CJNE   A,#09H,CH_W_INT4
        SETB    13H
        CALL    CHECK_QT_EXT
        JMP     D_W_4
CH_W_INT4: CALL     CHECK_W_ICALLED
WH_41:  JNB     68H,WH_42
        CLR     68H
        CALL    READ_CHAND_OFF
        JNB     00H,ST_RB4_RG1
        CALL    S_OFF_DIAL4
        CALL    BUSY_TO_4
        CALL    C_EXT_READ_PA
        JMP     LOOP
ST_RB4_RG1: CALL    S_OFF_DIAL4
        CALL    RINGB_TO_4
        CALL    RINGG_TO_1
        MOV     R0,#83H
        MOV     @R0,#30H
        CALL    C_EXT_READ_PA
        JMP     LOOP

WH_42:  JNB     69H,WH_43
        CLR     69H
        CALL    READ_CHAND_OFF
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        JNB     01H,ST_RB4_RG2
        CALL    S_OFF_DIAL4
        CALL    BUSY_TO_4
        CALL    C_EXT_READ_PA
        JMP     LOOP
ST_RB4_RG2: CALL    S_OFF_DIAL4
        CALL    RINGB_TO_4
        CALL    RINGG_TO_2
        MOV     R0,#83H
        MOV     @R0,#31H
        CALL    C_EXT_READ_PA
        JMP     LOOP

WH_43: JNB      6AH,WH_44
        CLR     6AH
        CALL    READ_CHAND_OFF
        JNB     02H,ST_RB4_RG3
        CALL    S_OFF_DIAL4
        CALL    BUSY_TO_4
        CALL    C_EXT_READ_PA
        JMP     LOOP
ST_RB4_RG3: CALL    S_OFF_DIAL4
        CALL    RINGB_TO_4
        CALL    RINGG_TO_3
        MOV     R0,#83H
        MOV     @R0,#32H
        CALL    C_EXT_READ_PA
        JMP     LOOP

WH_44: JNB      6BH,WH_45
        CLR     6BH
        CALL    C_EXT_READ_PA
WH_45: JMP      LOOP
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;=============================================================
=========

CHECK_T_R1: JMP          C_CA_HOFF1
   R_TR1: CALL           C_EXT_READ_PA
          JMP            W2
C_CA_HOFF1: MOV          R0,#80H
          MOV            A,@R0
          CALL           CHECK_W_IHOOK
          JNB            58H,R_TR1
          CLR            58H
          CLR            50H
          CJNE           R7,#08H,SHORT_1
          CALL           S_OFF_RB1
          MOV            R0,#80H
          MOV            A,@R0
          CALL           S_OFF_RING
          MOV            A,#70H
          CALL           S2_DATA
          CALL           STRB_ON
          CLR            70H
          CALL           C_EXT_READ_PA
          JMP            W2
  SHORT_1: MOV           R0,#80H
          MOV            A,@R0
          CALL           S_OFF_RING
          CALL           S_OFF_RB1
          MOV            R0,#80H
          MOV            A,@R0
          CALL           S1_DATA
          CALL           STRA_ON
          CLR            70H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        CALL    C_EXT_READ_PA
        JMP     W2

CHECK_T_R2: JMP     C_CA_HOFF2
   R_TR2: CALL      C_EXT_READ_PA
        JMP     W3
C_CA_HOFF2: MOV     R0,#81H
        MOV     A,@R0
        CALL    CHECK_W_IHOOK
        JNB     58H,R_TR2       ;EQUAL TO CHECK_T_R1
        CLR     58H
        CLR     51H
        CJNE    R7,#08H,SHORT_2
        CALL    S_OFF_RB2
        MOV     R0,#81H
        MOV     A,@R0
        CALL    S_OFF_RING
        MOV     A,#71H
        CALL    S2_DATA
        CALL    STRB_ON
        CLR     71H
        CALL    C_EXT_READ_PA
        JMP     W3
  SHORT_2: MOV      R0,#81H
        MOV     A,@R0
        CALL    S_OFF_RING
        CALL    S_OFF_RB2
        MOV     R0,#81H
        MOV     A,@R0
        CALL    S1_DATA
        CALL    STRA_ON
        CLR     71H
        CALL    C_EXT_READ_PA
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        JMP         W3

CHECK_T_R3: JMP         C_CA_HOFF3
   R_TR3: CALL          C_EXT_READ_PA
        JMP         W4
C_CA_HOFF3: MOV         R0,#82H
        MOV         A,@R0
        CALL        CHECK_W_IHOOK
        JNB         58H,R_TR3
        CLR         58H
        CLR         52H
        CJNE        R7,#08H,SHORT_3
        CALL        S_OFF_RB3
        MOV         R0,#82H
        MOV         A,@R0
        CALL        S_OFF_RING
        MOV         A,#72H
        CALL        S2_DATA
        CALL        STRB_ON
        CLR         72H
        CALL        C_EXT_READ_PA
        JMP         W4
  SHORT_3: MOV          R0,#82H
        MOV         A,@R0
        CALL        S_OFF_RING
        CALL        S_OFF_RB3
        MOV         R0,#82H
        MOV         A,@R0
        CALL        S1_DATA
        CALL        STRA_ON
        CLR         72H
        CALL        C_EXT_READ_PA
        JMP         W4
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
CHECK_T_R4: JMP      C_CA_HOFF4
   R_TR4: CALL       C_EXT_READ_PA
          JMP        LOOP
C_CA_HOFF4: MOV      R0,#83H
          MOV        A,@R0
          CALL       CHECK_W_IHOOK
          JNB        58H,R_TR4
          CLR        58H
          CLR        53H
          CJNE       R7,#08H,SHORT_4
          CALL       S_OFF_RB4
          MOV        R0,#83H
          MOV        A,@R0
          CALL       S_OFF_RING
          MOV        A,#73H
          CALL       S2_DATA
          CALL       STRB_ON
          CLR        73H
          CALL       C_EXT_READ_PA
          JMP        LOOP
  SHORT_4: MOV       R0,#83H
          MOV        A,@R0
          CALL       S_OFF_RING
          CALL       S_OFF_RB4
          MOV        R0,#83H
          MOV        A,@R0
          CALL       S1_DATA
          CALL       STRA_ON
          CLR        73H
          CALL       C_EXT_READ_PA
          JMP        LOOP
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;=============================================================
==========

CHECK_W_IHOOK: ANL      A,#0FH
        MOV     R7,A
T_PR1: CJNE     R7,#00H,T_PR2
        MOV     R4,#0FFH
H_T1: CALL      M_OV_PA
        JNB     00H,T_H1
        SETB    58H
        RET
T_H1: DJNZ      R4,H_T1
        RET


T_PR2: CJNE     R7,#01H,T_PR3
        MOV     R4,#0FFH
H_T2: CALL      M_OV_PA
        JNB     01H,T_H2
        SETB    58H
        RET
T_H2: DJNZ      R4,H_T2
        RET


T_PR3: CJNE     R7,#02H,T_PR4
        MOV     R4,#0FFH
H_T3: CALL      M_OV_PA
        JNB     02H,T_H3
        SETB    58H
        RET
T_H3: DJNZ      R4,H_T3
        RET
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
T_PR4: CJNE     R7,#03H,T_PRN
       MOV      R4,#0FFH
H_T4:  CALL     M_OV_PA
       JNB      03H,T_H4
       SETB     58H
       RET
T_H4:  DJNZ     R4,H_T4
T_PRN: RET

;=============================================================
==============

CHECK_W_ICALLED: CJNE   A,#01H,T_P_2
       SETB     68H
       RET
T_P_2: CJNE     A,#02H,T_P_3
       SETB     69H
       RET
T_P_3: CJNE     A,#03H,T_P_4
       SETB     6AH
       RET
T_P_4: CJNE     A,#04H,T_P_N
       SETB     6BH
T_P_N: RET

;=============================================================
======

CK_W_DTMF_CON_INT: ANL      A,#0F0H
CK_1: CJNE      A,#00H,CK_2
       CALL     CHECK_QT_1
       RET
CK_2: CJNE      A,#10H,CK_3
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        CALL    CHECK_QT_2
        RET
CK_3:   CJNE    A,#20H,CK_4
        CALL    CHECK_QT_3
        RET
CK_4:   CJNE    A,#30H,CK_N
        CALL    CHECK_QT_4
CK_N:   RET

;=================================================================
=========

CHECK_QT_1: MOV     A,60H       ; INT_1
        ANL     A,#0FH
DT_MF11: CJNE   A,#0CH,DT_MF21 ; DTMF_1
        CALL    RE_AD_QTC
        JB      60H,C_LR_QT11
        RET
C_LR_QT11: CLR      08H
        CLR     60H
        SETB    58H
        MOV     R4,#0FH
QT11:   MOV     A,60H
        CALL    S1_DATA
        CALL    STRA_OFF
        DJNZ    R4,QT11
        CLR     P1.0  ; RESET IC 7474
        CALL    DELAY_1S
        SETB    P1.0
        CALL    RECIEVE_N_DTMF_1
        RET

DT_MF21: CJNE   A,#0DH,DT_MF31 ; DTMF_2
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        CALL    RE_AD_QTD
        JB      61H,C_LR_QT21
        RET
C_LR_QT21: CLR  09H
        CLR     61H
        SETB    58H
        MOV     R4,#0FH
QT21:   MOV     A,60H
        CALL    S1_DATA
        CALL    STRA_OFF
        DJNZ    R4,QT21
        CLR     P1.1   ; RESET IC 7474   ;
        CALL    DELAY_1S                 ;
        SETB    P1.1                     ;
        CALL    RECIEVE_N_DTMF_2
DT_MF31: RET

CHECK_QT_2: MOV A,61H    ; INT_2
        ANL     A,#0FH
DT_MF12: CJNE   A,#0CH,DT_MF22 ; DTMF_1
        CALL    RE_AD_QTC
        JB      60H,C_LR_QT12
        RET
C_LR_QT12: CLR  08H
        CLR     60H
        SETB    59H
        MOV     R4,#0FH
QT12:   MOV     A,61H
        CALL    S1_DATA
        CALL    STRA_OFF
        DJNZ    R4,QT12
        CLR     P1.0   ; RESET IC 7474
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        CALL    DELAY_1S
        SETB    P1.0
        CALL    RECIEVE_N_DTMF_1
        RET

DT_MF22: CJNE   A,#0DH,DT_MF32 ; DTMF_2
        CALL    RE_AD_QTD
        JB      61H,C_LR_QT22
        RET
C_LR_QT22: CLR  09H
        CLR     61H
        SETB    59H
        MOV     R4,#0FH
QT22: MOV       A,61H
        CALL    S1_DATA
        CALL    STRA_OFF
        DJNZ    R4,QT22
        CLR     P1.1  ; RESET IC 7474
        CALL    DELAY_1S
        SETB    P1.1
        CALL    RECIEVE_N_DTMF_2
DT_MF32: RET

CHECK_QT_3: MOV A,62H   ; INT_3
        ANL     A,#0FH
DT_MF13: CJNE   A,#0CH,DT_MF23 ; DTMF_1
        CALL    RE_AD_QTC
        JB      60H,C_LR_QT13
        RET
C_LR_QT13: CLR  08H
        CLR     60H
        SETB    5AH
        MOV     R4,#0FH
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
QT13: MOV       A,62H
      CALL      S1_DATA
      CALL      STRA_OFF
      DJNZ      R4,QT13
      CLR       P1.0   ; RESET IC 7474
      CALL      DELAY_1S
      SETB      P1.0
      CALL      RECIEVE_N_DTMF_1
      RET

DT_MF23: CJNE     A,#0DH,DT_MF33 ; DTMF_2
      CALL      RE_AD_QTD
      JB        61H,C_LR_QT23
      RET
C_LR_QT23: CLR    09H
      CLR       61H
      SETB      5AH
      MOV       R4,#0FH
QT23: MOV       A,62H
      CALL      S1_DATA
      CALL      STRA_OFF
      DJNZ      R4,QT23
      CLR       P1.1   ; RESET IC 7474
      CALL      DELAY_1S
      SETB      P1.1
      CALL      RECIEVE_N_DTMF_2
DT_MF33: RET

CHECK_QT_4: MOV   A,63H     ; INT_4
      ANL       A,#0FH
DT_MF14: CJNE     A,#0CH,DT_MF24 ; DTMF_1
      CALL      RE_AD_QTC
      JB        60H,C_LR_QT14
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        RET
C_LR_QT14: CLR      08H
        CLR     60H
        SETB    5BH
        MOV     R4,#0FH
   QT14: MOV      A,63H
        CALL    S1_DATA
        CALL    STRA_OFF
        DJNZ    R4,QT14
        CLR     P1.0   ; RESET IC 7474
        CALL    DELAY_1S
        SETB    P1.0
        CALL    RECIEVE_N_DTMF_1
        RET

 DT_MF24: CJNE      A,#0DH,DT_MF34 ; DTMF_2
        CALL    RE_AD_QTD
        JB      61H,C_LR_QT24
        RET
C_LR_QT24: CLR      09H
        CLR     61H
        SETB    5BH
        MOV     R4,#0FH
   QT24: MOV      A,63H
        CALL    S1_DATA
        CALL    STRA_OFF
        DJNZ    R4,QT24
        CLR     P1.1   ; RESET IC 7474
        CALL    DELAY_1S
        SETB    P1.1
        CALL    RECIEVE_N_DTMF_2
 DT_MF34: RET
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;=================================================================
====

        RE_AD_QTC: MOV          R4,#0FH
           R1_T: CALL           RE_AD_PORT_C   ; 8255_2
                 ANL            A,#00010000B
                 CJNE           A,#00010000B,R_T1
                 SETB           60H
                 RET
           R_T1: DJNZ           R4,R1_T
                 RET

        RE_AD_QTD: MOV          R4,#0FH
           R2_T: CALL           RE_AD_PORT_C   ; 8255_2
                 ANL            A,#00100000B
                 CJNE           A,#00100000B,R_T2
                 SETB           61H
                 RET
           R_T2: DJNZ           R4,R2_T
                 RET

        RE_AD_QTE: MOV          R4,#0FH
           R3_T: CALL           RE_AD_PORT_C   ; 8255_2
                 ANL            A,#01000000B
                 CJNE           A,#00000000B,R_T3
                 SETB           62H
                 RET
           R_T3: DJNZ           R4,R3_T
                 RET

;=========================DTMF_3 FOR
EXTERNAL================================
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
RE_AD_QTF: MOV          R4,#0FH
   R4_T: CALL           RE_AD_PORT_C   ; 8255_2
         ANL            A,#10000000B
         CJNE           A,#10000000B,R_T4
         SETB           63H
         CLR            P1.2
         CALL           DELAY_1S
         SETB           P1.2
         RET
   R_T4: DJNZ           R4,R4_T
         RET

;=================================================================
===============

CHECK_QT_EXT: JB        P1.5,INT1_T_EXT
         CALL           ST_BSY_INT
         RET
INT1_T_EXT: JNB         10H,INT2_T_EXT
         CALL           HOOK_OFF_EXT
         MOV            71H,#07H
         MOV            A,#09H
         CALL           S1_DATA
         CALL           STRA_OFF
         CALL           DELAY_1S
         MOV            A,#07H
         CALL           S1_DATA
         CALL           STRA_ON
         CLR            70H
         SETB           0EH
         RET

INT2_T_EXT: JNB         11H,INT3_T_EXT
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        CALL    HOOK_OFF_EXT
        MOV     71H,#17H
        MOV     A,#19H
        CALL    S1_DATA
        CALL    STRA_OFF
        CALL    DELAY_1S
        MOV     A,#17H
        CALL    S1_DATA
        CALL    STRA_ON
        CLR     71H
        SETB    0EH
        RET

INT3_T_EXT: JNB     12H,INT4_T_EXT
        CALL    HOOK_OFF_EXT
        MOV     71H,#27H
        MOV     A,#29H
        CALL    S1_DATA
        CALL    STRA_OFF
        CALL    DELAY_1S
        MOV     A,#27H
        CALL    S1_DATA
        CALL    STRA_ON
        CLR     72H
        SETB    0EH
        RET

INT4_T_EXT: JNB     13H,INT5_T_EXT
        CALL    HOOK_OFF_EXT
        MOV     71H,#37H
        MOV     A,#39H
        CALL    S1_DATA
        CALL    STRA_OFF
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            CALL        DELAY_1S
            MOV         A,#37H
            CALL        S1_DATA
            CALL        STRA_ON
            CLR         73H
            SETB        0EH
      INT5_T_EXT: RET

;=============================================================
==============

     HOOK_OFF_EXT: CLR      P1.6
            SETB        P1.7
            RET

      HOOK_ON_EXT: SETB     P1.6
            CLR         P1.7
            CALL        DELAY_1S
            SETB        P1.6
            SETB        P1.7
            CLR         0EH
            RET
;=============================================================
==============

       ST_BSY_INT: JNB      10H,BSY_TO_2
            CALL        BUSY_TO_1
            RET
       BSY_TO_2: JNB        11H,BSY_TO_3
            CALL        BUSY_TO_2
            RET
       BSY_TO_3: JNB        12H,BSY_TO_4
            CALL        BUSY_TO_3
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            RET
        BSY_TO_4: JNB       13H,BSY_TO_N
            CALL        BUSY_TO_4
        BSY_TO_N: RET

;=============================================================
===

    RECIEVE_N_DTMF_1: MOV       R4,#0FH
        RD_1: MOV       DPTR,#9000H
            MOVX        A,@DPTR
            ANL         A,#0FH
            DJNZ        R4,RD_1
            RET

    RECIEVE_N_DTMF_2: MOV       R4,#0FH
        RD_2: MOV       DPTR,#9000H
            MOVX        A,@DPTR
            ANL         A,#0F0H
            SWAP        A
            DJNZ        R4,RD_2
            RET

    RECIEVE_N_DTMF_3: MOV       R4,#0FH
        RD_3: MOV       DPTR,#9004H
            MOVX        A,@DPTR
            ANL         A,#0FH
            DJNZ        R4,RD_3
            RET

;====================DTMF_3 FOR
EXTERNAL================================
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
RECIEVE_N_DTMF_4: MOV       R4,#0FH
        RD_4: MOV       DPTR,#9004H
              MOVX      A,@DPTR
              ANL       A,#0F0H
              SWAP      A
              DJNZ      R4,RD_4
              RET

;=============================================================
==========

RECIEVE_N_DTMF_5: MOV       R4,#0FH
        RD_5: MOV       DPTR,#9008H
              MOVX      A,@DPTR
              ANL       A,#0FH
              DJNZ      R4,RD_5
              RET

;=============================================================
==========

      BUSY_TO_1: MOV      A,#0AH
              CALL      S1_DATA
              CALL      STRA_ON
              SETB      40H
              RET
      BUSY_TO_2: MOV      A,#1AH
              CALL      S1_DATA
              CALL      STRA_ON
              SETB      41H
              RET
      BUSY_TO_3: MOV      A,#2AH
              CALL      S1_DATA
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            CALL        STRA_ON
            SETB        42H
            RET
 BUSY_TO_4: MOV         A,#3AH
            CALL        S1_DATA
            CALL        STRA_ON
            SETB        43H
            RET

;=============================================================
==========

 S_OFF_BUSY1: MOV       A,#0AH
            CALL        S1_DATA
            CALL        STRA_OFF
            CLR         40H
            RET
 S_OFF_BUSY2: MOV       A,#1AH
            CALL        S1_DATA
            CALL        STRA_OFF
            CLR         41H
            RET
 S_OFF_BUSY3: MOV       A,#2AH
            CALL        S1_DATA
            CALL        STRA_OFF
            CLR         42H
            RET
 S_OFF_BUSY4: MOV       A,#3AH
            CALL        S1_DATA
            CALL        STRA_OFF
            CLR         43H
            RET
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;=============================================================
==========

RINGB_TO_1: MOV     A,#0BH
        CALL    S1_DATA
        CALL    STRA_ON
        SETB    50H
        RET
RINGB_TO_2: MOV     A,#1BH
        CALL    S1_DATA
        CALL    STRA_ON
        SETB    51H
        RET
RINGB_TO_3: MOV     A,#2BH
        CALL    S1_DATA
        CALL    STRA_ON
        SETB    52H
        RET
RINGB_TO_4: MOV     A,#3BH
        CALL    S1_DATA
        CALL    STRA_ON
        SETB    53H
        RET

RINGB_TO_EXT: MOV     A,#7BH
        CALL    S1_DATA
        CALL    STRA_ON
        RET
;=============================================================
============

S_OFF_RB1: MOV     A,#0BH
        CALL    S1_DATA
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        CALL    STRA_OFF
        CLR     50H
        RET
S_OFF_RB2: MOV  A,#1BH
        CALL    S1_DATA
        CALL    STRA_OFF
        CLR     51H
        RET
S_OFF_RB3: MOV  A,#2BH
        CALL    S1_DATA
        CALL    STRA_OFF
        CLR     52H
        RET
S_OFF_RB4: MOV  A,#3BH
        CALL    S1_DATA
        CALL    STRA_OFF
        CLR     53H
        RET

S_OFF_RBEXT: MOV  A,#7BH
        CALL    S1_DATA
        CALL    STRA_OFF
        RET

;=================================================================
==============

RINGG_TO_1: MOV  A,#0FH
        CALL    S2_DATA
        CALL    STRB_ON
        SETB    78H
        RET
RINGG_TO_2: MOV  A,#1FH
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        CALL    S2_DATA
        CALL    STRB_ON
        SETB    79H
        RET
RINGG_TO_3: MOV     A,#2FH
        CALL    S2_DATA
        CALL    STRB_ON
        SETB    7AH
        RET
RINGG_TO_4: MOV     A,#3FH
        CALL    S2_DATA
        CALL    STRB_ON
        SETB    7BH
        RET

;=============================================================
=============

S_OFF_RING: ANL     A,#0FH
        MOV     R7,A
 S_OFF_R1: CJNE     R7,#00H,S_OFF_R2
 S_OFF_R1X: MOV     A,#0FH
        CALL    S2_DATA
        CALL    STRB_OFF
        SETB    78H
        RET
 S_OFF_R2: CJNE     R7,#01H,S_OFF_R3
 S_OFF_R2X: MOV     A,#1FH
        CALL    S2_DATA
        CALL    STRB_OFF
        SETB    79H
        RET
 S_OFF_R3: CJNE     R7,#02H,S_OFF_R4
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
S_OFF_R3X: MOV       A,#2FH
           CALL      S2_DATA
           CALL      STRB_OFF
           SETB      7AH
           RET
 S_OFF_R4: CJNE      R7,#03H,S_OFF_RN
S_OFF_R4X: MOV       A,#3FH
           CALL      S2_DATA
           CALL      STRB_OFF
           SETB      7BH
 S_OFF_RN: RET

;=============================================================
==========

S_OF_RING: ANL       A,#0FH
  N_J1: CJNE         A,#00H,N_J2
 N_J1X: CLR          78H
        MOV          A,#0FH
        CALL         S2_DATA
        CALL         STRB_OFF
        RET
  N_J2: CJNE         A,#01H,N_J3
 N_J2X: CLR          79H
        MOV          A,#1FH
        CALL         S2_DATA
        CALL         STRB_OFF
        RET
  N_J3: CJNE         A,#02H,N_J4
 N_J3X: CLR          7AH
        MOV          A,#2FH
        CALL         S2_DATA
        CALL         STRB_OFF
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        RET
N_J4:   CJNE    A,#03H,N_JN
N_J4X:  CLR     7BH
        MOV     A,#3FH
        CALL    S2_DATA
        CALL    STRB_OFF
N_JN:   RET

;=============================================================
=========

S_OFF_DIAL1: MOV    A,#09H
        CALL    S1_DATA
        CALL    STRA_OFF
        RET
S_OFF_DIAL2: MOV    A,#19H
        CALL    S1_DATA
        CALL    STRA_OFF
        RET
S_OFF_DIAL3: MOV    A,#29H
        CALL    S1_DATA
        CALL    STRA_OFF
        RET
S_OFF_DIAL4: MOV    A,#39H
        CALL    S1_DATA
        CALL    STRA_OFF
        RET

;=============================================================
===========

S1_DATA: MOV    DPTR,#8001H
        MOVX    @DPTR,A
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        RET

S2_DATA: MOV     DPTR,#0A000H
        MOVX    @DPTR,A
        RET

;=========================SENT CLR TO IC_7474
1,2,3,4=============================

S_O_CLR: MOV     A,21H      ; NOT USE
        ANL     A,#1FH
        CALL    S2_DATA_A
        CALL    DELAY_1S
        MOV     A,#1FH
        CALL    S2_DATA_A
        RET

;=========================SWITCH ON & OFF
8816_1=====================

STRA_ON: MOV     A,#05H
        MOV     DPTR,#8002H
        MOVX    @DPTR,A
        MOV     A,#07H
        MOVX    @DPTR,A
        MOV     A,#05H
        MOVX    @DPTR,A
        RET

STRA_OFF: MOV     A,#04H
        MOV     DPTR,#8002H
        MOVX    @DPTR,A
        MOV     A,#06H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                MOVX    @DPTR,A
                MOV     A,#04H
                MOVX    @DPTR,A
                RET

;=======================SWITCH ON & OFF
8816_2============================

        STRB_ON: MOV    A,#05H
                MOV     DPTR,#0A020H
                MOVX    @DPTR,A
                MOV     A,#07H
                MOVX    @DPTR,A
                MOV     A,#05H
                MOVX    @DPTR,A
                RET

       STRB_OFF: MOV    A,#04H
                MOV     DPTR,#0A020H
                MOVX    @DPTR,A
                MOV     A,#06H
                MOVX    @DPTR,A
                MOV     A,#04H
                MOVX    @DPTR,A
                RET


;====================SENT 8255_3
PORT:A================================

    S2_DATA_A: MOV      DPTR,#0A010H    ; NOT USE
            MOVX        @DPTR,A
            RET
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;=============================================================
===========
C_EXT_READ_PA: CALL         CHECK_EXT
          CALL         M_OV_PA
          RET
;=============================================================
==============
    M_OV_PA: MOV          DPTR,#8000H
          MOVX         A,@DPTR
          MOV          20H,A
          RET
;=============================================================
============
    READ_CHAND_OFF: MOV         DPTR,#8000H
          MOVX         A,@DPTR
          MOV          20H,A
          RET
;=============================================================
===========
 RE_AD_PORT_C: MOV         R4,#0FH
     R_D_C: MOV          DPTR,#9008H
          MOVX         A,@DPTR
          DJNZ         R4,R_D_C
          RET
;=============================================================
===========
   CHECK_EXT: JNB          0EH,C_QT_EXT
          RET
    C_QT_EXT: MOV          R4,#0BH
       C_Q: JNB          P1.5,S_AUTO_ANS1
          DJNZ         R4,C_Q
          RET
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
S_AUTO_ANS1: MOV     A,#78H
        CALL     S1_DATA
        CALL     STRA_ON
        CLR      P1.4
        CALL     DELAY_1S
        SETB     P1.4
        MOV      R7,#3FH
   EXT_D1: MOV       R6,#0FFH
   EXT_D2: MOV       R5,#0FFH
        DJNZ     R5,R_A_TF
   R_A_TF: CALL      RE_AD_QTF
        JB       63H,C_INT_USING
        DJNZ     R6,EXT_D2
        DJNZ     R7,EXT_D1
        CLR      P1.4
        CALL     S_OFF_ANS
        CALL     HOOK_ON_EXT
        RET
C_INT_USING: CLR     P1.4
        CALL     RECIEVE_N_DTMF_4
        MOV      R3,A
 T_PHONE1: CJNE      R3,#01H,T_PHONE2
        CALL     M_OV_PA
        JNB      00H,S_RG1_RBT
        SETB     P1.3
        CALL     DELAY_3S
        CLR      P1.3
        CALL     S_OFF_ANS
        CALL     HOOK_ON_EXT
        RET
 S_RG1_RBT: CALL      S_OFF_ANS
        CALL     S_RG1_RBEXT
        RET
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
T_PHONE2: CJNE      R3,#02H,T_PHONE3
        CALL        M_OV_PA
        JNB         01H,S_RG2_RBT
        SETB        P1.3
        CALL        DELAY_3S
        CLR         P1.3
        CALL        S_OFF_ANS
        CALL        HOOK_ON_EXT
        RET
S_RG2_RBT: CALL     S_OFF_ANS
        CALL        S_RG2_RBEXT
        RET

T_PHONE3: CJNE      R3,#03H,T_PHONE4
        CALL        M_OV_PA
        JNB         02H,S_RG3_RBT
        SETB        P1.3
        CALL        DELAY_3S
        CLR         P1.3
        CALL        S_OFF_ANS
        CALL        HOOK_ON_EXT
        RET
S_RG3_RBT: CALL     S_OFF_ANS
        CALL        S_RG3_RBEXT
        RET

T_PHONE4: CJNE      R3,#04H,T_PHONE5
        CALL        M_OV_PA
        JNB         03H,S_RG1_RBT
        SETB        P1.3
        CALL        DELAY_3S
        CLR         P1.3
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        CALL    S_OFF_ANS
        CALL    HOOK_ON_EXT
        RET
S_RG4_RBT: CALL     S_OFF_ANS
        CALL    S_RG4_RBEXT
        RET

T_PHONE5: CALL      S_OFF_ANS
        CALL    HOOK_ON_EXT
        RET


S_RG1_RBEXT: CALL       RINGG_TO_1
        CALL    RINGB_TO_EXT
        MOV     R7,#58H
T_RX11: MOV     R6,#0FFH
T_RX12: MOV     R5,#0FFH
        DJNZ    R5,R_IHK1
R_IHK1: CALL    M_OV_PA
        JB      00H,S_OF_1
        DJNZ    R6,T_RX12
        DJNZ    R7,T_RX11
        CALL    S_OFF_RBEXT
        CALL    N_J1X
        CALL    HOOK_ON_EXT
        RET
S_OF_1: CALL    S_OFF_R1X
        CALL    S_OFF_RBEXT
        MOV     A,#70H
        CALL    S1_DATA
        CALL    STRA_ON
        SETB    0EH
        MOV     70H,#70H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        RET

S_RG2_RBEXT: CALL       RINGG_TO_2
        CALL        RINGB_TO_EXT
        MOV         R7,#58H
   T_RX21: MOV          R6,#0FFH
   T_RX22: MOV          R5,#0FFH
        DJNZ        R5,R_IHK2
   R_IHK2: CALL         M_OV_PA
        JB          01H,S_OF_2
        DJNZ        R6,T_RX22
        DJNZ        R7,T_RX21
        CALL        S_OFF_RBEXT
        CALL        N_J2X
        CALL        HOOK_ON_EXT
        RET
   S_OF_2: CALL         S_OFF_R2X
        CALL        S_OFF_RBEXT
        MOV         A,#71H
        CALL        S1_DATA
        CALL        STRA_ON
        SETB        0EH
        MOV         70H,#71H
        RET

S_RG3_RBEXT: CALL       RINGG_TO_3
        CALL        RINGB_TO_EXT
        MOV         R7,#58H
   T_RX31: MOV          R6,#0FFH
   T_RX32: MOV          R5,#0FFH
        DJNZ        R5,R_IHK3
   R_IHK3: CALL         M_OV_PA
        JB          02H,S_OF_3
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        DJNZ    R6,T_RX32
        DJNZ    R7,T_RX31
        CALL    S_OFF_RBEXT
        CALL    N_J3X
        CALL    HOOK_ON_EXT
        RET
S_OF_3: CALL    S_OFF_R3X
        CALL    S_OFF_RBEXT
        MOV     A,#72H
        CALL    S1_DATA
        CALL    STRA_ON
        SETB    0EH
        MOV     70H,#72H
        RET

S_RG4_RBEXT: CALL   RINGG_TO_4
        CALL    RINGB_TO_EXT
        MOV     R7,#58H
T_RX41: MOV     R6,#0FFH
T_RX42: MOV     R5,#0FFH
        DJNZ    R5,R_IHK4
R_IHK4: CALL    M_OV_PA
        JB      03H,S_OF_4
        DJNZ    R6,T_RX42
        DJNZ    R7,T_RX41
        CALL    S_OFF_RBEXT
        CALL    N_J4X
        CALL    HOOK_ON_EXT
        RET
S_OF_4: CALL    S_OFF_R4X
        CALL    S_OFF_RBEXT
        MOV     A,#73H
        CALL    S1_DATA
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        CALL    STRA_ON
        SETB    0EH
        MOV     70H,#73H
        RET
;==================SWITCH OFF EXTERNAL TO
INTERNAL=====================

OFF_EXT: MOV    A,70H
        ANL     A,#0FH
        MOV     R3,A
        CJNE    R3,#0AH,IN_1
        RET
IN_1: CJNE      R3,#00H,IN_2
        MOV     A,#70H
        CALL    S1_DATA
        CALL    STRA_OFF
        CLR     78H
        CLR     0EH
        CALL    HOOK_ON_EXT
        RET

IN_2: CJNE      R3,#01H,IN_3
        MOV     A,#71H
        CALL    S1_DATA
        CALL    STRA_OFF
        CLR     79H
        CLR     0EH
        CALL    HOOK_ON_EXT
        RET

IN_3: CJNE      R3,#02H,IN_4
        MOV     A,#72H
        CALL    S1_DATA
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            CALL        STRA_OFF
            CLR         7AH
            CLR         0EH
            CALL        HOOK_ON_EXT
            RET

      IN_4: CJNE        R3,#03H,IN_5
            MOV         A,#73H
            CALL        S1_DATA
            CALL        STRA_OFF
            CLR         7BH
            CLR         0EH
            CALL        HOOK_ON_EXT
      IN_5: RET

;=============================================================
==========
   S_OFF_ANS: MOV       A,#78H
            CALL        S1_DATA
            CALL        STRA_OFF
            RET
;=============================================================
===========
      DELAY: MOV        R7,#0FFH
         D1: MOV        R6,#0FFH
            DJNZ        R6,$
            DJNZ        R7,D1
            RET
;=============================================================
===========
    DELAY_1S: MOV       R7,#1FH
         D2: MOV        R6,#0FFH
         D3: MOV        R5,#0FFH
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        DJNZ    R5,$
        DJNZ    R6,D3
        DJNZ    R7,D2
        RET
;=============================================================
============
DELAY_3S: MOV   R7,#3FH
    D4: MOV     R6,#0FFH
    D5: MOV     R5,#0FFH
        DJNZ    R5,$
        DJNZ    R6,D5
        DJNZ    R7,D4
        RET
;=============================================================
============
        END
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ZARLINK SEMICONDUCTOR

ISO-CMOS MT8816
8 x 16 Analog Switch Array

ISSUE3 March 1997

Features
- Internal control latches and address decoder
- Short set-up and hold times
- Wide operating voltage: 4.5V to 13.2V
- 12Vpp analog signal capability
- R_{ON} 65Ω max. @ V_{DD}=12V, 25°C
- ΔR_{ON} ≤10Ω @ V_{DD}=12V, 25°C
- Full CMOS switch for low distortion
- Minimum feedthrough and crosstalk
- Separate analog and digital reference supplies
- Low power consumption ISO-CMOS technology

Applications
- Key systems
- PBX systems
- Mobile radio
- Test equipment/instrumentation
- Analog/digital multiplexers
- Audio/Video switching

Ordering Information

MT8816AE	40 Pin Plastic DIP
MT8816AP	44 Pin PLCC

-40° to 85°C

Description

The Zarlink MT8816 is fabricated in Zarlink's ISO-CMOS technology providing low power dissipation and high reliability. The device contains a 8 x 16 array of crosspoint switches along with a 7 to 128 line decoder and latch circuits. Any one of the 128 switches can be addressed by selecting the appropriate seven address bits. The selected switch can be turned on or off by applying a logical one or zero to the DATA input. V_{SS} is the ground refer-ence of the digital inputs. The range of the analog signal is from V_{DD} to V_{EE}. Chip Select (CS) allows the crosspoint array to be cascaded for matrix expansion.

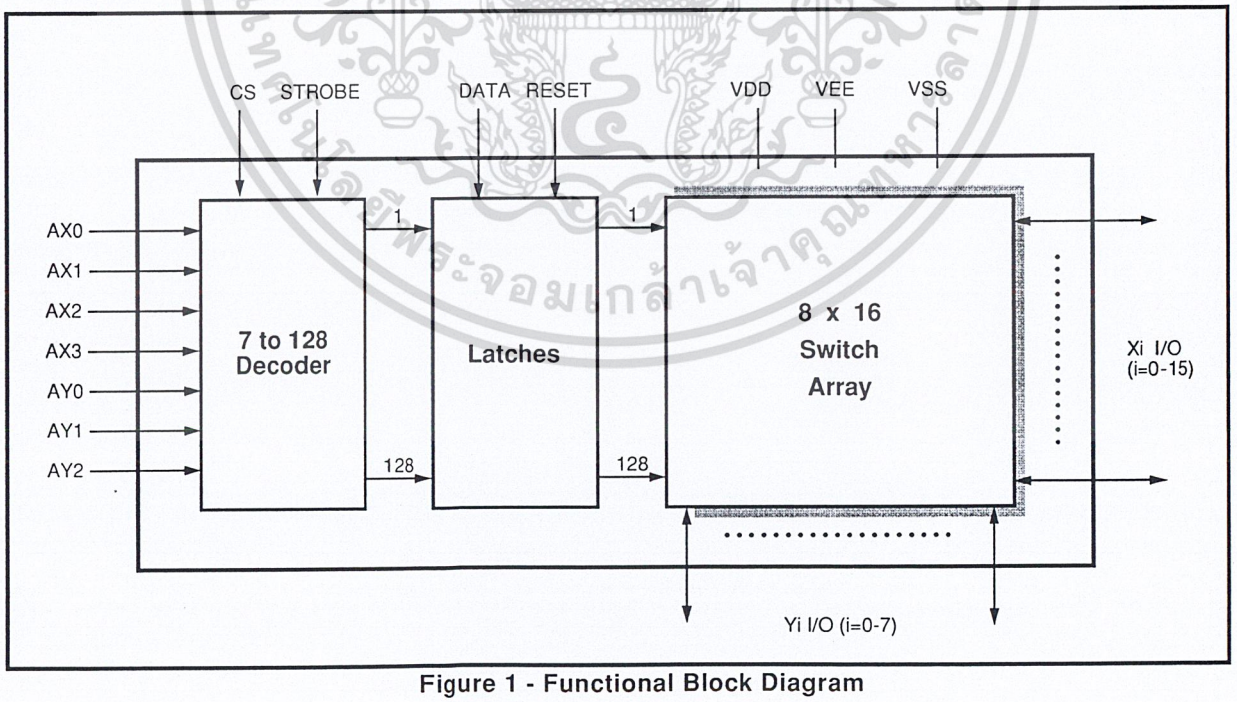


Figure 1 - Functional Block Diagram

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

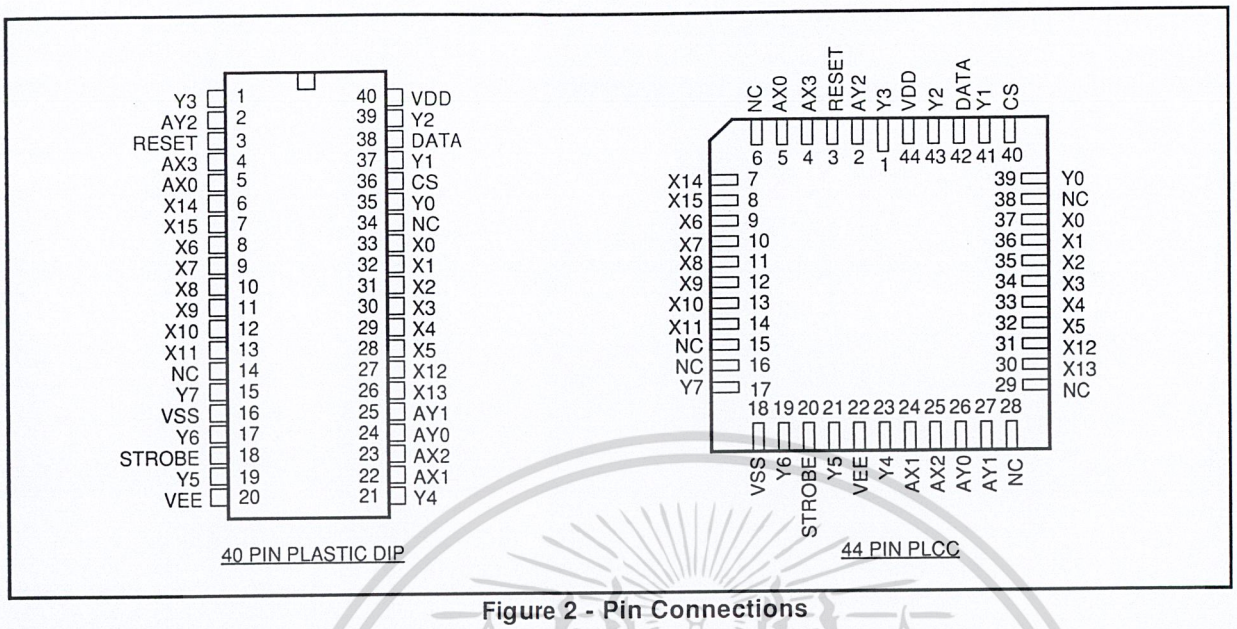


Figure 2 - Pin Connections

Pin Description

Pin #		Name	Description
PDIP	PLCC		
1	1	Y3	**Y3 Analog (Input/Output):** this is connected to the Y3 column of the switch array.
2	2	AY2	**Y2 Address Line (Input).**
3	3	RESET	**Master RESET (Input):** this is used to turn off all switches regardless of the condition of CS. Active High.
4,5	4,5	AX3,AX0	**X3 and X0 Address Lines (Inputs).**
6,7	7,8	X14, X15	**X14 and X15 Analog (Inputs/Outputs):** these are connected to the X14 and X15 rows of the switch array.
8-13	9-14	X6-X11	**X6-X11 Analog (Inputs/Outputs):** these are connected to the X6-X11 rows of the switch array.
14	6,15,16	NC	**No Connection**
15	17	Y7	**Y7 Analog (Input/Output):** this is connected to the Y7 column of the switch array.
16	18	V_{SS}	**Digital Ground Reference.**
17	19	Y6	**Y6 Analog (Input/Output):** this is connected to the Y6 column of the switch array.
18	20	STROBE	**STROBE (Input):** enables function selected by address and data. Address must be stable before STROBE goes high and DATA must be stable on the falling edge of the STROBE. Active High.
19	21	Y5	**Y5 Analog (Input/Output):** this is connected to the Y5 column of the switch array.
20	22	V_{EE}	**Negative Power Supply.**
21	23	Y4	**Y4 Analog (Input/Output):** this is connected to the Y4 column of the switch array.
22, 23	24,25	AX1,AX2	**X1 and X2 Address Lines (Inputs).**
24, 25	26,27	AY0,AY1	**Y0 and Y1 Address Lines (Inputs).**
26, 27	30,31	X13, X12	**X13 and X12 Analog (Inputs/Outputs):** these are connected to the X13 and X12 rows of the switch array.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Pin Description (continued)

Pin #		Name	Description
PDIP	PLCC		
28 - 33	32-37	X5-X0	**X5-X0 Analog (Inputs/Outputs):** these are connected to the X5-X0 rows of the switch array.
34	28,29, 38	NC	**No Connection.**
35	39	Y0	**Y0 Analog (Input/Output):** this is connected to the Y0 column of the switch array.
36	40	CS	**Chip Select (Input):** this is used to select the device. Active High.
37	41	Y1	**Y1 Analog (Input/Output):** this is connected to the Y1 column of the switch array.
38	42	DATA	**DATA (Input):** a logic high input will turn on the selected switch and a logic low will turn off the selected switch. Active High.
39	43	Y2	**Y2 Analog (Input/Output):** this is connected to the Y2 column of the switch array.
40	44	V_{DD}	**Positive Power Supply.**

Functional Description

The MT8816 is an analog switch matrix with an array size of 8 x 16. The switch array is arranged such that there are 8 columns by 16 rows. The columns are referred to as the Y inputs/outputs and the rows are the X inputs/outputs. The crosspoint analog switch array will interconnect any X I/O with any Y I/O when turned on and provide a high degree of isolation when turned off. The control memory consists of a 128 bit write only RAM in which the bits are selected by the address inputs (AY0-AY2, AX0-AX3). Data is presented to the memory on the DATA input. Data is asynchronously written into memory whenever both the CS (Chip Select) and STROBE inputs are high and are latched on the falling edge of STROBE. A logical "1" written into a memory cell turns the corresponding crosspoint switch on and a logical "0" turns the crosspoint off. Only the crosspoint switches corresponding to the addressed memory location are altered when data is written into memory. The remaining switches retain their previous states. Any combination of X and Y inputs/outputs can be interconnected by establishing appropriate patterns in the control memory. A logical "1" on the RESET input will asynchronously return all memory locations to logical "0" turning off all crosspoint switches regardless of whether CS is high or low. Two voltage reference pins (V_{SS} and V_{EE}) are provided for the MT8816 to enable switching of negative analog signals. The range for digital signals is from V_{DD} to V_{SS} while the range for analog signals is from V_{DD} to V_{EE}. V_{SS} and V_{EE} pins can be tied together if a single voltage reference is needed.

Address Decode

The seven address inputs along with the STROBE and CS (Chip Select) are logically ANDed to form an enable signal for the resettable transparent latches. The DATA input is buffered and is used as the input to all latches. To write to a location, RESET must be low and CS must go high while the address and data are set up. Then the STROBE input is set high and then low causing the data to be latched. The data can be changed while STROBE is high, however, the corresponding switch will turn on and off in accordance with the DATA input. DATA must be stable on the falling edge of STROBE in order for correct data to be written to the latch.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Absolute Maximum Ratings*- Voltages are with respect to V_{EE} unless otherwise stated.

	Parameter	Symbol	Min	Max	Units
1	Supply Voltage	V_{DD} V_{SS}	-0.3 -0.3	16.0 V_{DD}+0.3	V V
2	Analog Input Voltage	V_{INA}	-0.3	V_{DD}+0.3	V
3	Digital Input Voltage	V_{IN}	V_{SS}-0.3	V_{DD}+0.3	V
4	Current on any I/O Pin	I		±15	mA
5	Storage Temperature	T_S	-65	+150	°C
6	Package Power Dissipation PLASTIC DIP	P_D		0.6	W

* Exceeding these values may cause permanent damage. Functional operation under these conditions is not implied.

Recommended Operating Conditions - Voltages are with respect to V_{EE} unless otherwise stated.

	Characteristics	Sym	Min	Typ	Max	Units	Test Conditions
1	Operating Temperature	T_O	-40	25	85	°C	
2	Supply Voltage	V_{DD} V_{SS}	4.5 V_{EE}		13.2 V_{DD}-4.5	V V	
3	Analog Input Voltage	V_{INA}	V_{EE}		V_{DD}	V	
4	Digital Input Voltage	V_{IN}	V_{SS}		V_{DD}	V	

DC Electrical Characteristics† - Voltages are with respect to V_{EE}=V_{SS}=0V, V_{DD} =12V unless otherwise stated.

	Characteristics	Sym	Min	Typ‡	Max	Units	Test Conditions
1	Quiescent Supply Current	I_{DD}		1	100	µA	All digital inputs at V_{IN}=V_{SS} or V_{DD}
				0.4	1.5	mA	All digital inputs at V_{IN}=2.4V + V_{SS}; V_{SS}=7.0V
				5	15	mA	All digital inputs at V_{IN}=3.4V
2	Off-state Leakage Current (See G.9 in Appendix)	I_{OFF}		±1	±500	nA	$\|V_{Xi} - V_{Yj}\| = V_{DD} - V_{EE}$ See Appendix, Fig. A.1
3	Input Logic "0" level	V_{IL}			0.8+V_{SS}	V	V_{SS}=7.5V; V_{EE}=0V
4	Input Logic "1" level	V_{IH}	2.0+V_{SS}			V	V_{SS}=6.5V; V_{EE}=0V
5	Input Logic "1" level	V_{IH}	3.3			V	
6	Input Leakage (digital pins)	I_{LEAK}		0.1	10	µA	All digital inputs at V_{IN} = V_{SS} or V_{DD}

† DC Electrical Characteristics are over recommended temperature range.
‡ Typical figures are at 25°C and are for design aid only; not guaranteed and not subject to production testing.

DC Electrical Characteristics- Switch Resistance - V_{DC} is the external DC offset applied at the analog I/O pins.

	Characteristics	Sym	25°C		70°C		85°C		Units	Test Conditions
			Typ	Max	Typ	Max	Typ	Max		
1	On-state V_{DD}=12V Resistance V_{DD}=10V V_{DD}= 5V (See G.1, G.2, G.3 in Appendix)	R_{ON}	45 55 120	65 75 185		75 85 215		80 90 225	Ω Ω Ω	V_{SS}=V_{EE}=0V,V_{DC}=V_{DD}/2, $\|V_{Xi}$-$V_{Yj}\|$ = 0.4V See Appendix, Fig. A.2
2	Difference in on-state resistance between two switches (See G.4 in Appendix)	ΔR_{ON}	5	10		10		10	Ω	V_{DD}=12V, V_{SS}=V_{EE}=0, V_{DC}=V_{DD}/2, $\|V_{Xi}$-$V_{Yj}\|$ = 0.4V See Appendix, Fig. A.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

AC Electrical Characteristics† - Crosspoint Performance

-Voltages are with respect to V_{DD}=5V, V_{SS}=0V, V_{EE}=-7V, unless otherwise stated.

	Characteristics	Sym	Min	Typ‡	Max	Units	Test Conditions
1	Switch I/O Capacitance	C_S		20		pF	f=1 MHz
2	Feedthrough Capacitance	C_F		0.2		pF	f=1 MHz
3	Frequency Response Channel "ON" 20LOG(V_{OUT}/V_{Xi})=-3dB	F_{3dB}		45		MHz	Switch is "ON"; V_{INA} = 2Vpp sinewave; R_L = 1kΩ See Appendix, Fig. A.3
4	Total Harmonic Distortion (See G.5, G.6 in Appendix)	THD		0.01		%	Switch is "ON"; V_{INA} = 2Vpp sinewave f= 1kHz; R_L=1kΩ
5	Feedthrough Channel "OFF" Feed.=20LOG (V_{OUT}/V_{Xi}) (See G.8 in Appendix)	FDT		-95		dB	All Switches "OFF"; V_{INA}= 2Vpp sinewave f= 1kHz; R_L= 1kΩ. See Appendix, Fig. A.4
6	Crosstalk between any two channels for switches Xi-Yi and Xj-Yj. Xtalk=20LOG (V_{Yj}/V_{Xi}). (See G.7 in Appendix).	X_{talk}		-45		dB	V_{INA}=2Vpp sinewave f= 10MHz; R_L = 75Ω.
				-90		dB	V_{INA}=2Vpp sinewave f= 10kHz; R_L = 600Ω.
				-85		dB	V_{INA}=2Vpp sinewave f= 10kHz; R_L = 1kΩ.
				-80		dB	V_{INA}=2Vpp sinewave f= 1kHz; R_L = 10kΩ. Refer to Appendix, Fig. A.5 for test circuit.
7	Propagation delay through switch	t_{PS}			30	ns	R_L=1kΩ; C_L=50pF

† Timing is over recommended temperature range. See Fig. 3 for control and I/O timing details.
‡ Typical figures are at 25°C and are for design aid only; not guaranteed and not subject to production testing.
Crosstalk measurements are for Plastic DIPS only, crosstalk values for PLCC packages are approximately 5dB better.

AC Electrical Characteristics† - Control and I/O Timings

- Voltages are with respect to V_{DD}=5V, V_{SS}=0V, V_{EE}=-7V, unless otherwise stated.

	Characteristics	Sym	Min	Typ‡	Max	Units	Test Conditions
1	Control Input crosstalk to switch (for CS, DATA, STROBE, Address)	CX_{talk}		30		mVpp	V_{IN}=3V squarewave; R_{IN}=1kΩ, R_L=10kΩ. See Appendix, Fig. A.6
2	Digital Input Capacitance	C_{DI}		10		pF	f=1MHz
3	Switching Frequency	F_O			20	MHz	
4	Setup Time DATA to STROBE	t_{DS}	10			ns	R_L= 1kΩ, C_L=50pF ①
5	Hold Time DATA to STROBE	t_{DH}	10			ns	R_L= 1kΩ, C_L=50pF ①
6	Setup Time Address to STROBE	t_{AS}	10			ns	R_L= 1kΩ, C_L=50pF ①
7	Hold Time Address to STROBE	t_{AH}	10			ns	R_L= 1kΩ, C_L=50pF ①
8	Setup Time CS to STROBE	t_{CSS}	10			ns	R_L= 1kΩ, C_L=50pF ①
9	Hold Time CS to STROBE	t_{CSH}	10			ns	R_L= 1kΩ, C_L=50pF ①
10	STROBE Pulse Width	t_{SPW}	20			ns	R_L= 1kΩ, C_L=50pF ①
11	RESET Pulse Width	t_{RPW}	40			ns	R_L= 1kΩ, C_L=50pF ①
12	STROBE to Switch Status Delay	t_S		40	100	ns	R_L= 1kΩ, C_L=50pF ①
13	DATA to Switch Status Delay	t_D		50	100	ns	R_L= 1kΩ, C_L=50pF ①
14	RESET to Switch Status Delay	t_R		35	100	ns	R_L= 1kΩ, C_L=50pF ①

† Timing is over recommended temperature range. See Fig. 3 for control and I/O timing details.
Digital Input rise time (tr) and fall time (tf) = 5ns.
‡ Typical figures are at 25°C and are for design aid only; not guaranteed and not subject to production testing.
① Refer to Appendix, Fig. A.7 for test circuit.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

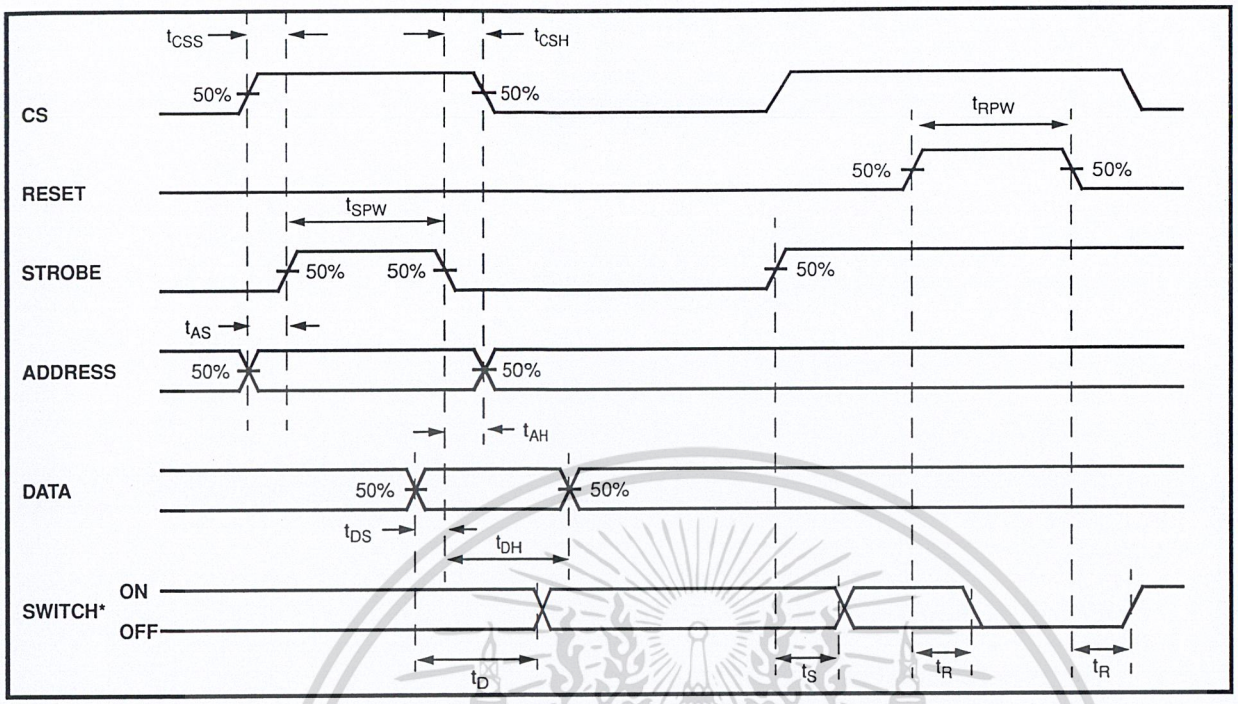


Figure 3 - Control Memory Timing Diagram

* See Appendix, Fig. A.7 for switching waveform

AX0	AX1	AX2	AX3	AY0	AY1	AY2	Connection*
0	0	0	0	0	0	0	X0-Y0
1	0	0	0	0	0	0	X1-Y0
0	1	0	0	0	0	0	X2-Y0
1	1	0	0	0	0	0	X3-Y0
0	0	1	0	0	0	0	X4-Y0
1	0	1	0	0	0	0	X5-Y0
0	1	1	0	0	0	0	X12-Y0
1	1	1	0	0	0	0	X13-Y0
0	0	0	1	0	0	0	X6-Y0
1	0	0	1	0	0	0	X7-Y0
0	1	0	1	0	0	0	X8-Y0
1	1	0	1	0	0	0	X9-Y0
0	0	1	1	0	0	0	X10-Y0
1	0	1	1	0	0	0	X11-Y0
0	1	1	1	0	0	0	X14-Y0
1	1	1	1	0	0	0	X15-Y0
0 ↓ 1	0 ↓ 1	0 ↓ 1	0 ↓ 1	1 ↓ 1	0 ↓ 0	0 ↓ 0	X0-Y1 ↓↓ X15-Y1
0 ↓ 1	0 ↓ 1	0 ↓ 1	0 ↓ 1	0 ↓ 0	1 ↓ 1	0 ↓ 0	X0-Y2 ↓↓ X15-Y2
0 ↓ 1	0 ↓ 1	0 ↓ 1	0 ↓ 1	1 ↓ 1	1 ↓ 1	0 ↓ 0	X0-Y3 ↓↓ X15-Y3
0 ↓ 1	0 ↓ 1	0 ↓ 1	0 ↓ 1	0 ↓ 0	0 ↓ 0	1 ↓ 1	X0-Y4 ↓↓ X15-Y4
0 ↓ 1	0 ↓ 1	0 ↓ 1	0 ↓ 1	1 ↓ 1	0 ↓ 0	1 ↓ 1	X0-Y5 ↓↓ X15-Y5
0 ↓ 1	0 ↓ 1	0 ↓ 1	0 ↓ 1	0 ↓ 0	1 ↓ 1	1 ↓ 1	X0-Y6 ↓↓ X15-Y6
0 ↓ 1	0 ↓ 1	0 ↓ 1	0 ↓ 1	1 ↓ 1	1 ↓ 1	1 ↓ 1	X0-Y7 ↓↓ X15-Y7

Table 1. Address Decode Truth Table

* Switch connections are not in ascending order

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ISO^2-CMOS MT8870D/MT8870D-1
Integrated DTMF Receiver

ISSUE 5 March 1997

Features
- Complete DTMF Receiver
- Low power consumption
- Internal gain setting amplifier
- Adjustable guard time
- Central office quality
- Power-down mode
- Inhibit mode
- Backward compatible with MT8870C/MT8870C-1

Applications
- Receiver system for British Telecom (BT) or CEPT Spec (MT8870D-1)
- Paging systems
- Repeater systems/mobile radio
- Credit card systems
- Remote control
- Personal computers
- Telephone answering machine

Ordering Information

MT8870DE/DE-1	18 Pin Plastic DIP
MT8870DS/DS-1	18 Pin SOIC
MT8870DN/DN-1	20 Pin SSOP

-40 °C to +85 °C

Description

The MT8870D/MT8870D-1 is a complete DTMF receiver integrating both the bandsplit filter and digital decoder functions. The filter section uses switched capacitor techniques for high and low group filters; the decoder uses digital counting techniques to detect and decode all 16 DTMF tone-pairs into a 4-bit code. External component count is minimized by on chip provision of a differential input amplifier, clock oscillator and latched three-state bus interface.

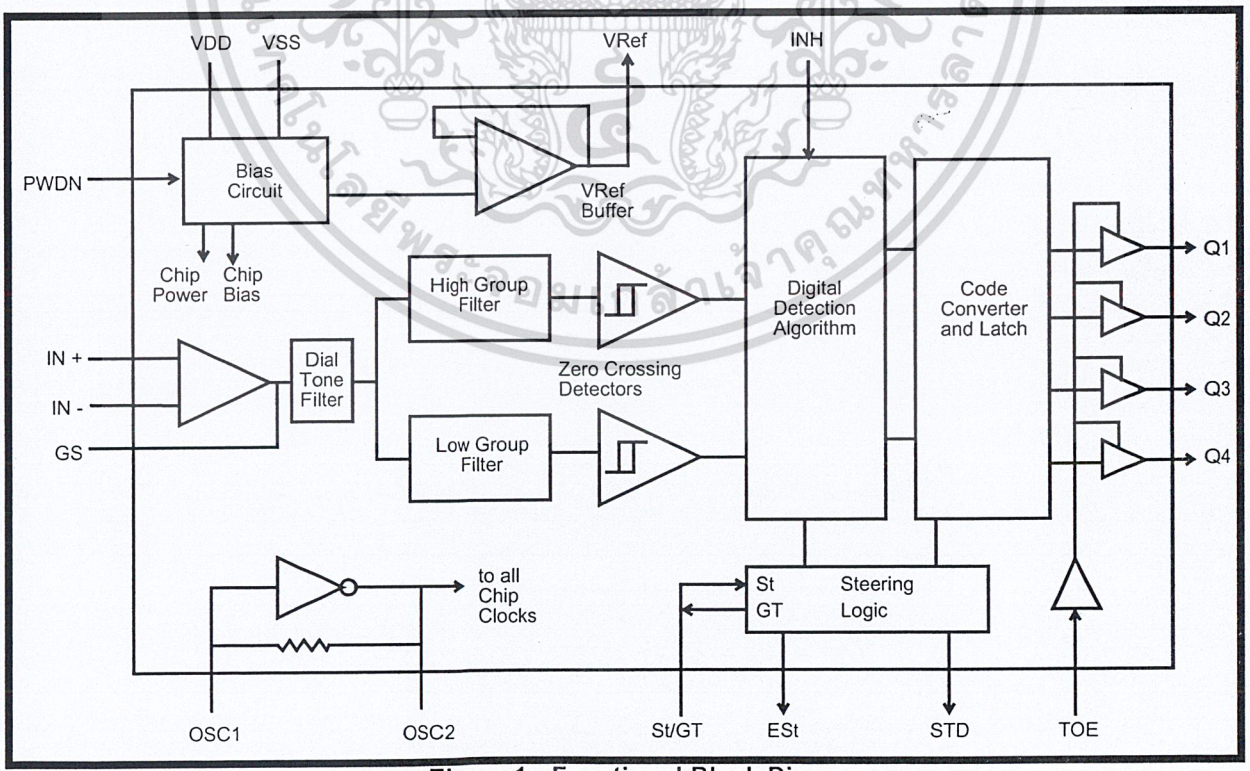


Figure 1 - Functional Block Diagram

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

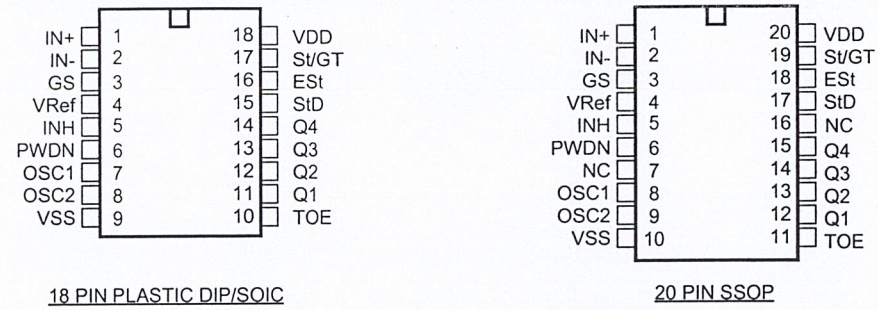


Figure 2 - Pin Connections

Pin Description

Pin #		Name	Description
18	20		
1	1	IN+	**Non-Inverting Op-Amp (Input).**
2	2	IN-	**Inverting Op-Amp (Input).**
3	3	GS	**Gain Select.** Gives access to output of front end differential amplifier for connection of feedback resistor.
4	4	V_{Ref}	**Reference Voltage (Output).** Nominally $V_{DD}/2$ is used to bias inputs at mid-rail (see Fig. 6 and Fig. 10).
5	5	INH	**Inhibit (Input).** Logic high inhibits the detection of tones representing characters A, B, C and D. This pin input is internally pulled down.
6	6	PWDN	**Power Down (Input).** Active high. Powers down the device and inhibits the oscillator. This pin input is internally pulled down.
7	8	OSC1	**Clock (Input).**
8	9	OSC2	**Clock (Output).** A 3.579545 MHz crystal connected between pins OSC1 and OSC2 completes the internal oscillator circuit.
9	10	V_{SS}	**Ground (Input).** 0V typical.
10	11	TOE	**Three State Output Enable (Input).** Logic high enables the outputs Q1-Q4. This pin is pulled up internally.
11-14	12-15	Q1-Q4	**Three State Data (Output).** When enabled by TOE, provide the code corresponding to the last valid tone-pair received (see Table 1). When TOE is logic low, the data outputs are high impedance.
15	17	StD	**Delayed Steering (Output).**Presents a logic high when a received tone-pair has been registered and the output latch updated; returns to logic low when the voltage on St/GT falls below V_{TSt}.
16	18	ESt	**Early Steering (Output).** Presents a logic high once the digital algorithm has detected a valid tone pair (signal condition). Any momentary loss of signal condition will cause ESt to return to a logic low.
17	19	St/GT	**Steering Input/Guard time (Output) Bidirectional.** A voltage greater than V_{TSt} detected at St causes the device to register the detected tone pair and update the output latch. A voltage less than V_{TSt} frees the device to accept a new tone pair. The GT output acts to reset the external steering time-constant; its state is a function of ESt and the voltage on St.
18	20	V_{DD}	**Positive power supply (Input).** +5V typical.
	7, 16	NC	No Connection.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Functional Description

The MT8870D/MT8870D-1 monolithic DTMF receiver offers small size, low power consumption and high performance. Its architecture consists of a bandsplit filter section, which separates the high and low group tones, followed by a digital counting section which verifies the frequency and duration of the received tones before passing the corresponding code to the output bus.

Filter Section

Separation of the low-group and high group tones is achieved by applying the DTMF signal to the inputs of two sixth-order switched capacitor bandpass filters, the bandwidths of which correspond to the low and high group frequencies. The filter section also incorporates notches at 350 and 440 Hz for exceptional dial tone rejection (see Figure 3). Each filter output is followed by a single order switched capacitor filter section which smooths the signals prior to limiting. Limiting is performed by high-gain comparators which are provided with hysteresis to prevent detection of unwanted low-level signals. The outputs of the comparators provide full rail logic swings at the frequencies of the incoming DTMF signals.

Decoder Section

Following the filter section is a decoder employing digital counting techniques to determine the frequencies of the incoming tones and to verify that they correspond to standard DTMF frequencies. A complex averaging algorithm protects against tone simulation by extraneous signals such as voice while providing tolerance to small frequency deviations and variations. This averaging algorithm has been developed to ensure an optimum combination of immunity to talk-off and tolerance to the presence of interfering frequencies (third tones) and noise. When the detector recognizes the presence of two valid tones (this is referred to as the "signal condition" in some industry specifications) the "Early Steering" (ESt) output will go to an active state. Any subsequent loss of signal condition will cause ESt to assume an inactive state (see "Steering Circuit").

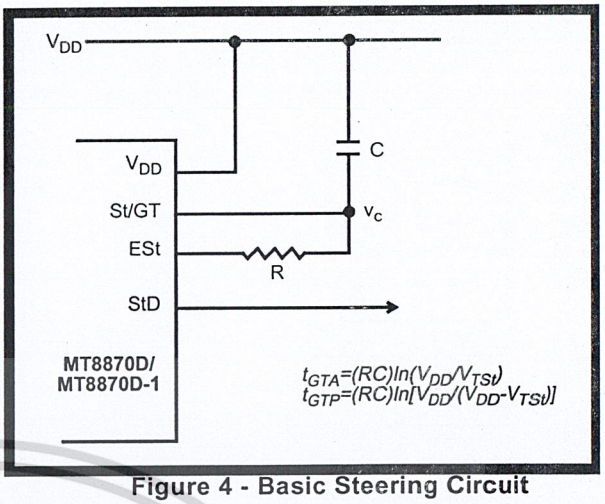


Figure 4 - Basic Steering Circuit

Steering Circuit

Before registration of a decoded tone pair, the receiver checks for a valid signal duration (referred to as character recognition condition). This check is performed by an external RC time constant driven by ESt. A logic high on ESt causes v_c (see Figure 4) to rise as the capacitor discharges. Provided signal

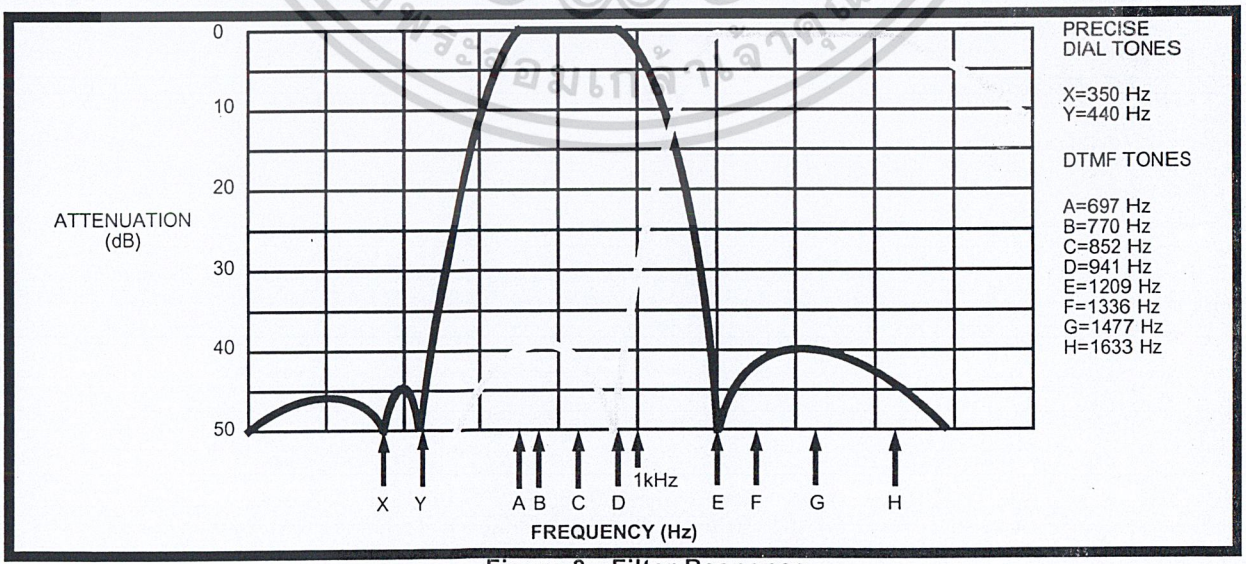


Figure 3 - Filter Response

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

condition is maintained (ESt remains high) for the validation period (t_{GTP}), v_c reaches the threshold (V_{TSt}) of the steering logic to register the tone pair, latching its corresponding 4-bit code (see Table 1) into the output latch. At this point the GT output is activated and drives v_c to V_{DD}. GT continues to drive high as long as ESt remains high. Finally, after a short delay to allow the output latch to settle, the delayed steering output flag (StD) goes high, signalling that a received tone pair has been registered. The contents of the output latch are made available on the 4-bit output bus by raising the three state control input (TOE) to a logic high. The steering circuit works in reverse to validate the interdigit pause between signals. Thus, as well as rejecting signals too short to be considered valid, the receiver will tolerate signal interruptions (dropout) too short to be considered a valid pause. This facility, together with the capability of selecting the steering time constants externally, allows the designer to tailor performance to meet a wide variety of system requirements.

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

Table 1. Functional Decode Table

L=LOGIC LOW, H=LOGIC HIGH, Z=HIGH IMPEDANCE
X = DON'T CARE

Guard Time Adjustment

In many situations not requiring selection of tone duration and interdigital pause, the simple steering circuit shown in Figure 4 is applicable. Component values are chosen according to the formula:

$$t_{REC}=t_{DP}+t_{GTP}$$
$$t_{ID}=t_{DA}+t_{GTA}$$

The value of t_{DP} is a device parameter (see Figure 11) and t_{REC} is the minimum signal duration to be recognized by the receiver. A value for C of 0.1 µF is recommended for most applications, leaving R to be selected by the designer.

Different steering arrangements may be used to select independently the guard times for tone present (t_{GTP}) and tone absent (t_{GTA}). This may be necessary to meet system specifications which place both accept and reject limits on both tone duration and interdigital pause. Guard time adjustment also allows the designer to tailor system parameters such as talk off and noise immunity. Increasing t_{REC} improves talk-off performance since it reduces the probability that tones simulated by speech will maintain signal condition long enough to be registered. Alternatively, a relatively short t_{REC} with a long t_{DO} would be appropriate for extremely noisy environments where fast acquisition time and immunity to tone drop-outs are required. Design information for guard time adjustment is shown in Figure 5.

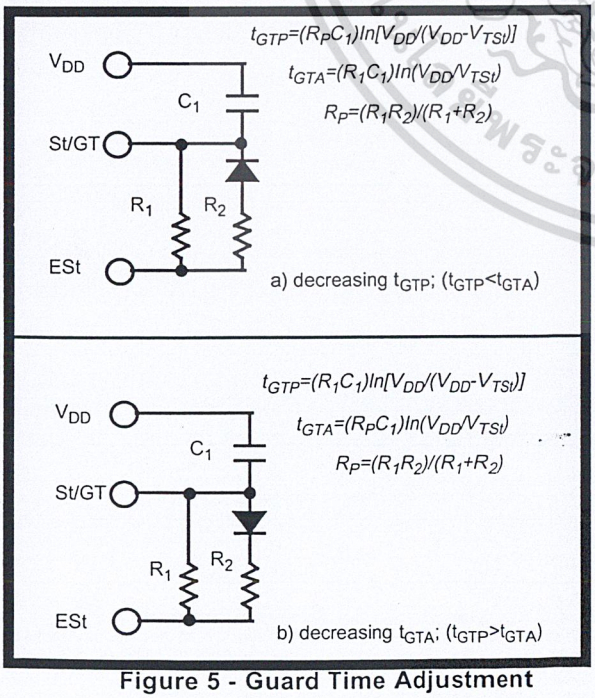


Figure 5 - Guard Time Adjustment

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Power-down and Inhibit Mode

A logic high applied to pin 6 (PWDN) will power down the device to minimize the power consumption in a standby mode. It stops the oscillator and the functions of the filters.

Inhibit mode is enabled by a logic high input to the pin 5 (INH). It inhibits the detection of tones representing characters A, B, C, and D. The output code will remain the same as the previous detected code (see Table 1).

Differential Input Configuration

The input arrangement of the MT8870D/MT8870D-1 provides a differential-input operational amplifier as well as a bias source (V_{Ref}) which is used to bias the inputs at mid-rail. Provision is made for connection of a feedback resistor to the op-amp output (GS) for adjustment of gain. In a single-ended configuration, the input pins are connected as shown in Figure 10 with the op-amp connected for unity gain and V_{Ref} biasing the input at $^1/_2V_{DD}$. Figure 6 shows the differential configuration, which permits the adjustment of gain with the feedback resistor R_5.

Crystal Oscillator

The internal clock circuit is completed with the addition of an external 3.579545 MHz crystal and is normally connected as shown in Figure 10 (Single-Ended Input Configuration). However, it is possible to configure several MT8870D/MT8870D-1 devices employing only a single oscillator crystal. The oscillator output of the first device in the chain is coupled through a 30 pF capacitor to the oscillator input (OSC1) of the next device. Subsequent devices are connected in a similar fashion. Refer to Figure 7 for details. The problems associated with unbalanced loading are not a concern with the arrangement shown, i.e., precision balancing capacitors are not required.

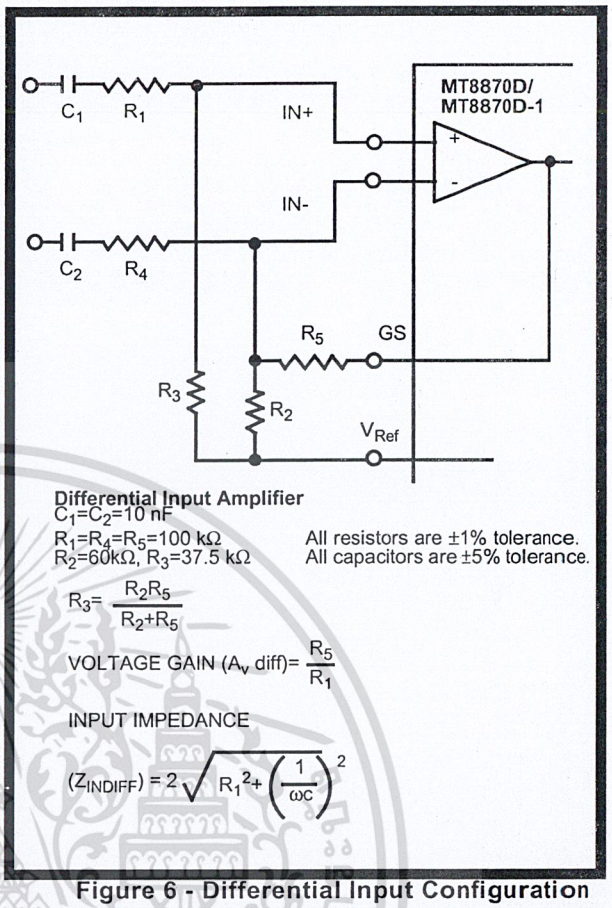


Figure 6 - Differential Input Configuration

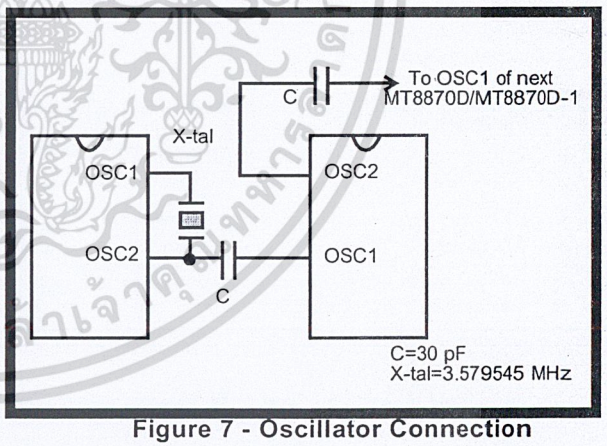


Figure 7 - Oscillator Connection

Parameter	Unit	Resonator
R1	Ohms	10.752
L1	mH	.432
C1	pF	4.984
C0	pF	37.915
Qm	-	896.37
Δf	%	±0.2%

Table 2. Recommended Resonator Specifications

Note: Qm=quality factor of RLC model, i.e., 1/2Π*f*R1C1.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Applications

RECEIVER SYSTEM FOR BRITISH TELECOM SPEC POR 1151

The circuit shown in Fig. 9 illustrates the use of MT8870D-1 device in a typical receiver system. BT Spec defines the input signals less than -34 dBm as the non-operate level. This condition can be attained by choosing a suitable values of R_1 and R_2 to provide 3 dB attenuation, such that -34 dBm input signal will correspond to -37 dBm at the gain setting pin GS of MT8870D-1. As shown in the diagram, the component values of R_3 and C_2 are the guard time requirements when the total component tolerance is 6%. For better performance, it is recommended to use the non-symmetric guard time circuit in Fig. 8.

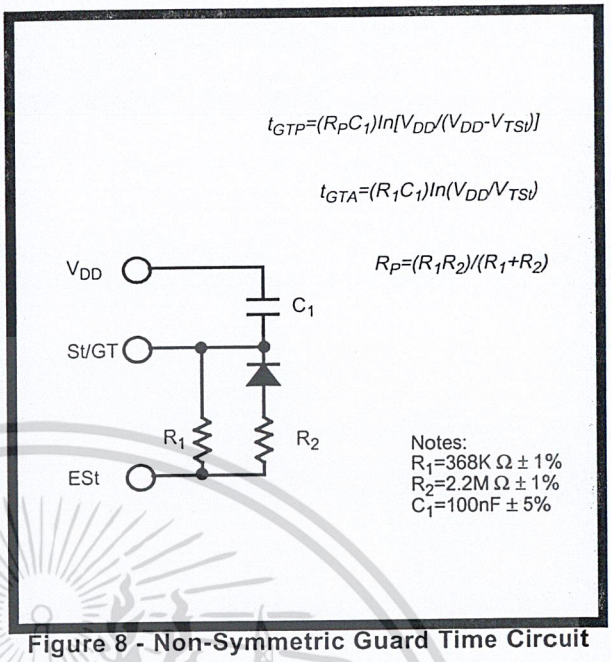


Figure 8 - Non-Symmetric Guard Time Circuit

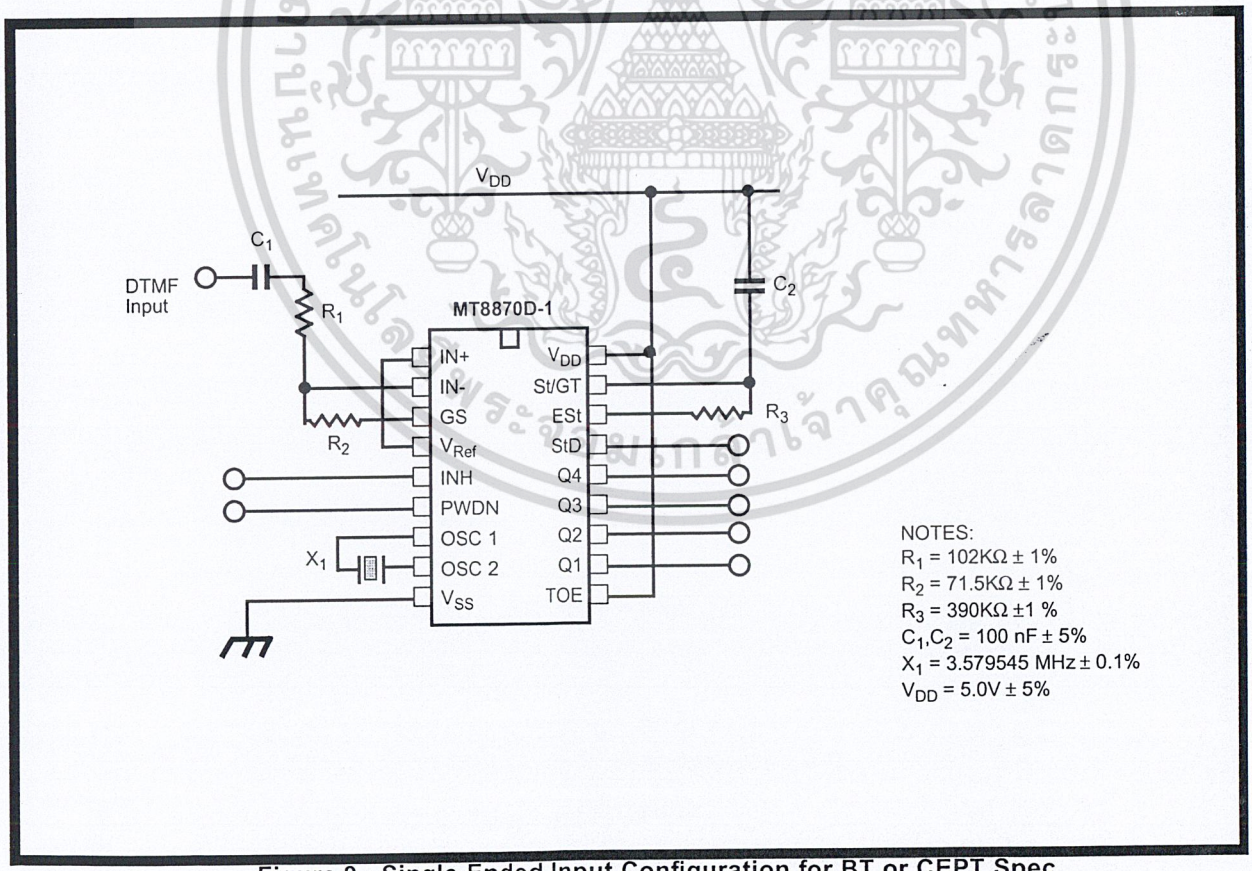


Figure 9 - Single-Ended Input Configuration for BT or CEPT Spec

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้