สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

อุปกรณ์แสดงหมายเลขเรียกเข้า

Caller Line Identification (CLI) device

โดย

นาย สุทธิพงษ์ เกียรติพานิชกิจ

นาย ชิตนนท์ เผื่อนพิภพ

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2546

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 54948
วัน,เดือน,ปี - 1 เม.ย. 2548

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

b.....
ง.....

อุปกรณ์แสดงหมายเลขเรียกเข้า

Caller Line Identification (CLI) device

โดย

นาย สุทธิพงษ์ เกียรติพานิชกิจ 43010481

นาย ชิตนนท์ เผื่อนพิภพ 43010105

อาจารย์ที่ปรึกษา

ผศ.ดร.ไกรสิน ส่งวัฒนา

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2546

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2546

ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถานบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง **อุปกรณ์แสดงหมายเลขเรียกเข้า**

Caller Line Identification (CLI) device

ผู้จัดทำ

1 : นาย สุทธิพงษ์ เกียรติพานิชกิจ 43010481

2 : นาย ชิตนนท์ เผื่อนพิภพ 43010105

.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(รศ.ดร. ไกรสิน ส่งวัฒนา)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

		หน้า
บทที่ 1	**บทนำ**	1
บทที่ 2	**ทฤษฎีและหลักการ**	
	2.1 การแสดงหมายเลขเรียกเข้า (Caller ID)	2
	2.2 สัญญาณต่างๆ ในระบบชุมสายโทรศัพท์	7
	2.3 หลักการของ DTMF	9
	2.4 วงจรตรวจจับการยกหู โทรศัพท์ (Hook Status Detector Circuit)	10
	2.5 การอินเตอร์รัพต์	12
	2.6 Serial EEPROM (24LC01A)	21
บทที่ 3	**การคำนวณและการสร้าง**	
	3.1 หลักการทำงานของโครงงาน	27
	3.2 วงจรแสดงหมายเลขเรียกเข้า (Caller ID Circuit)	27
	3.3 วงจรตรวจสอบการยกหูโทรศัพท์(Hook Status Detector Circuit)	31
	3.4 วงจรถอดรหัสหมายเลขโทรศัพท์ (DTMF Decoder Circuit)	32
	3.5 วงจรเสียงดนตรี(Music IC)	33
	3.6 การทำงานของเครื่องมีขั้นตอนการทำงานดังนี้	33
บทที่ 4	**การทดลองและผลการทดลอง**	
	4.1 ทดลองวงจรตรวจจับการยกหู โทรศัพท์ (Hook Status Detector Circuit)	38
	4.2 การทดลองวงจรถอดรหัสเลขหมายโทรศัพท์ (DTMF Decoder Circuit)	39
	4.3 การทดลอง วงจรเสียงดนตรี (Music IC)	44
	4.4 การทดลองวงจร ดีเทคหมายเลขเรียกเข้า (Caller ID)	45
	4.5การใช้โปรแกรมควบคุมการทำงาน	53
บทที่ 5	**สรุปและวิจารณ์**	58

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

หน้า

รูปที่ 2.1 แสดงรูปแบบของข้อมูลระบบแสดงหมายเลขเรียกเข้า 2

รูปที่ 2.2 (ก) SDMF (Single Data Message Format) 3

รูปที่ 2.2 (ข) MDMF (Multiple Data Message Format) 3

รูปที่ 2.3 แสดงรูปแบบ Word ของข้อมูลซึ่งจะมีทั้งหมด 10 บิทโดย บิทแรกเป็น start bit และ ตามมาด้วยข้อมูล 8 บิท ซึ่งจะจบท้ายด้วย Stop Bit 4

รูปที่ 2.4 แสดงข้อความ Checksum ที่ส่งมาหลังสุด ซึ่งใช้เพื่อตรวจสอบความผิดพลาดของข้อมูล 4

รูปที่ 2.5 แสดงรูปสัญญาณให้หมุน (Dial Tone) 7

รูปที่ 2.6 แสดงรูปสัญญาณไม่ว่าง (Busy Tone) 7

รูปที่ 2.7 แสดงรูปสัญญาณเรียกกลับ (Ring back Tone) 8

รูปที่ 2.8 แสดงรูปสัญญาณกริ่งเรียก (Ringing Tone) 8

รูปที่ 2.9 แสดงรูปแสดงรูปหน้าปุ่ม คีย์แพด (Keypad) และความถี่ที่ใช้ 9

รูปที่ 2.10 แสดงรูปวงจรเรียงกระแส 10

รูปที่ 2.11 แสดงรูปวงจรเปรียบเทียบแรงดัน 10

รูปที่ 2.12 แสดงรูปวงจร โฟโต้ทรานซิสเตอร์ และ รีเลย์ 11

รูปที่ 2.13 แสดงโครงสร้าง IE Register 12

รูปที่ 2.14 แสดงโครงสร้างIP Register 13

รูปที่ 2.15 แสดงโครงสร้างTCON Register 15

รูปที่ 2.16 แสดงโครงสร้างTMOD Register 16

รูปที่ 2.17 แสดงโครงสร้างSCON Register 18

รูปที่ 2.18แสดงรูป ไอซี 24LC01A 21

รูปที่ 2.19 แสดงบล็อกไดอะแกรมการทำงานของไอซี24LC01A 21

รูปที่ 2.20 แสดงจังหวะเวลาในการรับส่งข้อมูล(Bus Timing Data) ระหว่าง ไมโครคอนโทรเลอร์ กับ EEPROM 22

รูปที่ 2.21 แสดงการเขียนข้อมูลแบบ Byte Write 23

รูปที่ 2.22 แสดงการเขียนข้อมูลแบบ Page Write 23

รูปที่ 2.23 แสดงการอ่านข้อมูลบน EEPROM แบบ Current Address Read 24

รูปที่ 2.24แสดงการอ่านข้อมูลบน EEPROM 24

รูปที่ 2.25 แสดงการอ่านข้อมูลบน EEPROM แบบ Sequential Read 25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.1 แสดงบล็อกไดอะแกรมของชิ้นงาน 26
รูปที่ 3.2 แสดง บล็อกไดอะแกรมของไอซี MC145447 28
รูปที่ 3.3 แสดงวงจรตรวจจับหมายเลขเรียกเข้า (Caller ID Circuit) 28
รูปที่ 3.4 แสดง Timing Diagram ของรูปวงจรตรวจจับหมายเลขเรียกเข้า 30
รูปที่ 3.5 แสดงวงจร ตรวจสอบการยกหูโทรศัพท์ (Hook Status Detect Circuit) 31
รูปที่ 3.6 แสดงรูปวงจรถอดรหัสสัญญาณ DTMF 32
รูปที่ 3.7 แสดงวงจรเสียงดนตรี (Music IC) 33
รูปที่3.8 แสดงโฟลว์ชาร์ตกเรทำงานของโปรแกรม 35
รูปที่3.9 แสดงโฟลว์ชาร์ตการทำงานของโปรแกรม 36
รูปที่3.10แสดงโฟลว์ชาร์ตการทำงานของโปรแกรม 37
รูปที่ 4.1 แสดงแรงดันที่วัดได้จากโทรศัพท์ขณะวางหู 38
รูปที่ 4.2 แสดงแรงดันที่วัดได้จากโทรศัพท์ขณะยกหู 38
รูปที่ 4.3 แสดงสัญญาณที่ได้การกดปุ่ม 1 ใน โดเมนเวลา 40
รูปที่ 4.4 (ก) แสดง ความถี่ต่ำใน โดเมนความถี่ขณะกดปุ่ม 1 40
รูปที่ 4.4 (ข) แสดง ความถี่สูงใน โดเมนความถี่ขณะกดปุ่ม 1 40
รูปที่ 4.5 แสดงสัญญาณที่ได้การกดปุ่ม 2 ใน โดเมนเวลา 41
รูปที่ 4.5 (ก) แสดง ความถี่ต่ำใน โดเมนความถี่ ขณะกดปุ่ม 2 41
รูปที่ 4.5 (ก) แสดง ความถี่สูงใน โดเมนความถี่ ขณะกดปุ่ม 2 41
รูปที่ 4.6 แสดงสัญญาณที่ได้การกดปุ่ม 3 ใน โดเมนเวลา 42
รูปที่ 4.7 (ก) แสดง ความถี่ต่ำใน โดเมนความถี่ ขณะกดปุ่ม 3 42
รูปที่ 4.7 (ข) แสดง ความถี่ต่ำใน โดเมนความถี่ ขณะกดปุ่ม 3 42
รูปที่ 4.8 กรองความถี่สูงผ่าน 45
รูปที่ 4.9 แสดงรูปสัญญาณที่อยู่ระหว่างสัญญาณกริ่งเรียกครั้งแรก
และ สัญญาณกริ่งเรียกครั้งที่สอง 45
รูปที่ 4.10 แสดงการขยายสัญญาณที่อยู่ระหว่างสัญญาณกริ่งเรียกครั้งแรก
และ สัญญาณกริ่งเรียกครั้งที่สอง 46
รูปที่ 4.11 แสดงการขยายของสัญญาณช่วงแรกของสัญญาณที่อยู่ระหว่างสัญญาณกริ่งเรียกครั้งแรก
และ สัญญาณกริ่งเรียกครั้งที่สอง 46
รูปที่ 4.12 แสดงการขยายของสัญญาณช่วงที่สองของสัญญาณที่อยู่ระหว่างสัญญาณกริ่งเรียกครั้งแรก
และ สัญญาณกริ่งเรียกครั้งที่สอง 47
รูปที่ 4.13 แสดงการขยายของสัญญาณช่วงสามของสัญญาณที่อยู่ระหว่างสัญญาณกริ่งเรียกครั้งแรก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และ สัญญาณกริ่งเรียกครั้งที่สอง 47
รูปที่ 4.14 แสดงการทำงานของขาที่6ของไอซี 49
รูปที่ 4.15 แสดงรูปสัญญาณที่อยู่ระหว่างสัญญาณกริ่งเรียกครั้งแรก และ สัญญาณกริ่งเรียกครั้งที่สอง 49
รูปที่4.16 แสดงการขยายสัญญาณที่อยู่ระหว่างสัญญาณกริ่งเรียกครั้งแรก
และ สัญญาณกริ่งเรียกครั้งที่สอง 50
รูปที่ 4.17 แสดงการขยายสัญญาณช่วงแรกของสัญญาณที่อยู่ระหว่างสัญญาณกริ่งเรียกครั้งแรก
และ สัญญาณ กริ่งเรียกครั้งที่สอง 50
รูปที่ 4.18 แสดงการขยายสัญญาณช่วงที่สองและสามของสัญญาณที่อยู่ระหว่าง
สัญญาณกริ่งเรียกครั้งแรก และ สัญญาณกริ่งเรียกครั้งที่สอง 51
รูปที่ 4.19 แสดงการขยายสัญญาณช่วงที่สามของสัญญาณที่อยู่ระหว่างสัญญาณกริ่งเรียกครั้งแรก
และ สัญญาณกริ่งเรียกครั้งที่สอง 51
รูปที่ 4.20 แสดงภาพวงจรรวมของระบบ 53

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2.1 ตารางเปรียบเทียบข้อแตกต่างของ Message Type ระหว่าง SDMF กับ MDMF	4
ตารางที่ 2.2 ตารางที่ 2.2 แสดงการแสดงค่าตัวเลข ฐานสิบ, คอมพลีเมนท์ที่หนึ่ง, คอมพลีเมนท์ที่สอง	5
ตารางที่ 2.3 แสดงตัวอย่างข้อมูลของ ระบบแสดงเบอร์ผู้เรียก เมื่อถูกแปลแล้ว	6
ตารางที่ 2.4 แสดงชื่อสัญญาณอินเตอร์รัพต์	12
ตารางที่ 2.5 แสดงรายละเอียดการทำงานของ IE Register	13
ตารางที่ 2.6 แสดงรายละเอียดการทำงานของ IP Register	14
ตารางที่ 2.7 แสดงรายละเอียดการทำงานของ TCON Register	15
ตารางที่ 2.8 แสดงรายละเอียดการทำงานของ TMOD Register	16
ตารางที่ 2.9 แสดงรายละเอียดของโหมด ไทม์เมอร์ / เคาน์เตอร์	17
ตารางที่ 2.10 แสดงรายละเอียดการทำงานของ SCON Register	19
ตารางที่ 2.11 แสดงรายละเอียดของโหมดการสื่อสารอนุกรม	20
ตารางที่ 2.12 การกำหนด Baud Rate โดยไทม์เมอร์ 1	20
ตารางที่ 3.1 แสดงโลจิกที่ขาต่างๆ ของ ไอซี MT8870	32
ตารางที่ 4.1 แสดงผลการทดลองวงจรตรวจจับการยกหูโทรศัพท์ (Hook Status Detector Circuit)	39
ตารางที่ 4.2 แสดงการเปรียบเทียบความถี่ของปุ่ม 1-3 เทียบกับ ความถี่จากทฤษฎี	43
ตารางที่ 4.3 แสดงผลการทดลองของวงจรถอดรหัสเลขหมายโทรศัพท์ (DTMF Decoder)	43

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่1
บทนำ

ในปัจจุบันการติดต่อสื่อสารเป็นสิ่งจำเป็นมากในชีวิตประจำวัน ไม่ว่าจะเป็นบุคคลทั่วไป หน่วยงานรัฐบาล รัฐวิสาหกิจ ตลอดจน เอกชน ล้วนต้องอาศัยการติดต่อสื่อสารทั้งสิ้น โดยส่วนใหญ่แล้วการสื่อสารที่เกิดขึ้นมากที่สุดในวันหนึ่งๆนั้นจะเกิดจากการใช้โทรศัพท์แต่เนื่องจากโทรศัพท์ตามบ้าน นั้นมีข้อจำกัดอยู่ตรงที่ไม่สามารถระบุเลขหมายที่เรียกเข้ามาได้ ซึ่งบางครั้งผู้ใช้อาจพลาดการรับสายโทรศัพท์โดยที่ไม่ทราบว่าผู้ที่โทรเข้ามานั้นเป็นใครทำให้ไม่สามารถติดต่อกลับไปได้โดยโครงงานนี้ได้พัฒนาโทรศัพท์พื้นฐานที่ใช้อยู่ตามบ้าน ให้สามารถแสดงหมายเลขผู้เรียกเข้าได้ (Call Line Identification)ซึ่งจะใช้หลักการถอดสัญญาณดิจิตอลที่ได้จากการเรียกเข้าแต่ละครั้งโดยข้อมูลดิจิตอลนั้นจะบรรจุข้อมูลตลอดจนหมายเลขของผู้เรียก ซึ่งนำเอาสัญญาณที่ได้นั้น ส่งไปยังไมโครคอนโทรเลอร์ ให้ทำการประมวลผล เพื่อแสดงหมายเลข ให้ผู้ใช้ทราบถึงหมายเลขที่ผู้เรียกทำการติดต่อเข้ามา โดยจะสามารถตั้งกลุ่มผู้เรียกเข้า(Group Called)ได้ เมื่อมีผู้เรียกเข้ามาแต่ละหมายเลขภายในกลุ่มผู้เรียกเข้านั้น จะมีเสียงเรียกเข้าที่ต่างกันและยังสามารถระบุหมายเลขเรียกเข้าได้ (Received Calls) 5 หมายเลขล่าสุด รวมถึงระบุหมายเลขโทรออก (Dialed Calls) 5 หมายเลขล่าสุดและหมายเลขที่พลาดรับสาย (Missed Calls) 5 หมายเลขล่าสุด พร้อมทั้งระบุ วันที่ และ เวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

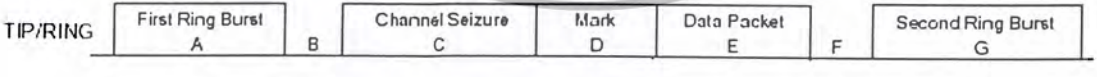
บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการ

2.1 ระบบแสดงหมายเลขเรียกเข้า (Caller ID)

ระบบแสดงหมายเลขเรียกเข้า(Caller ID หรือ CID) เป็นชื่อทั่วไปของบริการ ที่ผู้ให้บริการด้านโทรศัพท์ใช้เรียก ซึ่งบริการดังกล่าวนี้จะจัดส่ง ข้อมูล ไปยังผู้รับโดยข้อมูลดังกล่าวนั้นจะมีทั้ง เบอร์โทรศัพท์ของผู้เรียก หรือ ชื่อของผู้เรียก ซึ่งข้อมูลดังกล่าวนี้จะถูกจัดส่งไปยังเครื่องโทรศัพท์ของผู้รับโดยข้อมูลที่บริการ ระบบแสดงหมายเลขเรียกเข้า ทำการส่ง นั้น จะใช้วิธีการส่งแบบ การมอดูเลตทางความถี่ (Frequency Shift Keyed) ซึ่ง การมอดูเลตทางความถี่นี้ จะถูกใช้ เพื่อทำการส่งข้อมูลซึ่งจะส่งไปในรูปแบบของ แอสกี (ASCII : American Standard Cord for Information Interchange) การส่งข้อมูลดังกล่าวนี้จะกระทำการส่งระหว่างสัญญาณกริ่งเรียกครั้งแรก (First Ring) และ สัญญาณกริ่งเรียกครั้งที่สอง (Second Ring) ทำให้ผู้รับสามารถรับ วัน เวลา และ หมายเลขของผู้เรียกได้

โดยประโยชน์ของบริการ ระบบแสดงหมายเลขเรียกเข้า มีหลายอย่างด้วยกัน เนื่องจาก บริการแสดงหมายเลขเรียกเข้า จะส่งข้อมูลซึ่งประกอบไปด้วยเบอร์โทรศัพท์ของผู้เรียก วันที่ เวลา และหมายเลขผู้เรียกเข้า ทำให้ผู้รับสามารถ ทราบได้ว่า โทรศัพท์ที่โทรเข้ามานั้นเป็นเบอร์อะไร และเมื่อผู้รับไม่สามารถมารับโทรศัพท์ได้ทัน ก็จะพบว่าเบอร์โทรศัพท์ที่ไม่ได้รับนั้น เป็นเบอร์อะไร และ โทรมาตอนไหน

มาตรฐาน ระบบแสดงหมายเลขเรียกเข้า ที่ทาง บริษัท เทเลคอมเอเชีย ใช้อยู่นั้นเป็นมาตรฐาน ETSI (Europcan Telecommunication System Institute) ซึ่งเป็นที่นิยมใช้ใน ทวีปยุโรป ข้อมูลในระบบแสดงหมายเลขเรียกเข้า นั้น จะถูกส่งแบบอนุกรม ที่ความเร็ว 1200 บิทต่อวินาที ซึ่งจะใช้วิธีการส่งแบบการมอดูเลตทางความถี่ฐานสองอย่างต่อเนื่อง(Continuous Phase Binary Frequency Shift Keying) สำหรับการ มอดูเลต ข้อมูลเพื่อส่งไปนั้น จะใช้ความถี่ในการแสดงสถานะโลจิก " 1 " คือ 1200 เฮิรตซ์ และโลจิก " 0 " คือ 2200 เฮิรตซ์ ข้อมูลจะถูกส่งแบบ อะซิงโครนัซ (Asynchronous) โดยที่จะอยู่ระหว่าง สัญญาณกริ่งเรียกครั้งแรก และสัญญาณกริ่งเรียกครั้งที่สอง โดยระดับของสัญญาจะมีค่า ประมาณ –13 ดีบีเอ็ม(dBm) เมื่อทำการวัดที่ ชุมสายส่วนกลาง (Office Central) โดยวัดคร่อมตัวต้านทาน 900 โอห์ม ซึ่งรูปแบบของข้อมูลที่ส่งมาจะแสดงได้ดังรูปที่ 2.1

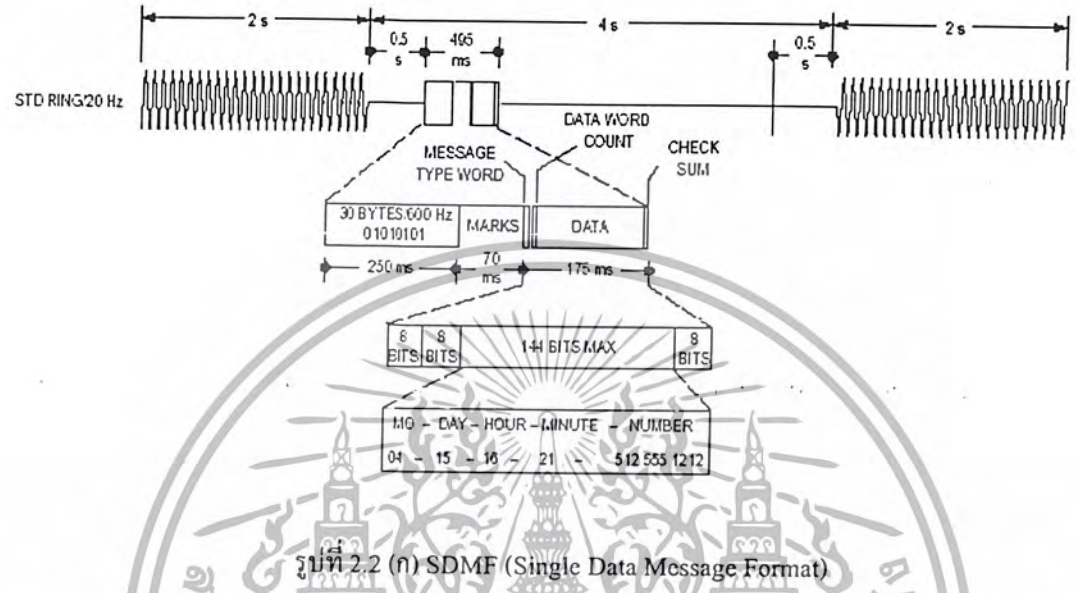


รูปที่ 2.1 แสดงรูปแบบของข้อมูลระบบแสดงหมายเลขเรียกเข้า

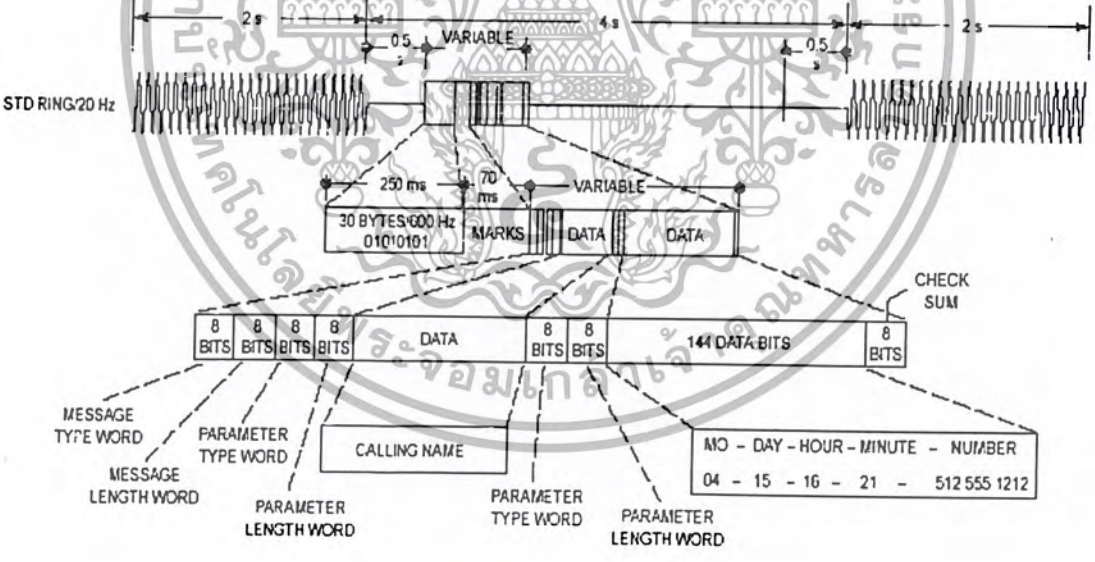
หลังจาก สัญญาณกริ่งเรียกครั้งแรก เป็นเวลา 500 ms สัญญาณที่ส่งต่อมาคือสัญญาณ การจับช่องสัญญาณ (Channel Seizure) ซึ่งจะเป็น โลจิก "1" สลับกับ โลจิก "0" เป็นจำนวน 300 บิตติดต่อกันซึ่งจะขึ้นด้วย โลจิก 0 และ จบด้วย โลจิก "1" และต่อจากนั้นจะตามมาด้วยสัญญาณ มาร์ค (Mark Signal) จำนวน 180 บิต เป็นเวลา 150 ms จุดประสงค์ของสัญญาณ การจับช่องสัญญาณ และ สัญญาณมาร์ค ก็เพื่อเป็นการเตรียมการรับข้อมูลในตัวอุปกรณ์ของผู้รับ สำหรับข้อมูลจริงๆ ของ ระบบแสดงหมายเลขเรียกเข้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลังจากสัญญาณ สัญญาณ การจับช่องสัญญาณ และ สัญญาณ มาร์ค จะเป็น ข้อมูลแสดงหมายเลขเรียกเข้า ซึ่งจะเริ่มต้น ด้วย บิตนัยสำคัญน้อยสุด (Least Significant Bit: LSB) ของข้อมูล รูปแบบนี้จะใช้ทั้งการส่งแบบ รูปแบบข้อมูลเดี่ยว (SDMF: Single Data Message Format) และ รูปแบบข้อมูลหลากหลาย MDMF (Multiple Data Message Format) ซึ่งจะแสดงได้ดังรูปที่ 2 .2



รูปที่ 2.2 (ก) SDMF (Single Data Message Format)

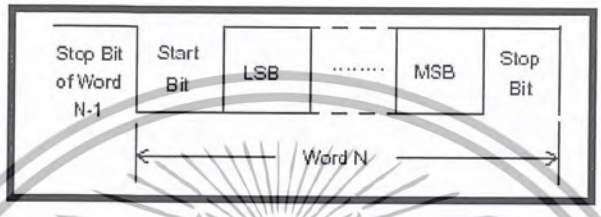


รูปที่ 2.2(ข) MDMF (Multiple Data Message Format)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยข้อแตกต่างระหว่าง MDMF กับ SDMF นั้นคือ MDMF สามารถรองรับการส่ง ชื่อผู้เรียกได้ แต่ ใน SDMF นั้นไม่สามารถรองรับการส่งชื่อผู้เรียกได้ ซึ่งในปัจจุบันยังไม่มีการนำ MDMF มาใช้ ดังนั้นในโครงงานนี้จึงรองรับระบบ SDMF ซึ่งใช้อยู่ในปัจจุบัน

โดยแต่ละข้อความ จะประกอบด้วย 8 บิต และ จะสามารถแสดงแต่ละตัวอักษรด้วยรหัส แอสกี โดยที่การส่งของแต่ละข้อความ 8 บิต จะถูกขึ้นต้นด้วย บิตเริ่มต้น (Start Bit) ซึ่งมีโลจิกเป็น " 0 "และ จะถูกปิดท้ายด้วย บิตหยุด(Stop bit) ซึ่งมีโลจิกเป็น "1" ซึ่งจะรวมเป็น 10 บิตสำหรับการส่งแต่ละข้อความ ซึ่งจะแสดงดังรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 แสดงรูปแบบ เวิร์ด (Word) ของข้อมูลซึ่งจะมีทั้งหมด 10 บิต โดยบิตแรกเป็น บิตเริ่มต้น และตามมาด้วยข้อมูล 8 บิตซึ่งจะจบท้ายด้วย บิตหยุด

ซึ่งข้อมูลของระบบแสดงหมายเลขผู้เรียกเข้า จะตามด้วย ผลรวมการตรวจสอบ(Checksum) สำหรับการตรวจข้อผิดพลาด รูปที่ 2.4

รูปที่ 2.4 แสดงข้อความผลรวมการตรวจสอบ ที่ส่งมาหลังสุดเพื่อตรวจสอบความผิดพลาด

จากรูปที่ 2.4 จะเห็นว่าในส่วน รูปแบบข่าวสาร (Message Type) นั้น จะแตกต่างกัน ระหว่าง MDMF และ SDMF โดยถ้าหากเป็น รูปแบบข่าวสาร ของ MDMF นั้นจะ มีค่าเป็น 08 (ฐานสิบหก) แต่ส่วนของ SDMF นั้นจะมีค่าเป็น 04(ฐานสิบหก) ซึ่งจะแสดงได้ดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 ตารางเปรียบเทียบข้อแตกต่างของ รูปแบบข่าวสาร ระหว่าง SDMF กับ MDMF

Format	Value	Message Type Meaning
MDMF	80h	Call Setup
MDMF	81h	Test for Calling Number Delivery
MDMF	82h	Message Waiting Notification
SDMF	04h	Calling Number Delivery
SDMF	06h	Message Waiting Indicator
SDMF	0Bh	Reserved (for Message Desk Information)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในส่วนของ ความกว้างข่าวสาร (Message Length) นั้นจะบอกถึงความยาวของ ไบต์ (Bytes) ที่ส่งตามมา ซึ่งจะไม่รวมถึง ผลรวมการตรวจสอบ ซึ่งส่งมาในตอนหลังสุด

<u>วิธีการตรวจสอบความผิดพลาดนั้นทำได้ดังนี้</u>

ขั้นตอนที่หนึ่ง ทำการบวกค่าของฐานสิบทั้งหมด (ไม่รวมค่า ผลรวมการตรวจสอบ) ในตัวอย่างข้างล่างจะมีค่าเท่ากับ 945 หลังจากนั้นนำค่าที่ได้มาหารด้วย 256 ผลหารที่ได้จะตัดทิ้งคงเหลือค่า 177 เป็นค่าผลบวก มอดูโล 256(modulo 256) ค่าฐานสองของเลขค่า 177 มีค่าเท่ากับ (10110001)

ขั้นตอนที่สอง ทำ คอมพลีเมนที่สอง(Two Complement) โดยเริ่มจากทำการคอมพลีเมนที่หนึ่ง (One Complement) (01001110) โดยทำการ อินเวร์ท (Invert) ค่าแต่ละบิตแล้วทำการบวกด้วย 1 ค่า คอมพลีเมนที่สอง ของ (10110001) คือ (01001111) ฐานสิบคือ 79 ค่าที่ได้จะต้องตรงกับ ผลรวมการตรวจสอบ ซึ่งจะถูกทำการส่งมาหลังข้อมูล หากค่าผลบวก มอดูโล 256 ที่ได้นั้นมาบวกกับ ผลรวมการตรวจสอบ ซึ่งถ้าผลลัพธ์ออกมาเป็น 0 แสดงว่า ข้อมูลที่ได้รับนั้นถูกต้อง เครื่องรับก็จะแสดงข้อมูลที่ได้รับ แต่ถ้าไม่เท่ากับ 0 แล้ว นั้นแสดงว่าข้อมูลที่ได้รับมานั้นผิดพลาดโดยเครื่องรับจะไม่แสดงผลอะไรขึ้นมาเลย

ตัวอย่าง การคิด นำค่าที่รับได้ทั้งหมดไม่รวม ผลรวมการตรวจสอบ ซึ่งต้องแปลงเป็นเลขฐานสิบทั้งหมดมาบวกกัน ในตัวอย่างข้างล่างจะได้ ค่าเท่ากับ 945 จากนั้นนำค่า 945 หารด้วย 256

$$
\begin{array}{r}
3 \\
256 \overline{)\ 945} \\
\underline{768} \\
177
\end{array}
$$

ซึ่งจะได้ผลลัพธ์ เท่ากับ 3 และได้เศษเท่ากับ 177 ซึ่ง เราจะนำ เศษดังกล่าวนี้ ไปแปลงเป็นเลขฐานสองได้ดังนี้ 177 (10110001) ขั้นต่อไป นำค่า (10110001) ไปทำ คอมพลีเมนที่หนึ่ง ซึ่งจะทำได้โดยการ กลับค่าทั้งหมด ซึ่งจะได้ค่าตามตารางข้างล่าง จากนั้น นำ 1 ไปบวกเข้าไป ซึ่งจะทำให้ได้ คอมพลีเมนที่สอง ออกมาตามตารางข้างล่าง

ตารางที่ 2.2 แสดงการแสดงค่าตัวเลข ฐานสิบ, คอมพลีเมนที่หนึ่ง, คอมพลีเมนที่สอง

177 ฐานสิบ	คอมพลีเมนที่หนึ่ง	คอมพลีเมนที่สอง
1011 0001	0100 1110	0100 1111

ซึ่งจากค่าที่ได้จาก คอมพลีเมนที่สอง (01001111) จะเท่ากับค่าที่ได้จาก ผลรวมการตรวจสอบ ซึ่งได้รับนั่นหมายความว่า ข้อมูลที่เราได้รับนั้นถูกต้องแล้ว แต่ในทางปฏิบัตินั้นจะไม่นิยมทำ เลข 177 มาเป็น คอมพลีเมนที่สอง แล้วนำมาเทียบกัน เพราะจะเสียเวลา ดังนั้น เวลาตรวจสอบ จะใช้ เลข 10110001 (177 ฐานสิบ) มาบวกเข้ากับ ผลรวมการตรวจสอบ (01001111) เลยทันที ซึ่งถ้าหาก ผลลัพธ์ ที่ได้เป็น 0 หมายความว่าข้อมูลที่ได้รับถูกต้อง แต่ถ้าไม่ใช่ ก็คือข้อมูลที่ได้รับนั้นผิดพลาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่าง

สมมติว่ามีการโทรเข้า มายังเครื่องผู้รับโดยมีข้อมูลของผู้เรียกดังนี้ วันที่ **25 ธันวาคม เวลา 15.30น** เบอร์ **06-123-4567** จะสามารถแสดง ในรูปแบบ ข้อมูลของ Caller ID ได้ดังนี้

ตารางที่ 2.3 แสดงตัวอย่างข้อมูลของ ระบบแสดงเบอร์ผู้เรียก เมื่อถูกแปลแล้ว

ประเภทของข้อมูล	เลขฐานสิบ	ASCII	เลขฐานสอง
Message Type(SDMF)	4		0000 0100
Message Length	18		0001 0010
Month(December)	49	1	0011 0001
	50	2	0011 0010
Day(25)	50	2	0011 0010
	53	5	0011 0101
Hour (3 p.m.)	49	1	0011 0001
	53	5	0011 0101
Minutes (30)	51	3	0011 0011
	48	0	0011 0000
Number (6061234567)	54	6	0011 0110
	48	0	0011 0000
	54	6	0011 0110
	49	1	0011 0001
	50	2	0011 0010
	51	3	0011 0011
	52	4	0011 0100
	53	5	0011 0101
	54	6	0011 0110
	55	7	0011 0111
Checksum	79		0100 1111

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

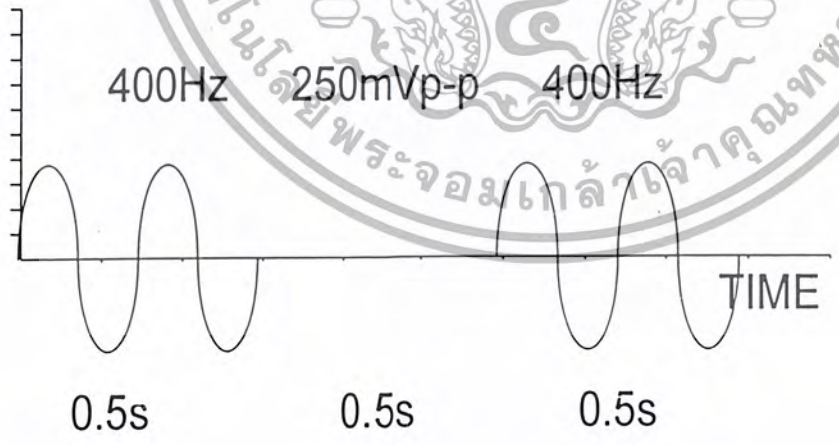
2.2 สัญญาณต่างๆ ในระบบชุมสายโทรศัพท์

สัญญาณต่างๆ ในระบบชุมสายโทรศัพท์ที่ส่งมายังสมาชิกผู้ใช้(Subscriber) เป็นการบอกสถานะการติดต่อของอุปกรณ์ส่วนต่าง ๆ ในระบบโทรศัพท์ และ แจ้งให้ผู้ใช้ทราบว่าควรทำอย่างไร เมื่อได้รับสัญญาณแต่ละชนิด รายละเอียดของสัญญาณๆ มีดังนี้

1. สัญญาณให้หมุน (DT: Dial Tone) สัญญาณให้หมุนนี้ เป็นสัญญาณแบบคลื่นไซน์ มีความถี่ 400 เฮิรตซ์ ส่งมาอย่างต่อเนื่อง และมีระดับขนาด 400 มิลิโวลต์พีคทูพีค ดังรูป

รูปที่2.5 แสดงรูป สัญญาณให้หมุน

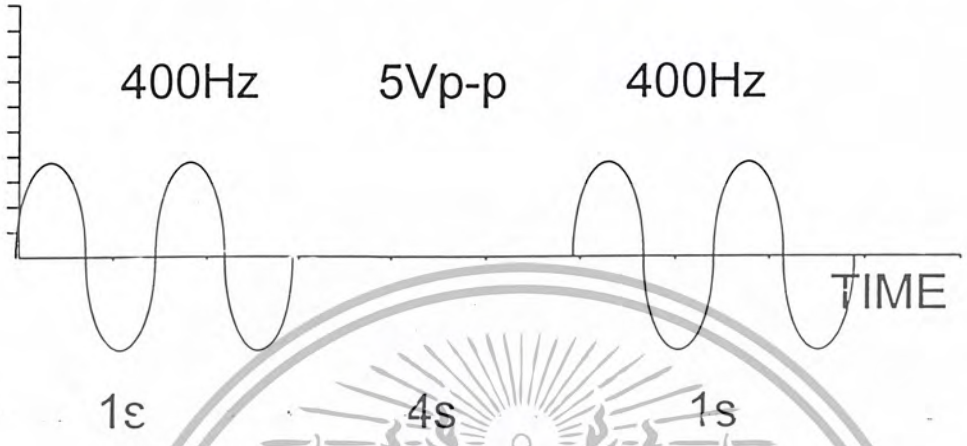
2. สัญญาณไม่ว่าง (BT: Busy Tone) เป็นสัญญาณเพื่อแสดงให้สมาชิกทราบว่า ผู้รับสายไม่ว่าง หรือการต่อระหว่างชุมสาย (Trunk) ไม่ว่าง ผู้เรียกจึงควรวางหูโทรศัพท์สักระยะหนึ่งแล้วจึงเริ่มทำการเรียกใหม่ สัญญาณไม่ว่างเป็นสัญญาณคลื่นไซน์ มีความถี่ 400 เฮิรตซ์ ส่งมาให้คู่สายเป็นช่วงๆ โดยเป็นจังหวะดัง 0.5 วินาที สลับกันไป และมีขนาด 250 ถึง 300 มิลิโวลต์พีคทูพีค ดังรูป



รูปที่2.6 แสดงรูป สัญญาณไม่ว่าง

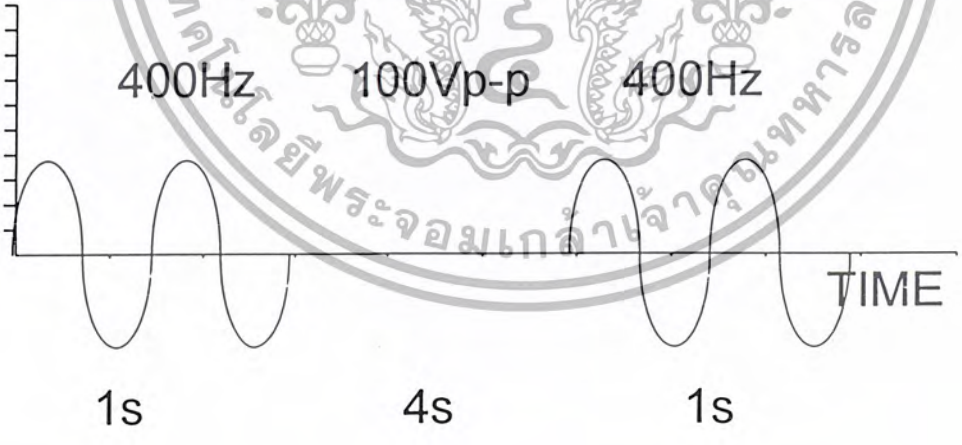
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. สัญญาณเรียกกลับ (RBT: Ring Back Tone) เป็นสัญญาณเพื่อแสดงว่า การต่อถูกขั้นตอนตามความต้องการของผู้เรียกไปยังผู้รับ และส่งสัญญาณกริ่งให้กับผู้รับ เพื่อตอบรับการเรียก สัญญาณกริ่งเป็นสัญญาณคลื่นไซน์ที่มีความถี่ 20 เฮิรตซ์ มาเป็นช่วงๆ โดยมีจังหวะดัง 1 วินาที และเงียบ 4 วินาทีระดับขนาด 5 โวลต์พีคทูพีค ดังรูป



รูปที่2.7 แสดงรูปสัญญาณเรียกกลับ

4. สัญญาณกริ่งเรียก (RGT: Ringing Tone) เป็นสัญญาณเพื่อแสดงว่าการต่อทุกขั้นตอนเป็นไปตามความต้องการของผู้เรียกไปยังผู้รับ เครื่องชุมสายโทรศัพท์ สามารถดำเนินการติดต่อได้สำเร็จ และ ส่งสัญญาณกริ่งมาให้ผู้รับตอบรับการเรียก สัญญาณกริ่งเรียกเป็นสัญญาณคลื่นซายน์ มีความถี่ 20 เฮิรตซ์ส่งมาเป็นช่วง โดยมีจังหวะดัง 1 วินาที มีระดับสัญญาณขนาด 100 โวลต์พีคทูพีค ดังรูป



รูปที่2.8 แสดงรูปสัญญาณกริ่งเรียก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 หลักการของระบบ DTMF

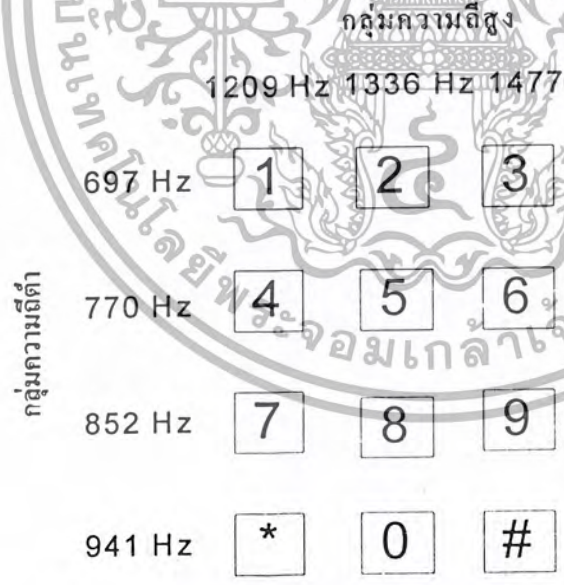
ระบบ DTMF (Dual Tone Multiple Frequency) นี้จะมีความถี่มาตรฐานในย่านความถี่เสียงที่แตกต่างกัน 8 ความถี่ โดยจะแบ่งความถี่เหล่านี้ออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มความถี่ต่ำ 4 ความถี่ และกลุ่มความถี่สูง 4 ความถี่และสัญญาณ DTMF จะมาจากการรวมสัญญาณความถี่จากกลุ่มความถี่จากกลุ่มความถี่ต่ำ 1 ความถี่และสัญญาณ ความถี่จากกลุ่มความถี่สูงอีก 1 ความถี่ ดังนั้นสัญญาณ DTMF จึงมีได้ทั้งหมด 16 สัญญาณ (4 ความถี่ต่ำ x 4 ความถี่สูง)

การเลือกความถี่มาตรฐานของระบบ DTMF นี้ ผู้ออกแบบระบบได้ใช้ความพยายามอย่างมากในการเลือกความถี่ที่จะใช้เพราะเนื่องจากต้องระวังไม่ให้สัญญาณ เสียงต่างๆ ที่เกิดขึ้นในสายโทรศัพท์ เช่น สัญญาณแจ้งภาวะการใช้งานต่าง สัญญาณรบกวนภายในสายโทรศัพท์มีความถี่อยู่ในช่วงความถี่ DTMF และยังต้องระวังความถี่ที่อาจเกิดขึ้นจากการรวมตัวกันแบบฮาร์โมนิกของค่าความถี่ใดความถี่หนึ่งของความถี่ DTMF และในที่สุดก็ได้ความถี่มาตรฐานทั้ง 8 ดังนี้

1.) ความถี่มาตรฐานในกลุ่มความถี่ต่ำ 4 ความถี่ คือ 697, 770,852 และ 941 เฮิรตซ์

2.) ความถี่มาตรฐานในกลุ่มความถี่สูง 4 ความถี่ คือ 1202, 1336,1477 และ 1633 เฮิรตซ์

ระบบ DTMF นี้เรียกอีกอย่างหนึ่งว่า ระบบ 4x4 เนื่องจากการใช้แป้นกดขนาด 4x4 ในการสร้างสัญญาณ DTMF และได้กำหนดปุ่มแต่ละปุ่มเหล่านั้นได้ด้วยตัวเลข 0-9, * (Star หรือ Satcrisk), #(pound หรือ Octophorpe), A, B, C และ D ซึ่งในการกดปุ่ม ๆ หนึ่งจะให้สัญญาณความถี่คู่หนึ่งออกมาดังแสดงไว้ดังรูปที่ 2.10



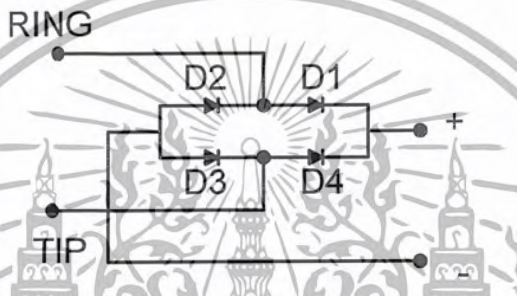
รูปที่2.9 แสดงรูปหน้าปุ่ม คีย์แพด (Keypad) และ ความถี่ที่ใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 วงจรตรวจจับการยกหูโทรศัพท์ (Hook Status Detector Circuit) ประกอบด้วย วงจรต่างๆ ดังนี้

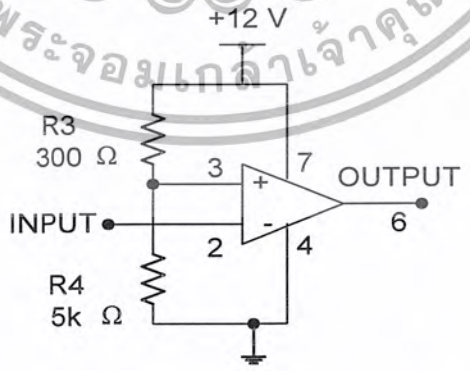
- วงจร กรองแรงดัน
- วงจร เปรียบแรงดัน
- โฟโต้ทรานซิสเตอร์ และรีเลย์

2.4.1 วงจรวงจรเรียงกระแส(Bridge Rectifier) เนื่องจากแรงดันไฟฟ้าของสายโทรศัพท์ในสภาพที่วางหูโทรศัพท์ จะมีแรงดันในคู่สายโทรศัพท์จะมีแรงดันประมาณ –48 โวลต์ และ เมื่อ ทำการยกหู แรงดันจะลดลงเหลือประมาณ –5 โวลต์ ถึง –10 โวลต์ เราจึงต้องต่อผ่านวงจร บริทจ์ไดโอด เพื่อแปลงไฟให้อยู่ในสถานะแรงดันไฟฟ้าที่เป็นบวก และเมื่อมี สัญญาณเรียก เข้ามาซึ่งจะมีระดับแรงดันประมาณ 100 โวลต์ พีคทูพีคโดยเมื่อผ่าน บริทจ์ไดโอด แล้วจะเหลือความต่างศักย์ไม่สูงมากเกินไป จึงไม่ทำให้วงจรเสียหาย



รูปที่2.10 แสดงรูปวงจรเรียงกระแส

2.4.2 วงจร เปรียบเทียบแรงดัน (Comparator) วงจรนี้ใช้หลักการเปรียบเทียบแรงดันระหว่าง ขา 3 ซึ่งเป็นไฟบวก และ ขา 2 ซึ่งเป็นไฟลบ ของ ไอซี LM 741 โดยถ้าแรงดันที่ขาลบ(ขา 3) มากกว่า แรงดันที่ขาบวก จะทำให้ แรงดันขา 6 ของไอซี 741 เป็น 0 แต่ถ้าหาก แรงดันที่ขาลบ(ขา 2) มีค่าน้อยกว่าแรงดันขาบวก จะทำให้แรงดันขา 6 ของไอซี 741 เป็น 12 โวลต์ ซึ่งจะทำให้หลอดไฟ LED สว่างทำให้ผู้ใช้ทราบว่ามีการยกหูโทรศัพท์อยู่ โดยสัญญาณที่ขา 6 ของ ไอซี ดังกล่าวนี้จะถูกส่งไปเป็นอินพุทของโฟโต้ทรานซิสเตอร์ เพื่อนำไปขับ รีเลย์ให้ทำงานต่อไป

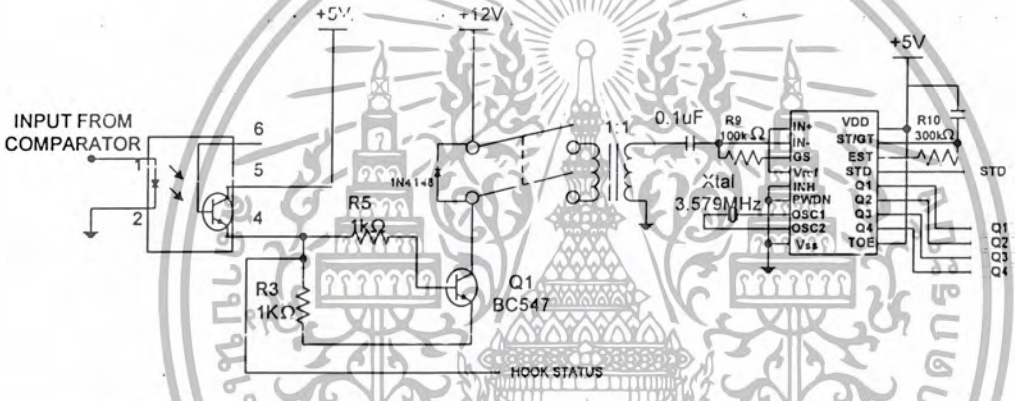


รูปที่2.11 แสดงรูปวงจร เปรียบเทียบแรงดัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.3 โฟโต้ทรานซิสเตอร์และรีเลย์ (Phototransistor และ Relay) เมื่อมีการยกหูโทรศัพท์เกิดขึ้น เอาต์พุต จากเปรียบเทียบแรงดัน วงจรเปรียบเทียบแรงดัน จะให้เอาต์พุทออกมาเป็น 12 โวลต์ ซึ่งจะนำมาเข้ากับ โฟโต้ทรานซิสเตอร์ ซึ่งใช้ ไอซี 4N36 จะทำให้ เอาต์พุทของ โฟโต้ทรานซิสเตอร์ มีแรงดัน 5 โวลต์ โดยแรงดันดังกล่าวนี้ จะส่งไปให้ ไมโครคอนโทรเลอร์ทราบว่าขณะนี้นั้นมีการยกหูโทรศัพท์เกิดขึ้น นอกจากนี้แล้ว

แรงดัน ดังกล่าวนี้จะทำให้ ทรานซิสเตอร์ที่ทำหน้าที่ควบคุมรีเลย์ทำงานโดยการทำงานของรีเลย์นี้จะทำให้คู่สายโทรศัพท์ ต่อเข้ากับ วงจรถอดรหัส DTMF เพื่อที่จะบันทึกหมายเลขที่ผู้ใช้ทำการกดปุ่ม DTMF คีย์แพด โดยค่าดังกล่าวนี้จะถูกเก็บไว้ในหน่วยความจำของไมโครคอนโทรเลอร์ เพื่อนำไปใช้งานต่อไป แต่ถ้าไม่มีการยกหูโทรศัพท์เกิดขึ้นก็จะไม่มีแรงดันออกจาก เอาต์พุตท์ของไอซี 4N36 ทำให้ทรานซิสเตอร์ที่ควบคุมรีเลย์ไม่ทำงาน ทำให้ไม่มีการเชื่อมต่อระหว่าง สายโทรศัพท์กับ วงจรถอดรหัส DTMF ซึ่งจะทำให้ไมโครคอนโทรเลอร์รับรู้ว่าขณะนี้โทรศัพท์ มีสถานะวางหูอยู่



รูปที่2.12 แสดงรูปวงจร โฟโต้ทรานซิสเตอร์และรีเลย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 การอินเตอร์รัพต์

การอินเตอร์รัพต์ คือ การขัดจังหวะโปรแกรมชั่วขณะเพื่อมาทำโปรแกรมบริการอินเตอร์รัพต์ (Interupt Service Routine : ISR) การตรวจสอบสัญญาณการร้องขออินเตอร์รัพต์จะตรวจทุกๆ Machine Cycle เมื่อพบแล้วในช่วง Machine Cycle ที่ 2 จะเป็นการตรวจสอบว่าเป็นของอุปกรณ์ใด Machine Cycle ที่ 3 จะกระโดดไปทำบริการอินเตอร์รัพต์ ดังแสดงค่าเวคเตอร์ดังตาราง อินเตอร์รัพต์ของ MCS-51 ได้มาจาก 6 แหล่งแต่มีเพียง 5 เวคเตอร์

ตารางที่ 2.4 แสดงชื่อสัญญาณอินเตอร์รัพต์

ลำดับ	ชื่อสัญญาณอินเตอร์รัพต์	ตำแหน่งเวคเตอร์	Priority
1	IE0 (จากขา INT0)	0003H	สูงสุด
2	TF0(ไทม์เมอร์/เคาน์เตอร์0)	000BH	
3	IE1(จากขา INT0)	0013H	
4	TF1(ไทม์เมอร์/เคาน์เตอร์1)	001BH	
5	TI+RI(จากพอร์ตอนุกรม)	0023H	
6	TF2+EXF2 (ไทม์เมอร์/เคาน์เตอร์1)	002BH	ต่ำสุด

Interrupt Enable Register (IE Register)

ใช้ควบคุมอินเตอร์รัพต์ 6 แหล่ง 5 เวคเตอร์ คือ จาก (TI,RI),TF0,TF1,IE0,IE1 เราสามารถสั่งห้ามหรือไม่ให้เกิดการอินเตอร์รัพต์ได้จากการตั้งค่ารีจิสเตอร์ชุดนี้ รายละเอียดมีดังนี้

EA	X	ET2	ES	ET1	EX1	ET0	EX0

รูปที่ 2.13 แสดงโครงสร้าง IE Register

ตารางที่ 2.5แสดงรายละเอียดการทำงานของ IE Register

บิต	ชื่อบิต	การทำงาน
IE.7	EA	=1 ยอมให้เลือกการอินเตอร์รัพต์จากแหล่งต่างๆ ได้ =0 ไม่ยอมให้เลือกการอินเตอร์รัพต์จากแหล่งใดๆทั้งสิ้น
IE.6	X	ไม่ใช้งาน
IE.5	ET2	=1 ยอมให้ทำอินเตอร์รัพต์เมื่อ TF2 เกิด Overflow =0 ไม่ยอมให้ทำอินเตอร์รัพต์เมื่อ TF2 เกิด Overflow
IE.4	ES	=1 ยอมให้ทำอินเตอร์รัพต์จากพอร์ตสื่อสารอนุกรมได้ =0 ยอมให้ทำอินเตอร์รัพต์จากพอร์ตสื่อสารอนุกรมได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

IE.3	ET1	ใช้ในการ Enable การอินเตอร์รัพต์อันเนื่องมาจากการ Overflow ในไทม์เมอร์/เคาน์เตอร์ 1 บิตนี้สามารถเซตและเคลียร์ด้วยกระบวนการทางซอฟต์แวร์
IE.2	EX1	ใช้ในการ Enable การอินเตอร์รัพต์อันเนื่องมาจากสัญญาณภายนอกที่ป้อนเข้ามายังขา INT1 บิตนี้สามารถเซตและเคลียร์ด้วยกระบวนการทางซอฟต์แวร์
IE.1	ET0	ใช้ในการ Enable การอินเตอร์รัพต์อันเนื่องมาจากการ Overflow ในไทม์เมอร์/เคาน์เตอร์ 0 บิตนี้สามารถเซตและเคลียร์ด้วยกระบวนการทางซอฟต์แวร์
IE.0	EX0	ใช้ในการ Enable การอินเตอร์รัพต์อันเนื่องมาจากสัญญาณภายนอกที่ป้อนเข้ามายังขา INT0 บิตนี้สามารถเซตและเคลียร์ด้วยกระบวนการทางซอฟต์แวร์

จากโครงสร้างดังตาราง

- ถ้าต้องการ Disable อินเตอร์รัพต์ทั้งหมดจะทำได้โดยใช้คำสั่ง CLR EA เพียงคำสั่งเดียว
- ถ้าต้องการ Enable ไทม์เมอร์ 0และ ไทม์เมอร์ 1 ทำได้โดยใช้คำสั่ง

```
SETB EA; Enable Interrup
SETB ET0; Enable ET0
SETB ET1;Enable ET1
```

การอินเตอร์รัพต์ภายใน MCS-51 ได้จาก Timer0,Timer1 โดยตรวจสอบที่ TF0 และ TF1 และอินเตอร์รัพต์จากพอรต์อนุกรม โดยตรวจสอบที่ TIและ RI ส่วนขา INT0 และ INT1 เมื่อทำอินเตอร์รัพต์จะเป็นขาอินพุตของอินเตอร์รัพต์ภายนอก เมื่อไม่ทำอินเตอร์รัพต์จะใช้เริ่ม ไทม์เมอร์ / เคาน์เตอร์ หรือที่เราเรียกว่า Hardware Start การขัดจังหวะของการอินเตอร์รัพต์เราสามารถกำหนดลำดับความสำคัญได้จาก

PCT	X	PT2	PS	PT1	PX1	PT0	PX0

รูปที่ 2.14 แสดงโครงสร้าง IP Register

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.6 แสดงรายละเอียดการทำงานของ IP Register

บิต	ชื่อบิต	การทำงาน
IP.7	PCT	=1 ยอมให้มีการจัดลำดับความสำคัญของการอินเตอร์รัพต์ (Priority)
		=0 ไม่ยอมให้มีการจัดลำดับความสำคัญของการอินเตอร์รัพต์
IP.6	X	ไม่ใช้งาน
IP.5	PT2	=1 ไทม์เมอร์ 2 มีลำดับความสำคัญสูงสุด
		=0 ไทม์เมอร์ 2 มีลำดับความสำคัญต่ำสุด
IP.4	PS	=1 ยอมให้ทำอินเตอร์รัพต์จากพอรต์สื่อสารอนุกรมได้
		=0 ยอมให้ทำอินเตอร์รัพต์จากพอรต์สื่อสารอนุกรมได้
IP.3	PT1	= 1 ไทม์เมอร์ 1 มีลำดับความสำคัญสูงสุด
		= 0 ไทม์เมอร์ 1 มีลำดับความสำคัญต่ำสุด
IP.2	PX1	= 1 อินเตอร์รัพต์ภายนอกชนิด 1 มีลำดับความสำคัญสูงสุด
		= 0 อินเตอร์รัพต์ภายนอกชนิด 1 มีลำดับความสำคัญต่ำสุด
IP.1	PT0	=1 ไทม์เมอร์ 0 มีลำดับความสำคัญสูงสุด
		= 0 ไทม์เมอร์ 0 มีลำดับความสำคัญต่ำสุด
IP.0	PX0	= 1 อินเตอร์รัพต์ภายนอกชนิด 0 มีลำดับความสำคัญสูงสุด
		= 0 อินเตอร์รัพต์ภายนอกชนิด 0 มีลำดับความสำคัญต่ำสุด

ถ้าทุกบิตถูกตั้งค่าเป็น 1 หมด จะถือว่ามีลำดับความสำคัญสูงสุดเท่ากัน เมื่อสัญญาณมาพร้อมกันจะต้องทำการตัดสินตามตารางที่ 2.6 สำหรับการเลือกลักษณะของการทริค (Interrupt Type Control) ไม่ได้อยู่ในรีจิสเตอร์ที่ใช้ควบคุมการอินเตอร์รัพต์ แต่ไปอยู่ในรีจิสเตอร์ TCON แทน

Timer/Counter Control Register (TCON)

TCON อยู่ใน SFR ตำแหน่งที่ 088H ใช้ทำงานหลายหน้าที่คือ

- TFx ใช้เป็นที่เก็บ Flag ของ ไทม์เมอร์0,1
- TRx ใช้เริ่มไทม์เมอร์ / เคาน์เตอร์ 0,1
- IEx ใช้เป็นที่เก็บ Flag ของสัญญาณอินเตอร์รัพต์
- ITx ใช้เลือกลักษณะของการทริคที่ขา INTx

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TF1	TR1	TF0	TR0	IE1	IT1	IE0	IT0

รูปที่ 2.15 แสดงโครงสร้าง TCON Register

ตารางที่ 2.7 แสดงรายละเอียดการทำงานของ TCON Register

บิต	ชื่อบิต	การทำงาน
TCON.7	TF1	Timer Overflow Flag แสดงการเกิด Overflow ของไทม์เมอร์/เคาน์เตอร์
		เคาน์เตอร์ 1 จะเป็น 1 เมื่อเกิด Overflow และจะถูกเคลียร์เมื่อ CPU ย้าย
		การทำงานไปที่โปรแกรมบริการอินเตอร์รัพต์
TCON.6	TR1	บิตควบคุมการนับของไทเมอร์1 ควบคุมจากโปรแกรม
		ถ้าเป็น 1 ไทม์เมอร์ /เคาน์เตอร์ 1 เริ่มทำงานต่อ
		ถ้าเป็น 0 ไทม์เมอร์ /เคาน์เตอร์ 1 หยุดทำงาน
TCON.5	TF0	Timer Overflow Flag แสดงการเกิด Overflow ของไทม์เมอร์/เคาน์เตอร์
		เคาน์เตอร์ 0 จะเป็น 1 เมื่อเกิด Overflow และจะถูกเคลียร์เมื่อ CPU ย้าย
		การทำงานไปที่โปรแกรมบริการอินเตอร์รัพต์
TCON.4	TR0	บิตควบคุมการนับของไทเมอร์ 0 ควบคุมจากโปรแกรม
		ถ้าเป็น 1 ไทม์เมอร์ /เคาน์เตอร์ 0 เริ่มทำงานต่อ
		ถ้าเป็น 0 ไทม์เมอร์ /เคาน์เตอร์ 0 หยุดทำงาน
TCON.3	IE1	บิตแสดงสัญญาณอินเตอร์รัพต์ภายนอกหมายเลข 1 เมื่อมีสัญญาณอิน
		เตอร์รัพต์เข้ามาที่ขา INT1 และถูกเคลียร์เองโดยคำสั่ง RET1 ที่อยู่ใน
		โปรแกรมส่วนบริการอินเตอร์รัพต์
TCON.2	IT1	บิตเลือกประเภทการตรวจสอบสัญญาณอินเตอร์รัพต์ที่ขา INT1
		ถ้าเป็น 1 จะตรวจสอบการเปลี่ยนระดับสัญญาณจาก 1 เป็น 0 ที่ INT1
		ถ้าเป็น 0 จะตรวจสอบระดับ 0 ของสัญญาณที่ INT1
TCON.1	IE0	บิตแสดงสัญญาณอินเตอร์รัพต์ภายนอกหมายเลข 0 เมื่อมีสัญญาณอิน
		เตอร์รัพต์เข้ามาที่ขา INT0 และถูกเคลียร์เองโดยคำสั่ง RET1 ที่อยู่ใน
		โปรแกรมส่วนบริการอินเตอร์รัพต์
TCON.0	IT0	บิตเลือกประเภทการตรวจสอบสัญญาณอินเตอร์รัพต์ที่ขา INT0
		ถ้าเป็น 1 จะตรวจสอบการเปลี่ยนระดับสัญญาณจาก 1 เป็น 0 ที่ INT0
		ถ้าเป็น 0 จะตรวจสอบระดับ 0 ของสัญญาณที่ INT0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไทม์เมอร์ / เคาน์เตอร์

ไมโครคอนโทรเลอร์ตระกูล MCS-51 มีรีจิสเตอร์พิเศษที่สามารถใช้งานเป็นไทม์เมอร์หรือเคาน์เตอร์อย่างใดอย่างหนึ่งโดยมีอยู่ด้วยกัน 2 ตัว ไทม์เมอร์ / เคาน์เตอร์0 และ ไทม์เมอร์/เคาน์เตอร์1 โดย ไทม์เมอร์ / เคาน์เตอร์0 ประกอบด้วย TH0,TL0 ไทม์เมอร์ / เคาน์เตอร์1 ประกอบด้วย TH1,TL1 ซึ่งมีคุณสมบัติเป็นเคาน์เตอร์รีจิสเตอร์แบบนับขึ้น (Up Counter Register) ซึ่งเราสามารถเลือกให้มีการทำงานเป็นไทเมอร์หรือเคาน์เตอร์ได้โดยเลือกที่บิต C/T ในรีจิสเตอร์เฉพาะ TMOD (อยู่ใน SFR ตำแหน่ง 89H ดังรูปที่ 2.16

GATE	C/T	M1	M0	GATE	C/T	M1	M0
TIMER1				TIMER0			

รูปที่ 2.16 แสดงโครงสร้าง TMOD Register

ตารางที่ 2.8 แสดงรายละเอียดการทำงานของ TMOD Register

บิต	ชื่อบิต	การทำงาน
TMOD.7	GATE	เมื่อ TR1 (ใน TCON) ถูกเซ็ตเป็น 1 และ GATE = 1 ไทม์เมอร์ /
		เคาน์เตอร์ 1 จะทำงานเมื่อขา INT1 เป็น High (ควบคุมโดยฮาร์ดแวร์)
		เมื่อ GATE = 0 ไทม์เมอร์ / เคาน์เตอร์จะทำงานเมื่อ TR1 = 1 (ควบคุม
		โดยซอฟต์แวร์)
TMOD.6	C/T	บิตเลือกการทำงานของไทม์เมอร์ เคาน์เตอร์ โดยเลือกดังนี้
		ถ้า C/T = 0 เป็นการเลือกโหมดไทม์เมอร์
		ถ้า C/T = 1 เป็นการเลือกโหมดไทม์เมอร์ 1
TMOD.5	M1	เลือกโหมดการทำงานได้ 4 โหมด
TMOD.4	M0	"
TMOD.3	GATE	เมื่อ TR0 (ใน TCON) ถูกเซ็ตเป็น 1 และ GATE = 1 ไทม์เมอร์ /
		เคาน์เตอร์ 0 จะทำงานเมื่อขา INT0 เป็น High (ควบคุมโดยฮาร์ดแวร์)
		เมื่อ GATE = 0 ไทม์เมอร์ / เคาน์เตอร์จะทำงานเมื่อ TR0 = 1 (ควบคุม
		โดยซอฟต์แวร์)
TMOD.2	C/T	บิตเลือกการทำงานของไทม์เมอร์ เคาน์เตอร์ โดยเลือกดังนี้
		ถ้า C/T = 0 เป็นการเลือกโหมดไทม์เมอร์ 0
		ถ้า C/T = 1 เป็นการเลือกโหมดไทม์เมอร์ 0
TMOD.1	M1	เลือกโหมดการทำงานได้ 4 โหมด
TMOD.0	M0	"

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ตารางที่ 2.9 แสดงรายละเอียดของโหมดไทม์เมอร์/เคาน์เตอร์

M1	M0	โหมด	การทำงาน
0	0	0	13 บิต ไทม์เมอร์หรือเคาน์เตอร์
0	1	1	16 บิต ไทม์เมอร์หรือเคาน์เตอร์
1	0	2	8 บิตไทม์เมอร์หรือเคาน์เตอร์แบบโหลดซ้ำอัตโนมัติ
1	1	3	8 บิต ไทม์เมอร์หรือเคาน์เตอร์โดยใช้ TL0

โหมดไทม์เมอร์ รีจิสเตอร์เคาน์เตอร์แบบนับขึ้น THx,TLx จะถูกเพิ่มค่าทุก ๆ 1 Machine Cycle (12 คาบเวลาของสัญญาณนาฬิกาของ CPU ที่ได้จาก Crystal) ในโหมดนี้ไม่ต้องป้อนสัญญาณจากภายนอกเข้ามาแต่จะใช้สัญญาณนาฬิกาของ CPU แทน วิธีเลือกโหมดนี้ต้อง โปรแกรมให้บิต C/T = 0 ส่วนการสั่งให้รีจิสเตอร์เคาน์เตอร์แบบนับขึ้นเริ่มทำงานจะควบคุมที่ TRx,GATE โดย x คือ 0,1 เมื่อนับจนเกิด Overflow แล้วจะเซ็ตบิต TFx ให้เป็น 1 และจะอินเตอร์รัพต์ได้ถ้าต่อเมื่อเราเซ็ตบิต EA และบิต Etx และรีจิสเตอร์ IE ไว้ก่อนแล้ว เมื่อเกิดการอินเตอร์รัพต์ โปรแกรมจะกระโดดมาที่ตำแหน่ง 000BH เมื่อ TF0 Overflows และจะกระโดดมาที่ตำแหน่งเมื่อ TF1 Overflows

การทำงานของไทม์เมอร์แบ่งได้เป็น 4 โหมดดังนี้

- โหมด 0 (ไทม์เมอร์ 13 บิต) จะนับได้สูงสุดเท่ากับ 2^13
- โหมด 1 (ไทม์เมอร์ 16 บิต) จะเหมือนโหมด 0 ต่างกันที่รีจิสเตอร์เป็นแบบ 16 บิต
- โหมด 2 (8 บิต โหลดซ้ำอัตโนมัติ) โหมดนี้ใช้รีจิสเตอร์ TL1 และ TL0 เป็นรีจิสเตอร์แบบนับขึ้น ส่วนค่าที่จะโหลดเข้ามาจะต้องเก็บไว้ก่อนใน TH0 และ TH1 โดยค่านี้จะถูกโหลดเข้า TL1 และ TL0 โดยอัตโนมัติเมื่อเกิด Overflow (นับได้สูงสุด 256 Machine Cycles)
- โหมด 3 (เคาน์เตอร์และไทม์เมอร์ 8 บิต) โหมดนี้จะใช้ TL0 ทำงานได้ทั้งโหมดเคาน์เตอร์และไทม์เมอร์ เมื่อเกิด Overflow จะเซ็ตที่ TF0 ส่วน TH0 จะใช้ทำงานโหมดไทม์เมอร์ เมื่อเกิด Overflow จะเซ็ตที่ TF1

เราสามารถใช้ไทม์เมอร์สร้างสัญญาณนาฬิกาที่มีความถี่ตามที่เราต้องการได้โดยใช้ไทม์เมอร์โหมด 2 แล้วเลือกค่าโหลดเริ่มต้นที่เหมาะสม

โหมดเคาน์เตอร์ รีจิสเตอร์แบบนับขึ้น THx,TLx จะถูกเพิ่มค่าทีละหนึ่งเมื่อป้อนสัญญาณนาฬิกาจากภายนอก 1 ลูกเข้ามาทาง T0 (ขา 14) หรือ T1(ขา 15) โดยไม่สนใจค่า Duty Cycle การตรวจสอบสัญญาณที่เข้ามาทางขานี้จะตรวจสอบทุกๆ Machine Cycle ดังนั้นการตรวจสอบสัญญาณนาฬิกา 1 ลูกต้องใช้ถึง 2 Machine Cycle (24 คาบสัญญาณนาฬิกาของ CPU) การเลือกใช้งานโหมดนี้จะต้อง โปรแกรมบิต C/T = 1

54948

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทำงานของเคาน์เตอร์แบ่งได้เป็น 4 โหมดดังนี้

- โหมด 0 โหมดนี้เคาน์เตอร์จะมีเพียง 13 บิต คือ TH0 8 บิต และ TL0 5 บิต โดย TL0 นับได้สูงสุดเพียง 32 เท่านั้น และโหมดนี้นับได้สูงสุดเท่ากับ 8192
- โหมด 1 (เคาน์เตอร์ 16 บิต) ทำงานเหมือนโหมด 0 ต่างกันที่เคาน์เตอร์เป็นแบบ 16 บิตโดยแบ่งเป็น TL1 8 บิตและ TH1 8 บิตนับได้สูงสุด 65536
- โหมด 2 (8 บิต โหลดซ้ำอัตโนมัติ) โหมดนี้จะใช้ Counter TL1 เป็นตัวนับซึ่งนับได้เพียง 8 บิต เวลาโหลดค่านับจะต้องโหลดเข้า TF1 ถูกเซ็ต หลังจากนั้นค่าใน TH1 ก็จะถูกโหลดเข้า TL1 อย่างอัตโนมัติ
- โหมด 3 (เคาน์เตอร์ 8 บิต) โหมดนี้จะใช้ TF0 เป็น Flag ของ TL0 ซึ่งเป็นเคาน์เตอร์ 8 บิต

การใช้งานพอร์ตสื่อสารอนุกรม

พอร์ตสื่อสารอนุกรมมีโครงสร้างการทำงานในแบบที่เรียกว่า Full Dupiex ในการรับและส่งข้อมูลอนุกรมได้ในเวลาเดียวกัน โดยทางด้านส่งใช้ขา TxD (P3.1) ทางด้านรับใช้ขา RxD (P3.0) และใช้ SBUF เป็นบัฟเฟอร์สำหรับรับและส่งข้อมูลอนุกรม

พอร์ตสื่อสารอนุกรมสามารถโปรแกรมการทำงานได้หลายโหมดด้วยกัน โดยเลือกที่บิต SM1 และ SM0 ซึ่งอยู่ในรีจิสเตอร์ควบคุม SCON

SM0	SM1	SM2	REN	TB8	RB8	TI	RI

รูปที่ 2.17 แสดงโครงสร้าง SCON Register

การทำงานทั้ง 4 โหมดของพอร์ตสื่อสารอนุกรมมีดังนี้

- โหมด 0 พอร์ตสื่อสารอนุกรม 8 บิต โดยการส่งจะเลื่อนออกทีละบิตโดยส่งบิต D0 ออกไปก่อนทางขา RxD และไม่มีการส่งบิตเริ่มต้นแต่จะส่ง Shift clock ทางขา TxD (ความเร็ว 1/12) เท่าของสัญญาณนาฬิกาของ CPU)
- โหมด 1 พอร์ตสื่อสารอนุกรม 10 บิต แบ่งเป็นข้อมูล 8 บิต บิตเริ่มต้น 1 บิต และบิตสิ้นสุด 1 บิต และสามารถเปลี่ยนแปลงความเร็วในการส่งข้อมูลได้โดยขึ้นอยู่กับบิต SMOD ใน PCON และอัตรา Overflow ของไทม์เมอร์ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- โหมด 2 พอรต์สื่อสารอนุกรม 11 บิต แบ่งเป็นข้อมูล 9 บิต บิตเริ่มต้น 1 บิต และ บิตสิ้นสุด 1 บิต (TB8 นิยมนำมาใช้ส่ง Parity Bit) ความเร็วในการรับส่งข้อมูลเท่ากับ 1/32 และ 1/64 ของสัญญาณนาฬิกาของ CPU โดยขึ้นกับ SMOD ใน PCON

  Baud Rate โหมด 2 = (1/32)(ความถี่สัญญาณนาฬิกา) เมื่อ SMOD = 1

  Baud Rate โหมด 2 = (1/64)(ความถี่สัญญาณนาฬิกา) เมื่อ SMOD = 0

- โหมด 3 พอรต์สื่อสารอนุกรม 11 บิตแบ่งเป็นข้อมูล 9 บิต บิตเริ่มต้น 1 บิต และบิตสิ้นสุด 1 บิต เหมือนโหมด 2 ยกเว้นอัตราความเร็วจะขึ้นกับบิต SMOD ใน PCON และอัตรา Overflow ของไทม์เมอร์ 1,2

ตารางที่ 2.10 แสดงรายละเอียดการทำงานของ SCON Register

บิต	ชื่อบิต	การทำงาน
SCON.7	SM0	บิตเลือกโหมดการทำงาน
SCON.6	SM1	
SCON.5	SM2	บิตเลือกการทำงานแบบ Single หรือ Multiprocessor
		1 เลือก Multiprocessor ใช้ได้กับโหมด 2 และ 3
		0 เลือก Single Processor ใช้ได้กับทุกโหมด
SCON.4	REN	บิตควบคุมให้รับหรือไม่รับข้อมูล
		1 ให้รับข้อมูลได้
		0 ไม่รับข้อมูล
SCON.3	TB8	ข้อมูลบิตที่ 9 ที่จะส่งออกไปในโหมด2,3
SCON.2	RB8	ข้อมูลบิตที่ 9 จะรับเข้ามาในบิตนี้
SCON.1	TI	จะเป็น 1 เมื่อสิ้นสุดการส่งข้อมูล 1 ไบต์
SCON.0	RI	จะเป็น 1 เมื่อสิ้นสุดการส่งข้อมูล 1 ไบต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.11 แสดงรายละเอียดของโหมดการสื่อสารอนุกรม

M1	M0	โหมด	การทำงาน
0	0	0	13 บิต ไทม์เมอร์หรือเคาน์เตอร์
0	1	1	16 บิต ไทม์เมอร์หรือเคาน์เตอร์
1	0	2	8 บิตไทม์เมอร์หรือเคาน์เตอร์แบบโหลดซ้ำอัตโนมัติ
1	1	3	8 บิต ไทม์เมอร์หรือเคาน์เตอร์โดยใช้ TL0

ตารางที่ 2.12 การกำหนด Baud Rate โดยไทม์เมอร์ 1

Baud Rate	ความถี่สัญญาณ	SMOD ใน		ไทม์เมอร์1	
	นาฬิกา	PCON	C/T	โหมด	ค่าที่โหลดซ้ำ
(โหมด 0) Max : 1 MHz	12 MHz	X	X	X	X
(โหมด 2) Max : 375 kHz	12 MHz	1	X	X	X
(โหมด 2) Min : 187.5 kHz	12 MHz	0	X	X	X
(โหมด 1,3)					
62.5 kHz	12 MHz	1	0	2	FFH
19.2 kHz	11.0592 MHz	1	0	2	FDH
9.6 kHz	11.0592 MHz	0	0	2	FDH
4.8 kHz	11.0592 MHz	0	0	2	FAH
2.4 kHz	11.0592 MHz	0	0	2	F4H
1.2 kHz	11.0592 MHz	0	0	2	E8H
137.5	11.0592 MHz	0	0	2	1DH
110	6 MHz	0	0	2	72H
110	12 MHz	0	0	1	FEEBH

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

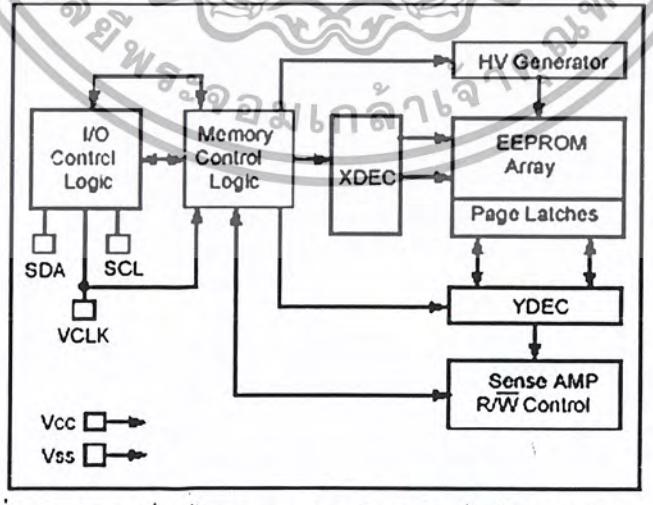
2.6 Serial EEPROM (24LC01A)

EEPROM หรือ Ectrically Erasable Programmable Read-Only Memory หรือ อีเอ็ปรอม คือ หน่วยความจำรอม(ROM) ที่ผู้ใช้สามารถลบหรือแก้ไขหรือเขียนซ้ำข้อมูลที่บรรจุอยู่ภายในได้ และสามารถกระทำซ้ำได้หลายครั้ง EEPROM จะต่างจาก EPROM ตรงที่ไม่จำเป็นต้องถอดออกจากเครื่องคอมพิวเตอร์เพื่อทำการแก้ไขข้อมูล ซึ่งมันมีอายุการใช้งานจำกัดขึ้นอยู่กับจำนวนครั้งในการลบหรือแก้ไขข้อมูล เช่นใน 24LC01A ตัวนี้สามารถเขียนและลบได้มากกว่า 1,000,000 ครั้ง รูปแบบพิเศษของ EEPROM คือหน่วยความจำแฟลช(Flash Memory)ซึ่งใช้ระดับไฟปกติในไมโครคอนโทรเลอร์สำหรับการลบหรือเขียนหรือแก้ไขข้อมูล

คุณสมบัติของไอซี

- สามารถทำงานได้กับแหล่งกำเนิดไฟ ตั้งแต่ 2.5 โวลต์ ขึ้นไป 5 โวลต์
- มีอินเตอร์เฟส บัส 2 เส้น สำหรับ ติดต่อกับ ไมโครคอนโทรเลอร์
- สามารถ เขียนและลบ ซ้ำได้มากกว่า 1,000,000 ครั้ง
- สามารถทำงานได้สองความถี่ คือ 100 kHz(2.5 โวลต์) และ 400 kHz(5 โวลต์)
- สามารถเก็บข้อมูลได้ 1 กิโลบิต

รูปที่ 2.18แสดงรูป ไอซี 24LC01A

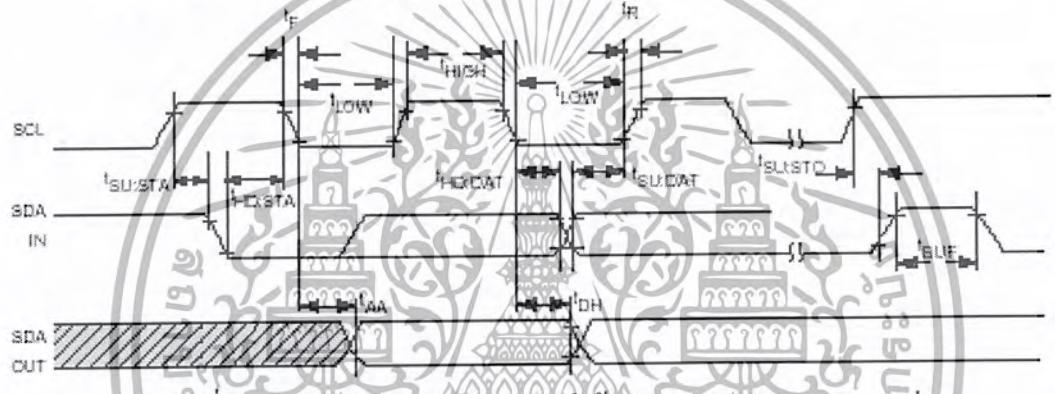


รูปที่ 2.19 แสดงบล็อกไดอะแกรมการทำงานของไอซี24LC01A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทำงานของแต่ละขา

- ขาที่ 1,2 และ 3 เป็น ขา Address Input คือ เป็นการกำหนดตำแหน่งของEEPROM แต่ละตัว โดย แอดเดรสแต่ละตัวจะต้องไม่ซ้ำกัน
- ขาที่ 5 SDA (Serial Address/Data I/O เป็นขาที่ใช้ในการรับและส่งข้อมูลให้กันระหว่าง ไมโครคอนโทรเลอร์และ EEPROM รวมถึงตำแหน่งแอดเดรสของข้อมูลด้วย
- ขาที่ 6 SCL (Serial Clock Input) เป็นขาที่ทำหน้าที่ ซิงโครนัส ข้อมูลที่จะส่งไปให้คอนโทรเลอร์ และข้อมูลที่จะรับมาจากคอนโทรเลอร์
- ขาที่ 7 WP (Write Protect Input) เป็นขาที่ทำหน้าที่ป้องกันการเขียนข้อมูลลง EEPROM ถ้าจ่ายไฟ ให้กับขานี้ EEPROM ไมโครคอนโทรเลอร์จะไม่สามารถเขียนข้อมูลลงใน EEPROM ได้ ในการใช้งานนั้น จะต่อขานี้เข้ากับ กราวน์เพื่อให้ ไมโครคอนโทรเลอร์สามารถอ่านและเขียนข้อมูลลงบน EEPROM ได้



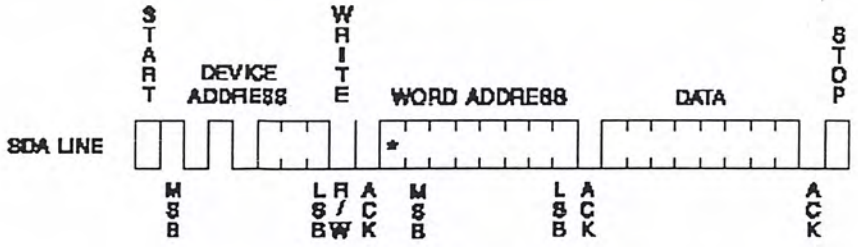
รูปที่ 2.20 แสดงจังหวะเวลาในการรับส่งข้อมูล(Bus Timing Data) ระหว่าง ไมโครคอนโทรเลอร์ กับ EEPROM

การเขียนข้อมูลลงใน EEPROM สามารถทำได้สองแบบ คือ

- เขียนแบบไบต์(Byte Write)

ในการเขียนข้อมูลลงใน EEPROM นั้นจะต้องมี แอดเดรส กำกับไว้เสมอเพื่อเป็นการบอก EEPROM ว่าจะนำข้อมูลที่จะเขียนนั้นไปเก็บไว้ที่ตำแหน่งใดใน EEPROM ซึ่งจำนวนแอดเดรสจะต่างกันไปในแต่ละเบอร์ ตัวอย่างเช่น 24LC01A นั้นจะสามารถระบุ ตำแหน่งได้ 8 บิต แต่ใน EEPROM รุ่น 24LC128 จะสามารถระบุตำแหน่งได้ถึง 16 บิต เมื่อส่งตำแหน่งที่ต้องการจะเก็บข้อมูลไปแล้ว ไมโครคอนโทรเลอร์จะได้รับสัญญาณตอบกลับจาก Ack (Acknowledge) จาก EEPROM ทุกครั้งเพื่อเป็นการยืนยันว่าได้รับข้อมูลแล้ว โดย สัญญาณ ACK นี้ ทาง EEPROM จะต้องส่งกลับมายังไมโครคอนโทรเลอร์ เมื่อได้ข้อมูลครบ 8 บิตทุกครั้ง จากนั้น ไมโครคอนโทรเลอร์จึงส่งข้อมูลตามไป โดยจะส่งข้อมูลไปทีละ 8 บิต โดยเมื่อจบการส่งข้อมูล ไมโครคอนโทรเลอร์จะส่งสัญญาณ STOP เพื่อหยุดการส่งข้อมูล เป็นอันจบการเขียนข้อมูล ลงใน EEPROM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

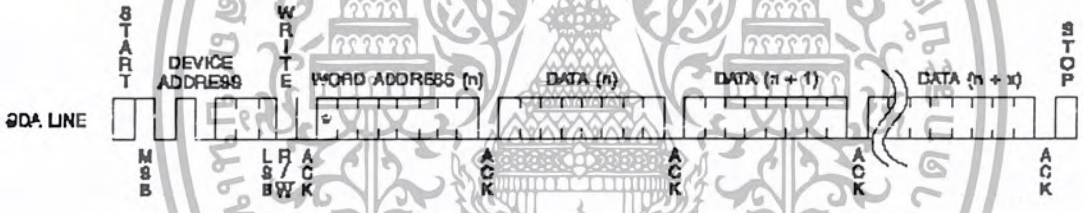


รูปที่ 2.21 แสดงการเขียนข้อมูลแบบ Byte Write

- เขียนแบบเพจ(Page Write)

EEPROM ที่มีความจุ 1K/2K จะสามารถเขียนข้อมูลลงครั้งหนึ่ง ได้ 8 ไบต์ และในรุ่น EEPROM ที่มีความจุ 4K,8K และ 16K นั้นสามารถที่จะเขียนครั้งหนึ่ง 16 ไบต์

โดยในการเขียนแบบ เพจ นั้นจะมีลักษณะคล้ายๆ กับการเขียนแบบ ไบต์ กล่าวคือสามารถส่งข้อมูลมาเป็นชุดได้เลย เช่น EEPROM ที่มีความจุ 1K สามารถส่งได้ทีละ 8 ไบต์ ต่อหนึ่งการส่ง โดยจะส่งสัญญาณ STOPแค่ครั้งเดียว ต่างกับ การเขียนแบบไบต์ เพราะแบบ ไบต์นั้นจะส่งสัญญาณ STOP เมื่อส่งข้อมูลได้ 8 บิต



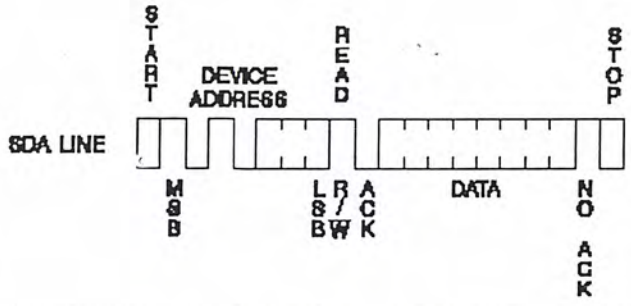
รูปที่ 2.22 แสดงการเขียนข้อมูลแบบ Page Write

การอ่านข้อมูลจาก EEPROM สามารถทำได้ 3 แบบ

- Current Address Read

วิธีการอ่านแบบนี้จะทำได้โดยให้ไมโครคอนโทรเลอร์ส่งชุดคำสั่งอ่าน ไปใน EEPROM ทาง EEPROM เมื่อได้รับชุดคำสั่งอ่าน ก็จะทำการส่งข้อมูลไปให้กับไมโครคอนโทรเลอร์ อย่างไรก็ตามในการอ่านข้อมูลแบบนี้จะเป็นการอ่านข้อมูลเพิ่มจากตำแหน่งล่าสุดที่มีการเข้าถึง (อาจเป็นการเขียนหรือการอ่านตำแหน่งนั้นๆ ก็ได้) เช่น ล่าสุดนี้มีการเข้าถึงตำแหน่ง ที่ n เมื่อใช้วิธีการอ่านแบบนี้ จะทำให้ได้ข้อมูลเริ่มตั้งแต่ตำแหน่งที่ n+1 เป็นต้น

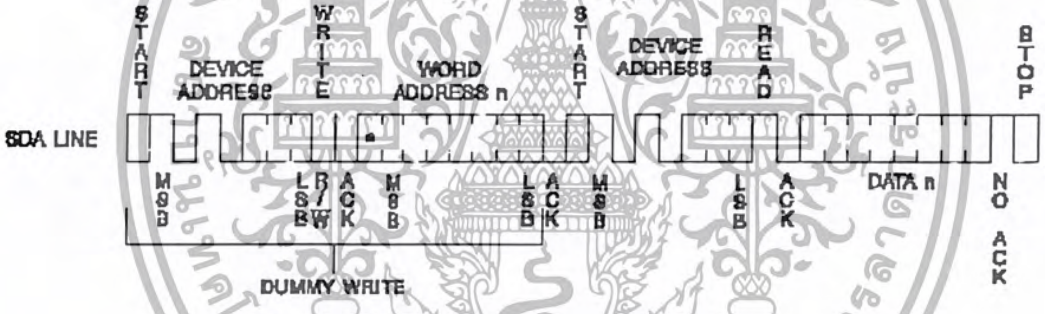
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.23 แสดงการอ่านข้อมูลบน EEPROM แบบ Current Address Read

- Random Read

ในการอ่านข้อมูลจาก EEPROM นั้น จะทำได้โดยให้ไมโครคอนโทรเลอร์เขียนตำแหน่งแอดเดรสที่ต้องการจะอ่านลงไปใน EEPROM จากนั้น ส่งชุดคำสั่งว่าต้องการอ่านข้อมูลลงไปบน EEPROM เมื่อ EEPROM ได้รับ ตำแหน่งแอดเดรส ที่ไมโครคอนโทรเลอร์ต้องการจะอ่านแล้วและได้รับชุดคำสั่งในการอ่าน EEPROM ก็จะทำการส่งข้อมูล ให้กับไมโครคอนโทรเลอร์

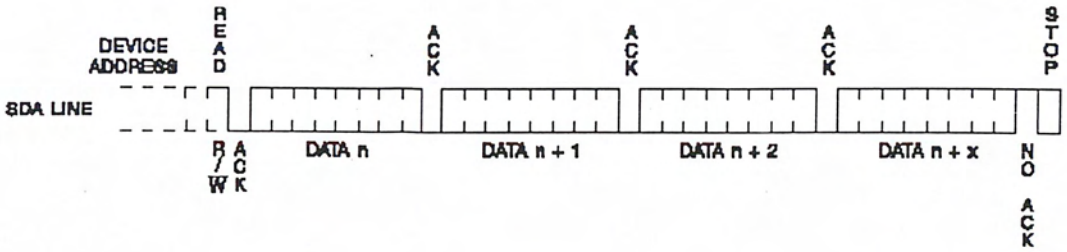


รูปที่ 2.24แสดงการอ่านข้อมูลบน EEPROM

- Sequential Read

การอ่านแบบนี้จะคล้ายๆ กับการอ่านแบบ Random Read กล่าวคือในกระบวนการเริ่มต้นติดต่อกับ EEPROM ตลอดจนการส่งชุดคำสั่ง เขียน และอ่านนั้นจะใช้เหมือนกัน Random Read ทุกอย่างจะต่างกันที่ว่า ในการอ่านข้อมูลแบบ Random Read นั้น จะอ่านได้ทีละ 1 ไบต์เท่านั้นถ้าต้องการอ่านมากกว่านั้นก็จะต้องทำการเริ่มติดต่อกับ EEPROM ใหม่ตั้งแต่ต้น แต่ใน การอ่านแบบ Sequential Read นี้ EEPROM จะทำการส่งข้อมูลไปยังไมโครคอนโทรเลอร์ตั้งแต่ ตำแหน่งที่ถูกร้องขอ ไปจนถึงตำแหน่งสุดท้ายในครั้งเดียวเลย

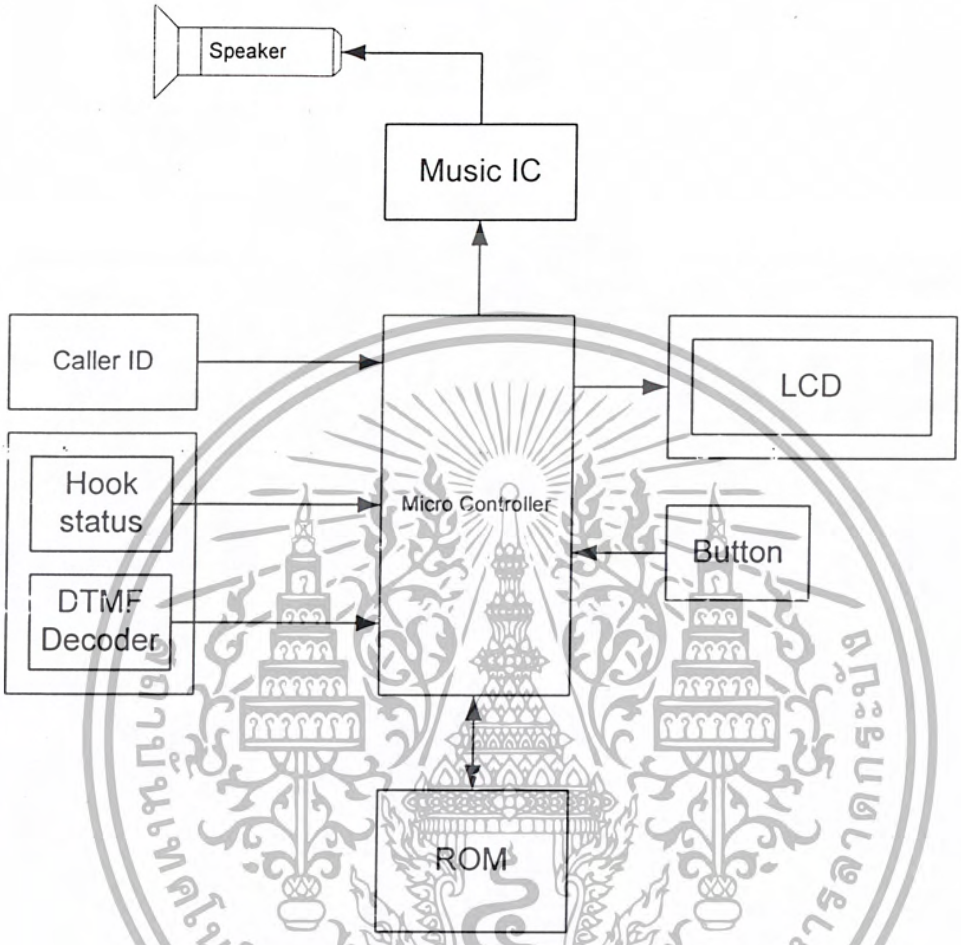
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.25 แสดงการอ่านข้อมูลบน EEPROM แบบ Sequential Read

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การคำนวณและการสร้าง



รูปที่ 3.1 แสดงบล็อกไดอะแกรมของชิ้นงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1 หลักการทำงานของโครงงาน

จาก Block Diagram รูปที่ 3.1 เราแบ่งการทำงานออกเป็น 3 ส่วนใหญ่ ดังนี้

1. ส่วนที่เชื่อมต่อกับสายโทรศัพท์ ซึ่งจะประกอบไปด้วย
   - วงจรตรวจสอบสถาน
   - ะ การยกหู หรือ วางหู โทรศัพท์ จะทำหน้าที่ตรวจสอบว่า ช่วงเวลา นั้น ๆ โทรศัพท์ ของผู้ใช้ มีสถานะเป็นอย่างไร ยกหูโทรศัพท์ หรือ วางหูโทรศัพท์ อยู่ และจะแจ้งสถานะดังกล่าวไป ให้หน่วยประมวลผล ต่อไป

วงจรถอดรหัสสัญญาณ DTMF (DTMF Decoder) เมื่อผู้ใช้ทำการยกหูโทรศัพท์ วงจรนี้ก็จะเริ่มทำงาน โดยจะถอดรหัสสัญญาณ DTMF ที่ผู้ใช้ ทำการกด แล้วนำข้อมูลดังกล่าวนั้น ส่งไปให้หน่วยประมวลผล เพื่อ นำไปบันทึกเป็นเบอร์โทรออก

วงจร ระบบแสดงหมายเลขเรียกเข้า ทำหน้าที่ ตรวจจับ ข้อมูลระบบแสดงหมายเลขผู้เรียก ที่ทางชุมสายส่ง มาให้ ซึ่งข้อมูล ดังกล่าวนี้จะถูกส่งมา ระหว่าง สัญญาณกริ่งครั้งแรก และ สัญญาณกริ่งครั้งที่สอง โดยเมื่อ วงจร ระบบแสดงหมายเลขเรียกเข้า ตรวจจับ ข้อมูลได้แล้ว ก็จะส่งไปยัง หน่วยประมวลผลต่อไป

2. ส่วนที่ทำหน้าที่เป็น หน่วยประมวลผล หรือ ไมโครคอนโทรเลอร์

ซึ่งเราจะใช้ ไมโครคอนโทรเลอร์ เป็นตัวสั่งการโดย เอาต์พุท ของ ไมโครคอนโทรเลอร์นี้จะ ต่ออยู่กับ ส่วนจอภาพ LCD (Liquid Crystal Display) เพื่อแสดง วัน เวลา และเบอร์ผู้เรียก ที่โทรเข้ามา และ สั่งงาน ให้วงจรเสียงเพลงทำงาน

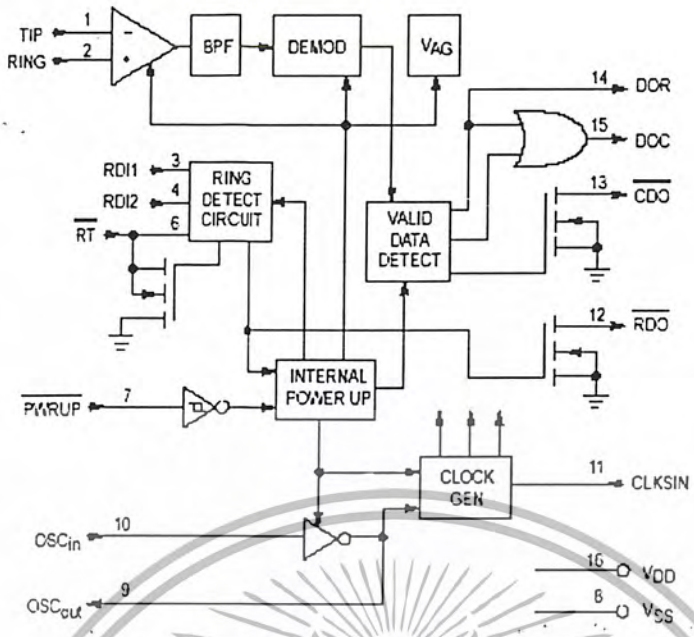
3. ส่วนที่ทำหน้าที่เป็นแอพพลีเคชั่น(Application)

วงจรเสียงเพลง (Music IC) เป็นวงจรที่สามารถให้เสียงดนตรีได้ทั้งสิ้น 16 เพลง โดยไมโครคอนโทรเลอร์ จะทำหน้าที่สั่งการเลือกเพลงที่ผู้ใช้ต้องการส่งออกทำลำโพง

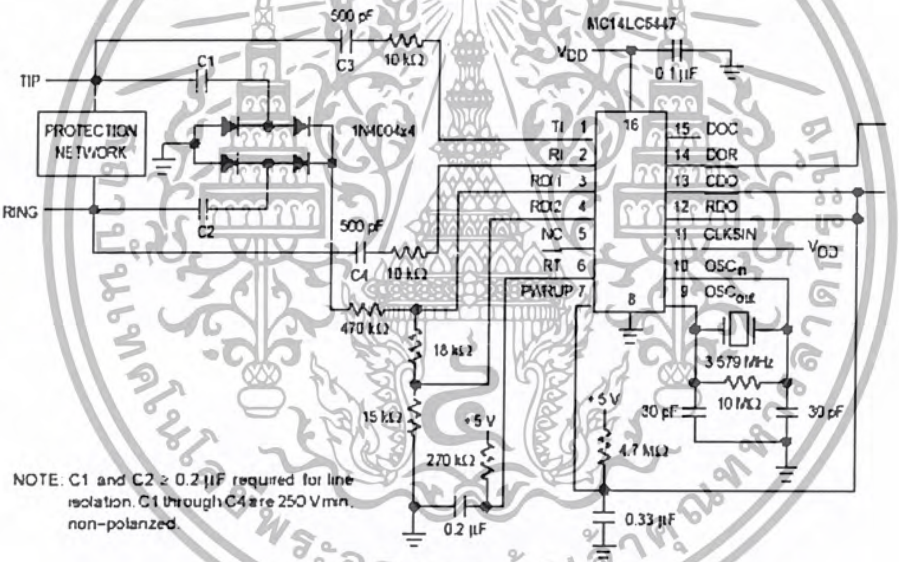
3.2 วงจร ตรวจจับหมายเลขเรียกเข้า (Caller ID Circuit)

ไอซี MC145447 เป็นไอซีที่ ใช้ตรวจจับสัญญาณที่ชุมสายส่งมาซึ่งจะประกอบไปด้วยข้อมูลของ ผู้เรียก วันที่ และ เวลาที่เรียก โดยไอซี MC145447 นี้จะสามารถเลือกโหมดการทำงานได้ สองแบบ คือ แบบเพาว์เวอร์อัพ โหมด และเพาว์เวอร์ดาวน์ โหมด ซึ่งจะกินกระแสต่ำประมาณ 1 ไมโครแอมป์ ส่วน ไฟเลี้ยงวงจรนี้จะไปตั้งแต่ + 3.5 โวลต์ ถึง + 6 โวลต์ ไอซีนี้สามารถเลือกใช้ ออสซิเลเตอร์ได้ สอง ความถี่ คือ 3.579 เมกะเฮริตซ์ และ 455 กิโลเฮริตซ์ โดยรูปที่ 3.2 จะแสดงให้เห็นถึง บล็อกไดอะแกรมของไอซี MC145447

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.2 แสดง บล็อกไดอะแกรมของไอซี MC145447



รูปที่3.3 แสดงรูปวงจร ตรวจจับหมายเลขเรียกเข้า โดยใช้ ไอซี MC145447

รูปที่ 3.3 เป็นรูปวงจรตรวจจับหมายเลขเรียกเข้า ซึ่งข้อมูลที่ตรวจจับได้จะถูกส่งต่อไปยัง ไมโครคอนโทรเลอร์เพื่อนำไป แสดงผลให้ผู้ใช้ทราบผ่านทาง จอ LCD จากรูปที่ 3.3 จะสามารถอธิบายการทำงานของแต่ละขาได้ดังนี้

ขาที่1(TI: Tip Input)

โดยปกติขานี้จะทำการต่อกับสาย ทิป ซึ่งข้างในของขาจะถูกไบอัส ด้วย ครึ่งหนึ่งของไฟเลี้ยง เมื่อมันอยู่ในโหมดทำงาน ขานี้จะต้องเป็น ดีซีไอโซเลต (DC Isolates) จากสาย

ขาที่2(RI: Ring Input)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยปกติขานี้จะทำการต่อกับสาย ริง ซึ่งข้างในของขาจะถูกไบอัส ด้วย ครึ่งหนึ่ง ของไฟเลี้ยงเมื่อมันอยู่ในโหมดทำงานขานี้จะต้องเป็น ดีซีไอโซเลต จากสาย

ขาที่3(RDI1: Ring Detect Input1)

โดยปกติจะทำการต่อวงจรลดทอน ซึ่งจะใช้สำหรับการตรวจจับพลังงานบนสาย และทำการเลือก ออสซิเลเตอร์ และ ตรวจจับสัญญาณกริ่ง

ขาที่4(RDI2: Ring Detect Input2)

โดยปกติจะทำการต่อวงจรลดทอน ซึ่งจะใช้สำหรับการตรวจจับพลังงานบนสาย และทำการเลือก ออสซิเลเตอร์ และ ตรวจจับสัญญาณกริ่ง

ขาที่6 (RT: Ring Time)

วงจร RC จะต้องต่อกับขานี้ ซึ่งค่า คงตัวทางเวลาของ อาร์ซี (RC Time Constant) จะถูกเลือกทีถ้ามีโวลต์ที่ตกคร่อมขานี้ต่ำกว่า 2.2 โวลต์ ซึ่งขานี้จะเป็นตัวเพาว์เวอร์อัพ (Power up) วงจรที่ใช้ในการตัดสินใจของการตรวจจับสัญญาณกริ่ง

ขาที่7 (PWRUP: Power up)

ถ้าที่ขานี้มีโลจิก เป็น 0 จะทำให้ไอซีทำการ ดีมอดูเลตข้อมูล ที่เข้ามา ถ้ามี โลจิก 1จะทำให้วงจรอยู่ในโหมด เตรียมพร้อม (Standby)

ขาที่8 (Vss: Ground)ต่อกับ Ground)

ขาที่9 (OSCout: Oscillator Output) จะต้องต่อกับ ออสซิเลเตอร์

ขาที่10(OSCin: Oscillator In) จะต้องต่อกับ ออสซิเลเตอร์

ขาที่11(CLKSIN: Clock Select Input)

ใช้สำหรับการเลือกให้ ออสซิเลเตอร์ ทำงานในกรณีที่โลจิก 1 จะเลือก ออสซิเลเตอร์ความถี่ 3.579 เมกะเฮิรตซ์ ส่วนถ้าให้เป็น โลจิก 0จะเป็นการเลือก ออสซิเลเตอร์ความถี่ 455 kHz

ขาที่12 (RDO: Ring Detect Out)

ขานี้จะมีโลจิก 0 เมื่อมี สัญญาณเรียกเข้ามาและ จะเป็น 1 เมื่อไม่มีสัญญาณ เรียกเข้า

ขาที่13 (CDO: Carrier Detect Output)

ขานี้จะมีโลจิก เป็น 0 เมื่อมี คลื่นพาห์ เข้ามา (จะอยู่ในช่วงที่ไม่มี สัญญาณกริ่งเรียก) และจะเป็น 1เมื่อมี สัญญาณกริ่งเรียก

ขาที่14(DOR: Data Out Raw)

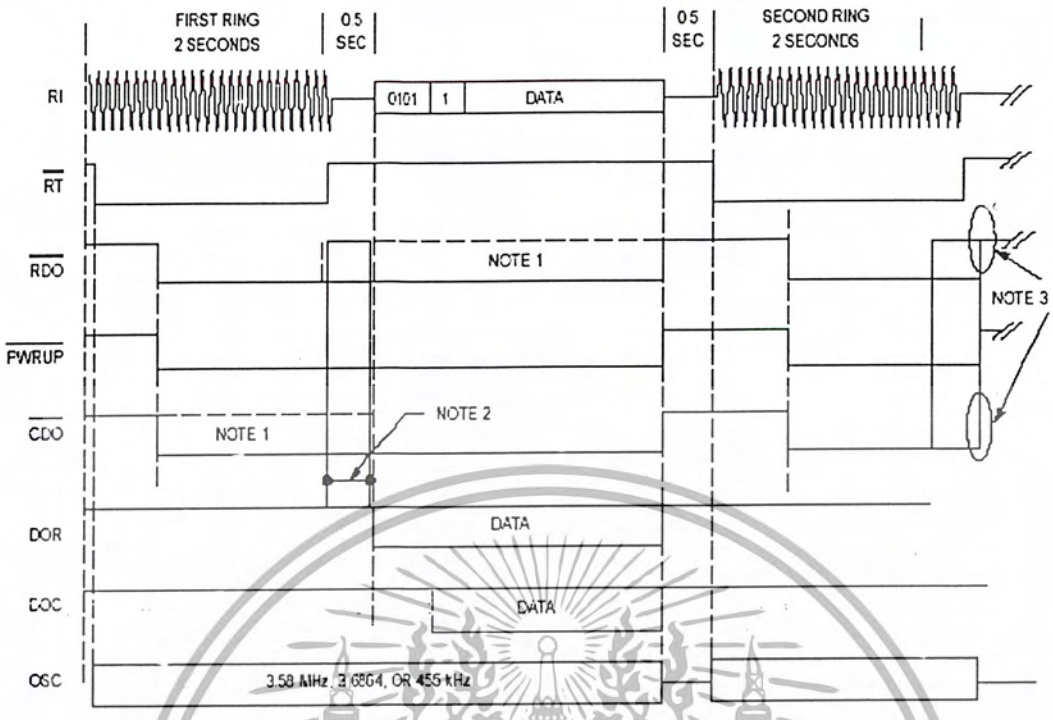
จะเป็นขาที่มีข้อมูลออกมาซึ่งจะรวมช่วงที่เป็น สัญญาณการจับช่องสัญญาณ และ สัญญาณมาร์ค

ขาที่15(DO: Data Out Cooked)

จะเป็นขาที่มีข้อมูลออกมาซึ่งจะไม่รวมช่วงที่เป็น สัญญาณการจับช่องสัญญาณ และสัญญาณมาร์คขาที่16(VDD: Positive Power Supply) ต่อกับไฟเลี้ยงที่เป็นบวก

จากรูปวงจรที่ 3.3 นี้ เอาต์พุท แต่ละขาจะมี Timing Diagram ดังแสดงในรูป 3.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.4 แสดง Timing Diagram ของรูปวงจรตรวจจับหมายเลขเรียกเข้า

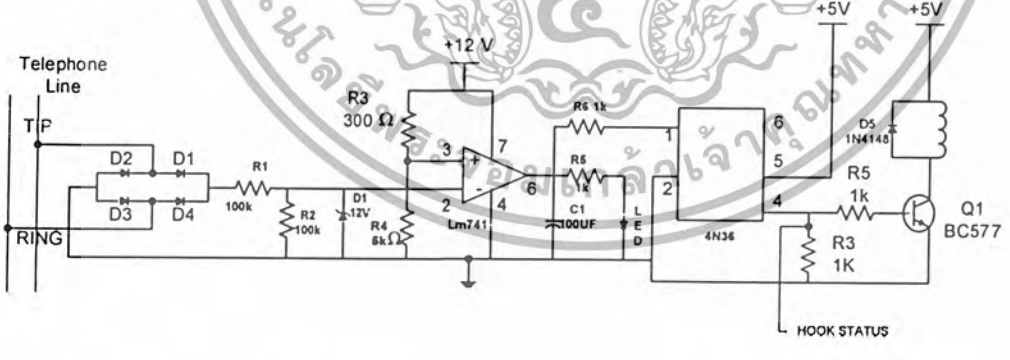
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 วงจรตรวจสอบการยกหูโทรศัพท์ (Hook Status Detector Circuit)

เป็นวงจรตรวจสอบสถานะแรงดันไฟฟ้าของสายโทรศัพท์ในสภาพที่วางหูโทรศัพท์ สายโทรศัพท์จะมีแรงดัน -48 โวลต์ เมื่อทำการยกหูโทรศัพท์แรงดันจะลดลงเหลือ –5 โวลต์ ถึง –10 โวลต์ เมื่ออยู่สภาพวางหูหรือยกโทรศัพท์แรงดันไฟจากสายโทรศัพท์จะผ่านไดโอดบริดจ์เพื่อแปลงไฟให้อยู่ในสถานะแรงดันไฟเป็นบวก แรงดันที่ผ่านไดโอดบริดจ์จะป้อนให้แก่วงจรเปรียบเทียบแรงดัน โดยใช้ ไอซี LM 741 การทำงานมีแรงดันอ้างอิงค่าหนึ่งเทียบกับแรงดันของสายโทรศัพท์ แรงดันอ้างอิงจะต่อเป็นวงจรแบ่งแรงดันกับขา 3 ของไอซีLM 741 จะมีแรงดันตกคร่อมขา 3 ประมาณ 11.32 โวลต์ เมื่ออยู่ในสภาพวางหูแรงดันที่ตกคร่อม ขา 2 ไอซี LM741 จะมีแรงดัน 12 โวลต์ โดยมีซีเนอร์ไดโอดเป็นตัวรักษาแรงดัน นำค่าแรงดันตกคร่อมขา2เทียบกับแรงดันอ้างอิง แรงดันขาบวกมีค่าต่ำกว่าขาลบทำให้ขา6ของไอซี LM 741 เป็น 0 โวลต์

ซึ่งแรงดันดังกล่าวจะทำให้ไอซี โฟโตทรานซิสเตอร์ ไม่ทำงาน แรงดันขา4 ของไอซี โฟโตทรานซิสเตอร์ เป็น 0 โวลต์ ไม่มีกระแสป้อนให้ ทรานซิสเตอร์ ทำงาน รีเลย์จึงไม่ทำงาน เมื่ออยู่ในสภาพยกหูแรงดันที่ตกคร่อมขา 2 ของไอซี LM 741 จะมีแรงดันต่ำกว่า 11.32 โวลต์ นำค่าแรงดันตกคร่อมขา 2 เทียบกับแรงดันอ้างอิง แรงดันขาบวกมีค่าสูงกว่าขาลบทำให้ขา 6 ของ ไอซี LM741 เป็น 12โวลต์ ทำให้ ไอซี โฟโตทรานซิสเตอร์ ทำงาน แรงดันขา4 ของไอซี โฟโตทรานซิสเตอร์ เป็น 5 โวลต์ มีกระแสป้อน ให้ ทรานซิสเตอร์ ทำงาน รีเลย์จึงทำงานต่อกับวงจรถอดรหัส DTMF เพื่อตรวจจับหมายเลขที่ผู้ใช้ได้ทำการกด แล้วแจ้งต่อไปยัง ไมโครคอนโทรเลอร์ต่อไป

เมื่อมีการยกหูโทรศัพท์ทำให้รีเลย์ทำการต่อวงจรนี้เข้ากับคู่สายโทรศัพท์ เมื่อทำการกดหมายเลขสัญญาณจะเข้าวงจรถอดรหัสเลขหมายโทรศัพท์ซึ่งใช้ไอซีเบอร์ MT 8870 เอาต์พุตวงจรจะถอดรหัสเป็นไบนารี่ 4 บิต ที่ขา Q1-Q4 ไอซีเบอร์นี้จะทำงานร่วมกับ คริสตอล ออสซิลเลเตอร์ความถี่ 3.579 เมกะเฮิรตซ์ และอุปกรณ์อื่นๆ ดังแสดงในรูปที่ 3.5

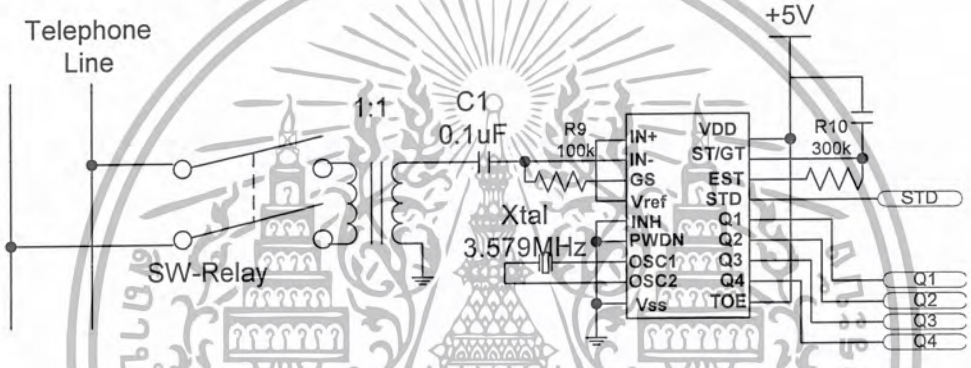


รูปที่3.5 แสดงวงจรตรวจสอบการยกหูโทรศัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 วงจรถอดรหัสหมายเลขโทรศัพท์ (DTMF Decoder Circuit)

จะใช้ไอซีสำเร็จรูปเบอร์ MT8870 ซึ่งจะทำหน้าที่ในการถอดรหัสความถี่ DTMF ออกมาเป็นรหัสไบนารี่ 4 บิต ภายใน MT8870 ซึ่งจะประกอบไปด้วยภาคกรองความถี่ ภาคถอดรหัส ภาคตรวจสอบสัญญาณ ภาคขยายสัญญาณความแตกต่าง และภาคกำเนิดความถี่ โดยจะใช้ คริสตอล 3.579 เมกกะเฮิรตซ์เป็นฐานเวลา จากวงจรจะใช้หม้อแปลงโทรศัพท์แมชชิ่ง 600 โอห์ม มาเป็นตัวคัปปลิ้งสัญญาณจากคู่สายโทรศัพท์มายังวงจรเฉพาะสัญญาณไฟกระแสสลับเท่านั้น และยังทำหน้าที่ในการแยกกราวนด์ของวงจรอีกด้วย เพราะบนคู่สายโทรศัพท์จะมีสัญญาณรบกวนต่างๆ มากมาย ซึ่งอาจจะมีผลต่อการดีโค้ดสัญญาณได้ สัญญาณจากการกดหมายเลข 1 ตัว จะถูกถอดรหัสออกเป็นเลขไบนารี่ 4 บิต ทางขา 11,12,13 และ 14 (Q1 – Q4) ส่วนสัญญาณที่ขา 15 จะเป็น " 1 " ขณะกดปุ่มโทรศัพท์ เมื่อไม่กดจะเป็น " 0 " สัญญาณนี้จะบอกให้ส่วนควบคุมทราบว่ามีการกดปุ่มโทรศัพท์ จากนั้นไอซีจะทำการแลตซ์ค่าสัญญาณนั้นเอาไว้จนกว่าจะได้รับสัญญาณใหม่เข้ามา แล้วจึงค่อยเปลี่ยนเป็นรหัสตัวใหม่



รูปที่3.6 แสดงรูปวงจรถอดรหัสสัญญาณ DTMF

โดยเอาต์พุทที่ขา 11(Q1), 12(Q2), 13(Q3), 14(Q4) และ 15(STD) จะมีโลจิกตามตารางที่

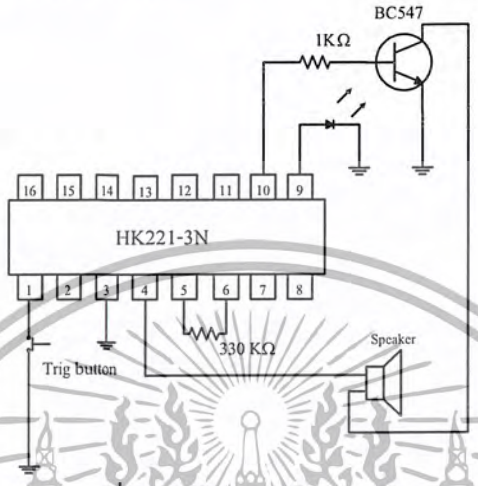
ตารางที่ 3.1 แสดงโลจิกที่ขาต่างๆ ของ ไอซี MT8870

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 วงจรเสียงดนตรี (Music IC)

เป็นวงจรที่สามารถให้เสียงดนตรีได้ถึง 12 เพลง โดยจะสามารถเลือกเพลงได้โดยการกดปุ่ม Trig ที่ขา 1 เช่นหากเราต้องการ ฟังเพลง ที่ 5 เรา จะต้องกดปุ่ม ทริก(Trig) ที่ขา 1 5 ครั้ง จึงจะสามารถ ฟังเพลงที่ 5 ได้แต่ในทางปฏิบัตินั้น เราให้ ไมโครคอนโทรเลอร์ทำการจ่าย พัลซ์ ไป ทำการ Trig ที่ขา 1 แทน ซึ่งไอซีนี้จะเลือกเพลงเมื่อ ขาที่ 1 มีแรงดัน 0 โวลต์



รูปที่ 3.7 แสดงวงจรเสียงดนตรี

3.6 การทำงานของเครื่องมีขั้นตอนการทำงานดังนี้

1.เมื่อเริ่มทำงานที่จอ LCD จะแสดงสถานะ STANDBY เพื่อรอการกดเข้าเลือกดู MENU โดยการกด ENTER

2.เมื่อเลือกเข้าดู MENU สามารถเลื่อนดู MENU อื่นได้โดยการกดปุ่มขึ้นลงโดยแต่ละ MENU สามารถเลือกเข้าไปดูรายละเอียดโดยการกด ENTER

3.โดยที่ใน MENU MISS CALL, DIAL CALL, RECEIVE CALL, RING TONE สามารถเลือกดูเบอร์ได้ 5 เบอร์ โดยที่การกดเลือกปุ่มขึ้น-ลง เช่น ถ้าเราเข้าไปยัง MENU MISS CALL ก็สามารถเลือกดูเบอร์ MISS CALL ได้ 5 เบอร์โดยถ้าจอLCD แสดงเบอร์MISS CALLที่ 1 อยู่ ถ้ากดลงจอ LCD จะแสดงเบอร์ที่2 ถ้ากดขึ้นก็จะเป็นเบอร์1อีกครั้ง

4.ส่วนในกรณี MENU RING TONE เมื่อเลือกดูเบอร์แล้วสามารถทำการ SET RING TONE ได้โดยการกดEnter ที่เบอร์ต้องการ SET RING TONE ใหม่เมื่อทำการเลือกหมายเลขเรียบร้อยแล้วก็ทำการเลือก RING TONE จากนั้นก็จะทำการเก็บทั้งหมายเลขของเบอร์และหมายเลขของ RING TONE แล้วจะเข้าสู่ STANDBY

5.ส่วนในกรณีของ EXIT MENU จะเป็นการเลือกกลับสู่ STANDBY

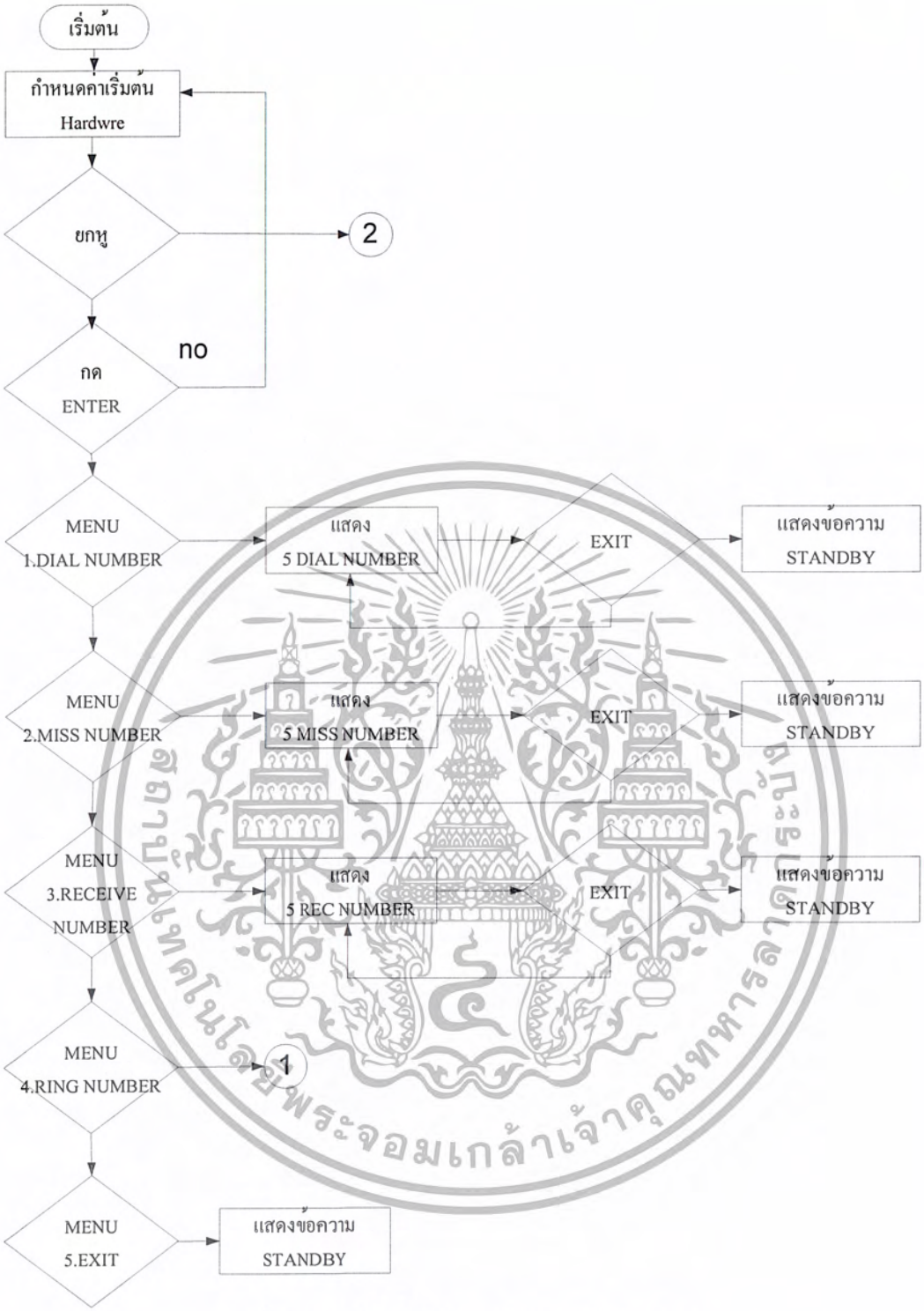
6.ในขณะที่อยู่ใน STANDBYและทำการยกหูเพื่อทำการโทรออกตัว CONTROLLER จะทำการรอจนกว่าจะกดครบ9 หมายเลขจึงจะทำการเก็บหมายเลขนี้ให้เป็นหมายเลขโทรออก (DIAL CALL) แล้วเข้าสู่ STANDBY แต่ถ้ากดไม่ครบ 9หมายเลขแล้วทำการวางหูก่อนก็จะเข้าสู่ STANDBY โดยไม่ทำการเก็บเข้าหน่วยความจำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.ในขณะที่อยู่ใน STANDBYและทำการยกหูเพื่อทำการโทรออกตัว CONTROLLER จะทำการรอจนกว่าจะกดครบ9 หมายเลขจึงจะทำการเก็บหมายเลขนี้ให้เป็นหมายเลขโทรออก (DIAL CALL) แล้วเข้าสู่ STANDBY แต่ถ้ากดไม่ครบ 9หมายเลขแล้วทำการวางหูก่อนก็จะเข้าสู่ STANDBY โดยไม่ทำการเก็บเข้าหน่วยความจำ

7.เมื่อมีการโทรเข้าเกิดขึ้นจะทำการยกเลิกการ INTERUPT แล้วทำการรับข้อมูล เพื่อนำมาแสดงมาเลขที่เรียกเข้าจากนั้น จะทำการตรวจสอบหมายเลขที่เรียกเข้ากับหมายเลขที่ทำการตั้งเสียงเรียกเข้าไว้ถ้าตรงก็จะทำการเล่นเสียงที่ตั้งไว้ถ้าไม่ตรงก็จะไม่เล่นเสียงใดเลยจากนั้นจะทำการเช็คว่ามีการยกหูหรือไม่ถ้ามีการยกหูก็จะเก็บเข้าเป็น RECEIVE CALL แต่ถ้ารอจนครบ 45 วินาที แล้วไม่มีการยกหูเกิดขึ้นก็จะเก็บเข้าเป็น MISS CALL จากนั้นจะทำการอนุญาตให้มีการ INTERUPT แล้วออกจาก INTERUPT ROUTINE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

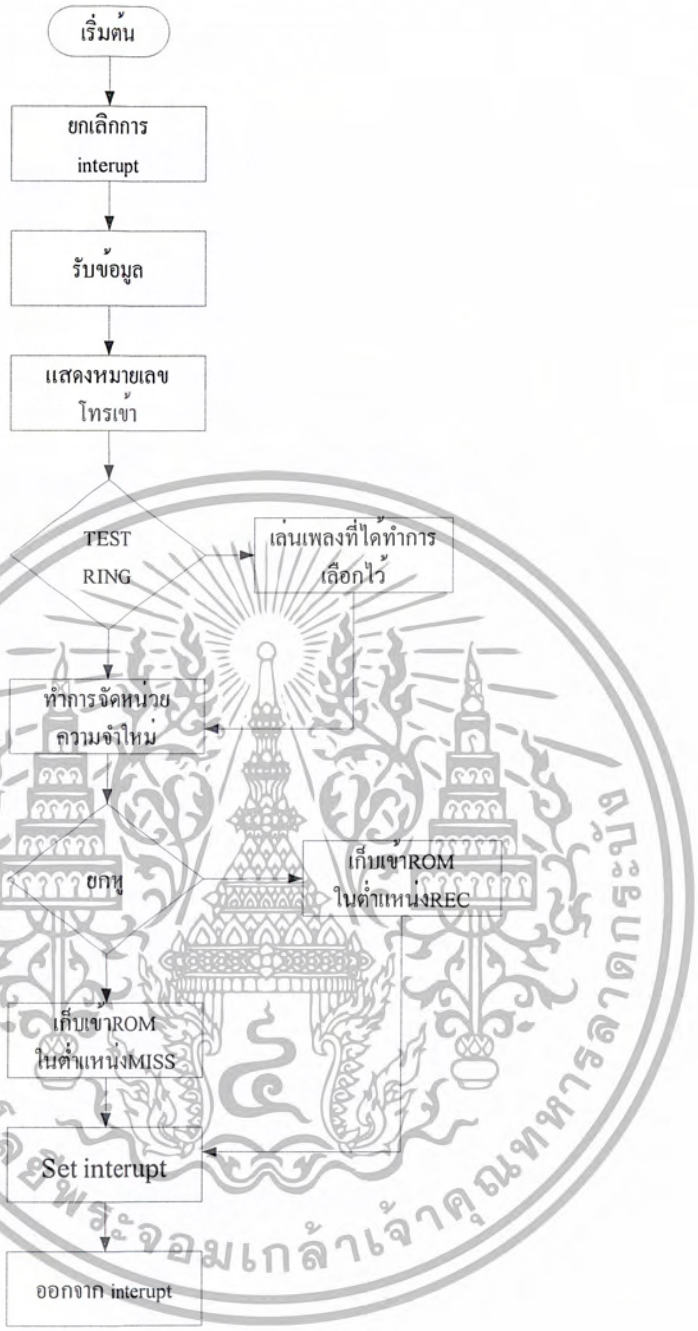


รูปที่3.8 แสดงโฟลว์ชาร์ตการทำงานของโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่3.9 แสดงโฟลว์ชาร์ตการทำงานของโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่3.10แสดงโฟลว์ชาร์ตการทำงานของโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

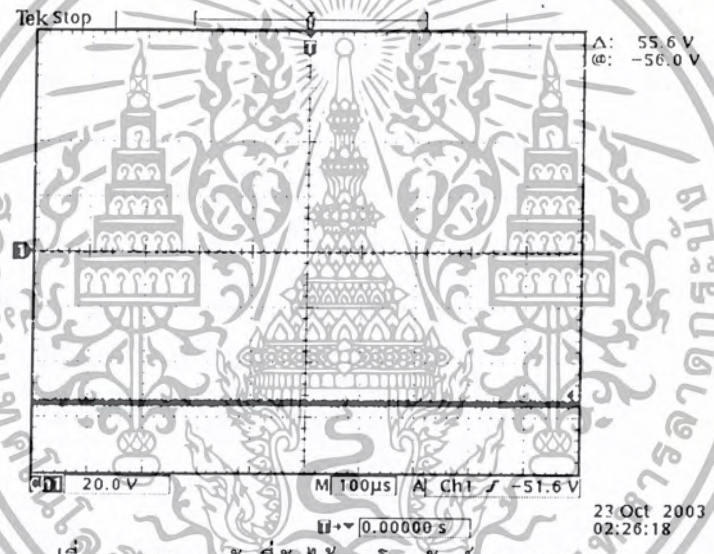
การทดลอง

4.1 การทดลองที่ 1 ทดลองวงจรตรวจจับการยกหูโทรศัพท์ (Hook Status Detector Circuit)

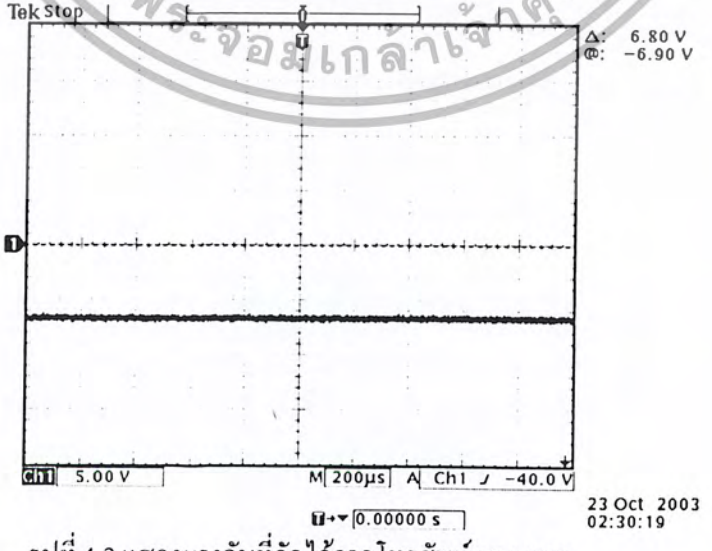
ลำดับขั้นการทดลอง

1. ต่อวงจรตามรูปที่ 3.5 เข้ากับคู่สายโทรศัพท์
2. นำออสซิลโลสโคป CH1 วัดคู่สายโทรศัพท์ขณะที่ไม่มีการยกหูโทรศัพท์
3. นำออสซิลโลสโคป CH1 วัดคู่สายโทรศัพท์ขณะที่มีการยกหูโทรศัพท์
4. วัดแรงดันที่ขา 4 ไอซี 4N36 และขา 2,3,6 ของไอซี LM741 ขณะที่ไม่มีการยกหูโทรศัพท์
5. วัดแรงดันที่ขา 4 ไอซี 4N36 และขา 2,3,6 ของไอซี LM741 ขณะที่มีการยกหูโทรศัพท์

ผลการทดลอง



รูปที่ 4.1 แสดงแรงดันที่วัดได้จากโทรศัพท์ขณะวางหู



รูปที่ 4.2 แสดงแรงดันที่วัดได้จากโทรศัพท์ขณะยกหู

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 แสดงผลการทดลองวงจรตรวจจับการยกหูโทรศัพท์

ตำแหน่ง	แรงดันขณะยกหูโทรศัพท์	แรงดันขณะวางหูโทรศัพท์
ขา 2 ของ ไอซี LM741	11.33 V	2.7 V
ขา 3 ของ ไอซี LM741	10.5 V	10.5 V
ขา 6 ของ ไอซี LM741	10.43 V	1.82 V
ขา 4 ของ ไอซี 4N36	4.4 V	0.36 V

สรุปและวิเคราะห์ผลการทดลอง

จากรูปที่ 4.1 จะพบว่าแรงดันที่ตกคร่อมคู่สายโทรศัพท์นั้นจะมีค่าประมาณ –56 โวลต์ ส่วนในขณะที่มีการยกหูโทรศัพท์นี้ จะมีแรงดันตกคร่อมคู่สายโทรศัพท์ ประมาณ – 7 โวลต์

และจากตารางที่ 4.1นี้ พบว่าเมื่อแรงดันที่ ขา 2 มากกว่าแรงดันที่ ขา 3 จะทำให้มีแรงดันตกคร่อม LED ทำให้หลอดไฟติด เพื่อบอกให้ผู้ใช้ทราบว่าขณะนี้มีการยกหูโทรศัพท์อยู่ ในทางกลับกันถ้าแรงดันที่ ขา 2 น้อยกว่าแรงดันที่ ขา 3 จะทำให้มีแรงดันตกคร่อมไม่พอที่จะทำให้ LED ทำงาน ทำให้ไม่มีไฟสว่างจาก LED ทำให้ผู้ใช้ทราบว่าขณะนี้ผู้ใช้วางหูโทรศัพท์อยู่

ซึ่งจาก เอาต์พุต ที่ขา 4 ของไอซี 4N36 จะแสดงให้เห็นว่าแรงดัน เมื่อยกหูกับวางหูนั้นไม่เท่ากัน โดยแรงดันดังกล่าวนี้ จะแจ้งไปยัง ไมโครคอนโทรเลอร์ให้ทราบถึงสถานะของโทรศัพท์ว่าวางหู หรือ ยกหูโทรศัพท์อยู่ ถ้าหากเป็นสถานะยกหูโทรศัพท์นั้น แรงดันที่ขา 4 นั้นจะทำให้ทรานซิสเตอร์ที่ควบคุมรีเลย์ทำงาน เพื่อให้วงจรถอดรหัสสัญญาณ DTMF ต่อเข้ากับสายโทรศัพท์เพื่อรับหมายเลขที่ผู้ใช้ทำการกดต่อไป

4.2 การทดลองที่ 2 การทดลองวงจรถอดรหัสเลขหมายโทรศัพท์ (DTMF Decoder Circuit)

ลำดับขั้นตอนการทดลอง

การทดลอง ตอนที่ 1

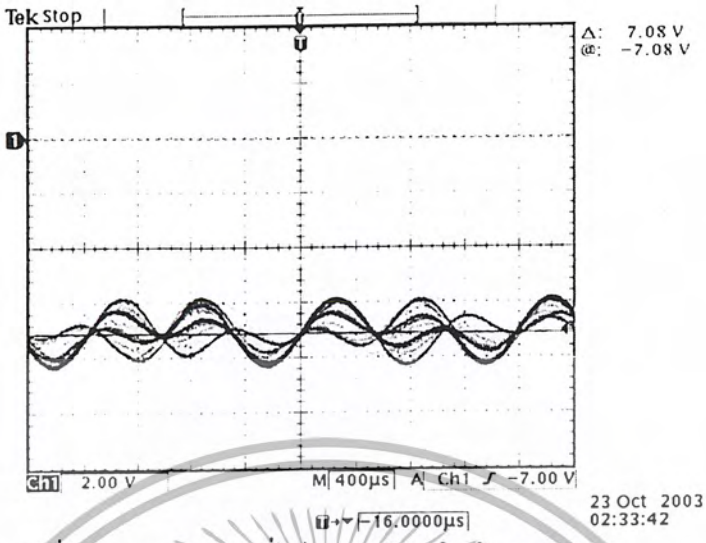
1. ทำการวัดสัญญาณ DTMF จากสายโทรศัพท์ ขณะกดปุ่มโทรศัพท์ 1-3 โดยทำการวัดใน โดเมนเวลา
2. ทำการวัดสัญญาณ DTMF จากสายโทรศัพท์ ขณะกดปุ่มโทรศัพท์ 1-3 โดยทำการวัดใน โดเมนความถี่

การทดลอง ตอนที่ 2 ลำดับขั้นตอนการทดลอง

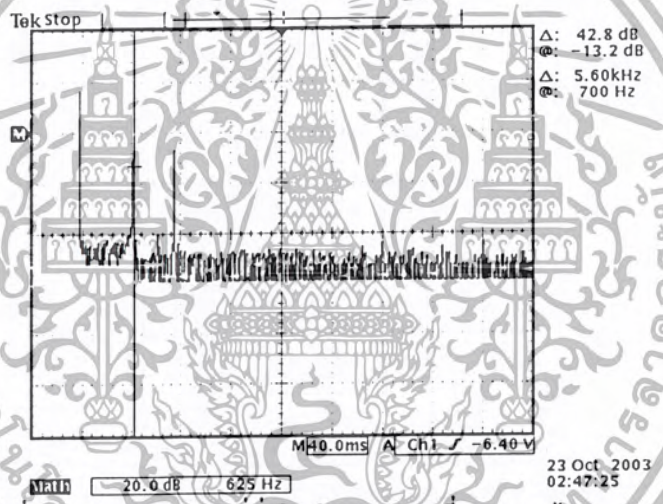
1. ต่อวงจร ตามรูป 3.6 เข้ากับคู่สายโทรศัพท์
2. ทำการวัด โลจิก ที่ขา 11,12,13 และ 14 ของไอซี MT8870 ขณะกดปุ่มโทรศัพท์ 0-9 และ *,#
3. ทำการวัด สัญญาณ อินพุท ของวงจร โดยกดปุ่มโทรศัพท์ ตั้งแต่ 0-9 และ *,#
4. ทำการวัด โลจิก ที่ขา 15 ของไอซี MT8870 ขณะที่กดปุ่มโทรศัพท์และขณะที่ไม่ได้กดปุ่มโทรศัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

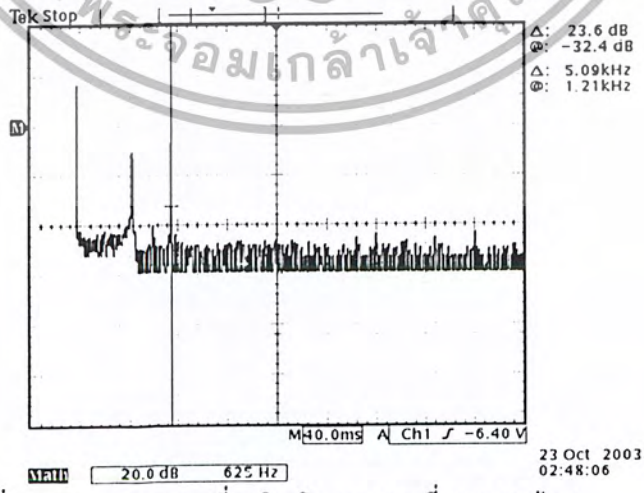
ผลการทดลอง ตอนที่ 1 <u>วัดขณะทำการกดปุ่มที่ 1</u>



รูปที่ 4.3 แสดงสัญญาณที่ได้การกดปุ่ม 1 ใน โดเมนเวลา



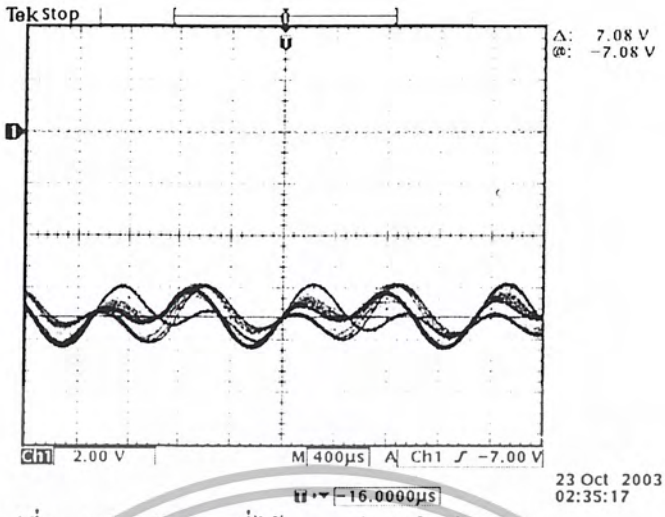
รูปที่ 4.4 (ก) แสดง ความถี่ต่ำใน โดเมนความถี่ ขณะกดปุ่ม 1



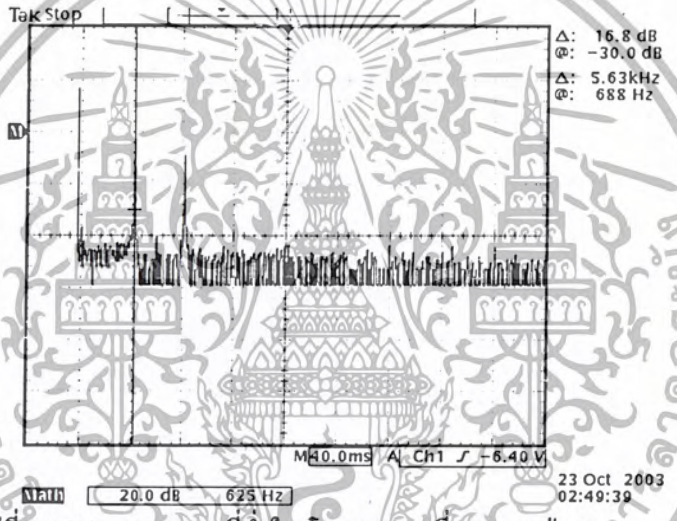
รูปที่ 4.4 (ข) แสดง ความถี่สูงใน โดเมนความถี่ ขณะกดปุ่ม 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

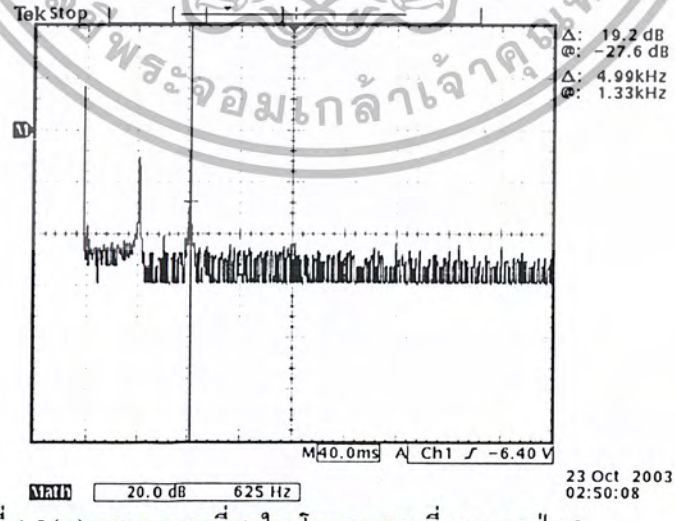
วัดขณะทำการกดปุ่ม 2



รูปที่ 4.5 แสดงสัญญาณที่ได้การกดปุ่ม 2 ใน โดเมนเวลา



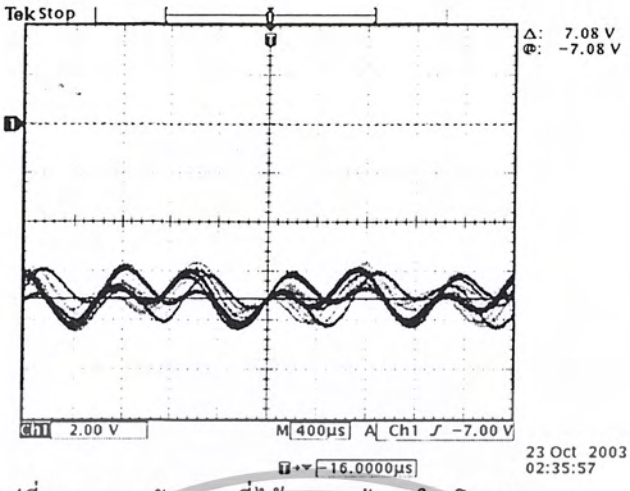
รูปที่ 4.5 (ก) แสดง ความถี่ต่ำใน โดเมนความถี่ ขณะกดปุ่ม 2



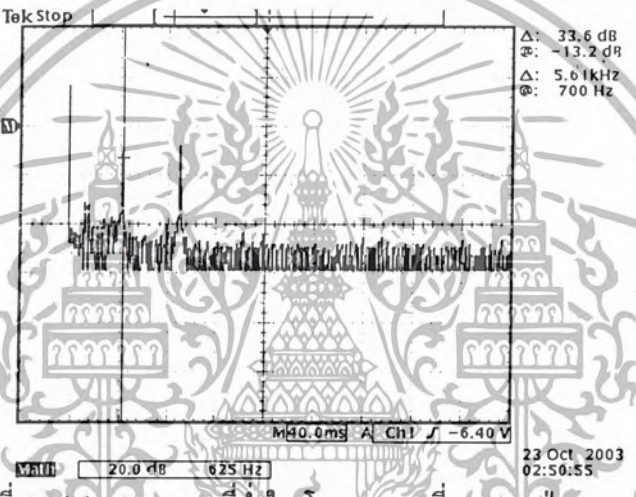
รูปที่ 4.5 (ก) แสดง ความถี่สูงใน โดเมนความถี่ ขณะกดปุ่ม 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

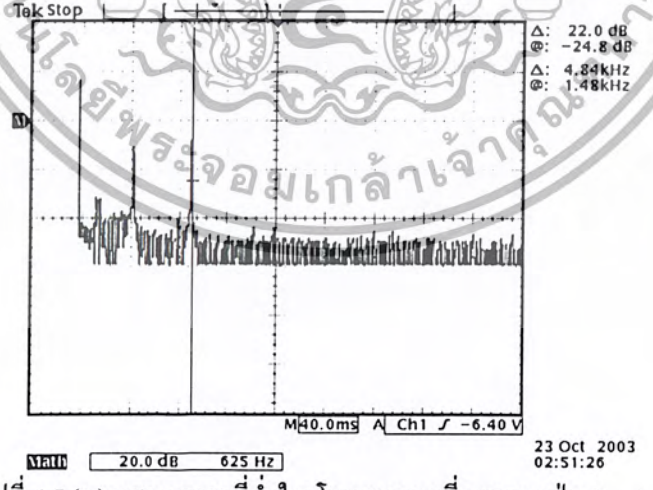
วัดขณะทำการกดปุ่ม 3



รูปที่ 4.6 แสดงสัญญาณที่ได้การกดปุ่ม 3 ใน โดเมนเวลา



รูปที่ 4.7 (ก) แสดง ความถี่ต่ำใน โดเมนความถี่ ขณะกดปุ่ม 3



รูปที่ 4.7 (ข) แสดง ความถี่ต่ำใน โดเมนความถี่ ขณะกดปุ่ม 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปและวิเคราะห์ผลการทดลอง ตอนที่ 1

จากผลการทดลองจะพบว่า สัญญาณ DTMF ที่วัดได้จากสายโทรศัพท์ นั้น จะอยู่บนไฟดีซี - 7 โวลต์ แต่เนื่องจากสัญญาณ DTMF นั้นมีสองความถี่ผสมกัน ทำให้เมื่อเราวัดใน โดเมนเวลา จะไม่สามารถเห็นความถี่ทั้งสองได้ ดังนั้นเราจึงต้องวัดใน โดเมนความถี่ เมื่อเราทำการกดปุ่มที่ 1 แล้ววัดความถี่ใน โดเมนความถี่ จะพบว่าความถี่สองความถี่ ซึ่งจะเป็นความถี่ต่ำ และ ความถี่ สูง โดยความถี่สูงจะเท่ากับ 1.21 กิโลเฮิรตซ์ ส่วนความถี่สูงจะเท่ากับ 700 เฮิรตซ์ และเมื่อทำการกดปุ่มที่ 2 วัดความถี่ต่ำและสูงได้เท่ากับ 688 เฮิรตซ์ และ 1.33 กิโลเฮิรตซ์ และทำการกดปุ่ม 3 และวัดความถี่ต่ำและสูงได้เท่ากับ 700 เฮิรตซ์ และ 1.48 กิโลเฮิรตซ์ ซึ่งความถี่ทั้งหมดที่วัดได้จากการกดปุ่มทั้ง หมดแล้วจะพบว่าได้ความถี่ใกล้เคียงกับทฤษฎี ดังแสดงได้ตามตาราง

ตารางที่ 4.2 แสดงการเปรียบเทียบความถี่ของปุ่ม 1-3 เทียบกับ ความถี่จากทฤษฎี

ปุ่มที่กด	ความถี่ที่วัดได้		ความถี่จากทฤษฎี	
	ความถี่สูง	ความถี่ต่ำ	ความถี่สูง	ความถี่ต่ำ
เมื่อกดปุ่ม 1	700 เฮิรตซ์	1210 เฮิรตซ์	697 เฮิรตซ์	1209 เฮิรตซ์
เมื่อกดปุ่ม 2	688 เฮิรตซ์	1330 เฮิรตซ์	697 เฮิรตซ์	1336 เฮิรตซ์
เมื่อกดปุ่ม 3	700 เฮิรตซ์	1480 เฮิรตซ์	697 เฮิรตซ์	1477 เฮิรตซ์

ผลการทดลอง ตอนที่ 2 สามารถแสดงเป็นตารางผลการทดลองได้ดังนี้

ตารางที่ 4.3 แสดงผลการทดลองของวงจรถอดรหัสเลขหมายโทรศัพท์ (DTMF Decoder)

ปุ่มหมายเลข	สัญญาณ STD ขา 15		DTMF Decoder			
	ขณะกดปุ่ม	ไม่กดปุ่ม	ขา 14 (Q4)	ขา 13 (Q3)	ขา 12 (Q2)	ขา 11 (Q1)
1	1	0	0	0	0	1
2	1	0	0	0	1	0
3	1	0	0	0	1	1
4	1	0	0	1	0	0
5	1	0	0	1	0	1
6	1	0	0	1	1	0
7	1	0	0	1	1	1
8	1	0	1	0	0	0
9	1	0	1	0	0	1
0	1	0	1	0	1	0
*	1	0	1	0	1	1
#	1	0	1	1	0	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปและวิเคราะห์ผลการทดลอง ตอนที่ 2

ในขณะที่ทำการกดปุ่มต่างๆ นั้น ค่าโลจิกของขา15 จะเป็น "1"และขณะที่ยังไม่ทำการกดปุ่มค่าโลจิกของขา15 จะเป็น "0"โดยที่ค่า โลจิก ของขา 14, 13, 12 และ 11 จะมีการเปลี่ยนตามหมายเลขที่กดตามตารางที่ 4.2 เช่น เมื่อกดเลขหมาย "1" โลจิก ของขาที่ 14, 13, 12 และ 11 จะเป็น "0001" เป็นต้น ซึ่งนั้นหมายความว่าเราจะสามารถใช้ขา15ในการบอกสถานะการกดปุ่มแก่ไมโครคอนโทรเลอร์ และขา14, 13, 12 และ 11 จะใช้ในการบอกหมายเลขปุ่มที่ทำการกดอยู่

4.3 การทดลองที่ 4 การทดลอง วงจรเสียงดนตรี (Music IC)

1. ต่อวงจรดังรูป 3.7
2. ทำการกดปุ่ม Trig ที่ขา 1 เพื่อเลือกเพลงที่ต้องการ

สรุปผลและวิเคราะห์ผลการทดลอง

ผลจากการทดลอง

เมื่อกดปุ่ม Trig เพื่อเลือกเพลง "1" ครั้งจะได้เพลง "TWINKLE TWINKLE LITTLE STAR"

เมื่อกดปุ่ม Trig เพื่อเลือกเพลง "2" ครั้งจะได้เพลง "FORGE IN THE FOREST"

เมื่อกดปุ่ม Trig เพื่อเลือกเพลง "3" ครั้งจะได้เพลง "TOY SYMPHONY"

" "

" "

" "

เมื่อกดปุ่ม Trig เพื่อเลือกเพลง "16" ครั้งจะได้เพลง "LITTLE BROWNJUG" เป็นต้น

ซึ่งในโครงงานนี้เราสามารถนำไมโครคอนโทรเลอร์มาใช้ควบคุมเพื่อใช้ในการเลือกเพลงโดยไมโครคอนโทรเลอร์จะสร้าง พัลซ์ เช่นถ้าเราจะเลือกเพลงที่ 15 ไมโครคอนโทรเลอร์ก็จะสร้างพัลซ์จำนวน 15 ลูก โดยเราจะนำหลักการนี้ไปใช้ในการสร้างเสียงเพลงเรียกเข้าที่ต่างกัน แต่ละเบอร์โทรศัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

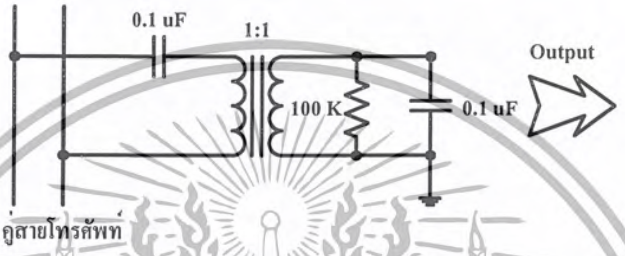
4.4 การทดลองวงจร ตรวจจับหมายเลขเรียกเข้า (Caller ID)

ตอนที่ 1 วัดภาคอินพุทของสัญญาณ

1.ทำการต่อวงจรกรองความถี่สูงตามรูปที่ 4.8 โดยใช้หม้อแปลง แมชชิ่ง โทรศัพท์แทนค่า ความตัวนำ (Conductor) โดยที่ อินพุต เป็นสัญญาณจากสายโทรศัพท์

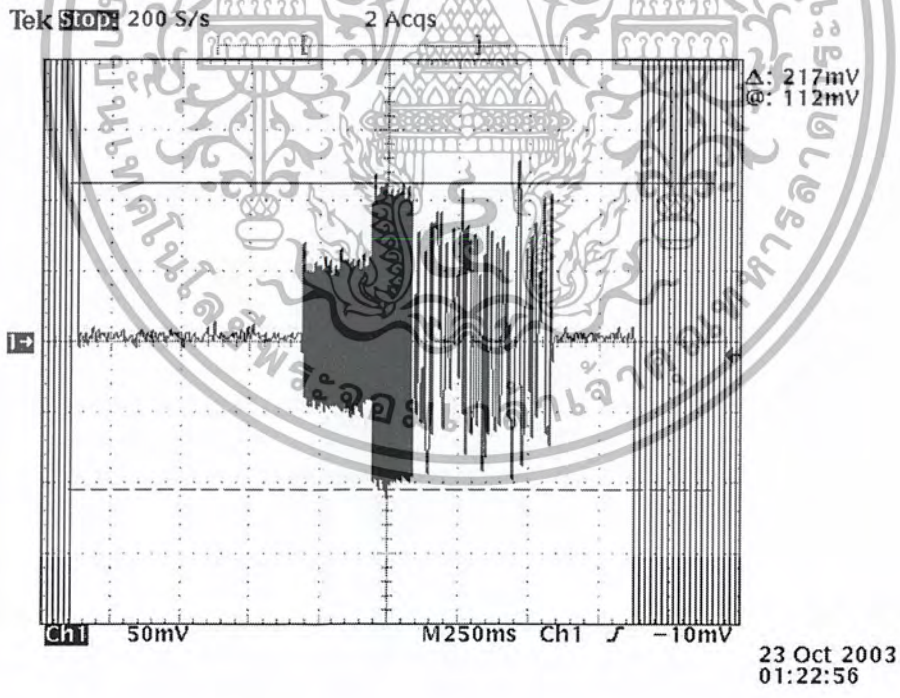
2.ทำการเรียกเข้าที่คู่สายที่ใช้เป็นสัญญาณ อินพุต แล้วทำการเก็บค่าสัญญาณที่อยู่ระหว่างสัญญาณกริ่งเรียกครั้งแรก และ สัญญาณกริ่งเรียกครั้งที่สอง

3.ทำการขยายสัญญาณออกเพื่อดูส่วนประกอบภายในสัญญาณที่อยู่ระระหว่าง สัญญาณกริ่งเรียกครั้งแรก และ สัญญาณกริ่งเรียกครั้งที่สอง ซึ่งเป็นสัญญาณที่มีการมอดูเลตทางความถี่และ ทำการวัดค่าความถี่ของความถี่ที่เปลี่ยนไป(Shift)ของสัญญาณ



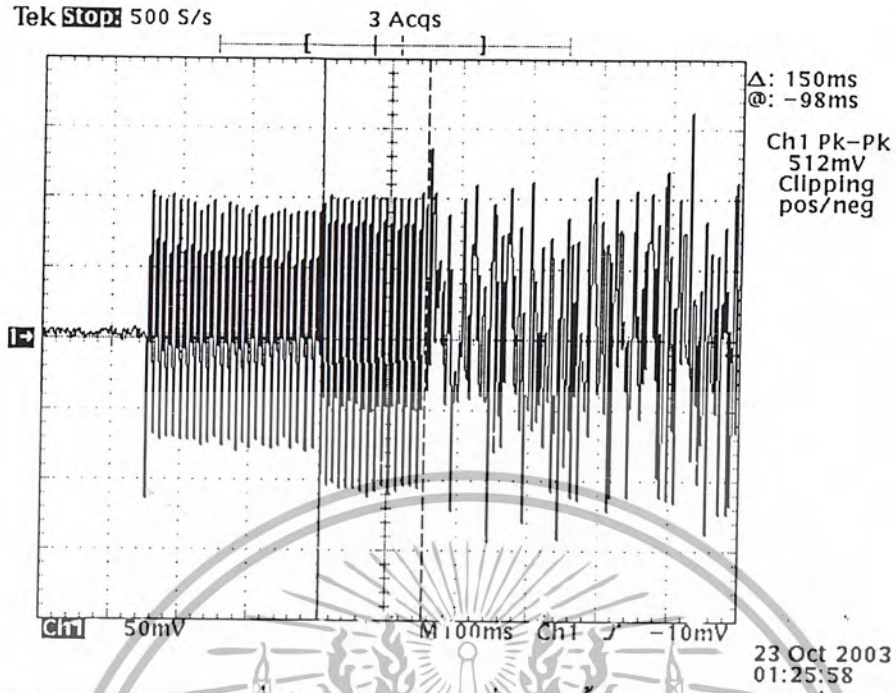
รูปที่ 4.8 กรองความถี่สูงผ่าน

ผลการทดลอง

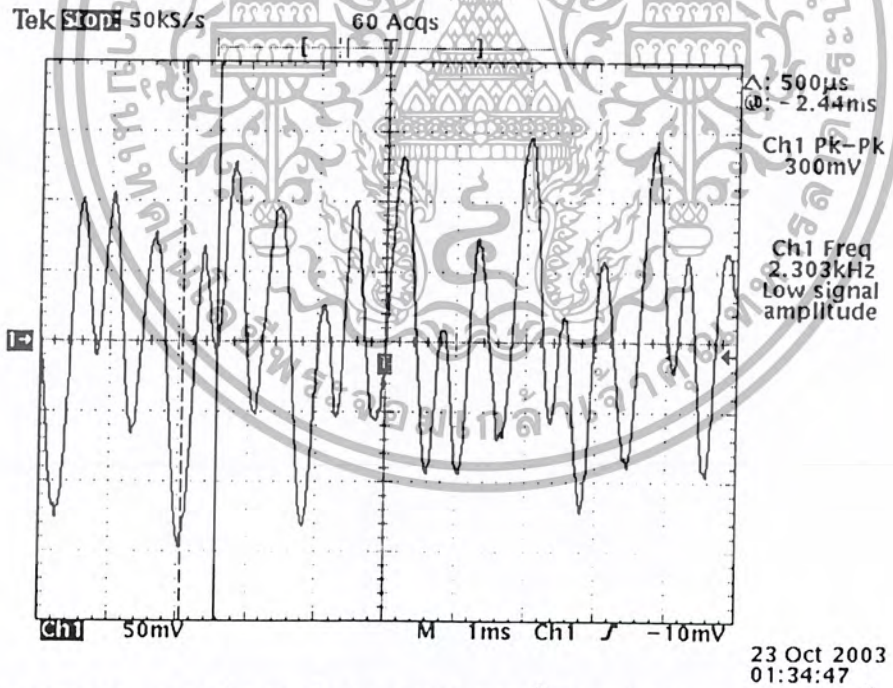


รูปที่ 4.9 แสดงรูปสัญญาณที่อยู่ระหว่างสัญญาณกริ่งเรียกครั้งแรก และ สัญญาณกริ่งเรียกครั้งที่สอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

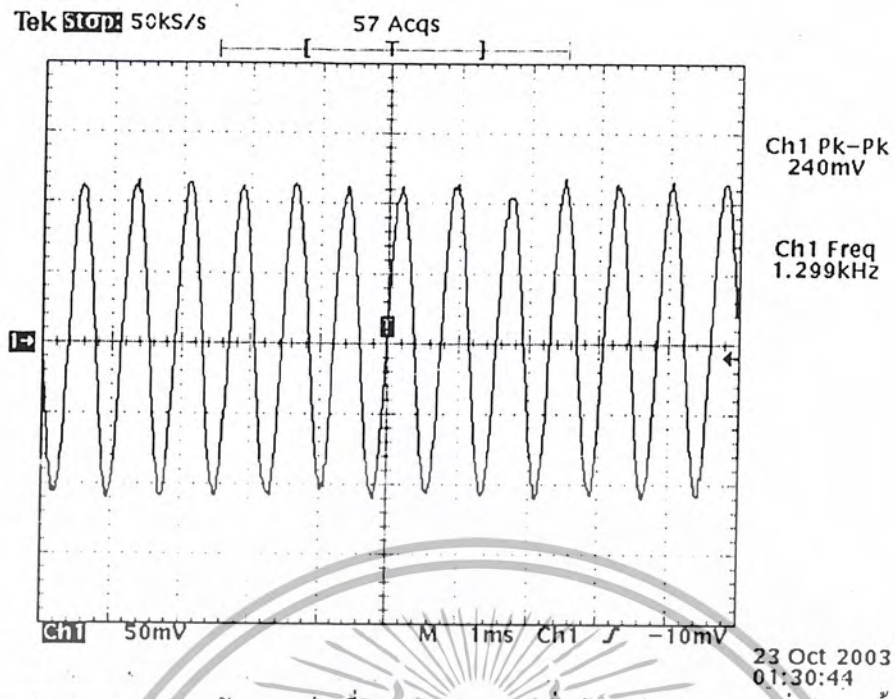


รูปที่ 4.10แสดงการขยายสัญญาณที่อยู่ระหว่างสัญญาณกริ่งเรียกครั้งแรก และ สัญญาณกริ่งเรียกครั้งที่สอง

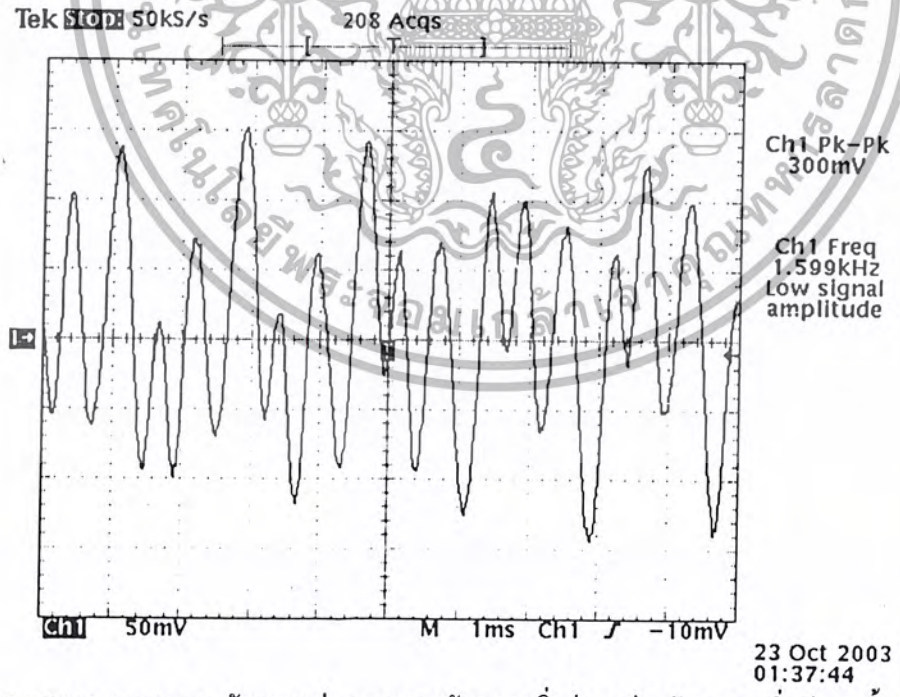


รูปที่4.11 แสดงการขยายของสัญญาณช่วงสามของสัญญาณที่อยู่ระหว่างสัญญาณกริ่งเรียกครั้งแรก และ สัญญาณกริ่งเรียกครั้งที่สอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.12 แสดงการขยายของสัญญาณช่วงที่สองของสัญญาณที่อยู่ระหว่างสัญญาณกริ่งเรียกครั้งแรก และสัญญาณกริ่งเรียกครั้งที่สอง



รูปที่ 4.13 แสดงการขยายของสัญญาณช่วงแรกของสัญญาณที่อยู่ระหว่างสัญญาณกริ่งเรียกครั้งแรก และสัญญาณกริ่งเรียกครั้งที่สอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูป ผลการทดลองจะเห็นว่ารูปสัญญาณที่อยู่ระหว่างสัญญาณกริ่งเรียกครั้งแรก และ สัญญาณกริ่งเรียกครั้งที่สองมีการเปลี่ยนแปลงความถี่ออกเป็นสามช่วงโดยที่ช่วงแรกเราสามารถขยายออกและทำการดูกราฟจะเห็นว่าจะมีการเปลี่ยนความถี่ของสัญญาณกลับไปกลับมาที่ความถี่ 1200 เฮิรตซ์ และความถี่ 1200 เฮิรตซ์ และช่วงที่สองเมื่อทำการขยายออกมาจะเห็นว่ามีความถี่เพียงความถี่เดียวคือ 1200 เฮิรตซ์ และเมื่อขยายช่วงที่สามจะมีการเปลี่ยนความถี่อยู่ที่ 2 ความถี่คือ 1200 และ 2200 กิโลเฮิรตซ์แต่จะมีการเปลี่ยนแปลงไม่มีรูปแบบ

สรุปและวิเคราะห์ผลการทดลองตอนที่ 1

จากผลการทดลองค่าสัญญาณขณะที่ยังไม่มีการเรียกเข้าที่คู่สายจะมีแรงดันตกคร่อมคู่สายเท่ากับ –48 โวลต์ เมื่อมีการเรียกเข้าที่คู่สายโทรศัพท์ 120 โวลต์ พีคทูพีค ความถี่ 25 เฮิรตซ์ และระหว่างสัญญาณกริ่งเรียกครั้งแรก และ สัญญาณกริ่งเรียกครั้งที่สอง จะมีสายจะมีสัญญาณกริ่งเรียก ที่เป็นสัญญาณกระแสสลับ ที่มีขนาด 120 สัญญาณที่มีการมอดูเลตเชิงความถี่ ซึ่งเป็นสัญญาณของข้อมูลที่ทำการส่งมาจากชุมสายโดยที่ความถี่มีอยู่ 2 ความถี่คือความถี่ 1200 เฮิรตซ์ และ 2200 เฮิรตซ์ ซึ่งเมื่อเทียบกับทางทฤษฎีซึ่งกล่าวว่าความถี่ที่มีค่าเท่ากับ 1200 เฮิรตซ์ คือโลจิก "1" ส่วนความถี่ที่มีค่าเท่ากับ 2200 เฮิรตซ์ คือโลจิก "0" ซึ่งค่าของสัญญาณที่ส่งออกมาจากชุมสายจะมีค่าประมาณ -13.5 ดีบีเอ็ม(dBm) ซึ่งจากการทดลองจะเห็นว่าค่าความถี่ที่ได้จะมีค่าใกล้เคียง จากรูปแบบข้อมูลที่ทางชุมสายทำการส่งมา เมื่อมาดูการเปลี่ยนแปลงความถี่ที่ทำการวัดจะเห็นว่าข้อมูลจะมีลักษณะที่สัมพันธ์กับการเปลี่ยนความถี่ของสัญญาณ กล่าวคือช่วงแรกของรูปแบบที่ทางชุมสายส่งมาจะมีลักษณะของข้อมูล เป็นจะเริ่มทำการส่งสัญญาณตรวจจับช่องสัญญาณ(Channel Seizure) ซึ่งจะเป็น โลจิก " 1 " สลับกับ โลจิก "0" เป็นจำนวน 300 บิต จะตามมาด้วย สัญญาณมาร์ค (Mark Signal) จำนวน ประมาณ 180 บิต ซึ่งเป็นโลจิก " 1 "และสุดท้ายจะเป็นข้อมูล ซึ่งจากการทดลองเราจะเห็นว่าสัญญาณที่เราทำการวัดได้ในช่วงแรกจะมีการเปลี่ยนความถี่ของสัญญาณกลับไปกลับมาระหว่างค่าความถี่ 1200 เฮิรตซ์ และ2200 เฮิรตซ์ ต่อมาค่าของสัญญาณที่ได้จะมีความถี่เดียวคือ1200เฮิรตซ์ และสุดท้ายข้อมูลจะมีรูปแบบการเปลี่ยนความถี่ที่ไม่แน่นอน

ดังนั้นสัญญาณที่ทำการวัดจะมีรูปแบบการเปลี่ยนความถี่ที่สัมพันธ์กับข้อมูลที่ส่งมาดังนั้นสัญญาณที่เราทำการวัดค่าจึงเป็นสัญญาณที่ถูกต้องตามทฤษฎี

ตอนที่2 วงจรตรวจจับหมายเลขเรียกเข้า

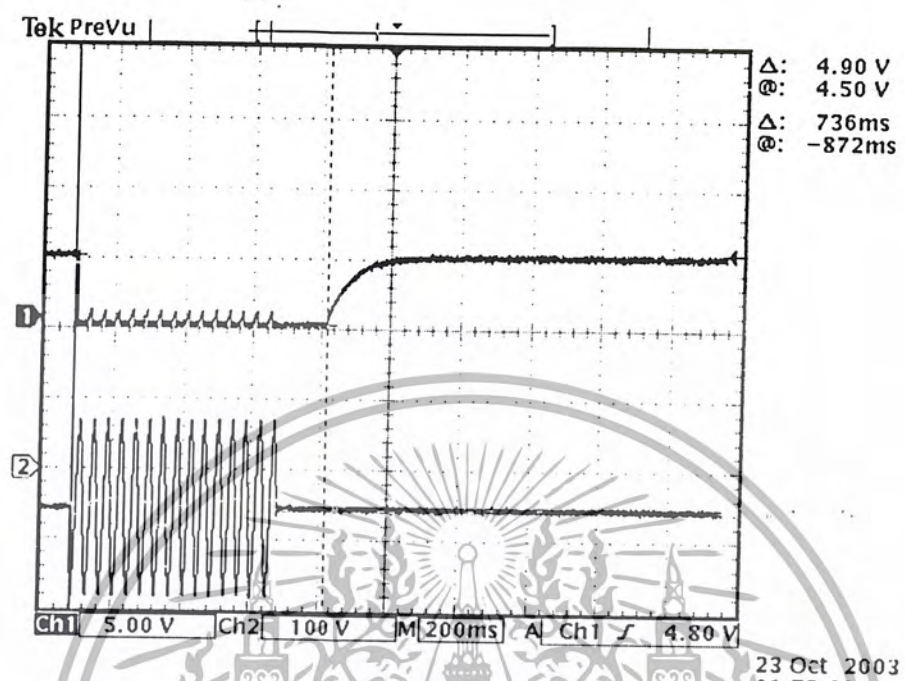
1.ทำการต่อวงจร ตรวจจับหมายเลขเรียกเข้า ตามรูปโดยที่3.1 อินพุตของวงจรเป็น อินพุตจากสัญญาณของสายโทรศัพท์

2.จากข้อ1ทำการเรียกเข้าที่คู่สายที่ใช้เป็นสัญญาณอินพุทแล้วทำการเก็บผลที่ขา6ของไอซี MC145447

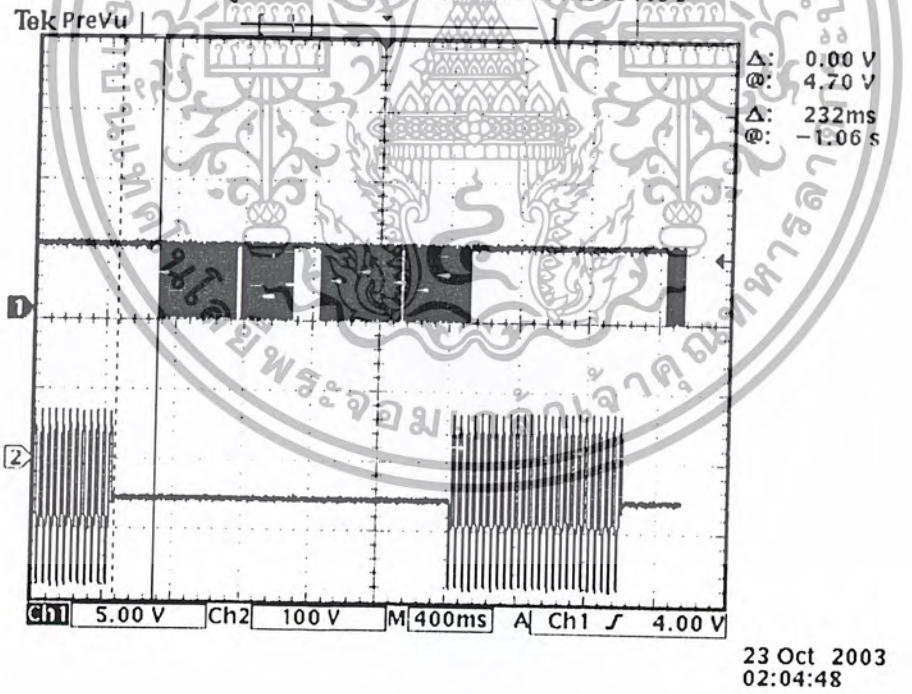
3.ทำการเรียกเข้าที่คู่สายโทรศัพท์ที่ใช้เป็นอินพุตและทำการเก็บผลรูปกราฟที่เป็นสัญญาณที่อยู่ระหว่างสัญญาณกริ่งเรียกครั้งแรก และ สัญญาณกริ่งเรียกครั้งที่สองแล้วทำการขยายสัญญาณที่เก็บค่าได้และทำการเก็บผลรูปกราฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลอง

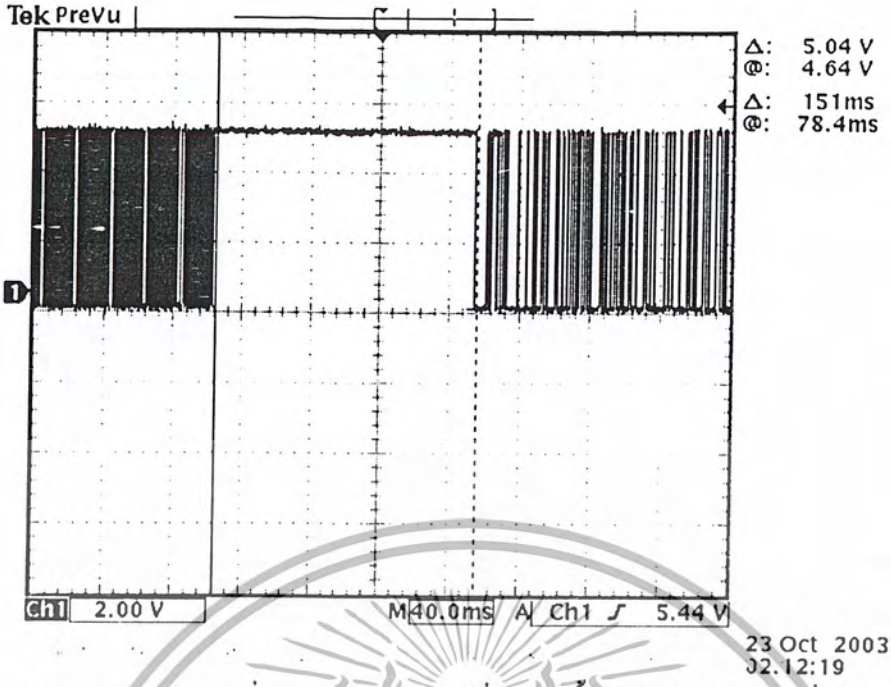


รูปที่4.14 แสดงการทำงานของขาที่6ของไอซี

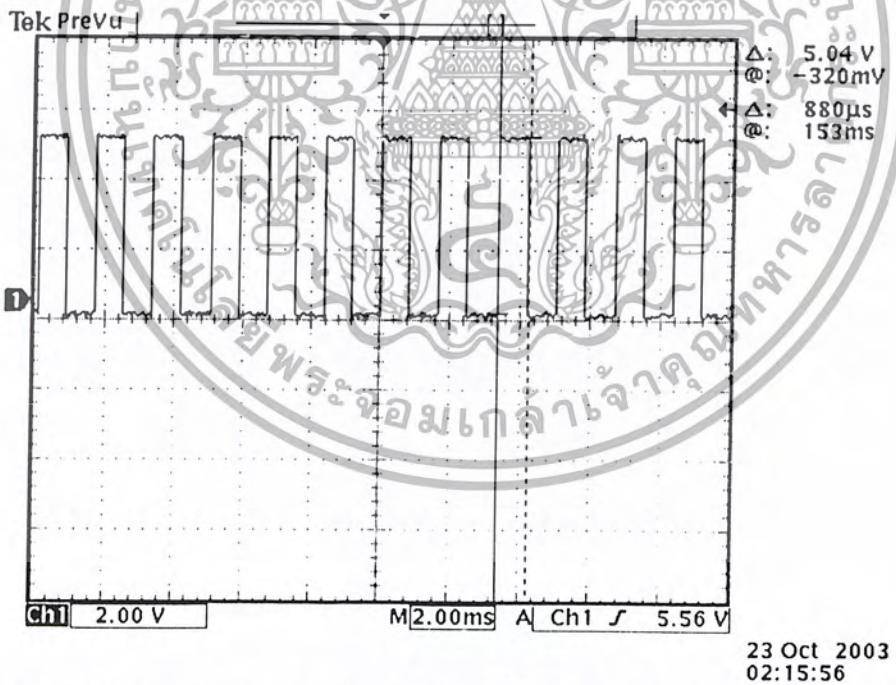


รูปที่ 4.15 แสดงรูปสัญญาณที่อยู่ระหว่างสัญญาณกริ่งเรียกครั้งแรก และ สัญญาณกริ่งเรียกครั้งที่สอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

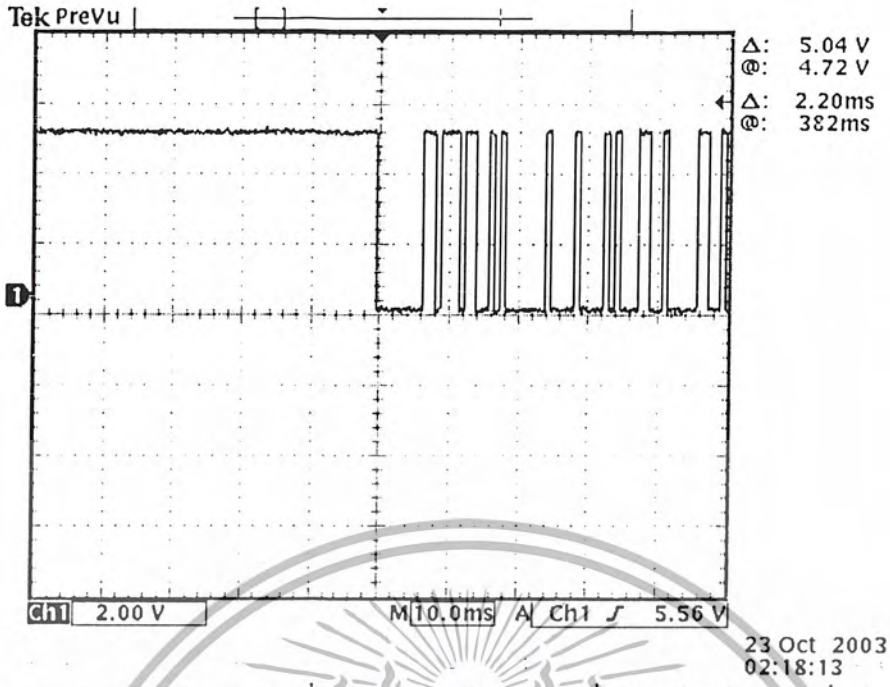


รูปที่4.16 แสดงการขยายสัญญาณที่อยู่ระหว่างสัญญาณกริ่งเรียกครั้งแรก และ สัญญาณกริ่งเรียกครั้งที่สอง

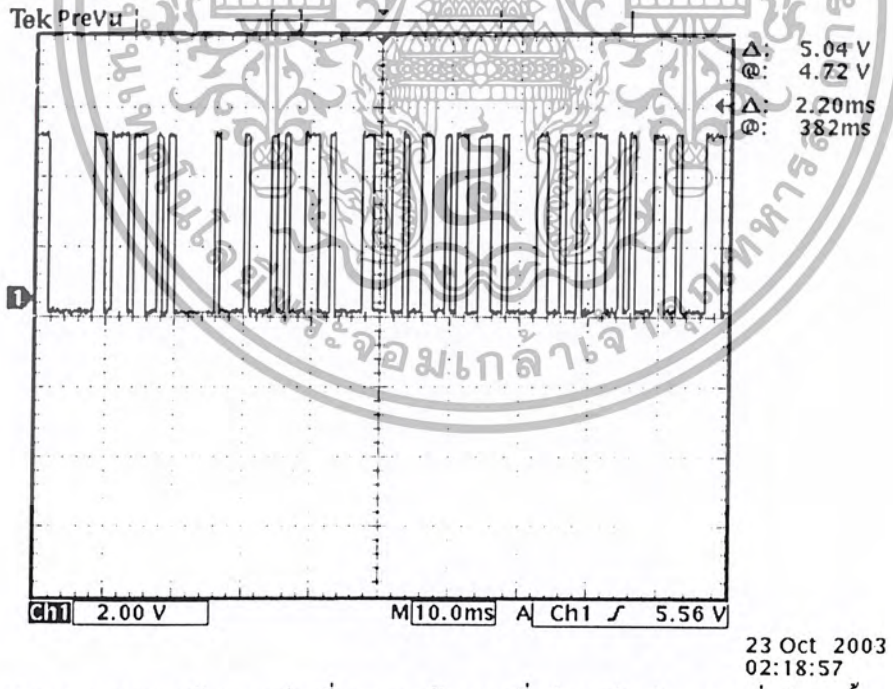


รูปที่ 4.17 แสดงการขยายสัญญาณช่วงแรกของสัญญาณที่อยู่ระหว่างสัญญาณกริ่งเรียกครั้งแรก และ สัญญาณกริ่งเรียกครั้งที่สอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.18 แสดงการขยายสัญญาณช่วงที่สองและสามของสัญญาณที่อยู่ระหว่างสัญญาณกริ่งเรียกครั้งแรก และ สัญญาณกริ่งเรียกครั้งที่สอง



รูปที่ 4.19 แสดงการขยายสัญญาณช่วงที่สามของสัญญาณที่อยู่ระหว่างสัญญาณกริ่งเรียกครั้งแรก และ สัญญาณกริ่งเรียกครั้งที่สอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปผลการทดลองจะเห็นว่าสัญญาณที่ขา6 (ขา/RT)จะเห็นว่าสัญญาณจะเป็น 0 เมื่อมีสัญญาณกริ่งเข้ามาและจะเป็น 1 เมื่อ ไม่มีสัญญาณกระกริ่งเข้ามา

จากรูปผลการทดลองจะเห็นว่าสัญญาณที่ขา14(ขาDOR)จะมีสัญญาณเข้ามาในช่วงระหว่างสัญญาณกริ่งเรียกครั้งแรก และ สัญญาณกริ่งเรียกครั้งที่สองซึ่งจะเห็นได้ว่าสัญญาณที่เข้ามามีการแบ่งออกเป็นสามช่วงซึ่งช่วงแรกสัญญาณจะมีลักษณะของสัญญาณที่เป็น โลจิก "1" สลับกับสัญญาณที่เป็นโลจิก "0" ส่วนช่วงที่2 จะเป็นสัญญาณที่เป็น โลจิก "1" เพียงอย่างเดียวและในช่วงที่สามที่เป็นข้อมูลที่ใช้ในการแสดงผล ซึ่งจะเห็นว่าข้อมูลที่ใช้แสดงผลจะมีการเปลี่ยนแปลงไม่เป็นรูปแบบแต่ช่วงเริ่มจะมีลักษณะของข้อมูลที่เข้ามาเป็น 0000 0100 (04 ฐานสิบหก) ซึ่งเป็นแบบ single massage data format

สรุปและวิเคราะห์ผลการทดลอง

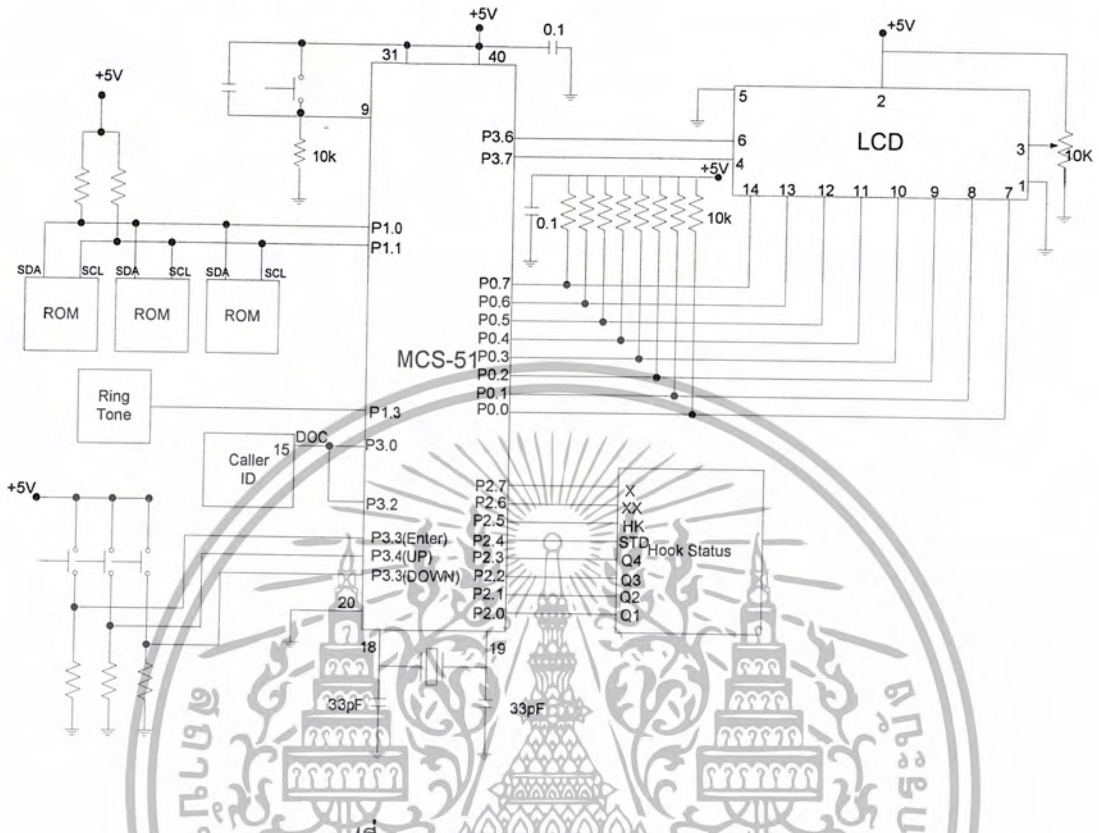
จากผลการทดลองจะเห็นว่าที่ขา6จะเป็นตัวที่ทำการตัวจับสัญญาณกริ่งซึ่งเมื่อมีสัญญาณกริ่งเข้ามาจะทำให้ขานี้มี โลจิก เป็น "0" ซึ่งแสดงว่าไอซีสามารถทำการตรวจจับสัญญาณกริ่งได้แล้วซึ่งแสดงว่าไอซีทำงาน และเมื่อทำการดูรูปกราฟจากการทดลองที่ขาที่ 14 ซึ่งเป็นขาที่ ใช้ในการต่อกับไมโครคอนโทรเลอร์และเป็นขาที่มีข้อมูลออกมา ซึ่งจะเห็นว่าข้อมูลที่ได้ออกมาจากขานี้จะมีส่วนประกอบเป็นสามช่วงคือช่วงแรกของข้อมูลจะมีลักษณะนี้เป็น 1 กับ 0 สลับกัน ซึ่งจากทฤษฎีจะเห็นได้ว่าข้อมูลช่วงนี้คือช่วงที่เรียกว่าสัญญาณตรวจจับช่องสัญญาณ(Channel Seizure) ซึ่งข้อมูลที่ได้ตามมาจะมีลักษณะเป็นโลจิก "1" ตลอดเวลา ซึ่งตามทฤษฎีจะเรียกช่วงนี้ว่าเป็นสัญญาณมาร์ค(Mark Signal) ซึ่งทั้ง สัญญาณตรวจจับช่องสัญญาณ(Channel Seizure)และสัญญาณมาร์ค (Mark Signal)ซึ่งเป็นข้อมูลที่ใช้ในการบอกให้ทางด้านไมโครคอนโทรเลอร์เตรียมที่จะรับข้อมูลที่ใช้แสดงรายละเอียดของผู้เรียกเข้า ส่วนข้อมูลในช่วงที่3จะเป็นข้อมูลที่มีลักษณะเปลี่ยนแปลงตามข้อมูลของผู้เรียกเข้า ซึ่ง8บิตแรกจะใช้ในการบอกโหมดในการทำงานซึ่งจะเห็นได้ว่าจากการทดลองจะเห็นว่าเป็น 0000 0100 ซึ่งแสดงว่าเป็นแบบรูปแบบข้อมูลเดี่ยว(single massage data format)

ซึ่งจากการทดลองเราจะนำเอาเอาท์พุทต์ของวงจรตรวจจับหมายเลขเรียกเข้าไปป้อนให้แก่ไมโครคอนโทรเลอร์เพื่อใช้ในการแสดงข้อมูลของผู้เรียกเข้าต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5การใช้โปรแกรมควบคุมการทำงาน

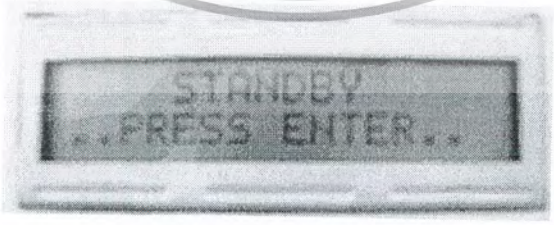
ทำการต่อวงจรรวมตามรูปที่4.20และทำการเปิดเครื่อง



รูปที่ 4.20 แสดงภาพวงจรรวมของระบบ

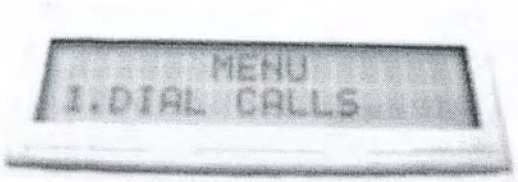
กรณีเรียกดูเบอร์และเมนูต่าง

1.เมื่อทำการเปิดเครื่องจะพบว่าที่หน้าจอLCD จะทำการแสดงข้อความดังรูป เพื่อให้ผู้ใช้กด ENTER เข้าสู่เมนู



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. เมื่อทำการกด ENTER จอ LCD จะแสดงข้อความดังรูปหมายความว่าเราต้องการเลือกว่าจะเข้าดูหมายเลขที่ทำการโทรออกหรือไม่ ถ้า ต้องการก็ทำการกดปุ่ม Enter

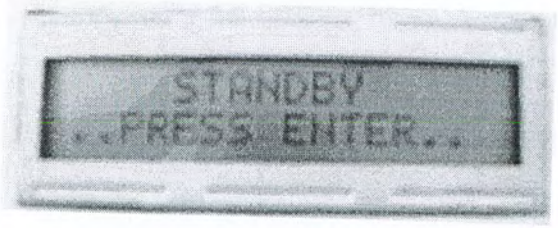


จากข้อสองทำการกดENTERหน้าจอจะแสดงดังรูปซึ่งเป็นเบอร์ที่ทำการโทรออกครั้งล่าสุด

ซึ่งสามารถกดเลื่อนลงเพื่อดูเบอร์หมายเลขถัดไปได้เช่นเรากดลง4ครั้งก็จะเป็นเบอร์หมายเลข5ดังรูป

และถ้าหากกดลงอีกครั้งก็จะแสดงข้อความดังรูป

ซึ่งถ้ากด ENTER ก็จะเป็นการออกไปสู่ STANDBY



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.จากหน้าจอแสดงข้อความ'MENU DIAL'เราสามารถที่จะเลือกดูเมนูอื่นๆ ได้โดยการกดเลื่อนขึ้นเลื่อนลงซึ่งจะมีเมนูอยู่ห้าเมนูดังนี้

1. DIAL CALL
2. MISS CALL
3. RECEIVE CALL
4. RING TONE
5. EXIT

ซึ่งในแต่ละเมนู(ยกเว้นเมนู EXIT) ก็จะสามารถเลือกเข้าไปดูเบอร์ได้ซึ่งจะมีเก็บอยู่อย่างละ5เบอร์ เช่นเดียวกับข้อ2 ตัวอย่างเช่นถ้าในกรณีเลือก MISS CALLก็สามารถเลือกดูได้5หมายเลข

แต่ในกรณีเมนู EXITถ้ากด Enter จะเป็นการเข้าสู่STANDBY

กรณีที่ทำการโทรออก

1.จาก STANDBY เมื่อทำการยกหูโทรศัพท์ จอLCD ก็จะแสดงดังรูปเพื่อรอรับหมายเลขจากผู้ใช้

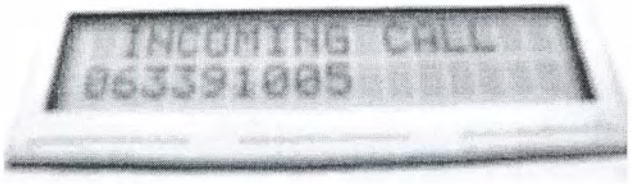
2.เมื่อทำการกดจนครบ 9 หมายเลข จอ LCD จะแสดงข้อความดังรูป แล้วจะนำเบอร์ที่ทำการกดเก็บเข้าหน่วยความจำเพื่อเป็นหมายเลขที่ทำการโทรออก

3.เมื่อทำการโทรออก เสร็จแล้วทำการวางหูจะกลับเข้าสถานะ STANDBY

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรณีที่การโทรเข้า

1.เมื่อมีการโทรเข้าเกิดขึ้นจอ LCD จะแสดงผลดังรูป ซึ่งแสดงให้เห็นว่าเปิดที่ทำการโทรเข้าคือหมายเลข 063391005



2.ถ้าเกิดการยกหูเกิดขึ้นจอ LCD จะแสดงผลดังรูปซึ่งเป็นการบอกว่ามีการรับสายเกิดขึ้น

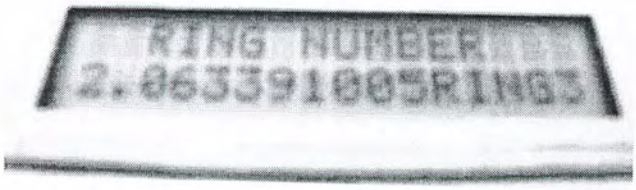
3.ในกรณีที่ไม่ได้ยกหู จอLCD จะแสดงผลดังรูปซึ่งเป็นการบอกว่ามีการโทรเข้าที่ไม่ได้รับสายเกิดขึ้น

กรณีที่ต้องการตั้งเสียงเรียกเข้า

1.จากหน้าจอ STANDBY ทำการเลื่อนมายัง MENU RING TONE ซึ่งแสดงหน้าจอดังรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.ทำการกด Enter เพื่อเลือกที่ตำแหน่งจะทำการเก็บหมายเลขซึ่งหลังจากที่ทำการกดEnter เข้ามาแล้ว หน้าจอจะแสดงหมายเลขที่ถูกเก็บในตำแหน่งต่างๆ ดังรูป



3.ทำการกด Enter เพื่อทำการตั้ง RING TONE โดยที่เราสามาเลือกเพลงและหมายเลขโดยการกดเลื่อนขึ้นลงในการเลือก ซึ่งเหน้าจอLCD ที่ทำการแสดงตัวอย่างการเลือกหมายเลขและเสียงเรียกเข้าเป็นดังรูป โดยในตัวอย่างนี้เรากำหนดให้เบอร์ 063391005 นี้เล่นเพลงที่ 3

4.เมื่อทำการเลือกเสร็จหน้าจอLCD จะแสดงดังรูปแล้วจึงเข้าสู่STANDBY

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทสรุปและวิจารณ์

5.1 บทสรุป

จากชิ้นงาน เราแบ่งการทำงานออกเป็น 3 ส่วนใหญ่ ดังนี้

1. ส่วนที่เชื่อมต่อกับสายโทรศัพท์ ซึ่งจะประกอบไปด้วย
   - วงจรตรวจสอบสถานะ การยกหู หรือ วางหู โทรศัพท์ จะทำหน้าที่ตรวจสอบว่า ช่วงเวลานั้น ๆ โทรศัพท์ ของผู้ใช้ มีสถานะเป็นอย่างไร ยกหูโทรศัพท์ หรือ วางหูโทรศัพท์ อยู่ และจะแจ้งสถานะดังกล่าวไป ให้หน่วยประมวลผล ต่อไป
   - วงจรถอดรหัสสัญญาณ DTMF (DTMF Decoder) เมื่อผู้ใช้ทำการยกหูโทรศัพท์ วงจรนี้ก็จะเริ่มทำงาน โดยจะถอดรหัสสัญญาณ DTMF ที่ผู้ใช้ ทำการกด แล้วนำข้อมูลดังกล่าวนั้นส่งไปให้หน่วยประมวลผลเพื่อ นำไปบันทึกเป็นเบอร์โทรขยก
   - วงจร Caller ID ทำหน้าที่ ตรวจจับ ข้อมูลตรวจจับหมายเลขเรียกเข้าที่ทางชุมสายส่งมาให้ ซึ่งข้อมูล ดังกล่าวนี้จะถูกส่งมา ระหว่าง สัญญาณกริ่งครั้งแรก และ สัญญาณกริ่งครั้งที่สอง โดยเมื่อวงจร Caller ID ตรวจจับ ข้อมูลได้แล้ว ก็จะส่งไปยัง หน่วยประมวลผลต่อไป
2. ส่วนที่ทำหน้าที่เป็น หน่วยประมวลผล หรือ ไมโครคอนโทรเลอร์
   - ซึ่งเราจะใช้ ไมโครคอนโทรเลอร์ MCS-51 เป็นตัวสั่งการ โดย เอาต์พุท ของไมโครคอนโทรเลอร์นี้จะ ต่ออยู่กับ ส่วนจอภาพ LCD (Liquid Crystal Display) เพื่อแสดง วัน เวลา และเบอร์ผู้เรียก ที่โทรเข้ามา และ สั่งงานให้ลำโพงทำงาน
3. ส่วนที่ทำหน้าที่เป็น Application

วงจรเสียงเพลง (Music IC) เป็นวงจรที่สามารถให้เสียงดนตรีได้ทั้งสิ้น 16 เพลง โดยไมโครคอนโทรเลอร์ จะทำหน้าที่สั่งการเลือกเพลงที่ผู้ใช้ต้องการ ส่งออกทางลำโพง

แนวทางการพัฒนา

เนื่องจากเราสามารถทำการตรวจจับหมายเลขที่ทำการเรียกเข้าได้ดังนั้นเราสามารถนำเอาไมโครคอนโทรเลอร์มาใช้โดยที่นำหมายเลขที่ทำการตรวจจับได้มาทำการตรวจสอบเพื่อใช้ในการสั่งงานอุปกรณ์ต่างๆได้อีกเช่น เมื่อเราต้องการเปิดประตูบ้านในขณะที่เราจะกลับเข้าบ้านและกำลังอยู่บนรถเราก็สามารถทำการโทรเข้าที่เครื่อง เพื่อให้เครื่องทำการตรวจสอบหมายเลขว่าเป็นเบอร์ของเราโทรเข้ามาจึงทำการเปิดประตู แต่ถ้าไม่ใช้เบอร์ของเราเครื่องจะไม่กระทำการใดๆ เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หนังสืออ้างอิง

1.MSAN-164 Application of the MT8843,http://assets.zarlink.com/AN/msan_164.pdf

2.Caller ID Basic, http://www.testmark.com/develop/tml_callerid_cnt.html, #bibliography

3.Caller ID FAQ, http://www.repairfaq.org/filipg/LINK/F_CallerID.html

4.Telephone Caller ID, http://master.branda.to/~thinker/HW/software_modem/callerID.txt

5. http://www.adventinstruments.com/resources/giart/giCID3a.htm

6. http://www.howstuffworks.com/question409.htm

7 http://www.stecint.co.kr/CML/products/applications/868CLI_2.pdf

8. http://www.ee.washington.edu/conselec/A95/projects/jjblome/info.htm

9. http://www.pantip.com(สำหรับคำตอบสำหรับปัญหาต่างๆ)

10. http://www.google.com(สำหรับใช้ค้นหาข้อมูล)

11.ศัพท์เทคนิควิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร,กรุงเทพ: สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม 2527.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยความช่วยเหลือจากหลายๆฝ่าย ซึ่งทางคณะผู้จัดทำขอแสดงความขอบคุณไว้ ณ ที่นี้ ดังมีรายนามดังต่อไปนี้

1.ผศ.ดร.ไกรสิน ส่งวัฒนา ที่กรุณาเอื้อเฟื้ออุปกรณ์ในการทำปริญญานิพนธ์ อาทิ เช่นโทรศัพท์ และ อื่นๆ รวมทั้งคำแนะนำต่างๆ

2.บริษัท Telecommunication Asia ที่เอื้ออำนวยสถานที่ในการทดลองในช่วงเริ่มต้น

3.คุณ ศิรศักดิ์ จังกาศิริ ที่ช่วยให้คำปรึกษาทางด้านวงจร และข้อมูลที่ใช้ในการทำโครงงานนี้ รวมถึงเทคนิคต่างๆและสุดท้ายนี้ที่จะขาดเสียไม่ได้ก็คือ ขอขอบคุณ บิดา มารดา รวมถึงอาจารย์ผู้ประสิทธิ์ประสารวิชาให้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
1:  ;-------------------------------------------------------------------------
    ---
2:  ; Define Port&Pin Name
3:  ;-------------------------------------------------------------------------
    ---
4:  LCD_EN          BIT     P3.6    ; LCD Module Enable (Active High : Level)
5:  LCD_RS          BIT     P3.7    ; LCD Module Register Select
6:  X               BIT     P2.7
7:  XX              BIT     P2.6
8:  HK              BIT     P2.5
9:  STD             BIT     P2.4
10: Q4              BIT     P2.3
11: Q3              BIT     P2.2
12: Q2              BIT     P2.1
13: Q1              BIT     P2.0
14: ENTER           BIT     P3.3
15: UP              BIT     P3.4
16: DOWN            BIT     P3.5
17: ;-------------------------------------------------------------------------
    ---
18: ; Define Port&Pin Name
19: ;-------------------------------------------------------------------------
    ---
20: SDA             BIT     P1.0    ; SDA I2C Bus
21: SCL             BIT     P1.1    ; SCL I2C Bus
22: RINGING         BIT     P1.2    ; DISPLAY RING TONE
23: SUSUNA          BIT     P2.6    ; SUSUNA JA
24: COOL            BIT     P2.7    ; COCOOLLLL
25: DRIVER_LE       BIT     P1.4
26: LCD_EN          BIT     P3.6    ; LCD Module Enable (Active High : Level)
27: LCD_RS          BIT     P3.7    ; LCD Module Register Select
28: ;-------------------------------------------------------------------------
    ---
29: ; Define User Register
30: ;-------------------------------------------------------------------------
    ---
31: FLAG        EQU     02FH        ; User FLAG
32: I2C_ACK     BIT     FLAG.0      ; Define I2C Acknowledge as bit
33: ;-------------------------------------------------------------------------
    ---
34: ; Define User Register
35: ;-------------------------------------------------------------------------
    ---
36: LCD_ADDR        EQU     030H    ; FOR KEEP LCD ADDRESS
37: LCD_DATA        EQU     031H    ; FOR KEEP LCD DATA
38: LCD_PTR         EQU     032H    ; FOR KEEP LCD 3 CHAR
39: I2C_ADDR        EQU     033H    ; For keep I2C Address
40: I2C_DATA        EQU     034H    ; For keep I2C Data
41: IO_DATA         EQU     035H    ; For keep I2C 8 bit I/O Data
42: OUT_DATA        EQU     036H    ; For keep I2C 4 bit Output LED Data
43: BUFFER          EQU     037H    ;
44: WRITE_ADDR      EQU     025H
45: READ_ADDR       EQU     024H
46: KEEP            EQU     02AH
47: KEEP_RN         EQU     02BH
48: DSP_CNT         EQU     050H
49: DSP_ADDR        EQU     051H
50: DIGIT           EQU     052H
51: SAVENUM         EQU     053H
52: ;-------------------------------------------------------------------------
    ---
53: ; Define I2C Slave Address
54: ;-------------------------------------------------------------------------
    ---
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
55:   PCF8574_ID_RING     EQU     10100000B ; PCF8574A:000 Slave Address FOR RIN,
      G
56:   PCF8574_ID_MISS     EQU     10100100B ; PCF8574A:010 SLAVE ADDRESS FOR MISS
57:   PCF8574_ID_REC      EQU     10101110B ; PCF8574A:111 SLAVE ADDRESS FOR REC
58:   ;-----------------------------
59:   ;VECTOR
60:   ;-----------------------------
61:                   ORG         0000H         ;START AT 0000H
62:                   SJMP        START
63:                   ORG         0003H         ;EXTERNAL INTERUPT0
64:                   AJMP        INT0
65:   ;-----------------------------
66:   ;Main  Program
67:   ;-----------------------------
68:   START:          ORG         40H
69:                   MOV         P0,#00H       ;CLEAR  DATABUS
70:                   CLR         P3.3          ;CLEAR  BUTTON
71:                   CLR         P3.4
72:                   CLR         P3.5
73:                   MOV         PCON,#00H     ;SET SMOD TO 0
74:                   SETB        IT0           ;SET FALLING EDGE TYPE FOR INT0
75:                   SETB        EA            ;SET ENABLE GLOBAL INTERUPT
76:                   SETB        EX0           ;ENABLE INT0
77:                   MOV         TMOD,#20H     ;SET MOD TIMER1 TO 8 BIT AUTO RELO,
      AD
78:                   MOV         TH1,#0E8H     ;GENERATE 1200 BAUD AT 11.059MHz
79:                   MOV         SCON,#40H     ;SET MODE TO 8 BIT UART
80:                   SETB        TR1           ;START TIMER1
81:                   CLR         LCD_EN        ; Clear LCD Enable
82:                   CLR         LCD_RS        ; Clear LCD RS
83:                   ACALL       INIT_LCD      ; Call LCD Initial subroutine
84:   ;-----------------------------------------------------------------------,
      ---
85:   ;MENU
86:   ;-----------------------------------------------------------------------,
      ---
87:   ;----------LOOP MAIN MENU----------
88:   START_MENU:     ACALL       STANDBY
89:
90:   PRESS:          JB          ENTER,MAINMENU1
91:                   JB          HK,HOOK_ON
92:                   SJMP        PRESS
93:
94:   MAINMENU1:      ACALL       MENU1                 ;(DIAL CALLS)
95:   LOOP1:          JB          UP,MAINMENU2
96:                   JB          DOWN,MAINMENU5
97:                   JB          ENTER,DIALMENU1       ;SUB MENUDIAL CALLS      ,
98:                   SJMP        LOOP1
99:
100:  MAINMENU2:      ACALL       MENU2                 ;MISSED CALLS
101:  LOOP2:          JB          UP,MAINMENU3
102:                  JB          DOWN,MAINMENU1
103:                  JB          ENTER,MISSMENU1       ;SUB MENU MISSED CALLS   ,
104:                  SJMP        LOOP2
105:
106:  MAINMENU3:      ACALL       MENU3                 ;RECEIVED CALLED
107:  LOOP3:          JB          UP,MAINMENU4
108:                  JB          DOWN,MAINMENU2
109:                  JB          ENTER,RECEIVEMENU1    ;SUBMENU   RECEIVED CALLED,
110:                  SJMP        LOOP3
111:
112:  MAINMENU4:      ACALL       MENU4                 ;SETUP TONE
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
LOOP4:          JB      UP,MAINMENU5
                JB      DOWN,MAINMENU3
                JB      ENTER,RING_TONE1        ;SUBMENU SETUP TONE

                SJMP    LOOP4

MAINMENU5:      ACALL   MENU5                   ;EXIT MENU
LOOP5:          JB      UP,MAINMENU1
                JB      DOWN,MAINMENU4
                JB      ENTER,EXITMENU          ;GO BACK INTO FIRST PAGE
                SJMP    LOOP5

EXITMENU:       ACALL   STANDBY
                SJMP    PRESS
;---------------REPAIR FOR OUT BOUND---------------------------------

DIALMENU1:      AJMP    DIALMENU
MISSMENU1:      AJMP    MISSMENU
RECEIVEMENU1:   AJMP    RECEIVEMENU
RING_TONE1:     AJMP    RING_TONE
;-----------------------------------------------------------------
;HOOK ON
;-----------------------------------------------------------------

HOOK_ON:        ACALL   LCD_CLR
                MOV     LCD_ADDR,#00H   ; Set Address 00H
                ACALL   SET_ADDR_LCD    ;
                MOV     DPTR,#TITLE_19  ; Index Pointer ROM to Show LCD
                ACALL   WRLINE_LCD      ; 00H-0FH (Increase automatic); 00H-


                MOV     LCD_ADDR,#40H
                ACALL   SET_ADDR_LCD
                MOV     R0,#9
                MOV     R1,#3AH

PRESS_NUM:      JB      STD,GET_NUM
                JNB     HK,EXITMENU
                SJMP    PRESS_NUM

GET_NUM:        MOV     A,#03FH
                ANL     A,P2
                MOV     @R1,A
                MOV     LCD_DATA,A

                ACALL   SET_ADDR_LCD
                INC     LCD_ADDR
                ACALL   WRCHAR_LCD
                JNB     HK,EXITMENU
                INC     R1
UNPRESS:        JB      STD,UNPRESS
                DJNZ    R0,PRESS_NUM

                LCALL   RESETROM_DIAL

                MOV     R1,#03AH
                MOV     WRITE_ADDR,#31H
                MOV     R0,#9
SAVE_NUM:       MOV     IO_DATA,@R1
                ACALL   PCF8574_WR_MISS
                ACALL   DELAY_10ms
                INC     R1
                INC     WRITE_ADDR
                DJNZ    R0,SAVE_NUM
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
174:                    MOV         LCD_ADDR,#00H   ; Set Address 00H
175:                    ACALL       SET_ADDR_LCD    ;
176:                    MOV         DPTR,#TITLE_20  ; Index Pointer ROM to Show LCD
177:                    ACALL       WRLINE_LCD
178:
179:    HOOK_OFF        JNB         HK,EXITHK
180:                    SJMP        HOOK_OFF
181:    EXITHK:         AJMP        EXITMENU
182:    ;-------------------------------------------------------------------------
        ---
183:    ;DIAL_MENU
184:    ;-------------------------------------------------------------------------
        ---
185:    DIALMENU:       ACALL       LCD_CLR
186:                    MOV         LCD_ADDR,#00H   ; Set Address 00H
187:                    ACALL       SET_ADDR_LCD    ;
188:                    MOV         DPTR,#TITLE_15  ; Index Pointer ROM to Show LCD
189:                    ACALL       WRLINE_LCD      ; 00H-0FH (Increase automatic)
190:
191:    NUMBER_DIAL1:   ACALL       SHOW_DIAL1
192:    LOOP_DIAL1:     JB          UP,NUMBER_DIAL2
193:                    JB          DOWN,EXIT_DIAL
194:                    SJMP        LOOP_DIAL1
195:
196:    NUMBER_DIAL2:   ACALL       SHOW_DIAL2
197:    LOOP_DIAL2:     JB          UP,NUMBER_DIAL3
198:                    JB          DOWN,NUMBER_DIAL1
199:                    SJMP        LOOP_DIAL2
200:
201:    NUMBER_DIAL3:   ACALL       SHOW_DIAL3
202:    LOOP_DIAL3:     JB          UP,NUMBER_DIAL4
203:                    JB          DOWN,NUMBER_DIAL2
204:                    SJMP        LOOP_DIAL3
205:
206:    NUMBER_DIAL4:   ACALL       SHOW_DIAL4
207:    LOOP_DIAL4:     JB          UP,NUMBER_DIAL5
208:                    JB          DOWN,NUMBER_DIAL3
209:                    SJMP        LOOP_DIAL4
210:
211:    NUMBER_DIAL5:   ACALL       SHOW_DIAL5
212:    LOOP_DIAL5:     JB          UP,EXIT_DIAL
213:                    JB          DOWN,NUMBER_DIAL4
214:                    SJMP        LOOP_DIAL5
215:
216:    EXIT_DIAL:      ACALL       SHOW_EXIT
217:    LOOP_EXIT_DIAL: JB          UP,NUMBER_DIAL1
218:                    JB          DOWN,NUMBER_DIAL5
219:                    JB          ENTER,EXITDIAL
220:                    SJMP        LOOP_EXIT_DIAL
221:
222:    EXITDIAL:       AJMP        EXITMENU
223:    ;-------------------------------------------------------------------------
        ---
224:    ;MISS NUM
225:    ;-------------------------------------------------------------------------
        ---
226:    MISSMENU:       ACALL       LCD_CLR
227:                    MOV         LCD_ADDR,#00H   ; Set Address 00H
228:                    ACALL       SET_ADDR_LCD    ;
229:                    MOV         DPTR,#TITLE_17  ; Index Pointer ROM to Show LCD
230:                    ACALL       WRLINE_LCD      ; 00H-0FH (Increase automatic)
231:
232:    NUMBER_MISS1:   ACALL       SHOW_MISS1
233:    LOOP_MISS1:     JB          UP,NUMBER_MISS2
234:                    JB          DOWN,EXIT_MISS
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
235:                    SJMP        LOOP_MISS1
236:
237:  NUMBER_MISS2:     ACALL       SHOW_MISS2
238:  LOOP_MISS2:       JB          UP,NUMBER_MISS3
239:                    JB          DOWN,NUMBER_MISS1
240:                    SJMP        LOOP_MISS2
241:
242:  NUMBER_MISS3:     ACALL       SHOW_MISS3
243:  LOOP_MISS3:       JB          UP,NUMBER_MISS4
244:                    JB          DOWN,NUMBER_MISS2
245:                    SJMP        LOOP_MISS3
246:
247:  NUMBER_MISS4:     ACALL       SHOW_MISS4
248:  LOOP_MISS4:       JB          UP,NUMBER_MISS5
249:                    JB          DOWN,NUMBER_MISS3
250:                    SJMP        LOOP_MISS4
251:
252:  NUMBER_MISS5:     ACALL       SHOW_MISS5
253:  LOOP_MISS5:       JB          UP,EXIT_MISS
254:                    JB          DOWN,NUMBER_MISS4
255:                    SJMP        LOOP_MISS5
256:
257:  EXIT_MISS:        ACALL       SHOW_EXIT
258:  LOOP_EXIT_MISS:   JB          UP,NUMBER_MISS1
259:                    JB          DOWN,NUMBER_MISS5
260:                    JB          ENTER,EXITMISS
261:                    SJMP        LOOP_EXIT_MISS
262:
263:  EXITMISS:         AJMP        EXITMENU
264:  ;-------------------------------------------------------------------
      ---
265:  ;RECEIVE NUM
266:  ;-------------------------------------------------------------------
      ---
267:  RECEIVEMENU:     ACALL       LCD_CLR
268:                    MOV         LCD_ADDR,#00H     ; Set Address 00H
269:                    ACALL       SET_ADDR_LCD      ;
270:                    MOV         DPTR,#TITLE_18    ; Index Pointer ROM to Show LCD
271:                    ACALL       WRLINE_LCD        ; 00H-0FH (Increase automatic)
272:
273:  NUMBER_REC1:      ACALL       SHOW_REC1
274:  LOOP_REC1:        JB          UP,NUMBER_REC2
275:                    JB          DOWN,EXIT_REC
276:                    SJMP        LOOP_REC1
277:
278:  NUMBER_REC2:      ACALL       SHOW_REC2
279:  LOOP_REC2:        JB          UP,NUMBER_REC3
280:                    JB          DOWN,NUMBER_REC1
281:                    SJMP        LOOP_REC2
282:
283:  NUMBER_REC3:      ACALL       SHOW_REC3
284:  LOOP_REC3:        JB          UP,NUMBER_REC4
285:                    JB          DOWN,NUMBER_REC2
286:                    SJMP        LOOP_REC3
287:
288:  NUMBER_REC4:      ACALL       SHOW_REC4
289:  LOOP_REC4:        JB          UP,NUMBER_REC5
290:                    JB          DOWN,NUMBER_REC3
291:                    SJMP        LOOP_REC4
292:
293:  NUMBER_REC5:      ACALL       SHOW_REC5
294:  LOOP_REC5:        JB          UP,EXIT_REC
295:                    JB          DOWN,NUMBER_REC4
296:                    SJMP        LOOP_REC5
297:
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
EXIT_REC:       ACALL   SHOW_EXIT
LOOP_EXIT_REC:  JB      UP,NUMBER_REC1
                JB      DOWN,NUMBER_REC5
                JB      ENTER,EXITREC
                SJMP    LOOP_EXIT_REC

EXITREC:        AJMP    EXITMENU

;-------------------------------------------------------------------------
---
;RING TONE
;-------------------------------------------------------------------------
---
RING_TONE:      ACALL   LCD_CLR
                MOV     LCD_ADDR,#00H   ; Set Address 00H
                ACALL   SET_ADDR_LCD    ;
                MOV     DPTR,#TITLE_9   ; Index Pointer ROM to Show LCD
                ACALL   WRLINE_LCD      ; 00H-0FH (Increase automatic)

NUMBER_RING1:   ACALL   SHOW_RING1
LOOP_RING1:     JB      UP,NUMBER_RING2
                JB      DOWN,EXIT_RING
                JB      ENTER,SET_RINGING
                SJMP    LOOP_RING1

NUMBER_RING2    ACALL   SHOW_RING2
LOOP_RING2      JB      UP,NUMBER_RING3
                JB      DOWN,NUMBER_RING1
                JB      ENTER,SET_RINGING
                SJMP    LOOP_RING2

NUMBER_RING3:   ACALL   SHOW_RING3
LOOP_RING3:     JB      UP,NUMBER_RING4
                JB      DOWN,NUMBER_RING2
                JB      ENTER,SET_RINGING
                SJMP    LOOP_RING3

NUMBER_RING4:   ACALL   SHOW_RING4
LOOP_RING4:     JB      UP,NUMBER_RING5
                JB      DOWN,NUMBER_RING3
                JB      ENTER,SET_RINGING
                SJMP    LOOP_RING4

NUMBER_RING5:   ACALL   SHOW_RING5
LOOP_RING5:     JB      UP,EXIT_RING
                JB      DOWN,NUMBER_RING4
                JB      ENTER,SET_RINGING
                SJMP    LOOP_RING5

EXIT_RING:      ACALL   SHOW_EXIT
LOOP_EXIT_RING: JB      UP,NUMBER_RING1
                JB      DOWN,NUMBER_RING5
                JB      ENTER,EXITRING
                SJMP    LOOP_EXIT_RING

EXITRING:       AJMP    EXITMENU

;-------------------------------------------------------------------------
---
;SET INCOMING NUMBER&RING NUMBER
;-------------------------------------------------------------------------
---
SET_RINGING:    ACALL   LCD_CLR
                MOV     LCD_ADDR,#00H   ; Set Address 00H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
356:                ACALL       SET_ADDR_LCD    ;
357:                MOV         DPTR,#TITLE_10  ; Index Pointer ROM to Show LCD
358:                ACALL       WRLINE_LCD      ; 00H-0FH (Increase automatic)
359:
360:                MOV         DSP_ADDR,#040H
361:                MOV         DSP_CNT,#030H
362:                ACALL       CHAR_DISPLAY
363:                CLR         P3.3
364:                CLR         P3.4
365:                CLR         p3.5
366:                MOV         R3,#0
367:                MOV         WRITE_ADDR,READ_ADDR
368:  CHECK_UP:     JNB         UP,CHECK_DOWN
369:                INC         DSP_CNT
370:                ACALL       CHAR_DISPLAY
371:                ACALL       DELAY_100ms
372:                CLR         P3.4
373:                SJMP        CHECK_DOWN
374:  CHECK_DOWN:   JNB         DOWN,CHECK_SELECT
375:                DEC         DSP_CNT
376:                ACALL       CHAR_DISPLAY
377:                ACALL       DELAY_100ms
378:                CLR         P3.5
379:                SJMP        CHECK_SELECT
380:  CHECK_SELECT: JNB         ENTER,CHECK_UP
381:                MOV         IO_DATA,DSP_CNT         ; Move to IO_DATA
382:                ACALL       PCF8574_WR_RING
383:                ACALL       DELAY_10ms
384:                INC         R3
385:                INC         WRITE_ADDR
386:                CJNE        R3,#9,NEXT_DSP
387:                SJMP        RING_NUM
388:  NEXT_DSP      INC         DSP_ADDR
389:                MOV         DSP_CNT,#030H
390:                ACALL       CHAR_DISPLAY
391:                ACALL       DELAY_100ms
392:                ACALL       DELAY_100ms
393:                CLR         P3.3
394:                SJMP        CHECK_UP
395:  ;--------------RING NUM-------------
396:  RING_NUM:     INC         DSP_ADDR
397:                MOV         DSP_CNT,#':'
398:                ACALL       CHAR_DISPLAY
399:
400:                INC         DSP_ADDR
401:                MOV         DSP_CNT,#030H
402:                ACALL       CHAR_DISPLAY
403:
404:  UP_RING:      JNB         UP,DOWN_RING
405:                INC         DSP_CNT
406:                ACALL       CHAR_DISPLAY
407:                ACALL       DELAY_100ms
408:                CLR         P3.4
409:                SJMP        DOWN_RING
410:  DOWN_RING:    JNB         DOWN,ENTER_RING
411:                DEC         DSP_CNT
412:                ACALL       CHAR_DISPLAY
413:                ACALL       DELAY_100ms
414:                CLR         P3.5
415:                SJMP        ENTER_RING
416:  ENTER_RING:   JNB         ENTER,UP_RING
417:                MOV         IO_DATA,DSP_CNT         ; Move to IO_DATA
418:                ACALL       PCF8574_WR_RING
419:                ACALL       DELAY_10ms
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
420:                    ACALL       START_MENU
421:    ;---------CHAR DISPLAY---------------------
422:    CHAR_DISPLAY:   MOV         LCD_ADDR,DSP_ADDR
423:                    ACALL       SET_ADDR_LCD
424:                    MOV         LCD_DATA,DSP_CNT
425:                    ACALL       WRCHAR_LCD
426:                    ACALL       DELAY_100ms
427:                    RET
428:    ;-----------------------------------

429:    ;INTERUPT FOR INCOMING
430:    ;-----------------------------------
431:    INT0:           CLR         EX0         ;DISABLE INT0
432:                    SETB        REN
433:                    MOV         R1,#03AH
434:    ;------------RECEIVE DATA------------
435:    WAIT:           JNB         RI,WAIT
436:                    CLR         RI
437:                    MOV         A,SBUF
438:                    CJNE        A,#02H,WAIT
439:    LENGTH:         JNB         RI,LENGTH
440:                    CLR         RI
441:                    MOV         A,SBUF
442:                    MOV         R0,A
443:                    MOV         R2,A
444:    DATA:           JNB         RI,DATA
445:                    CLR         RI
446:                    MOV         A,SBUF
447:                    MOV         @R1,A
448:                    INC         R1
449:                    DJNZ        R0,DATA
450:                    MOV         R1,#03AH
451:    ;-----------------------------------
452:    ;DISPLAY  FOR INCOMING
453:    ;-----------------------------------
454:    ;----------------LINE1----------------
455:                    ACALL       LCD_CLR
456:                    MOV         LCD_ADDR,#00H   ;SET ADDRESS 00H
457:                    ACALL       SET_ADDR_LCD
458:                    MOV         DPTR,#TITLE_12  ;INDEX POINTER ROM TO SHOW LCD
459:                                                ;00H-0FH(INCREASE AUTOMATIC)
460:                    ACALL       WRLINE_LCD
461:                    MOV         LCD_ADDR,#040H  ;SET ADDRESS 40H
462:                    ACALL       SET_ADDR_LCD
463:                    MOV         A,R2
464:                    MOV         R0,A
465:    ;----------------LINE2----------------
466:    DATAOUT:        MOV         A,@R1
467:                    MOV         LCD_DATA,A
468:                    ACALL       WRCHAR_LCD
469:                    INC         R1
470:                    DJNZ        R0,DATAOUT
471:    ;-----------------------------------
472:    ;TEST INCOMING FOR RING TONE
473:    ;-----------------------------------
474:    TEST_NUM1_RING: MOV         READ_ADDR,#01H
475:                    MOV         R1,#03AH
476:                    MOV         R2,#9
477:    TEST_DIGIT1:    ACALL       READ_ROM_RING
478:                    MOV         DIGIT,@R1
479:                    CJNE        A,DIGIT,TEST_NUM2_RING
480:                    INC         READ_ADDR
481:                    INC         R1
482:                    DJNZ        R2,TEST_DIGIT1
483:                    ACALL       DISPLAY_RING
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
484:
485:  TEST_NUM2_RING: MOV     READ_ADDR,#11H
486:                 MOV     R1,#03AH
487:                 MOV     R2,#9
488:  TEST_DIGIT2:    ACALL   READ_ROM_RING
489:                 MOV     DIGIT,@R1
490:                 CJNE    A,DIGIT,TEST_NUM3_RING
491:                 INC     READ_ADDR
492:                 INC     R1
493:                 DJNZ    R2,TEST_DIGIT2
494:                 ACALL   DISPLAY_RING
495:
496:  TEST_NUM3_RING: MOV     READ_ADDR,#21H
497:                 MOV     R1,#03AH
498:                 MOV     R2,#9
499:  TEST_DIGIT3:    ACALL   READ_ROM_RING
500:                 MOV     DIGIT,@R1
501:                 CJNE    A,DIGIT,TEST_NUM4_RING
502:                 INC     READ_ADDR
503:                 INC     R1
504:                 DJNZ    R2,TEST_DIGIT3
505:                 ACALL   DISPLAY_RING
506:
507:  TEST_NUM4_RING: MOV     READ_ADDR,#31H
508:                 MOV     R1,#03AH
509:                 MOV     R2,#9
510:  TEST_DIGIT4:    ACALL   READ_ROM_RING
511:                 MOV     DIGIT,@R1
512:                 CJNE    A,DIGIT,TEST_NUM5_RING
513:                 INC     READ_ADDR
514:                 INC     R1
515:                 DJNZ    R2,TEST_DIGIT4
516:                 ACALL   DISPLAY_RING
517:
518:  TEST_NUM5_RING: MOV     READ_ADDR,#41H
519:                 MOV     R1,#03AH
520:                 MOV     R2,#9
521:  TEST_DIGIT5:    ACALL   READ_ROM_RING
522:                 MOV     DIGIT,@R1
523:                 CJNE    A,DIGIT,TEST_RING
524:                 INC     READ_ADDR
525:                 INC     R1
526:                 DJNZ    R2,TEST_DIGIT5
527:                 ACALL   DISPLAY_RING
528:
529:  ;----READ ROM  FOR TEST RING TONE----------
530:  READ_ROM_RING:  ACALL   PCF8574_RD_RING      ; Read PCF8574
531:                 ACALL   DELAY_10ms
532:                 MOV     A,IO_DATA           ; Get Input Value
533:                 ACALL   DELAY_10ms          ; Delay
534:                 RET
535:  ;----------------DISPLAY_RING-----------
536:  DISPLAY_RING:  ACALL   READ_ROM_RING
537:                 MOV     R1,A
538:                 MOV     A,#0FH
539:                 ANL     A,R1
540:                 MOV     R1,A
541:  PLAY_RING:     SETB    COOL
542:                 CLR     RINGING
543:                 CLR     SUSUNA
544:                 ACALL   DELAY_100ms
545:                 SETB    RINGING
546:                 ACALL   DELAY_100ms
547:                 DJNZ    R1,PLAY_RING
548:                 SETB    SUSUNA
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
549:                    ACALL       DELAY_1s
550:                    ACALL       DELAY_1s
551:                    ACALL       DELAY_1s
552:                    ACALL       DELAY_1s
553:                    ACALL       DELAY_1s
554:                    ACALL       DELAY_1s
555:                    ACALL       DELAY_1s
556:                    ACALL       DELAY_1s
557:                    ACALL       DELAY_1s
558:                    CLR         SUSUNA
559:                    CLR         COOL
560:                    SJMP        TEST_RING
561:    ;-------------------------------------
562:    ;TEST INCOMING FOR  RECEIVE CALL
563:    ;-------------------------------------
564:    TEST_RING:      MOV         R1,#45              ;45 SEC
565:    CHECK_RING:     ACALL       DELAY_1s
566:                    JB          P2.5,RECEIVE
567:                    DJNZ        R1,CHECK_RING
568:                    SJMP        MISSCALL
569:    ;----------------RECEIVE----------------
570:    RECEIVE:        ACALL       LCD_CLR
571:                    MOV         LCD_ADDR,#00H       ;SET ADDRESS 00H
572:                    ACALL       SET_ADDR_LCD
573:                    MOV         DPTR,#TITLE_13      ;INDEX POINTER ROM TO SHOW LCD
574:                    ACALL       WRLINE_LCD          ;00H-0FH(INCREASE AUTOMATIC)
575:
576:                    ACALL       RESETROM_REC
577:
578:                    MOV         R1,#03AH
579:                    MOV         WRITE_ADDR,#01H
580:                    MOV         R0,#9
581:    SAVE_NUM_REC:   MOV         IO_DATA,@R1
582:                    ACALL       PCF8574_WR_REC
583:                    ACALL       DELAY_10ms
584:                    INC         R1
585:                    INC         WRITE_ADDR
586:                    DJNZ        R0,SAVE_NUM_REC
587:
588:                    SJMP        EXIT
589:    ;----------------MISSCALL----------------
590:    MISSCALL:       ACALL       LCD_CLR
591:                    MOV         LCD_ADDR,#00H       ;SET ADDRESS 00H
592:                    ACALL       SET_ADDR_LCD
593:                    MOV         DPTR,#TITLE_14      ;INDEX POINTER ROM TO SHOW LCD
594:                    ACALL       WRLINE_LCD          ;00H-0FH(INCREASE AUTOMATIC)

595:
596:                    LCALL       RESETROM_MISS
597:
598:                    MOV         R1,#03AH
599:                    MOV         WRITE_ADDR,#01H
600:                    MOV         R0,#9
601:    SAVE_NUM_MISS:  MOV         IO_DATA,@R1
602:                    ACALL       PCF8574_WR_MISS
603:                    ACALL       DELAY_10ms
604:                    INC         R1
605:                    INC         WRITE_ADDR
606:                    DJNZ        R0,SAVE_NUM_MISS
607:
608:                    SJMP        EXIT
609:
610:    EXIT:           CLR         REN
611:                    SETB        EX0
612:                    RETI
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;----------------------------------------
;SHOW MENU                               |
;----------------------------------------
STANDBY:        MOV     LCD_ADDR,#000H  ; Set Address 00H
                ACALL   SET_ADDR_LCD    ;
                MOV     DPTR,#TITLE_1   ; Index Pointer ROM to Show LCD
                ACALL   WRLINE_LCD      ; 00H-0FH (Increase automatic)

                MOV     LCD_ADDR,#040H  ; Set Address 40H
                ACALL   SET_ADDR_LCD    ;
                MOV     DPTR,#TITLE_2   ; Index Pointer ROM to Show LCD
                ACALL   WRLINE_LCD      ; 40H-4FH (Increase automatic)
                RET

MENU1:          ACALL   SHOWMENU
                MOV     DPTR,#TITLE_4
                ACALL   WRLINE_LCD
                RET

MENU2:          ACALL   SHOWMENU
                MOV     DPTR,#TITLE_5 ; 2.MISSED CALLS
                ACALL   WRLINE_LCD
                RET

MENU3:          ACALL   SHOWMENU
                MOV     DPTR,#TITLE_6 ; 3.ANSWER CALLS
                ACALL   WRLINE_LCD
                RET

MENU4:          ACALL   SHOWMENU
                MOV     DPTR,#TITLE_7 ; 4.SETUP TONE
                ACALL   WRLINE_LCD
                RET

MENU5:          ACALL   SHOWMENU
                MOV     DPTR,#TITLE_8 ; 5.EXIT
                ACALL   WRLINE_LCD
                RET
;----------------SHOW "MENU"----------------
SHOWMENU:       MOV     LCD_ADDR,#00H
                ACALL   SET_ADDR_LCD
                MOV     DPTR,#TITLE_3
                ACALL   WRLINE_LCD

                MOV     LCD_ADDR,#040H
                ACALL   SET_ADDR_LCD
                RET
;----------------------------------------
;SHOW NUMBER FOR DIAL NUMBER
;----------------------------------------
SHOW_DIAL1:     ACALL   SHOW_1
                MOV     READ_ADDR,#31H
                ACALL   LOOP_SHOW_DIAL
                RET

SHOW_DIAL2:     ACALL   SHOW_2
                MOV     READ_ADDR,#3AH
                ACALL   LOOP_SHOW_DIAL
                RET

SHOW_DIAL3:     ACALL   SHOW_3
                MOV     READ_ADDR,#43H
                ACALL   LOOP_SHOW_DIAL
                RET
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
678:  SHOW_DIAL4:     ACALL       SHOW_4
679:                  MOV         READ_ADDR,#4CH
680:                  ACALL       LOOP_SHOW_DIAL
681:                  RET
682:
683:  SHOW_DIAL5:     ACALL       SHOW_5
684:                  MOV         READ_ADDR,#55H
685:                  ACALL       LOOP_SHOW_DIAL
686:                  RET
687:
688:  LOOP_SHOW_DIAL: ACALL       PCF8574_RD_MISS          ; Read PCF8574
689:                  ACALL       DELAY_10ms
690:                  MOV         LCD_DATA,IO_DATA     ; SAVE IN LCD_DATA
691:                  ACALL       WRCHAR_LCD           ; WRITE STATUS ON LCD
692:                  INC         LCD_ADDR
693:                  ACALL       SET_ADDR_LCD
694:                  INC         READ_ADDR
695:                  DJNZ        R3,LOOP_SHOW_DIAL
696:                  RET
697:  ;-----------------------------------------
698:  ;SHOW NUMBER FOR MISS NUMBER
699:  ;-----------------------------------------
700:  SHOW_MISS1:     ACALL       SHOW_1
701:                  MOV         READ_ADDR,#01H
702:                  ACALL       LOOP_SHOW_MISS
703:                  RET
704:
705:  SHOW_MISS2:     ACALL       SHOW_2
706:                  MOV         READ_ADDR,#0AH
707:                  ACALL       LOOP_SHOW_MISS
708:                  RET
709:
710:  SHOW_MISS3:     ACALL       SHOW_3
711:                  MOV         READ_ADDR,#13H
712:                  ACALL       LOOP_SHOW_MISS
713:                  RET
714:
715:  SHOW_MISS4:     ACALL       SHOW_4
716:                  MOV         READ_ADDR,#1CH
717:                  ACALL       LOOP_SHOW_MISS
718:                  RET
719:
720:  SHOW_MISS5:     ACALL       SHOW_5
721:                  MOV         READ_ADDR,#25H
722:                  ACALL       LOOP_SHOW_MISS
723:                  RET
724:  ;---------------SHOW NUMBER MISS---------
725:  LOOP_SHOW_MISS: ACALL       PCF8574_RD_MISS          ; Read PCF8574
726:                  ACALL       DELAY_10ms
727:                  MOV         LCD_DATA,IO_DATA     ; SAVE IN LCD_DATA
728:                  ACALL       WRCHAR_LCD           ; WRITE STATUS ON LCD
729:                  INC         LCD_ADDR
730:                  ACALL       SET_ADDR_LCD
731:                  INC         READ_ADDR
732:                  DJNZ        R3,LOOP_SHOW_MISS
733:
734:                  RET
735:  ;-----------------------------------------
736:  ;SHOW NUMBER FOR RECCIEVE NUMBER
737:  ;-----------------------------------------
738:  SHOW_REC1:      ACALL       SHOW_1
739:                  MOV         READ_ADDR,#01H
740:                  ACALL       LOOP_SHOW_REC
741:                  RET
742:
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
743:  SHOW_REC2:      ACALL       SHOW_2
744:                  MOV         READ_ADDR,#11H
745:                  ACALL       LOOP_SHOW_REC
746:                  RET
747:
748:  SHOW_REC3:      ACALL       SHOW_3
749:                  MOV         READ_ADDR,#21H
750:                  ACALL       LOOP_SHOW_REC
751:                  RET
752:
753:  SHOW_REC4:      ACALL       SHOW_4
754:                  MOV         READ_ADDR,#31H
755:                  ACALL       LOOP_SHOW_REC
756:                  RET
757:
758:  SHOW_REC5:      ACALL       SHOW_5
759:                  MOV         READ_ADDR,#11H
760:                  ACALL       LOOP_SHOW_REC
761:                  RET
762:  ;---------------SHOW NUMBER REC---------
763:  LOOP_SHOW_REC:  ACALL       PCF8574_RD_REC          ; Read PCF8574
764:                  ACALL       DELAY_10ms
765:                  MOV         LCD_DATA,IO_DATA    ; SAVE IN LCD_DATA
766:                  ACALL       WRCHAR_LCD          ; WRITE STATUS ON LCD
767:                  INC         LCD_ADDR
768:                  ACALL       SET_ADDR_LCD
769:                  INC         READ_ADDR
770:                  DJNZ        R3,LOOP_SHOW_REC
771:
772:                  RET
773:  ;-----------------------------------------
774:  ;SHOW NUMBER FOR RING TONE
775:  ;-----------------------------------------
776:  SHOW_RING1:     ACALL       SHOW_1
777:                  MOV         READ_ADDR,#01H
778:                  ACALL       LOOP_SHOW_RING
779:                  MOV         READ_ADDR,#01H
780:                  RET
781:
782:  SHOW_RING2:     ACALL       SHOW_2
783:                  MOV         READ_ADDR,#11H
784:                  ACALL       LOOP_SHOW_RING
785:                  MOV         READ_ADDR,#11H
786:                  RET
787:
788:  SHOW_RING3:     ACALL       SHOW_3
789:                  MOV         READ_ADDR,#21H
790:                  ACALL       LOOP_SHOW_RING
791:                  MOV         READ_ADDR,#21H
792:                  RET
793:
794:  SHOW_RING4:     ACALL       SHOW_4
795:                  MOV         READ_ADDR,#31H
796:                  ACALL       LOOP_SHOW_RING
797:                  MOV         READ_ADDR,#31H
798:                  RET
799:
800:  SHOW_RING5:     ACALL       SHOW_5
801:                  MOV         READ_ADDR,#41H
802:                  ACALL       LOOP_SHOW_RING
803:                  MOV         READ_ADDR,#41H
804:
805:                  RET
806:  ;---------------SHOW NUMBER RING---------
807:  LOOP_SHOW_RING: ACALL       PCF8574_RD_RING         ; Read PCF8574
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                ACALL       DELAY_10ms
                MOV         LCD_DATA,IO_DATA    ; SAVE IN LCD_DATA
                ACALL       WRCHAR_LCD          ; WRITE STATUS ON LCD
                INC         LCD_ADDR
                ACALL       SET_ADDR_LCD
                INC         READ_ADDR
                DJNZ        R3,LOOP_SHOW_RING
                ACALL       WR_RING

                RET
;-------------WRITE "RING"------------
WR_RING:        ACALL       SET_ADDR_LCD
                MOV         LCD_DATA,#'R'
                ACALL       WRCHAR_LCD

                INC         LCD_ADDR
                ACALL       SET_ADDR_LCD
                MOV         LCD_DATA,#'I'
                ACALL       WRCHAR_LCD

                INC         LCD_ADDR
                ACALL       SET_ADDR_LCD
                MOV         LCD_DATA,#'N'
                ACALL       WRCHAR_LCD

                INC         LCD_ADDR
                ACALL       SET_ADDR_LCD
                MOV         LCD_DATA,#'G'
                ACALL       WRCHAR_LCD

                INC         LCD_ADDR
                ACALL       PCF8574_RD_RING     ; Read PCF8574
                ACALL       DELAY_10ms
                MOV         LCD_DATA,IO_DATA    ; SAVE IN LCD_DATA
                ACALL       WRCHAR_LCD

                RET
;-------------------------------------
;SHOW 1
;-------------------------------------
SHOW_1:         MOV         LCD_ADDR,#040H
                ACALL       SET_ADDR_LCD
                MOV         LCD_DATA,#'1'
                ACALL       WRCHAR_LCD
                ACALL       SHOW_DOT
                MOV         R3,#9
                MOV         LCD_ADDR,#042H
                RET
;-------------------------------------
;SHOW 2
;-------------------------------------
SHOW_2:         MOV         LCD_ADDR,#040H
                ACALL       SET_ADDR_LCD
                MOV         LCD_DATA,#'2'
                ACALL       WRCHAR_LCD
                ACALL       SHOW_DOT
                MOV         R3,#9
                MOV         LCD_ADDR,#042H
                RET
;-------------------------------------
;SHOW 3
;-------------------------------------
SHOW_3:         MOV         LCD_ADDR,#040H
                ACALL       SET_ADDR_LCD
                MOV         LCD_DATA,#'3'
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
873:                    ACALL       WRCHAR_LCD
874:                    ACALL       SHOW_DOT
875:                    MOV         R3,#9
876:                    MOV         LCD_ADDR,#042H
877:                    RET
878:    ;---------------------------------------
879:    ;SHOW 4
880:    ;---------------------------------------
881:    SHOW_4:         MOV         LCD_ADDR,#040H
882:                    ACALL       SET_ADDR_LCD
883:                    MOV         LCD_DATA,#'4'
884:                    ACALL       WRCHAR_LCD
885:                    ACALL       SHOW_DOT
886:                    MOV         R3,#9
887:                    MOV         LCD_ADDR,#042H
888:                    RET
889:    ;---------------------------------------
890:    ;SHOW 5
891:    ;---------------------------------------
892:    SHOW_5:         MOV         LCD_ADDR,#040H
893:                    ACALL       SET_ADDR_LCD
894:                    MOV         LCD_DATA,#'5'
895:                    ACALL       WRCHAR_LCD
896:                    ACALL       SHOW_DOT
897:                    MOV         R3,#9
898:                    MOV         LCD_ADDR,#042H
899:                    RET
900:    ;---------------------------------------
901:    ;SHOW "."
902:    ;---------------------------------------
903:    SHOW_DOT:       MOV         LCD_ADDR,#041H
904:                    ACALL       SET_ADDR_LCD
905:                    MOV         LCD_DATA,#'.'
906:                    ACALL       WRCHAR_LCD
907:                    RET
908:    ;---------------------------------------
909:    ;SHOW EXIT
910:    ;---------------------------------------
911:    SHOW_EXIT:      MOV         LCD_ADDR,#040H
912:                    ACALL       SET_ADDR_LCD
913:                    MOV         DPTR,#TITLE_16
914:                    ACALL       WRLINE_LCD
915:                    RET


916:    ;-------------------------------------------------------------------------------
        ---
917:    ; I2C PCF8574 Read FOR MISS
918:    ;-------------------------------------------------------------------------------
        ---
919:    PCF8574_RD_MISS:    MOV     I2C_ADDR,#PCF8574_ID_MISS ; Set PCF8574 as I2C
         Write Slave
920:                    ACALL   I2C_SLAVE       ; Connect Slave
921:                                            ;'01234567'
922:                    MOV     I2C_DATA,READ_ADDR
923:                    ACALL   I2C_DATA_WR
924:
925:                    MOV     I2C_ADDR,#PCF8574_ID_MISS+1 ; Set PCF8574 as I2C W
        rite Slave
926:                    ACALL   I2C_SLAVE       ; Connect Slave
927:
928:
929:                    ACALL   I2C_DATA_RD     ; Read Data from Slave
930:                    MOV     IO_DATA,I2C_DATA    ; Read Data to IO_DATA
931:                    ACALL   I2C_NACK_BIT    ; Send Not Acknowledge
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
932:
933:                    ACALL   I2C_STOP        ; Send Stop Condition
934:                    RET                     ; Return
935:    ;-------------------------------------------------------------------------
        ---
936:    ; I2C PCF8574 Write FOR MISS
937:    ;-------------------------------------------------------------------------
        ---
938:    PCF8574_WR_MISS:    MOV     I2C_ADDR,#PCF8574_ID_MISS ; Set PCF8574 as I2C
         Write Slave
939:
940:                    ACALL   I2C_SLAVE               ; Connect Slave
941:
942:                    MOV     BUFFER,IO_DATA
943:                    MOV     I2C_DATA,WRITE_ADDR
944:                    ACALL   I2C_DATA_WR
945:
946:                    MOV     I2C_DATA,BUFFER ; Write IO_DATA to Slave
947:                    ACALL   I2C_DATA_WR     ; Write Data to Slave
948:
949:                    ACALL   I2C_STOP        ; Send Stop Condition
950:                    RET                     ; Return
951:    ;-------------------------------------------------------------------------
        ---
952:    ; I2C PCF8574 Read FOR REC
953:    ;-------------------------------------------------------------------------
        ---
954:    PCF8574_RD_REC: MOV     I2C_ADDR,#PCF8574_ID_REC ; Set PCF8574 as I2C Writ
        e Slave
955:                    ACALL   I2C_SLAVE       ; Connect Slave
956:                                            ;'01234567'
957:                    MOV     I2C_DATA,READ_ADDR
958:                    ACALL   I2C_DATA_WR
959:
960:                    MOV     I2C_ADDR,#PCF8574_ID_REC+1 ; Set PCF8574 as I2C Wr
        ite Slave
961:                    ACALL   I2C_SLAVE       ; Connect Slave
962:
963:
964:                    ACALL   I2C_DATA_RD     ; Read Data from Slave
965:                    MOV     IO_DATA,I2C_DATA    ; Read Data to IO_DATA
966:                    ACALL   I2C_NACK_BIT    ; Send Not Acknowledge
967:
968:                    ACALL   I2C_STOP        ; Send Stop Condition
969:                    RET                     ; Return
970:    ;-------------------------------------------------------------------------
        ---
971:    ; I2C PCF8574 Write FOR REC
972:    ;-------------------------------------------------------------------------
        ---
973:    PCF8574_WR_REC: MOV     I2C_ADDR,#PCF8574_ID_REC ; Set PCF8574 as I2C Writ
        e Slave
974:
975:                    ACALL   I2C_SLAVE               ; Connect Slave
976:
977:                    MOV     BUFFER,IO_DATA
978:                    MOV     I2C_DATA,WRITE_ADDR
979:                    ACALL   I2C_DATA_WR
980:
981:                    MOV     I2C_DATA,BUFFER ; Write IO_DATA to Slave
982:                    ACALL   I2C_DATA_WR     ; Write Data to Slave
983:
984:                    ACALL   I2C_STOP        ; Send Stop Condition
985:                    RET                     ; Return
986:
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;-------------------------------------------------------------------------
; I2C PCF8574 Read FOR RING
;-------------------------------------------------------------------------
PCF8574_RD_RING:    MOV     I2C_ADDR,#PCF8574_ID_RING ; Set PCF8574 as I2C Write Slave
                    ACALL   I2C_SLAVE       ; Connect Slave
                                            ;'01234567'
                    MOV     I2C_DATA,READ_ADDR
                    ACALL   I2C_DATA_WR

                    MOV     I2C_ADDR,#PCF8574_ID_RING+1 ; Set PCF8574 as I2C Write Slave
                    ACALL   I2C_SLAVE       ; Connect Slave


                    ACALL   I2C_DATA_RD     ; Read Data from Slave
                    MOV     IO_DATA,I2C_DATA    ; Read Data to IO_DATA
                    ACALL   I2C_NACK_BIT    ; Send Not Acknowledge

                    ACALL   I2C_STOP        ; Send Stop Condition
                    RET                     ; Return
;-------------------------------------------------------------------------
; I2C PCF8574 Write FOR RING
;-------------------------------------------------------------------------
PCF8574_WR_RING:    MOV     I2C_ADDR,#PCF8574_ID_RING ; Set PCF8574 as I2C Write Slave
                    ACALL   I2C_SLAVE       ; Connect Slave

                    MOV     BUFFER,IO_DATA
                    MOV     I2C_DATA,WRITE_ADDR
                    ACALL   I2C_DATA_WR

                    MOV     I2C_DATA,BUFFER ; Write IO_DATA to Slave
                    ACALL   I2C_DATA_WR     ; Write Data to Slave

                    ACALL   I2C_STOP        ; Send Stop Condition
                    RET                     ; Return
;-------------------------------------------------------------------------
; I2C Data Write
; I/P:      I2C_DATA
; Reserve:  R5
;-------------------------------------------------------------------------
I2C_DATA_WR:    PUSH    ACC             ; Push ACC.
                SETB    I2C_ACK         ; Set ACK. bit
                MOV     A,I2C_DATA      ; Get Data
                MOV     R5,#008         ; Set loop 8 times
I2C_DATA_WR_1:  RLC     A               ; Rotate ACC. to Left with Carry
                MOV     SDA,C           ; Move Carry Flag to SDA
                ACALL   I2C_CLK         ; Pulse I2C Clock
                DJNZ    R5,I2C_DATA_WR_1    ; Do until 8 times
                SETB    SDA             ; Set SDA
                ACALL   I2C_DELAY       ; Delay
                SETB    SCL             ; Set SCL
                ACALL   I2C_DELAY       ; Delay
                JB      SDA,I2C_DATA_WR_2   ; Check Acknowledge from Slave
                CLR     I2C_ACK         ; Clear ACK. bit
I2C_DATA_WR_2:  CLR     SCL             ; Clear SCL
                POP     ACC             ; Pop ACC.
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
1043:                   RET                         ; Return
1044: ;-------------------------------------------------------------------------
      ---
1045: ; I2C Data Read
1046: ; O/P:       I2C_DATA
1047: ; Reserve:   R5
1048: ;-------------------------------------------------------------------------
      ---
1049: I2C_DATA_RD:      PUSH    ACC                 ; Push ACC.
1050:                   CLR     A                   ; Clear ACC.
1051:                   MOV     R5,#008             ; Set loop 8 times
1052: I2C_DATA_RD_1:    ACALL   I2C_DELAY           ; Delay
1053:                   SETB    SCL                 ; Set SCL
1054:                   ACALL   I2C_DELAY           ; Delay
1055:                   MOV     C,SDA               ; Get SDA to Carry Flag
1056:                   RLC     A                   ; Rotate ACC. to Left with Carry
1057:                   CLR     SCL                 ; Clear SCL
1058:                   DJNZ    R5,I2C_DATA_RD_1; Do until 8 times
1059:                   MOV     I2C_DATA,A          ; Move Data to I2C_DATA
1060:                   POP     ACC                 ; Pop ACC.
1061:                   RET                         ; Return
1062: ;-------------------------------------------------------------------------
      ---
1063: ; I2C Slave Connect
1064: ; I/P:       I2C_ADDR
1065: ; O/P Flag:  I2C_ACK
1066: ; Reserve:   R5
1067: ;-------------------------------------------------------------------------
      ---
1068: I2C_SLAVE:        PUSH    ACC                 ; Push ACC.
1069:                   SETB    I2C_ACK             ; Set ACK. bit
1070:                   MOV     A,I2C_ADDR          ; Get Slave Address
1071:                   ACALL   I2C_START           ; Send Start Condition
1072:                   MOV     R5,#008             ; Set loop 8 times
1073: I2C_SLAVE_1:      RLC     A                   ; Rotate ACC. to Left with Carry
1074:                   MOV     SDA,C               ; Move Carry Flag to SDA
1075:                   ACALL   I2C_CLK             ; Pulse I2C Clock
1076:                   DJNZ    R5,I2C_SLAVE_1  ; Do until 8 times
1077:
1078:                   SETB    SDA                 ; Set SDA
1079:                   ACALL   I2C_DELAY           ; Delay
1080:                   SETB    SCL                 ; Set SCL
1081:                   ACALL   I2C_DELAY           ; Delay
1082:                   JB      SDA,I2C_SLAVE_2 ; Check Acknowledge from Slave
1083:                   CLR     I2C_ACK             ; Clear ACK.
1084: I2C_SLAVE_2:      CLR     SCL                 ; Clear SCL
1085:                   POP     ACC                 ; Pop ACC.
1086:                   RET                         ; Return
1087: ;-------------------------------------------------------------------------
      ---
1088: ; I2C Start Condition
1089: ;-------------------------------------------------------------------------
      ---
1090: I2C_START:        JNB     SCL,I2C_START_1 ; Check current SCL set?
1091:                   CLR     SCL                 ; Clear SCL
1092:
1093: I2C_START_1:      SETB    SDA                 ; Set SDA
1094:                   SETB    SCL                 ; Set SCL
1095:
1096:                   ACALL   I2C_DELAY           ; Delay
1097:                   CLR     SDA                 ; Clear SDA during SCL set
1098:                   ACALL   I2C_DELAY           ; Delay
1099:                   CLR     SCL                 ; Clear SCL
1100:                   RET                         ; Return
1101: ;-------------------------------------------------------------------------
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
1101: ---
1102: ; I2C Stop Condition
1103: ;-------------------------------------------------------------------------
      ---
1104: I2C_STOP:       JNB     SCL,I2C_STOP_1  ; Check current SCL set?
1105:                 CLR     SCL             ; Clear SCL
1106:
1107: I2C_STOP_1:     CLR     SDA             ; Clear SDA
1108:                 ACALL   I2C_DELAY       ; Delay
1109:                 SETB    SCL             ; Set SCL
1110:                 ACALL   I2C_DELAY       ; Delay
1111:                 SETB    SDA             ; Set SDA during SCL set
1112:                 RET                     ; Return
1113: ;-------------------------------------------------------------------------
      ---
1114: ; I2C Clock
1115: ;-------------------------------------------------------------------------
      ---
1116: I2C_CLK:        ACALL   I2C_DELAY       ; Pulse SCL
1117:                 SETB    SCL             ;
1118:                 ACALL   I2C_DELAY       ;
1119:                 CLR     SCL             ;
1120:                 RET                     ; Return
1121: ;-------------------------------------------------------------------------
      ---
1122: ; I2C Acknowledge
1123: ;-------------------------------------------------------------------------
      ---
1124: I2C_ACK_BIT:    CLR     SDA             ; Clear SDA
1125:                 ACALL   I2C_DELAY       ; Delay
1126:                 ACALL   I2C_CLK         ; Pulse I2C Clock
1127:                 SETB    SDA
1128:                 RET                     ; Return
1129: ;-------------------------------------------------------------------------
      ---
1130: ; I2C Not Acknowledge
1131: ;-------------------------------------------------------------------------
      ---
1132: I2C_NACK_BIT:   SETB    SDA             ; Set SDA
1133:                 ACALL   I2C_DELAY       ; Delay
1134:                 ACALL   I2C_CLK         ; Pulse I2C Clock
1135:                 SETB    SCL
1136:                 RET                     ; Return
1137: ;-------------------------------------------------------------------------
      ---
1138: ; LCD Initialize
1139: ;-------------------------------------------------------------------------
      ---
1140: INIT_LCD:       ACALL   DELAY_100ms     ; Delay
1141:                 CLR     LCD_RS          ; Clear LCD_RS Pin
1142:
1143:                 MOV     P0,#00111000B   ; 8bit Mode
1144:                 ACALL   LCD_CLK         ; Pulse LCD Clock
1145:                 ACALL   DELAY_10ms      ; Delay
1146:
1147:                 MOV     P0,#00111000B   ; 8bit Mode
1148:                 ACALL   LCD_CLK         ; Pulse LCD Clock
1149:
1150:                 ACALL   LCD_OFF         ; Display Off
1151:
1152:                 ACALL   LCD_CLR         ; Clear Display
1153:
1154:                 MOV     P0,#00000110B   ; Entry Mode
1155:                 ACALL   LCD_CLK         ; Pulse LCD Clock
1156:
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
1157:                   ACALL   LCD_HOME         ; Return Home Display
1158: ;-------------------------------------------------------------------------
      ---
1159: ; LCD Clear Display
1160: ;-------------------------------------------------------------------------
      ---
1161: LCD_CLR:          CLR     LCD_RS          ; Clear LCD_RS Pin
1162:                   MOV     P0,#00000001B   ; Display Clear
1163:                   ACALL   LCD_CLK         ; Pulse LCD Clock
1164:                   RET
1165: ;-------------------------------------------------------------------------
      ---
1166: ; LCD Return Home
1167: ;-------------------------------------------------------------------------
      ---
1168: LCD_HOME:         CLR     LCD_RS          ; Clear LCD_RS Pin
1169:                   MOV     P0,#00000010B   ; Return Home
1170:                   ACALL   LCD_CLK         ; Pulse LCD Clock
1171:                   RET
1172: ;-------------------------------------------------------------------------
      ---
1173: ; LCD Display Off
1174: ;-------------------------------------------------------------------------
      ---
1175: LCD_OFF:          CLR     LCD_RS          ; Clear LCD_RS Pin
1176:                   MOV     P0,#00001000B   ; Display Off
1177:                   ACALL   LCD_CLK         ; Pulse LCD Clock
1178:                   RET
1179: ;-------------------------------------------------------------------------
      ---
1180: ; LCD Clk
1181: ;-------------------------------------------------------------------------
      ---
1182: LCD_CLK:          SETB    LCD_EN          ; Pulse Clock to LCD_EN
1183:                   ACALL   LCD_DELAY
1184:                   CLR     LCD_EN
1185:                   ACALL   LCD_DELAY
1186:                   RET
1187: ;-------------------------------------------------------------------------
      ---
1188: ; LCD Display On
1189: ;-------------------------------------------------------------------------
      ---
1190: LCD_ON:           CLR     LCD_RS          ; Clear LCD_RS Pin
1191:                   MOV     P0,#00001100B   ; Display On
1192:                   ACALL   LCD_CLK
1193:                   RET
1194: ;-------------------------------------------------------------------------
      ---
1195: ; Set LCD Address
1196: ; I/P:       LCD_ADDR
1197: ;-------------------------------------------------------------------------
      ---
1198: SET_ADDR_LCD:    CLR     LCD_RS          ; Clear LCD_RS Pin
1199:                   MOV     A,LCD_ADDR      ; Move LCD_ADDR to ACC.
1200:                   SETB    ACC.7           ; Set bit ACC.7
1201:                   MOV     P0,A            ; Move to DATABUS
1202:                   ACALL   LCD_CLK         ; Pulse LCD Clock
1203:                   RET
1204: ;-------------------------------------------------------------------------
      ---
1205: ; Write Character to show LCD
1206: ; I/P:       LCD_DATA
1207: ;-------------------------------------------------------------------------
      ---
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
1208: WRCHAR_LCD:       SETB    LCD_RS          ; Set LCD_RS Pin
1209:                   MOV     P0,LCD_DATA     ; Move LCD_DATA to DATABUS
1210:                   ACALL   LCD_CLK         ; Pulse LCD Clock
1211:                   ACALL   LCD_ON          ; Display On
1212:                   RET
1213: ;-------------------------------------------------------------------------
      ---
1214: ; Write Line of 16 Character from ROM
1215: ; I/P:      DPTR : Locate ROM Address
1216: ;-------------------------------------------------------------------------
      ---
1217: WRLINE_LCD:       MOV     R0,#0           ; Clear loop counter
1218: WRLINE_LCD_1:     SETB    LCD_RS          ; Set LCD_RS Pin
1219:                   CLR     A               ; Clear ACC.
1220:                   MOVC    A,@A+DPTR       ; Move data from @DPTR to ACC.
1221:                   MOV     P0,A            ; Move ACC. to DATABUS
1222:                   ACALL   LCD_CLK         ; Pulse LCD Clock
1223:                   INC     DPTR            ; Increase Pointer
1224:                   INC     R0              ; Increase loop counter
1225:                   CJNE    R0,#16,WRLINE_LCD_1 ; Do until 16 times
1226:                   ACALL   LCD_ON          ; Display On
1227:                   RET
1228: ;-------------------------------------------------------------------------
      ---
1229: ; Dummy Delay time I2C_DELAY, 100m
1230: ;-------------------------------------------------------------------------
      ---
1231: I2C_DELAY:        MOV     R6,#00CH        ; Each loop = 50 us
1232: I2C_DELAY_1:      NOP
1233:                   NOP
1234:                   DJNZ    R6,I2C_DELAY_1
1235:                   RET
1236:
1237: LCD_DELAY:        MOV 7,#002 ; DO 2 TIMES
1238: LCD_DELAY_1:      MOV 6,#0E6H
1239: LCD_DELAY_2:      NOP
1240:                   NOP
1241:                   DJNZ R6,LCD_DELAY_2
1242:                   DJNZ R7,LCD_DELAY_1
1243:                   RET
1244:
1245: DELAY_10ms:       MOV 7,#010 ; DO 10 TIMES
1246: DELAY_10ms_1:     MOV 6,#0E6H
1247: DELAY_10ms_2:     NOP
1248:                   NOP
1249:                   DJNZ R6,DELAY_10ms_2
1250:                   DJNZ R7,DELAY_10ms_1
1251:                   RET
1252:
1253:
1254: DELAY_100ms:      MOV     R7,#100         ; Do 100 times
1255: DELAY_100ms_1:    MOV     R6,#0E6H        ; Each loop = 1 ms
1256: DELAY_100ms_2:    NOP
1257:                   NOP
1258:                   DJNZ    R6,DELAY_100ms_2
1259:                   DJNZ    R7,DELAY_100ms_1
1260:                   RET
1261:
1262: DELAY_1s:         MOV 5,#100 ; DO 100 TIMES
1263: DELAY_1s_1:       ACALL DELAY_10ms
1264:                   DJNZ R5,DELAY_1s_1
1265:                   RET
1266: ;-------------------------------------------------------------------------
      --- เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
1267: ;RESET ROM FOR RECEIVE NUMBER
```

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
1268: ;-------------------------------------------------------------------
      ---
1269: RESETROM_REC:
1270: RESET_NUMREC4:  MOV          READ_ADDR,#31H
1271:                 MOV          WRITE_ADDR,#41H
1272:                 MOV          R0,#9
1273:                 ACALL        RESET_NUM_REC
1274:
1275: RESET_NUMREC3:  MOV          READ_ADDR,#21H
1276:                 MOV          WRITE_ADDR,#31H
1277:                 MOV          R0,#9
1278:                 ACALL        RESET_NUM_REC
1279:
1280: RESET_NUMREC2:  MOV          READ_ADDR,#11H
1281:                 MOV          WRITE_ADDR,#21H
1282:                 MOV          R0,#9
1283:                 ACALL        RESET_NUM_REC
1284:
1285: RESET_NUMREC1:  MOV          READ_ADDR,#01H
1286:                 MOV          WRITE_ADDR,#11H
1287:                 MOV          R0,#9
1288:                 ACALL        RESET_NUM_REC
1289:                 RET
1290:
1291: RESET_NUM_REC:  ACALL        PCF8574_RD_REC
1292:                 ACALL        DELAY_10ms
1293:                 ACALL        PCF8574_WR_REC
1294:                 LCALL        DELAY_10ms
1295:                 INC          READ_ADDR
1296:                 INC          WRITE_ADDR
1297:                 DJNZ         R0,RESET_NUM_REC
1298:                 RET
1299: ;-------------------------------------------------------------------
      ---
1300: ;RESET ROM FOR  MISS NUMBER
1301: ;-------------------------------------------------------------------
      --
1302: RESETROM_MISS:
1303: RESET_NUMMISS4: MOV          READ_ADDR,#1CH
1304:                 MOV          WRITE_ADDR,#25H
1305:                 MOV          R0,#9
1306:                 LCALL        RESET_NUM_MISS
1307:
1308: RESET_NUMMISS3: MOV          READ_ADDR,#13H
1309:                 MOV          WRITE_ADDR,#1CH
1310:                 MOV          R0,#9
1311:                 LCALL        RESET_NUM_MISS
1312:
1313: RESET_NUMMISS2: MOV          READ_ADDR,#0AH
1314:                 MOV          WRITE_ADDR,#13H
1315:                 MOV          R0,#9
1316:                 LCALL        RESET_NUM_MISS
1317:
1318: RESET_NUMMISS1: MOV          READ_ADDR,#01H
1319:                 MOV          WRITE_ADDR,#0AH
1320:                 MOV          R0,#9
1321:                 LCALL        RESET_NUM_MISS
1322:

1323:                 RET
1324:
1325: RESET_NUM_MISS: LCALL        PCF8574_RD_MISS
1326:                 LCALL        DELAY_10ms
1327:                 LCALL        PCF8574_WR_MISS
1328:                 LCALL        DELAY_10ms
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
1329:                   INC         READ_ADDR
1330:                   INC         WRITE_ADDR
1331:                   DJNZ        R0,RESET_NUM_MISS
1332:                   RET
1333: ;-------------------------------------------------------------------------
      ---
1334: ;RESET ROM FOR DIAL NUMBER
1335: ;-------------------------------------------------------------------------
      ---
1336: RESETROM_DIAL:
1337: RESET_NUMDIAL4:  MOV         READ_ADDR,#4CH
1338:                   MOV         WRITE_ADDR,#55H
1339:                   MOV         R0,#9
1340:                   LCALL       RESET_NUM_DIAL
1341:
1342: RESET_NUMDIAL3:  MOV         READ_ADDR,#43H
1343:                   MOV         WRITE_ADDR,#4CH
1344:                   MOV         R0,#9
1345:                   LCALL       RESET_NUM_DIAL
1346:
1347: RESET_NUMDIAL2:  MOV         READ_ADDR,#3AH
1348:                   MOV         WRITE_ADDR,#43H
1349:                   MOV         R0,#9
1350:                   LCALL       RESET_NUM_DIAL
1351:
1352: RESET_NUMDIAL1:  MOV         READ_ADDR,#31H
1353:                   MOV         WRITE_ADDR,#3AH
1354:                   MOV         R0,#9
1355:                   LCALL       RESET_NUM_DIAL
1356:
1357:                   RET
1358:
1359: RESET_NUM_DIAL:  LCALL       PCF8574_RD_MISS
1360:                   LCALL       DELAY_10ms
1361:                   LCALL       PCF8574_WR_MISS
1362:                   LCALL       DELAY_10ms
1363:                   INC         READ_ADDR
1364:                   INC         WRITE_ADDR
1365:                   DJNZ        R0,RESET_NUM_DIAL
1366:                   RET
1367:
1368: ;-------------------------------------------------------------------------
      ---
1369: ;Define Constant < Store in Flash EEPROM Program Memory >
1370: ;-------------------------------------------------------------------------
      ---
1371: ;                          0123456789ABCDEF
1372: TITLE_1:          DB      '    STANDBY     '
1373: TITLE_2:          DB      '..PRESS ENTER.. '
1374:
1375: TITLE_3:          DB      '      MENU      '
1376: TITLE_4:          DB      '1.DIAL CALLS    '
1377:
1378: TITLE_5:          DB      '2.MISS  CALL    '
1379: TITLE_6:          DB      '3.RECEIVE CALL  '
1380:
1381: TITLE_7:          DB      '4.RING TONE     '
1382: TITLE_8:          DB      '5.EXIT          '
1383:
1384: TITLE_9:          DB      '  RING NUMBER   '
1385: TITLE_10:         DB      ' SETUP NUM:RING '
1386:
1387: TITLE_11:         DB      '  SET COMPLETE  '
1388: TITLE_12:         DB      ' INCOMING CALL  '
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
1389:
1390: TITLE_13:       DB      '   RECEIVING    '
1391: TITLE_14:       DB      ' MISS  RECEIVE  '
1392:
1393: TITLE_15:       DB      '  DIAL NUMBER   '
1394: TITLE_16:       DB      '     EXIT       '
1395:
1396: TITLE_17:       DB      '  MISS NUMBER   '
1397: TITLE_18:       DB      ' RECEIVE NUMBER '
1398:
1399: TITLE_19:       DB      '  PRESS NUMBER  '
1400: TITLE_20:       DB      '    CONNECT     '
1401: END
1402:
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MC14LC5447

Product Preview

Calling Line Identification (CLID) Receiver with Ring Detector

The MC14LC5447 is a silicon gate HCMOS IC designed to demodulate Bell 202 and V.23 1200–baud FSK asynchronous data. The primary application for this device is in products that will be used to receive and display the calling number, or message waiting indicator sent to subscribers from participating central office facilities of the public switched network. The device also contains a carrier detect circuit and ring detector which may be used to power up the device.

Applications for this device include adjunct boxes, answering machines, feature phones, fax machines, and computer interface products.

The MC14LC5447 offers the following performance features.

- Ring Detector On–Chip
- Ring Detect Output for MCU Interrupt
- Power–Down Mode, Less than 1 µA
- Single Supply: + 3.5 to + 6.0 V
- Pin Selectable Clock Frequencies: 3.68 MHz, 3.58 MHz, or 455 kHz
- Two Stage Power–Up for Power Management Control
- Demodulates Bell 202 and V.23

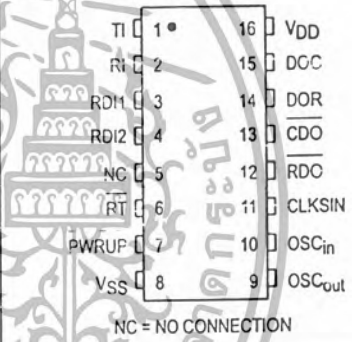
P SUFFIX
PLASTIC DIP
CASE 648

DW SUFFIX
SOG PACKAGE
CASE 751G

ORDERING INFORMATION

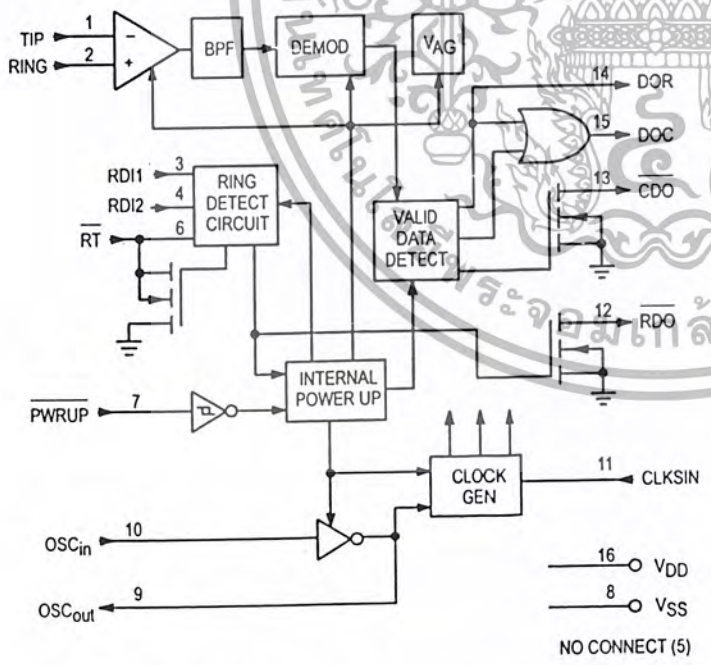
MC14LC5447P	Plastic DIP
MC14LC5447DW	SOG Package

PIN ASSIGNMENT



NC = NO CONNECTION

BLOCK DIAGRAM



This document contains information on a product under development. Motorola reserves the right to change or discontinue this product without notice.

REV 0
7/96

MOTOROLA

© Motorola, Inc. 1996

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

(Voltages referenced to GND, except where noted)

Rating	Symbol	Value	Unit
DC Supply Voltage	V_{DD}	– 0.5 to + 6.0	V
Input Voltage, All Pins	V_{in}	– 0.5 to V_{DD} + 0.5	V
DC Current Drain Per Pin	I	± 10	mA
Power Dissipation	P_D	20	mW
Operating Temperature Range	T_A	0 to + 70	°C
Storage Temperature Range	T_{stg}	– 40 to + 150	°C

This device contains circuitry to protect the inputs against damage due to high static voltages or electric fields. However, it is advised that normal precautions be taken to avoid applications of any voltage higher than maximum rated voltages to this high impedance circuit. For proper operation it is recommended that V_{in} and V_{out} be constrained to the range $V_{SS} \le (V_{in}$ or $V_{out}) \le V_{DD}$.

Reliability of operation is enhanced if unused inputs are tied to an appropriate logic voltage level (e.g., either V_{SS} or V_{DD}).

ELECTRICAL CHARACTERISTICS

(All polarities referenced to V_{SS} = 0 V, V_{DD} = + 5 V ± 10%, unless otherwise noted, T_A = 0 to + 70°C)

Parameter	Symbol	Min	Typ	Max	Unit
DC Supply Voltage	V_{DD}	3.5	5	6	V
Supply Current (All Output Pins Unloaded) (See Figure 1) RT = 0, PWRUP = 1, XTAL = 3.58 MHz	I_{DD}	—	2.4	3	mA
Supply Current (All Output Pins Unloaded) (See Figure 1) PWRUP = 0, RT = Don't Care, XTAL = 3.58 MHz	I_{DD}	—	4.0	5.5	mA
Standby Current (All Output Pins Unloaded) (See Figure 1) RT = 1, PWRUP = 1	I_{STBY}	—	—	1	µA
Input Voltage 0 Level (CLKSIN, OSC_{in})	V_{IL}	—	—	V_{DD} x 0.3	V
Input Voltage 1 Level (CLKSIN, OSC_{in})	V_{IH}	V_{DD} x 0.7	—	—	V
Output Voltage High: V_{DD} = 5 V (DOR, DOC, OSC_{out}) I_{OH} = 40 µA $I_{OH} \le 1$ µA	V_{OH}	2.4 4.95	—	—	V
Output Voltage Low: V_{DD} = 5 V (DOR, DOC, OSC_{out}) I_{OL} = 1.6 mA $I_{OL} \le 1$ µA	V_{OL}	—	—	0.4 0.05	V
Input Leakage Current (OSC_{in}, CLKSIN, PWRUP, RT, RDI1, and RDI2)	I_{in}	—	—	±1	µA
Output Voltage Low: V_{DD} = 5 V (RDO, RT, CDO) I_{OL} = 2.0 mA	V_{OL}	—	—	0.4	V
Input Threshold Voltage Positive Going: V_{DD} = 5 V (RDI1, RT, PWRUP) (See Figure 3)	V_{T+}	2.5	2.75	3.0	V
Input Threshold Voltage Negative Going: V_{DD} = 5 V (RDI1, RT, PWRUP) (See Figure 3)	V_{T-}	2.0	2.3	2.6	V
RDI2 Threshold	$R_{D2}V_T$	1.0	1.1	1.2	V
TIP/RING Input dc Resistance	R_{in}	—	250	—	kΩ

ANALOG CHARACTERISTICS (V_{DD} = + 5 V, T_A = + 25°C, unless otherwise noted, 0 dBm = 0.7746 Vrms @ 600 Ω)

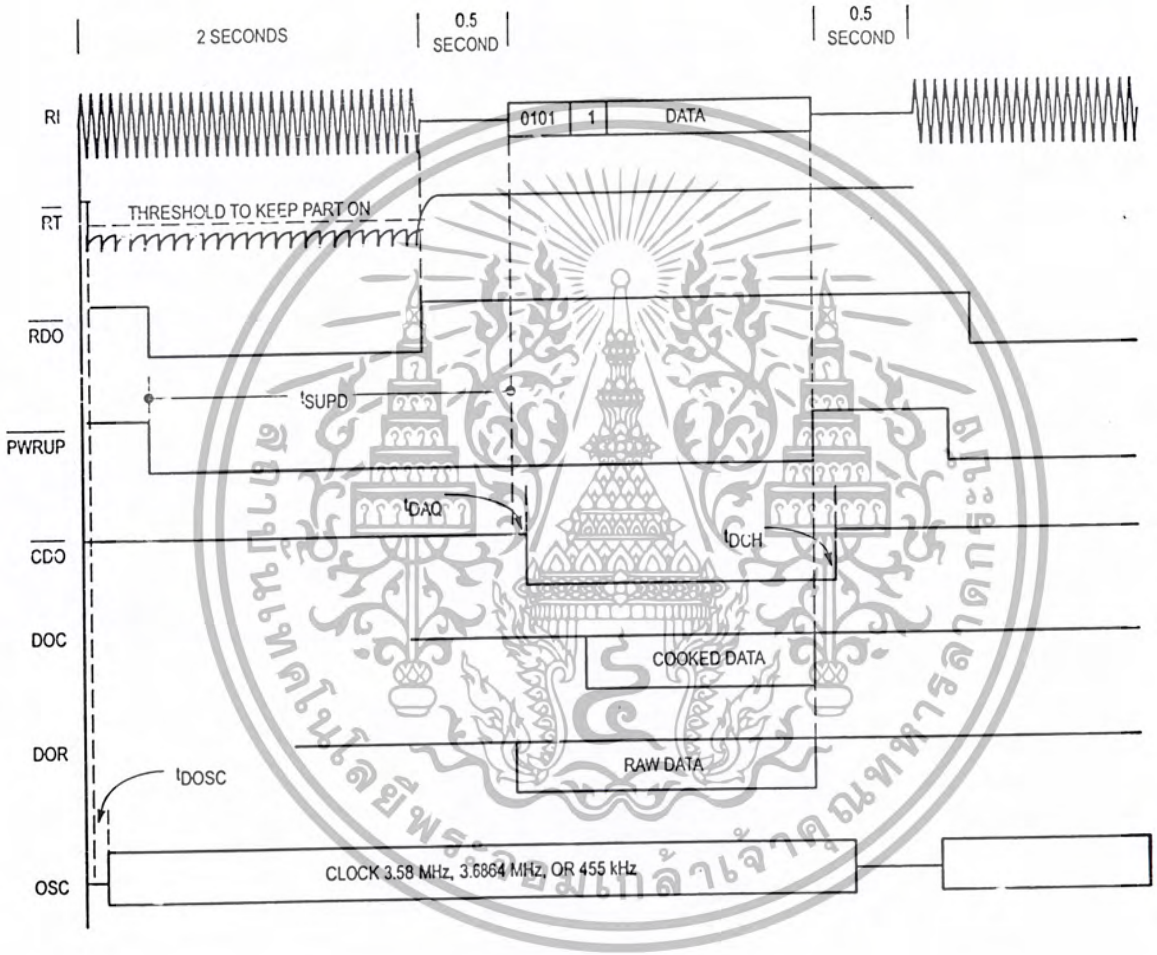
Characteristic		Min	Typ	Max	Unit
Input Sensitivity: TIP and RING (Pins 1 and 2, V_{DD} = + 5 V)		– 40	– 45	—	dBm
Band–Pass Filter (BPF) Frequency Response (Relative to 1700 Hz @ 0 dBm)	60 Hz	—	– 64	—	dB
	500 Hz	—	– 4	—	
	2700 Hz	—	– 3	—	
	≥ 3300 Hz	—	– 34	—	
Carrier Detect Sensitivity		—	– 48	—	dBm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

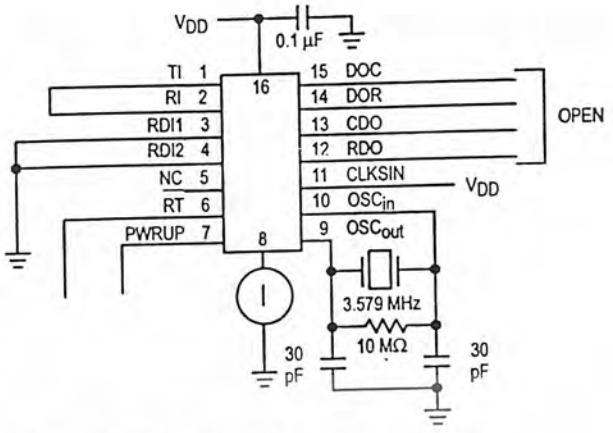
SWITCHING CHARACTERISTICS (V_{DD} = + 5 V, C_L = 50 pF, T_A = + 25°C)

Description	Symbol	Min	Typ	Max	Unit
OSC Startup (CLKSIN = 1; 3.579 MHz XTAL)	t_{DOSC}	—	2	—	ms
Power–Up Low to FSK (Setup Time)	t_{SUPD}	15	—	—	ms
Carrier Detect Acquisition Time	t_{DAQ}	—	14	—	ms
End of Data to Carrier Detect High	t_{DCH}	8	—	—	ms

TIMING DIAGRAM



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



$\overline{RT}$	$\overline{PWRUP}$	I_{DD}	OSC_{in}
1	1	1 µA MAX	DISABLE
0	1	2.4 mA TYP	ENABLE
X	0	6.2 mA TYP	ENABLE

Figure 1. I_{DD} Test Circuit

PIN DESCRIPTIONS

TI
Tip Input (Pin 1)

This input pin is normally connected to the tip side of the twisted pair. It is internally biased to 1/2 supply voltage when the device is in the power–up mode. This pin must be dc isolated from the line.

RI
Ring Input (Pin 2)

This input is normally connected to the ring side of the twisted pair. It is internally biased to 1/2 supply voltage when the device is in the power–up mode. This pin must be dc isolated from the line.

RDI1
Ring Detect Input 1 (Pin 3)

This input is normally coupled to one of the twisted pair wires through an attenuating network. It detects energy on the line and enables the oscillator and precision ring detection circuitry.

RDI2
Ring Detect Input 2 (Pin 4)

This input to the precision ring detection circuit is normally coupled to one of the twisted pair wires through an attenuating network. A valid ring signal as determined from this input sends the RDO (Pin 12) to a logic 0.

$\overline{RT}$
Ring Time (Pin 6)

An RC network may be connected to this pin. The RC time constant is chosen to hold this pin voltage below 2.2 V between the peaks of the ringing signal. RT is an internal power–up control and activates only the circuitry necessary to determine if the incoming ring is valid.

$\overline{PWRUP}$
Power Up (Pin 7)

A logic 0 on the PWRUP input causes the device to be in the active mode ready to demodulate incoming data. A logic 1 on this pin causes the device to be in the standby mode, if the RT input pin is at a logic 1. This pin may be controlled by RDO and CDO for auto power–up operation. For other applications, this pin may be controlled externally.

VSS
Ground (Pin 8)

Ground return pin is typically connected to the system ground.

OSC_{out}
Oscillator Output (Pin 9)

This pin will have either a crystal or a ceramic resonator tied to it with the other end connected to OSC_{in}.

OSC_{in}
Oscillator Input (Pin 10)

This pin will have either a crystal or a ceramic resonator tied to it with the other end connected to OSC_{out}. OSC_{in} may also be driven directly from an appropriate external source.

CLKSIN
Clock Select Input (Pin 11)

A logic 1 on this input configures the device to accept either a 3.579 MHz or 3.6864 MHz crystal. A logic 0 on this pin configures the part to operate with a 455 kHz resonator.

For crystal and resonator specifications see Table 1.

$\overline{RDO}$
Ring Detect Out (Pin 12)

This open–drain output goes low when a valid ringing signal is detected. RDO remains low as long as the ringing signal remains valid. This signal can be used for auto power–up, when connected to Pin 7.

$\overline{CDO}$
Carrier Detect Output (Pin 13)

When low, this open drain output indicates that a valid carrier is present on the line. CDO remains low as long as the carrier remains valid. An 8 ms hysteresis is built in to allow for a momentary drop out of the carrier. CDO may be used in the auto power–up configuration when connected to PWRUP.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DOR
Data Out Raw (Pin 14)

This pin presents the output of the demodulator whenever CDO is low. This data stream includes the alternate 1 and 0 pattern, and the 150 ms of marking, which precedes the data. At all other times, DOR is held high.

DOC
Data Out Cooked (Pin 15)

This output presents the output of the demodulator whenever CDO is low, and when an internal validation sequence has been successfully passed. The output does not include the alternate 1 and 0 pattern. At all other times, DOC is held high.

V_{DD}
Positive Power Supply (Pin 16)

The digital supply pin, which is connected to the positive side of the power supply.

APPLICATIONS INFORMATION

The MC14LC5447 has been designed to be one of the main functional blocks in products targeted for the CLASS (Custom Local Area Signaling Service) market. CLASS is a set of subscriber features now being presented to the consumer by the RBOCs (Regional Bell Operating Companies) and independent TELCCs. Among CLASS features, such as distinctive ringing and selective call forwarding, the subscriber will also have available a service known as Calling Number Delivery (CND) and message waiting. With these services, a subscriber will have the ability to display at a minimum, a message containing the phone number of the calling party, the date, and the time. A message containing only this information is known as a single format message, as shown in Figure 9. An extended message, known as multiple format message, can contain additional information as shown in Figure 10.

The interface should be arranged to allow simplex data transmission from the terminating central office, to the CPE (Customer Premises Equipment), only when the CPE is in an on–hook state. The data will be transmitted in the silent period between the first and second power ring after a voice path has been established.

The data signaling interface should conform to Bell 202, which is described as follows:

- Analog, phase coherent, frequency shift keying
- Logical 1 (Mark) = 1200 ± 12 Hz
- Logical 0 (Space) = 2200 ± 22 Hz
- Transmission rate = 1200 bps
- Application of data = serial, binary, asynchronous

The transmission level from the terminating C.O. will be – 13.5 dBm ± 1.0. The expected worst case attenuation through the loop is expected to be – 20 dB. The receiver therefore, should have a sensitivity of approximately – 34.5 dBm to handle the worst case installations.

Additional information on CLASS services can be obtained from:

BELLCORE CUSTOMER SVS.
1–800–521–2673
201–699–5800 FOREIGN CALLS
201–699–0936 FAX
The document number is: TA–NWT–000030
Title: "Voice Band Data Transmission Interface Generic Requirements"

Figure 7 is a conceptual design of how the MC14LC5447 can be implemented into a product which will retrieve the incoming message and convert it to EIA–232 levels for transmission to the serial port of a PC. With this message and appropriate software, the PC can be used to look up the name and any additional information associated with the caller that had been previously stored.

Figure 8 is a conceptual design of an adjunct unit in parallel with an existing phone. This arrangement gives the subscriber CND service without having to replace existing equipment.

Table 1. Oscillator Specifications

Clock Select Pin 11 = 1

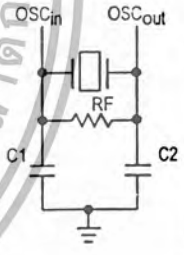
Crystal Mode	Parallel
Frequency	3.579 MHz or 3.6864 MHz
R_f	10 MΩ
C1 and C2	30 pF

Source:
Fox Electronics
5570 Enterprise Pkwy.
Ft. Myers, FL 33905
Tel. 813–693–0099

Clock Select Pin 11 = 0

Resonator	#CSB455J
Frequency	455 kHz ± 0.5%
R_f	1.0 MΩ
C1 and C2	100 pF

Source:
Murata Manufacturing Co. Ltd.
2200 Lake Park Dr.
Smyrna, GA 30080
Tel. 404–436–1300



NOTE: Motorola cannot recommend one supplier over another and in no way suggests that this is a complete listing.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DESIGN INFORMATION

The circuit in Figure 2 illustrates in greater detail the relationship between Pins 3, 4, 6, and 7.

The external component values shown in Figure 2 are the same as those shown in Figures 7 and 8. When V_{DD} is applied to the circuit in these two figures, the RC network will charge cap C1 to V_{DD} holding RT (Pin 6) off. If the PWRUP (Pin 7) is also held at V_{DD}, the MC14LC5447 will be in a power–down mode, and will consume 1 µA of supply current (max).

The resistor network (R2 – R4) attenuates the incoming power ring applied to the top of R2. The values given have been chosen to provide a sufficient voltage at RDI1 (Pin 3) to turn on the Schmitt–trigger input with approximately a 40 Vrms or greater power ring input from tip and ring. When V_{T+} of the Schmitt is exceeded, Q1 will be driven to saturation discharging cap C1 on RT. This will initialize a partial power–up, with only the portions of the part involved with the ring signal analysis enabled, including RDI2 (Pin 4). At this time the MC14LC5447 power consumption is increased to approximately 2.4 mA (typ).

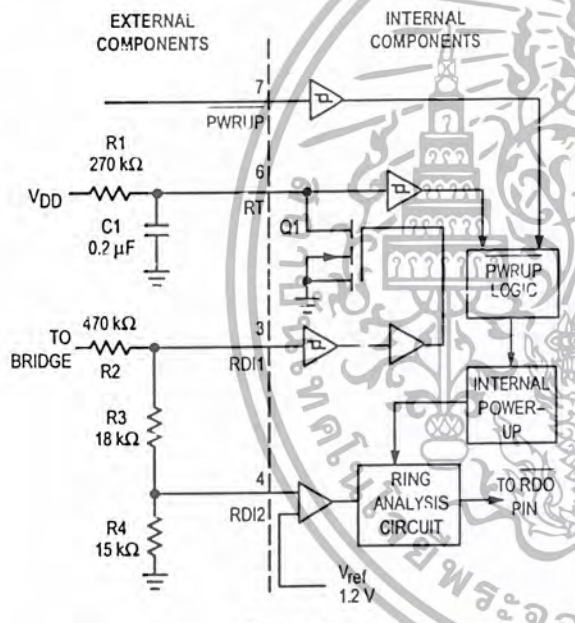


Figure 2.

The value of R1 and C1 must be chosen to hold the RT pin voltage below the V_{T+} of the RT Schmitt between the individual cycles of the power ring. The values shown will work for ring frequencies of 15.3 Hz (min).

With RDI2 now enabled, a portion of the power ring above 1.2 V is fed to the ring analysis circuit. This circuit is a digital integrator which looks at the duty cycle of the incoming signal. When the input to RDI2 is above 1.2 V, the integrator is counting up at an 800 Hz rate. When the input to RDI2 falls below 1.2 V, the integrator counts down at a 400 Hz rate.

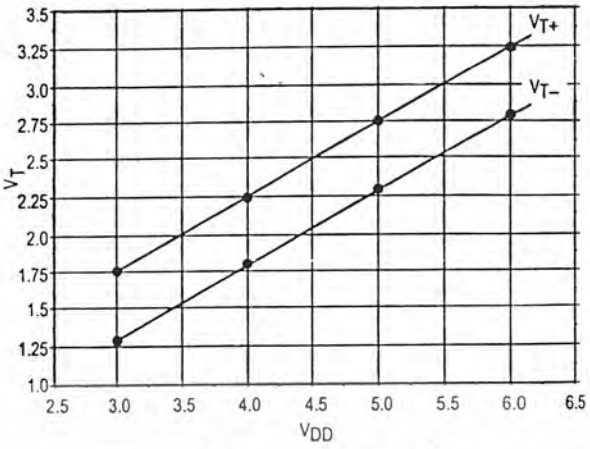


Figure 3. V_{DD} versus V_{T+} and V_{T-}

A ring is qualified when an internal count of binary 48 is reached. The ring is disqualified when the count drops to a binary 32. The number of ring cycles required to qualify the signal will depend on the amplitude of the voltage presented to RDI2. The shortest amount of time needed to do the qualification is approximately 60 ms. The shortest amount of time required for dequalification will be approximately 40 ms.

Once the ring signal is qualified, the RDO pin will be sent low. This can be fed back to PWRUP as shown in Figure 7, or with a pull–up resistor, can be used as an interrupt to an MCU as shown in Figure 8. In either case, once the PWRUP pin is below V_{T-}, the part will be fully powered up, and ready to receive FSK. During this mode, the device current will increase to approximately 6.2 mA (typ). The state of the RT pin is now a "don't care" as far as the part is concerned. Normally, however, this pin will be allowed to return to V_{DD}.

After the FSK message has been received, the PWRUP pin can be allowed to return to V_{DD} and the part will return to the standby mode, consuming less than 1 µA of supply current. The part is now ready to repeat the same sequence for the next incoming message.

TYPICAL DEMODULATOR PERFORMANCE

The following describes the performance of the MC14LC5447 demodulator in the presence of noise over a simulated Bell 3002 telephone loop.

The Bell 3002 loop represents a worst case local telephone loop in North America. The characteristics of this loop, which affect performance, are high frequency attenuation and Envelope Delay Distortion (EDD) or group delay.

The minimum receiver sensitivity of the MC14LC5447 under these conditions is typically – 45 dBm.

The MC14LC5447 achieves a Bit Error Rate (BER) of 1×10^{-5} at a Signal–to–Noise Ratio (SNR) of 15 dB in V.23 operation and at an SNR of 18 dB in Bell 202 operation (see Figures 4 and 5).

All measurements in dBm are referenced to 600 Ω: 0 dBm = 0.7746 Vrms.

All measurements were taken using the MC145460EVK evaluation board.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Electronic file not available for this figure. To view the complete document, order it from the Literature Center.

Figure 4. MC14LC5447 V.23 Operation (Typical BER vs SNR)

Electronic file not available for this figure. To view the complete document, order it from the Literature Center.

Figure 5. MC14LC5447 Bell 202 Operation (Typical BER vs SNR)

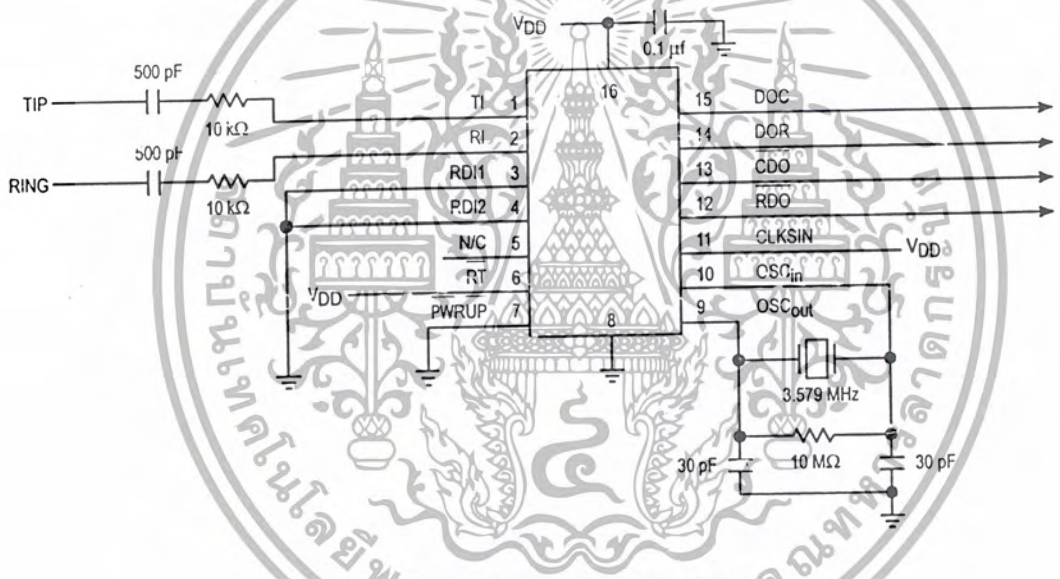
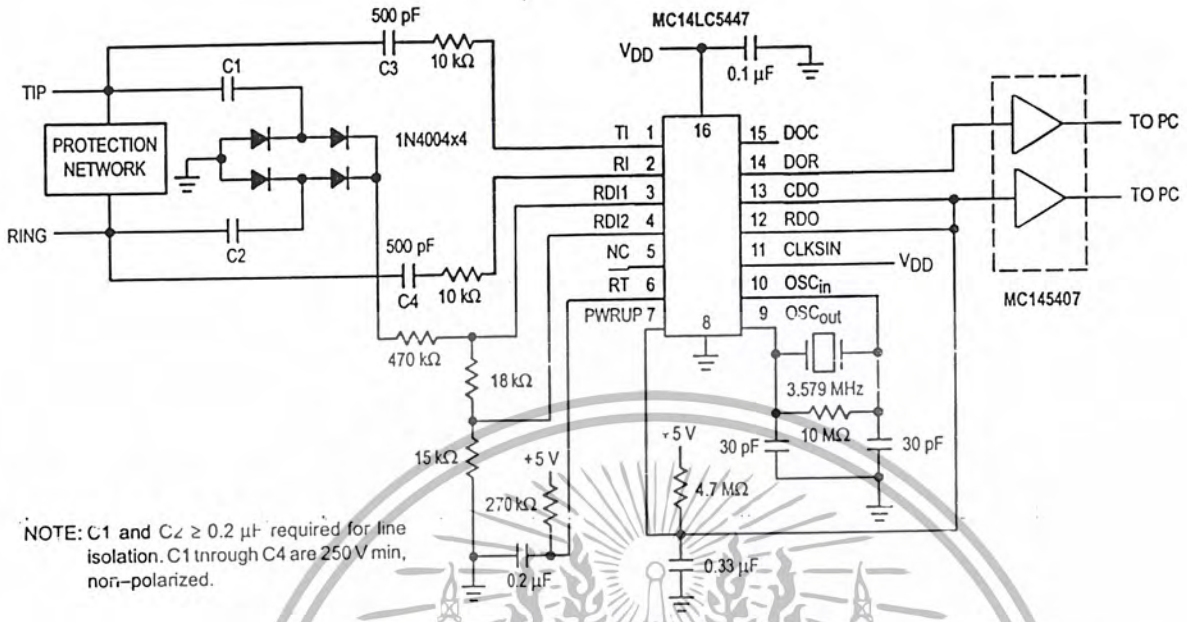


Figure 6. Full–Time Power without Ring Detect

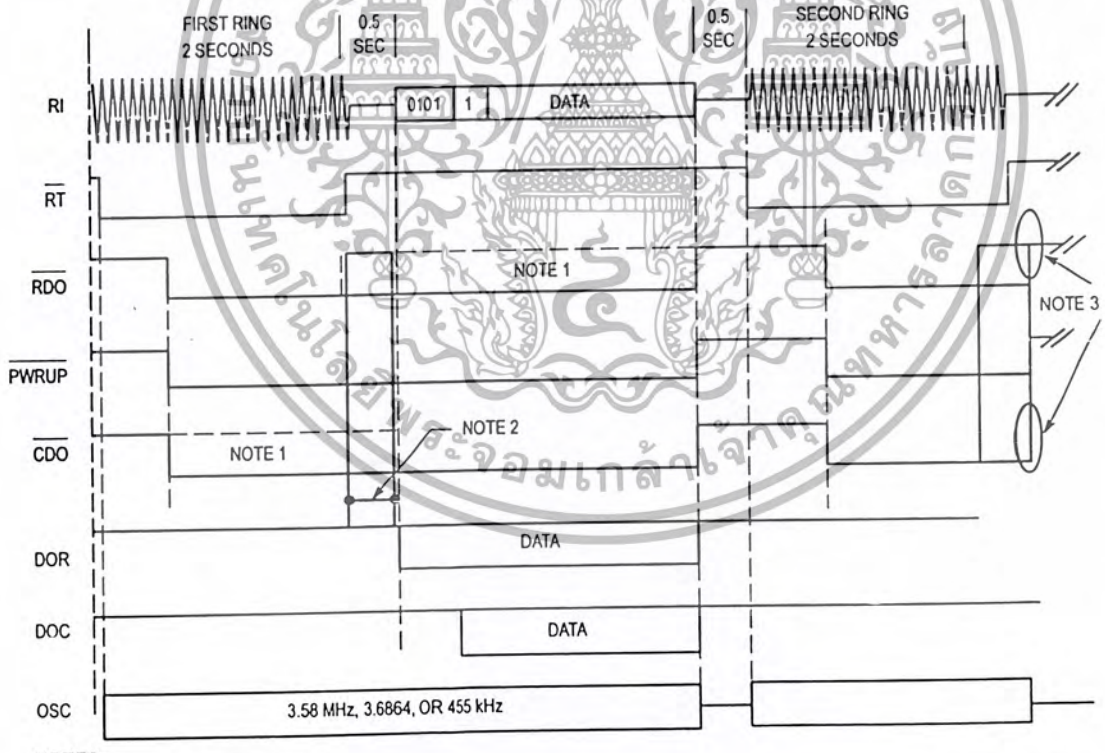
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

APPLICATION CIRCUIT



NOTE: C1 and C2 ≥ 0.2 µF required for line isolation. C1 through C4 are 250 V min, non-polarized.

Figure 7. Partial Implementation of PC Interface to Tip and Ring



NOTES:
1. Wired 'OR' RDO with CDO.
2. Overlap of RDO edge with CDO edge to ensure part stays in PWRUP determined by RC time constant on RDO, PWRUP, and CDO pin.
3. Part reverts to PWR ON, on rising edge of RDO since there is no CDO.

Timing Diagram for Figure 7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

APPLICATION CIRCUIT

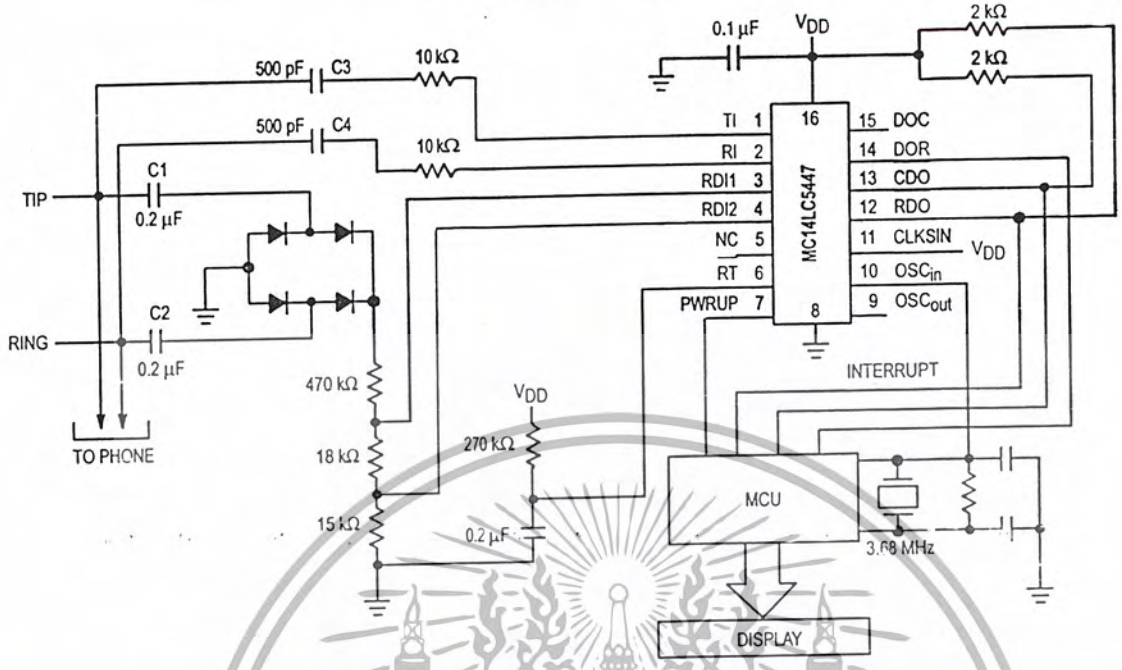
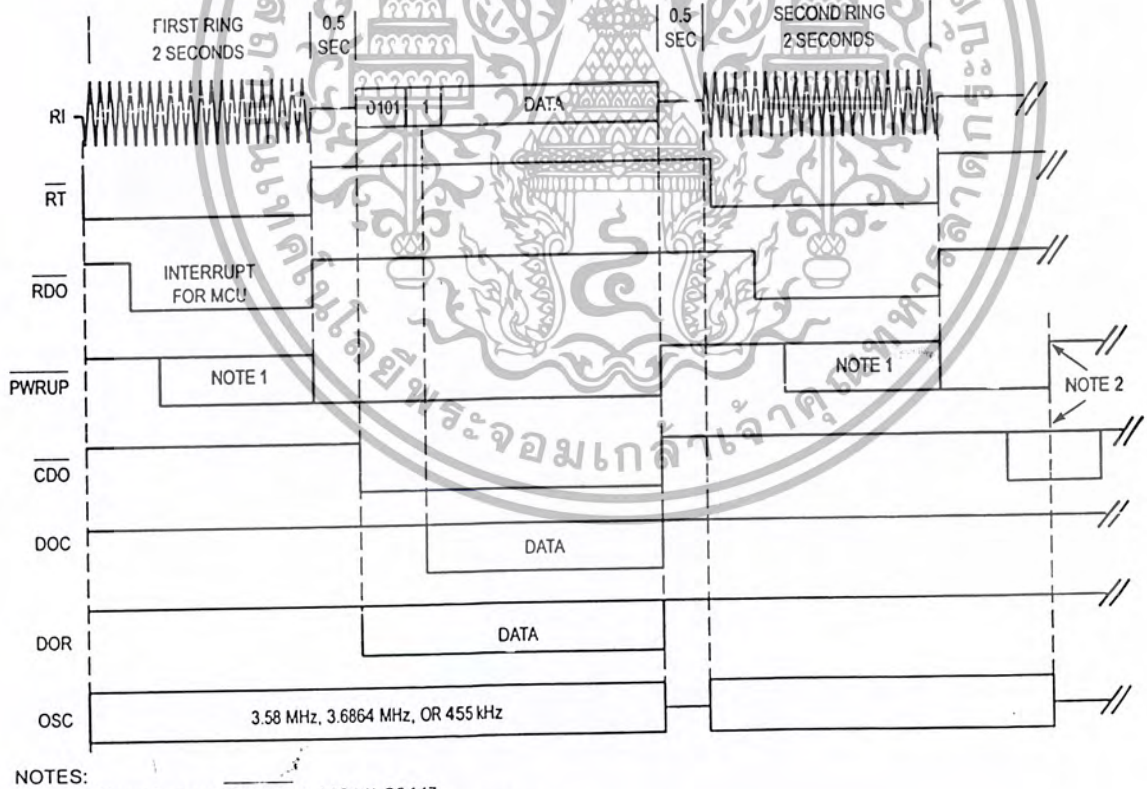


Figure 8. Adjunct Box Concept for Calling Number Display



NOTES:
1. MCU must assert PWRUP to MC14LC5447.
2. No data detected, MCU powers down the MC14LC5447.

Timing Diagram for Figure 8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

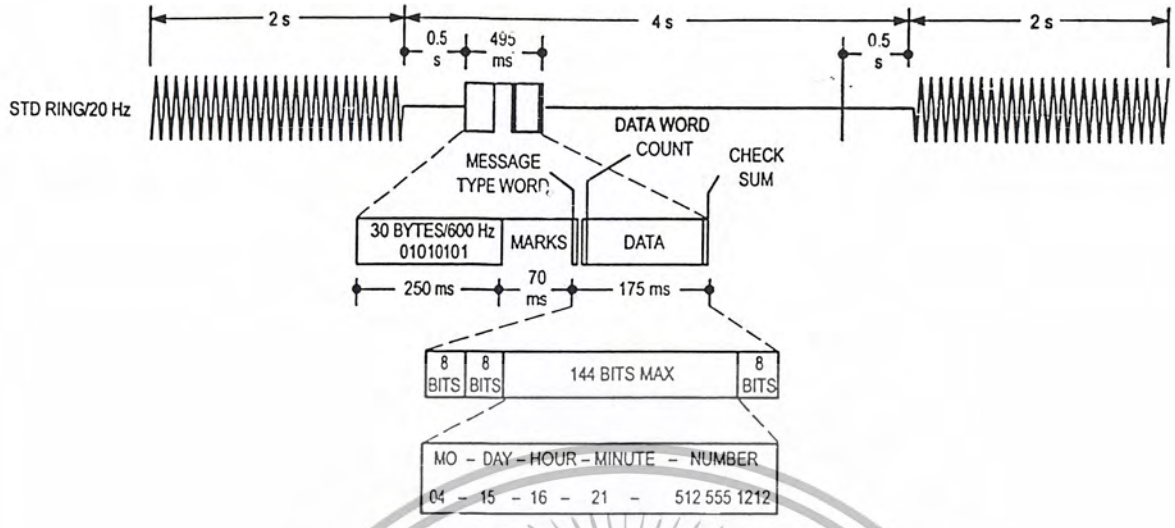


Figure 9. Single Message Format

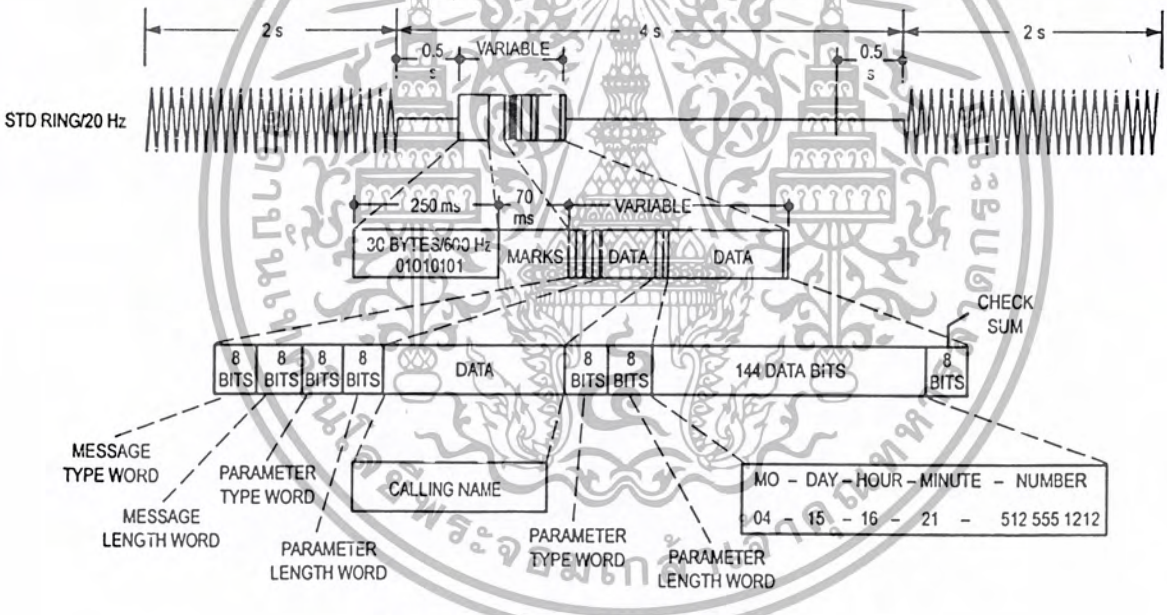


Figure 10. Multiple Message Format

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

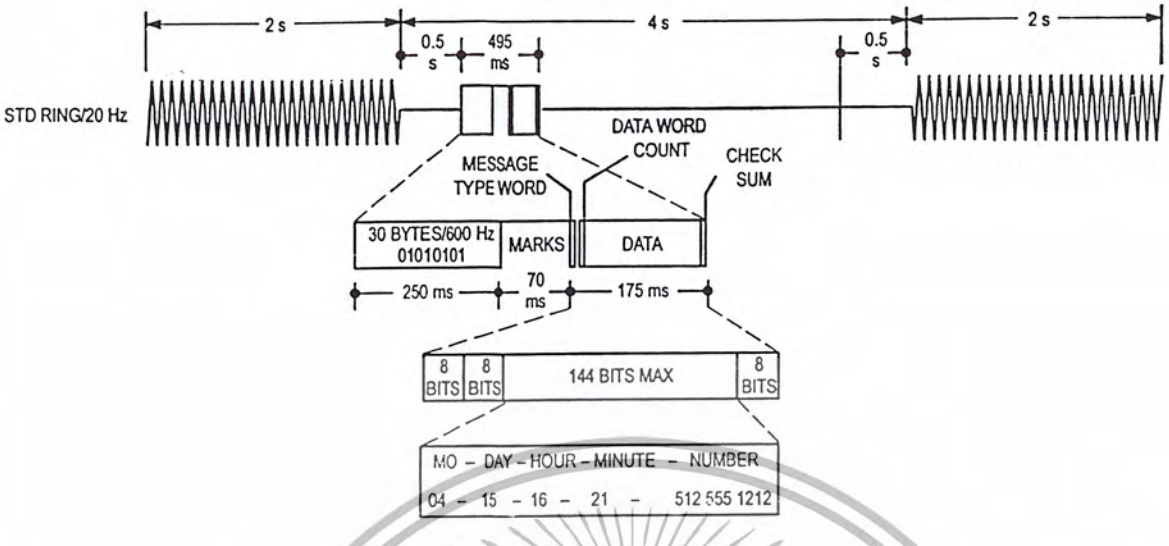


Figure 9. Single Message Format

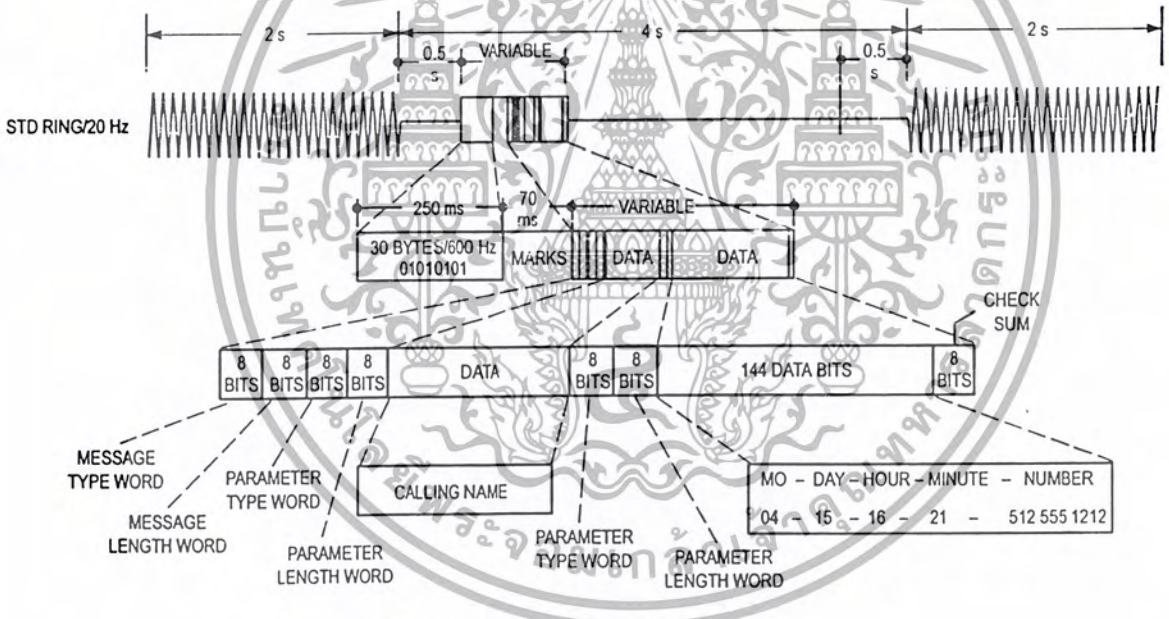
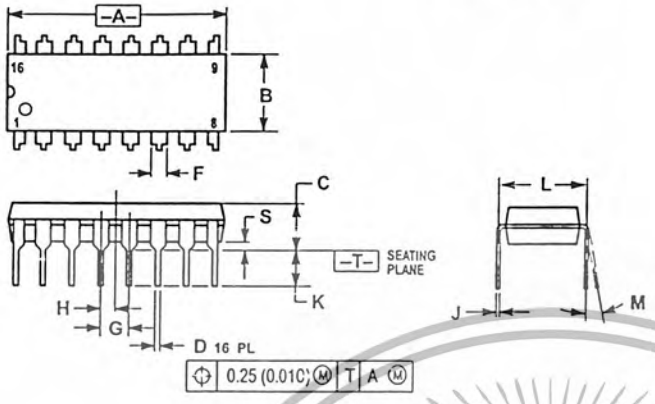


Figure 10. Multiple Message Format

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PACKAGE DIMENSIONS

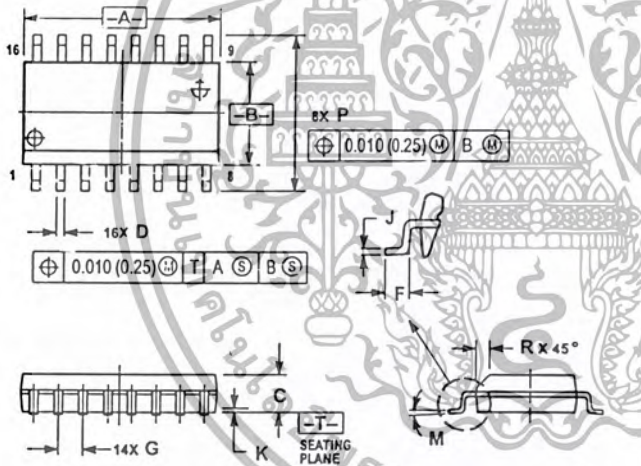
P SUFFIX
PLASTIC DIP
CASE 648–08



NOTES:
1. DIMENSIONING AND TOLERANCING PER ANSI Y14.5M, 1982.
2. CONTROLLING DIMENSION: INCH.
3. DIMENSION L TO CENTER OF LEADS WHEN FORMED PARALLEL.
4. DIMENSION B DOES NOT INCLUDE MOLD FLASH.
5. ROUNDED CORNERS OPTIONAL.

	INCHES		MILLIMETERS	
DIM	MIN	MAX	MIN	MAX
A	0.740	0.770	18.80	19.55
B	0.250	0.270	6.35	6.85
C	0.145	0.175	3.69	4.44
D	0.015	0.021	0.39	0.53
F	0.040	0.70	1.02	1.77
G	0.100 BSC		2.54 BSC	
H	0.050 BSC		1.27 BSC	
J	0.008	0.015	0.21	0.38
K	0.110	0.130	2.80	3.30
L	0.295	0.305	7.50	7.74
M	0°	10°	0°	10°
S	0.020	0.040	0.51	1.01

DW SUFFIX
SOG PACKAGE
CASE 751G–02



NOTES:
1. DIMENSIONING AND TOLERANCING PER ANSI Y14.5M, 1982.
2. CONTROLLING DIMENSION: MILLIMETER.
3. DIMENSIONS A AND B DO NOT INCLUDE MOLD PROTRUSION.
4. MAXIMUM MOLD PROTRUSION 0.15 (0.006) PER SIDE.
5. DIMENSION D DOES NOT INCLUDE DAMBAR PROTRUSION. ALLOWABLE DAMBAR PROTRUSION SHALL BE 0.13 (0.005) TOTAL IN EXCESS OF D DIMENSION AT MAXIMUM MATERIAL CONDITION.

	MILLIMETERS		INCHES	
DIM	MIN	MAX	MIN	MAX
A	10.15	10.45	0.400	0.411
B	7.40	7.60	0.292	0.299
C	2.35	2.65	0.093	0.104
D	0.35	0.49	0.014	0.019
F	0.50	0.90	0.020	0.035
G	1.27 BSC		0.050 BSC	
J	0.25	0.32	0.010	0.012
X	0.10	0.25	0.004	0.009
M	0°	7°	0°	7°
P	10.05	10.55	0.395	0.415
R	0.25	0.75	0.010	0.029

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Motorola reserves the right to make changes without further notice to any products herein. Motorola makes no warranty, representation or guarantee regarding the suitability of its products for any particular purpose, nor does Motorola assume any liability arising out of the application or use of any product or circuit, and specifically disclaims any and all liability, including without limitation consequential or incidental damages. "Typical" parameters which may be provided in Motorola data sheets and/or specifications can and do vary in different applications and actual performance may vary over time. All operating parameters, including "Typicals" must be validated for each customer application by customer's technical experts. Motorola does not convey any license under its patent rights nor the rights of others. Motorola products are not designed, intended, or authorized for use as components in systems intended for surgical implant into the body, or other applications intended to support or sustain life, or for any other application in which the failure of the Motorola product could create a situation where personal injury or death may occur. Should Buyer purchase or use Motorola products for any such unintended or unauthorized application, Buyer shall indemnify and hold Motorola and its officers, employees, subsidiaries, affiliates, and distributors harmless against all claims, costs, damages, and expenses, and reasonable attorney fees arising out of, directly or indirectly, any claim of personal injury or death associated with such unintended or unauthorized use, even if such claim alleges that Motorola was negligent regarding the design or manufacture of the part. Motorola and Ⓜ are registered trademarks of Motorola, Inc. Motorola, Inc. is an Equal Opportunity/Affirmative Action Employer.

How to reach us:

USA/EUROPE/Locations Not Listed: Motorola Literature Distribution; P.O. Box 20912; Phoenix, Arizona 85036. 1–800–441–2447 or 602–303–5454

ASIA/PACIFIC: Motorola Semiconductors H.K. Ltd.; 8B Tai Ping Industrial Park, 151 Ting Kok Road, Tai Po, N.T., Hong Kong. 852–26629298

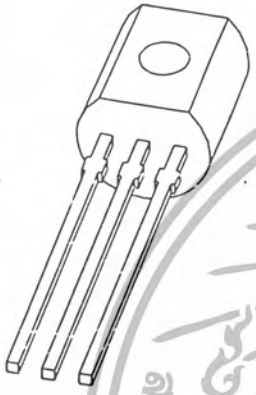
JAPAN: Nippon Motorola Ltd.; Tatsumi–SPD–JLDC, 6F Seibu–Butsuryu–Center, 3–14–2 Tatsumi Koto–Ku, Tokyo 135, Japan. 03–81–3521–8315

MOTOROLA

MC14LC5447/D

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DATA SHEET



BC546; BC547; BC548
NPN general purpose transistors

Product specification
Supersedes data of September 1994
File under Discrete Semiconductors, SC04

1997 Mar 04

Philips Semiconductors

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

NPN general purpose transistors

BC546; BC547; BC548

FEATURES

- Low current (max. 100 mA)
- Low voltage (max. 65 V).

APPLICATIONS

- General purpose switching and amplification.

DESCRIPTION

NPN transistor in a TO-92; SOT54 plastic package.
PNP complements: BC556, BC557 and BC558.

PINNING

PIN	DESCRIPTION
1	emitter
2	base
3	collector

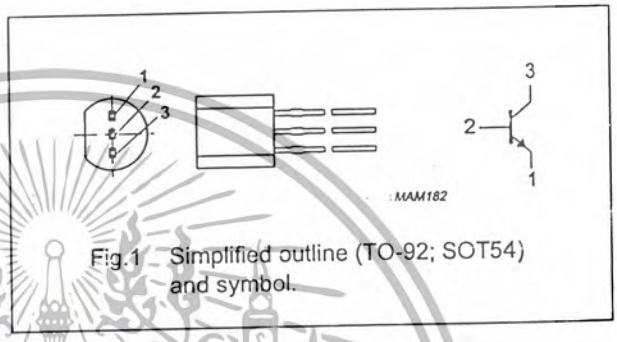


Fig.1 Simplified outline (TO-92; SOT54) and symbol.

QUICK REFERENCE DATA

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN.	MAX.	UNIT
V_{CBO}	collector-base voltage	open emitter			
	BC546		–	80	V
	BC547		–	50	V
	BC548		–	30	V
V_{CEO}	collector-emitter voltage	open base			
	BC546		–	65	V
	BC547		–	45	V
	BC548		–	30	V
I_{CM}	peak collector current		–	200	mA
P_{tot}	total power dissipation	$T_{amb} \leq 25$ °C	–	500	mW
h_{FE}	DC current gain	$I_C = 2$ mA; $V_{CE} = 5$ V			
	BC546		110	450	
	BC547		110	800	
	BC548		110	800	
f_T	transition frequency	$I_C = 10$ mA; $V_{CE} = 5$ V; f = 100 MHz	100	–	MHz

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LIMITING VALUES

In accordance with the Absolute Maximum Rating System (IEC 134).

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN.	MAX.	UNIT
V_{CBO}	collector-base voltage	open emitter			
	BC546		–	80	V
	BC547		–	50	V
	BC548		–	30	V
V_{CEO}	collector-emitter voltage	open base			
	BC546		–	65	V
	BC547		–	45	V
	BC548		–	30	V
V_{EBO}	emitter-base voltage	open collector			
	BC546		–	6	V
	BC547		–	6	V
	BC548		–	5	V
I_C	collector current (DC)		–	100	mA
I_{CM}	peak collector current		–	200	mA
I_{BM}	peak base current		–	200	mA
P_{tot}	total power dissipation	$T_{amb} \leq 25$ °C; note 1	–	500	mW
T_{stg}	storage temperature		−65	+150	°C
T_j	junction temperature		–	150	°C
T_{amb}	operating ambient temperature		−65	+150	°C

Note

1. Transistor mounted on an FR4 printed-circuit board.

THERMAL CHARACTERISTICS

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	VALUE	UNIT
$R_{th\ j\text{-}a}$	thermal resistance from junction to ambient	note 1	0.25	K/mW

Note

1. Transistor mounted on an FR4 printed-circuit board.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CHARACTERISTICS

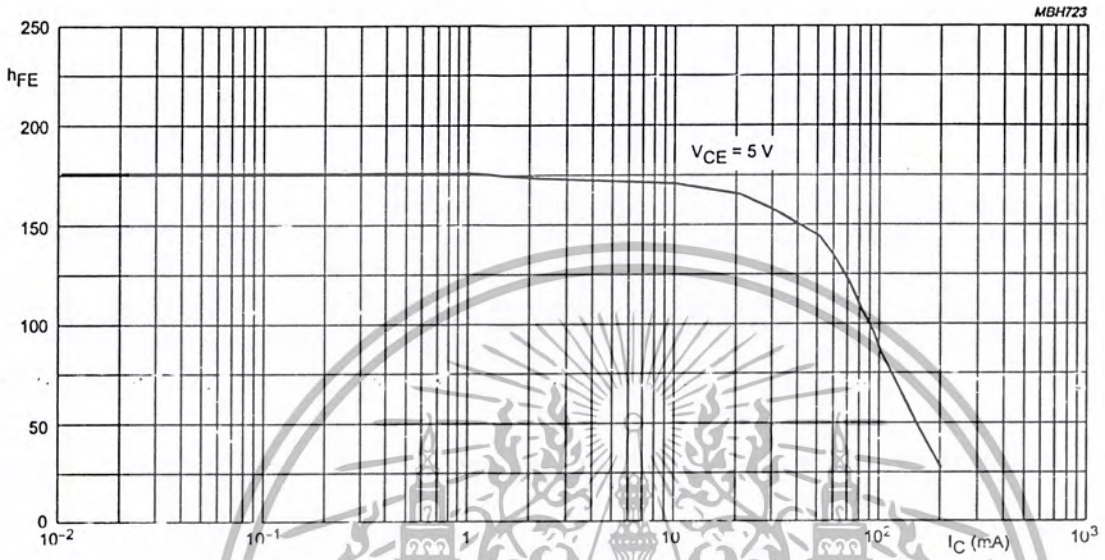
T_j = 25 °C unless otherwise specified.

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN.	TYP.	MAX.	UNIT
I_{CBO}	collector cut-off current	I_E = 0; V_{CB} = 30 V	–	–	15	nA
		I_E = 0; V_{CB} = 30 V; T_j = 150 °C	–	–	5	µA
I_{EBO}	emitter cut-off current	I_C = 0; V_{EB} = 5 V	–	–	100	nA
h_{FE}	DC current gain BC546A; BC547A; BC548A BC546B; BC547B; BC548B BC547C; BC548C	I_C = 10 µA; V_{CE} = 5 V; see Figs 2, 3 and 4	 – – –	 90 150 270	 – – –	
h_{FE}	DC current gain BC546A; BC547A; BC548A BC546B; BC547B; BC548B BC547C; BC548C BC547; BC548 BC546	I_C = 2 mA; V_{CE} = 5 V; see Figs 2, 3 and 4	 110 200 420 110 110	 180 290 520 – –	 220 450 800 800 450	
V_{CEsat}	collector-emitter saturation voltage	I_C = 10 mA; I_B = 0.5 mA	–	90	250	mV
		I_C = 100 mA; I_B = 5 mA	–	200	600	mV
V_{BEsat}	base-emitter saturation voltage	I_C = 10 mA; I_B = 0.5 mA; note 1	–	700	–	mV
		I_C = 100 mA; I_B = 5 mA; note 1	–	900	–	mV
V_{BE}	base-emitter voltage	I_C = 2 mA; V_{CE} = 5 V; note 2	580	660	700	mV
		I_C = 10 mA; V_{CE} = 5 V	–	–	770	mV
C_c	collector capacitance	I_E = i_e = 0; V_{CB} = 10 V; f = 1 MHz	–	1.5	–	pF
C_e	emitter capacitance	I_C = i_c = 0; V_{EB} = 0.5 V; f = 1 MHz	–	11	–	pF
f_T	transition frequency	I_C = 10mA; V_{CE} = 5 V; f = 100 MHz	100	–	–	MHz
F	noise figure	I_C = 200 µA; V_{CE} = 5 V; R_S = 2 kΩ; f = 1 kHz; B = 200 Hz	–	2	10	dB

Notes

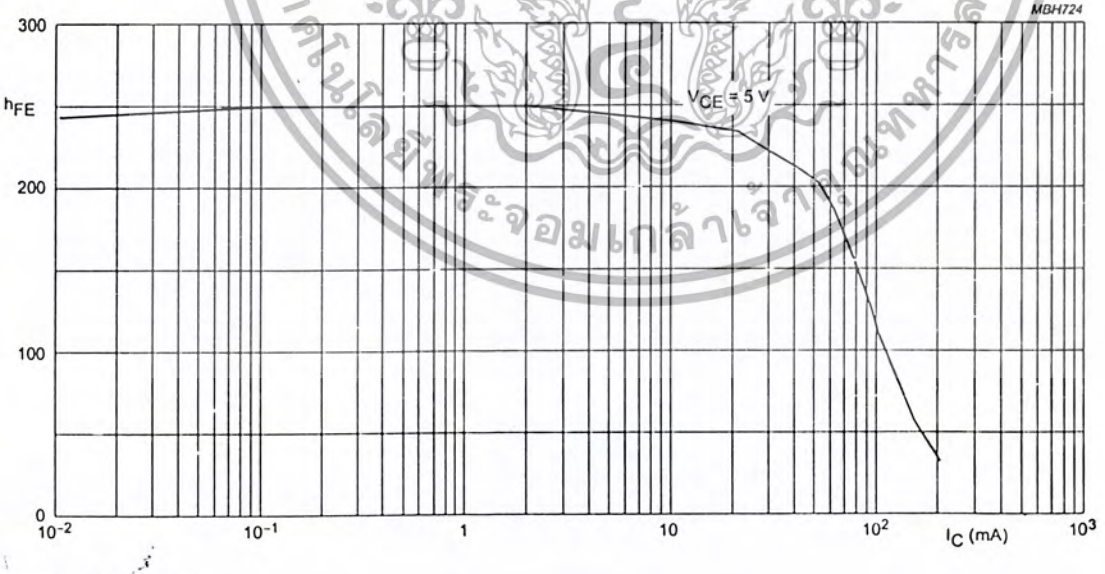
1. V_{BEsat} decreases by about 1.7 mV/K with increasing temperature.
2. V_{BE} decreases by about 2 mV/K with increasing temperature.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



BC546A; BC547A; BC548A.

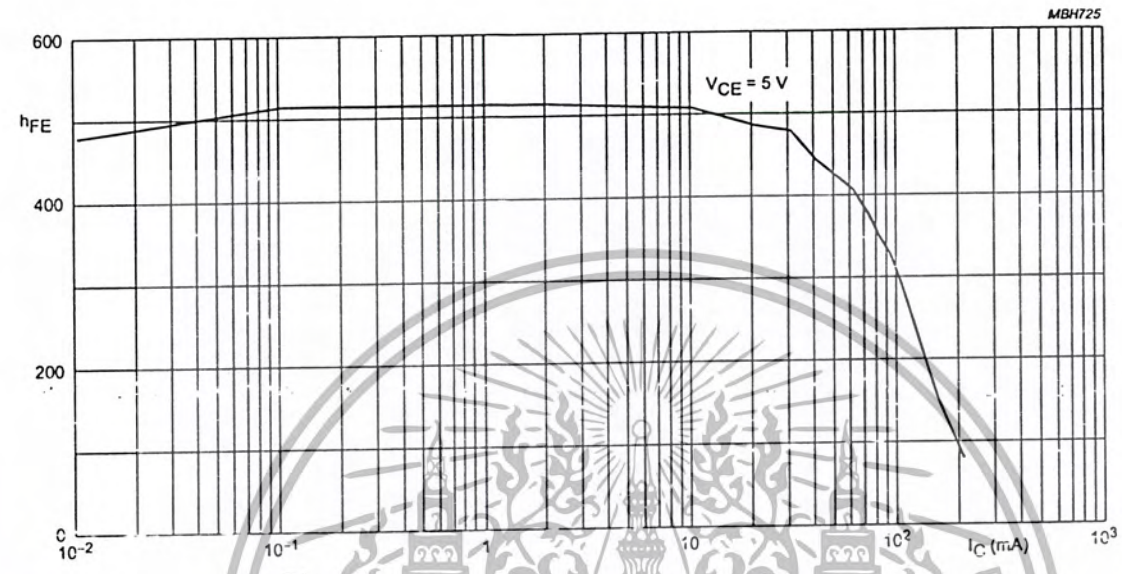
Fig.2 DC current gain; typical values.



BC546B; BC547B; BC548B.

Fig.3 DC current gain; typical values.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



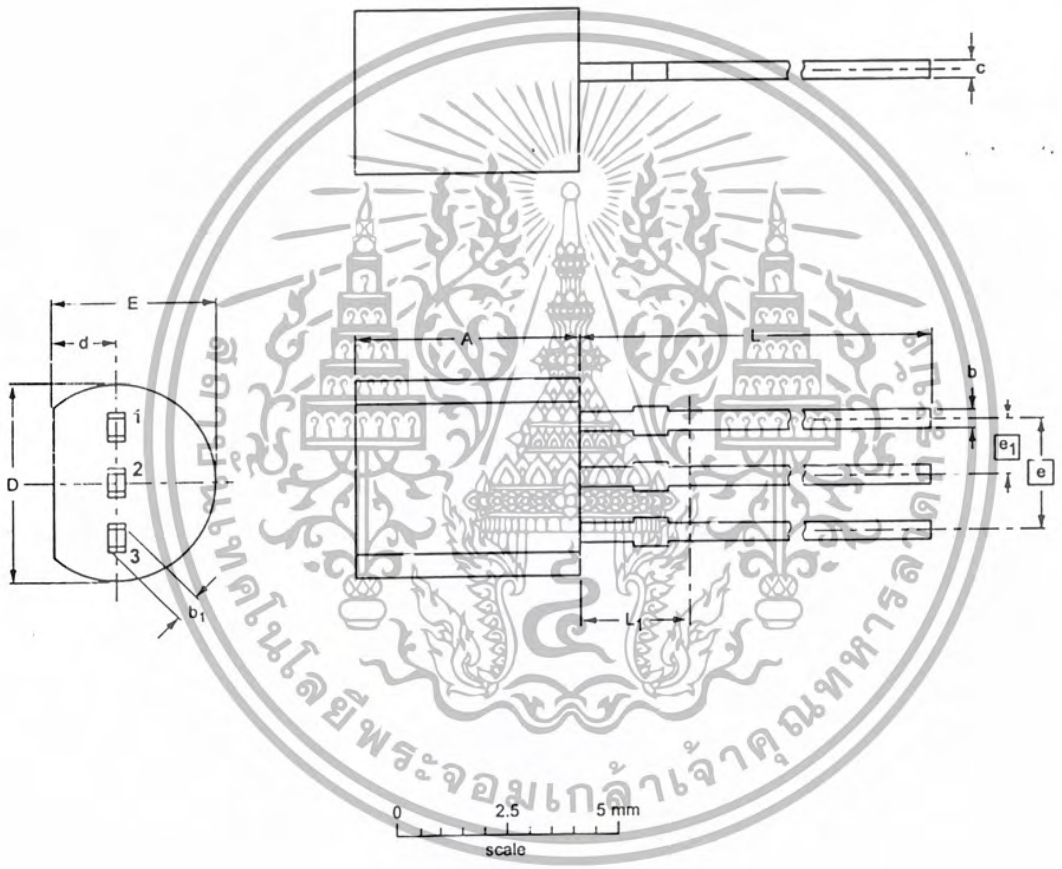
BC547C; BC548C.

Fig.4 DC current gain; typical values.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PACKAGE OUTLINE

Plastic single-ended leaded (through hole) package; 3 leads **SOT54**



DIMENSIONS (mm are the original dimensions)

UNIT	A	b	b_1	c	D	d	E	e	e_1	L	L_1(1)
mm	5.2 5.0	0.48 0.40	0.66 0.56	0.45 0.40	4.8 4.4	1.7 1.4	4.2 3.6	2.54	1.27	14.5 12.7	2.5

Note

1. Terminal dimensions within this zone are uncontrolled to allow for flow of plastic and terminal irregularities.

OUTLINE VERSION	REFERENCES				EUROPEAN PROJECTION	ISSUE DATE
	IEC	JEDEC	EIAJ			
SOT54		TO-92	SC-43			97-02-28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DEFINITIONS

Data Sheet Status	
Objective specification	This data sheet contains target or goal specifications for product development.
Preliminary specification	This data sheet contains preliminary data; supplementary data may be published later.
Product specification	This data sheet contains final product specifications.
Limiting values	
Limiting values given are in accordance with the Absolute Maximum Rating System (IEC 134). Stress above one or more of the limiting values may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only and operation of the device at these or at any other conditions above those given in the Characteristics sections of the specification is not implied. Exposure to limiting values for extended periods may affect device reliability.	
Application information	
Where application information is given, it is advisory and does not form part of the specification.	

LIFE SUPPORT APPLICATIONS

These products are not designed for use in life support appliances, devices, or systems where malfunction of these products can reasonably be expected to result in personal injury. Philips customers using or selling these products for use in such applications do so at their own risk and agree to fully indemnify Philips for any damages resulting from such improper use or sale.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

NOTES

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

NOTES

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Philips Semiconductors – a worldwide company

Argentina: see South America

Australia: 34 Waterloo Road, NORTH RYDE, NSW 2113,
Tel. +61 2 9805 4455, Fax. +61 2 9805 4466

Austria: Computerstr. 6, A-1101 WIEN, P.O. Box 213,
Tel. +43 1 60 101, Fax. +43 1 60 101 1210

Belarus: Hotel Minsk Business Center, Bld. 3, r. 1211, Volodarski Str. 6,
220050 MINSK, Tel. +375 172 200 733, Fax. +375 172 200 773

Belgium: see The Netherlands

Brazil: see South America

Bulgaria: Philips Bulgaria Ltd., Energoproject, 15th floor,
51 James Bourchier Blvd., 1407 SOFIA,
Tel. +359 2 689 211, Fax. +359 2 689 102

Canada: PHILIPS SEMICONDUCTORS/COMPONENTS,
Tel. +1 800 234 7381

China/Hong Kong: 501 Hong Kong Industrial Technology Centre,
72 Tat Chee Avenue, Kowloon Tong, HONG KONG,
Tel. +852 2319 7888, Fax. +852 2319 7700

Colombia: see South America

Czech Republic: see Austria

Denmark: Prags Boulevard 80, PB 1919, DK-2300 COPENHAGEN S,
Tel. +45 32 88 2636, Fax. +45 31 57 1949

Finland: Sinikalliontie 3, FIN-02630 ESPOO,
Tel. +358 9 615800, Fax. +358 9 61580/xxx

France: 4 Rue du Port-aux-Vins, BP317, 92156 SURESNES Cedex,
Tel. +33 1 40 99 6161, Fax. +33 1 40 99 6427

Germany: Hammerbrookstraße 69, D-20097 HAMBURG,
Tel. +49 40 23 53 60, Fax. +49 40 23 536 300

Greece: No. 15, 25th March Street, GR 17778 TAVROS/ATHENS,
Tel. +30 1 4894 339/239, Fax. +30 1 4814 240

Hungary: see Austria

India: Philips INDIA Ltd, Shivsagar Estate, A Block, Dr. Annie Besant Rd.
Worli, MUMBAI 400 018, Tel. +91 22 4938 541, Fax. +91 22 4938 722

Indonesia: see Singapore

Ireland: Newstead, Clonskeagh, DUBLIN 14,
Tel. +353 1 7640 000, Fax. +353 1 7640 200

Israel: RAPAC Electronics, 7 Kehilat Saloniki St. TEL AVIV 61180,
Tel. +972 3 645 0444, Fax. +972 3 649 1007

Italy: PHILIPS SEMICONDUCTORS, Piazza IV Novembre 3,
20124 MILANO, Tel. +39 2 6752 2531, Fax. +39 2 6752 2557

Japan: Philips Bldg 13-37, Kohnan 2-chome, Minato-ku, TOKYO 108,
Tel. +81 3 3740 5130, Fax. +81 3 3740 5077

Korea: Philips House, 260-199 Itaewon-dong, Yongsan-ku, SEOUL,
Tel. +82 2 709 1412, Fax. +82 2 709 1415

Malaysia: No. 76 Jalan Universiti, 46200 PETALING JAYA, SELANGOR,
Tel. +60 3 750 5214, Fax. +60 3 757 4880

Mexico: 5900 Gateway East, Suite 200, EL PASO, TEXAS 79905,
Tel. +9-5 800 234 7381

Middle East: see Italy

Netherlands: Postbus 90050, 5600 PB EINDHOVEN, Bldg. VB,
Tel. +31 40 27 82785, Fax. +31 40 27 88399

New Zealand: 2 Wagener Place, C.P.O. Box 1041, AUCKLAND,
Tel. +64 9 849 4160, Fax. +64 9 849 7811

Norway: Box 1, Manglerud 0612, OSLO,
Tel. +47 22 74 8000, Fax. +47 22 74 8341

Philippines: Philips Semiconductors Philippines Inc.,
106 Valero St. Salcedo Village, P.O. Box 2108 MCC, MAKATI,
Metro MANILA, Tel. +63 2 816 6380, Fax. +63 2 817 3474

Poland: Ul. Lukiska 10, PL 04-123 WARSZAWA,
Tel. +48 22 612 2831, Fax. +48 22 612 2327

Portugal: see Spain

Romania: see Italy

Russia: Philips Russia, Ul. Usatcheva 35A, 119048 MOSCOW,
Tel. +7 095 755 6918, Fax. +7 095 755 6919

Singapore: Lorong 1, Toa Payoh, SINGAPORE 1231,
Tel. +65 350 2538, Fax. +65 251 6500

Slovakia: see Austria

Slovenia: see Italy

South Africa: S.A. PHILIPS Pty Ltd., 195-215 Main Road Martindale,
2092 JOHANNESBURG, P.O. Box 7430 Johannesburg 2000,
Tel. +27 11 470 5911, Fax. +27 11 470 5494

South America: Rua do Rocio 220, 5th floor, Suite 51,
04552-903 São Paulo, SÃO PAULO - SP, Brazil,
Tel. +55 11 821 2333, Fax. +55 11 829 1849

Spain: Balmes 22, 08007 BARCELONA,
Tel. +34 3 301 6312, Fax. +34 3 301 4107

Sweden: Kottbygatan 7, Akalla, S-16485 STOCKHOLM,
Tel. +46 8 632 2000, Fax. +46 8 632 2745

Switzerland: Allmendstrasse 140, CH-8027 ZÜRICH,
Tel. +41 1 488 2686, Fax. +41 1 481 7730

Taiwan: Philips Semiconductors, 6F, No. 96, Chien Kuo N. Rd., Sec. 1,
TAIPEI, Taiwan Tel. +886 2 2134 2870, Fax. +886 2 2134 2874

Thailand: PHILIPS ELECTRONICS (THAILAND) Ltd.,
209/2 Sanpavuth-Bangna Road Prakanong, BANGKOK 10260,
Tel. +66 2 745 4090, Fax. +66 2 398 0793

Turkey: Talatpasa Cad. No. 5, 80640 GÜLTEPE/ISTANBUL,
Tel. +90 212 279 2770, Fax. +90 212 282 6707

Ukraine: PHILIPS UKRAINE, 4 Patrice Lumumba str., Building B, Floor 7,
252042 KIEV, Tel. +380 44 264 2776, Fax. +380 44 268 0461

United Kingdom: Philips Semiconductors Ltd., 276 Bath Road, Hayes,
MIDDLESEX UB3 5BX, Tel. +44 181 730 5000, Fax. +44 181 754 8421

United States: 811 East Arques Avenue, SUNNYVALE, CA 94088-3409,
Tel. +1 800 234 7381

Uruguay: see South America

Vietnam: see Singapore

Yugoslavia: PHILIPS, Trg N. Pasica 5/v, 11000 BEOGRAD,
Tel. +381 11 625 344, Fax.+381 11 635 777

For all other countries apply to: Philips Semiconductors, Marketing & Sales Communications,
Building BE-p, P.O. Box 218, 5600 MD EINDHOVEN, The Netherlands, Fax. +31 40 27 24825

Internet: http://www.semiconductors.philips.com

© Philips Electronics N.V. 1997

All rights are reserved. Reproduction in whole or in part is prohibited without the prior written consent of the copyright owner.

The information presented in this document does not form part of any quotation or contract, is believed to be accurate and reliable and may be changed without notice. No liability will be accepted by the publisher for any consequence of its use. Publication thereof does not convey nor imply any license under patent- or other industrial or intellectual property rights.

SCA53

Printed in The Netherlands 117047/00/02/pp12 Date of release: 1997 Mar 04 Document order number: 9397 750 01853

Let's make things better.

Philips Semiconductors

PHILIPS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ZARLINK SEMICONDUCTOR

Application Note

MSAN-164

Application of the MT8843 Calling Number Identification Circuit 2

ISSUE1 October 1996

CONTENTS

1. Introduction

2. Compliances
- Bellcore GR-30-CORE
  - Bellcore CIDCW Signalling
  - Challenges in the CIDCW Signalling Environment
- British Telecom SIN 227 and SIN 242
- Cable Communications Association TW/P&E/312 (U.K.)

3. MT8843 Application Circuit
-Optimizing the MT8843 for Speech Immunity
  -Guard Time
  -Connecting the MT8843
  -CID/CIDCW Programming

4. Conclusion

Introduction

This application note describes the MT8843's functions, its compatibility with telecom standards, and provide some application circuit examples.

Caller ID (CID) is the generic name for a service provided by the telephone companies to deliver information such as the caller's telephone number and/or name to the subscriber at the beginning of a call. A variant Caller ID on Call Waiting (CIDCW) delivers this information about an incoming caller while the subscriber is already engaged in a phone call.

The Caller identity information can be used in many ways. A few examples include tracking who has called over a specified period of time, access data base information on the calling party, trace malicious callers, store number in memory for quick redialling, blocking unwanted calls.

Zarlink's MT8843 (CNIC2) is a device which handles the physical layer protocols used by the central office to transmit the Caller ID information. The protocols are also used to provide other services such as message waiting and ADSI (Analog Display Services Interface). ADSI is a proposed service that allows providers (which can be the telco or other commercial institutions such as banks or ticket agents) to use the protocol to download information onto a display phone. The subscriber then uses buttons around the display to request services from the provider, such as bank account information, purchase concert tickets, or access calling features provided by the phone company.

In most countries, the caller ID information is transmitted in 1200 baud Bell 202 or CCITT V.23 FSK format. The phone or adjunct box demodulates the FSK signal and displays the caller's number and/or name on a liquid crystal display. In addition, the BT caller ID scheme for the U.K. and Bellcore's CIDCW scheme for North America employ a special dual tone signal which is different from DTMF.

The MT8843 is the second generation of caller ID devices available from Zarlink. It offers the following

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

improvements over the MT8841 (for more information please see the MT8843 data sheet).

- Ring detection
- Line reversal detection
- Dual tone detection (for BT CID and Bellcore CIDCW)
- Two modes of data extraction

The MT8843 offers the option of being powered down when not in use. In power down the ring and line reversal detector remains active. Therefore, when either ringing or line reversal is detected (signalling the beginning of caller ID information) the MT8843 will signal the microcontroller which will in turn power up the MT8843. Once powered up and with FSK demodulation enabled, the MT8843 is ready to interact with the central office.

Compliances to Standards

The MT8843 was designed to be used in North America, the U.K. and other countries such as France, Italy, and Japan where 1200 baud Bell 202 or CCITT V.23 format FSK is used to transmit the CID data. The physical layer caller ID specifications in different regions differ even though all provide caller ID information. This application note focuses on U.K. and North American CID. The information should be used only as a reference. Please consult current caller ID documents when implementing a system.

North American Standard: Bellcore

North American caller ID services were defined by Bellcore. The documents GR-30-CORE and SR-TSV-002476 specify the CO/CPE interface for caller ID and CIDCW. Figure 1 shows the physical layer signalling for "on-hook data transmission with power ringing" which is employed in CID. The data packet shown is in "Multiple Data Message Format" (MDMF). The packet may also be in "Single Data Message Format" (SDMF) which is shown in Figure 2.

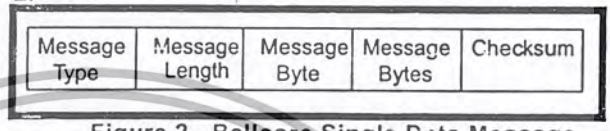
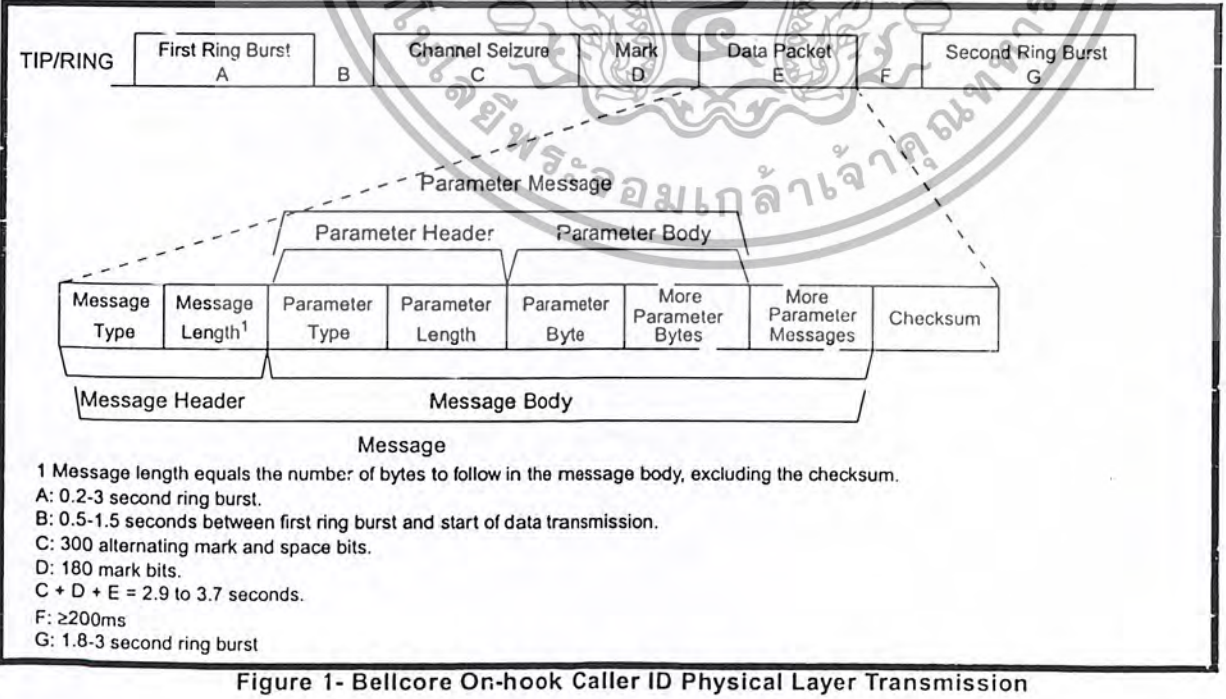


Figure 2 - Bellcore Single Data Message Format

The caller ID information is transmitted in 1200 baud Bell 202 format FSK between the first and second ring bursts. The transmitted data stream contains a channel seizure signal, a mark interval, and a data packet which contains the caller ID information. Other information such as the time and date may also be included in the packet. The channel seizure is 300 alternating marks and spaces. The mark interval is 180 bits.

The data transmission must be continuous. If the CO is unable to send data or is waiting for information to become available during the data packet, it will insert up to 10 mark bits between data words. The exceptions are between words in a parameter body in



1 Message length equals the number of bytes to follow in the message body, excluding the checksum.
A: 0.2-3 second ring burst.
B: 0.5-1.5 seconds between first ring burst and start of data transmission.
C: 300 alternating mark and space bits.
D: 180 mark bits.
C + D + E = 2.9 to 3.7 seconds.
F: ≥200ms
G: 1.8-3 second ring burst

Figure 1- Bellcore On-hook Caller ID Physical Layer Transmission

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MDMF (see Figure 1) and between message words in SDMF. Figure 3 shows the transmitted word format used by Bellcore, BT, and the CCA.

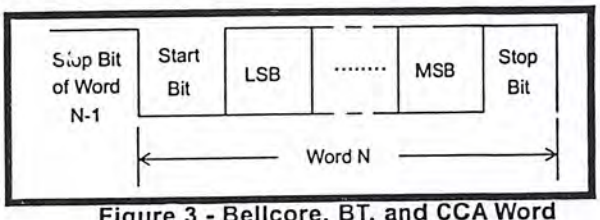


Figure 3 - Bellcore, BT, and CCA Word Transmission Format

Error detection is provided by the use of a checksum word transmitted after the last parameter word of the last parameter message (i.e. it is the last word of the transmission). It is the two's complement of the modulo 256 sum of all the preceding words in the data packet (i.e. all message type and length, all parameter type and length, and all parameter words). The modulo 256 sum is computed by adding the words together and then truncating the sum to the least significant (LS) 8 bits. The CPE should calculate the modulo 256 sum of all words received in the message and add it to the received checksum. If the LS 8 bits of the result is non-zero, then the received caller ID data is incorrect. In this case an error message should be displayed because the CO will not retransmit the data.

The MDMF and SDMF message type values appropriate to CID and CIDCW are shown in table 1. Note that both MDMF and SDMF can be used in CID whereas CIDCW uses MDMF only. Therefore in CID, the microcontroller software should check for either 80h or 04h to indicate the beginning of the data packet. In CIDCW, the software should check for 80h only.

Format	Value	Message Type Meaning
MDMF	80h	Call Setup
MDMF	81h	Test for Calling Number Delivery
MDMF	82h	Message Waiting Notification
SDMF	04h	Calling Number Delivery
SDMF	06h	Message Waiting Indicator
SDMF	0Bh	Reserved (for Message Desk Information)

Table 1. Bellcore Message Type Word Values for CIDCW

In SMDF, the message words contain the information which the CO needs to transmit to the end user. In MDMF, each message can contain many parameter messages. The parameter type word will be one of the values in Table 2. The values will depend on what is being transmitted.

Value	Parameter Type Meaning
01h	Time
02h	Calling Line Identification
03h	Reserved (for Dialable Directory Number (DN))
04h	Reason for Absence of DN
05h	Reserved (for Reason for Redirection)
06h	Call Qualifier
07h	Name
08h	Reason for Absence of Name
0Bh	Message Waiting Notification

Table 2. Bellcore MDMF Parameter Type Word Values for CID and CIDCW

Bellcore CIDCW Signalling

Caller ID on Call Waiting (CIDCW) is a Bellcore feature that allows a subscriber that is already engaged in a telephone call to receive Caller ID information about an incoming call.

The signalling mechanism used is the "off-hook data transmission" protocol defined in Bellcore documents GR-30-CORE and SR-TSV-002476. GR-30-CORE describes the protocol from the CO's perspective; SR-TSV-002476 from the CPE's. In this application note the term "near end" refers to the end of the telephone connection receiving the Caller ID service, "far end" refers to the other end of the established connection.

At the CPE, the signalling sequence for a successful attempt is:

- The CO mutes the connection to and from the far end. Next a Subscriber Alerting Signal (SAS) is applied to the near end. Its purpose is to alert the subscriber to the new call. The SAS shall either be a 440Hz tone applied for 300+/-50ms or a distinctive alerting pattern up to 1 second long. Distinctive alerting occurs when there is interaction with a feature employing a distinctive ringing pattern which the customer subscribes to. The distinctive alerting pattern requirements are described in TR-NWT-000219, "CLASS Feature: Distinctive Ringing/Call Waiting", issue 2, Nov. 1988, Bellcore.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Next the CO applies a 2130Hz and 2750Hz dual tone for 80+/-5ms. This signal is called the CPE Alerting Signal (CAS). It is intended for alerting the CPE to prepare for the incoming Caller ID data.
- Once the CPE has fully detected the CAS, i.e. the end of CAS has been detected, the CPE should mute the handset and disable the keypad to prevent the forthcoming FSK signals from interference by near end speech, and so that the near end subscriber does not hear the FSK signal.
- Within 100ms after detecting the CAS, the CPE should reply to the CO with an acknowledgement signal (ACK). It is a DTMF digit applied for 60+/-5ms: digit "D" for non-ADSI CPE's, digit "A" for ADSI CPE's. (ADSI is another service promoted by Bellcore. For details see TR-NWT-001273 "Generic Requirements for an SPCS to Customer Premises Equipment Data Interface for Analog Display Services", issue 1, Dec. 92, Bellcore.)
- Before sending ACK, the CPE should check to see if an extension is in use. If an extension is in use, the CPE should not acknowledge the CAS, i.e. should not send ACK.
- Once the CO has detected the ACK, it transmits the caller ID data to the CPE via 1200 baud Bell 202 format FSK signal. Note that there will be no channel seizure signal and the mark interval is only 70-90 bits.
- After receiving the entire FSK signal, the CPE unmutes the handset and enables the keypad within 50ms. The CO also unmutes the far end speech path and the original call resumes. If the subscriber answers the new call via a switch hook flash, the CO will put the original far end party on hold.
- If the CO failed to receive the ACK and/or FSK transmission did not occur because of lack of resource, and the customer is still off hook, the CO will make another attempt after 10 seconds.
- If the CO transmitted the FSK but the subscriber has neither flashed the switch hook nor gone on hook after an interval of 10 seconds (timed from the beginning of FSK), the CO will alert the subscriber once more of the incoming call by providing the SAS only.

Bellcore document TR-NWT-000575 describes the call processing aspects of CIDCW. SR-TSV-002476 should be consulted for CPE timing.

Challenges in the CIDCW Signalling Environment

The MT8843 has a CAS detector and a FSK demodulator - two essential building blocks in a CIDCW capable CPE. Since the CO can initiate the off hook data transmission protocol any time the CPE is off hook, the CAS detector must be ready to detect as soon as the CPE goes off hook. Thus unlike traditional signal detectors which are connected only for a short time, this detector is exposed to speech during the entire call and must detect the CAS reliably in the presence of speech. The FSK demodulator does not have this problem because it can be shut off when FSK is not expected via the FSKen pin. When FSK is expected, there will not be any speech interference because the CO has muted the far end and the CPE has muted the near end. There are two aspects of speech immunity: talkoff and talkdown.

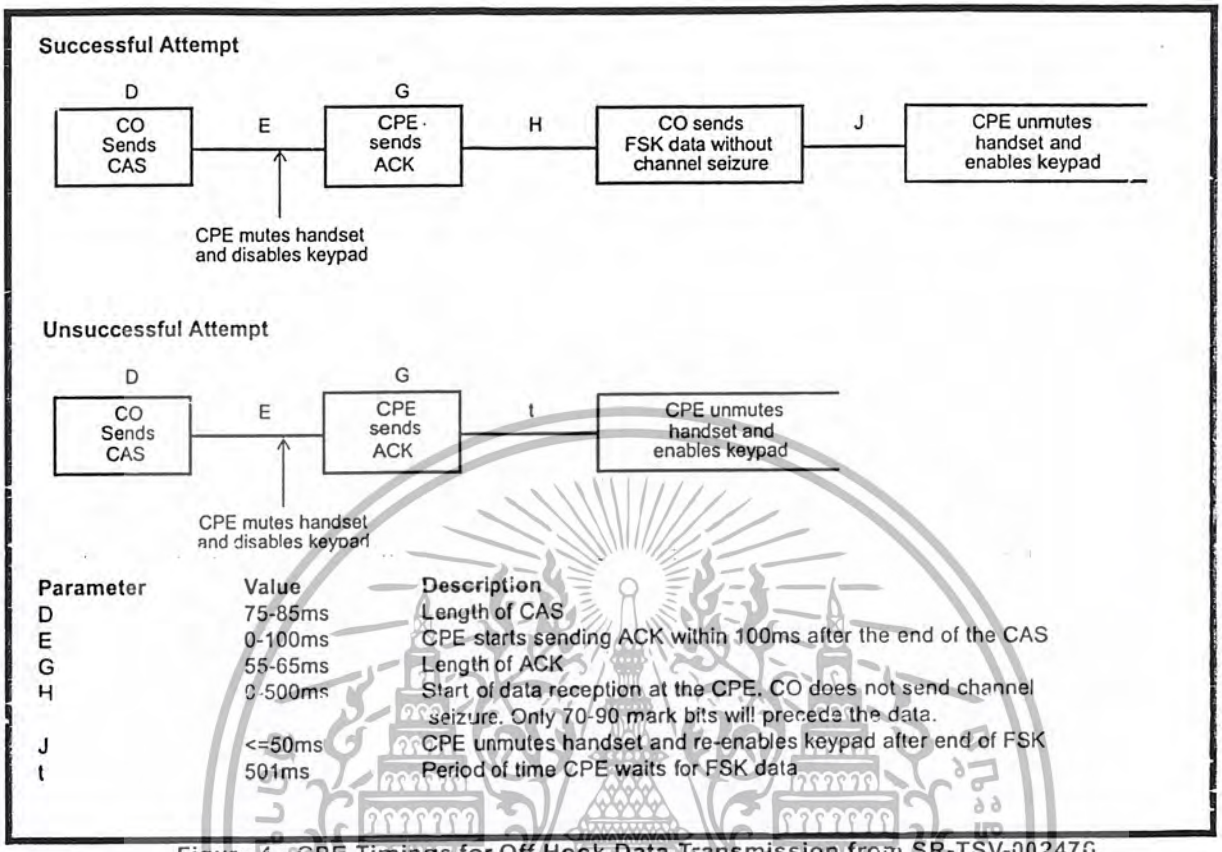
Talkoff is the condition where signals are falsely detected because of imitation by speech or music. An imitation can be caused from the far end or the near end. Talkoff immunity performance is expressed in number of hours per imitation.

Talkdown is the condition where signals are missed because of interference from speech or music. A CAS can be talked down only from the near end because the far end has already been muted by the CO. An example is when the near end talker is speaking while the CAS is being sent. Talkdown immunity performance is expressed in percentage of signals sent being received correctly. Derated miss rate is used in the calculation.

Good talkoff immunity is desirable because whenever a CAS detection has been indicated, the CPE will interrupt the connection with the far end. The CPE mutes the handset, sends ACK which for a false detection will be heard at a loud level at the far end, and waits until FSK has been received or until timed out (about half a second). Hence a false detection interrupts the speech path unnecessarily, and the ACK will be heard at a loud level at the far end. Imitations within a short time are especially objectionable and should be avoided.

Good talkdown immunity is desirable because if the CAS is talked down and not recognized, the CPE will not send ACK. The CO does not receive ACK so it will not send the caller ID information. Thus the subscriber does not receive a service which is paid for.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Parameter	Value	Description
D	75-85ms	Length of CAS
E	0-100ms	CPE starts sending ACK within 100ms after the end of the CAS
G	55-65ms	Length of ACK
H	0-500ms	Start of data reception at the CPE. CO does not send channel seizure. Only 70-90 mark bits will precede the data.
J	<=50ms	CPE unmutes handset and re-enables keypad after end of FSK
t	501ms	Period of time CPE waits for FSK data

Figure 4 - CPE Timings for Off Hook Data Transmission from SR-TSV-002476

Bellcore has recognized that it is difficult to achieve perfect talkoff and talkdown immunity. To promote customer acceptance of the CIDCW feature, it has specified a set of speech immunity performance objectives in SR-TSV-002476. It has also made available a set of digital audio tapes (SR-TSV-002568) which contains about 95 hours of recorded radio phone-in shows. These tapes aid in test standardization and allow performance comparison between different detector designs.

The set of Bellcore speech immunity requirements is an arbitrary standard. Not meeting it does not mean that the end product will not perform well in the field. Its purpose is to provide a basis for comparing performance amongst different detectors, such as one meeting 70% vs. another which is meeting 30%. Even though the MT8843 does not meet the requirements when it is connected directly to tip and ring, the immunity is quite good. When connected to the receive pair of the telephone hybrid using guard time component values recommended in the "Guard Time" section, the performance is much improved.

United Kingdom Standards: British Telecom and Cable Communications Association

Two bodies that have produced Caller ID specifications for the U.K. are British Telecom (BT) and the Cable Communications Association (CCA). BT's specifications are contained in Suppliers Information Notes SIN227 and SIN242. The CCA document is TW/P&E/312.

U.K. Standard: British Telecom

Unlike North American caller ID in which the information is transmitted between the first and second rings, BT specifies that CID information should be transmitted before the first ring. 1200 baud CCITT V.23 FSK format is used.

The BT caller ID physical layer signaling is shown in Figure 5. An incoming CDS (Caller Display Service) call is signalled by a reversal of the polarity (line reversal) of the A/B wires. Then the CO sends a special dual tone signal called the Idle State Tone Alert Signal. Upon detection of the dual tone, the CPE should apply an AC termination and a DC load to the line. Afterwards the CO begins data

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

transmission. The data transmission begins with 96 - 315 alternating mark and space bits, called the channel seizure signal. Channel seizure is followed by a mark interval of at least 55 bits, then the data packet.

The Idle State Tone Alert Signal is a dual tone whose frequencies are 2130/2750Hz ±1.1%. The signal level is -2dBV to -40dBV per tone. The signal duration is 88 to 110 ms.

After 15 - 25 ms has elapsed since the end of the Idle State Tone Alert Signal, AC & DC loads must be switched into the A/B interface. The DC load should draw at least 25mA of DC current for at least 5ms and then be removed. The AC termination specified by BT is shown in Figure 6. It must be removed from the line 50 - 150 ms after the end of FSK data.

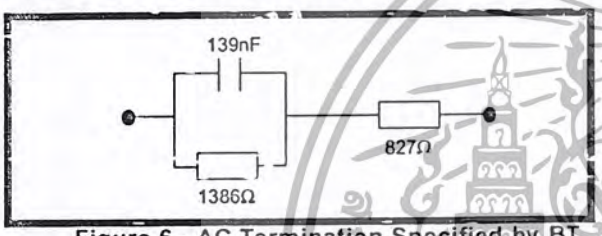


Figure 6 - AC Termination Specified by BT

The data packet format is the same as Bellcore's MDMF. Only one message type value has been assigned. It is shown in Table 3.

Value	Message Type Meaning
80h	Supplementary Information Message

Table 3. Message Type Word Values for BT's CID

The message will contain many parameters. The parameter type word values are shown in table 4.

Value	Parameter Type Meaning
11h	Call Type
01h	Time & Date
02h	Calling Line Directory Number (DN)
03h	Called Directory Number
04h	Reason for Absence of DN
07h	Caller Name/Text
08h	Reason for Absence of Name
13h	Network Message System Status

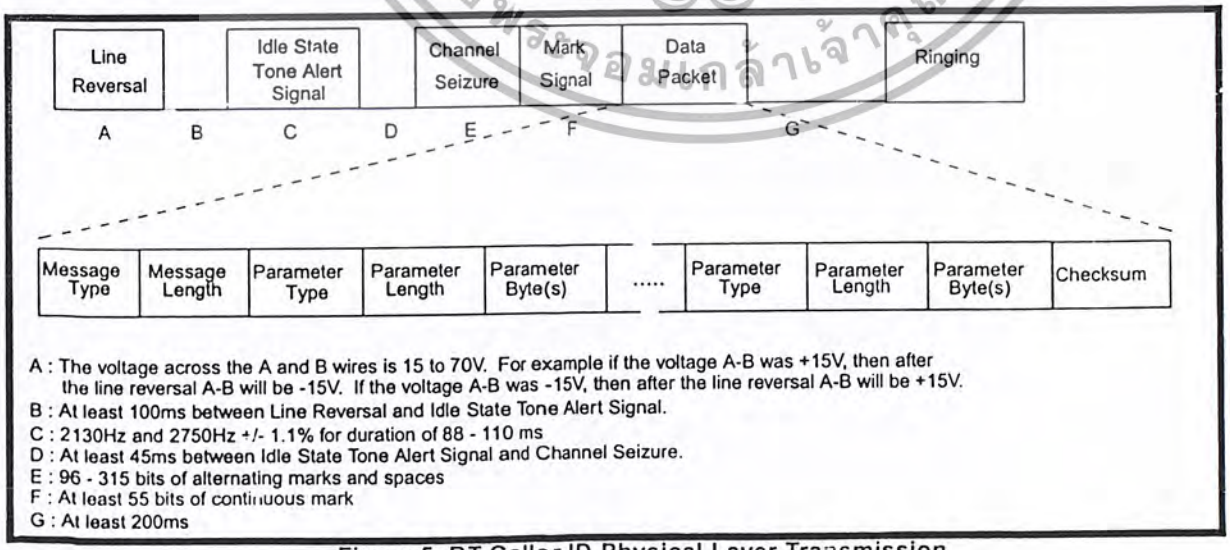
Table 4. Parameter Type Values for BT's CID

At the end of the FSK data a checksum is transmitted. The CPE should calculate its own checksum by calculating the modulo 256 sum of all bytes starting from the "message type" up to but excluding the checksum. The modulo 256 sum is computed by adding the words together and then truncating the result to the least significant 8 bits.

This calculated checksum should be added to the received checksum. If the LS 8 bits of the result is non-zero, the data has been corrupted.

U.K. Standard: Cable Communications Association

In the U.K., cable companies also offer telephone services on their own networks. The Cable Communications Association (CCA) has produced a specification for caller ID terminal requirements in the document TW/P&E/312 as an alternative for British



A : The voltage across the A and B wires is 15 to 70V. For example if the voltage A-B was +15V, then after the line reversal A-B will be -15V. If the voltage A-B was -15V, then after the line reversal A-B will be +15V.
B : At least 100ms between Line Reversal and Idle State Tone Alert Signal.
C : 2130Hz and 2750Hz +/- 1.1% for duration of 88 - 110 ms
D : At least 45ms between Idle State Tone Alert Signal and Channel Seizure.
E : 96 - 315 bits of alternating marks and spaces
F : At least 55 bits of continuous mark
G : At least 200ms

Figure 5: BT Caller ID Physical Layer Transmission

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Public Telephone Operators (PTOs) who cannot use the SIN227 interface.

In the CCA caller ID scheme, 1200 baud data (in either Bell 202 or CCITT V.23 FSK format) will be transmitted after a short ring burst. This ring burst will be 200 - 450 ms in duration and 30 - 75Vrms in amplitude. The FSK transmission sequence is channel seizure, continuous mark, and a caller ID data packet which ends with a checksum. The data packet format and checksum are the same as BT's. Channel seizure is 96 to 315 alternating mark and space bits. The mark interval is 55 to 315 bits.

The specification calls for leaving the TE in either the off line idle state or apply AC & DC terminations to the line before the FSK transmission. If applied, the DC termination should be a current drain of up to 0.5mA; the AC termination should be an impedance of at least 2kΩ with an inductive component greater than or equal to 50Ω over the 200 - 4kHz frequency range. These terminations should be removed 50-150ms after the end of FSK within 10ms of each other.

Figure 7 shows the physical layer transmitted signals of the CCA caller ID protocol. The defined values for the Message Type word are shown in table 5. The defined Parameter Type values are shown in table 6. The checksum calculation is the same as the BT case.

Value	Message Type Meaning
80h	Call Setup message
81h	Non-Call Setup message
82h	Message Waiting message

Table 5. Message Type Word Values for CCA CID

Value	Parameter Type Meaning
11h	Call Type (Voice Call or Ring Back When Free Call)
0Bh	Call Type (Message Waiting Call)
04h	Reason for absence of caller number (Caller Number Unavailable or Caller Number Withheld)
08h	Reason for absence of caller name (Caller Name Withheld)
01h	Time and Date
02h	Calling Line Directory Number
03h	Called Line Directory Number
07h	Caller Name/Text

Table 6. Parameter Type Values for CCA CID

MT8843 Application Circuit

The MT8843 line interface circuit shown in Figure 8 will meet the requirements of Bellcore, BT, and CCA standards. It will provide high voltage isolation, common mode TIP/RING signal rejection (via the input opamp in differential mode), common mode noise immunity for the ring detector (via an opto-coupler), ringing, line reversal, and CAS/BT Tone Alert signal detection, and FSK demodulation.

The high voltage isolation is attained via resistors R1 and R3 and capacitors C1 and C2. Both the resistors and the capacitors have a high voltage rating. The high impedance components limit the current and diodes D1 through D4 limit the voltage. The ring detector is AC coupled to the line via R6 and C3. The ringing detector achieves isolation via the opto-isolator, resistor R6 and capacitor C3. Resistor R6

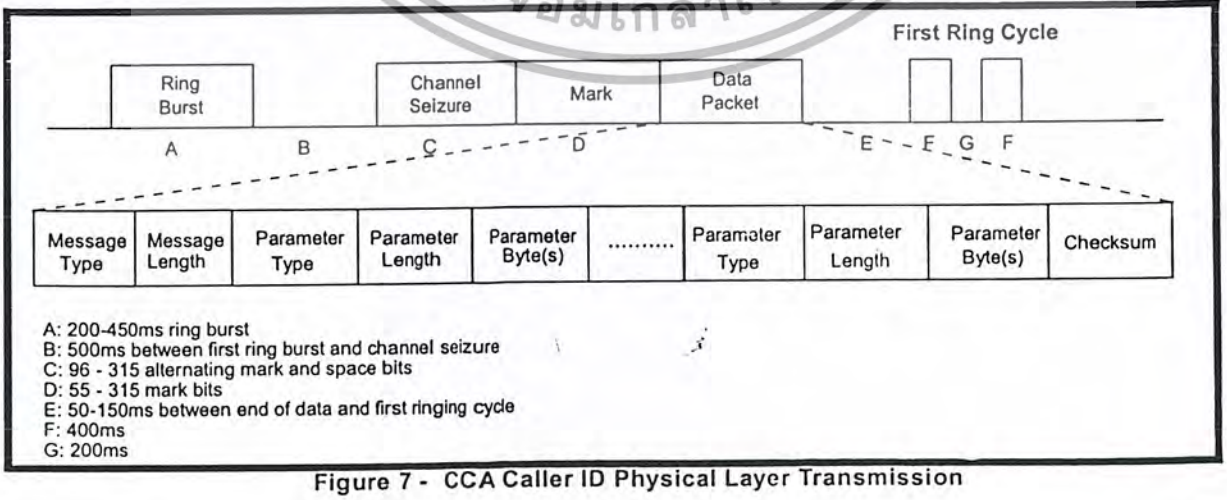


Figure 7 - CCA Caller ID Physical Layer Transmission

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

as a high power rating and is a fuseable type, herefore it will open when its power rating is xceeded. Capacitor C3 has a high voltage rating.

The component values were chosen to provide protection for the user as well as the low voltage circuity from high voltage fault conditions which may occur on the line. The circuit was simulated to ensure that it met the line interface requirements specified in FCC Part 68, DOC CS-03, UL 1459, CSA C22.2 and BS 6301.

The diode bridge connected to the MT8843's ring detector will provide full wave rectification of ringing and provide line reversal detection. The opto-coupler will reject common mode signals, preventing false ring detection. When the opto-coupler is activated, capacitor C10 charges through resistor R13 towards the signal detection level of the TRIGin pin. The RC time constant of C10 and R13 will determine how quickly the ring detector will respond to ringing and line reversal signals.

Caller ID data will be transmitted from the central office in Bell202 or CCITT V.23 format FSK. The FSK signal will be differentially amplified by the MT8843's internal opamp. The MT8843's opamp as shown in Figure 8 is redrawn and shown in Figure 9.

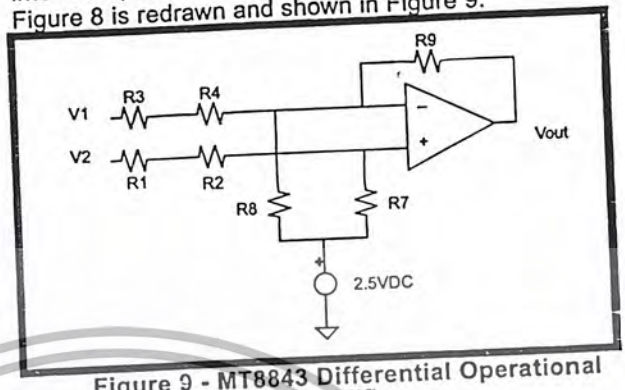
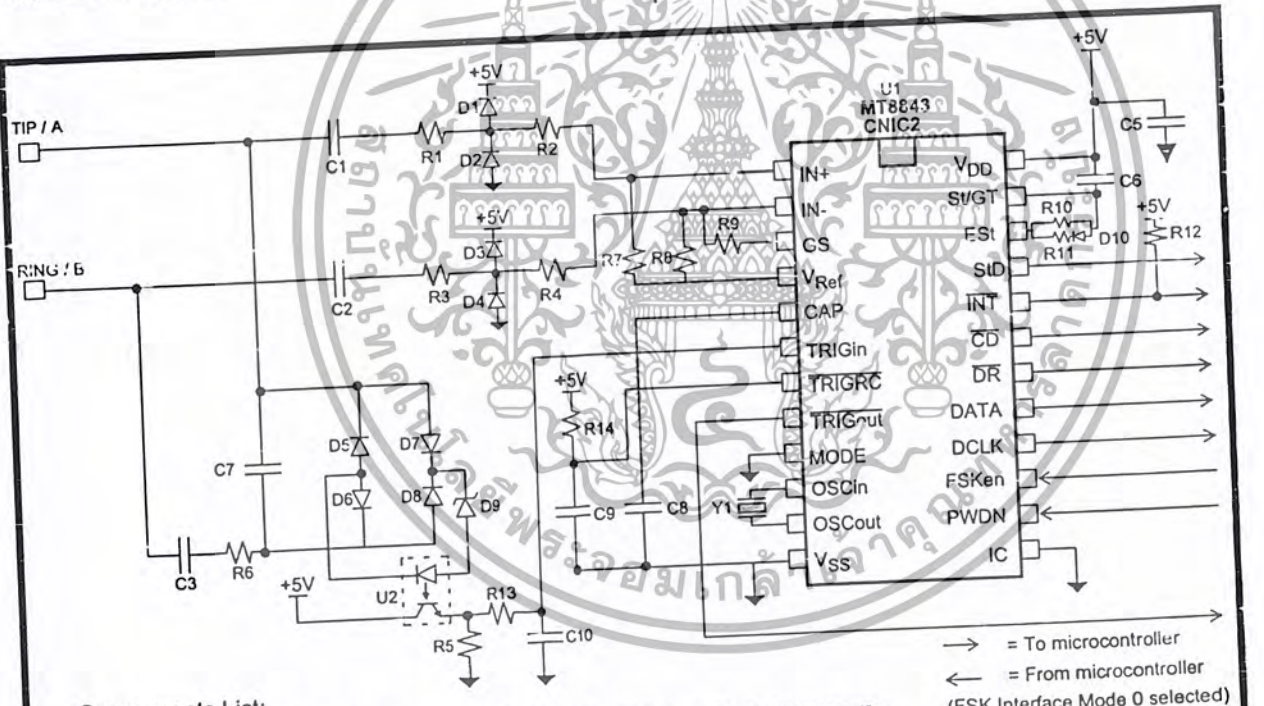


Figure 9 - MT8843 Differential Operational Amplifier

The configuration of this circuit was designed to provide superior common mode rejection for high input voltages.



Components List:

R1,R3	430k,3W 5%,Power Resistor 1kV breakdown voltage (IRC GS3)	D5,D6,D7,D8,D10	1N914,100V 50mA,General Rectifier
R2,R4	34k,1/4W 5%,Resistor	D9	1N5231B,5.1V 1/2W,General Zener
R7	53k6,1/4W 1%,Metal Resistor	C1,C2	22n,400V 5%,Polyester Capacitor
R8	60k4,1/4W 1%,Metal Resistor	C6	100n,50V 5%,Ceramic Capacitor
R9	464k,1/4W 1%,Metal Resistor	C5	100n,50V 20%,Ceramic Capacitor
R5	464k, 1/4W 5%,Resistor	C3	330n,400V 10%,Ceramic Capacitor
R10	825k,1/4W 1%,Metal Resistor	C7	100n,50V 10%,Ceramic Capacitor
R11	226k,1/4W 1%,Metal Resistor	C10	10n,50V 20%,Ceramic Capacitor
R12	100k,1/4W 20%,Resistor	C9	220n,50V 20%,Ceramic Capacitor
R6	12k1,1W5 5%,Fuseable Resistor (IRC FA8425F)	C8	100n,50V 20%,Ceramic Capacitor
		U1	MT8843
R13	200k,1/4W 5%,Resistor	U2	4N25,Opto-Coupler
R14	150k,1/4W 5%,Resistor	Y1	3.579545MHz Crystal
D1,D2,D3,D4	1N4003,200V 1A,General Rectifier		

Figure 8: Line Interface Circuit for MT8843

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Analyzing the circuit shown in Figure 9 using the Superposition theorem produces the inverting opamp case shown in Figure 10 and the non-inverting case shown in Figure 11. Note that the 2.5V source has been replaced with a ground since it is only a DC offset voltage. In the inverting case the voltage across R8 is zero so it will be ignored in the inverting opamp equations.

To accomplish common mode rejection of large input signals the input is first attenuated and then amplified so that unity gain is maintained.

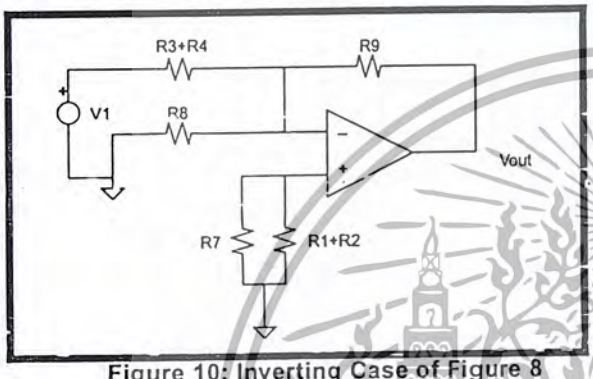


Figure 10: Inverting Case of Figure 8 Opamp

The gain of the inverting circuit in Figure 10 is

$$Av_{inv} = \frac{Vout}{V1} = -\frac{R9}{R3 + R4}$$

Since R9=464kΩ R3=430kΩ R4=34kΩ

$$Av_{inv} = -\frac{464k}{464k} = -1$$

The non-inverting opamp case is shown in Figure 11.

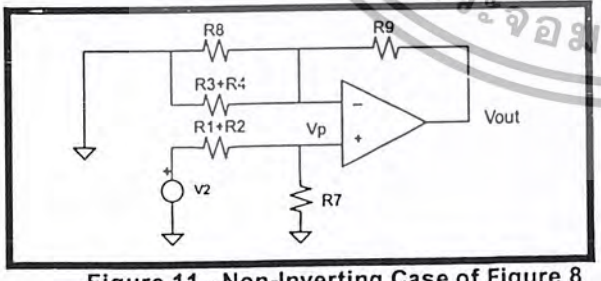


Figure 11 - Non-Inverting Case of Figure 8 Opamp

The V2 input voltage is attenuated by the voltage divider so that

$$V_p = V_2\left(\frac{R7}{R7 + (R1 + R2)}\right)$$

Note from Figure 11 that resistor R8 is in parallel with resistors R3 and R4. This parallel combination will result in an increase in the non-inverting opamp gain

$$Av_{non-inv} = \frac{Vout}{V_p}$$

$$= 1 + \left(\frac{R9}{R8 \parallel (R3 + R4)}\right)$$

Since V2 is attenuated by a factor of:

$$\frac{R7}{R7 + R1 + R2} = \frac{53k6}{53k6 + 430k + 34k}$$

$$= 0.103$$

The non-inverting gain must be 1/0.103 = 9.66 to achieve an overall gain of unity with respect to V_2. Thus

$$9.66 = 1 + \frac{R9}{R8 \parallel (R3 + R4)}$$

Since R3+R4=464kΩ and R9=464kΩ

$$9.66 = 1 + \frac{464k\Omega}{R8 \parallel 464k\Omega}$$

$$\therefore R8 = 60k4\Omega$$

Since the opamp common mode range is 3Vpp, the maximum common mode input signal that this circuit can cancel is 3Vpp/0.103=29Vpp=10.2Vrms.

Figure 12 shows a method for connecting the MT8843 operating in mode 0 to an Intel 8051 microcontroller via a shift register. In this mode the MT8843 will clock the serial data into the shift register. The decoded FSK bit stream will be output on the DATA line as soon as it is demodulated. 1200Hz clock pulses on the DCLK line will only clock the data bits into the shift register. At the end of the 8-bit data word the $\overline{DR}$ pin will change to a logic low, which will cause the shift register to parallel load the data onto its output. This parallel data is read by the microcontroller. The microcontroller will then output caller ID data to a Liquid Crystal Display (LCD) for the user to view.

The microcontroller will be signalled by StD when CAS/Tone Alert Signal is detected, $\overline{CD}$ for FSK, $\overline{TRIGout}$ for ringing or line reversal, and $\overline{INT}$ for MT8843 interrupt request. The microcontroller must keep track of these signals so that it can correctly interpret the progress of the caller ID protocol. The microcontroller has the ability to power up or power down the MT8843 via the PWDN pin connection. In a battery application, the MT8843 should be powered down when not in use to

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

conserve power. The ringing/line reversal detector is not affected by power down, so when the beginning of the caller ID protocol is detected, the MT8843 can signal the microcontroller to power it up.

The microcontroller can enable or disable FSK demodulation via the FSKen pin connection. BT, CCA, and Bellcore have specified the times in their caller ID protocols when FSK will be available. The FSK demodulator should be disabled when FSK data is not expected. Doing so will ensure that signals such as voice and DTMF tones which are in the frequency range of FSK will not be demodulated and generate false data.

Figure 13 shows a symbolic circuit in which the MT8843's microcontroller is connected so that data can be recovered in mode 1. In this mode the $\overline{DR}$ pin will go to a logic low indicating the presence of available data in the MT8843. The microcontroller must supply eight clock pulses to read the 8-bit word. The word is clocked serially out of the MT8843 by the read pulse rising edge in the order the bits were received, i.e. LSB first. If a word has not been fully retrieved from the MT8843's internal data register before the end of the next word (i.e. the next $\overline{DR}$ low), it will be overwritten.

Since the MT8843 is dealing with BT, the U.K.'s CCA, and Bellcore caller ID protocols, the microcontroller must be able to keep track of when signals such as ringing, line reversal, and alerting tones occur. This way, the MT8843 can be powered up and FSK demodulation enabled at the correct time.

Optimizing the MT8843 for Speech Immunity

In CIDCW, the subscriber who is to receive the Caller ID information may be talking when the CAS is sent from the CO. Therefore CAS detection must be performed when the CAS is interfered by speech. The ability of the detector to detect CAS when interfered by speech is measured by the "talkdown" performance. CAS may also be imitated by speech from both the subscriber (near end) and the connected party (far end). The likelihood of such imitations is measured by the "talkoff" performance. Two factors affect the MT8843's speech immunity:

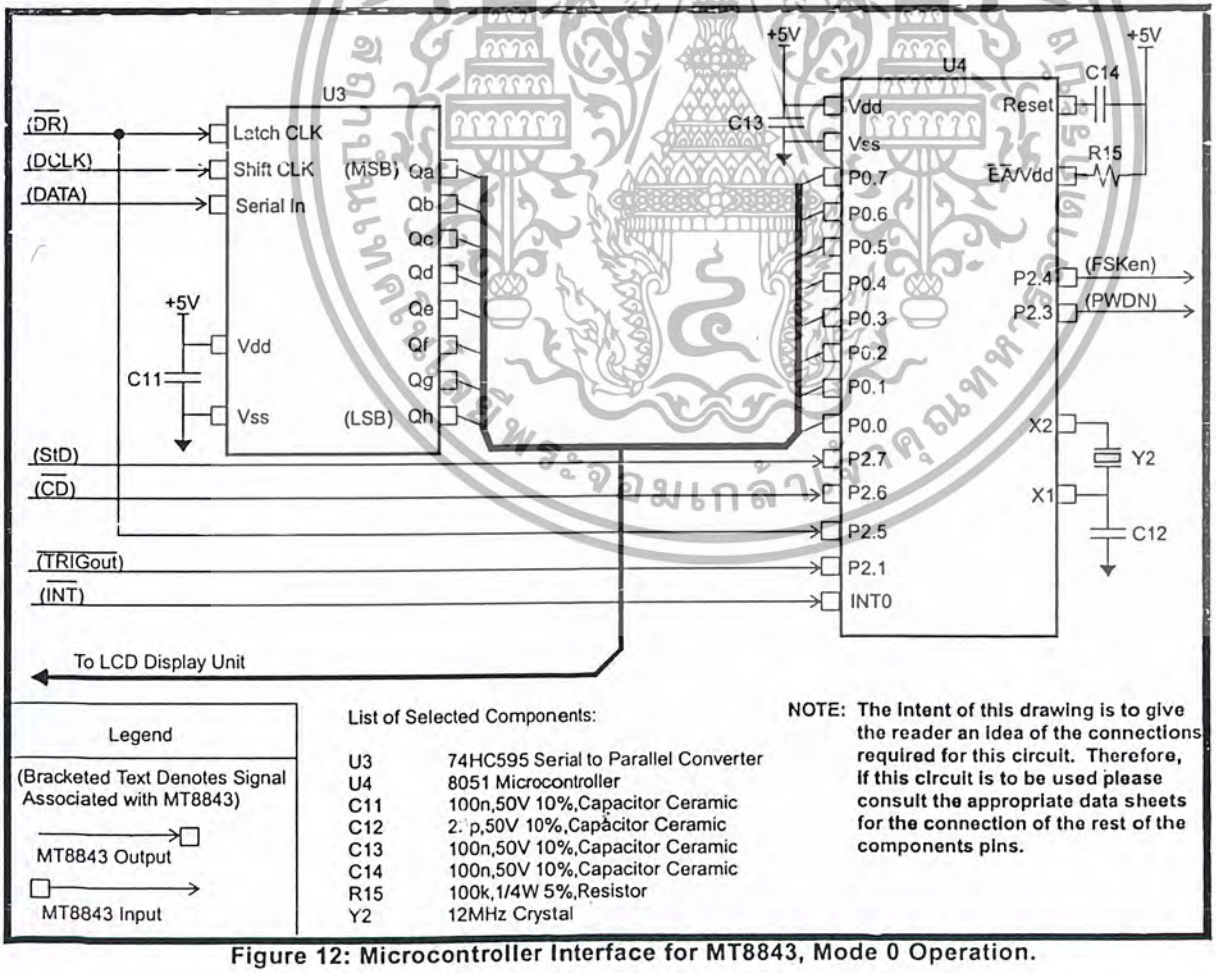


Figure 12: Microcontroller Interface for MT8843, Mode 0 Operation.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

the detect guard time and whether the MT8843 is connected directly to tip and ring or to the receive pair of a telephone hybrid.

Guard Time

Part of the MT8843 speech immunity strategy is to qualify the detection of dual tones with a duration called the detect guard time t_{GP}. The ESt pin goes high when the signal at the MT8843 analog inputs meets the CAS frequency tolerance requirements. When ESt has been high continuously for the detect guard time, the detection is classified as a CAS. StD then goes high to indicate that CAS has been detected (time A in Figure 14). Once StD has gone high, momentary ESt dropouts which do not exceed the absent guard time t_{GA} are tolerated (times B and C in Figure 14). That is, ESt must be low continuously for t_{GA} in order for StD to return low to signify the end of CAS (time F in Figure 14). For a CAS which is interfered by speech, once StD has gone high ESt dropouts caused by speech interference will be tolerated for up to t_{GA} so the end of CAS will not be signalled prematurely (times B and C in Figure 14).

The longer t_{GP} is the harder it is for speech to imitate CAS. Conversely, detection of valid signals which are corrupted by speech is more difficult if t_{GP} is long. Therefore a longer t_{GP} improves talkoff but degrades talkdown. It is a trade off.

It is recommended that for optimal speech immunity R_{10} should be 825K, R_{11} 226K and C_6 0.1uF (Figure 8). These components will give a 66ms t_{GP}, 15ms t_{GA}. Since the minimum CAS duration is 75ms and ESt takes typically 3 to 4ms to react, 66ms is about the maximum t_{GP} possible.

Figure 14 shows the relationship between the MT8843's ESt and StD timing. Once the MT8843 has detected a signal in the CAS frequencies ESt will go high. When ESt has been high for the present guard time (t_{GP}), StD will go high (time A). The absent guard time t_{GA} allows momentary ESt drop out without changing the state of the StD pin (times B and C).

At the end of the CAS, sometimes speech will cause spurious high pulses on the ESt signal. If the time between these pulses is less than t_{GA} (times D and E), StD will not return low properly to signify the end of CAS. In this situation if the CPE monitors the StD falling edge to start sending ACK, the ACK may not be sent within 100ms after the end of CAS as required by the Bellcore protocol and the CO will not transmit the caller ID data. StD will only return low once ESt has been continuously low for t_{CA} (time F).

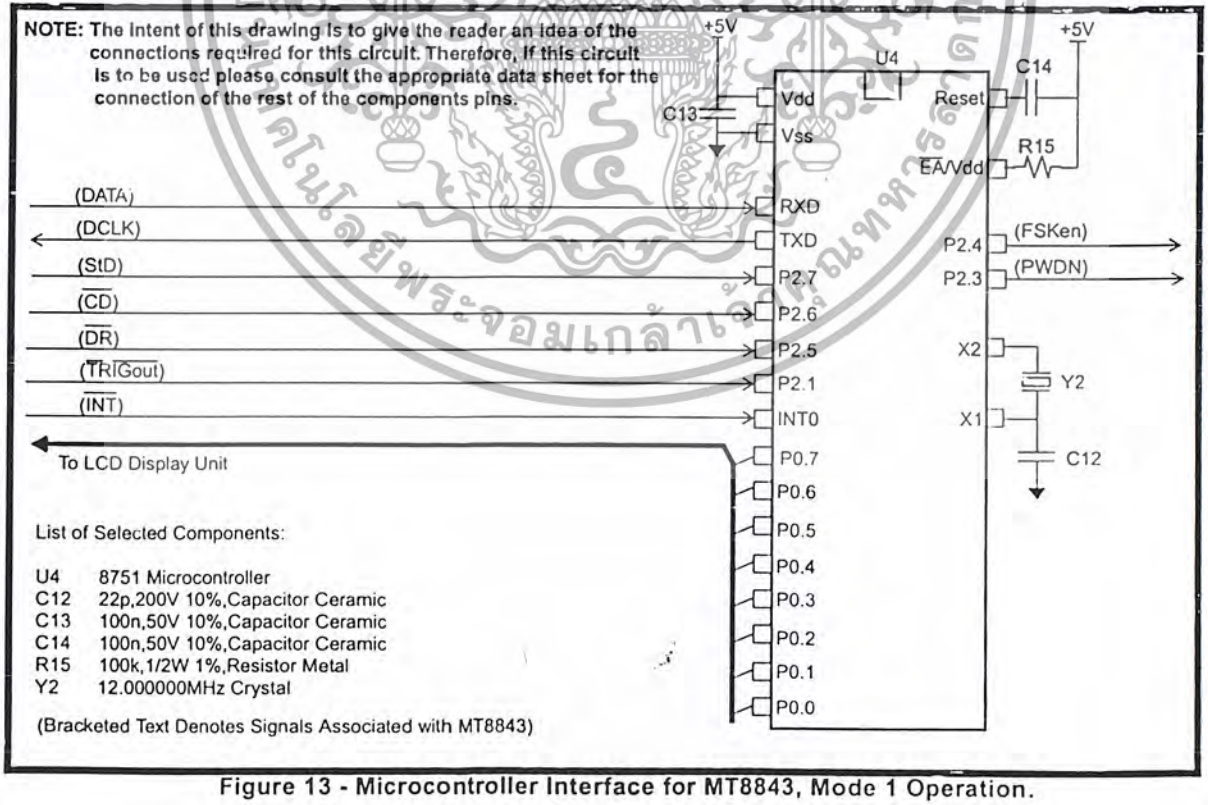


Figure 13 - Microcontroller Interface for MT8843, Mode 1 Operation.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

To ensure that the ACK is sent in time the following scheme should be used. Since CAS is at least 75ms long, and a time t_{GP} has already elapsed before the MT8843 classifies it as a CAS and set StD high, then the earliest time CAS can end is at (75ms - t_{GP}) after the StD rising edge. The CPE's microprocessor should mute the near end speech path, typically by disconnecting the microphone, at (75ms - t_{GP}) after the StD rising edge. Once the near end speech has been muted, ESt will not go high spuriously because there is no speech and StD will return low at a time t_{GA} after the end of CAS.

Alternatively, the microprocessor does not mute the near end speech but t_{GA} is set very short: 1 or 2ms. For example a 26k1Ω R_{11} will give a 2.3ms t_{GA}. Then ESt only has to remain low for a short time at the end of CAS and it is less likely that StD will be kept high beyond the end of CAS by spurious ESt activity. Since the optimal speech immunity t_{GP} is long (66ms), ESt dropout during a CAS after StD has become high is not a concern so t_{GA} can be short.

In an electrically noisy environment such as inside a PC, the noise may cause spurious high pulses on the ESt signal at the end of CAS and cause StD to fail to return low to indicate the end of CAS. In this case the microprocessor should send ACK at (85ms - t_{GP}) + 20ms after the StD rising edge. The 20ms is a margin to ensure that CAS has ended.

Some musical passages on the Bellcore test tapes generate multiple imitations within a short interval, usually within 2 seconds. That is, the imitations are clustered together. Clustered imitations can be consolidated into one imitation by adopting a simple algorithm. Upon each detection, start a 2 second window during which further detections are ignored. An imitation during that window should restart the window. Thus each cluster will be consolidated into a single imitation such that the number of imitations will be reduced. In CIDCW, if the first CAS is not acknowledged the CO will try again after 10 seconds. Therefore real CASes are at least ten seconds apart.

The detect and absent guard times t_{GP} and t_{GA} are implemented with RC components as shown in the application circuit (see Figure 8, R10, R11, and C6). Alternatively the CPE's microprocessor can be used to implement the guard times. The algorithm is shown in Figure 15. "SoftStD" is equivalent to the StD pin function. SoftStD equal one is equivalent to a logic high at the StD pin which indicates that a CAS has been detected. The ESt pin should be sampled periodically. The sampling period should be 1.4ms or less.

Connecting the MT8843

One way to improve the MT8843's speech immunity is to reduce the near end speech level. When the near end speech is attenuated, there is less speech to interfere with CAS detection so talkdown improves. Note that far end speech does not interfere with CAS detection because the CO has muted the far end when it sends CAS.

Near end talkoff also benefits because imitation is less likely from the lowered near end speech power.

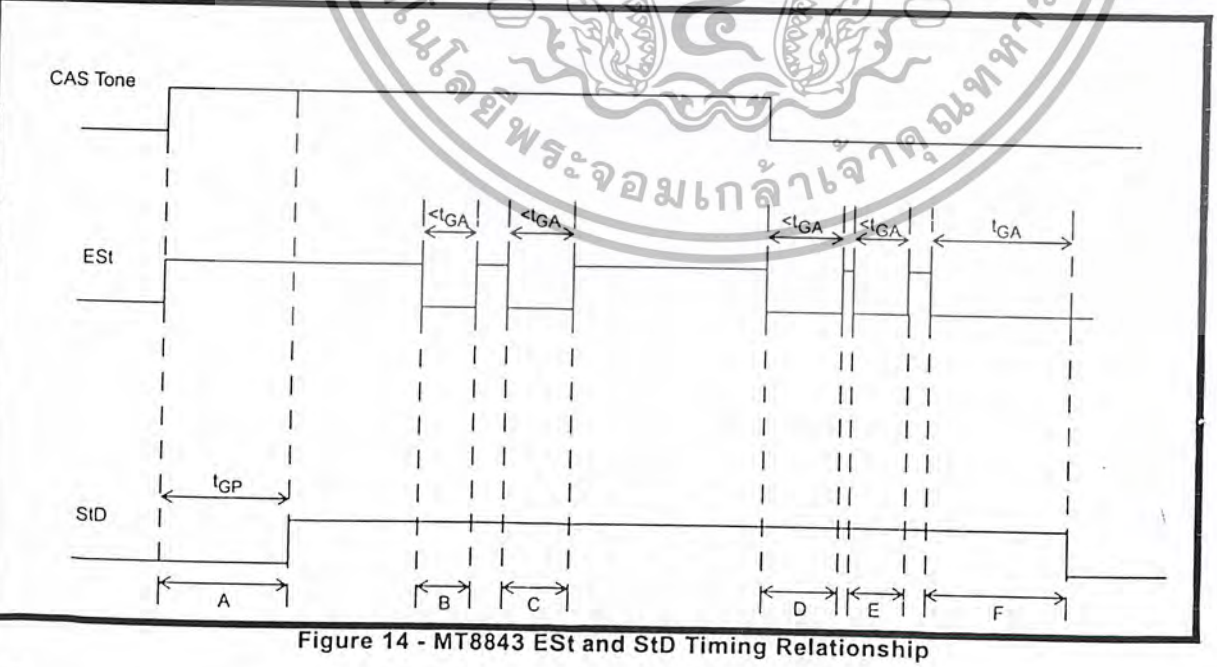


Figure 14 - MT8843 ESt and StD Timing Relationship

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Improving near end talkoff greatly improves the overall talkoff performance because the MT8843 is less likely to be talked off by the far end. At the same speech level far end talkoff is less compared to the near end because there is no pre-emphasis on the far end speech. The pre-emphasis imparted on the far end speech by the far end telephone has been equalized by the high frequency attenuation characteristics of two subscriber loops. One loop connecting the far end telephone to the far end CO, the other connecting the near end CO to the near end telephone.

Figure 16 shows a symbolic telephone hybrid with the telephone transmitter VTx and receiver VRx. If the balancing impedance ZB matches the loop impedance ZL, i.e. ZB=ZL, then the speech transmitted at VTx will not appear across VRx. Because of the great variety of customer loops installed, it is difficult to perfectly match every line. In SR-3004 section 4.1.1, Bellcore has suggested eight test loops. Using SPICE the hybrid circuit was simulated with each of the eight loops in place of ZL. ZB was varied to determine its optimal matching value. The simulations were performed at the frequencies 2106.57Hz (2130Hz - 1.1%) and 2780.25Hz (2750Hz + 1.1%). It was found that if ZB=1kΩ the minimum attenuation is 7.83dB. The 1kΩ value had the best matching characteristics of the ZB values tried. The results of the SPICE simulations are shown in table 7.

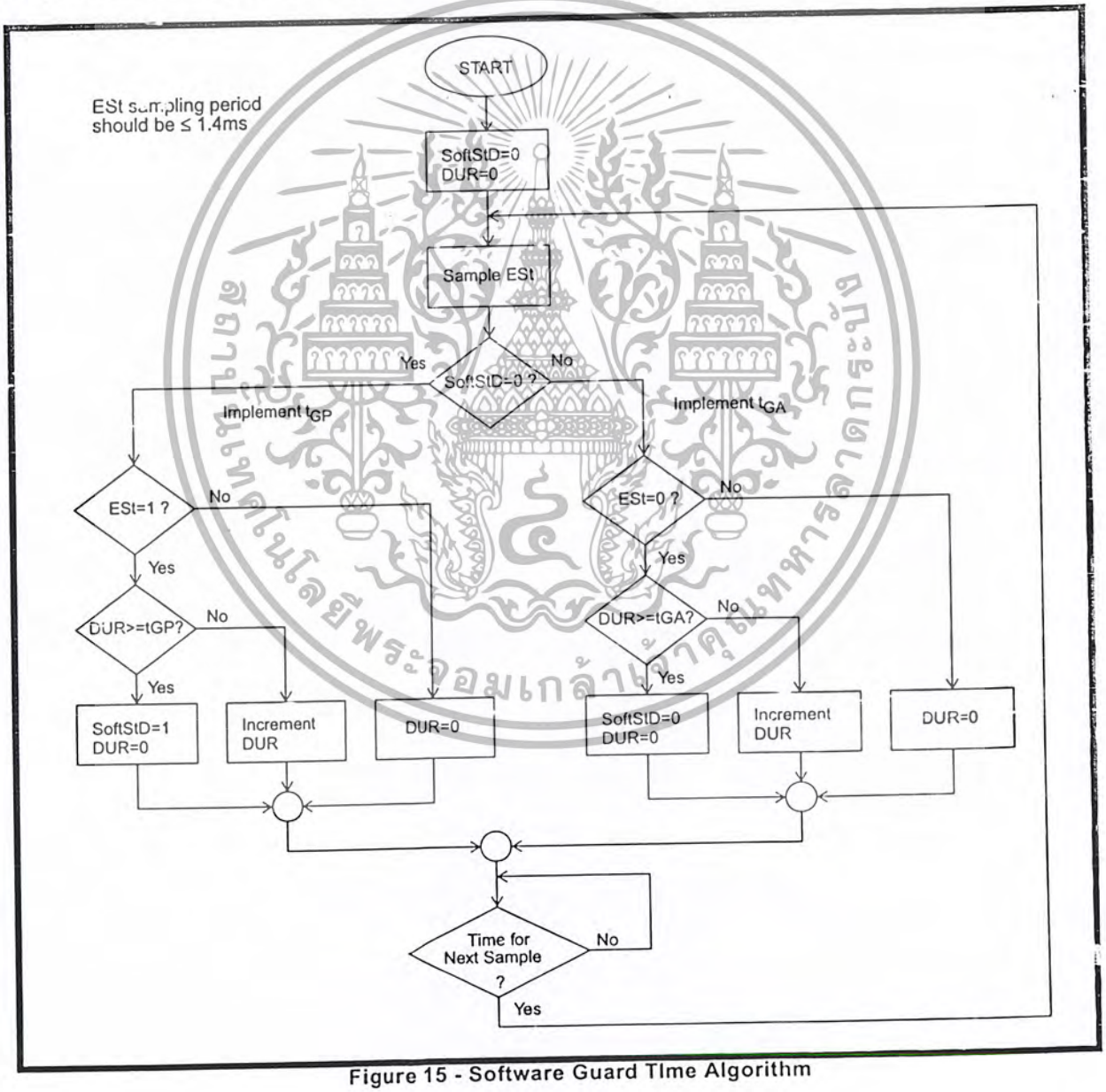


Figure 15 - Software Guard TIme Algorithm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

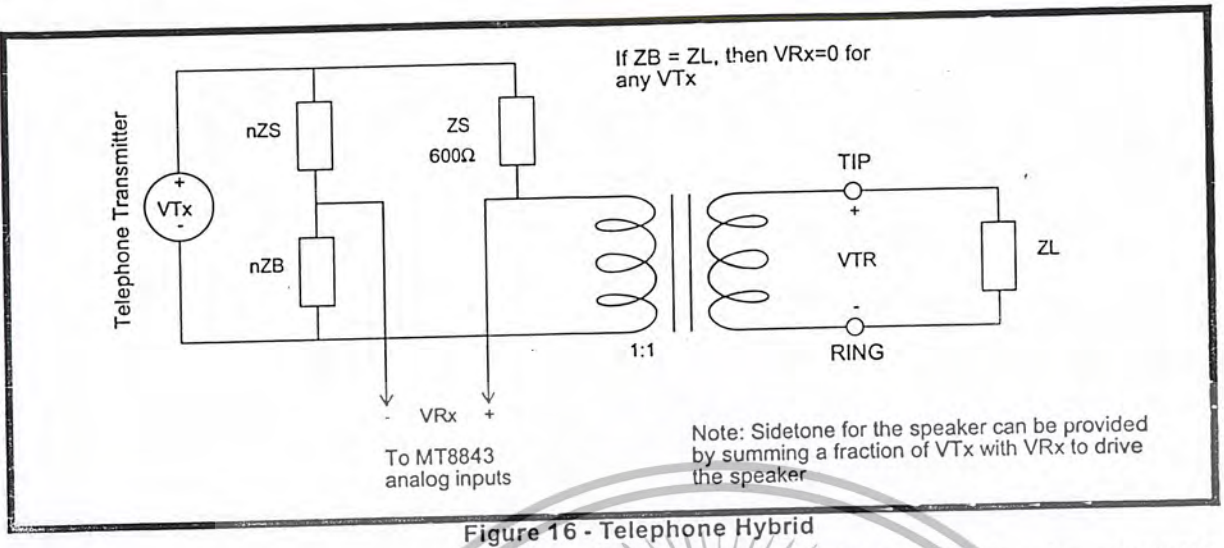


Figure 16 - Telephone Hybrid

In Figure 16, the MT8843 is said to be connected to the "4-wire side" of the telephone hybrid. When testing a CPE where the MT8843 is connected to the four wire side, the test loop providing the least amount of attenuation should be connected to the CPE.

CID/CIDCW Programming

In a CID or CIDCW capable CPE, many events require the microcontroller's attention: e.g. switch hook, keypad and timers. The MT8843 interrupts when an FSK word is available (provided that FSK demodulation has been enabled via FSKen=1), CAS detected, and ringing or line reversal detected. If the software is interrupt driven, then upon interrupt the MT8843 $\overline{DR}$, StD and $\overline{TRIGout}$ pins (respectively) should be checked to determine the appropriate action.

Even though potentially many events may request service, only some of them are valid at various call states. For example, of the 3 events which cause the MT8843 to interrupt, only detection of ringing and line reversal (indicated by $\overline{TRIGout}$=0) is relevant when the CPE is on hook. Therefore when the CPE is on hook, the software need not poll StD and $\overline{DR}$ pins. If the software is interrupt driven, action is required only when $\overline{TRIGout}$ is found to be the cause.

Upon system power up, the microcontroller will perform system initialization. Afterwards it will either poll the signals in the system which indicate that service is required or wait for interrupt. Note that on system power up the MT8843 will generate a false interrupt as described under the "interrupt" section of the data sheet. This interrupt should be ignored.

ZL (Bellcore SR3004 Loop)	Attenuation (dB)[1] for Z_B = 1kΩ	
	at 2106.57Hz	at 2780.25Hz
A	13.02	10
D	8.57	9.02
E	13.85	12.51
F	13.02	12.4
G	8.001	7.83
B	13.59	11.8
C	12.89	9.06
H	14.37	8.69

Table 7. SPICE Simulation Results when Hybrid Circuit (Figure 16) is Connected to Bellcore Test Loops

[1] Attenuation = 20 log(VT_X/VR_X)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

The functions described in the following sections are intended to be starting points for CID and CIDCW software. They are by no means exhaustive. For detailed requirements please consult SR-3004 for Bellcore, SIN242 for BT, TW/P&E/312 for CCA.

Programming for CID

When the MT8843 detects ringing or line reversal, signalling the beginning of CID data transmission, the $\overline{\text{TRIGout}}$ pin will be set low and an interrupt generated. Note that the MT8843 uses the $\overline{\text{TRIGout}}$ pin to indicate both the detection of ringing and line reversal. For protocols where ringing is used as the start of CID signalling and where line reversal may incidentally occur (e.g. CCA), there is no need to distinguish between the two. When $\overline{\text{TRIGout}}$ goes low the CID service routine should be entered. If another $\overline{\text{TRIGout}}$ occurred during the service routine, the routine should be restarted. In BT's case (which uses both ringing and line reversal in its protocol), there is no need to distinguish between ringing and line reversal because the service routine will not prepare for FSK until the Idle State Tone Alert Signal has been received. If another $\overline{\text{TRIGout}}$ occurred before the tone alert signal has been detected, the software should simply restart the CID service routine.

The software should not have to identify whether it is to interact with BT or Bellcore/CCA protocol from the signalling itself. It should determine the requirement by reading a hardwired bit during system initialization or upon entry into the CID service routine.

The CID protocol service routine flow chart is shown in Figure 17. The tasks are:

- Power up the MT8843 via PWDN=0.
  Bellcore: Start a timer to timeout in 7 seconds. This is the time within which channel seizure should begin. It is the sum of a 3 second ringing on time and a delay of up to 4 seconds from the end of ringing to channel seizure. Exit from the CID service routine if the timer expires before channel seizure occurred. Restart the routine if $\overline{\text{TRIGout}}$ is asserted.
  BT: Start a timer to timeout in 5 seconds. Wait for detection of the Idle State Tone Alert Signal (indicated by the StD pin). Exit from the CID routine if the timer expires. Once the signal has been received, apply the DC current wetting pulse and the AC termination. Restart the timer to timeout in 5 seconds. This is the time within which the channel seizure should begin. Exit from the CID service routine if the timer expires. Restart routine if $\overline{\text{TRIGout}}$ is asserted.

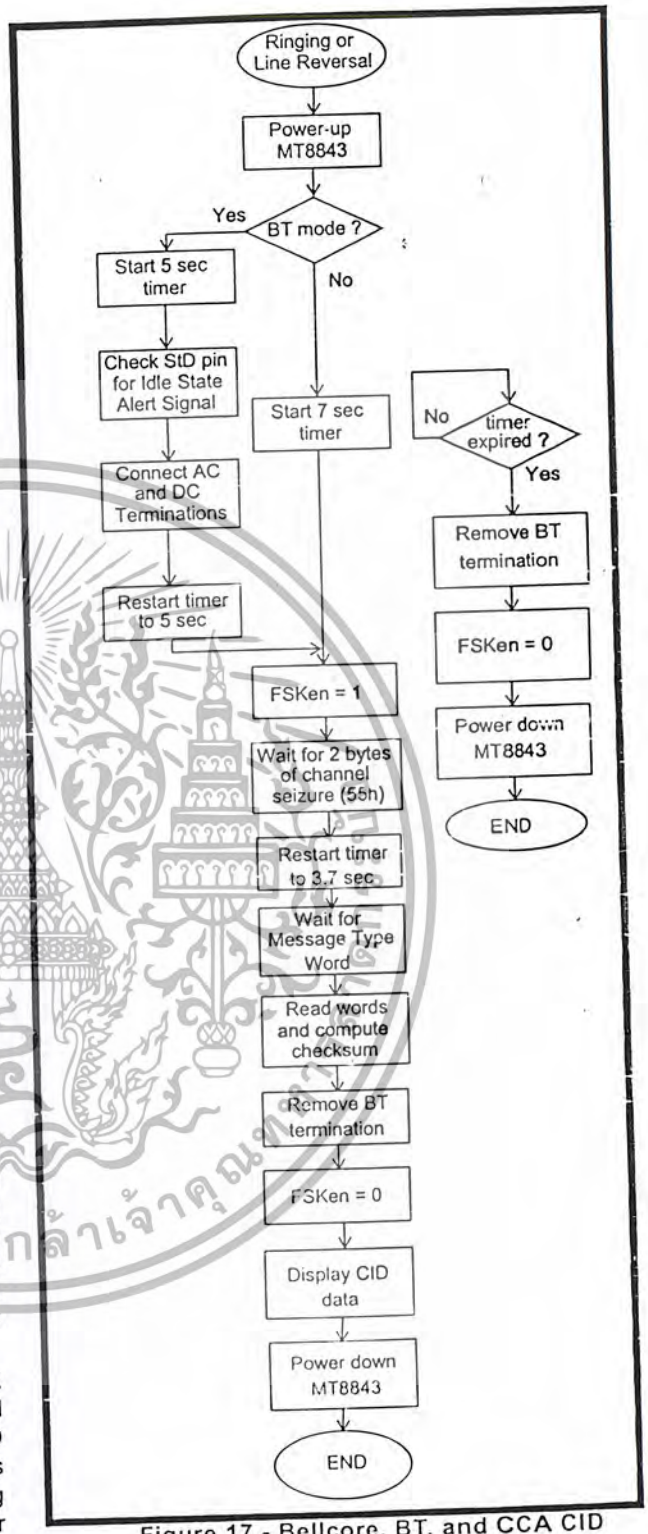


Figure 17 - Bellcore, BT, and CCA CID Flowchart

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Set FSKen=1. Wait for and verify the channel seizure by looking for 2 consecutive bytes of 55h in the demodulated FSK data. Once channel seizure has been verified, restart timer to timeout in 3.7 seconds (time C+D+E in Figure 1). FSK reception should finish before the timer expires. The CID service routine does not distinguish between the first and subsequent rings. In the Bellcore case when the phone is picked up after the second ring, speech will cause the FSK demodulator to pump out false data. Without verification via channel seizure, the false data may imitate the message type word and cause the CPE to display "data error".
- Look for the message type word 80h or 04h in Bellcore's case, 80h only otherwise.
- Read the message length word.
- Read number of words specified by the message length and calculate the checksum. Read transmitted checksum and add to calculated checksum. The sum should be 0.
- Remove AC and DC termination in BT or CCA case. Set FSKen=0. Display Caller ID message. Power down the MT8843 via PWDN=1. Exit service routine.

Programming for CIDCW

After the CPE has gone off hook, the MT8843 should be powered up by setting the PWDN pin low. FSKen should be kept low so that false data caused by speech does not cause any activity at the $\overline{DR}$ output which generates interrupts).

The starting point for servicing the CIDCW protocol is the detection of CAS indicated by either polling the MT8843 StD pin or an interrupt from the MT8843. The CIDCW protocol service flow chart is shown in Figure 18.

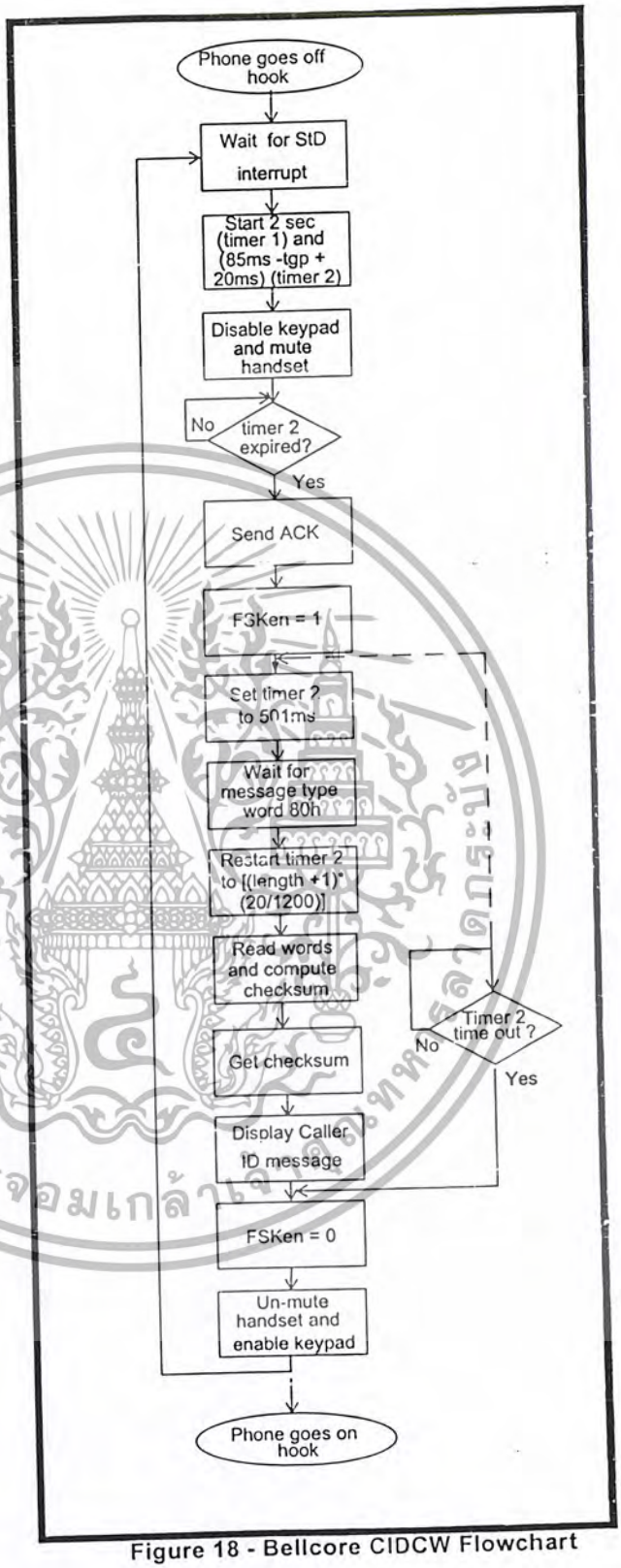


Figure 18 - Bellcore CIDCW Flowchart

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

The tasks are:

- A timer should be set to timeout at (85ms-t_{GP})+20ms to indicate the end of CAS (timer 2). At this time, also start a 2 second CAS ignore timer (timer 1). Further CAS should be processed only after the 2 second timer has timed out. Therefore before entering the CIDCW protocol service routine the software should verify that the 2 second timer has expired.
- At the end of CAS if no other CPE is off hook, mute the handset and disable the keypad. Send ACK. After ACK has been sent fully, enable FSK demodulation by setting the MT8843 FSKen pin. Timer 2 should be restarted to timeout in 501ms (time t in Figure 4).
- If message type word 80h has not been received when the 501ms timer expires, unmute speech path and enable keypad. Set FSKen=0. Exit service routine.
- After message type word 80h has been received, read the message length word. Restart the 501ms timer to

$$(\text{length} + 1) \times \frac{20\,\text{bits}}{1200\,\text{bps}}$$

The 20 bits come from 10 bits per word (start bit + byte + stop bit) and up to 10 mark bits stuffed between words.

- Read number of words specified by message length and calculate the checksum. Read transmitted checksum and add to calculated checksum. The sum should be 0.
- Set FSKen=0. Unmute handset and enable keypad.
- Display caller ID message and exit service routine.
- If a second CAS is detected while waiting for or during FSK, the detection is an imitation. Restart the 2 second CAS ignore timer.

The software can exit from the CIDCW program when the CPE has gone back on hook. In the service routine the CPE should only send ACK when no other CPE is off hook. One way is for the microcontroller to monitor the line voltage or current all the time, even when the CPE is on hook.

Conclusion

The MT8843 can be used to extract caller ID information from BT, Bellcore, and CCA caller ID protocols. It contains a ringing and line reversal detector, CAS/Tone Alert Signal detector, and the ability to demodulate Bell 202 and CCITT V.23 FSK. Additionally it offers a high input sensitivity, a dual mode three-wire data interface, and an input gain adjustable amplifier.

The MT8843 can be used with relatively little associated circuitry to display the Caller ID information. It consumes very little power when powered down and can be used in battery powered applications without being a large power drain.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Notes:

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ZARLINK™
SEMICONDUCTOR

For more information about all Zarlink products
visit our Web Site at

www.zarlink.com

Information relating to products and services furnished herein by Zarlink Semiconductor Inc. trading as Zarlink Semiconductor or its subsidiaries (collectively "Zarlink") is believed to be reliable. However, Zarlink assumes no liability for errors that may appear in this publication, or for liability otherwise arising from the application or use of any such information, product or service or for any infringement of patents or other intellectual property rights owned by third parties which may result from such application or use. Neither the supply of such information or purchase of product or service conveys any license, either express or implied, under patents or other intellectual property rights owned by Zarlink or licensed from third parties by Zarlink, whatsoever. Purchasers of products are also hereby notified that the use of product in certain ways or in combination with Zarlink, or non-Zarlink furnished goods or services may infringe patents or other intellectual property rights owned by Zarlink.

This publication is issued to provide information only and (unless agreed by Zarlink in writing) may not be used, applied or reproduced for any purpose nor form part of any order or contract nor to be regarded as a representation relating to the products or services concerned. The products, their specifications, services and other information appearing in this publication are subject to change by Zarlink without notice. No warranty or guarantee express or implied is made regarding the capability, performance or suitability of any product or service. Information concerning possible methods of use is provided as a guide only and does not constitute any guarantee that such methods of use will be satisfactory in a specific piece of equipment. It is the user's responsibility to fully determine the performance and suitability of any equipment using such information and to ensure that any publication or data used is up to date and has not been superseded. Manufacturing does not necessarily include testing of all functions or parameters. These products are not suitable for use in any medical products whose failure to perform may result in significant injury or death to the user. All products and materials are sold and services provided subject to Zarlink's conditions of sale which are available on request.

Purchase of Zarlink s I^2C components conveys a licence under the Philips I^2C Patent rights to use these components in and I^2C System, provided that the system conforms to the I^2C Standard Specification as defined by Philips.

Zarlink and the Zarlink Semiconductor logo are trademarks of Zarlink Semiconductor Inc.

Copyright 2001, Zarlink Semiconductor Inc. All Rights Reserved.

TECHNICAL DOCUMENTATION - NOT FOR RESALE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ZARLINK™
SEMICONDUCTOR

For more information about all Zarlink products
visit our Web Site at

www.zarlink.com

Information relating to products and services furnished herein by Zarlink Semiconductor Inc. trading as Zarlink Semiconductor or its subsidiaries (collectively "Zarlink") is believed to be reliable. However, Zarlink assumes no liability for errors that may appear in this publication, or for liability otherwise arising from the application or use of any such information, product or service or for any infringement of patents or other intellectual property rights owned by third parties which may result from such application or use. Neither the supply of such information or purchase of product or service conveys any license, either express or implied, under patents or other intellectual property rights owned by Zarlink or licensed from third parties by Zarlink, whatsoever. Purchasers of products are also hereby notified that the use of product in certain ways or in combination with Zarlink, or non-Zarlink furnished goods or services may infringe patents or other intellectual property rights owned by Zarlink.

This publication is issued to provide information only and (unless agreed by Zarlink in writing) may not be used, applied or reproduced for any purpose nor form part of any order or contract nor to be regarded as a representation relating to the products or services concerned. The products, their specifications, services and other information appearing in this publication are subject to change by Zarlink without notice. No warranty or guarantee express or implied is made regarding the capability, performance or suitability of any product or service. Information concerning possible methods of use is provided as a guide only and does not constitute any guarantee that such methods of use will be satisfactory in a specific piece of equipment. It is the user's responsibility to fully determine the performance and suitability of any equipment using such information and to ensure that any publication or data used is up to date and has not been superseded. Manufacturing does not necessarily include testing of all functions or parameters. These products are not suitable for use in any medical products whose failure to perform may result in significant injury or death to the user. All products and materials are sold and services provided subject to Zarlink's conditions of sale which are available on request.

Purchase of Zarlink's I²C components conveys a licence under the Philips I²C Patent rights to use these components in an I²C System, provided that the system conforms to the I²C Standard Specification as defined by Philips.

Zarlink, ZL and the Zarlink Semiconductor logo are trademarks of Zarlink Semiconductor Inc.

Copyright 2003, Zarlink Semiconductor Inc. All Rights Reserved.

TECHNICAL DOCUMENTATION - NOT FOR RESALE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้