



เครื่องโทรศัพท์หยอดเหรียญควบคุมโดยไมโครคอนโทรลเลอร์  
COIN TELEPHONE



โดย  
นางสาววิไลรัตน์ เทียบกุล

วัน เดือน ปี.....	17 ค.ค. 2541
เลขทะเบียน.....	039045
เลขเรียกหนังสือ.....	ว. 20286. ๑ ๗89๑.

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต  
สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
ปีการศึกษา 2540

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้ง 039045

เครื่องโทรศัพท์หยอดเหรียญควบคุมโดยไมโครคอนโทรลเลอร์  
COIN TELEPHONE



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต  
สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
ปีการศึกษา 2540

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญาบัตรปีการศึกษา 2540

ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง เครื่องโทรศัพท์หยอดเหรียญควบคุมโดยไมโครคอนโทรลเลอร์

COIN TELEPHONE

ผู้จัดทำ

นางสาววิไลรัตน์ เกือบคุณ

37014411

  
(รศ.ถนอมยศ

ชอุณหะปิยะ)

อาจารย์ที่ปรึกษา



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องโทรศัพท์หยอดเหรียญควบคุมโดยไมโครคอนโทรลเลอร์  
COIN TELEPHONE

โดย นางสาววิไลรัตน์ เทียบกุล 37014411

อาจารย์ที่ปรึกษา รศ. สมยศ จุณณะปิยะ

**บทคัดย่อ**

ปริญญานิพนธ์นี้คือ เครื่องโทรศัพท์หยอดเหรียญควบคุมโดยไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งประกอบด้วย ส่วนต่างๆ คือ ตัวเครื่องโทรศัพท์, ส่วนไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS - 51, ส่วนแสดงผลออกทาง LCD ซึ่งเหมาะกับการบริการด้านธุรกิจ เพื่อประโยชน์ด้านการติดต่อสื่อสาร สะดวก รวดเร็วและประหยัด

**ABSTRACT**

This project is PAY TELEPHONE control by Microcontroller MCS - 51. It is consist of telephone set, Microcontroller MCS - 51, LCD display. It is useful for service of managment, communication and other.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ

บทที่ 1		
บทนำ		1
บทที่ 2		
ทฤษฎีหรือหลักการ		4
บทที่ 3		
การคำนวณและการสร้าง		13
บทที่ 4		
การทดลองและผลการทดลอง		59
บทที่ 5		
บทวิจารณ์และบทสรุป		66
ภาคผนวก		
หนังสืออ้างอิง		



## สารบัญรูปภาพ

รูปที่ 1.1	แผนผังการใช้งานของเครื่อง	1
รูปที่ 1.2	แผนผังแสดงการทำงานของเครื่อง โทรศัพท์	2
รูปที่ 2.1	แผนผัง โครงสร้างของเครื่อง	4
รูปที่ 2.2	แสดงแสดงการจัดวางขาของ AT89C2051	5
รูปที่ 2.3	บล็อก ไดอะแกรมของ LCD DISPLAY	7
รูปที่ 2.4	แสดงลักษณะสัญญาณ DTMF ที่ได้จาก โทรศัพท์	8
รูปที่ 2.5	แสดงรายละเอียดขาของ MT8870	9
รูปที่ 2.6	โครงสร้างภายในของ MT 8870	9
รูปที่ 2.7	แสดงวงจรตรวจสอบสัญญาณและการกำหนดการ์ด โทม	10
รูปที่ 2.8	แสดงการต่อวงจรภาคขยายสัญญาณความแตกต่าง	11
รูปที่ 2.9	แสดงการทำงานของ Opto Coupler	12
รูปที่ 3.1	แสดงแผนผังการทำงานของเครื่อง โทรศัพท์	13
รูปที่ 3.2	แสดงบล็อกการติดต่อส่วนต่างๆภายในของเครื่อง โทรศัพท์	14
รูปที่ 3.3	แสดงวงจรถอดรหัส DTMF	14
รูปที่ 3.4	แสดงการเชื่อมต่อของ LCD กับ AT89C2051	15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.5	BLOCK DIAGRAM OF MM58167	22
รูปที่ 3.6	INTERUPT CONTROL REGISTER & STATUS	23
รูปที่ 3.7	FLOWCHART OF INITIALIZATION	26
รูปที่ 3.8	วงจรถ่ายทอดเสียงสัญญาณ Ringing Tone	27
รูปที่ 3.9	การเชื่อมต่อส่วนต่างๆกับ ไมโครคอนโทรลเลอร์	28
รูปที่ 3.10	แสดงไฟลวฮาร์ดโปรแกรมการทำงานของเครื่อง โทรศัพท์	29
รูปที่ 4.1	วงจร DTMF Decoder	59
รูปที่ 4.2	แสดงรูปสัญญาณขณะยังไม่ได้หยอดเหรียญ	61
รูปที่ 4.3	แสดงรูปสัญญาณเมื่อหยอดเหรียญผ่านตัวตรวจจับเหรียญ	61
รูปที่ 4.4	แสดงสภาวะปกติของตัวตรวจจับปุ่มสนทนา	62
รูปที่ 4.5	แสดงรูปสัญญาณเมื่อหยอดเหรียญแต่ยังไม่ได้กดปุ่มสนทนา	62
รูปที่ 4.6	แสดงรูปสัญญาณเมื่อกดปุ่มสนทนา	63
รูปที่ 4.7	แสดงสัญญาณนาฬิกาที่ขา 5 ของ ไอซีเบอร์ DS1202	63
รูปที่ 4.8	แสดงสัญญาณนาฬิกาที่ขา 6 ของ ไอซีเบอร์ DS1202	64
รูปที่ 4.9	แสดงสัญญาณนาฬิกาที่ขา 7 ของ ไอซีเบอร์ DS1202	64
รูปที่ 4.10	แสดงสัญญาณเอาต์พุตที่ขา 7 ของ ไอซีเบอร์ AT89C2051 ตัวที่ 1 ในสภาวะปกติ	65

## สารบัญตาราง

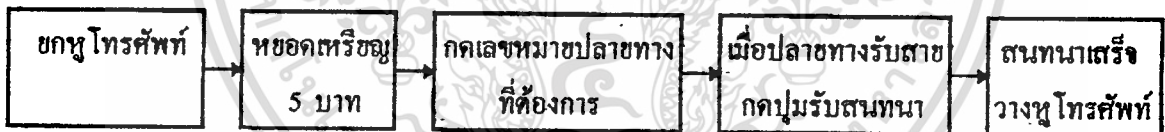
ตารางที่ 2.1		
ตารางแสดงไมโครคอนโทรลเลอร์แบบชิพเดี่ยวในตระกูล 51		4
ตารางที่ 2.2		
แสดงความถี่ DTMF กับปุ่มที่กด		7
ตารางที่ 3.1		
ชุดคำสั่งของ HD44780		16
ตารางที่ 3.2		
ตารางแสดงค่ากิจิตเป็นค่า BCD		22
ตารางที่ 3.3		
แสดง ADDRESS ที่ต้องเซตค่าตั้งควบคุม		25
ตารางที่ 4.1		
แสดงผลการทดลองที่ขา 11,12,13,14 ของ MT8870		60

การส่งสัญญาณเป็นการสื่อสารระหว่างผู้ส่งและผู้รับ วิธีการส่งสัญญาณอาจส่งเป็นสัญญาณเชิง เช่น การตีเกราะ เคาะ ไม้ หรือส่งสัญญาณเห็นด้วยตา เช่น สัญญาณควันทันไฟ สัญญาณธงหรือแสงกระพริบ การส่งสัญญาณอีกอย่างหนึ่งคือ การส่งสัญญาณแม่เหล็กไฟฟ้า ทางค่านับจะเปลี่ยนสัญญาณแม่เหล็กไฟฟ้าเป็นสัญญาณเชิงและแสง ดังที่เราคุ้นเคยในปัจจุบัน เช่น โทรศัพท์และโทรทัศน์ เป็นต้น

การส่งสัญญาณทุกชนิดไปถึงผู้รับเรียกว่า Transmission ตัวกลาง ( Medium ) ที่สัญญาณส่งผ่านมีหลายชนิด วิธีการส่งสัญญาณมีหลายวิธี เช่น การส่งสัญญาณไฟฟ้า และสัญญาณแม่เหล็กไฟฟ้าในตัวกลางชนิดต่าง ๆ

ในปัจจุบันนี้โทรศัพท์ได้เข้ามามีบทบาทในชีวิตประจำวันของมนุษย์เรามากขึ้น ไม่ว่าจะเป็นการติดต่อสื่อสารกันในด้านต่าง ๆ ทั้งในเชิงธุรกิจและชีวิตประจำวัน ซึ่งโทรศัพท์เป็นอุปกรณ์เพิ่มความสะดวกรวดเร็วและประหยัดค่าใช้จ่ายต่าง ๆ ได้

เครื่องโทรศัพท์หยอดเหรียญ 5 บาท เป็นตัวอย่างหนึ่งของเครื่องโทรศัพท์ สามารถใช้ได้เกือบทุกพื้นที่ เพียงแต่มีเครื่องโทรศัพท์แบบ 5 บาทนี้ มาติดตั้งก็สามารถบริการได้โดยการใส่เหรียญ 5 บาท ( เหรียญเล็กรุ่นใหม่ ) หยอด แล้วกดโทรศัพท์หมายเลขที่ต้องการติดต่อ สามารถใช้บริการทั้งทางไกล ( ในเขตบริการพื้นที่เดียวกัน ) และทางไกล ( นอกเขตพื้นที่บริการ ) รวมทั้งโทรศัพท์เคลื่อนที่ วิทยุติดตามตัวก็สามารถบริการได้ โดยในส่วนโครงการนี้จะแสดงส่วนแสดงผลทาง LCD เพื่อบอกรายละเอียดของเลขโทรศัพท์ปลายทาง วันที่ เวลาที่โทรออก และจำนวนเงินที่หยอด โดยมีแผนผังแสดงการทำงานของเครื่องโทรศัพท์ ดังนี้



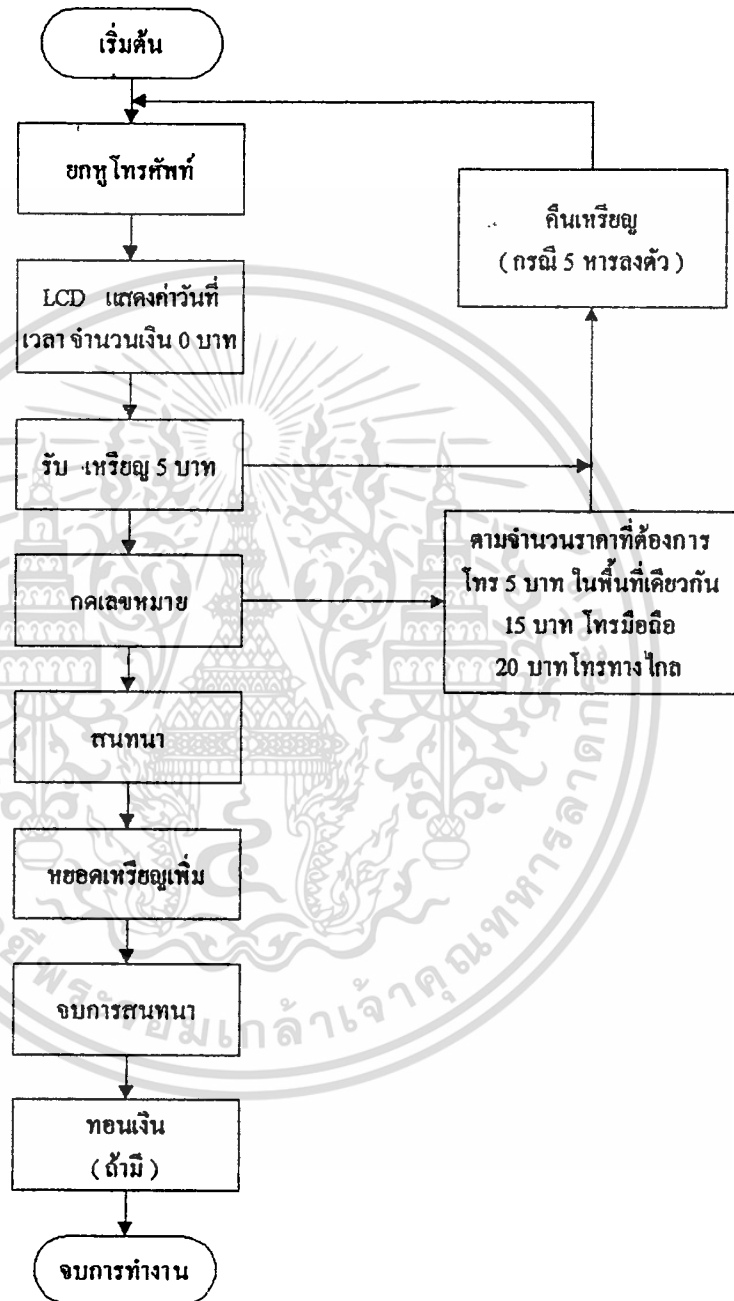
รูปที่ 1.1 แผนผังการใช้งานของเครื่อง

สำหรับเครื่องโทรศัพท์ชนิดหยอดเหรียญ 5 บาทนี้ ได้นำเอาไมโครคอนโทรลเลอร์ 2051 หรือ MCS-51 มาทำหน้าที่ประมวลผลควบคุมการทำงานของเครื่องและส่วนต่าง ๆ ที่แสดงผลผ่านออกทางจอ LCD ซึ่งประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ต่อไปนี้

1. แหล่งจ่ายไฟ ( Power Supply )
2. ส่วนของเครื่องโทรศัพท์
3. ส่วน RTC ( Real Time Counter )
4. ส่วนตรวจสอบเหรียญ
5. ส่วนถอดรหัสเลขหมาย ( DTMF Decoder )

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกจากนี้ยังทำงานร่วมกับกลไกด้านกลศาสตร์ในส่วนคัดเหรียญ และส่วนกินเหรียญ ซึ่งจะแสดงระบบการทำงานดังแผนผังต่อไปนี้



รูปที่ 1.2 แผนผังแสดงการทำงานของเครื่องโทรรักท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากแผนผังการทำงานของเครื่อง โทรศัพท์สามารถอธิบายระบบการทำงานได้ดังนี้

เมื่อมีผู้ต้องการใช้บริการ เริ่มต้นจากการยกหู โทรศัพท์ฟังสัญญาณสายว่าง (Dial Tone) หยอกเหรียญ 5 บาท (เหรียญเล็กรุ่นใหม่) ลงในช่องหยอกเหรียญ กดหมายเลขปลายทางที่ต้องการ เมื่อปลายทางมีผู้รับสาย กดปุ่มเริ่มสนทนา แล้วทำการสนทนา เมื่อมีสัญญาณเสียงเตือนว่าเหรียญกำลังจะหมดให้หยอกเหรียญเพิ่ม โดยมีอัตราการให้บริการดังนี้คือ ในเขตบริการพื้นที่เดียวกันและการเรียกวิทยุติดตามตัว กิดในอัตรา 5 บาทต่อ 3 นาที โทรศัพท์เคลื่อนที่ กิดในอัตรา 15 บาทต่อ 1 นาที และการโทรศัพท์นอกเขตพื้นที่ กิดอัตรา 20 บาทต่อ 1 นาที โดยจะมีส่วนของ Display แสดงจำนวนเงินคงเหลือ แสดงหมายเลขโทรศัพท์ปลายทาง แสดงวันที่ และ เวลาขณะนั้น เมื่อจบการสนทนาแล้ววางหูโทรศัพท์ เพื่อยกเลิกการติดต่อ รับเหรียญคืน (กรณีที่มีเงินเหลือ)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

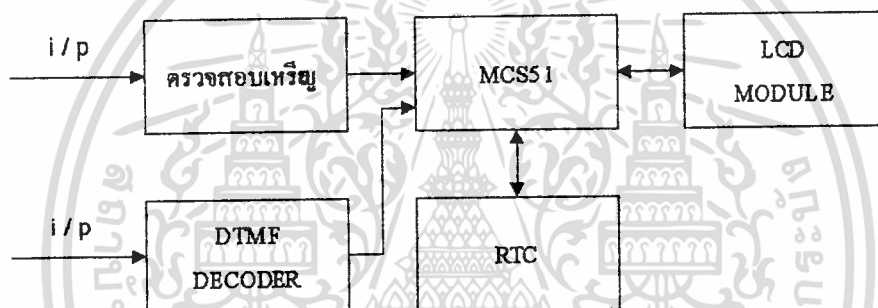
## บทที่ 2

## ทฤษฎีหรือหลักการ

เครื่องโทรศัพท์ชนิดหยอดเหรียญ 5 บาทนี้ ควบคุมการทำงานโดยไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งประกอบด้วยส่วนต่างๆ ดังนี้

1. ส่วนเครื่องโทรศัพท์
2. ส่วนไมโครคอนโทรลเลอร์ AT89C2051 (MCS-51)
3. ส่วน DTMF - Decoder
4. ส่วน RTC (Real Time Counter)
5. ส่วน LCD
6. ส่วนตรวจสอบเหรียญ
7. ส่วนตรวจสอบการยกหูโทรศัพท์

ซึ่งสามารถแสดงแผนผังได้ดังนี้



รูปที่ 2.1 แผนผังโครงสร้างของเครื่อง

## 2.1 โครงสร้างของส่วนไมโครคอนโทรลเลอร์ AT89C2051 (MCS-51)

ไมโครคอนโทรลเลอร์ชิปเดี่ยวตระกูล MCS-51 นี้ผลิตโดยบริษัทอินเทลมีอยู่ด้วยกันหลายเบอร์ซึ่งมีรายละเอียดดังตารางที่ 2.1

Device	ROM Version	EPROM Version	ROM Bytes	RAM Bytes	8-Bit I/O Ports	16-Bit Timer/Counters	Programmable Counter Array (PCA)	UART	Serial Expansion Port (SEP)	Global Serial Channel (GSC)	DMA Channels	A/D Channels	Interrupt Sources/Vectors	Power Down and Idle Modes
90S1	90S1	—	4K	128	4	2	—	—	—	—	—	—	8/5	—
80S1AH	80C1AH	87S1P 87S1PM*	4K	128	4	2	—	—	—	—	—	—	8/5	—
80S2AH	80C2AH	87S2BH	8K	256	4	3	—	—	—	—	—	—	8/6	—
80CS1BH	80C1BH	87CS1	4K	128	4	2	—	—	—	—	—	—	5/5	—
80CS2	80C2	—	8K	256	4	3	—	—	—	—	—	—	8/6	—
80CS1FA	80C1FA	87CS1FA	8K	256	4	3	—	—	—	—	—	—	14/7	—
80CS1FB	80C1FA	87CS1FB	16K	256	4	3	—	—	—	—	—	—	14/7	—
80C152JA	80C152JA	—	1K	256	5	2	—	—	—	—	2	—	19/11	—
—	90C152JB	—	—	256	7	2	—	—	—	—	2	—	19/11	—
80C152JC	80C152JC	—	3K	256	5	2	—	—	—	—	2	—	19/11	—
—	80C152JD	—	—	256	7	2	—	—	—	—	2	—	19/11	—
80C45C	80C45C	87C45CP	8K	256	5	2	—	—	—	—	—	—	9/8	—

ตารางที่ 2.1 ตาราง แสดง ไมโครคอนโทรลเลอร์แบบชิปเดี่ยวในตระกูล 51

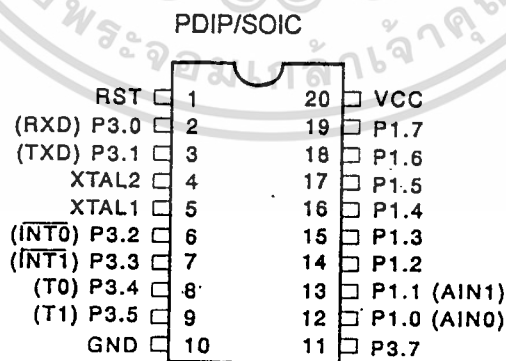
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณสมบัติของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS- 51

1. ต้องการแหล่งจ่ายไฟ +5 โวลต์ ชุดเดียว
2. มีหน่วยความจำขนาด 5 กิโลไบต์ สำหรับเบอร์ 8051 และสำหรับเบอร์ 8031 และ 8032 นั้น ไม่มีหน่วยความจำชุดนี้ ส่วน 8052 มีหน่วยความจำถึง 8 กิโลไบต์ สำหรับ AT89C2051 นี้มีหน่วยความจำ 2 กิโลไบต์
3. มีหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูล ( Data Memory ) ขนาด 128 ไบต์ สำหรับ 8052 มีถึง 256 ไบต์
4. หน่วยความจำสำหรับโปรแกรมและค่า ( Program Memory and Data Memory ) แยกจากกันอย่างละ 64 กิโลไบต์
5. กำสั่งที่ใช้เวลาน้อยที่สุดประมาณ 1 ไมโครวินาที เมื่อทำงานที่ความถี่ 11.059 เมกกะเฮิร์ต
6. มีไทมเมอร์/เคาน์เตอร์ ขนาด 16 บิต 2 ชุด ( สำหรับ 8052 มี 3 ชุด ) ทำงานได้ 4 โหมด
7. รับอินเทอร์รัพท์ได้ 6 แหล่ง 5 เวกเตอร์
8. มีพอร์ตรับข้อ/ส่งมูลอนุกรม ( UART ) 1 พอร์ต ทั้งรับและส่งในเวลาเดียวกัน ( Full Duplex ) เลือกรูปแบบการส่งข้อมูลได้ 4 โหมด
9. มีคำสั่งในการทำ AND , OR หรือ COMPLEMENT ได้ทั้งแบบ 8 บิต และ 1 บิต

โครงสร้างภายในของ AT89C2051 ( MCS - 51 )

MCS - 51 ใช้เทคโนโลยีการผลิตแบบ NMOS หรือ CMOS เบอร์ 8032 และ 8052 จะมี ROM BASIC อยู่ภายในจึงสะดวกสำหรับ โปรแกรมเมอร์ ที่จะเขียนโปรแกรมด้วยภาษาเบสิก โครงสร้างภายในสำหรับเบอร์ AT89C2051 เป็น CPU ของบริษัท ATMEL ซึ่งบรรจุอยู่ในตัวถังแบบ DIP ขนาด 20 ขา ทำให้บอร์ดมีขนาดเล็กเมื่อนำไปคัทแปลงใช้งาน และยังง่ายต่อการพัฒนา โปรแกรม โดยแสดงการจัดวางขาของ AT89C2051 ดังรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 แสดงการจัดวางขาของ AT89C2051

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่หรือใช้ในการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.2 ส่วนเครื่องโทรศัพท์

ส่วนประกอบของเครื่องโทรศัพท์

เครื่องโทรศัพท์ประกอบด้วยส่วนที่สำคัญดังนี้

1. ส่วนรับและส่งสัญญาณเสียงพูด ( Speech Transmission )
2. ส่วนกำเนิดสัญญาณโค้ดเลขหมายของผู้ถูกเรียก
3. ส่วนรับสัญญาณเรียก ( Ringer )

ระบบโทรศัพท์ที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน มีอยู่ 2 ระบบดังต่อไปนี้

1. โทรศัพท์แบบพัลส์ เป็นระบบโทรศัพท์ที่ส่งสัญญาณหมายเลขเป็นพัลส์ โดยที่จำนวนพัลส์จะเท่ากับจำนวนหมายเลขที่หมุนหรือกด เช่น ถ้าหมุนหมายเลข 4 ก็จะมีพัลส์ออกมา 4 ลูกเป็นต้น ซึ่งโทรศัพท์เหล่านี้กำลังจะเลิกใช้แล้ว
2. โทรศัพท์แบบความถี่ เป็นโทรศัพท์ที่นิยมใช้กันในปัจจุบัน ซึ่งโทรศัพท์นี้จะส่งความถี่ 2 ความถี่ไปพร้อมกันเพื่อแทนหมายเลขหนึ่งหมายเลข

ซึ่งในโครงการนี้จะขออธิบายในระบบโทรศัพท์แบบความถี่

ระบบ TONE MULTI - FREQUENCY ( DTMF )

ระบบนี้จะใช้กับโทรศัพท์ที่มีหน้าปัดแบบกดปุ่ม ( PUSH BUTTOM DIAL ) สัญญาณโค้ดเลขหมาย อยู่ในรูปของสัญญาณ 2 ความถี่ ซึ่งมีข้อดีกว่าระบบ DIAL PULSE อยู่หลายประการ เช่น

1. สามารถส่งหมายเลขที่ต้องการติดต่อได้เร็วกว่า  
ระบบ DP ใช้เวลาประมาณ 1.5 Sec/Digit  
ระบบ DTMF ใช้เวลาประมาณ 0.7 Sec/Digit
2. การกดหมายเลขที่มีความสะดวก ง่ายช่าย และมีความถูกต้องสูงกว่าการหมุนหน้าปัด
3. สามารถเพิ่มปุ่มกดอื่นๆ ได้อีก เช่น \* , # , A , B , C และ D เพื่อส่งสัญญาณบริการประเภทอื่นๆ เช่น บริการพิเศษของชุมสาย SPC

สัญญาณที่ใช้แบ่งออกเป็น 2 กลุ่มคือ กลุ่มความเร็วสูง ( HIGH FREQUENCY GROUP ) ประกอบด้วยสัญญาณความถี่ 1209, 1336, 1477 และ 1633 Hz และกลุ่มความถี่ต่ำ ( LOW FREQUENCY GROUP ) ประกอบด้วยสัญญาณความถี่ 697, 770, 852 และ 914 Hz

เมื่อมีการกดหมายเลขสัญญาณที่ถูกส่งจะประกอบด้วยสัญญาณในกลุ่มความถี่สูงหนึ่งความถี่ และสัญญาณในกลุ่มความถี่ต่ำอีกหนึ่งความถี่ เช่น ถ้ากดหมายเลข 2 สัญญาณที่ส่งออกไปประกอบด้วยสัญญาณความถี่ 697 Hz และ 1336 Hz

ตารางที่ 2.2 แสดงความถี่ DTMF กับปุ่มที่กด

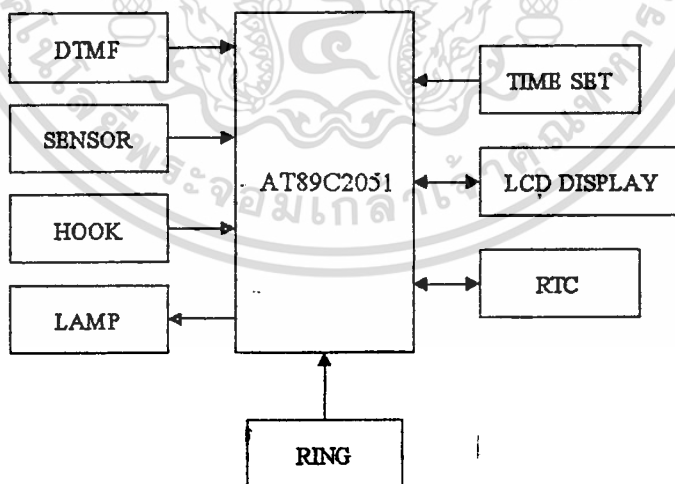
HERTZ		HF GROUP			
		1209	1336	1477	1633
LF GROUP	697	I	2	3	A
	770	4	5	6	B
	852	7	8	9	C
	941	*	0	#	D

FREQUENCY (Hz)		
BUTTON	LF. GROUP	HF. GROUP
1	697	1209
2	697	1336
3	697	1477
4	770	1209
5	770	1336
6	770	1447
7	852	1209
8	852	1336
9	852	1477
*	941	1209
0	941	1336
#	941	1477

2.3 ส่วน LCD

บล็อกไดอะแกรม และหลักการทำงาน



รูปที่ 2.3 บล็อก ไดอะแกรมของ LCD display

จากรูปที่ 2.3 จะเป็นบล็อก ไดอะแกรมของ LCD display ซึ่งแบ่งเป็นส่วนๆ แต่ละส่วนในแต่ละบล็อก แสดงรายละเอียดดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วน LCD display มีส่วนประกอบใหญ่ๆ ดังนี้

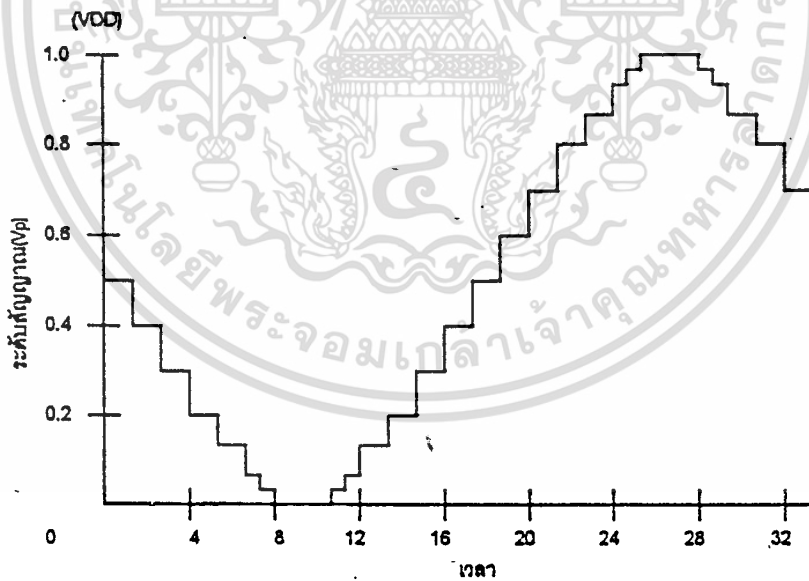
1. DOT MATRIX LCD เป็นตัวแสดงผลให้เรามองเห็นในลักษณะการปิด และเปิดตัวเองกับแสงก็  
คือส่วนของที่เป็นประจุผลึก
2. DRIVER เป็นตัวรับสัญญาณจากตัวควบคุมมาผลึก LCD อีกตัวหนึ่ง โดยมีเบอร์ที่นิยมใช้ใน LCD  
MODULE เช่น HD 44100H
3. CONTROLLER เป็นตัวรับข้อมูลจากอุปกรณ์ภายนอกมาและจัดการควบคุม LCD MODULE ให้  
ทำงานแสดงผลต่างๆ เช่น การลบจอภาพ, การเกิดตัวอักษร เป็นต้น โดยมีเบอร์ไอซีที่นิยมใช้กัน คือ HD 4478  
ซึ่งจะใช้ในแบบ CHARACTER LCD MODULE เป็นส่วนใหญ่

## 2.4 ส่วน DTMF DECODER

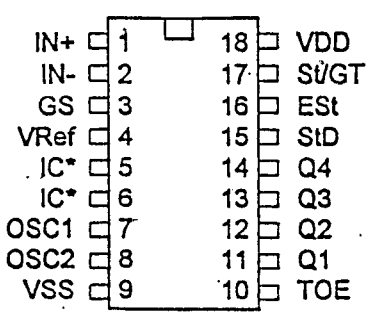
เป็นส่วนที่ใช้ถอดรหัสหมายเลขที่กด โดยในโครงงานนี้ใช้โทรศัพท์แบบกดปุ่ม คือ หมายเลขจะ  
ประกอบด้วย 2 ความถี่ โดยส่วน DTMF decoder เราใช้ไอซีเบอร์ MT 8870 เป็นตัวถอดรหัสปุ่มกด โดยร่วมกับ  
คริสตอล ความถี่ 3.579 MHz โดยจากคุณสมบัติของตัว IC MT 8870 ประกอบด้วยส่วนต่างๆ ดังนี้

### 2.4.1 MT 8870 DTMF DECODER

ไอซีเบอร์ MT 8870 นี้จะทำหน้าที่รับสัญญาณ DTMF ซึ่งเป็นสัญญาณอนาล็อก 2 ความถี่ได้  
อย่างคิ ถึงแม้ว่าสัญญาณที่รับจากการกดปุ่มของ โทรศัพท์แบบ Touch Tone จะมีลักษณะไม่เป็นคลื่น sine ที่แท้  
จริง ดังรูปที่ 2.4 ไอซีเบอร์นี้ก็ยังสามารถรับและถอดรหัสออกมาได้



รูปที่ 2.4 แสดงลักษณะสัญญาณ DTMF ที่ได้จากโทรศัพท์



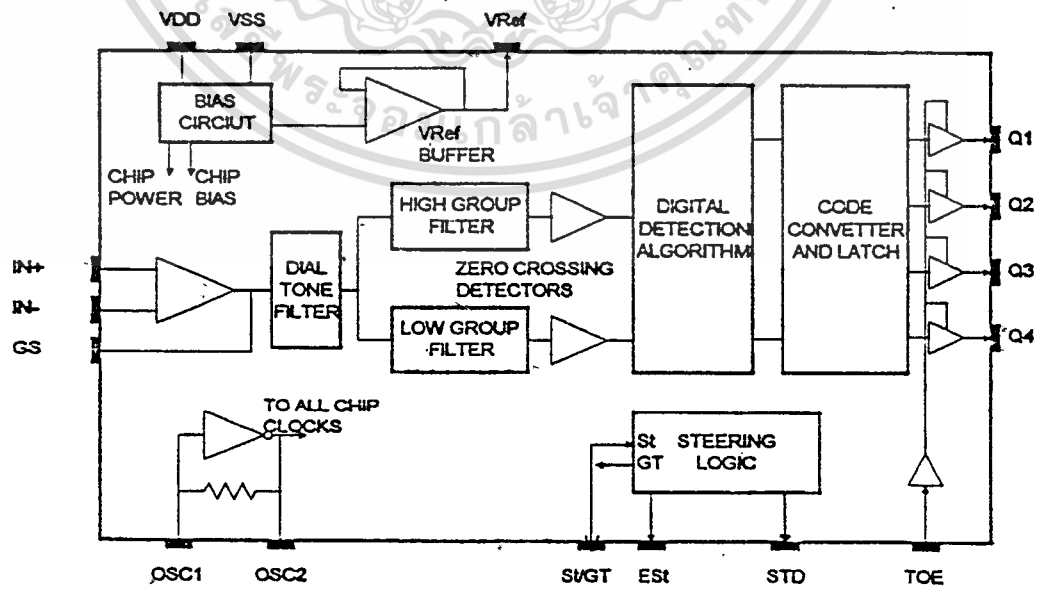
รูปที่ 2.5 แสดงรายละเอียดขาของ MT 8870

คุณสมบัติของ DTMF

1. เป็นตัวรับและถอดรหัสความถี่ DTMF
2. กินไฟน้อย ใช้ไฟเลี้ยงระดับเดียวกับ TTL
3. สามารถตั้งอัตราขยายภายในตัวไอซีได้
4. สามารถปรับการ์ดไทม์ (Guard Time)
5. เป็นไอซีคุณภาพสูง

2.4.2 โครงสร้างภายในของ MT 8870

MT 8870 ประกอบไปด้วยวงจรกรองความถี่ และวงจรถอดรหัสฟังก์ชันทางดิจิทัลในส่วนของวงจรกรองความถี่ใช้เทคนิคของสวิทช์ Capacitor Filter สำหรับกรองความถี่สูงและต่ำ จากนั้นจะส่งความถี่ที่กรองสัญญาณแล้วเข้าภาคถอดรหัสใช้เทคนิคการนับทางดิจิทัล เพื่อตรวจจับและถอดรหัสทั้ง 16 ความถี่ออกเป็นเลขฐานสองขนาด 4 บิต และตรวจสอบช่วงเวลาที่สำคัญเข้ามาส่วนภาคอินพุท เป็นออปแอมป์ที่สามารถปรับอัตราขยายได้ โดยต่ออุปกรณ์ภายนอกเอาท์พุทเป็นวงจรเลข 3 สถานะ โครงสร้างภายในของ MT 8870 แสดงดังรูปที่ 2.6



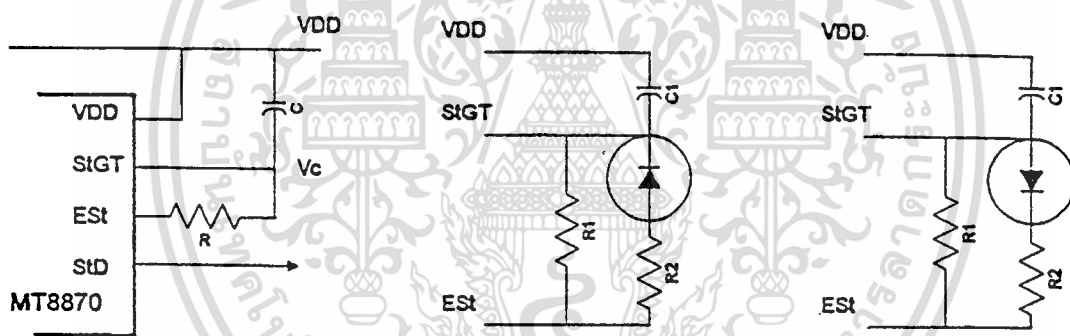
รูปที่ 2.6 โครงสร้างภายในของ MT 8870

2.4.3 ฟังก์ชันการทำงานภายใน MT 8870 ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 5 ส่วน คือ

1. ภาคกรองความถี่ (Filter Section) ในส่วนนี้จะแยกสัญญาณ DTMF ที่เข้า มาออกเป็น 2 กลุ่มความถี่ คือ ช่วงความถี่สูง และช่วงความถี่ต่ำ โดยใช้วงจรกรอง ความถี่อันดับ 6 ชนิดสวิตช์คาปาซิเตอร์ (Six-order Switch Capacitor Band Pass Filter) ซึ่งความถี่ที่แยก ได้มีช่วง คือ ช่วงความถี่สูงและช่วงความถี่ต่ำ

2. ภาคถอดรหัส (Decoder Section) ความถี่ DTMF ที่ถูกกรองเรียบร้อยแล้วจะผ่านเข้าวงจรถอดรหัสความถี่ออกเป็นตัวเลข โดยใช้เทคนิคการนับแบบดิจิทัล และมีการตรวจสอบความถี่ที่เข้ามาว่าเป็นความถี่มาตรฐาน DTMF หรือไม่เพื่อป้องกันความถี่อื่นๆ เข้ามาผสม เมื่อตรวจสอบว่าความถี่นั้นถูกต้อง สัญญาณที่เข้า Est (Early Steering) ก็จะถูกแยกที่ฟสำหรับค่าที่ถอดรหัสได้ตามหมายเลขนั้นๆ

3. ภาคตรวจสอบสัญญาณ (Astearing Circuit) ก่อนที่จะมีการถอดรหัสความถี่ออกไปที่เอาต์พุท จะมีการตรวจสอบช่วงความถี่ที่เข้ามา โดยสังเกตจากระยะเวลาการกดปุ่ม โทรศัพท์ ซึ่งต้องกดปุ่มให้มีความถี่ออกมาเป็นช่วงเวลาพอสมควร มิฉะนั้นวงจรส่วนนี้จะไม่รับ โดยถือว่าสัญญาณที่เข้า Est จะเป็น “High” นานใกล้เคียงกับระยะเวลาที่ความถี่ DTMF เข้ามา จากรูปที่ 2.7 เมื่อเข้า Est เข้ามาเป็น “High” ทำให้ Vc สูงขึ้น ตัวเก็บประจุ C จะคายประจุ ทำให้แรงดัน Vc สูงขึ้นจนถึงค่าเทรชโฮลด์ วงจรถอดรหัสจึงจะถอดรหัสออกเป็นตัวเลขขนาด 4 บิต

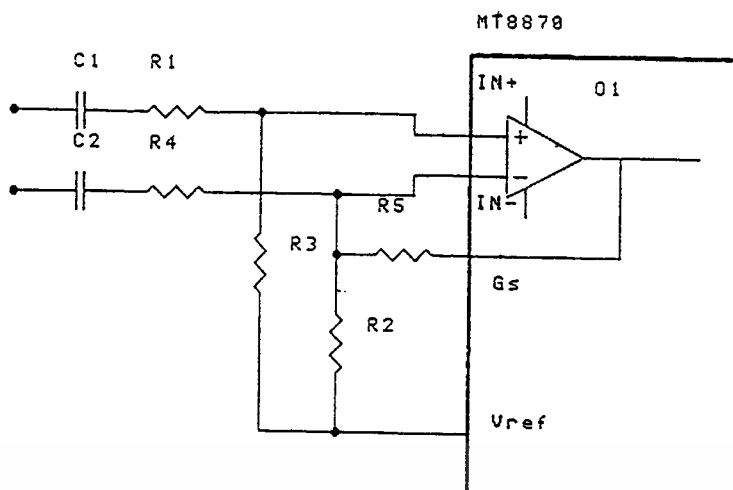


$$\begin{aligned}
 t_{GTA} &= (RC)\ln(VDD/V_{tst}) & t_{GTP} &= (R_p C_1)\ln(VDD/(VDD-V_{tst})) & t_{GTP} &= (R_1 C_1)\ln(VDD/(VDD-V_{tst})) \\
 t_{GTP} &= (RC)\ln(VDD/(VDD-V_{tst})) & t_{GTA} &= (R_1 C_1)\ln(VDD/V_{tst}) & t_{GTA} &= (R_p C_1)\ln(VDD/V_{tst}) \\
 R_p &= R_1/R_2 & & & R_p &= R_1/R_2
 \end{aligned}$$

รูปที่ 2.7 แสดงวงจรตรวจสอบสัญญาณและการกำหนดเวลาการ์ดใหม่

สำหรับคำว่าการ์ดใหม่ (Guard Time) นั้นหมายถึง ช่วงคาบเวลาของความถี่ที่เข้ามาซึ่งจะต้องนานเท่ากับ หรือมากกว่าช่วงเวลาดังไว้ โดย RC ก็คือ การ์ดใหม่นั้นเอง เมื่อสัญญาณความถี่เข้ามานานเท่ากับหรือมากกว่าเวลาที่ตั้งไว้ จึงจะสามารถแปลงเป็นตัวเลขได้ ถ้าสัญญาณความถี่เข้ามาสั้นกว่าก็จะไม่มีการถอดรหัสเป็นตัวเลขออกไป การตั้งเวลาและการคำนวณเวลา ดูได้จากรูปที่ 2.7

4. ภาคขยายสัญญาณความแตกต่าง (Difference Input) วงจรส่วนอินพุทของ MT 8870 เป็นภาคขยายออปแอมป์ที่สามารถปรับอัตราขยายความแตกต่างของอินพุทและอิมพีแดนซ์ ได้ดังนี้



รูปที่ 2.8 แสดงการต่อวงจรภาคขยายสัญญาณความแตกต่าง

ภาคขยายความแตกต่างค่านอินพุท

$$C1 = C2 = 10 \text{ nF}$$

$$R1 = R4 = R5 = 100 \text{ K}$$

$$R2 = 60 \text{ K}, R3 = 3.75 \text{ K}$$

$$R3 = R2 // R5$$

$$\text{อัตราขยาย ( } A_{v \text{ diff}} \text{ )} = R5 / R1$$

$$\text{อินพุทอิมพีแดนซ์ ( } Z_{in \text{ diff}} \text{ )} = 2 / R1 + (1 / \omega C)$$

5. ภาคกำเนิดความถี่ (Oscillator) ในภาคนี้ภายในไอซีมีวงจรเวลาอยู่ภายใน โดยการทำงาน

ที่ความถี่ 3.579 MHz ก็สามารถใช้งานได้ทันที

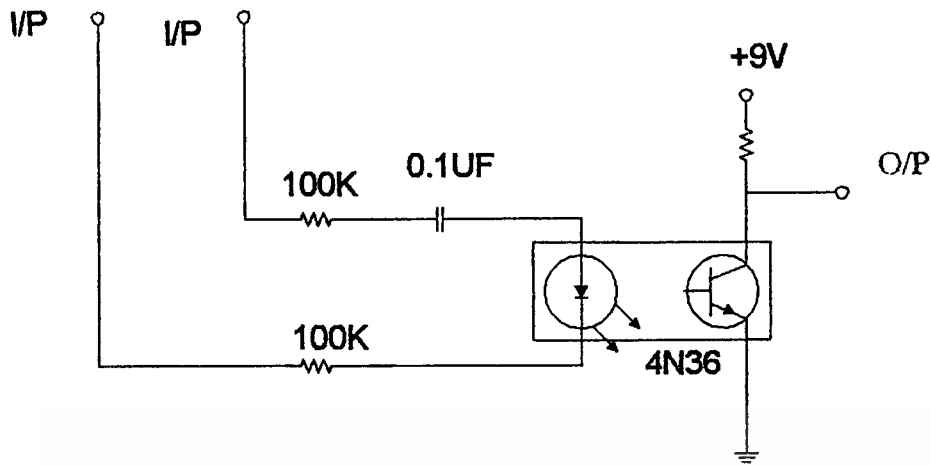
## 2.5 ส่วนตรวจการขงหูโทรศัพท์

จากที่ทราบกันแล้วว่า โทรศัพท์แบ่งเป็น แบบความถี่และแบบพัลส์ โดยในที่นี้จะขอล่าถึงระบบ โทรศัพท์แบบความถี่เพียงอย่างเดียว เมื่อโทรศัพท์มีการใช้งาน ก็คือการขงหู

ในโครงการนี้ได้ทำการดึงสัญญาณจากส่วน Hook Switch ของเครื่อง โทรศัพท์มาใช้งาน ซึ่งเป็น Hook Switch แบบกดคิดปลอ่ขดับ ตรงส่วนขงหูและวางหู โทรศัพท์ได้นำ Hook Switch นี้ต่อเข้าส่วนของ CPU เพื่อเข้า ขาอินเทอร์รัททงพอร์ท 3 บิต 2

## 2.6 ส่วนตรวจตอบสัญญาณ Ringing

เนื่องจากโทรศัพท์ขงคหรีขง 5 บาทนี้ ได้นำ ไปประกขคใช้กับ โทรศัพท์ตามบ้านซึ่งจะต้องมีการ โทรเข้า โดยสัญญาณที่ได้รับจะเป็นสัญญาณ Ringing Tone ซึ่งในส่วนนี้ได้นำ Opto Coupler เบอร์ 4N36 มา ประขคใช้ การทำงานของ Opto Coupler แสดง ได้ดังรูปที่ 2.9



รูปที่ 2.9 แสดงการทำงานของ Opto Coupler

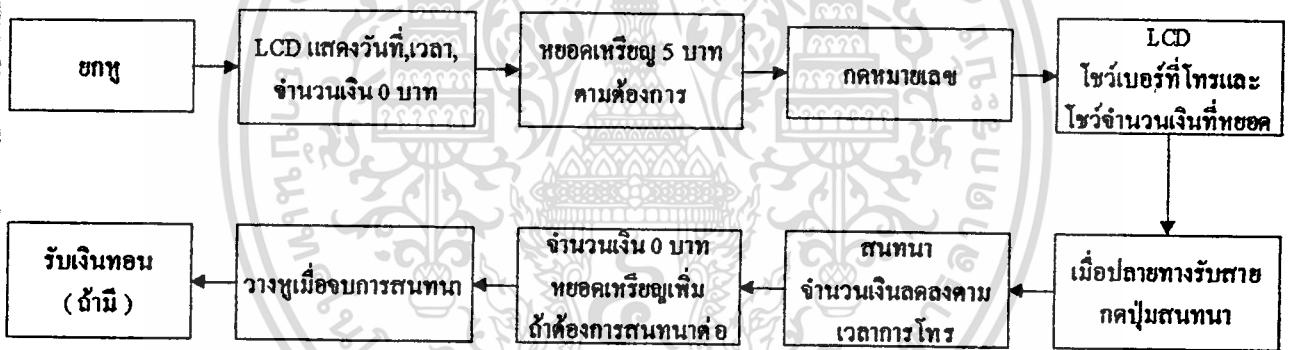
จากหลักการทำงานของ Opto Coupler ปกติ Opto Coupler จะทำงานโดยการเปลี่ยนไฟฟ้าเป็นแสง และเปลี่ยนแสงเป็นไฟฟ้า Opto Coupler ที่นำมาใช้นี้จะทำงานในสถานะ “Low” ซึ่งปกติเมื่อไม่มีสัญญาณจะแสดงสถานะ “High” ลักษณะเอาต์พุตจะเป็นพัลส์ขอบขาขึ้น และเมื่อมีสัญญาณเข้ามาตัว capacitor จะถูกประจุไปเรื่อยๆ จนกระทั่งแรงดันที่ตกคร่อม capacitor นั้นมีค่ามากกว่าแรงดันอ้างอิงทำให้ไม่มีแสงตกผ่านไปยัง transistor สัญญาณเอาต์พุตที่ออกมาจึงมีสถานะเป็น “Low” ซึ่งเป็นขอบขาลง

### บทที่ 3

#### การคำนวณและการสร้าง

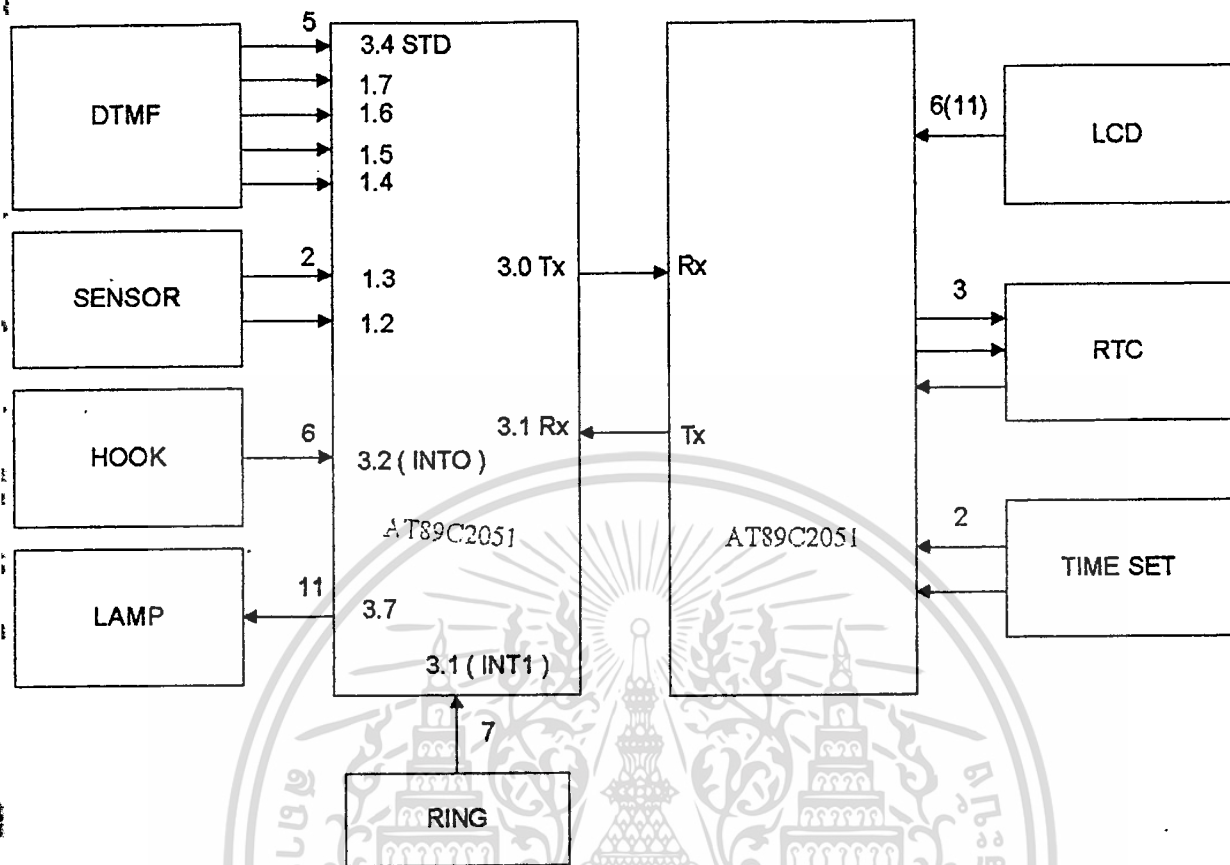
เริ่มการทำงานโดยการยกหูโทรศัพท์ ส่วน LCD จะแสดง วันที่,เวลา และขึ้นแสดงจำนวนเงิน 0 บาท เมื่อทำการหยอดเหรียญ 5 บาท เครื่องจะแสดงจำนวนเงินที่หยอด โดยอัตราค่าใช้บริการเป็นดังนี้คือ เขตพื้นที่เดียวกันและวิหุติคตามตัวจะกิดอัตรา 5 บาท/3นาทื, โทรศัพท์เคลื่อนที่กิดอัตรา 15 บาท/นาทื และ โทรศัพท์ทางไกลที่ขึ้นต้นด้วย 0 และนอกเขตพื้นที่กิดอัตรา 20 บาท/นาทื เมื่อหยอดเงินแล้วกดเลขหมายปลายทางที่ต้องการจะติดค้อ เมื่อปลายทางรับสายกดปุ่มสนทนา

โดยนาฬิกาจะทำการจับเวลาและนับเงินถอยหลังตามเวลาที่ทำการ โทรศัพท์ เมื่อเงินลดลงถึง 0 บาททำการหยอดเหรียญเพิ่มมีเช่นนั้นเครื่องจะทำการตัดสายทันที เมื่อสนทนาเสร็จทำการวางหูโทรศัพท์ลงรับเงินทอน (ถ้ามีเงินทอน) ในการทอนเงินนั้นจะทำการทอนเงินในอัตราที่ 5 ทารลงตัว ยกตัวอย่างเช่น กรณีเงินเหลือ 7 บาท จะทอนเงิน 5 บาท ออกมาให้จากนั้น LCD จะทำการปิดหน้าจอ โดยมีรูปบล็อก โคอะแกรมการทำงาน ของเครื่อง โทรศัพท์หยอดเหรียญดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 แสดงแผนผังการทำงานของเครื่อง โทรศัพท์

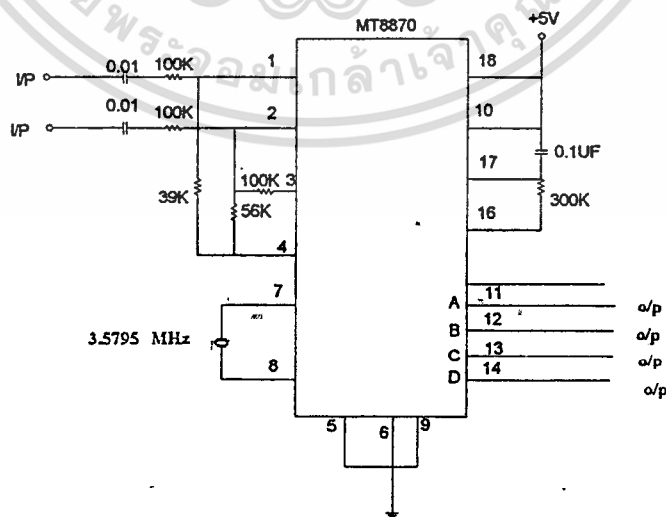
จากการทำงานดังแผนผังรูปที่ 3.1 จะได้นำมาเขียนเป็นบล็อกแสดงการติดค้อของส่วนต่างๆ เข้ากับ CPU เพื่อให้เห็นภาพการเชื่อมต่อภายในดังรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 แสดงบล็อกการคิดต่อส่วนต่างๆ ภายในของเครื่องโทรศัพท์

วงจรถอดรหัส DTMF

วงจรส่วนถอดรหัส DTMF โดยใช้ไอซีเบอร์ MT8870 แสดงดังรูปที่ 3.3



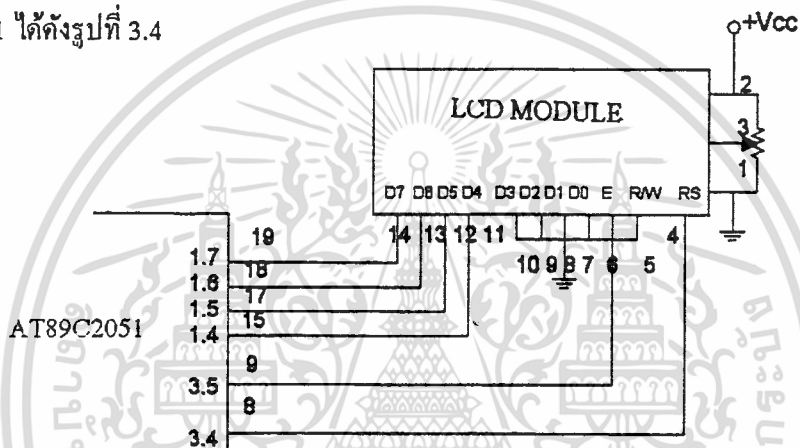
รูปที่ 3.3 แสดงวงจรถอดรหัส DTMF

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทำงานของวงจรถอดรหัสหมายเลข เมื่อมีสัญญาณอินพุต เข้าไปยังวงจรถอดรหัส DTMF decoder ซึ่งเราใช้ ไอซีเบอร์ MT 8870 เป็นตัวถอดรหัสปุ่มกด โดยทำงานร่วมกับคริสตัลความถี่ขนาด 3.579 MHz เมื่อมีการกด หมายเลขโทรศัพท์ป้อนเข้าทางอินพุต โดยทางด้านเอาต์พุตของวงจรถอดรหัสเลขหมายออกเป็นเลขไบนารี 4 บิต ออกทางขา Q1-Q4 และที่ขา STD จะส่งเข้าไปยัง CPU พอร์ตที่ 3 บิตที่ 4 เพื่อให้รับรู้ว่าขณะนั้นได้มีการ ส่งหมายเลขมาแล้ว โดยที่ขา STD จะมีลอจิกเป็น "1" จากนั้น CPU จะทำการ scan ค่า แล้วแสดงออกทางจอ LCD ต่อไป

#### ส่วน LCD MODULE

จากหลักการการทำงานของ LCD MODULE ได้นำมาประยุกต์ใช้งานในส่วนแสดงผลข้อมูลทางจอภาพ โดย LCD ที่ใช้เป็นแบบ 16 ตัวอักษร 2 บรรทัด ซึ่งเป็น LCD แบบตัวอักษร โดยได้นำมาเชื่อมต่อกับ AT89C2051 ซึ่งเป็นตัวประมวลผลและส่งออกข้อมูลออกมาแสดงผลทาง LCD สามารถแสดงการเชื่อมต่อกับ LCD กับ AT89C2051 ได้ดังรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.4 แสดงการเชื่อมต่อของ LCD กับ AT89C2051

ในส่วน LCD จะใช้ในส่วนแสดงผลของเลขหมายที่กด โดยใช้เพียง 14 ขาเท่านั้น ซึ่งรับจากส่วน DTMF decoder แสดงเวลา วันที่ ที่ส่งมาจากส่วน RTC และแสดงจำนวนเงิน ซึ่งรับมาจากส่วนเซ็นเซอร์ โดยการทำงานของ LCD นั้นจะมี IC เบอร์ HD44780 ทำงานภายในตัว LCD โดยเมื่อเริ่มเปิดไฟป้อนให้ HD44780 นั้น ก็จะทำการรีเซ็ตตัวมันเองโดยใช้เวลา 10 ms หลังจากไฟ VDD ถึง 4.5 โวลต์ แล้วทำการรีเซ็ตตัวมันเองดังนี้

- |                   |  |
|-------------------|--|
| 1. DISPLAY CLEAR  | จะทำการลบข้อมูลจอภาพ                   |
| 2. FUNCTION SET   | โดยจะเซ็ตค่าภายใน                      |
|                   | DL = 1 : เป็นการเซ็ตให้เป็น 8 บิต      |
|                   | N' = 0 : เซ็ตเป็น 1 บรรทัดของการแสดงผล |
|                   | F = 0 : เซ็ต CLR = 5x7 DOT             |
| 3. DISPLAY ON/OFF | D = 0 : DISPLAY OFF                    |
|                   | C = 0 : CURSOR OFF                     |
|                   | B = 0 : BLINK OFF                      |
| 4. ENTRY MODE SET | I/O = 1 : เพิ่มค่า counter ขึ้น 1      |
|                   | S = 0 : NO SHIFT                       |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อเริ่มเปิดเครื่องทำงานจะต้องตั้งค่าตั้งควบคุมให้เริ่มทำงาน ดังตารางที่ 3.1

Instruction	Code										Description	Execution Time (max) (when fcp or fosc is 250 kHz)	
	RS	R/W	DB <sub>7</sub>	DB <sub>6</sub>	DB <sub>5</sub>	DB <sub>4</sub>	DB <sub>3</sub>	DB <sub>2</sub>	DB <sub>1</sub>	DB <sub>0</sub>			
Clear Display	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	Clears entire display and sets DD RAM address 0 in address counter.	1.64 ms
Return Home	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	*	Sets DD RAM address 0 in address counter. Also returns display being shifted to original position. DD RAM contents remain unchanged.	1.64 ms
Entry Mode Set	0	0	0	0	0	0	0	0	1	I/D	S	Sets cursor move direction and specifies shift of display. These operations are performed during data write and read.	40µs
Display On/Off Control	0	0	0	0	0	0	0	1	D	C	B	Sets ON/OFF of entire display (D), cursor ON/OFF (C), and blink of cursor position character (B).	40µs
Cursor or Display Shift	0	0	0	0	0	1	S/C	R/L	*	*		Moves cursor and shifts display without changing DD RAM contents.	40µs
Function Set	0	0	0	0	1	DL	N	F	*	*		Sets interface data length (DL), number of display lines (L) and character font (F).	40µs
Set CG RAM Address	0	0	0	1	ACG							Sets CG RAM address. CG RAM data is sent and received after this setting.	40µs
Set DD RAM Address	0	0	1	ADD							Sets DD RAM address. DD RAM data is sent and received after this setting.	40µs	
Read Busy Flag & Address	0	1	BF	AC							Reads Busy flag (BF) indicating internal operation is being performed and reads address counter contents.	0µs	
Write Data to CG or DD RAM	1	0	Write Data									Writes data into DD RAM or CG RAM.	40µs
Read Data from CG or DD RAM	1	1	Read Data									Reads data from DD RAM or CG RAM.	40µs
	I/D=1: Increment I/D=0: Decrement S=1: Accompanies display shift S/C=1: Display shift S/C=0: Cursor move R/L=1: Shift to the right R/L=0: Shift to the left DL=1: 8 bits, DL=0: 4 bits N=1: 2 lines, N=0: 1 line F=1: 5×10 dots, F=0: 5×7 dots BF=1: Internally operating BF=0: Can accept instruction										DD RAM: Display data RAM CG RAM: Character generator RAM ACG: CG RAM address ADD: DD RAM Address Corresponds to cursor address AC: Address counter used for both DD and CG RAM address.	Execution time changes when frequency changes Example: When fcp or fosc is 270 kHz: $40\mu s \times \frac{250}{270} = 37\mu s$	

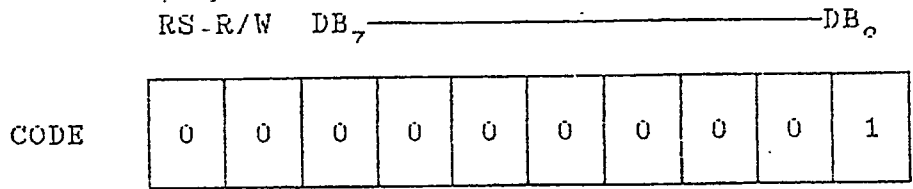
\* No effect

ตารางที่ 3.1 ชุดคำสั่งของ HD 44780

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

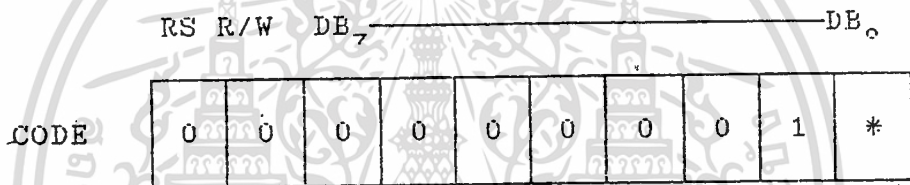
รายละเอียดของคำสั่ง

1. CLEAR DISPLAY



คำสั่งนี้จะเป็นการเขียนช่องว่างหรือ SPACE ( ASCII 20H ) เข้าไปใน DD RAM ทั้งหมดและทำการเซ็ท DD RAM ADDRESSER เป็นศูนย์ ตัว CURSOR จะกลับไปอยู่ตำแหน่งบนสุดซ้ายมือของภาพ SET I/D=1 , S ไม่เปลี่ยน

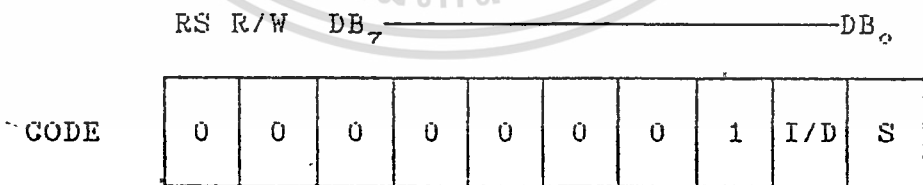
2. RETURN HOME



\* No effect

คำสั่งนี้จะทำการเซ็ทข้อมูล DD RAM ADDRESSER เป็นศูนย์ ตัว CURSOR จะกลับไปอยู่ตำแหน่งบนสุดซ้ายมือของจอภาพ ข้อมูลในจอภาพไม่เปลี่ยน

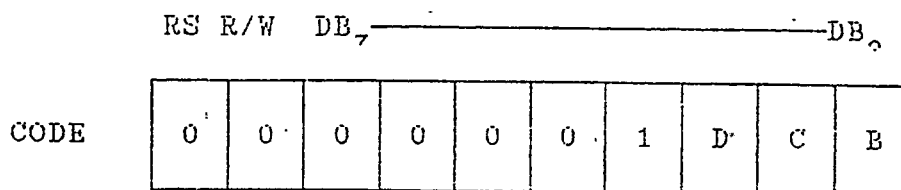
3. ENTRY MODE SET



BIT I/O : โดยจะเป็นตัวกำหนดให้ว่าเมื่อเขียน หรืออ่านข้อมูลแล้วจะทำให้ DD RAM ADDRESS เพิ่มขึ้นหรือลดลงหนึ่ง โดย 1 = เพิ่ม , 0 = ลด

BIT S : เป็นตัวกำหนดแสดงผล โดยถ้า S=1 จะเป็นการใส่ข้อมูลแล้วตัว CURSOR อยู่กับที่ข้อมูลถูกดันไปด้านซ้ายถ้า S=0 ข้อมูลจะอยู่กับที่ ตัว CURSOR จะถูก

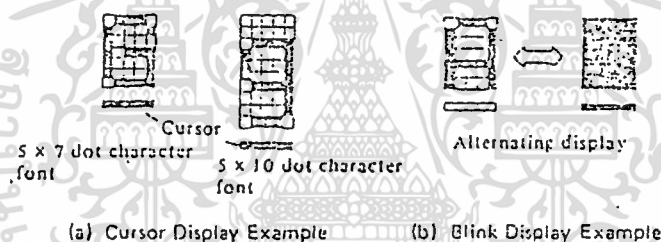
## 4. DISPLAY ON/OFF CONTROL



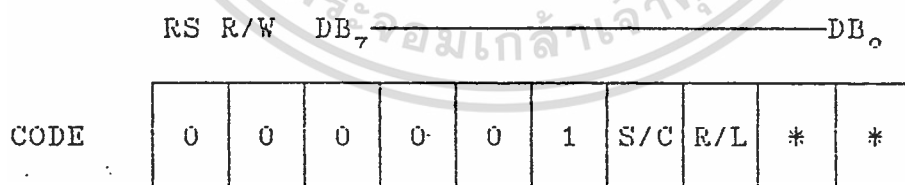
BIT D : เป็นบิตให้เปิด-ปิดหน้าจอภาพโดยถ้า D=1 จะ ON และถ้า D=0 จะ OFF

BIT C : จะให้แสดง CURSOR บิต C=0 โดยตัว CURSOR จะอยู่ที่ LINE 8 ในแบบ 5 x 7 DOT และจะอยู่ที่ LINE 11 ในแบบ 5 x 10 DOT

BIT B : เป็นบิตเช็ทการกระพริบของ CURSOR โดย B=1 มีการกระพริบ มีระยะกระพริบประมาณ 379.2 ms



## 5. CURSOR OR DISPLAY SHIFT



เป็นการกำหนดตำแหน่งให้ CURSOR หรือข้อมูล ไปเกิดทางซ้ายหรือทางขวาโดยไม่ต้องใช้คำสั่งเขียนหรืออ่านโดย

S/C    R/L

0      0      ทำการย้าย CURSOR จากตำแหน่งเดิมไปซ้าย

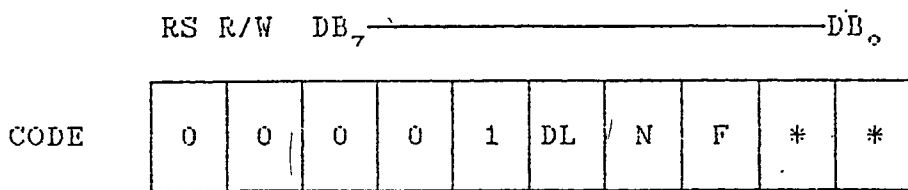
0      1      ทำการย้าย CURSOR จากตำแหน่งเดิมไปทางขวา

1      0      เป็นการค้นตัวอักษรที่เกิดทางซ้ายมือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวน เป็นการค้นตัวอักษรที่เกิดไปทางขวานั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



6. FUNCTION SET



BIT DL : เป็นการ SET การคิดต่อว่าจะเป็นแบบ 8 บิตหรือ 4 บิต โดยถ้าต้องการติดต่อกัน 4 บิต

DL = 0

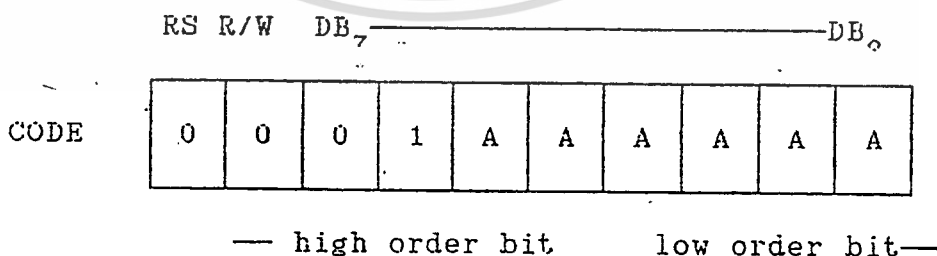
BIT N : เป็นการเซ็ทบรรทัดแสดงผล N=0 แสดง 1 บรรทัด ถ้า N=1 จะแสดง 2 บรรทัด (หรือมากกว่า)

BIT F : เป็นการเซ็ทขนาด DOT การแสดงผล โดยถ้า F=0 เป็นแบบ 5x7 และ F=1 เป็นแบบ 5x10

N F	No. of display lines	Character font	Duty factor	Remarks.
0 0	1	5 x 7 dots	1/8	
0 1	1	5 x 10 dots	1/11	
1 0	2	5 x 7 dots	1/16	Cannot display 2 lines with 5 x 10 dot character font.

No effect

7. SET CG RAM ADDRESS

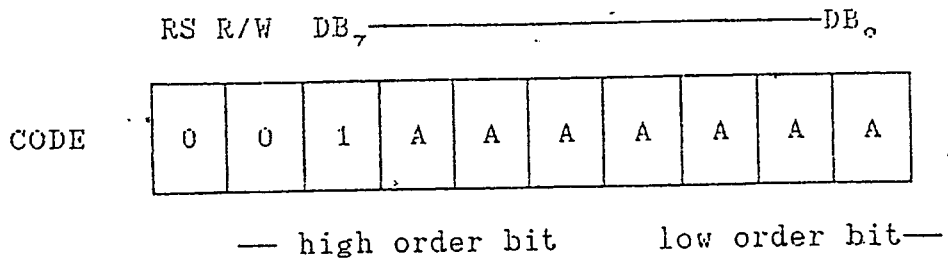


ใน HD44780 นั้นจะมีหน่วยความจำอยู่ 2 ชุดคือ DISPLAY DATA RAM (DD RAM) จำนวน 80x8 บิต และ CHARACTER GENERATOR RAM (CG RAM) จำนวน 512 บิต และ 7500 บิต. คำสั่งนี้จะเป็นการเซ็ท ADDRESS ใน CG RAM โดยต้องทำการเซ็ท ADDRESS ก่อนเขียนหรืออ่านข้อมูลจาก CG RAM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มี 039045

8. SET DD RAM ADDRESS



เป็นการเซ็ทค่า ADDRESS ใน DD RAM ในการเขียนหรืออ่านค่าจาก DD RAM (DD RAM คือส่วนที่จะแสดงผลหน้าจอ LCD) โดยจำนวน ADDRESS ที่เกิดบนจอจะอยู่กับการเซ็ทค่า N คิว

ถ้า N=0 (1 บรรทัด) ADDRESS จะอยู่ 00-4FH

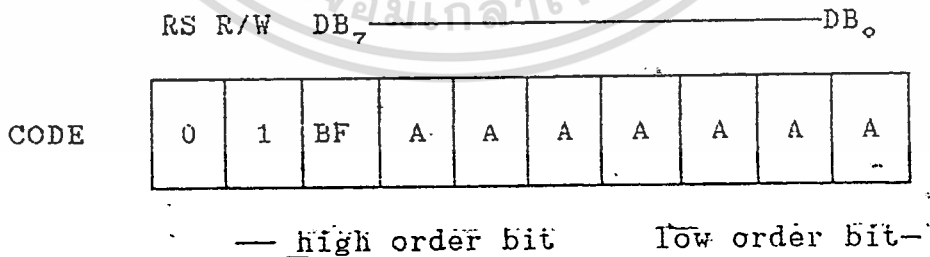
ถ้า N=1 (2 บรรทัด) ADDRESS จะอยู่ 00-27H สำหรับบรรทัดที่ 1 และ 40H-67H สำหรับบรรทัดที่ 2

ตัวอย่างการจัด ADDRESS ของ DD RAM หน้าจอ LCD แบบ 16 ตัวอักษร 4 บรรทัด

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	-- display position
1-line	60	01	02	03	04	05	06	07	08	09	0A	0B	0C	0D	0E	0F	-- DD RAM address.
2-line	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	4A	4B	4C	4D	4E	4F	
3-line	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	1A	1B	1C	1D	1E	1F	
4-line	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	5A	5B	5C	5D	5E	5F	

HDM-16416H

9. READ BUSY FLAG AND ADD ADDRESS



เป็นคำสั่งอ่านค่า BUSY FLAG ซึ่งจะเป็นตัวบอกว่าตัว HD44780 นี้อยู่ในขบวนการทำงาน ภายในอยู่ หรืออยู่ในสภาพพร้อมจะรับข้อมูล โดย

BF = 1 อยู่ในขบวนการทำงานภายใน ไม่พร้อมจะรับข้อมูล

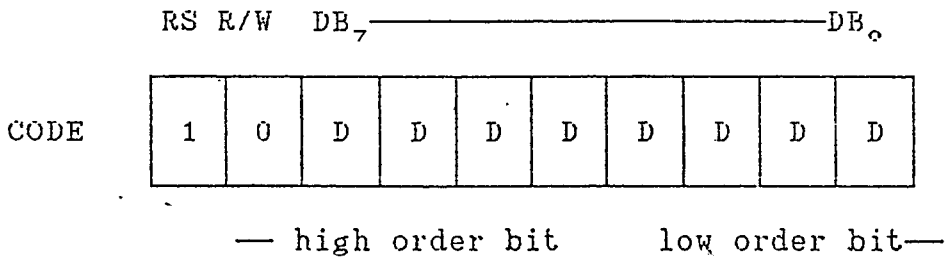
BF = 0 พร้อมที่จะรับข้อมูลหรือคำสั่งได้

นอกจากนี้ยังเป็นคำสั่งอ่านข้อมูล ADDRESS ของ CG RAM, DD RAM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

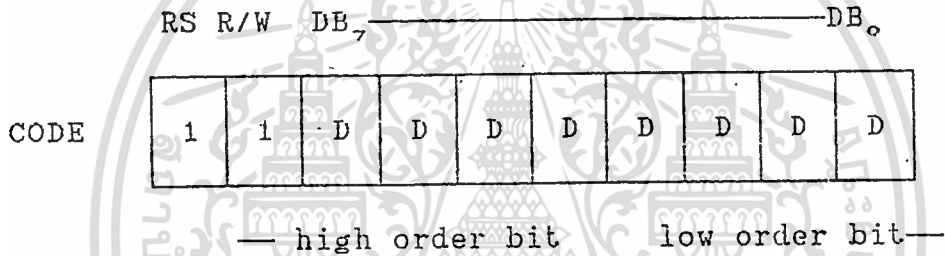
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10. WRITE DATA TO CG or DD RAM



เป็นคำสั่งเขียนข้อมูลเข้าไปใน CG หรือ DD RAM โดยเมื่อเขียนข้อมูลและ ADDRESS จะเพิ่มหรือลด โดยอัตโนมัติตามคำสั่งที่เซ็ทใน ENTRY MODE ข้อกำหนดที่รู้ว่าจะเป็นการเขียนข้อมูลของ CG RAM หรือ DD RAM ของ DD RAM ขึ้นมาก่อนจะเขียนข้อมูล

11. READ DATA FROM CG or DD RAM



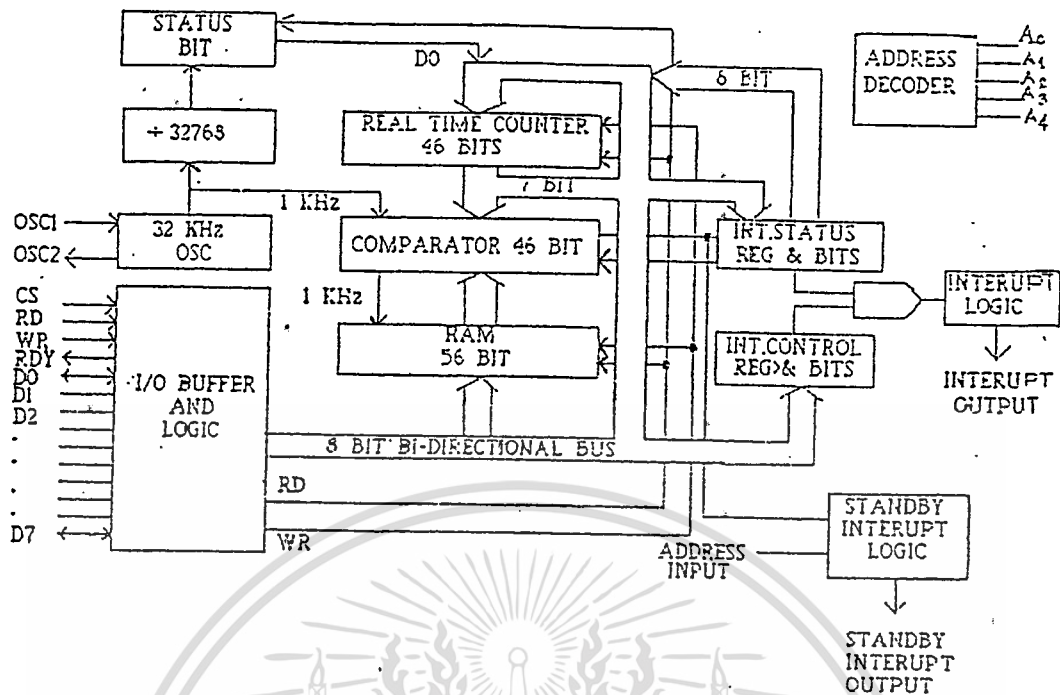
เป็นคำสั่งเขียนข้อมูลเข้าไปใน CG หรือ DD RAM โดยก่อนอ่านค่าจาก DD หรือ CG RAM นี้ควรจะใช้คำสั่งเซ็ท ADDRESS ก่อนเพื่อให้รู้ว่าข้อมูลที่อ่านได้นั้นเป็น DD หรือ CG RAM

ส่วน REAL TIME CLOCK (RTC)

RTC # MM58167 นี้เปรียบเสมือนอินพุต - เอาท์พุทพอร์ต ซึ่งสามารถอ่านและเขียนไปที่พอร์ตนั้น ได้ จากบล็อก ไทอะแกรมในรูปที่ 3.5 มีส่วนประกอบที่สำคัญ ๆ ก็คือ

REAL TIME COUNTER

เป็นตัวนับและจัดการเกี่ยวกับเรื่องเวลา ถูกแบ่งเป็นคิทิทละ 4 บิต ซึ่งการเข้าถึง REAL TIME COUNTER จะกระทำครั้งที่ 2 คิทิท ( ในขณะที่ READ และ WRITE ) ซึ่งแต่ละคิทิทจะให้ค่า BCD ดังแสดง ในตารางที่ 3.2 บิตที่ไม่ใช่จะถูก HOLD ด้วยลอจิก 0 ซึ่งเราไม่ต้องสนใจในขณะที่ทำการเขียนข้อมูลลงบน DATA BUS เหตุที่บางบิตไม่ใช่ก็เนื่องจากว่า ไม่จำเป็นต้องใช้ข้อมูลแบบ BCD ของบางหลัก ตัวอย่าง เช่น ในหลักสิบของชั่วโมงจะไม่เกิน 2 หลัก ฉะนั้นเราจะใช้เพียง 2 บิตเท่านั้น ไม่ต้องใช้ในบิตที่ 6 และ 7



รูปที่ 3.5 BLOCK DIAGRAM OF MM58167

RAM

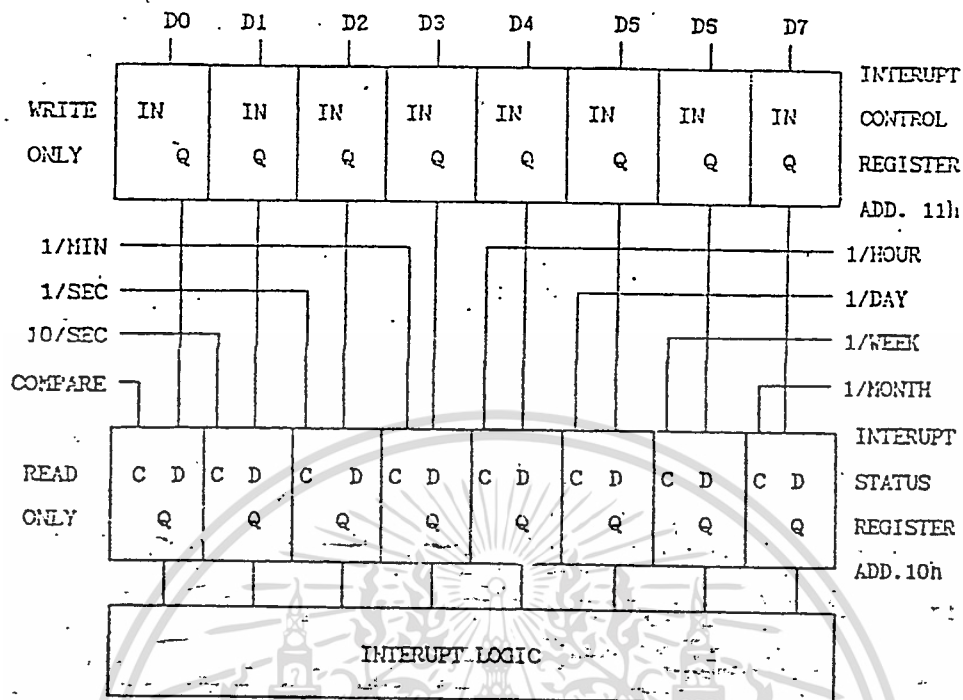
MM58167 มีขนาด 56 บิต ซึ่งในการเก็บข้อมูลเมื่อไฟตกหรือใช้เก็บข้อมูลการตั้งปลุกเพื่อที่จะเปรียบเทียบกับ REAL TIME COUNTER ข้อมูลใน RAM จะสามารถเปรียบเทียบกับ REAL TIME COUNTER และมีคิที่ไมใช้คือ หลักหน่วยของ 1/10,000 ของวินาที หลักสิบของวันในสัปดาห์

COUNTER ADDRESS	UNIT	MAX				TENS				MAX BCD CODE
		D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	
1/10,000 OF SEC.	(00h)	-	-	-	-	D4	D5	D6	D7	9
HUNDRETHS & TENS SEC	(01h)	D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	9
SECOND	(02h)	D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6	-	5
MINUTE	(03h)	D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6	-	5
HOURS	(04h)	D0	D1	D2	D3	D4	D5	-	-	2
DAY OF THE WEEK	(05h)	D0	D1	D2	-	-	-	-	-	0
DAY OF THE MONTH	(06h)	D0	D1	D2	D3	D4	D5	-	-	3
MONTH	(07h)	D0	D1	D2	D3	D4	-	-	-	1

ตารางที่ 3.2 ตารางแสดงค่าคิที่เป็นค่า BCD

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

RAM จะถูกกำหนดให้มีรูปแบบเหมือนกับ REAL TIME COUNTER แต่อย่างไรก็ตามยังมี บิตที่ไม่ใช้อยู่ซึ่งบิตที่ไม่ใช้ใน REAL TIME COUNTER นี้จะทำการ COMPARE กับ 0 ใน RAM



รูปที่ 3.6 INTERRUPT CONTROL REGISTER & STATUS

#### INTERUPT and COMPARE

มีสัญญาณอินเทอร์รัพท์อยู่ 2 อย่าง อย่างแรกคือ INTERUPT OUTPUT (ACTIVE HIGH) OUTPUT นี้สามารถจะ โปรแกรมให้เกิดสัญญาณออก ได้ถึง 8 อย่าง คือ 10 Hz, 1 Hz, 1 นาที/ครั้ง, 1 ชม./ครั้ง, 1 วัน/ครั้ง, 1 สัปดาห์/ครั้ง, 1 เดือน/ครั้ง และ RAM กับ REAL TIME COUNTER เกิดการเปรียบเทียบกันขึ้น

วิธีการที่จะ ENABLE สัญญาณ INTERUPT คือให้ลอจิก 1 แก่ INTERUPT CONTROL REGISTER ในบิตที่ตรงกับความถี่ที่เราต้องการจะให้เกิดสัญญาณอินเทอร์รัพท์ รูปที่ 3.6 ประกอบเช่น ต้องการให้ สัญญาณอินเทอร์รัพท์ทุกๆ 1 วินาที ก็ให้ D2 เป็น 1 เขียนไปที่ INTERUPT CONTROL REGISTER

เราสามารถเซ็ท INTERUPT CONTROL REGISTER ครั้งละ 1 บิต หรือมากกว่านั้นก็ได้ ตัวอย่างเช่น ต้องการให้มีสัญญาณอินเทอร์รัพท์ทุกวินาที และทุกนาทีก็นเซ็ทบิตที่ 3 กับบิตที่ 2 ในที่นี้คือ 0 CH โดยเขียนไปที่ ADDRESS ของ INTERUPT REGISTER (ดูตารางที่ 3.3)

เมื่อเวลานับถึงค่าสูงสุดของแต่ละภาคจะทำให้เกิด CLOCK ให้กับ INTERUPT CONTROL REGISTER ซึ่งจะ ทำให้ INTERUPT OUTPUT เป็น HIGH การอ่าน INTERUPT CONTROL REGISTER ทำให้ทราบว่าสัญญาณอินเทอร์รัพท์เป็นสัญญาณของบิตใด อีกทั้งยังเป็นการรีเซ็ท INTERUPT CONTROL REGISTER อีกด้วย การอ่าน INTERUPT CONTROL REGISTER นี้จะได้ข้อมูลบน DATA BUS ซึ่งประกอบด้วยบิตที่ทำให้เกิดการอินเทอร์รัพท์โดยจะให้ค่าเป็น 1 ที่บิตนั้นหลังจาก CYCLE ของการอ่านจะทำให้ INTERUPT CONTROL REGISTER ลูกรีเซ็ท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อินเทอร์รัพท์อีกอย่างหนึ่งคือ STANDBY INTERRUPT ( OPEN DRAIN ACTIVE LOW ) อินเทอร์รัพท์ตัวนี้จะเกิดขึ้นเมื่อเราได้ทำการ ENABLE ไว้และเกิดการเปรียบเทียบใน RAM กับ REAL TIME COUNTER การ ENABLE ทำได้โดยเขียน 01H ไปที่ ADDRESS 16H ในทางตรงกันข้ามถ้าให้ 00 ที่ ADDRESS 16H จะเป็นการ DISABLE POWER DOWN MODE

ขา POWER DOWN เป็น CHIP SELECT ที่สำคัญตัวที่สอง มันจะ DISABLE สัญญาณออกทั้งหมดยกเว้น สัญญาณ STANDBY INTERRUPT เมื่อขา POWER DOWN ได้รับลอจิก 0, MM58167 จะไม่ตอบสนองต่อสัญญาณภายนอกแต่นาฬิกาจะยังคงเดินตามปกติ และจะยังให้สัญญาณ STANDBY INTERRUPT ถ้าได้มีการโปรแกรมให้ขานี้ทำงานไว้ก่อนแล้ว

เมื่อต้องการเปลี่ยนจากโหมดการทำงานปกติมาเป็น STANDBY MODE ควรจะให้ขา POWER DOWN เป็นลอจิก 0 อย่างน้อย 1 ไมโครวินาที ก่อนที่จะทำการลดระดับลงมาเป็น STANDBY MODE

เมื่อต้องการเปลี่ยนกลับมาสู่การทำงานปกติ ผู้ใช้ต้องแน่ใจว่าขาอินพุตอื่นๆ ต้องเป็นสัญญาณที่ถูกต้องก่อนที่จะกลับมาสู่โหมดการทำงานปกติ ทั้งนี้เพื่อป้องกันข้อมูลของนาฬิกาเสียไป จะทำให้นาฬิกาเดินผิดตัวอย่างนี้ได้แก่การที่ขา CS, RD, WR ของ MM58167 มีสัญญาณเปลี่ยนแปลงในขณะที่กลับสู่โหมดปกติ จะทำการเขียนข้อมูลไปที่ REAL TIME COUNTER หรือ ใน RAM COUNTER and RAM RESET ; GO COMMAND

ตัวนับเวลา และ RAM สามารถรีเซ็ตได้โดยเขียน FFH ที่ ADDRESS 12H, 13H ตามลำดับ การให้ PULSE ของการเขียนไปที่ ADDRESS 15H จะรีเซ็ตตัวนับของวินาที ขณะที่ทำการเขียนไปที่ ADDRESS 15H นี้ MM58167 จะไม่สนใจข้อมูลบน DATA BUS แต่ผลของคำสั่ง GO มีดังนี้

ถ้าตัวนับของวินาทีนับได้มากกว่า 39 เมื่อเราใช้คำสั่ง GO จะทำให้หลักของนาฬิกาเพิ่มขึ้น ในกรณีอื่นๆ จะไม่มีผลต่อหลักนาฬิกา

#### STATUS BIT

STATUS BIT จะบอกผู้ใช้ว่าขณะที่ทำการอ่านตัวนับนั้น ตัวนับกำลังอยู่ในช่วงของการ UPDATE เวลาข้อมูลที่อ่านได้อาจมีการผิดพลาดเกิดขึ้น STATUS BIT นี้จะอ่านได้จาก ADDRESS 14H ของ RTC โดยจะให้ลอจิก 1 ที่บิต 0 ของ DATA BUS ในขณะที่บิตอื่นๆ เป็น 0 หากสัญญาณนี้ปรากฏขึ้นภายหลังการอ่านตัวนับควรมีการอ่านตัวนับใหม่ที่ขอบขาของสัญญาณ RD ที่ ADDRESS 14H จะรีเซ็ต STATUS BIT ด้วย OSCILLATOR

OSCILLATOR เป็นออสซิลเลเตอร์แบบเรโซแนนซ์ขนาน โดยใช้อุปกรณ์ภายนอกเพียงคอนเดนเซอร์ 1 ตัว, ตัวต้านทาน 1 ตัว, X-TAL 1 ตัว โดยความต้านทานจะต่ออยู่ระหว่างขา OSC IN ( ขา 10 ) และ OSC OUT ( -ขา 11 ) เพื่อที่จะ BIAS ตัวอินเวอร์เตอร์ที่อยู่ภายในให้ทำงานในช่วงที่เป็นเชิงเส้น สำหรับเรโซแนนซ์ MICRO POWER CRYSTAL จะใช้ความต้านทานต่ออนุกรมกับขา OSC OUT โดยใช้ความต้านทานมีค่า 200 K ส่วนคอนเดนเซอร์โดยปกติจะใช้ประมาณ 25 พิโกฟาร์ด X-TAL ที่ใช้มีค่า 32.768 KHz

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยามให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## CONTRAL LINE

สัญญาณ RD, WR, CS เป็นสัญญาณอินพุตลอจิก 0 และสัญญาณ READY เป็นสัญญาณออก ( OPEN DRAIN OUTPUT ) ที่จุดเริ่มต้นของการอ่าน หรือ การเขียนหา READY จะให้สัญญาณ OUTPUT เป็น 0 อยู่ กระทั่งข้อมูลปรากฏบน DATA BUS เรียบร้อย หรือข้อมูล ได้ถูก LATCH ไว้แล้วในขณะช่วงการเขียน

## TEST MODE

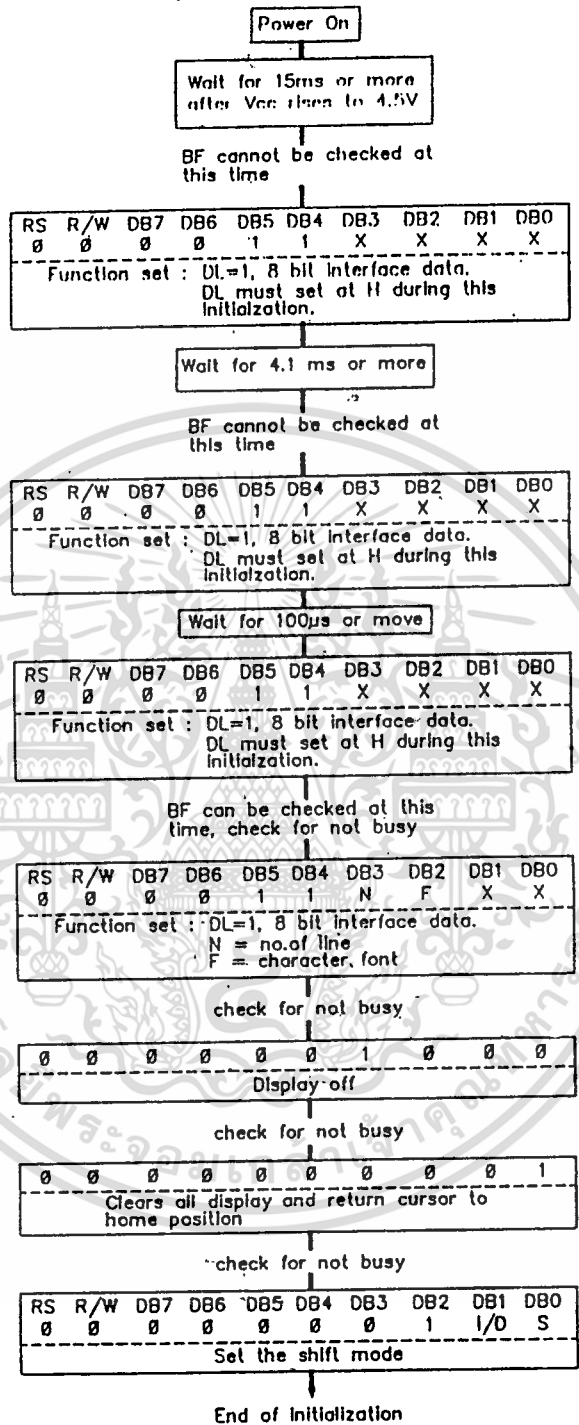
ในโหมดนี้ใช้เป็นการทดสอบ RTC CHIP ให้ทำงานที่ความถี่สูงกว่าการทำงานปกติ ในโหมดนี้ ความถี่ 32 KHz จะถูกต่อตรงเข้าที่ 1/1000 s หา CS และ WR ต้องเป็น LOW และให้ ADDRESS เป็น 1 FH

A4	A3	A2	A1	A0	FUNCTION
0	0	0	0	0	COUNTER THOUSANDTHS OF SECONDS
0	0	0	0	1	COUNTER HUNDREDTHS AND TENTHS OF SECONDS
0	0	0	1	0	COUNTER SECONDS
0	0	0	1	1	COUNTER MINUTES
0	0	1	0	0	COUNTER HOURS
0	0	1	0	1	COUNTER DAY OF WEEK
0	0	1	1	0	COUNTER DAY OF MONTH
0	0	1	1	1	COUNTER MONTH
0	1	0	0	0	RAM THOUSANDTHS OF SECONDS
0	1	0	0	1	RAM HUNDREDTHS AND TENTHS OF SECONDS
0	1	0	1	0	RAM SECONDS
0	1	0	1	1	RAM MINUTES
0	1	1	0	0	RAM HOURS
0	1	1	0	1	RAM DAY OF WEEK
0	1	1	1	0	RAM DAY OF MONTH
0	1	1	1	1	RAM MONTH
1	0	0	0	0	INTERUPT STATUS REGISTER
1	0	0	0	1	INTERUPT CONTROL REGISTER
1	0	0	1	0	COUNTER RESET
1	0	0	1	1	RAM RESET
1	0	1	0	0	STATUS BIT
1	0	1	0	1	"GO" COMMAND
1	0	1	1	0	STANDBY INTERRUPT
1	1	1	1	1	TEST MODE

### ตารางที่ 3.3 แสดง ADDRESS ที่ต้องตั้งค่าตั้งควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนเวลาสำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาดูเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

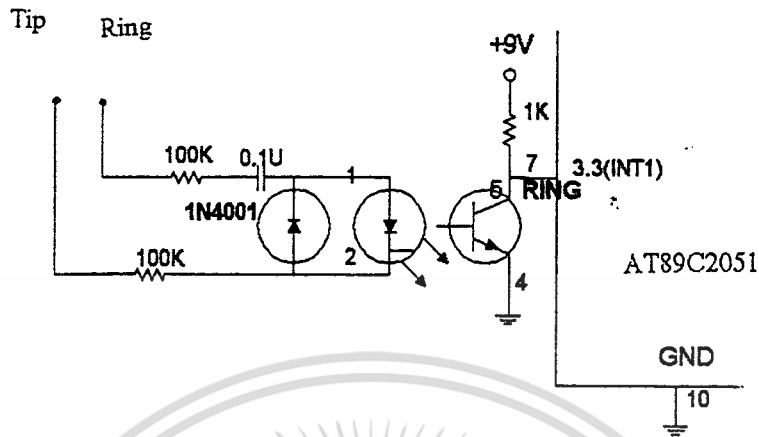
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.7 FLOWCHART OF INITIALIZATION

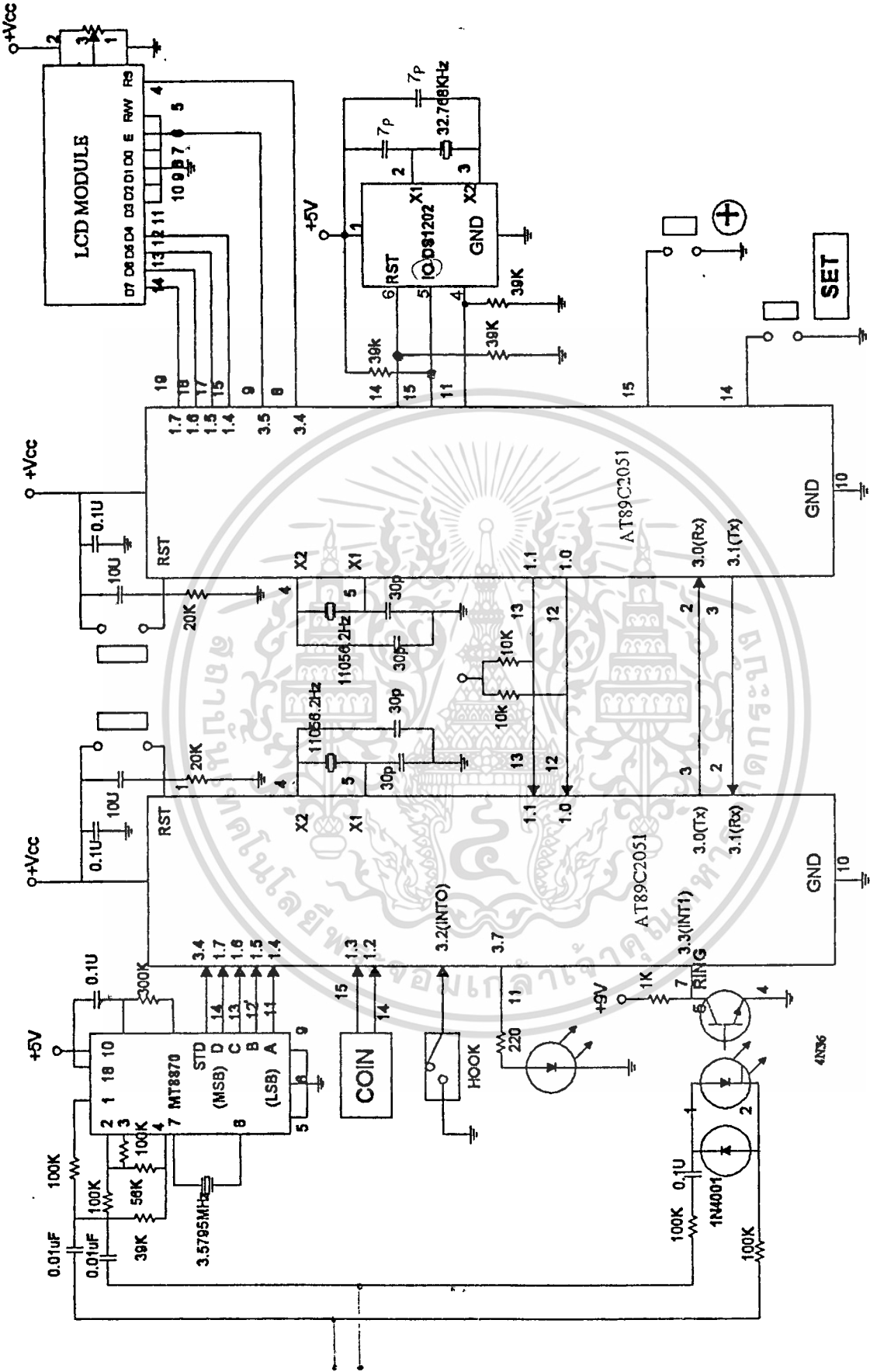
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ส่วนตรวจสอบสัญญาณ Ringing Tone



รูปที่ 3.8 วงจรส่วนตรวจสอบสัญญาณ Ringing Tone

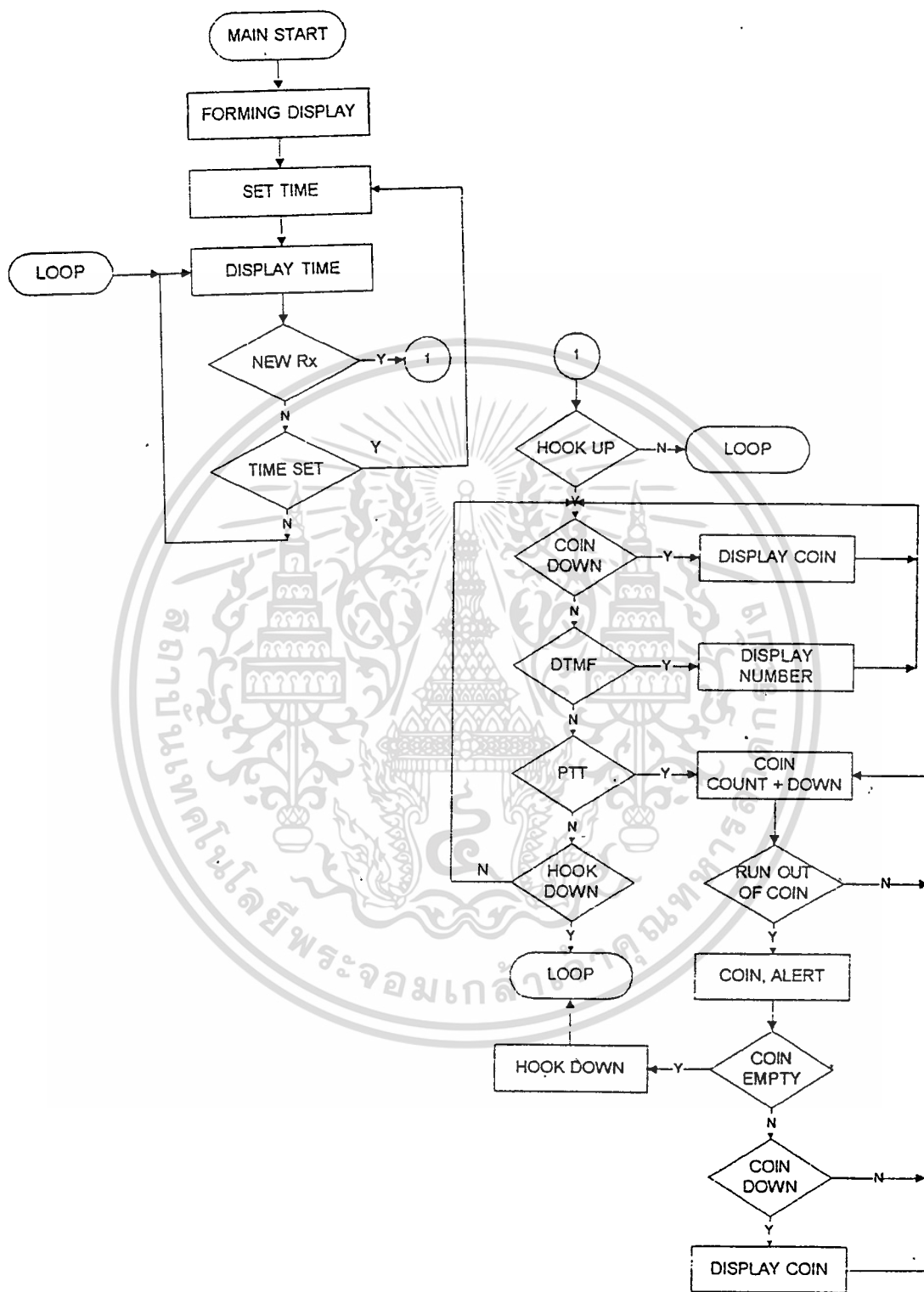
จากหลักการทำงานของ Opto Coupler เบอร์ 4N36 เมื่อมีสัญญาณ Ringing Tone เข้ามาโดยผ่านทาง Tip และ Ring จะทำให้ capacitor ถูกประจุไปเรื่อยๆ จนกระทั่งแรงดันที่ตกคร่อม capacitor มีค่ามากกว่าแรงดันอ้างอิงเป็นผลทำให้ไม่มีแสงตกผ่านไปยังตัวทรานซิสเตอร์ สัญญาณที่ได้แสดงสถานะ “Low” ส่งออกทางขาที่ 5 ของ Opto Coupler เพื่อส่งเข้าไปยัง AT89C2051 เข้าทางขาอินเตอร์รัพท์ 1 พอร์ต 3 บิต 3 เพื่อให้ CPU ทราบว่ามีสัญญาณ Ringing Tone เข้ามาและตั้งไปควบคุมส่วนอื่นๆ อีกต่อไป



รูปที่ 3.9 การเชื่อมต่อส่วนต่างๆกับไมโครคอนโทรลเลอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับTipการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนโปรแกรมควบคุมการทำงานของเครื่องโทรศัพท์



รูปที่ 3.10 แสดง ฟLOWชาร์ท โปรแกรมการทำงานของเครื่องโทรศัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

;*****
; FILE : DIGITAL COIN TELEPHONE
; HARDWARE : AT89C2051*2,LCD 16*2
; ASSEMBLER : SXA51
; LAST UPDATE : 28/5/98 03:04
;*****

```

```

ORG 00H

```

```

REGS:      DS 32 ; INTERNAL REGISTER 4 BANKS
FUNCTION:   DS 1  ; FUNCTION BUFFER
FLAG2:     DS 1
LCD_BUF:   DS 32 ; 16*2 CHARACTERS
RTCCMD:    DS 1  ; RTC COMMAND BYTE
RTCDAT:    DS 1  ; RTC DATA BYTE
DAY:       DS 1
DATE:      DS 1
MONTH:     DS 1
YEAR:      DS 1
HH:        DS 1 ; HOUR
MM:        DS 1 ; MINUTE
SS:        DS 1 ; SECOND
SS_X:      DS 1
RXBUF:     DS 1
TXBUF:     DS 1
COIN_BUF:  DS 1
DTMF_BUF:  DS 9
DTMF_DGT:  DS 1
RATE:      DS 1
PULSE_CMP: DS 1
TEMP:      DS 1
END_INT_USE:
;-----
CLOCK_F    EQU FUNCTION.7 ; 1=RUN 0=PAUSE
TSET_F     EQU FUNCTION.6 ;
TINC_F     EQU FUNCTION.5 ;
NEWRX_F    EQU FUNCTION.4 ;
HOOK_F     EQU FUNCTION.3 ; 1=UP 0=DOWN

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่วาทกรรมใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PTT\_F EQU FUNCTION.2 ;  
 RING\_F EQU FUNCTION.1 ;  
 PULSE\_F EQU FUNCTION.0 ;

RATE\_CNT\_F EQU FLAG2.7  
 WAIT\_HKDN EQU FLAG2.6

DTMF\_1 EQU 0A1H  
 DTMF\_2 EQU 0A2H  
 DTMF\_3 EQU 0A3H  
 DTMF\_4 EQU 0A4H  
 DTMF\_5 EQU 0A5H  
 DTMF\_6 EQU 0A6H  
 DTMF\_7 EQU 0A7H  
 DTMF\_8 EQU 0A8H  
 DTMF\_9 EQU 0A9H  
 DTMF\_0 EQU 0AAH  
 DTMF\_STAR EQU 0ABH  
 DTMF\_POUND EQU 0ACH

COIN\_DOWN EQU 0B0H  
 PTT EQU 0B1H

HOOK\_DOWN EQU 0C0H  
 HOOK\_UP EQU 0C1H

COIN\_CNTDWN EQU 0D0H  
 TIME\_OVER EQU 0D1H

RING EQU 0E0H

T\_SET\_SW EQU P3.2 ;INT0  
 T\_INC\_SW EQU P3.3 ;INT1

TM\_OVER EQU P1.1

HK\_DOWN EQU P1.0

```

IO      EQU P1.3
SCLK    EQU P3.7
RST     EQU P1.2

```

```

SECWR   EQU 80H
SECRD   EQU 81H
MINWR   EQU 82H
MINRD   EQU 83H
HRWR    EQU 84H
HRRD    EQU 85H

```

```

DATEWR  EQU 86H
DATERD  EQU 87H
MONTHWR EQU 88H
MONTHRD EQU 89H
DAYWR   EQU 8AH
DAYRD   EQU 8BH
YEARWR  EQU 8CH
YEARRD  EQU 8DH
WRPTWR  EQU 8EH
WRPTRD  EQU 8FH

```

```

;-----
E      EQU P3.5
RS     EQU P3.4

```

```

ROW0    EQU 80H
ROW1    EQU 0C0H

```

```

;-----
CR      EQU 0DH
LF      EQU 0AH
EOT     EQU 00H

```

```

;-----
ORG 0000H

```

```

LJMP POWER_UP

```

```

ORG 0003H

```

```

LJMP EXT0_SERV

```

```

ORG 000BH

```

```

LJMP TIMER0_SERV

```

```

ORG 0013H
LJMP EXT1_SERV
ORG 001BH
LJMP TIMER1_SERV
ORG 0023H
LJMP SERIAL_SERV

```

```

;-----
POWER_UP:   MOV R7,#0

```

```

POWER_UP_1: MOV R6,#0

```

```

    DJNZ R6,$

```

```

    DJNZ R7,POWER_UP_1

```

```

STACK:     MOV SP,#128-32

```

```

LCD:       ; CLR RS

```

```

    ; MOV A,#33H

```

```

    ; LCALL WR_CMD

```

```

    ; MOV A,#32H

```

```

    ; LCALL WR_CMD

```

```

    MOV A,#28H ; 4 BITS,5*7 DOT

```

```

    LCALL WR_CMD

```

```

    MOV A,#0CH

```

```

    LCALL WR_CMD

```

```

    MOV A,#6

```

```

    LCALL WR_CMD

```

```

    MOV A,#1

```

```

    LCALL WR_CMD

```

```

    MOV R7,#0

```

```

    LCALL ME_DELAY

```

```

SERIAL:    MOV SCON,#50H

```

```

    MOV TMOD,#20H

```

```

    MOV A,#0E8H ; 1200

```

```

    MOV TH1,A

```

```

    MOV TL1,A

```

```

    SETB TR1

```

```
SETB EA
```

```
SETB ES
```

```
SETB T_SET_SW
```

```
SETB T_INC_SW
```

```
MOV DTMF_DGT,#40H
```

```
MOV PULSE_CMP,#0
```

```
MOV RATE,#0
```

```
MOV COIN_BUF,#0
```

```
MOV FUNCTION,#0
```

```
MOV FLAG2,#0
```

```
SETB TM_OVER
```

```
SETB HK_DOWN
```

```
SETB CLOCK_F ; CLOCK RUN
```

```
-----  
; MAIN PROCESS  
-----
```

```
MAIN_1: MOV DPTR,#TAB0 ; FORMING DISPLAY
```

```
LCALL PRINT
```

```
LCALL SET_ROW1
```

```
MOV DPTR,#TAB1
```

```
LCALL PRINT
```

```
MAIN_2: CLR RST
```

```
SETB SCLK
```

```
LCALL DELAY
```

```
MOV DATE,#31H
```

```
MOV MONTH,#12H
```

```
MOV YEAR,#98H
```

```
MOV HH,#23H
```

```
MOV MM,#59H
```

```
MOV SS,#55H
```

เอกสารนี้เป็น ; LCALL SETTIME สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

MAIN\_21: ; LCALL READTIME ; DISPLAY TIME  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ยินดีขอสงวนสิทธิ์ในเอกสารนี้ และห้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

LCALL PUTTIME
LCALL PUTCOIN
JNB T_SET_SW,TIME_SET ; TO SET TIME
JB NEWRX_F,NEW_RECV ; NEW RECEIVE
; LCALL DSP_RATE_PULSE

MAIN_LOOP: SJMP MAIN_21

TIME_SET: LCALL TSET
          SJMP MAIN_LOOP
NEW_RECV: LCALL RECV
          SJMP MAIN_LOOP

TAB0: DB "DD/MM/YY HH:MM",EOT
TAB1: DB " ",EOT
;-----
; SUB ROUTINE
;-----
PUTCOIN: JNB PTT_F,PUTCOIN_RET

          MOV A,DTMF_BUF
          CJNE A,#00H,PUTCOIN_1
          MOV A,DTMF_BUF+1
          CJNE A,#01H,PUTCOIN_LD

PUTCOIN_MB: LCALL RATE_CHK
            MOV A,RATE
            CJNE A,#4,$+3
            JC PUTCOIN_RET
            LCALL DEC_COIN
            MOV RATE,#0
            SJMP PUTCOIN_RET

PUTCOIN_LD: LCALL RATE_CHK
            MOV A,RATE
            CJNE A,#3,$+3
            JC PUTCOIN_RET

```

```

LCALL DEC_COIN
MOV RATE,#0
SJMP PUTCOIN_RET

```

```

PUTCOIN_1:  LCALL RATE_CHK
            MOV A,RATE
            CJNE A,#36,$+3
            JC PUTCOIN_RET
            LCALL DEC_COIN
            MOV RATE,#0
PUTCOIN_RET:  RET

```

```

DEC_COIN:   JB WAIT_HKDN,DEC_COIN_1
            DEC COIN_BUF
DEC_COIN_1:  MOV A,COIN_BUF
            CJNE A,#1,DEC_COIN_CUT
            CLR TM_OVER
            LCALL DSP_COIN
            RET

```

```

DEC_COIN_CUT:  CJNE A,#0,DSP_COIN
            CLR HK_DOWN
            SETB WAIT_HKDN
            LCALL DSP_COIN
            RET

```

```

DSP_COIN:    MOV A,#4BH
            LCALL SET_ADD
            MOV A,COIN_BUF
            LCALL HTOD_1DGT
            LCALL PUT_HEX
            RET

```

```

;-----
RECV:        CLR NEWRX_F

```

```

; CLR CLOCK_F

```

```

; LCALL CLR_ROW0

```

```

; LCALL SET_ROW0

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์การใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
; MOV A,RXBUF      ; DSP RECEIVED DATA
; LCALL PUT_HEX
```

```
MOV A,RXBUF
CJNE A,#RING,$+6
LJMP RECV_RING
```

```
CJNE A,#HOOK_UP,$+6
LJMP RECV_HOOKUP
```

```
CJNE A,#COIN_DOWN,$+6
LJMP RECV_COINDOWN
```

```
ANL A,#0F0H
CJNE A,#0A0H,$+6
LJMP RECV_DTMF
```

```
MOV A,RXBUF
CJNE A,#PTT,$+6
LJMP RECV_PTT
```

```
CJNE A,#HOOK_DOWN,$+6
LJMP RECV_HOOKDOWN
RET
```

```
RECV_RING:  SETB RING_F
            LCALL SET_ROW1
            MOV DPTR,#RING_TAB
            LCALL PRINT
            RET
RING_TAB:  DB "RINGING      ",EOT
```

```
RECV_HOOKUP:  SETB HOOK_F
              JB RING_F,RECV_HOOKUP_RET
              MOV COIN_BUF,#0
```

```
MOV A,#4BH
```

```
LCALL SET_ADD
```

```

MOV A,COIN_BUF
LCALL PUT_HEX
MOV A,#4EH
LCALL SET_ADD
MOV A,#'B'
LCALL PUTCH
RECV_HOOKUP_RET: RET

```

```

RECV_COINDOWN: JB RING_F,RECV_COINDOWN_RET

```

```

MOV A,COIN_BUF
ADD A,#5
MOV COIN_BUF,A
MOV A,#4BH
LCALL SET_ADD
MOV A,COIN_BUF
LCALL HTOD_1DGT
LCALL PUT_HEX

```

```

RECV_COINDOWN_RET: RET

```

```

RECV_DTMF: MOV A,DTMF_DGT

```

```

ANL A,#0FH
MOV R0,#DTMF_BUF
ADD A,R0
MOV R0,A

```

```

MOV A,R0

```

```

CJNE A,#DTMF_BUF+3,RECV_DTMF_1

```

```

; CLR CLOCK_F ; DISPLAY DATA IN BUF

```

```

; MOV A,#45H

```

```

; LCALL SET_ADD

```

```

; MOV A,DTMF_BUF

```

```

; LCALL PUT_HEX

```

```

; MOV A,DTMF_BUF+1

```

```

; LCALL PUT_HEX

```

```

; MOV A,DTMF_BUF+2

```

```

; LCALL PUT_HEX

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใด ๆ หากมีข้อผิดพลาดให้ติดต่อผู้จัดทำ และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
SJMP RECV_DTMF_2
```

```
RECV_DTMF_1:  MOV A,RXBUF
```

```
    ANL A,#0FH
```

```
    CJNE A,#0AH,$+7
```

```
    MOV A,#00H
```

```
    SJMP RECV_DTMF_11
```

```
    CJNE A,#0BH,$+7
```

```
    MOV A,#0BH
```

```
    SJMP RECV_DTMF_11
```

```
    CJNE A,#0CH,$+5
```

```
    MOV A,#0CH
```

```
RECV_DTMF_11:  MOV @R0,A
```

```
RECV_DTMF_2:  MOV A,DTMF_DGT
```

```
    LCALL SET_ADD
```

```
    MOV A,RXBUF
```

```
    ANL A,#0FH
```

```
    CJNE A,#0AH,$+7
```

```
    MOV A,#'0'
```

```
    SJMP RECV_DTMF_PUT
```

```
    CJNE A,#0BH,$+7
```

```
    MOV A,#'1'
```

```
    SJMP RECV_DTMF_PUT
```

```
    CJNE A,#0CH,$+7
```

```
    MOV A,#'#'
```

```
    SJMP RECV_DTMF_PUT
```

```
    LCALL HTOA
```

```
    MOV A,R3
```

```
RECV_DTMF_PUT:  LCALL PUTC
```

```
    INC DTMF_DGT
```

```
    MOV A,DTMF_DGT
```

```
    CJNE A,#4AH,RECV_DTMF_RET
```

```
    MOV DTMF_DGT,#40H
```

```
    LCALL CLR_DTMF
```

```
    SJMP RECV_DTMF
```

```
RECV_DTMF_RET:  RET
```

```

RECV_PTT:   SETB PTT_F
            RET

```

```

RECV_HOOKDOWN: CLR HOOK_F
               CLR PTT_F
               CLR WAIT_HKDN
               CLR RING_F
               SETB TM_OVER
               SETB HK_DOWN
               MOV DTMF_DGT,#40H
               LCALL CLR_ROW1
               RET

```

```

-----
CLR_DTMF:     LCALL SET_ROW1
               MOV DPTR,#CLR_DTMF_TAB
               LCALL PRINT
               RET

```

```

CLR_DTMF_TAB: DB "      ",EOT

```

```

-----
CLR_ROW0:    LCALL SET_ROW0
               MOV DPTR,#CLR_ROW0_TAB
               LCALL PRINT
               RET

```

```

CLR_ROW0_TAB: DB "      ",EOT

```

```

CLR_ROW1:    LCALL SET_ROW1
               MOV DPTR,#CLR_ROW1_TAB
               LCALL PRINT
               RET

```

```

CLR_ROW1_TAB: DB "      ",EOT

```

```

-----
PUT_HEX:     LCALL HTOA

```

```

               MOV A,R2

```

```

               LCALL PUTCH

```

```

               MOV A,R3

```

```

               LCALL PUTCH

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

RET

```

;-----
TSET:    MOV R7,#80H    ; DEBOUNCE
        LCALL ME_DELAY
        JNB T_SET_SW,TSET_1 ; TILL PRESS
        RET

```

```

TSET_1:  LCALL SET_ROW1
        LCALL CUR_ON

```

```

TSET_DATE:  MOV A,#01
            LCALL SET_ADD
            LCALL INC_CHK
            JB TINC_F,TSET_DATE_INC ;+
            LCALL SET_CHK
            JB TSET_F,TSET_MONTH ;NEXT
            SJMP TSET_DATE

```

```

TSET_DATE_INC:  INC DATE
                MOV A,DATE
                CJNE A,#0AH,$+8
                MOV DATE,#10H
                SJMP TSET_DATE_OK
                CJNE A,#1AH,$+8
                MOV DATE,#20H
                SJMP TSET_DATE_OK
                CJNE A,#2AH,$+8
                MOV DATE,#30H
                SJMP TSET_DATE_OK
                CJNE A,#32H,$+6
                MOV DATE,#01

```

```

TSET_DATE_OK:  LCALL SETTIME
                LCALL READTIME
                LCALL PUTTIME
                SJMP TSET_DATE

```

```

TSET_MONTH:    MOV A,#04

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารราชการของกรมส่งเสริมการค้าระหว่างประเทศ กระทรวงพาณิชย์ ห้ามมิให้คัดลอกหรือเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต  
 เอกสารนี้เป็นเอกสารราชการของกรมส่งเสริมการค้าระหว่างประเทศ กระทรวงพาณิชย์ ห้ามมิให้คัดลอกหรือเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต  
 ไม่ว่ากรรมใด ๆ ทั้งนี้ ขอสงวนสิทธิ์ในเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

JB TINC_F,TSET_MONTH_INC
LCALL SET_CHK
JB TSET_F,TSET_YEAR
SJMP TSET_MONTH
TSET_MONTH_INC: INC MONTH
MOV A,MONTH
CJNE A,#0AH,$+8
MOV MONTH,#10H
SJMP TSET_MONTH_OK
CJNE A,#13H,$+6
MOV MONTH,#01
TSET_MONTH_OK: LCALL SETTIME
LCALL READTIME
LCALL PUTTIME
SJMP TSET_MONTH
TSET_YEAR: MOV A,#07
LCALL SET_ADD
LCALL INC_CHK
JB TINC_F,TSET_YEAR_INC
LCALL SET_CHK
JB TSET_F,TSET_HH
SJMP TSET_YEAR
TSET_YEAR_INC: INC YEAR
MOV A,YEAR
CJNE A,#9AH,$+8
MOV YEAR,#00
SJMP TSET_YEAR_OK
CJNE A,#0AH,$+8
MOV YEAR,#10H
SJMP TSET_YEAR_OK
CJNE A,#1AH,$+8
MOV YEAR,#20H
SJMP TSET_YEAR_OK
CJNE A,#2AH,$+6
MOV YEAR,#96H
TSET_YEAR_OK: LCALL SETTIME

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารราชการสำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่มีการแก้ไข ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LCALL READTIME

LCALL PUTTIME

SJMP TSET\_YEAR

TSET\_HH:     MOV A,#0CH

LCALL SET\_ADD

LCALL INC\_CHK

JB TINC\_F,TSET\_HH\_INC

LCALL SET\_CHK

JB TSET\_F,TSET\_MM

SJMP TSET\_HH

TSET\_HH\_INC:  INC HH

MOV A,HH

CJNE A,#0AH,\$+8

MOV HH,#10H

SJMP TSET\_HH\_OK

CJNE A,#1AH,\$+8

MOV HH,#20H

SJMP TSET\_HH\_OK

CJNE A,#24H,\$+6

MOV HH,#00

TSET\_HH\_OK:  LCALL SETTIME

LCALL READTIME

LCALL PUTTIME

SJMP TSET\_HH

TSET\_MM:     MOV A,#0FH

LCALL SET\_ADD

LCALL INC\_CHK

JB TINC\_F,TSET\_MM\_INC

LCALL SET\_CHK

JB TSET\_F,TSET\_RET

SJMP TSET\_MM

TSET\_MM\_INC:  INC MM

MOV A,MM

CJNE A,#0AH,\$+8

MOV MM,#10H

```

SJMP TSET_MM_OK
CJNE A,#1AH,$+8
MOV MM,#20H
SJMP TSET_MM_OK
CJNE A,#2AH,$+8
MOV MM,#30H
SJMP TSET_MM_OK
CJNE A,#3AH,$+8
MOV MM,#40H
SJMP TSET_MM_OK
CJNE A,#4AH,$+8
MOV MM,#50H
SJMP TSET_MM_OK
CJNE A,#5AH,$+6
MOV MM,#00
TSET_MM_OK:  LCALL SETTIME
              LCALL READTIME
              LCALL PUTTIME
              SJMP TSET_MM

TSET_RET:    LCALL CUR_OFF
              RET                ;EXIT

SET_CHK:     JB T_SET_SW,SET_CHK_RET
              MOV R7,#80H
              LCALL ME_DELAY
              JB T_SET_SW,SET_CHK_RET
              SETB TSET_F
              RET                ; SET WAS PRESSED

SET_CHK_RET: CLR TSET_F
              RET

INC_CHK:     JB T_INC_SW,INC_CHK_RET
              MOV R7,#80H
              LCALL ME_DELAY
              JB T_INC_SW,INC_CHK_RET
              SETB TINC_F
              RET                ; INC WAS PRESSED

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ภายในเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
INC_CHK_RET: CLR TINC_F
             RET
```

```
-----
WR_DAT:     SETB RS ; DATA
```

```
MOV B,A
```

```
CLR A
```

```
MOV C,IO
```

```
RLC A
```

```
MOV C,RST
```

```
RLC A
```

```
MOV C,TM_OVER
```

```
RLC A
```

```
MOV C,HK_DOWN
```

```
RLC A
```

```
MOV TEMP,A
```

```
MOV A,B
```

```
MOV B,A
```

```
ANL A,#0F0H
```

```
ORL A,TEMP
```

```
MOV P1,A
```

```
LCALL PULSE
```

```
MOV A,B
```

```
SWAP A
```

```
ANL A,#0F0H
```

```
ORL A,TEMP
```

```
MOV P1,A
```

```
LCALL PULSE
```

```
RET
```

```
WR_CMD:     CLR RS ; COMMAND
```

```
MOV B,A
```

```
CLR A
```

```
MOV C,IO
```

```
RLC A
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ หวังสัน อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

MOV C,RST
RLC A
MOV C,TM_OVER
RLC A
MOV C,HK_DOWN
RLC A
MOV TEMP,A

```

```

MOV A,B
MOV B,A
ANL A,#0F0H
ORL A,TEMP
MOV P1,A
LCALL PULSE
MOV A,B
SWAP A
ANL A,#0F0H
ORL A,TEMP
MOV P1,A
LCALL PULSE
RET

```

```

OUT_SWAP:  ANL A,#0FH
MOV TEMP,A
MOV A,B
SWAP A
ANL A,#0F0H
ORL A,#TEMP
MOV P1,A
MOV A,B
SWAP A
RET

```

```

PULSE:    CLR E
LCALL WAIT
LCALL WAIT
SETB E

```

RET

WAIT:       MOV R7,#0FFH

          DJNZ R7,\$

          RET

-----  
PUTTIME:     JB CLOCK\_F,\$+4

          RET

          LCALL SET\_ROW0

          MOV A,DATE

          LCALL HTOA

          MOV A,R2

          LCALL PUTCH

          MOV A,R3

          LCALL PUTCH

          MOV A,#'

          LCALL PUTCH

          MOV A,MONTH

          LCALL HTOA

          MOV A,R2

          LCALL PUTCH

          MOV A,R3

          LCALL PUTCH

          MOV A,#'

          LCALL PUTCH

          MOV A,YEAR

          LCALL HTOA

          MOV A,R2

          LCALL PUTCH

          MOV A,R3

          LCALL PUTCH

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ หากมีข้อผิดพลาดหรือข้อสงสัย กรุณาแจ้งให้ทราบเพื่อปรับปรุงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

LCALL PUTCH
MOV A,#' '
LCALL PUTCH
MOV A,#' '
LCALL PUTCH

```

```

MOV A,HH
LCALL HTOA
MOV A,R2
LCALL PUTCH
MOV A,R3
LCALL PUTCH
MOV A,#' '
LCALL PUTCH

```

```

MOV A,MM
LCALL HTOA
MOV A,R2
LCALL PUTCH
MOV A,R3
LCALL PUTCH
; MOV A,#' '
; LCALL PUTCH

```

```

; MOV A,SS
; LCALL HTOA
; MOV A,R2
; LCALL PUTCH
; MOV A,R3
; LCALL PUTCH

```

```

MOV A,SS
JNB ACC.0,PUTTIME_2

```

```

PUTTIME_1:  MOV A,#0DH

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
 LCALL SET\_ADD  
 MOV A,#' '
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ยกเว้นทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
LCALL PUTCH
```

```
RET
```

```
PUTTIME_2:  MOV A,#0DH
```

```
LCALL SET_ADD
```

```
MOV A,#'
```

```
LCALL PUTCH
```

```
RET
```

```
;-----  
READTIME:  MOV RTCCMD,#SECRD
```

```
LCALL RDRTC
```

```
MOV SS,RTCDAT
```

```
MOV A,SS
```

```
JB ACC.0,PULSE_SET
```

```
PULSE_CLR: CLR PULSE_F
```

```
SJMP READTIME_1
```

```
PULSE_SET: SETB PULSE_F
```

```
READTIME_1: MOV RTCCMD,#MINRD
```

```
LCALL RDRTC
```

```
MOV MM,RTCDAT
```

```
MOV RTCCMD,#HRRD
```

```
LCALL RDRTC
```

```
MOV HH,RTCDAT
```

```
MOV RTCCMD,#DATRD
```

```
LCALL RDRTC
```

```
MOV DATE,RTCDAT
```

```
MOV RTCCMD,#MONTHRD
```

```
LCALL RDRTC
```

```
MOV MONTH,RTCDAT
```

```
MOV RTCCMD,#YEARRD
```

```

LCALL RDRTC
MOV YEAR,RTCDAT
RET

```

```

;-----
SETTIME:   MOV RTCCMD,#WRPTWR

```

```

MOV RTCDAT,#0
LCALL WRRTC

```

```

MOV RTCCMD,#SECWR
MOV RTCDAT,SS
LCALL WRRTC

```

```

MOV RTCCMD,#MINWR
MOV RTCDAT,MM
LCALL WRRTC

```

```

MOV RTCCMD,#HRWR
MOV RTCDAT,HH
LCALL WRRTC

```

```

MOV RTCCMD,#DATEWR
MOV RTCDAT,DATE
LCALL WRRTC

```

```

MOV RTCCMD,#MONTHWR
MOV RTCDAT,MONTH
LCALL WRRTC

```

```

MOV RTCCMD,#YEARWR
MOV RTCDAT,YEAR
LCALL WRRTC

```

```

MOV RTCCMD,#WRPTWR
MOV RTCDAT,#80H
LCALL WRRTC

```

```

RET

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีเหตุดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

WRTC:    CLR IO
          LCALL DELAY
          SETB RST
          LCALL DELAY
          MOV B,#8
          CLR C

WRTC_1:  MOV A,RTCCMD
          RRC A
          MOV RTCCMD,A
          MOV IO,C
          LCALL SCLKRW
          DJNZ B,WRTC_1

          MOV B,#8
          CLR C

WRTC_2:  MOV A,RTCDAT
          RRC A
          MOV RTCDAT,A
          MOV IO,C
          LCALL SCLKRW
          DJNZ B,WRTC_2
          CLR RST
          LCALL DELAY
          RET

```

```

RDRTC:   SETB IO
          LCALL DELAY
          SETB RST
          LCALL DELAY
          MOV B,#8
          CLR C

RDRTC_1: MOV A,RTCCMD
          RRC A
          MOV RTCCMD,A
          MOV IO,C
          LCALL SCLKCOM
          DJNZ B,RDRTC_1

```

```

MOV B,#8
MOV RTCDAT,#0
RDRTC_2:  LCALL SCLKRW
MOV A,RTCDAT
MOV C,IO
RRC A
MOV RTCDAT,A
DJNZ B,RDRTC_2
CLR RST
LCALL DELAY
RET
;-----
SCLKCOM:  CLR SCLK
LCALL DELAY
SETB SCLK
LCALL DELAY
RET
SCLKRW:  SETB SCLK
LCALL DELAY
CLR SCLK
LCALL DELAY
RET
DELAY:   MOV R7,#5
DJNZ R7,$
RET
;-----
PRINT:   PUSH ACC
PRINT_1: CLR A
MOV C A,@A+DPTR
CJNE A,#EOT,PRINT_2
SJMP PRINT_RET

```

```
INC DPTR
```

```
SJMP PRINT_1
```

```
PRINT_RET: POP ACC
```

```
RET
```

```
PUTCH: LCALL WR_DAT
```

```
RET
```

```
;-----  
SET_ADD: ORL A,#80H
```

```
LCALL WR_CMD
```

```
RET
```

```
SET_ROW0: MOV A,#ROW0
```

```
LCALL WR_CMD
```

```
RET
```

```
SET_ROW1: MOV A,#ROW1
```

```
LCALL WR_CMD
```

```
RET
```

```
CLRLCD: MOV A,#1
```

```
LCALL WR_CMD
```

```
RET
```

```
CUR_ON: MOV A,#0EH
```

```
LCALL WR_CMD
```

```
RET
```

```
CUR_OFF: MOV A,#0CH
```

```
LCALL WR_CMD
```

```
RET
```

```
;-----  
HTOA: PUSH ACC
```

```
SWAP A
```

```
LCALL HTOAS
```

```
MOV R2,A
```

```
POP ACC
```

```

LCALL HTOAS
MOV R3,A
RET

```

```

HTOAS:   ANL A,#0FH
         CJNE A,#0AH,$+3
         JNC HTOAS1
         ORL A,#30H
         RET

```

```

HTOAS1:  SUBB A,#9
         ORL A,#40H
         RET

```

```

;-----
ATOH:    MOV A,R2
         LCALL ATOHS
         SWAP A
         MOV R2,A
         MOV A,R3
         LCALL ATOHS
         ORL A,R2
         RET

```

```

ATOHS:   CJNE A,#A,$+3
         JC ATOHS1
         ADD A,#9
ATOHS1:  ANL A,#0FH
         RET

```

```

;-----
HTOD_IDGT:  MOV DPH,#0
           MOV DPL,A
           LCALL HTOD
           MOV A,R3
           RET

```

```

;-----
; HEX TO DECIMAL

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่มีการเผยแพร่ในที่สาธารณะ อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
; REG = A,R0,R1,R2,R3,R4,R5,DPTR
```

```
HTOD:    CLR  A           ;CLEAR OUTPUT
```

```
        MOV  R1,A
```

```
        MOV  R2,A
```

```
        MOV  R3,A
```

```
        MOV  R4,#16      ;SHIFT 16 BIT
```

```
HTOD1:   MOV  A,DPL
```

```
        RLC  A
```

```
        MOV  DPL,A
```

```
        MOV  A,DPH
```

```
        RLC  A
```

```
        MOV  DPH,A
```

```
        MOV  R5,#3       ;ADD DECIMAL
```

```
        MOV  R0,#3       ;INDEX TO R3
```

```
HTOD2:   MOV  A,@R0
```

```
        ADDC A,ACC
```

```
        DA  A
```

```
        MOV  @R0,A
```

```
        DEC  R0
```

```
        DJNZ R5,HTOD2
```

```
        DJNZ R4,HTOD1
```

```
        RET
```

```
;-----  
; DECIMAL TO HEX
```

```
; IN = R1,R2,R3
```

```
; OUT = DPTR
```

```
; REG = A,R0,R1,R2,R3,R4,R5,DPTR
```

```
DTOH:    MOV  R4,#16
```

```
DTOH1:   MOV  R5,#3      ;SHIFT & SUB
```

```
        MOV  R0,#1      ;INDEX TO R1
```

```
        CLR  C
```

```
DTOH2:   MOV  A,@R0
```

```
        RRC  A
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารตัวอย่างที่จัดทำขึ้นเพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PUSH PSW ;-[

JNB ACC.7,DTOH3

CLR C

SUBB A,#30H

DTOH3: JNB ACC.3,DTOH4

CLR C

SUBB A,#03H

DTOH4: MOV @R0,A

INC R0

POP PSW ;-]

DJNZ R5,DTOH2

MOV A,DPH

RRC A

MOV DPH,A

MOV A,DPL

RRC A

MOV DPL,A

DJNZ R4,DTOH1

RET

ME\_DELAY: MOV R6,#0

DJNZ R6,\$

DJNZ R7,ME\_DELAY

RET

HI\_DELAY: MOV R6,#0

HI\_DELAY\_1: MOV R5,#0

DJNZ R5,\$

DJNZ R6,HI\_DELAY\_1

DJNZ R7,HI\_DELAY

RET

TX\_CHR: CLR ES

CLR TI

เอกสารนี้เป็นเอกสารราชการของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ หากมีให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

JNB TI,\$

```

CLR A
SETB ES
RET

```

```

;-----
RATE_CHK:  MOV B,PULSE_CMP

```

```

MOV C,PULSE_F

```

```

CLR A

```

```

RLC A

```

```

MOV TEMP,A

```

```

MOV A,B

```

```

ANL A,#01H

```

```

MOV B,A

```

```

MOV A,TEMP

```

```

CJNE A,B,RATE_CHK_RET

```

```

INC RATE

```

```

INC PULSE_CMP

```

```

RATE_CHK_RET: ; CLR CLOCK_F

```

```

; LCALL SET_ROW0

```

```

; MOV A,RATE

```

```

; LCALL PUT_HEX ; DISPLAY RATE COUNT

```

```

; MOV A,#'

```

```

; LCALL PUTCH

```

```

; MOV A,PULSE_CMP

```

```

; LCALL PUT_HEX

```

```

RET

```

```

;-----
DSP_RATE_PULSE: MOV C,PULSE_F

```

```

CLR A

```

```

RLC A

```

```

MOV TEMP,A

```

```

LCALL SET_ROW1

```

```

MOV A,TEMP

```

```

LCALL PUT_HEX

```

```

RET

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

EXT0_SERV:  RETI
;-----
TIMER0_SERV:  RETI
;-----
EXT1_SERV:  RETI
;-----
TIMER1_SERV:  RETI
;-----
SERIAL_SERV:  JNB RI,$
               MOV RXBUF,SBUF
               SETB NEWRX_F    ;NEW RX FLAG
               CLR RI
               RETI
;*****
END 

```

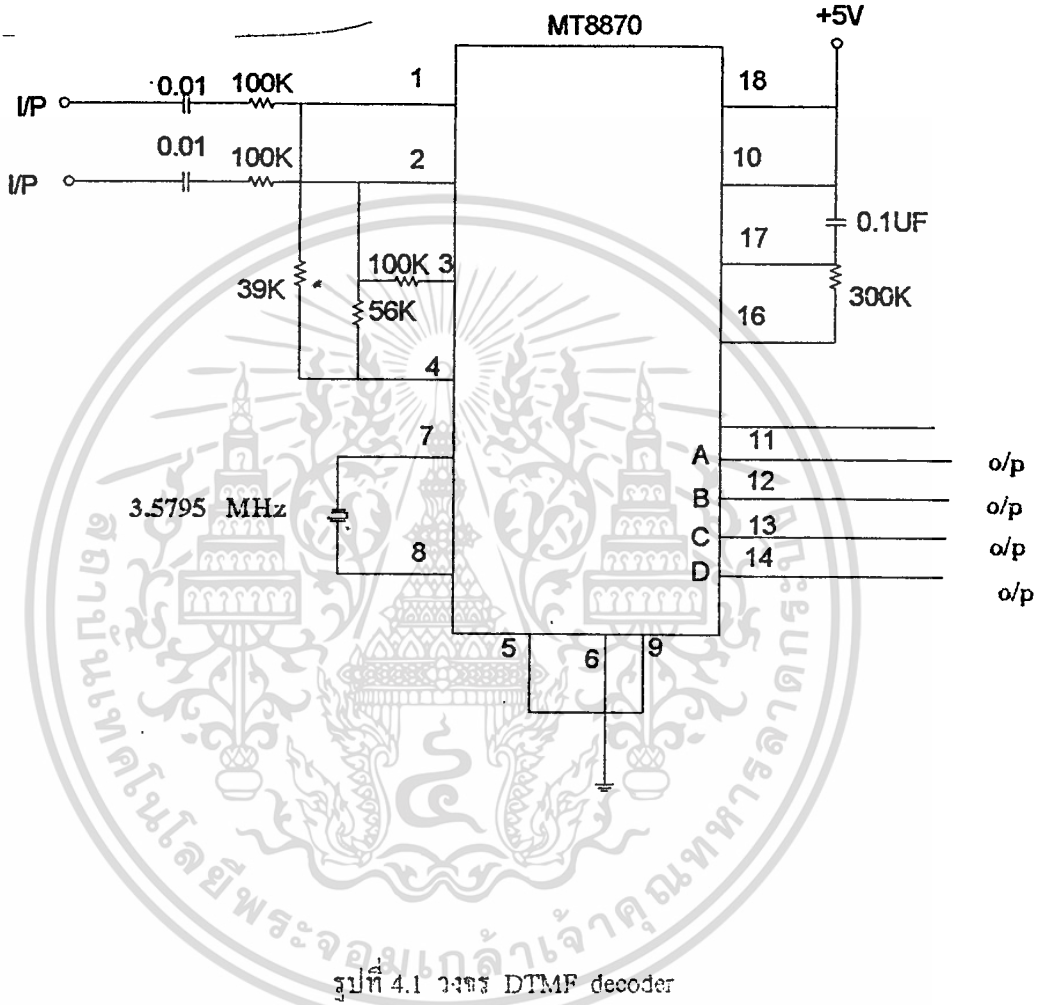


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

วงจรส่วนถอดรหัส DTMF



รูปที่ 4.1 วงจร DTMF decoder

จากรูปที่ 4.1 ได้ทำการวัดค่าที่ขา 11, 12, 13, 14 ของ MT8870 โดยมีถ้อยความเลข 1 วัดสัญญาณ  
 เดาทพุทที่ขา 11 ได้เป็น 1, ขาที่ 12 - 14 เป็น 0 ถ้อยความเลข 2 วัดสัญญาณเดาทพุทที่ขา 12 ได้เป็น 1, ขาที่ 11,  
 13, 14 เป็น 0 ซึ่งได้ทำการทดลองถ้อยความเลข 0 - 9, \* และ # ด้วยมิเตอร์ ได้สัญญาณเดาทพุทแสดงดังตาราง  
 ที่ 4.1

## ผลการทดลองที่ขา 11, 12, 13, 14 ของ MT8870

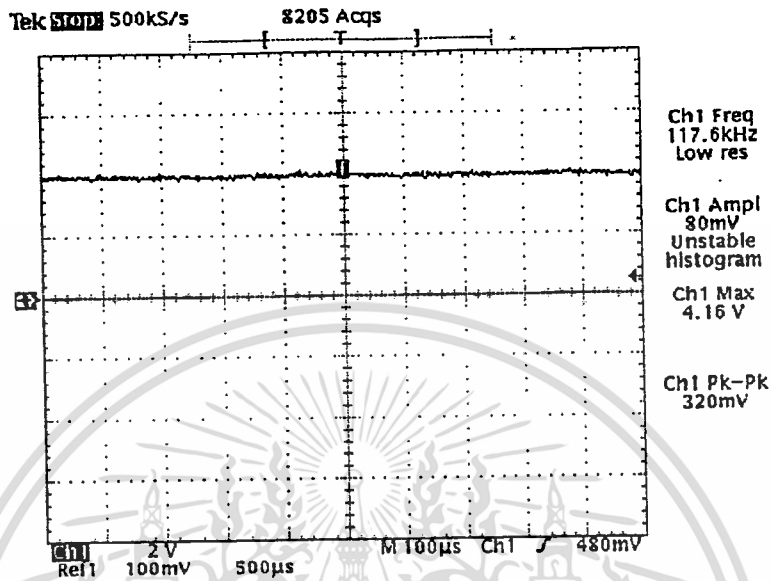
หมายเลข	Flow	F high	ขาที่14	ขาที่13	ขาที่12	ขาที่11
1	697	1209	0	0	0	1
2	697	1336	0	0	1	0
3	697	1447	0	0	1	1
4	770	1209	0	1	0	0
5	770	1336	0	1	0	0
6	770	1447	0	1	1	0
7	852	1209	0	1	1	1
8	852	1336	1	0	0	0
9	852	1447	1	0	0	1
+	941	1209	1	0	1	1
0	941	1336	1	0	1	0
#	941	1441	1	1	0	0

ตารางที่ 4.1 แสดงผลการทดลองที่ขา 11, 12, 13, 14 ของ MT8870

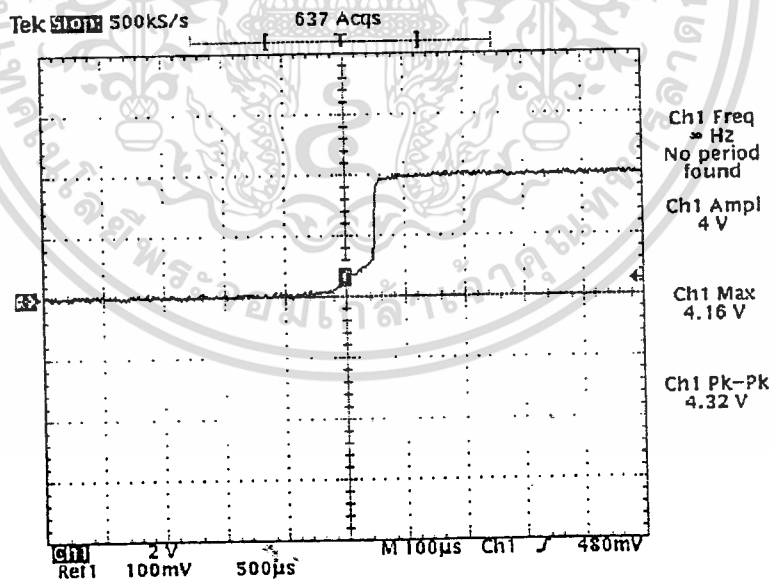
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### ส่วนตรวจจับเหรียญ

โดยวัดค่าเอาต์พุตที่ขา 14 ของไอซีเบอร์ AT89C2051 ได้วัดขณะที่ยังไม่ได้หยอดเหรียญซึ่งคือเอาสัญญาณอินพุตมาจากเครื่องโทรศัพท์



รูปที่ 4.2 แสดงรูปสัญญาณขณะที่ยังไม่ได้หยอดเหรียญ



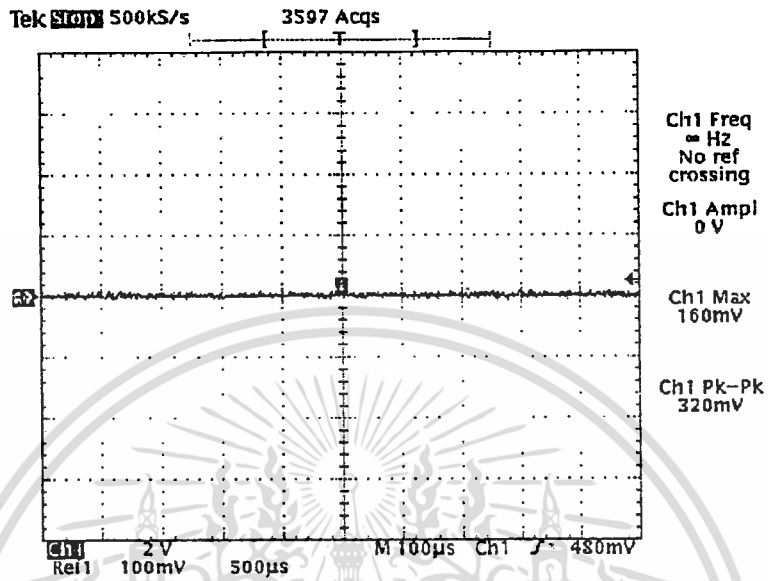
รูปที่ 4.3 แสดงรูปสัญญาณเมื่อหยอดเหรียญผ่านส่วนตรวจจับเหรียญ

จากรูปผลการทดลองที่ได้จากส่วนตรวจจับเหรียญจะพบว่าเมื่อทำการหยอดเหรียญ 5 บาท ผ่านส่วนตรวจจับเหรียญของเครื่องโทรศัพท์จะทำให้เกิดสถานะ "0" และเมื่อเหรียญผ่านส่วนตรวจจับเหรียญจะทำให้เปลี่ยนจากสถานะ "0" เป็น "1" ดังแสดงในรูปที่ 4.3 จากรูปที่ 4.2 จะแสดงสถานะปกติของส่วนตรวจสอบเหรียญ โดยมีสถานะเป็น "1"

เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

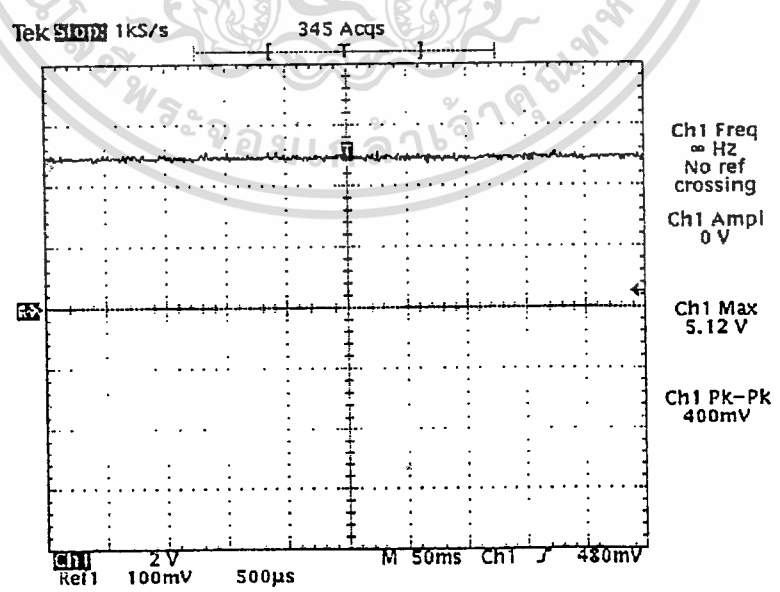
ส่วนตรวจสอบตัวตรวจจับปุ่มสันทนา

โดยได้ทำการวัดเอาท์พุทที่ขา15 ของไอซีเบอร์ AT89C2051 ซึ่งแสดงสภาวะปกติเป็น 0 โวลท์ หรือ ลอจิก "0"



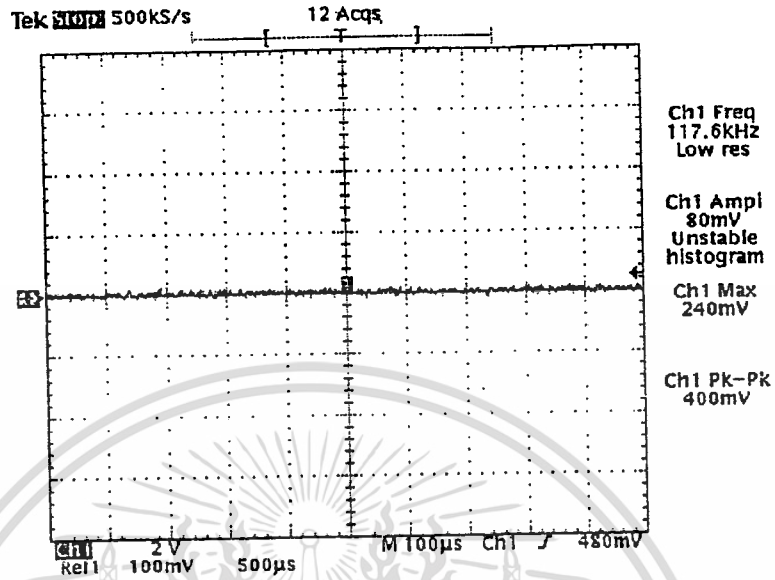
รูปที่ 4.4 แสดงสภาวะปกติของตัวตรวจจับปุ่มสันทนา

เมื่อหยุดเหรียญแล้วเหรียญจะมาค้างที่ตัวตรวจจับปุ่มสันทนา ขณะที่ยังไม่ได้กดปุ่มสันทนา จะได้รูปสัญญาณเอาท์พุทเปลี่ยนจากลอจิก "0" เป็น "1"



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนรูปที่ 4.5 แสดงสัญญาณเมื่อทำการหยุดเหรียญแต่ยังไม่กดปุ่มสันทนา โดยขึ้นด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

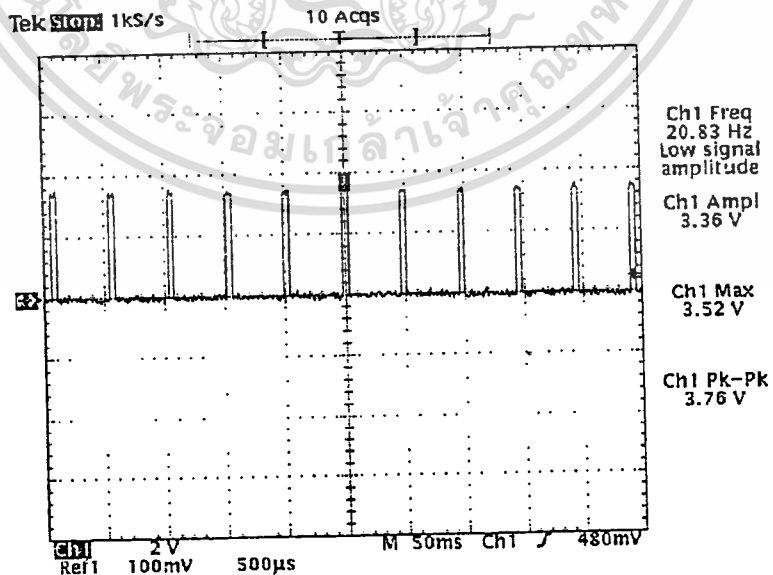
เมื่อกดปุ่มสถานะขณะที่มีผู้รับสายปลายทาง จะ ได้รูปสัญญาณที่เปลี่ยนจากลอจิก "0" เป็น "1"



รูปที่ 4.6 แสดงสัญญาณเมื่อกดปุ่มสถานะ

ส่วนสัญญาณนาฬิกา

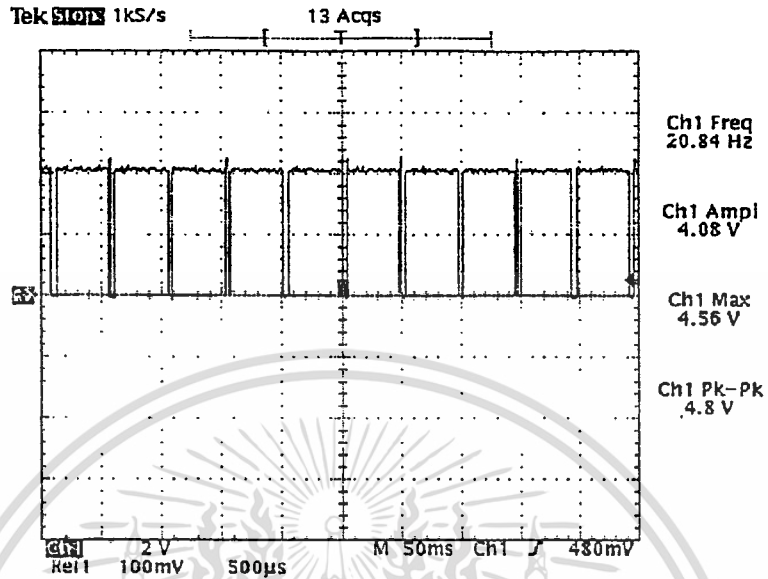
โดยได้ทำการวัดเอาท์พุทจากขาที่ 5 ของไอซีเบอร์ DS1202 ได้รูปสัญญาณดังรูปที่ 4.7



รูปที่ 4.7 แสดงสัญญาณนาฬิกาที่ขา 5 ของไอซีเบอร์ DS1202

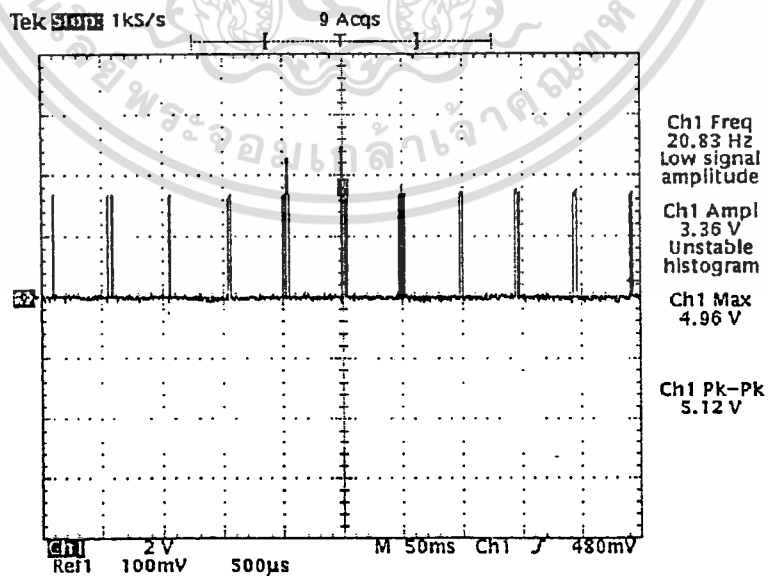
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ได้ทำการวัดเอาต์พุตจากขาที่ 6 ของ ไอซีเบอร์ DS1202 ได้รูปสัญญาณดังรูปที่ 4.8



รูปที่ 4.8 แสดงสัญญาณนาฬิกาที่ขา 6 ของ ไอซีเบอร์ DS1202

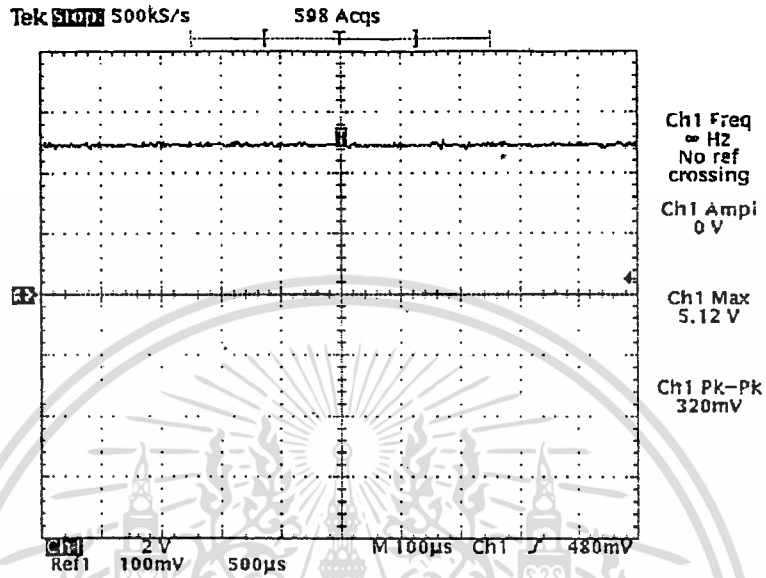
ได้ทำการวัดเอาต์พุตจากขาที่ 7 ของ ไอซีเบอร์ DS1202 ได้รูปสัญญาณดังรูปที่ 4.9



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับรูปที่ 4.9 แสดงสัญญาณนาฬิกาที่ขา 7 ของ ไอซีเบอร์ DS1202 ระโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนตรวจสอบสัญญาณ Ringing Tone

โดยวัดสัญญาณเอาต์พุตที่ขา 7 ของไอซีเบอร์ AT89C2051 ตัวที่ 1 ได้สัญญาณดังรูปที่ 4.10



รูปที่ 4.10 แสดงสัญญาณเอาต์พุตที่ขา 7 ของ ไอซีเบอร์ AT89C2051 ตัวที่ 1 ในสภาวะปกติ

## บทที่ 5

### บทวิจารณ์และบทสรุป

จากหลักการทำงานของเครื่องโทรศัพท์หยอดเหรียญควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์นี้ สามารถนำไปปรับปรุงเพิ่มเติมระบบการทำงานให้ใช้ได้กับธุรกิจและสามารถใช้งานได้จริง ระบบทั้งระบบทำงานได้ดีกว่าเครื่องโทรศัพท์หยอดเหรียญ 5 บาท ชนิดเก่ามาก เพราะสามารถป้องกันการโทรฟรีได้

การดำเนินงานได้ทำการศึกษาลงถึงหลักการทำงานของเครื่องโทรศัพท์หยอดเหรียญนี้ ได้จากการรวบรวม ทดลอง ออกแบบ แก้ไขข้อผิดพลาดเดิม ซึ่งการทำงานของเครื่องประกอบด้วยส่วนต่างๆ ดังนี้

1. ส่วนตัวเครื่องโทรศัพท์ ซึ่งในโครงงานนี้ ได้นำเอาโทรศัพท์แบบหยอดเหรียญมาประยุกต์ใช้งาน โดยดึงเอาสัญญาณจาก โทรศัพท์ชนิดหยอดเหรียญรุ่นเก่ามาพัฒนาการใช้งาน
2. ส่วนลอจิกสแตมปิ้งมก ได้นำเอา MT 8870 กับคริสตอลกำเนิดความถี่ 3.579 MHz มาใช้งาน ซึ่งวงจร DTMF decoder นี้ จะถูกส่งไปยัง CPU โดยใช้ไอซี เบอร์ AT89C2051 ในตระกูล MCS- 51 ส่งสัญญาณเข้าสู่ CPU เพื่อส่งสัญญาณออกทาง LCD
3. ส่วน RTC ได้นำเอา ไอซี เบอร์ DS1202 เป็นตัว Read Time Counter ใช้งาน ลิเธียม 3 โวลต์ เป็นตัว Back Up เวลา โดยค่าของเวลานี้จะคำนวณตลอดเวลาแม้จะไม่มีการใช้โทรศัพท์ ซึ่งในส่วนนี้ของสัญญาณนาฬิกาจะเป็นส่วนที่มีความสำคัญมากในการทำโครงงานนี้ เพราะในส่วนนี้จะเป็นตัวควบคุมระบบการทำงานของส่วนต่างๆ ให้แก่ อัตรการให้บริการ เวลาที่ใช้บริการ เป็นต้น
4. ส่วนประมวลผล ในส่วนนี้ได้นำเอาไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 ก็คือ AT98C2051 มาใช้จำนวน 2 ตัว ใช้ในการรับส่งข้อมูลและประมวลผล
5. ส่วนโปรแกรมการทำงาน เมื่อมีผู้ใช้บริการ โปรแกรมจะเริ่มตรวจการกดเหรียญ โดยดึงเอาสัญญาณจาก ส่วน Hook Swith ของเครื่องโทรศัพท์เข้า CPU ทางขา Interrupt ส่วนของ LCD จะแสดงจำนวนเงิน, วัน, เวลา และหมายเลขปลายทาง
6. ส่วนตรวจสอบสัญญาณ Ringing Tone ได้ใช้ Opto Coupler เบอร์ 4N36 ซึ่งทำงานในสถานะ “ low “ เมื่อมีสัญญาณ Ringing Tone เข้ามาจะถูกส่งไปยังขาอินเตอร์รัพท์ของ AT89C2051 เพื่อให้ CPU นำไปประมวลผลในส่วนของโปรแกรมการทำงาน

จากการทดสอบการทำงานของเครื่องโทรศัพท์ พบว่ามีความถูกต้องมากกว่า 70 เปอร์เซ็นต์ของการทำงาน ทั้งนี้เพราะ ในส่วนของวงจรที่เชื่อมต่อกันและ โปรแกรมบางส่วนยังมีส่วนบกพร่อง สามารถแจกแจงได้ดังนี้

1. การทำงานของ โปรแกรมทั้งระบบขึ้นอยู่กับสัญญาณนาฬิกา ซึ่งถ้าในส่วนนี้เกิดการผิดพลาดก็จะทำให้ทั้งระบบเกิดการผิดพลาดเพราะ ไม่ว่าจะเป็นส่วนคิดเงินก็ต้องใช้ส่วนสัญญาณนาฬิกามานับเพื่อลดจำนวนเงินตามเวลา
2. เนื่องจาก โครงงานนี้ใช้แผ่นปริ้นท์ออกแบบประสงก์มาทำการต่อวงจร ทำให้เกิดสัญญาณรบกวนจากการที่แผ่นปริ้นท์ไม่ดีพอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. สามารถใช้ได้เฉพาะเหรียญ 5 บาทเล็กฐานใหม่เท่านั้น ทำให้เกิดความไม่สะดวกในการใช้งาน
4. เนื่องจากเครื่องโทรศัพท์นี้ใช้แหล่งจ่ายไฟจากไฟฟ้าซึ่งถ้าเกิดไฟฟ้าดับหรือมีการถอดปลั๊ก เมื่อต้องการใช้โทรศัพท์ใหม่จะต้องทำการ Set ค่าเวลาใหม่ทุกครั้ง เพราะไม่ได้ทำการ Back Up ระหว่าง CPU กับ สัญญาณนาฬิกาไว้จึงทำให้ CPU หยุดการทำงานถึงแม้ว่าจะทำการ Back Up ส่วน RTC ไว้แล้วก็ตาม



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



# ISO<sup>2</sup>-CMOS MT8870B/MT8870B-1 Integrated DTMF Receiver

9161-002-051-NA

ISSUE 2

December 1987

## Features

- Complete DTMF Receiver
- Low Power Consumption
- Internal Gain Setting Amplifier
- Adjustable Guard Time
- Central Office Quality

## Applications

- Receiver System for British Telecom (BT) or CEPT Spec (MT8870B-1)
- Paging Systems
- Repeater Systems/Mobile Radio
- Credit Card Systems
- Remote Control
- Personal Computers

## Description

The MT8870B/MT8870B-1 is a complete DTMF receiver integrating both the bandsplit filter and digital decoder functions, fabricated in Mitel's double poly ISO<sup>2</sup>-CMOS technology. The filter section uses switched capacitor techniques for high and low group filters; the decoder uses digital

## Pin Connections

IN+	1	18	VDD
IN-	2	17	S/ST
GS	3	16	EST
VRef	4	15	STD
IC*	5	14	Q4
IC*	6	13	Q3
OSC1	7	12	Q2
OSC2	8	11	Q1
VSS	9	10	TOE

\* Connect to VSS

## Ordering Information -40°C to +85°C

MT8870BE/MT8870BE-1 Plastic DIP  
MT8870BC/MT8870BC-1 Cerdip

counting techniques to detect and decode all 16 DTMF tone pairs into a 4-bit code. External component count is minimized by on chip provision of a differential input amplifier, clock oscillator and latched three-state bus interface.

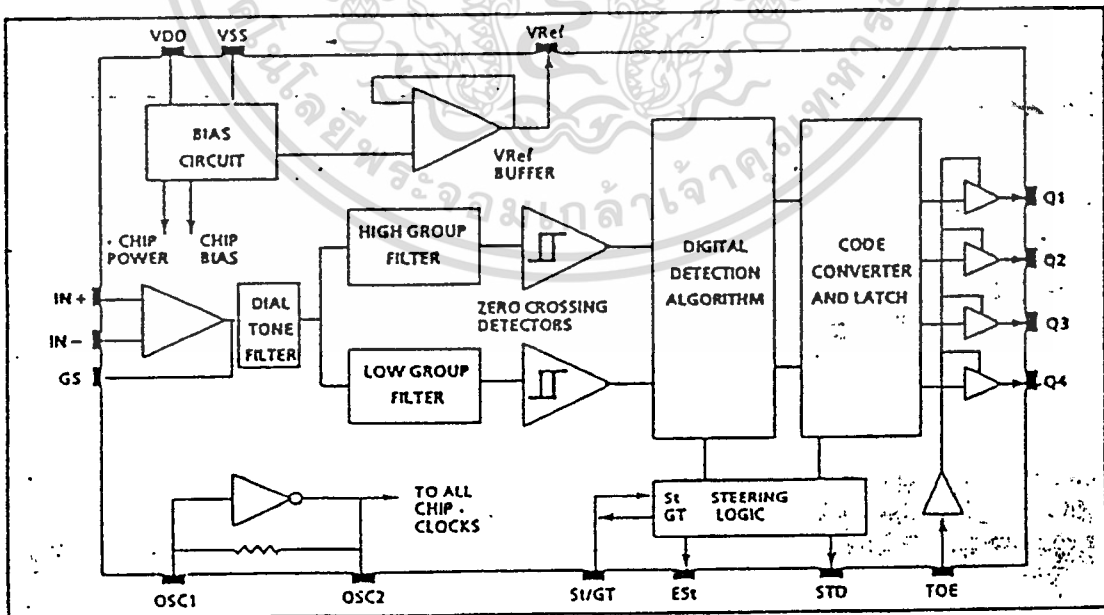


Figure 1 - Functional Block Diagram

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้拿去ใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ISO<sup>2</sup>-CMOS MT8870B/MT8870B-1

AC Electrical Characteristics ... Voltages are with respect to ground (V<sub>SS</sub>) unless otherwise stated

	Characteristics	Sym	Min	Typ <sup>1</sup>	Max	Units	Conditions	
1 2 3 4 5 6	T I M I N G	Tone present detect time	t <sub>OP</sub>	5	11	14	ms	Note 12
		Tone absent detect time	t <sub>OA</sub>	0.5	4	8.5	ms	Note 12
		Tone duration accept	t <sub>REC</sub>			40	ms	User adjustable
		Tone duration reject	t <sub>REZ</sub>	20			ms	User adjustable
		Interdigit pause accept	t <sub>ID</sub>			40	ms	User adjustable
		Interdigit pause reject	t <sub>OD</sub>	20			ms	User adjustable
7 8 9 10 11	O U T P U T S	Propagation delay (St to Q)	t <sub>PQ</sub>		8	11	μs	TOE = V <sub>DD</sub>
		Propagation delay (St to StD)	t <sub>PSID</sub>		12		μs	TOE = V <sub>DD</sub>
		Output data setup (Q to StD)	t <sub>QSID</sub>		3.4		μs	TOE = V <sub>DD</sub>
		Propagation delay (TOE to Q ENABLE)	t <sub>PTE</sub>		50		ns	R <sub>L</sub> = 10kΩ C <sub>L</sub> = 50 pF
		Propagation delay (TOE to Q DISABLE)	t <sub>PRD</sub>		300		ns	R <sub>L</sub> = 10kΩ C <sub>L</sub> = 50 pF
12	Crystal /clock frequency	f <sub>C</sub>	3.5759	3.5795	3.5831	MHz		
13 14 15 16	C L O C K	Clock input rise time	t <sub>HLCL</sub>			110	ns	Ext. clock
		Clock input fall time	t <sub>MLCL</sub>			110	ns	Ext. clock
		Clock input duty cycle	DC <sub>CL</sub>	40	50	60	%	Ext. clock
		Capacitive load (OSC2)	C <sub>LO</sub>				30	pF

<sup>1</sup> V<sub>DD</sub> = 5.0V, V<sub>SS</sub> = 0V, T<sub>A</sub> = 25°C and f<sub>C</sub> = 3.579545 MHz, using test circuit shown in Figure 2.

<sup>2</sup> Typical figures are at 25°C and are for design aid only: not guaranteed and not subject to production testing.

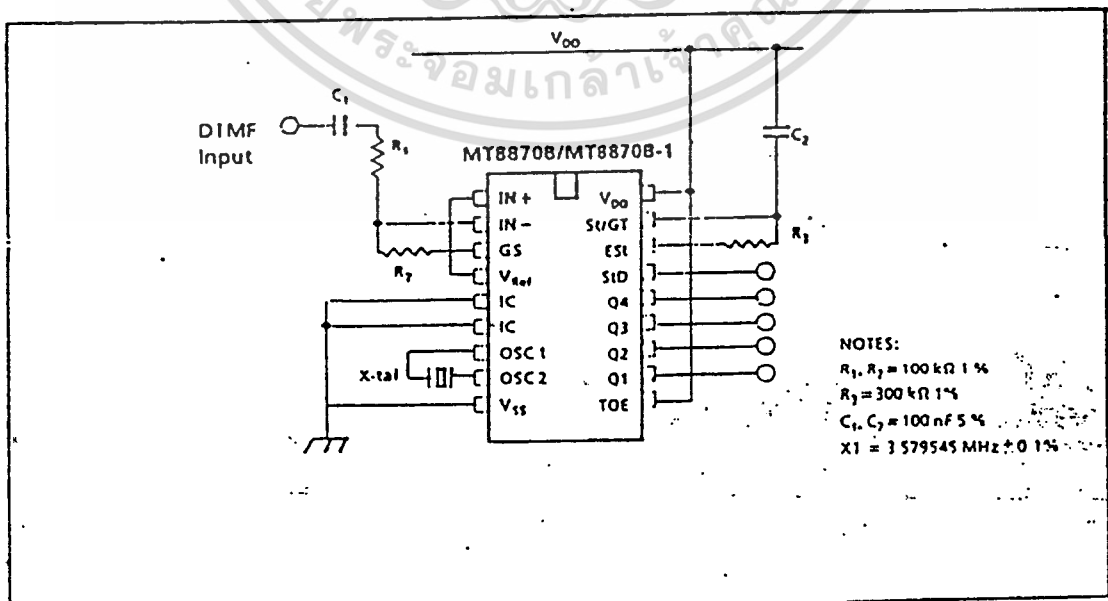


Figure 2 - Single-Ended Input Configuration

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นับญาติให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

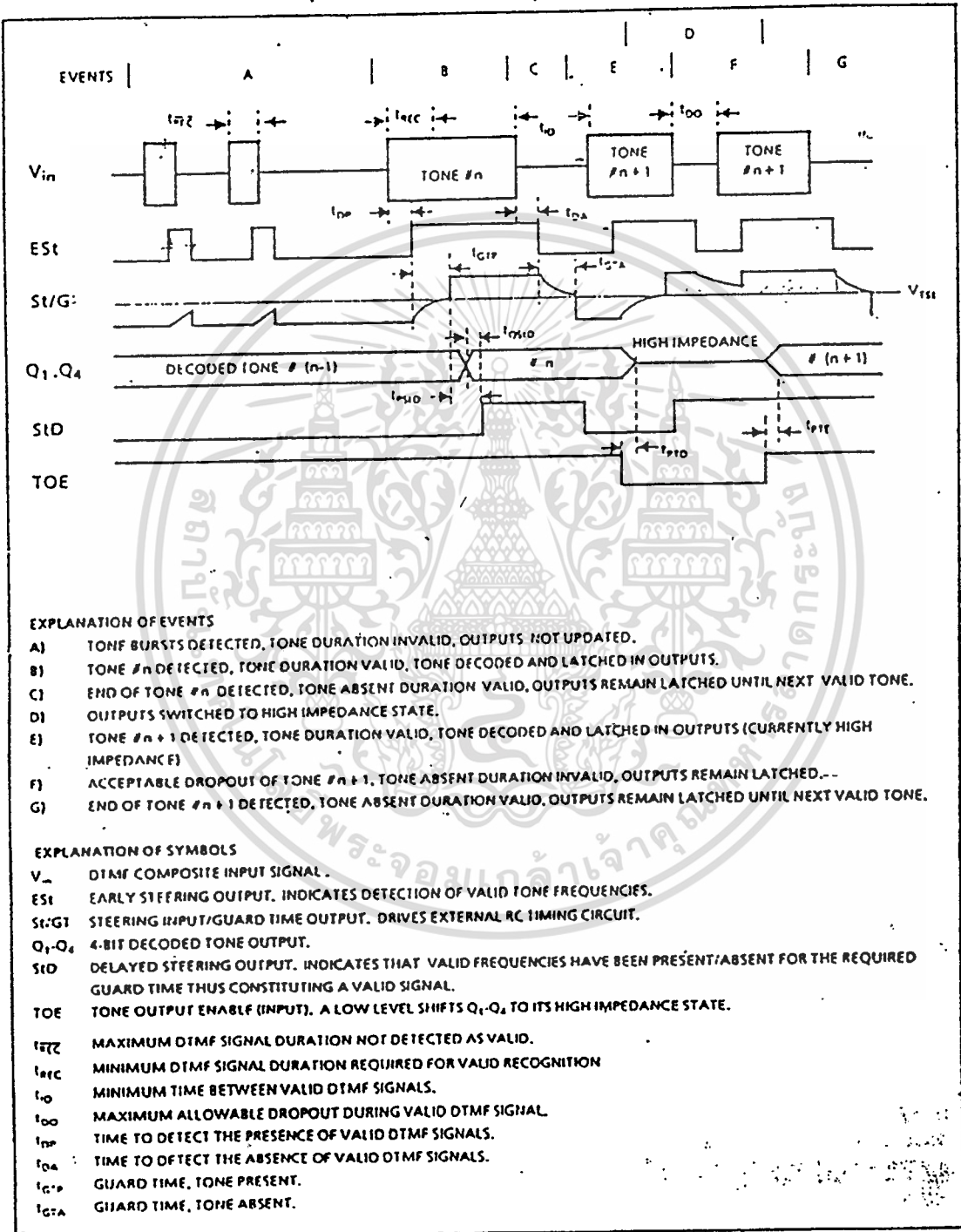


Figure 3- Timing Diagram

## ISO<sup>2</sup>-CMOS MT8870B/MT8870B-1

### Operating Characteristics<sup>1</sup> - Voltages are with respect to ground ( $V_{SS}$ ) unless otherwise stated Gain Setting Amplifier

	Characteristics	Sym	Min	Typ <sup>1</sup>	Max	Units	Test Conditions
1	Input leakage current	$I_{IN}$		100		nA	$V_{SS} \leq V_{IN} \leq V_{DD}$
2	Input resistance	$R_{IN}$		10		M $\Omega$	
3	Input offset voltage	$V_{OS}$		25		mV	
4	Power supply rejection	PSRR		60		dB	1 kHz
5	Common mode rejection	CMRR		60		dB	$-3.0V \leq V_{IN} \leq 3.0V$
6	DC open loop voltage gain	$A_{VOL}$		65		dB	
7	Open loop unity gain bandwidth	$f_c$		1.5		MHz	
8	Output voltage swing	$V_O$		4.5		$V_{pp}$	$R_L \geq 100K\Omega$ to $V_{SS}$
9	Maximum capacitive load (GS)	$C_L$		100		pF	
10	Maximum resistive load (GS)	$R_L$		50		K $\Omega$	
11	Common mode range	$V_{CM}$		3.0		$V_{pp}$	No Load

<sup>1</sup>  $V_{DD} = 5V, V_{SS} = 0V, T_A = 25^\circ C$

<sup>1</sup> Typical figures are at 25°C and are for design aid only: not guaranteed and not subject to production testing.

### MT8870B AC Electrical Characteristics - Voltages are with respect to ground ( $V_{SS}$ ) unless otherwise stated

	Characteristics	Sym	Min	Typ	Max	Units	Notes	
1	Valid input signal levels (each tone of composite signal)					-29	dBm	1,2,3,5,6,9
						27.5	mV <sub>RMS</sub>	1,2,3,5,6,9
						+1	dBm	1,2,3,5,6,9
						869	mV <sub>RMS</sub>	1,2,3,5,6,9
2	Positive twist accept					10	dB	2,3,6,9
						10	dB	2,3,6,9
3	Negative twist accept							
4	Freq. deviation accept		$\pm 1.5\% \pm 2Hz$			Nom.	2,3,5,9	
5	Freq. deviation reject		$\pm 3.5\%$			Nom.	2,3,5,9	
6	Third tone tolerance				-16	dB	2,3,4,5,9	
7	Noise tolerance				-12	dB	2,3,4,5,7,9,10	
8	Dial tone tolerance				+22	dB	2,3,4,5,8,9,11	

<sup>1</sup>  $V_{DD} = 5V, V_{SS} = 0, T_A = 25^\circ C$  and  $f_c = 3.579545$  MHz using test circuit shown in Figure 2.

#### NOTES

- 1 dBm = decibels above or below a reference power of 1 mW into a 600 ohm load.
- 2 Digit sequence consists of all DTMF tones
- 3 Tone duration = 40 ms, tone pause = 40 ms.
- 4 Signal condition consists of nominal DTMF frequencies
- 5 Both tones in composite signal have an equal amplitude.
- 6 Tone pair is deviated by  $\pm 1.5\% \pm 2Hz$ .
- 7 Bandwidth limited (3KHz) Gaussian noise.
- 8 The precise dial tone frequencies are (350 Hz and 440 Hz)  $\pm 2\%$ .
- 9 For an error rate of better than 1 in 10,000.
- 10 Referenced to lowest level frequency component in DTMF signal
- 11 Referenced to the minimum valid accept level.
- 12 For guard time calculation purposes

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# ISO<sup>2</sup>-CMOS MT8870B/MT8870B-1

## APPLICATION

### RECEIVER SYSTEM FOR BRITISH TELECOM SPEC POR 1151

The circuit shown in Fig. 10 illustrates the use of MT8870B-1 device in a typical receiver system. BT Spec defines the input signals less than -34 dBm as the non-operate level. This condition can be attained by choosing a suitable values of  $R_1$  and  $R_2$  to provide 3 dB attenuation, such that -34 dBm input signal will correspond to -37 dBm at the gain setting pin GS of MT8870B-1. As shown in the diagram, the component values of  $R_3$  and  $C_2$  are the guard time requirements when the total component tolerance is 6%. For better performance, it is recommended to use the non-symmetric guard time circuit in Fig. 9.

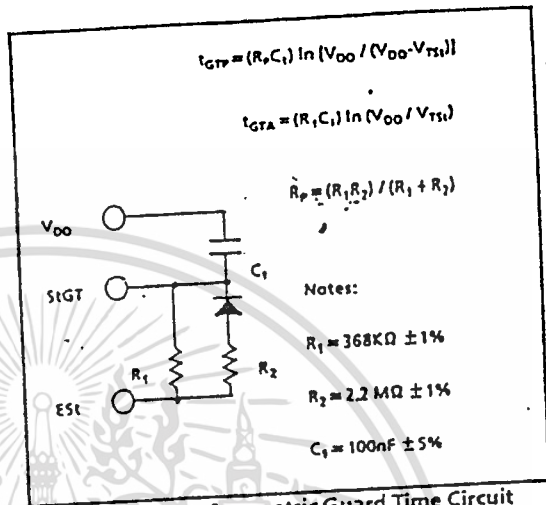


Figure 9 - Non-Symmetric Guard Time Circuit

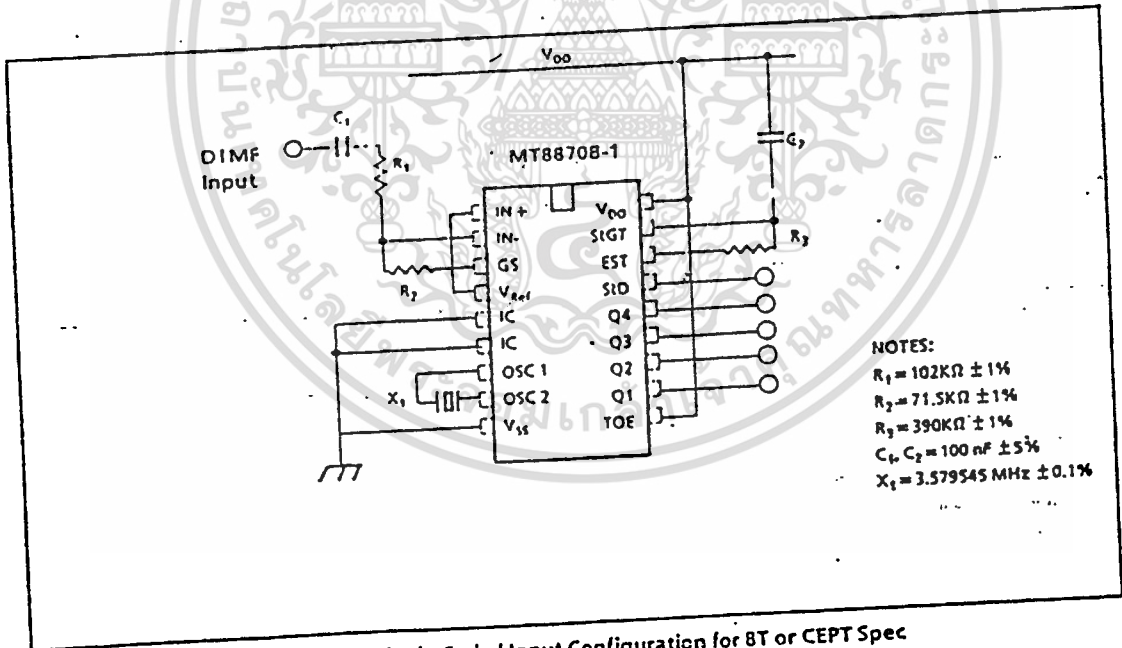


Figure 10 - Single-Ended Input Configuration for BT or CEPT Spec

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

F <sub>LOW</sub>	F <sub>HIGH</sub>	NO.	TOE	Q <sub>4</sub>	Q <sub>3</sub>	Q <sub>2</sub>	Q <sub>1</sub>
697	1209	1	H	0	0	0	1
697	1336	2	H	0	0	1	0
697	1477	3	H	0	0	1	1
770	1209	4	H	0	1	0	0
770	1336	5	H	0	1	0	1
770	1477	6	H	0	1	1	0
852	1209	7	H	0	1	1	1
852	1336	8	H	1	0	0	0
852	1477	9	H	1	0	0	1
941	1336	0	H	1	0	1	0
941	1209	*	H	1	0	1	1
941	1477	#	H	1	1	0	0
697	1633	A	H	1	1	0	1
770	1633	B	H	1	1	1	0
852	1633	C	H	1	1	1	1
941	1633	D	H	0	0	0	0
-	-	ALL	L	Z	Z	Z	Z

L = LOGIC LOW, H = LOGIC HIGH, Z = HIGH IMPEDANCE  
Table 1. Functional Decode Table

pause between signals. Thus, as well as rejecting signals too short to be considered valid, the receiver will tolerate signal interruptions (dropout) too short to be considered a valid pause. This facility, together with the capability of selecting the steering time constants externally, allows the designer to tailor performance to meet a wide variety of system requirements.

**Guard Time Adjustment**

In many situations not requiring selection of tone duration and interdigital pause, the simple steering circuit shown in Figure 5 is applicable. Component values are chosen according to the formula:

$$t_{REC} = t_{DP} + t_{GTP}$$

$$t_{ID} = t_{DA} + t_{GTA}$$

The value of  $t_{DP}$  is a device parameter (see Figure 3) and  $t_{REC}$  is the minimum signal duration to be recognized by the receiver. A value for C of 0.1  $\mu$ F is

recommended for most applications, leaving R to be selected by the designer.

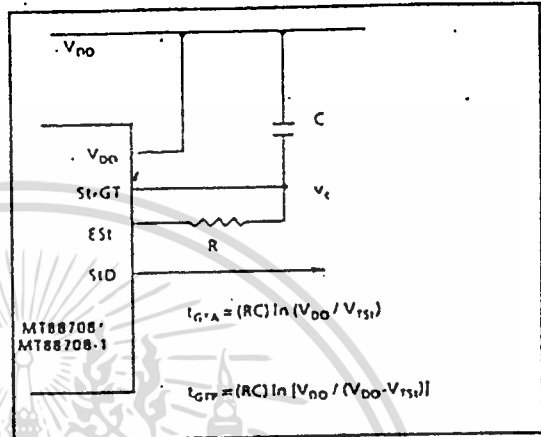


Figure 5- Basic Steering Circuit

Different steering arrangements may be used to select independently the guard times for tone present ( $t_{GTP}$ ) and tone absent ( $t_{GTA}$ ). This may be necessary to meet system specifications which place both accept and reject limits on both tone duration and interdigital pause. Guard time adjustment also allows the designer to tailor system parameters such as talk off and noise immunity. Increasing  $t_{REC}$  improves talk-off performance since it reduces the probability that tones simulated by speech will maintain signal condition long enough to be registered. Alternatively, a relatively short  $t_{REC}$  with a long  $t_{DD}$  would be appropriate for extremely noisy environments where fast acquisition time and immunity to tone dropouts are required. Design information for guard time adjustment is shown in Figure 6

**Differential Input Configuration**

The input arrangement of the MT8870B/MT8870B-1 provides a differential-input operational amplifier as well as a bias source ( $V_{REF}$ ) which is used to bias the inputs at mid-rail. Provision is made for connection of a feedback resistor to the op-amp output (GS) for adjustment of gain. In a single-ended configuration, the input pins are connected as shown in Figure 2 with the op-amp connected for unity gain and  $V_{REF}$  biasing the input at  $\frac{1}{2}V_{DD}$ . Figure 7 shows the differential configuration, which permits the adjustment of gain with the feedback resistor  $R_f$ .

# MT8870B/MT8870B-1 ISO<sup>2</sup>-CMOS

MT8870B-1 AC Electrical Characteristics<sup>1</sup> - Voltages are with respect to ground (V<sub>SS</sub>) unless otherwise stated

	Characteristics	Sym	Min	Typ	Max	Units	Notes	
1	Valid input signal levels (each tone of composite signal)		-31			dBm	1,2,3,5,6,9	
			21.8			mV <sub>RMS</sub>	1,2,3,5,6,9	
					+1		dBm	1,2,3,5,6,9
					869		mV <sub>RMS</sub>	1,2,3,5,6,9
2	Input Signal Level Reject		-37			dBm	1,2,3,5,6,9	
			10.9			mV <sub>RMS</sub>	1,2,3,5,6,9	
3	Positive twist accept				6	dB	2,3,6,9	
4	Negative twist accept				6	dB	2,3,6,9	
5	Freq. deviation accept		± 1.5% ± 2Hz				2,3,5,9	
6	Freq. deviation reject		± 3.5%				2,3,5,9	
7	Third tone tolerance		-18.5			dB	2,3,4,5,9,13	
8	Noise tolerance			-12		dB	2,3,4,5,7,9,10	
9	Dial tone tolerance			+22		dB	2,3,4,5,8,9,11	

<sup>1</sup> V<sub>DD</sub> = 5 V, V<sub>SS</sub> = 0, T<sub>A</sub> = 25° C and f<sub>C</sub> = 3.579545 MHz using test circuit shown in Figure 2

### NOTES

- 1 dBm = decibels above or below a reference power of 1 mW into a 600 ohm load.
2. Digit sequence consists of all DTMF tones.
3. Tone duration = 40 ms, tone pause = 40 ms.
4. Signal condition consists of nominal DTMF frequencies.
5. Both tones in composite signal have an equal amplitude.
6. Tone pair is deviated by ± 1.5% ± 2Hz.
7. Bandwidth limited (3 kHz) Gaussian noise.
8. The precise dial tone frequencies are (350 Hz and 440 Hz) ± 2%.
9. For an error rate of better than 1 in 10,000.
10. Referenced to lowest level frequency component in DTMF signal.
11. Referenced to the minimum valid accept level.
12. For guard time calculation purposes.
13. Referenced to Fig. 10 Input DTMF Tone Level at -25 dBm (-28 dBm at GS Pin) Interference Frequency Range between 480-3400 Hz

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# MT8870B/MT8870B-1 ISO<sup>2</sup>-CMOS

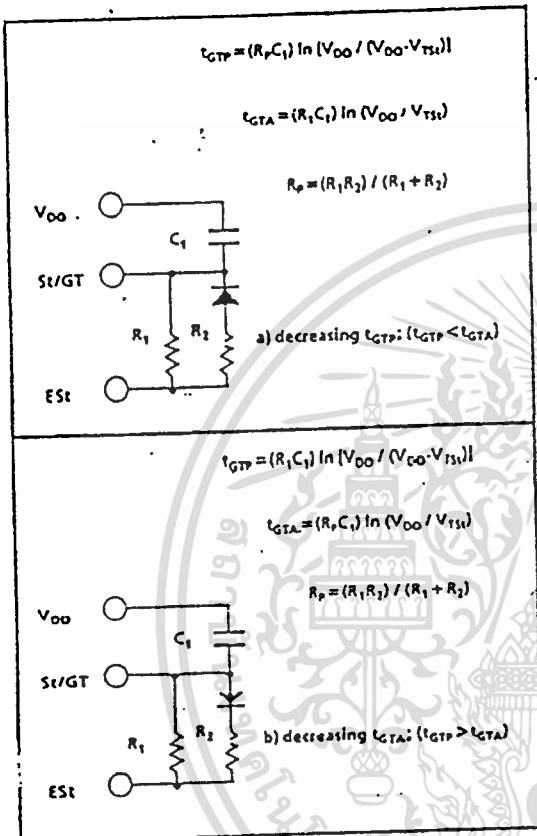


Figure 6- Guard Time Adjustment

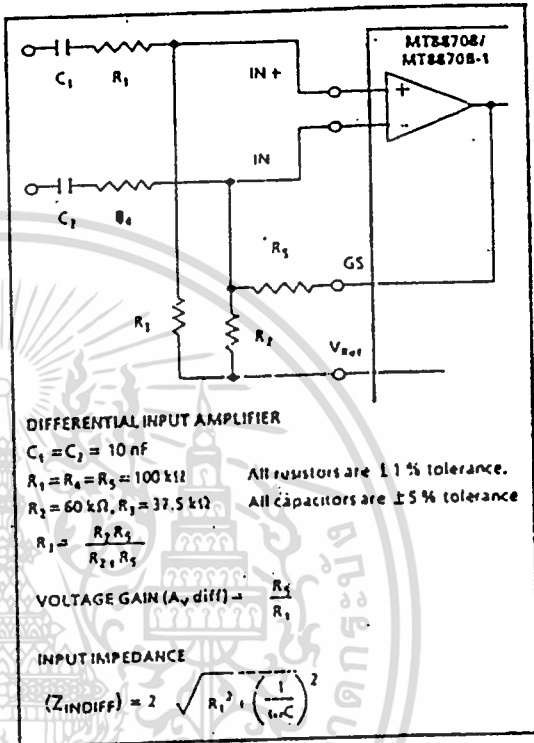


Figure 7- Differential Input Configuration

## Crystal Oscillator

The internal clock circuit is completed with the addition of an external 3.579545 MHz crystal and is normally connected as shown in Figure 2 (Single Ended Input Configuration). However, it is possible to configure several MT8870B/MT8870B-1 devices employing only a single oscillator crystal. The oscillator output of the first device in the chain is coupled through a 30 pF capacitor to the oscillator input (OSC1) of the next device. Subsequent devices are connected in a similar fashion. Refer to Figure 8 for details. The problems associated with unbalanced loading are not a concern with the arrangement shown, ie: precision balancing capacitors are not required.

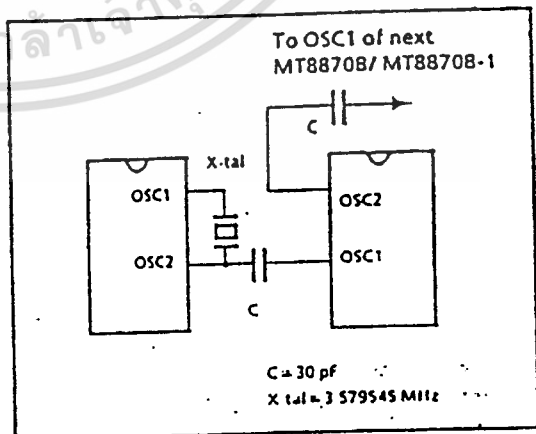


Figure 8- Oscillator Connection

# MT8870B/MT8870B-1 ISO<sup>2</sup>-CMOS

## Absolute Maximum Ratings<sup>1</sup>

	Parameter	Symbol	Min	Max	Units
1	Power supply voltage $V_{DD}-V_{SS}$			6	V
2	Voltage on any pin		$V_{SS}-0.3$	$V_{DD}+0.3$	V
3	Current at any pin (other than supply)			10	mA
4	Operating temperature	$T_A$	-40	+85	°C
5	Storage temperature		-65	+150	°C
6	Package power dissipation			1000	mW

<sup>1</sup> Exceeding these values may cause permanent damage. Functional operation under these conditions is not implied. Derate above 75 °C at 16 mW / °C. All leads soldered to board.

## Recommended Operating Conditions - Voltages are with respect to ground ( $V_{SS}$ ) unless otherwise stated.

	Characteristics	Sym	Min	Typ <sup>1</sup>	Max	Units	Test Conditions
1	Positive Supply Voltages	$V_{DD}$		5		V	$V_{SS}=0V$
2	Oscillator Clock Frequency	$f_c$		3.579545		MHz	
3	Oscillator Frequency Tolerance	$\Delta f_c$		$\pm 0.1$		%	

<sup>1</sup> Typical figures are at 25°C and are for design aid only: not guaranteed and not subject to production testing.

## DC Electrical Characteristics - $V_{DD}=5.0V \pm 5\%$ , $V_{SS}=0V$ . Voltages are with respect to ground ( $V_{SS}$ ) unless otherwise stated.

		Characteristics	Sym	Min	Typ <sup>1</sup>	Max	Units	Test Conditions
1	S U P P L Y	Operating supply voltage	$V_{DD}$	4.75	5.0	5.25	V	
2		Operating supply current	$I_{DD}$		3.0	9.0	mA	
3		Power consumption	$P_o$		15	45	mW	$f=3.58\text{ MHz}; V_{DD}=5V$
4	I N P U T S	High level input	$V_{IH}$	3.5			V	
5		Low level input voltage	$V_{IL}$			1.5	V	
6		Input leakage current	$I_{IH}/I_{IL}$		0.1		$\mu A$	$V_{IN}=V_{SS}\text{ or }V_{DD}$
7		Pull-up (source) current	$I_{SO}$		7.5	15	$\mu A$	TOE (pin 10) = 0V
8		Input impedance (IN+, IN-)	$R_{IN}$		10		M $\Omega$	@ 1 kHz
9		Steering threshold voltage	$V_{TSt}$	2.2		2.5	V	
10	O U T P U T S	Low level output voltage	$V_{OL}$			$V_{SS}+0.03$	V	No load
11		High level output voltage	$V_{OH}$	$V_{DD}-0.03$			V	No load
12		Output low (sink) current	$I_{OL}$	1	2.5		mA	$V_{OUT}=0.4\text{ V}$
13		Output high (source) current	$I_{OH}$	0.4	0.8		mA	$V_{OUT}=4.6\text{ V}$
14		$V_{Ref}$ output voltage	$V_{Ref}$	2.4		2.7	V	No load
15		$V_{Ref}$ output resistance	$R_{OR}$		10		k $\Omega$	

<sup>1</sup> Typical figures are at 25°C and are for design aid only: not guaranteed and not subject to production testing.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# MT8870B/MT8870B-1 ISO<sup>2</sup>-CMOS

## Functional Description

The MT8870B/MT8870B-1 monolithic DTMF receiver offers small size, low power consumption and high performance. Its architecture consists of a bandsplit filter section, which separates the high and low group tones, followed by a digital counting section which verifies the frequency and duration of the received tones before passing the corresponding code to the output bus.

### Filter Section

Separation of the low group and high group tones is achieved by applying the DTMF signal to the inputs of two sixth-order switched capacitor bandpass filters, the bandwidths of which correspond to the low and high group frequencies. The filter section also incorporates notches at 350 and 440 Hz for exceptional dial tone rejection (see Figure 4). Each filter output is followed by a single order switched capacitor filter section which smooths the signals prior to limiting. Limiting is performed by high-gain comparators which are provided with hysteresis to prevent detection of unwanted low-level signals. The outputs of the comparators provide full rail logic swings at the frequencies of the incoming DTMF signals.

### Decoder Section

Following the filter section is a decoder employing digital counting techniques to determine the frequencies of the incoming tones and to verify that they correspond to standard DTMF frequencies. A complex averaging algorithm protects against tone

simulation by extraneous signals such as voice while providing tolerance to small frequency deviations and variations. This averaging algorithm has been developed to ensure an optimum combination of immunity to talk-off and tolerance to the presence of interfering frequencies (third tones) and noise. When the detector recognizes the presence of two valid tones (this is referred to as the "signal condition" in some industry specifications) the "Early Steering" (EST) output will go to an active state. Any subsequent loss of signal condition will cause EST to assume an inactive state (see "Steering Circuit").

### Steering Circuit

Before registration of a decoded tone pair, the receiver checks for a valid signal duration (referred to as character recognition condition). This check is performed by an external RC time constant driven by EST. A logic high on EST causes  $v_c$  (see Figure 5) to rise as the capacitor discharges. Provided signal condition is maintained (EST remains high) for the validation period ( $t_{GT}$ ),  $v_c$  reaches the threshold ( $V_{1ST}$ ) of the steering logic to register the tone pair, latching its corresponding 4-bit code (see Table 1) into the output latch. At this point the GT output is activated and drives  $v_c$  to  $V_{DD}$ . GT continues to drive high as long as EST remains high. Finally, after a short delay the output latch to settle, the delayed steering output flag (see Figure 6) indicates a received tone pair has been registered. The contents of the output latch are made available on the 4-bit output bus by raising the three state control input (TOE) to a logic high. The steering circuit works in reverse to validate the interdigit

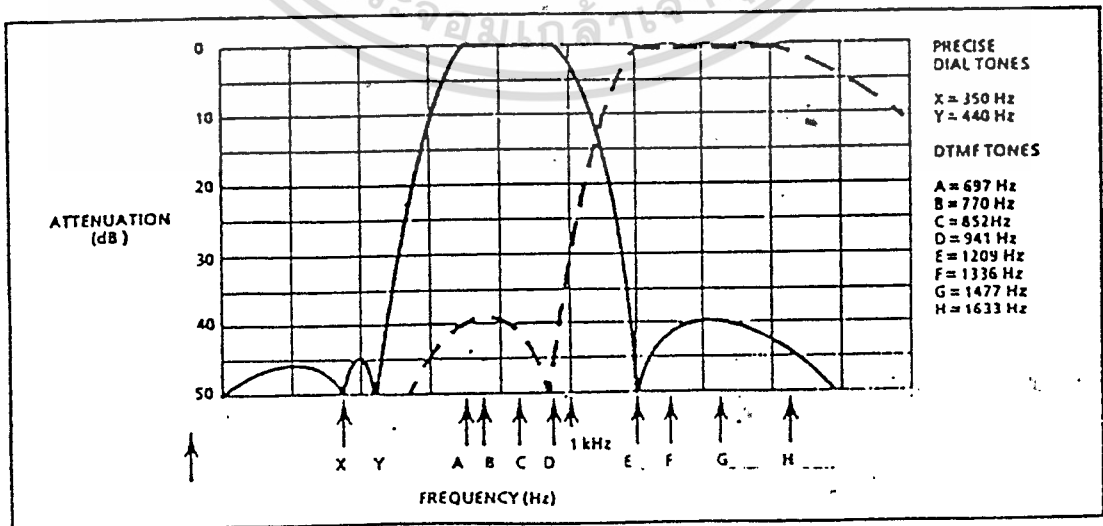


Figure 4- Filter Response

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# MT8870B/MT8870B-1 ISO<sup>2</sup>-CMOS

MT8870B-1 AC Electrical Characteristics<sup>1</sup> - Voltages are with respect to ground (V<sub>SS</sub>) unless otherwise stated

	Characteristics	Sym	Min	Typ	Max	Units	Notes	
1	Valid input signal levels (each tone of composite signal)		-31			dBm	1,2,3,5,6,9	
			21.8			mV <sub>RMS</sub>	1,2,3,5,6,9	
					+1		dBm	1,2,3,5,6,9
					869		mV <sub>RMS</sub>	1,2,3,5,6,9
2	Input Signal Level Reject		-37			dBm	1,2,3,5,6,9	
			10.9			mV <sub>RMS</sub>	1,2,3,5,6,9	
3	Positive twist accept				6	dB	2,3,6,9	
4	Negative twist accept				6	dB	2,3,6,9	
5	Freq. deviation accept		± 1.5% ± 2Hz				2,3,5,9	
6	Freq. deviation reject		± 3.5%				2,3,5,9	
7	Third tone tolerance		-18.5			dB	2,3,4,5,9,13	
8	Noise tolerance			-12		dB	2,3,4,5,7,9,10	
9	Dial tone tolerance			+22		dB	2,3,4,5,8,9,11	

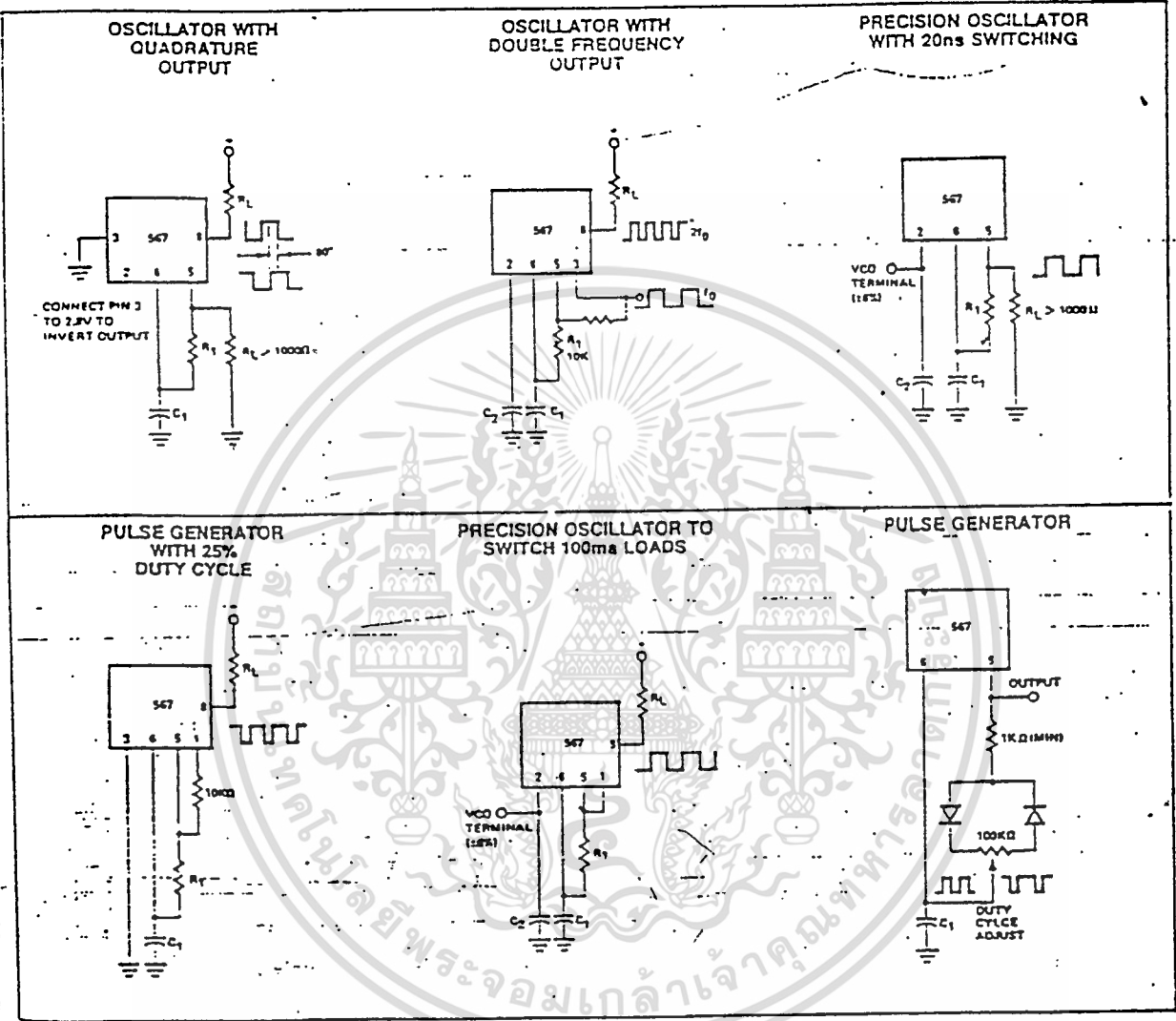
<sup>1</sup> V<sub>DD</sub> = 5V, V<sub>SS</sub> = 0, T<sub>A</sub> = 25° C and f<sub>c</sub> = 3.579545 MHz using test circuit shown in Figure 2

**NOTES**

1. dBm = decibels above or below a reference power of 1 mW into a 600 ohm load.
2. Digit sequence consists of all DTMF tones.
3. Tone duration = 40 ms, tone pause = 40 ms.
4. Signal condition consists of nominal DTMF frequencies.
5. Both tones in composite signal have an equal amplitude.
6. Tone pair is deviated by ± 1.5% ± 2Hz.
7. Bandwidth limited (3 kHz) Gaussian noise.
8. The precise dial tone frequencies are (350 Hz and 440 Hz) ± 2%.
9. For an error rate of better than 1 in 10,000.
10. Referenced to lowest level frequency component in DTMF signal.
11. Referenced to the minimum valid accept level.
12. For guard time calculation purposes.
13. Referenced to fig. 10 Input DTMF Tone Level at -25 dBm (-28 dBm at GS Pin) Interference Frequency Range between 480-3400 Hz

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TYPICAL APPLICATIONS (Cont'd.)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# TOUCH TONE DECODER/PHASE LOCKED LOOP

## FEATURES

- WIDE FREQUENCY RANGE (.01Hz TO 500kHz)
- HIGH STABILITY OF CENTER FREQUENCY
- INDEPENDENTLY CONTROLLABLE BANDWIDTH (0 TO 14 PERCENT)
- HIGH OUT-BAND SIGNAL AND NOISE REJECTION
- LOGIC-COMPATIBLE OUTPUT WITH 100mA CURRENT SINKING CAPABILITY
- INHERENT IMMUNITY TO FALSE SIGNALS
- FREQUENCY ADJUSTMENT OVER A 20 TO 1 RANGE WITH AN EXTERNAL RESISTOR

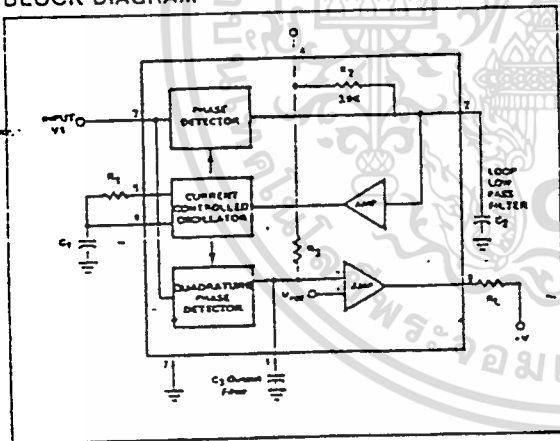
## APPLICATIONS

- TOUCH TONE\* DECODING
- CARRIER CURRENT REMOTE CONTROLS
- ULTRASONIC CONTROLS (REMOTE TV, ETC.)
- COMMUNICATIONS PAGING
- FREQUENCY MONITORING AND CONTROL
- WIRELESS INTERCOM
- PRECISION OSCILLATOR

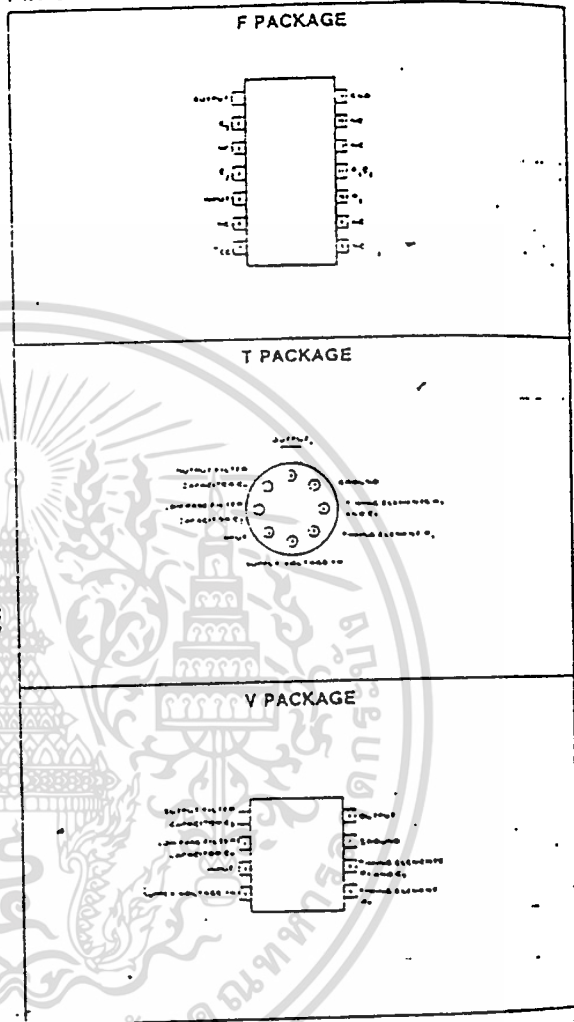
## ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Operating Temperature	0°C to 70°C NE567 -55°C to 125°C SE567
Operating Voltage	10V
Positive Voltage at Input	0.5V above Supply Voltage (Pin 4)
Negative Voltage at Input	-10 VDC
Output Voltage (collector of output transistor)	15 VDC
Storage Temperature	-65°C to 150°C
Power Dissipation	300mW

## BLOCK DIAGRAM



## PIN CONFIGURATION



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**OPERATING INSTRUCTIONS**

Figure 1 shows a typical connection diagram for the 567. For most applications, the following three-step procedure will be sufficient for choosing the external components  $R_1$ ,  $C_1$ ,  $C_2$  and  $C_3$ .

1. Select  $R_1$  and  $C_1$  for the desired center frequency. For best temperature stability,  $R_1$  should be between 2K and 20K ohm, and the  $R_1C_1$  product should have sufficient stability, over the projected temperature range to meet the necessary requirements.
2. Select the low pass capacitor,  $C_2$ , by referring to the Bandwidth versus Input Signal Amplitude graph. If the input amplitude variation is known, the appropriate value of  $f_0C_2$  necessary to give the desired bandwidth may be found. Conversely, an area of operation may be selected on this graph and the input level and  $C_2$  may be adjusted accordingly. For example, constant bandwidth operation requires that input amplitude be above 200m Vrms. The bandwidth, as noted on the graph, is then controlled solely by the  $f_0C_2$  product:  $f_0$  (Hz),  $C_2$  ( $\mu$ d).
3. The value of  $C_3$  is generally non-critical.  $C_3$  sets the band edge of a low pass filter which attenuates frequencies outside the detection band to eliminate spurious outputs. If  $C_3$  is too small, frequencies just outside the detection band will switch the output stage on and off at the beat frequency, or the output may pulse on and off during the turn-on transient. If  $C_3$  is too large, turn-on and turn-off of the output stage will be delayed until the voltage on  $C_3$  passes the threshold voltage. (Such delay may be desirable to avoid spurious outputs due to transient frequencies.) A typical minimum value for  $C_3$  is  $2C_2$ .

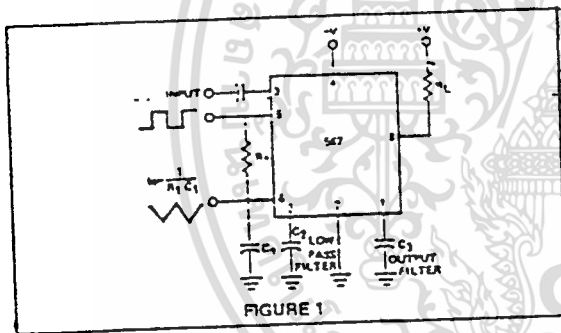


FIGURE 1

**AVAILABLE OUTPUTS (Figure 2)**

The primary output is the uncommitted output transistor collector, pin 8. When an in-band input signal is present, this transistor saturates; its collector voltage being less than 1.0 volt (typically 0.6V) at full output current (100mA). The voltage at pin 2 is the phase detector output, a linear function of frequency, over the range of 0.95 to 1.05  $f_0$ , with a slope of about 20mV/% frequency deviation. The average voltage at pin 1 is, during lock, a function of the in-band input amplitude in accordance with the transfer characteristic given. Pin 5 is the controlled oscillator square wave output of magnitude  $(V+ - 2Vbe) - (V+ - 1.4V)$  having a dc average of  $V+/2$ . A 1K $\Omega$  load may be driven from pin 5. Pin 6 is an exponential triangle of 1 volt peak-to-peak with an average dc level of  $V-/2$ . Only high impedance loads may be connected to pin 6 without affecting the CCO duty cycle or temperature stability.

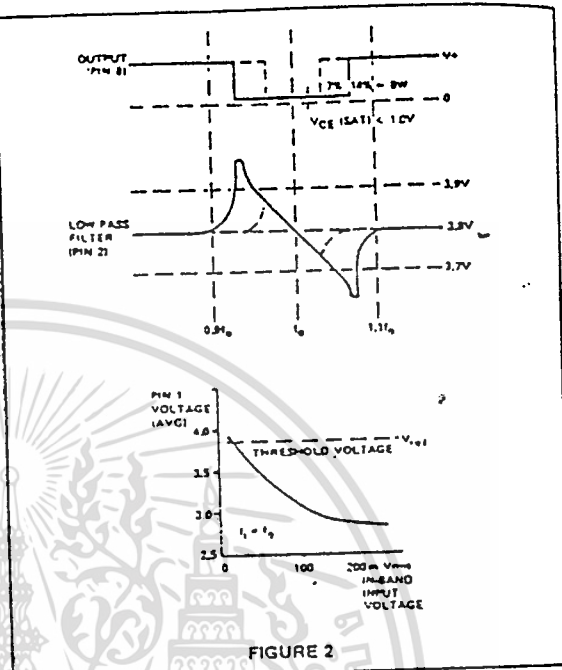


FIGURE 2

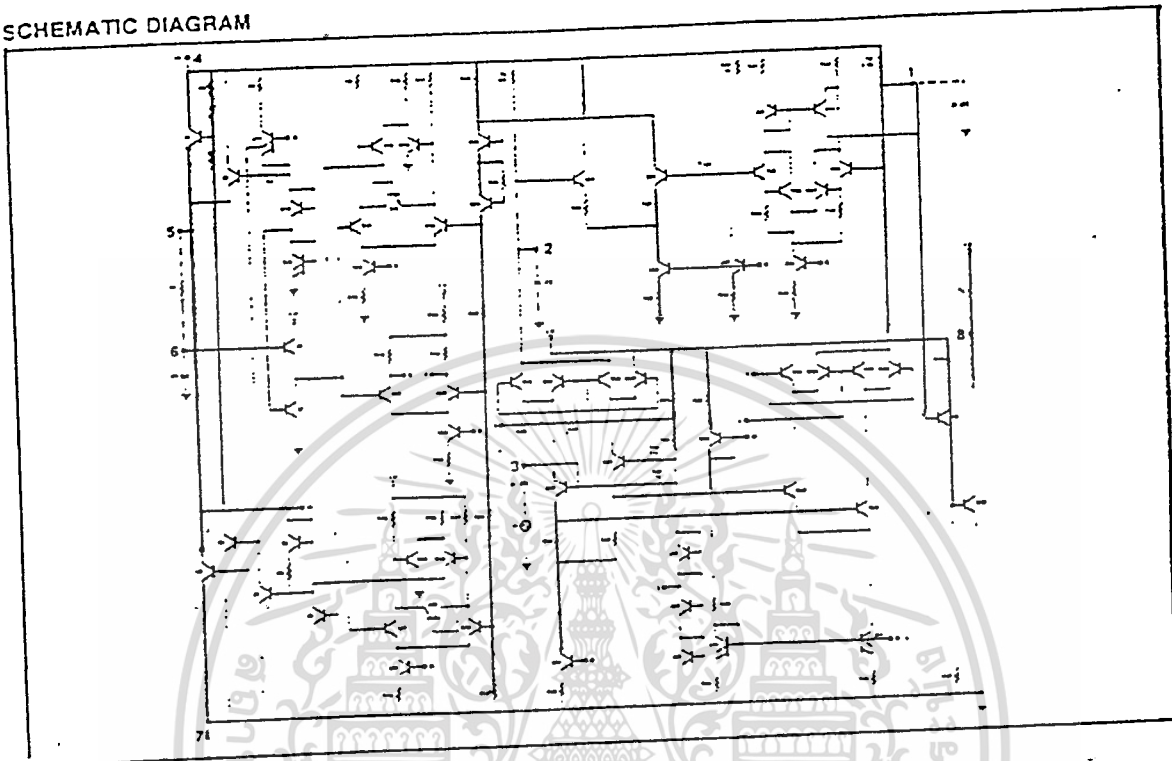
**OPERATING PRECAUTIONS**

A brief review of the following precautions will help the user attain the high level of performance of which the 567 is capable.

1. Operation in the high input level mode (above 200mV) will free the user from bandwidth variations due to changes in the in-band signal amplitude. The input stage is now limiting, however, so that out-band signals or high noise levels can cause an apparent bandwidth reduction as the in-band signal is suppressed. Also, the limiting action will create in-band components from sub-harmonic signals, so the 567 becomes sensitive to signals at  $f_0/3$ ,  $f_0/5$ , etc.
2. The 567 will lock onto signals near  $(2n+1)f_0$ , and will give an output for signals near  $(4n-1)f_0$  where  $n=0, 1, 2$ , etc. Thus, signals at  $5f_0$  and  $9f_0$  can cause an unwanted output. If such signals are anticipated, they should be attenuated before reaching the 567 input.
3. Maximum immunity from noise and out-band signals is afforded in the low input level (Below 200mVrms) and reduced bandwidth operating mode. However, decreased loop damping causes the worst-case lock-up time to increase, as shown by the Greatest Number of Cycles Before Output vs. Bandwidth graph.
4. Due to the high switching speeds (20ns) associated with 567 operation, care should be taken in lead routing. Lead lengths should be kept to a minimum. The power supply should be adequately bypassed close to the 567 with an 0.01 $\mu$ F or greater capacitor; grounding paths should be carefully chosen to avoid ground loops and unwanted voltage variations. Another factor which must be considered is the effect of load energization on the power supply. For example, an incandescent lamp typically draws 10 times rated current at turn-on. This can cause supply voltage fluctuations which could, for example, shift the detection band of narrow-band systems sufficiently to cause momentary loss of lock. The result is a low-frequency oscillation into and out of lock. Such effects can be prevented by supplying heavy load currents from a separate supply, or increasing the supply filter capacitor.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SCHEMATIC DIAGRAM



DESIGN FORMULAS

$$b = \frac{1.1}{R_1 C_1}$$

$$BW = 1070 \sqrt{\frac{V_1}{I_0 C_2}} \text{ in \% of } I_0, V_{IN} < 200\text{mV (RMS)}$$

Where

$V_1$  = Input Voltage (Volts RMS)

$C_2$  = Low-Pass Filter Capacitor ( $\mu\text{F}$ )

PHASE LOCKED LOOP TERMINOLOGY

CENTER FREQUENCY ( $I_0$ )

The free-running frequency of the current controlled oscillator (CCO) in the absence of an input signal.

DETECTION BANDWIDTH (BW)

The frequency range, centered about  $I_0$ , within which an input signal above the threshold voltage (typically 20mV rms) will cause a logical zero state on the output. The detection bandwidth corresponds to the loop capture range.

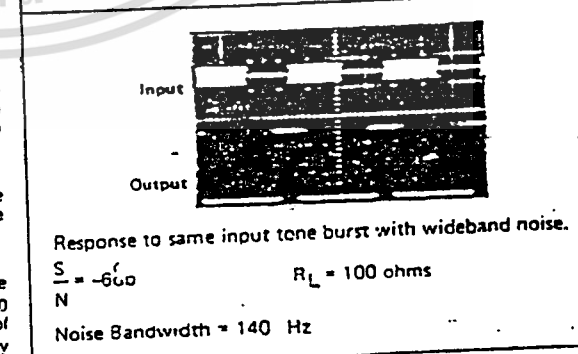
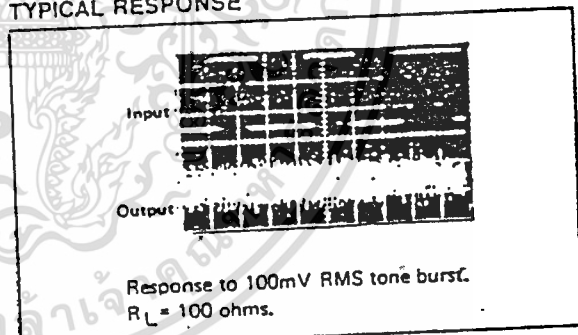
LARGEST DETECTION BANDWIDTH

The largest frequency range within which an input signal above the threshold voltage will cause a logical zero state on the output. The maximum detection bandwidth corresponds to the loop lock range.

DETECTION BAND SKEW

A measure of how well the largest detection band is centered about the center frequency,  $I_0$ . The skew is defined as  $(f_{max} - f_{min}) / I_0$  where  $f_{max}$  and  $f_{min}$  are the frequencies corresponding to the edges of the detection band. The skew can be reduced to zero if necessary by means of an optional centering adjustment.

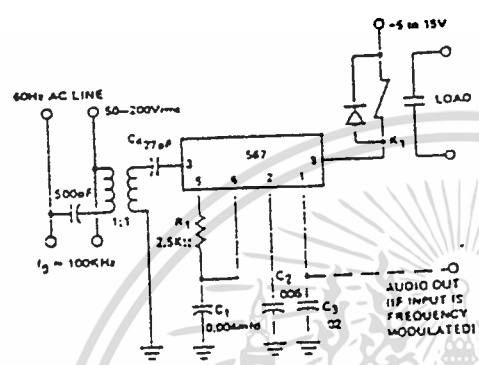
TYPICAL RESPONSE



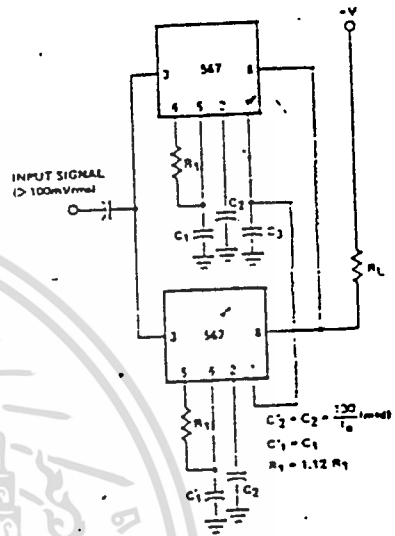
# TONE DECODER/PHASE LOCKED LOOP

## TYPICAL APPLICATIONS (Cont'd)

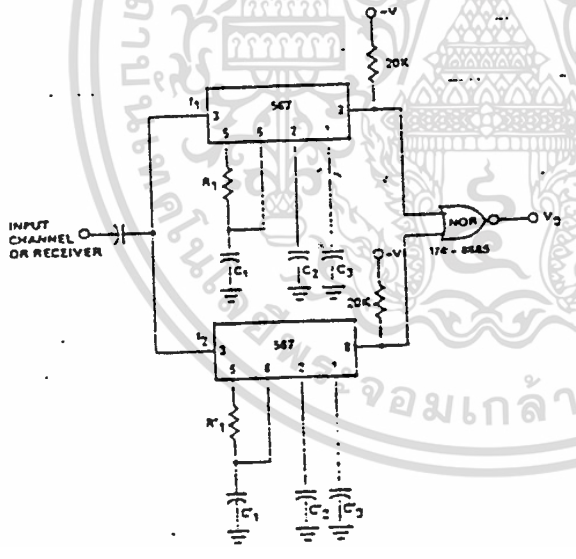
**CARRIER-CURRENT REMOTE CONTROL OR INTERCOM**



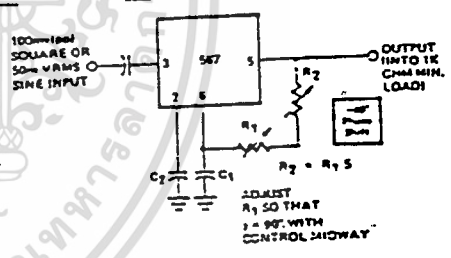
**24% BANDWIDTH TONE DECODER**



**DUAL-TONE DECODER**



**0° TO 180° PHASE SHIFTER**



1. Resistor and capacitor values chosen for desired frequencies and bandwidth.  
 2. If  $C_3$  is made large so as to delay turn-on of the top 567, decoding of sequential ( $f_1, f_2$ ) tones is possible.

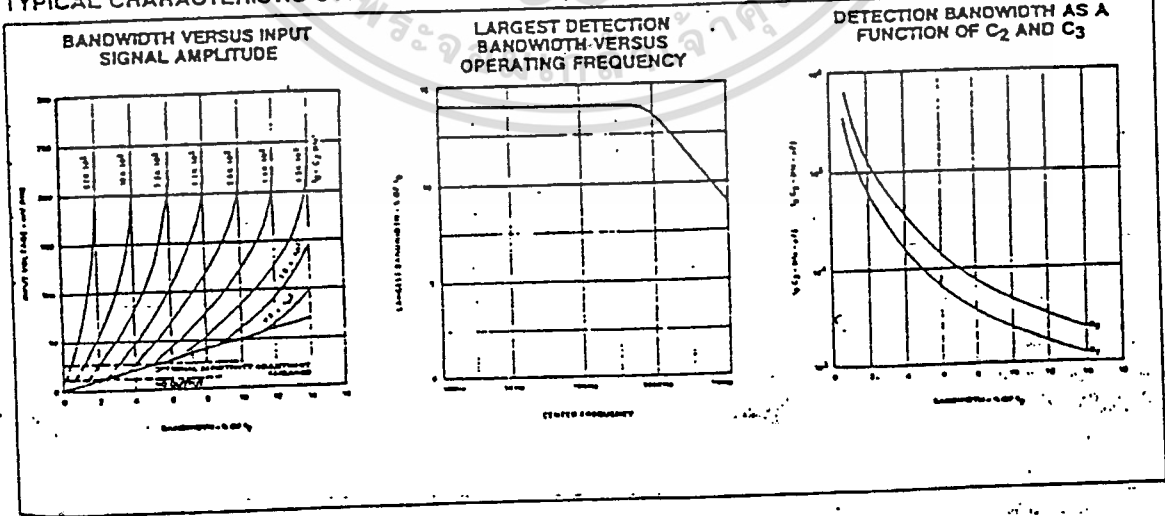
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (V<sub>+</sub> = 5.0 Vols, T<sub>A</sub> = 25°C unless noted)

PARAMETER	TEST CONDITIONS	SE567			NE567			UNITS
		MIN	TYP	MAX	MIN	TYP	MAX	
CENTER FREQUENCY (NOTE 1) Highest Center Frequency (f <sub>0</sub> ) Center Frequency Stability (Note 2) Center Frequency Shift with Supply Voltage	-55 to 125°C 0 to 70°C f <sub>0</sub> = 100KHz	100	500 35±140 35±60 0.5	1	100	500 35±140 35±60 0.7	2	kHz ppm/°C ppm/°C %/V
DETECTION BANDWIDTH Largest Detection Bandwidth Largest Detection Bandwidth Skew Largest Detection Bandwidth— Variation with Temperature Largest Detection Bandwidth— Variation with Supply Voltage	f <sub>0</sub> = 100KHz V <sub>i</sub> = 300mVrms V <sub>i</sub> = 300mVrms	12	14 1 =0.1 =2	16 2	10	14 2 =0.1 =2	18 3	% of f <sub>0</sub> % of f <sub>0</sub> %/V
INPUT Input Resistance Smallest Detectable Input Voltage (V <sub>i</sub> ) Largest No-Output Input Voltage Greatest Simultaneous Outband Signal to Inband Signal Ratio Minimum Input Signal to Wideband Noise Ratio	I <sub>L</sub> = 100mA, f <sub>i</sub> = f <sub>0</sub> I <sub>L</sub> = 100mA, f <sub>i</sub> = f <sub>0</sub> B <sub>n</sub> = 140KHz	10	20 20 15 -6 -6	25	10	20 20 15 -6 -6	25	KΩ mV rms mV rms dB dB
OUTPUT Fastest On-Off Cycling Rate "1" Output Leakage Current "0" Output Voltage Output Fall Time (Note 3) Output Rise Time (Note 3)	I <sub>L</sub> = 30mA I <sub>L</sub> = 100mA R <sub>L</sub> = 50Ω R <sub>L</sub> = 50Ω		f <sub>0</sub> /20 0.01 0.2 0.6 30 150	25 0.4 1.0		f <sub>0</sub> /20 0.01 0.2 0.6 30 150		μA V ns ns
GENERAL Operating Voltage Range Supply Current—Quiescent Supply Current—Activated Quiescent Power Dissipation	R <sub>L</sub> = 20KΩ	4.75	6 11 30	9.0 8 13	4.75	7 12 35		V mA mA mW

- NOTES:  
 1. Frequency determining resistor R<sub>1</sub> should be between 1 and 20KΩ  
 2. Applicable over 4.75 to 5.75 volts. See graphs for more detailed information.  
 3. Pin 8 to Pin 1 feedback R<sub>L</sub> network selected to minimize output during turn-on and turn-off.

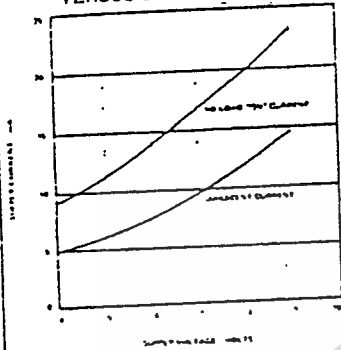
TYPICAL CHARACTERISTIC CURVES



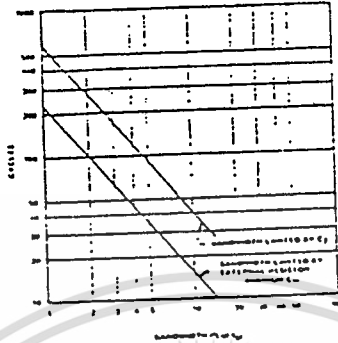
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TYPICAL CHARACTERISTIC CURVES (CONT'D)

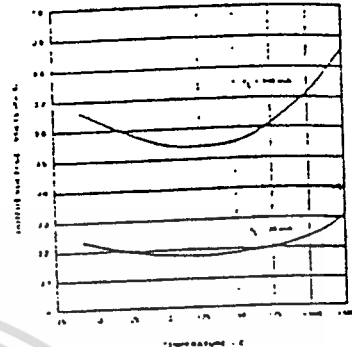
TYPICAL SUPPLY CURRENT VERSUS SUPPLY VOLTAGE



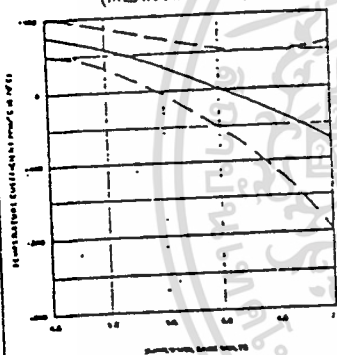
GREATEST NUMBER OF CYCLES BEFORE OUTPUT



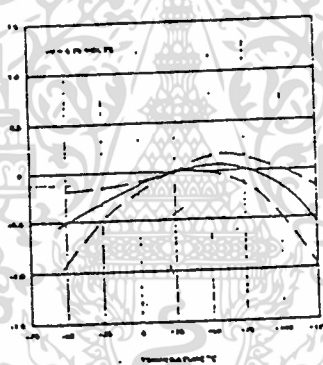
TYPICAL OUTPUT VOLTAGE VERSUS TEMPERATURE



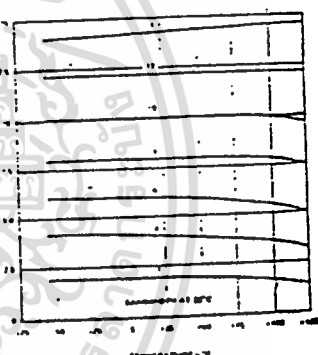
CENTER FREQUENCY COEFFICIENT TEMPERATURE (MEAN AND S.D.)



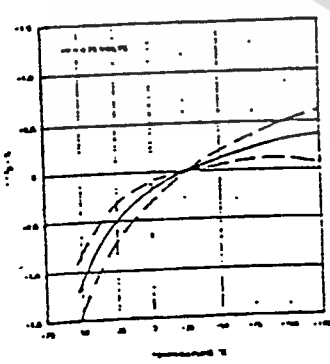
TYPICAL FREQUENCY DRIFT WITH TEMPERATURE (MEAN AND S.D.)



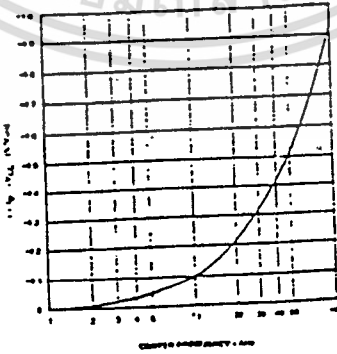
TYPICAL BANDWIDTH VARIATION WITH TEMPERATURE



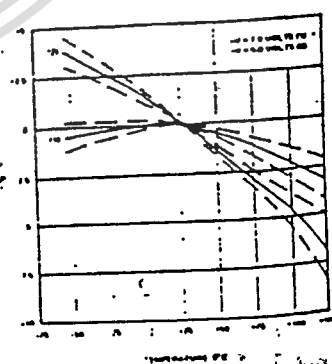
TYPICAL FREQUENCY DRIFT WITH (MEAN AND S.D.) TEMPERATURE



CENTER FREQUENCY SHIFT WITH SUPPLY VOLTAGE CHANGE VERSUS OPERATING FREQUENCY



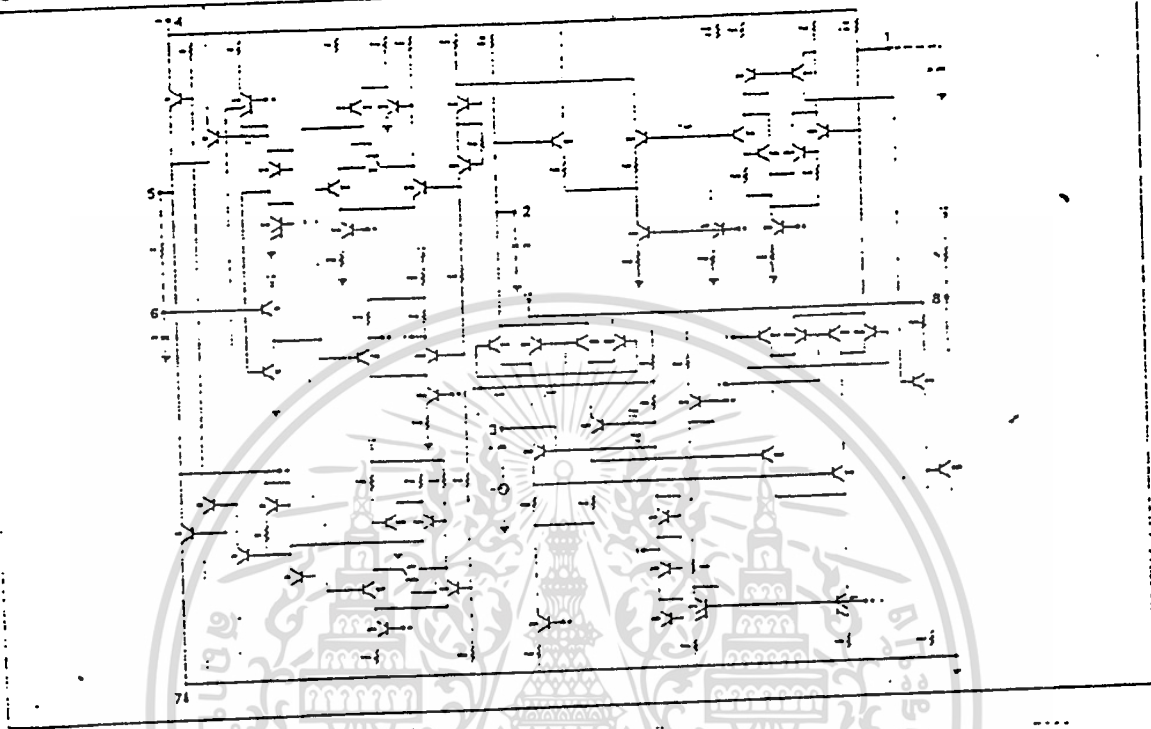
TYPICAL FREQUENCY DRIFT WITH TEMPERATURE (MEAN AND S.D.)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# ONE DECODER/PHASE LOCKED LOOP

## SCHEMATIC DIAGRAM



### DESIGN FORMULAS

$$f_0 = \frac{1.1}{R_1 C_1}$$

$$BW = 1070 \sqrt{\frac{V_1}{I_0 C_2}} \text{ in \% of } f_0, V_{IN} < 200\text{mV (RMS)}$$

Where  
 $V_1$  = Input Voltage (Volts RMS)  
 $C_2$  = Low-Pass Filter Capacitor ( $\mu\text{F}$ )

### PHASE LOCKED LOOP TERMINOLOGY

**CENTER FREQUENCY ( $f_0$ )**  
 The free-running frequency of the current controlled oscillator (CCO) in the absence of an input signal.

**DETECTION BANDWIDTH (BW)**  
 The frequency range, centered about  $f_0$ , within which an input signal above the threshold voltage (typically 20mV rms) will cause a logical zero state on the output. The detection bandwidth corresponds to the loop capture range.

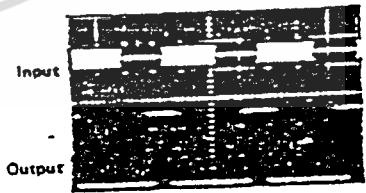
**LARGEST DETECTION BANDWIDTH**  
 The largest frequency range within which an input signal above the threshold voltage will cause a logical zero state on the output. The maximum detection bandwidth corresponds to the loop lock range.

**DETECTION BAND SKEW**  
 A measure of how well the largest detection band is centered about the center frequency,  $f_0$ . The skew is defined as  $(f_{max} - f_{min}) / f_0$  where  $f_{max}$  and  $f_{min}$  are the frequencies corresponding to the edges of the detection band. The skew can be reduced to zero if necessary by means of an optional centering adjustment.

### TYPICAL RESPONSE



Response to 100mV RMS tone burst.  
 $R_L = 100 \text{ ohms.}$



Response to same input tone burst with wideband noise.  
 $\frac{S}{N} = -60\text{dB}$        $R_L = 100 \text{ ohms}$   
 Noise Bandwidth = 140 Hz

**SPEED OF OPERATION**

Minimum lock-up time is related to the natural frequency of the loop. The lower it is, the longer becomes the turn-on transient. Thus, maximum operating speed is obtained when C<sub>2</sub> is at a minimum. When the signal is first applied, the phase may be such as to initially drive the controlled oscillator away from the incoming frequency rather than toward it. Under this condition, which is of course unpredictable, the lock-up is transient is at its worst and the theoretical minimum lock-up time is not achievable. We must simply wait for the transient to die out.

The following expressions give the values of C<sub>2</sub> and C<sub>3</sub> which allow highest operating speeds for various band center frequencies. The minimum rate at which digital information may be detected without information loss due to the turn-on transient or output chatter is about 10 cycles per bit, corresponding to an information transfer rate of 1/10 baud.

$$C_2 = \frac{130}{f_0} \mu F$$

$$C_3 = \frac{260}{f_0} \mu F$$

In cases where turn-off time can be sacrificed to achieve fast turn-on, the optional sensitivity adjustment circuit can be used to move the quiescent C<sub>3</sub> voltage lower (closer to the threshold voltage). However, sensitivity to beat frequencies, noise and extraneous signals will be increased.

**OPTIONAL CONTROLS**

The 567 has been designed so that, for most applications, no external adjustments are required. Certain applications, however, will be greatly facilitated if full advantage is taken of the added control possibilities available through the use of additional external components. In the diagrams given, typical values are suggested where applicable. For best results resistors used, except where noted, should have the same temperature coefficient. Ideally, silicon diodes would be low-resistivity types, such as forward-biased transistor base-emitter junctions. However, ordinary low-voltage diodes should be adequate for most applications.

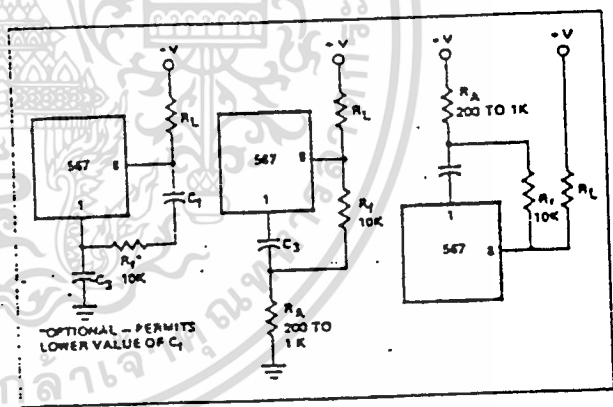
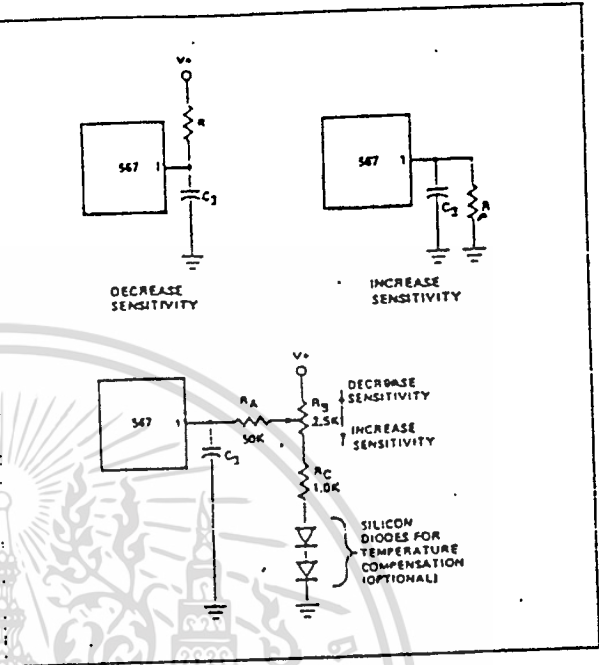
**SENSITIVITY ADJUSTMENT**

When operated as a very narrow band detector (less than 8 percent), both C<sub>2</sub> and C<sub>3</sub> are made quite large in order to improve noise and outband signal rejection. This will inevitably slow the response time. If, however, the output stage is biased closer to the threshold level, the turn-on time can be improved. This is accomplished by drawing additional current to terminal 1. Under this condition, the 567 will also give an output for lower-level signals (10m or lower).

By adding current to terminal 1, the output stage is biased further away from the threshold voltage. This is most useful when, to obtain maximum operating speed, C<sub>2</sub> and C<sub>3</sub> are made very small. Normally, frequencies just outside the detection band could cause false outputs under this condition. By desensitizing the output stage, the outband beat notes do not feed through to the output stage. Since the input level must be somewhat greater when the output stage is made less sensitive, rejection of third harmonics or in-band harmonics (of lower frequency signals) is also improved.

**CHATTER PREVENTION**

Chatter occurs in the output stage when C<sub>3</sub> is relatively small, so that the lock transient and the AC components at the quadrature phase detector (lock detector) output cause the output stage to move through its threshold more than once. Many loads, for example lamps and relays, will not respond to the chatter. However, logic may recognize the chatter as a series of outputs. By feeding the output stage output back to its input, (pin



1) the chatter can be eliminated. Three schemes for doing this are given above. All operate by feeding the first output step (either on or off) back to the input, pushing the input past the threshold until the transient conditions are over. It is only necessary to assure that the feedback time constant is not so large as to prevent operation at the highest anticipated speed. Although chatter can always be eliminated by making C<sub>3</sub> large, the feedback circuit will enable faster operation of the 567 by allowing C<sub>3</sub> to be kept small. Note that if the feedback time constant is made quite large, a short burst at the input frequency can be stretched into a long output pulse. This may be useful to drive, for example, stepping relays.

**OPERATING INSTRUCTIONS**

Figure 1 shows a typical connection diagram for the 567. For most applications, the following three-step procedure will be sufficient for choosing the external components  $R_1$ ,  $C_1$ ,  $C_2$  and  $C_3$ .

1. Select  $R_1$  and  $C_1$  for the desired center frequency. For best temperature stability,  $R_1$  should be between 2K and 20K ohm, and the  $R_1C_1$  product should have sufficient stability over the projected temperature range to meet the necessary requirements.
2. Select the low pass capacitor,  $C_2$ , by referring to the Bandwidth versus Input Signal Amplitude graph. If the input amplitude variation is known, the appropriate value of  $f_0C_2$  necessary to give the desired bandwidth may be found. Conversely, an area of operation may be selected on this graph and the input level and  $C_2$  may be adjusted accordingly. For example, constant bandwidth operation requires that input amplitude be above 200mVrms. The bandwidth, as noted on the graph, is then controlled solely by the  $f_0C_2$  product:  $f_0$  (Hz),  $C_2$  ( $\mu$ d).
3. The value of  $C_3$  is generally non-critical.  $C_3$  sets the band edge of a low pass filter which attenuates frequencies outside the detection band to eliminate spurious outputs. If  $C_3$  is too small, frequencies just outside the detection band will switch the output stage on and off at the beat frequency, or the output may pulse on and off during the turn-on transient. If  $C_3$  is too large, turn-on and turn-off of the output stage will be delayed until the voltage on  $C_3$  passes the threshold voltage. (Such delay may be desirable to avoid spurious outputs due to transient frequencies.) A typical minimum value for  $C_3$  is  $2C_2$ .

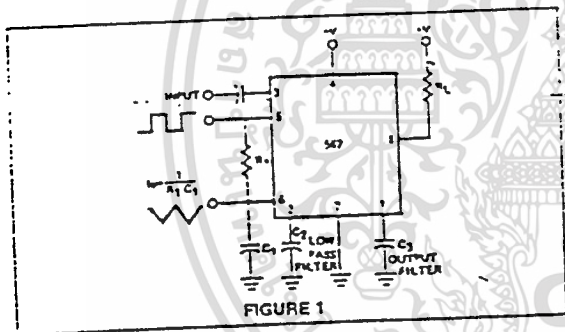


FIGURE 1

**AVAILABLE OUTPUTS (Figure 2)**

The primary output is the uncommitted output transistor collector, pin 8. When an in-band input signal is present, this transistor saturates; its collector voltage being less than 1.0 volt (typically 0.6V) at full output current (100mA). The voltage at pin 2 is the phase detector output, a linear function of frequency, over the range of 0.95 to 1.05  $f_0$ , with a slope of about 20mV/% frequency deviation. The average voltage at pin 1 is, during lock, a function of the in-band input amplitude in accordance with the transfer characteristic given. Pin 5 is the controlled oscillator square wave output of magnitude  $(V+ - 2Vbe) - (V+ - 1.4V)$  having a dc average of  $V+ / 2$ . A 1K $\Omega$  load may be driven from pin 5. Pin 6 is an exponential triangle of 1 volt peak-to-peak with an average dc level of  $V- / 2$ . Only high impedance loads may be connected to pin 6 without affecting the CCO duty cycle or temperature stability.

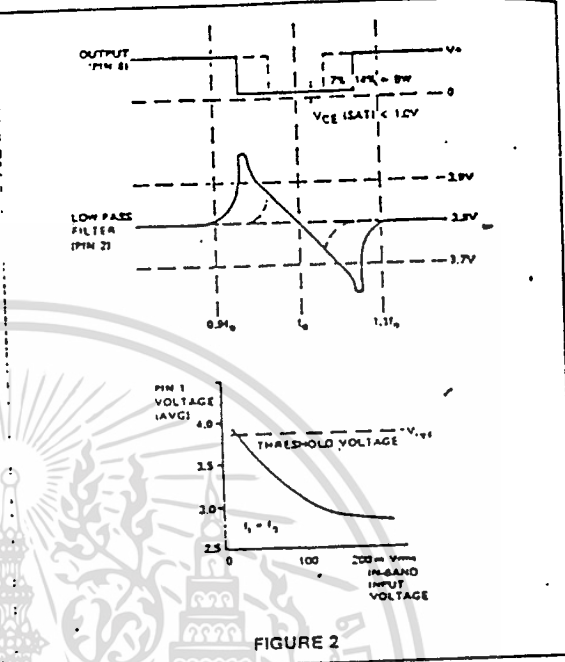


FIGURE 2

**OPERATING PRECAUTIONS**

- A brief review of the following precautions will help the user attain the high level of performance of which the 567 is capable.
1. Operation in the high input level mode (above 200mV) will free the user from bandwidth variations due to changes in the in-band signal amplitude. The input stage is now limiting, however, so that out-band signals or high noise levels can cause an apparent bandwidth reduction as the in-band signal is suppressed. Also, the limiting action will create in-band components from sub-harmonic signals, so the 567 becomes sensitive to signals at  $f_0/3$ ,  $f_0/5$ , etc.
  2. The 567 will lock onto signals near  $(2n+1)f_0$ , and will give an output for signals near  $(4n-1)f_0$  where  $n=0, 1, 2$ , etc. Thus, signals at  $5f_0$  and  $9f_0$  can cause an unwanted output. If such signals are anticipated, they should be attenuated before reaching the 567 input.
  3. Maximum immunity from noise and out-band signals is afforded in the low input level (Below 200mVrms) and reduced bandwidth operating mode. However, decreased loop damping causes the worst-case lock-up time to increase, as shown by the Greatest Number of Cycles Before Output vs. Bandwidth graph.
  4. Due to the high switching speeds (20ns) associated with 567 operation, care should be taken in lead routing. Lead lengths should be kept to a minimum. The power supply should be adequately bypassed close to the minimum. The power supply should be carefully grounded paths should be carefully chosen to avoid ground loops and unwanted voltage variations. Another factor which must be considered is the effect of load energization on the power supply. For example, an incandescent lamp typically draws 10 times rated current at turn-on. This can cause supply voltage fluctuations which could, for example, shift the detection band of narrow-band systems sufficiently to cause momentary loss of lock. The result is a low-frequency oscillation into and out of lock. Such effects can be prevented by supplying heavy load currents from a separate supply, or increasing the supply filter capacitor.



- [1] พิพัฒน์ เลาสงคราม ภาษาแอสเซมบลีสำหรับไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51, ทบทวนสถาปัตยกรรม MCS-51 หน้าที่ 45-51, พิมพ์ครั้งที่ 1, 2536, 312 หน้า
- [2] สมยศ อุดณะปิยะ การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51, พิมพ์ครั้งที่ 1, 2537
- [3] สุเจตน์ จันทรัมย์ ไมโครคอนโทรลเลอร์ชิพเดี่ยว 8051, พิมพ์ครั้งที่ 1, 2535, 178 หน้า



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีก้นำไปใช้