ปีการศึกษา 2532

ระบบแจ้งภัยอัตโนมัติ

โดย

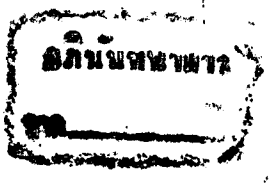
นาย ทวีชัย งามเลิศคิริชัย

นาย ธวัชชัย ธนะสมานโชค

นาย ธรรมา รัตนะพิสิฐ

อาจารย์ที่ปรึกษา

อาจารย์ ขนิษฐา แซ่ตั้ง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

023216 10 ส.ค. 2532

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2532

ภาควิชา อิเลคทรอนิคส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง ระบบแจ้งภัยอัตโนมัติ

ผู้จัดทำ

1. นาย ทวีชัย งามเลิศศิริชัย 281085
2. นาย ธวัชชัย ธนะสมานโชค 281094
3. นาย ธรรมา รัตนะพิสิฐ 281102

_____ อาจารย์ที่ปรึกษา

(อาจารย์ ขนิษฐา แซ่ตั้ง)

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

023216

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบแจ้งภัยอัตโนมัติ

นายทวีชัย งามเลิศศิริชัย
นายธวัชชัย ธนะสมานโชค
นายธรรมา รัตนะพิสิฐ
อาจารย์ขนิษฐา แซ่ตั้ง อาจารย์ที่ปรึกษา
ปีการศึกษา 2531

บทคัดย่อ

โครงงานนี้เป็นโครงงานระบบแจ้งภัยอัตโนมัติ ซึ่งควบคุมการทำงานด้วย ไมโครโปรเซสเซอร์ Z-80 โดยมีหลักการทำงานดังนี้ เมื่อเซนเซอร์ตามจุดต่าง ๆ ที่เราทำการติดตั้งไว้เกิดภัยขึ้น ระบบจะรับรู้ภัยที่เกิดขึ้นและแสดงตำแหน่งที่เกิดภัย จากนั้นจะทำการหมุนโทรศัพท์ไปตามเลขหมายที่เราได้ตั้งไว้เพื่อขอความช่วยเหลือ เมื่อโทรติดและมีผู้รับยกหูโทรศัพท์ขึ้นฟัง ระบบจะทำการเล่นข้อความคำพูดที่เราได้อัดเทปเอาไว้ล่วงหน้า ให้ผู้รับฟัง เมื่อจบข้อความที่เราต้องการจะส่ง ระบบจะหยุดเทปและทำการปิดระบบ ระบบแจ้งภัยอัตโนมัตินี้ ไม่จำเป็นต้องมีผู้ควบคุมระบบ เพราะระบบสามารถทำงานได้เองทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ABSTRACT

This project is Alarm system. The system is controled by Microprocessor Z-80. When there is anything unusual at anywhere that detected by sensor, the system will display the location of the alarmed sensor and then choose the telephone number that we have seted it for dialling and send information by playback the cassette tape that have recorded. The system will work and stop it automatic.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

		หน้า
บทคัดย่อ		1
บทที่ 1	บทนำ	2
บทที่ 2	ทฤษฎี และหลักการทำงาน	3
	2.1 ตัวตรวจจับ	8
	2.2 ส่วนแจ้งภัย และส่วนเสียงเตือน	11
บทที่ 3	การออกแบบและการสร้าง	12
	3.1 ส่วนส่งสัญญาณ	12
	3.2 ส่วนตัวตรวจจับ	14
	3.3 ส่วนรับสัญญาณ	17
	3.4 ส่วนเปรียบเทียบสัญญาณ	19
	3.5 ส่วนแสดงผล	20
	3.6 ส่วนไมโครโปรเซสเซอร์	20
	3.7 ส่วนเตือนภัย และส่วนแจ้งภัย	30
บทที่ 4	การทดลองและผลการทดลอง	33
บทที่ 5	สรุปและวิจารณ์	34
กิตติกรรมประกาศ		35
หนังสืออ้างอิง		36
ภาคผนวก		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

เนื่องจากสภาพสังคมในปัจจุบันนี้ไม่ค่อยจะปลอดภัย มักมีข่าวการปล้นหรือ โจรกรรมทรัพย์สินอยู่เสมอ ๆ ถ้าเป็นการโจนกรรมขณะที่เจ้าทรัพย์รู้ตัว เจ้าทรัพย์ก็อาจจะป้องกันได้ แต่ถ้าเป็นการโจรกรรมทรัพย์สินในขณะที่เจ้าทรัพย์ไม่รู้ตัว ก็จะไม่สามารถปกป้องทรัพย์สินของตัวเองได้ จะหวังอาศัยเพื่อนบ้านก็คงไม่ได้แน่ ดังนั้นจึงควรป้องกันทรัพย์สินของตัวเองด้วยการติดระบบสัญญาณเตือนภัย

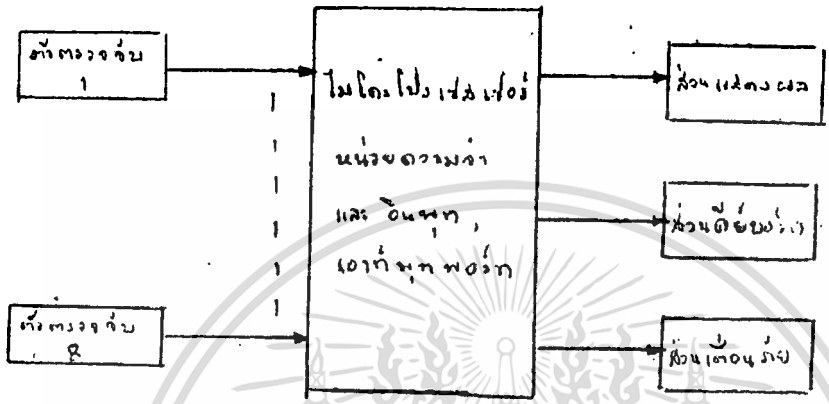
แต่ระบบสัญญาณเตือนภัยที่ดีนั้น มิควรเพียงแต่ส่งสัญญาณเตือนเมื่อเกิดการบุกรุกเข้ามาในตัวอาคาร แต่ควรจะสามารถขอความช่วยเหลือจากผู้อื่นได้ด้วย ดังนั้นโครงงานชิ้นนี้จึงสามารถตอบสนองความต้องการนี้ได้ โดยโครงงานนี้จะประกอบด้วยส่วนตัวตรวจจับความผิดปกติ (SENSOR) ซึ่งสามารถใช้ได้ทั้งสวิทช์แบบสภาวะปกติปิด(normally close) และแบบสภาวะปกติเปิด(normally open) และส่วนแสดงตำแหน่งตัวตรวจจับที่ถูกบุกรุก ซึ่งจะใช้ LED 7 SEGMENTS เป็นตัวแสดงผล และส่วนแจ้งภัย ซึ่งในโครงงานนี้เราจะแจ้งภัยผ่านทางโทรศัพท์ โดยสามารถใช้ได้ทั้งระบบ PULSE และระบบ DTMF แล้วแต่การกำหนดผู้ใช้ และส่วนเสียงขอความช่วยเหลือ ซึ่งเราจะใช้เทปบันทึกเสียงเอาไว้ล่วงหน้า แล้วเล่นกลับลงไปในคู่สายโทรศัพท์ให้ผู้รับสายฟัง ซึ่งระบบทั้งหมดนี้ควบคุมการทำงานด้วยไมโครโปรเซสเซอร์ z-80 (MICROPROCESSOR z-80) โดยไม่ต้องมีผู้ควบคุมระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและหลักการทำงานของระบบ

2.1 หลักการทำงานของระบบแจ้งภัยอัตโนมัติ



รูปที่ 2.1 แสดงโครงสร้างของระบบแจ้งภัยอัตโนมัติ

จากรูปที่ 2.1 จะเห็นว่าระบบนี้แบ่งออกเป็น 5 ส่วนใหญ่ ๆ คือ

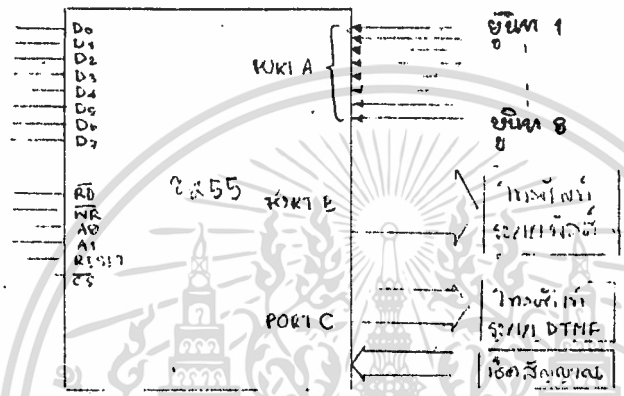
1. ส่วนตัวตรวจจับ (SENSORS)
2. ส่วนไมโครโปรเซสเซอร์ รวมหน่วยความจำ และอินพุท เอาท์พุท พอร์ท (MICROPROCESSOR, MEMORY AND INPUT/OUTPUT PORT)
3. ส่วนแสดงผล (DISPLAY UNIT)
4. ส่วนคีย์บอร์ด (KEYBOARD UNIT)
5. ส่วนเตือนภัย และส่วนแจ้งภัย (ALARM UNIT)

จากรูปที่ 2.1 จะแสดงถึง 1 หน่วยของระบบแจ้งภัยอัตโนมัติ ซึ่งประกอบด้วยตัวตรวจ 8 ตัวต่อ 1 หน่วย เชื่อมต่อกับส่วนโมรโครโปรเซสเซอร์ ซึ่งจะทำหน้าที่ตรวจสอบสภาพความปกติ หรือผิดปกติของตัวตรวจจับ ซึ่งถ้าตรวจพบว่าสภาพของตัวตรวจจับ อยู่ในสภาพปกติ ระบบนี้ก็ยังไม่ทำงาน และทำการตรวจสอบตัวตรวจจับไปเรื่อย ๆ จนเมื่อ ตรวจพบว่าสภาพของตัวตรวจจับเปลี่ยนไปจากสภาวะปกติ ไมโครโปรเซสเซอร์จะสั่งให้ส่วนเตือนภัยและขอความช่วยเหลือทำงาน พร้อมกับระบบจะแสดงตำแหน่งของตัวตรวจจับที่เกิดสภาวะผิดปกติขึ้น และเมื่อส่วนเตือนภัยและขอความช่วยเหลือทำงานเสร็จสิ้น แล้วก็เป็นอันว่าจบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทำงานของระบบแจ้งภัยอัตโนมัตินี้ ส่วนคีย์บอร์ดยูนิทของระบบนี้มีไว้เพื่อสั่งการทำงานและป้อนข้อมูลที่ต้องการของระบบให้แก่ระบบ

ระบบแจ้งภัยอัตโนมัติดังที่ได้อธิบายมาแล้วนี้ ยังสามารถขยายระบบให้มีจำนวนตัวตรวจจับมากกว่านี้ได้อีก ขึ้นอยู่กับส่วน อินพุตท์/เอาพุทท์ พอร์ท ของไมโครโปรเซสเซอร์ โดยในแต่ละ พอร์ท ของส่วน อินพุท / เอาพุท ก็สามารถเชื่อมต่อเข้ากับหน่วยของระบบแจ้งภัยอัตโนมัติได้ถึง 8 หน่วย ในแต่ละหน่วยก็มีจำนวนตัวตรวจจับได้ 8 ตัว



รูปที่ 2.2 แสดงการขยายระบบ

ต่อไปจะกล่าวถึงทฤษฎีการทำงานของบางส่วน ดังนี้

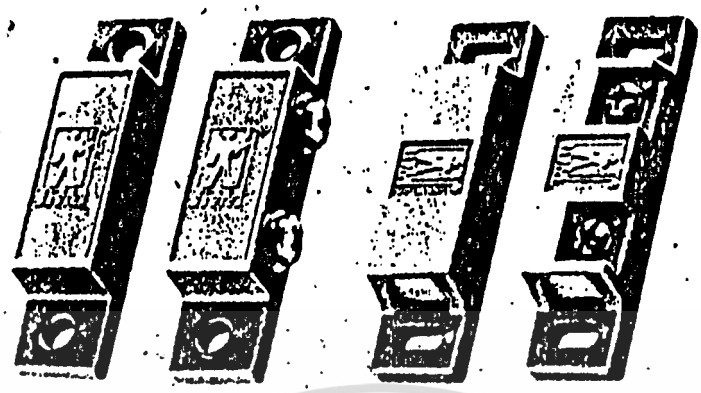
2.1 ส่วนตัวตรวจจับ (Sensor)

ในระบบการป้องกันภัยต่าง ๆ ส่วนตัวตรวจจับนับว่ามีความสำคัญมาก เนื่องจากว่าถ้าเกิดส่วนนี้ทำงานผิดพลาด เช่นเมื่อเกิดเหตุที่ระบบต้องทำการเตือนภัย แต่ตัวตรวจจับไม่รับรู้ถึงสภาวะผิดปกตินั้น ระบบป้องกันภัยก็ไม่อาจทำงานได้อย่างถูกต้อง ตัวตรวจจับนั้นมีมากมายหลายแบบ แต่ที่จะกล่าวในที่นี้เลือกเอาแบบที่ใช้งานกันเป็นส่วนมาก ราคาไม่แพงนัก และมีประสิทธิภาพดีพอสมควร เพื่อเป็นแนวทางในการเลือกใช้

2.1.1 ตัวตรวจจับแบบสวิช์แม่เหล็ก (Magnetic switch)

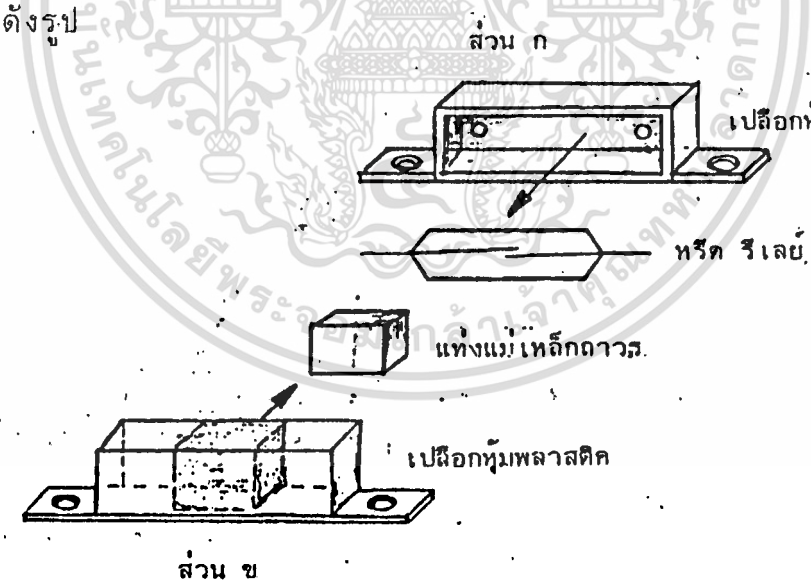
ตัวตรวจจับแบบนี้เป็นที่นิยม เนื่องจากติดตั้งง่าย ราคาถูก มีทั้งแบบที่เป็นสวิทช์ทางเดียว คือ เป็นแบบสภาวะปกติเปิด หรือสภาวะปกติปิด อย่างใดอย่างหนึ่ง หรือมีทั้ง 2 แบบ ในตัวเดียวกัน รูปร่างสวิทช์แม่เหล็ก แสดงดังรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.3 แสดงตัวตรวจจับแบบสวิทช์แม่เหล็ก

สวิทช์แม่เหล็กแบบสภาวะเดียวนี้ จะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วน ก. ทำหน้าที่เป็นแม่เหล็ก และส่วน ข. ทำหน้าที่เป็นสวิทช์ทางกล ซึ่งเชื่อมต่อกับสายสัญญาณไว้ ดังรูป



รูปที่ 2.4 แสดงโครงสร้างภายในของสวิทช์แม่เหล็กแบบสภาวะเดียว

เมื่อส่วน ก. อยู่ใกล้กับส่วน ข. (ประมาณ 1 ซม.) อำนาจแม่เหล็กจะดึงให้สวิทช์ทางส่วน ข. ติดกัน (ในสภาวะปกติสวิทช์ส่วน ข. แยกกัน ในแบบสภาวะปกติเปิด) และเมื่อส่วน ก. เคลื่อนที่ห่างจากส่วน ข. ไประยะหนึ่ง จะทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ให้สวิทช์ทางส่วน ข. แยกกัน ในสวิทช์แบบสภาวะปกติปิด ก็ใช้หลักการคล้ายคลึงกัน สวิทช์แบบนี้ทนกระแสได้เพียง 0.2 แอมป์ ที่ 50 โวลท์ ดี.ซี.

การติดตั้งสวิทช์แบบนี้กับประตูหรือหน้าต่าง ควรให้ส่วน ข.ซึ่งเป็นสวิทช์ทางกลที่ต่อเชื่อมสายสัญญาณอยู่กับที่ ให้ส่วน ก. ซึ่งเป็นแม่เหล็กถาวรติดกับประตูหรือหน้าต่างจะดีกว่า

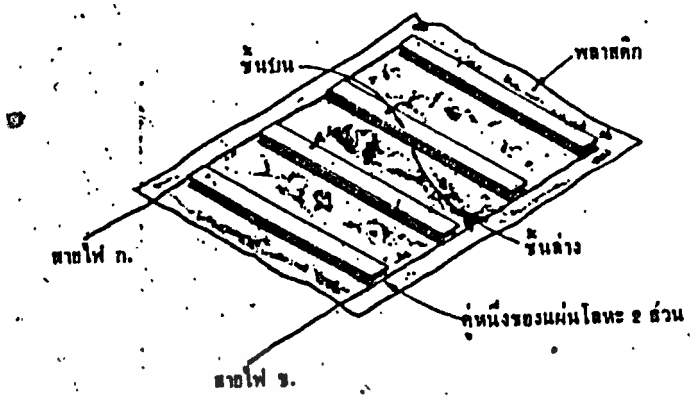
2.1.2 ตัวตรวจจับแบบอลูมิเนียมฟอยล์ (Alumimiem fail)

รูปที่ 2.5 แสดงตัวตรวจจับแบบอลูมิเนียมฟอยล์

การทำงานของตัวตรวจจับแบบนี้คือ จะติดฟอยล์ไว้กับกระจก หรือหน้าต่าง ประตู เมื่อมีการทุบกระจก หรือเปิดประตู หน้าต่าง แถบอลูมิเนียมฟอยล์จะฉีกขาดออกจากกันทำให้เหมือนกับสวิทช์ทำการเปิดวงจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

2.1.3 ตัวตรวจจับแบบซ่อนใต้พรม (Mat sensor)



รูปที่ 2.6 แสดงลักษณะของตัวตรวจจับแบบซ่อนใต้พรม

ตัวตรวจจับแบบนี้ก็เป็นที่นิยม มีลักษณะการทำงานดังนี้ คือ ที่ตัวตรวจจับ จะทำด้วยแผ่นโลหะ 2 แผ่น ประกอบกัน โดยที่แผ่นโลหะทั้ง 2 นี้ ไม่ติดกัน แผ่นโลหะคู่นี้จะถูกนำมาวางขนานกันแล้วไปอาบเคลือบพลาสติกเป็นผืน แผ่นโลหะด้านบนแต่ละแผ่นถูกต่อถึงกันด้วยลวดตัวนำ ก. ส่วนแผ่นโลหะด้านล่างจะถูกเชื่อมถึงกันด้วยลวดตัวนำ ข. เมื่อมีน้ำหนักของวัตถุอาจเป็นคน หรือสิ่งของใด ๆ ก็ตามมากดลงบนผืนพลาสติกจะทำให้โลหะด้านบน ข. สถานที่ติดตั้งมักจะเป็นใต้พรมเช็คเท้าเป็นส่วนมาก

2.1.4 ตัวตรวจจับความร้อน (Heat sensor)

ปัจจุบันตัวตรวจจับความร้อนที่มีขายในท้องตลาดมีอยู่ 2 หลักการ คือ แบบแรกจะเป็นตัวตรวจจับความร้อนแบบอุณหภูมิคงที่ (Fixed temperature heat sensor) ตัวตรวจจับแบบนี้ในสภาวะปกติจะอยู่ในสภาพเปิดวงจร แต่เมื่ออุณหภูมิขึ้นสูงถึงจุด ๆ หนึ่ง สวิทช์จะปิดหน้าสัมผัสเข้าหากันทำให้ลัดวงจร

อีกแบบของตัวตรวจจับความร้อน คือ แบบตรวจอัตราการเพิ่มของอุณหภูมิ เช่น อัตราการเพิ่มของอุณหภูมิรวดเร็วถึงขนาด 5 องศาฟาเรนไฮต์ ต่อ 20 วินาที แล้วตัวตรวจจับจะทำงานทันที การติดตั้งตัวตรวจจับทั้ง 2 แบบนี้ นิยมติดใต้ผ้าเพดาน

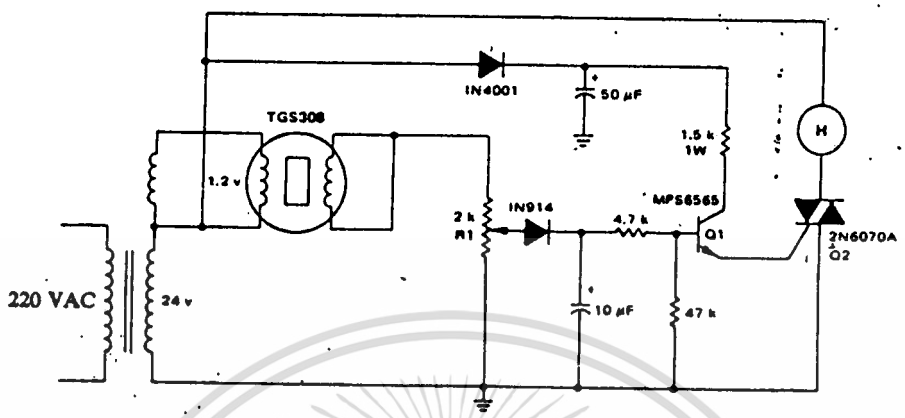
2.1.5 ตัวตรวจจับควัน (Smoke detector)

ตัวตรวจจับประเภทนี้ จะอาศัยหลักการทำงานที่ว่าปกติในตัวตรวจจับจะมีค่าความต้านทางอยู่ค่าหนึ่ง เมื่อมีก๊าซหรือควันไฟมาตกกระทบหน้าสัมผัสของ

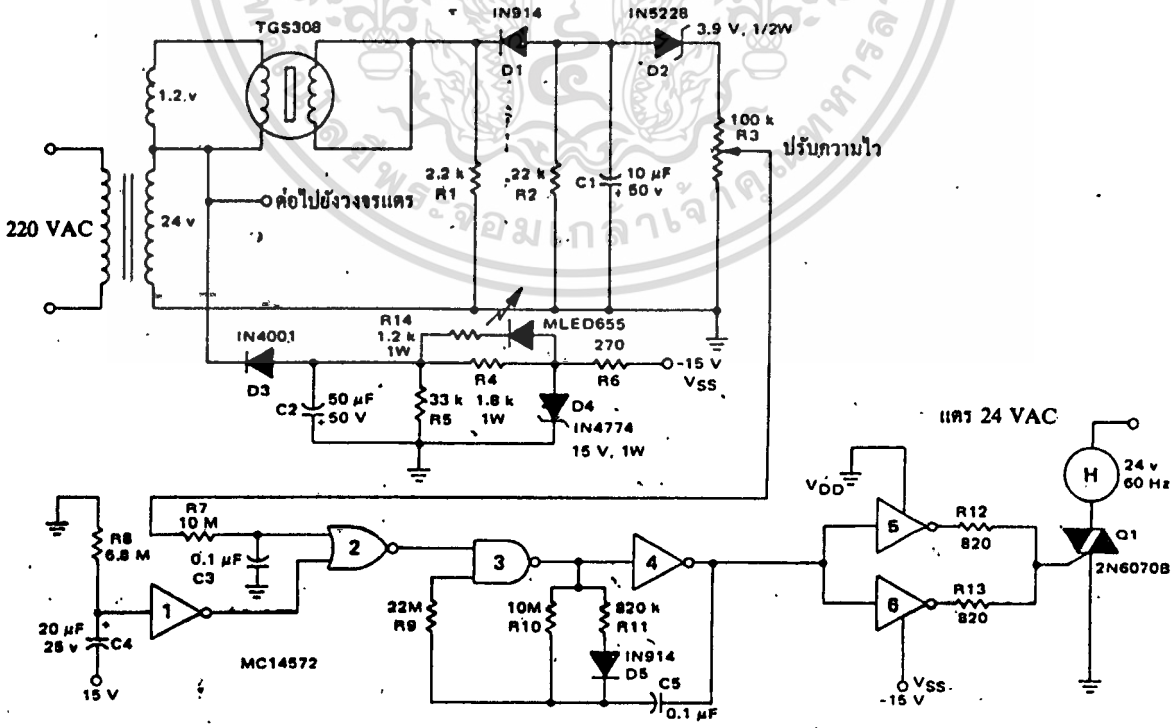
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวตรวจจับ จะทำให้ความต้านทางภายในตัวตรวจจับลดลง ทำให้แรงดันที่โหลดที่เอาท์พุทมีค่าเพิ่มขึ้น

ต่อไปนี้จะแสดงตัวอย่างวงจรใช้งานของตัวตรวจจับควันแบบต่าง ๆ



<u>ตัวตรวจจับก๊าซควันไฟใช้ไตรแอค</u> ใช้ตัวตรวจจับก๊าซทากูชิ TGS 308 มีหลักการว่าเมื่อก๊าซมาตกกระทบตัวตรวจจับ จะทำให้แรงดันที่ตกคร่อม Q1 มีค่าเพิ่มขึ้นจาก 3 Vrms เป็นประมาณ 20 V Q1 ถูกจับให้นำกระแสไปจุดชนวนไตรแอคให้นำกระแสผ่านออดสัญญาณ หรือเครื่องส่งสัญญาณอื่น ๆ เครื่องจะหยุดทำงานเมื่อก๊าซเรือควันไฟหมดไป



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องตรวจจับก๊าซและควันไฟแบบส่งเสียงเป็นจังหวะ ใช้ตัวตรวจจับ TGS 308 ซึ่งเมื่อได้รับก๊าซหรือควันไฟ จะเพิ่มแรงดันที่คร่อม R3 จาก 3V เป็น 20V เครื่องนี้จะหน่วงเวลาระยะหนึ่ง เพื่อป้องกันการทำงานเนื่องจากการเปิดสวิทช์ป้อนไฟเลี้ยง IC CMOS ทำหน้าที่เป็น อะสเตเบิล มัลติไวเบรเตอร์ โดยใช้เอท 3 และ 4 เป็นตัวจุดชนวนไตรแวค เพื่อขับแตร ซึ่งจะส่งเสียงเป็นจังหวะช่วงส่งเสียง 2.5 วินาที และหยุด 0.2 วินาที ขาเอทของไตรเวคถูกขับด้วยแรงดันไฟลบ ซึ่งได้จากขดลวด 24 V ของหม้อแปลง

2.2 ส่วนแจ้งภัย และส่วนเสียงเตือน

สำหรับส่วนเสียงเตือนนี้ อาจใช้ออดหรือกระดิ่งก็ได้ แล้วใช้รีเลย์ตัด-ต่อไฟเลี้ยงให้กับออดนี้ ซึ่งการควบคุมรีเลย์นี้กระทำโดยไมโครโปรเซสเซอร์

สำหรับส่วนแจ้งภัยนี้ สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 แบบคือ

2.2.1 แจ้งภัยโดยอาศัยส่งรหัสออกไปตามความถี่พาหะ

วิธีนี้อาศัยการตั้งรหัสประจำหน่วยของระบบเสียก่อน แล้วเมื่อเกิดเหตุร้ายขึ้นไมโครโปรเซสเซอร์จะสั่งให้ทำการผสมรหัสของเครื่องกับความถี่พาหะส่งออกไปทางเครื่องส่งไปให้เครื่องรับ ซึ่งต้องทำการแยกความถี่พาหะออกแล้วตรวจดูรหัสที่ได้รับมาว่าเป็นของระบบแจ้งภัยระบบใด ซึ่งรหัสประจำระบบหรือ ประจำหน่วยเหล่านี้ ต้องมีการตกลงกับทางฝ่ายผู้รับสัญญาณไว้ก่อน

2.2.2 แจ้งภัยโดยอาศัยโทศัพท์

การแจ้งภัยแบบนี้ เป็นวิธีที่สะดวก ไม่จำเป็นต้องมีการตกลงรหัสระหว่างผู้ส่งและผู้รับเพียงแต่โทรศัพท์ไปหาผู้รับ เมื่อผู้รับยกหูขึ้นฟังก็สามารถส่งข้อความ หรือ โค้ต ต่าง ๆ ไปให้ผู้ฟังทราบได้ ซึ่งในโครงงานนี้ก็อาศัยการแจ้งภัยแบบนี้ในการทดลอง

ทฤษฎีเบื้องต้นของโทรศัพท์

โทรศัพท์ในปัจจุบันมีใช้อยู่ 2 ระบบ คือ ระบบ พัลท์ (Pulse) และระบบคู่ความถี่ (DTMF) ซึ่งมีลักษณะของสัญญาณต่าง ๆ เหมือนกัน ดังนี้

- สัญญาณคู่สายว่าง (Ringback tone) หมายถึง เมื่อเราโทรศัพท์ออกไปแล้วโทรติด จะมีสัญญาณ เอซี ความถี่ประมาณ 400 Hz 400 มิลลิโวลท์ในคู่สาย ดังเป็นจังหวะคือ ดัง 1 วินาที เงียบ 4 วินาที

- สัญญาณคู่สายไม่ว่าง (Busy tone) เป็นสัญญาณ เอซี ความถี่ประมาณ 400 เฮิร์ท 400 มิลลิโวลท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

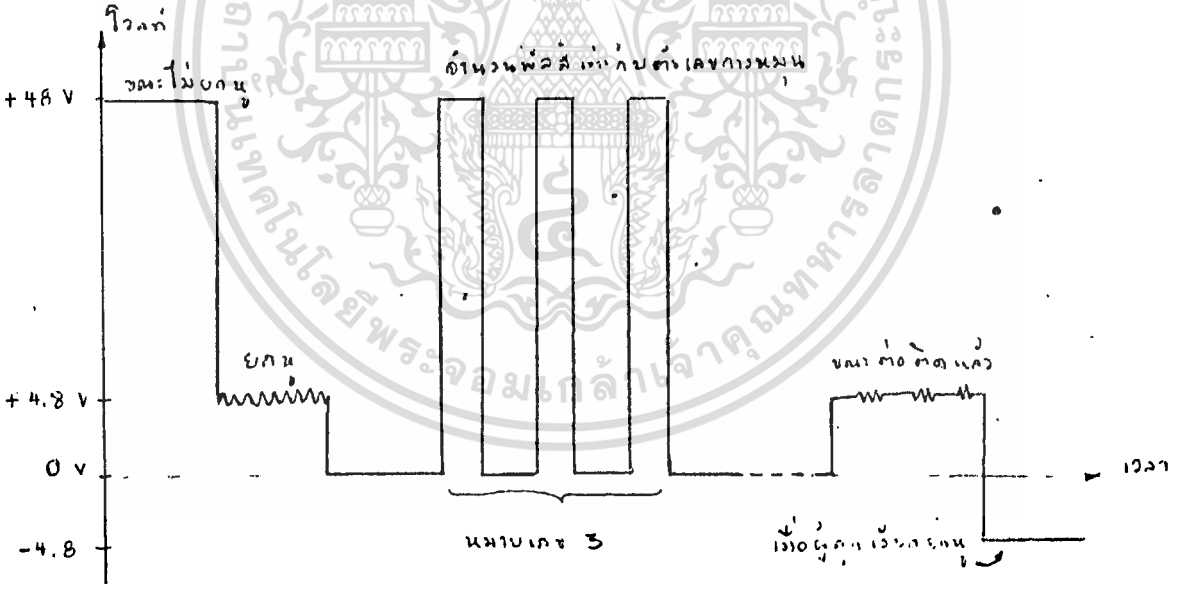
- สัญญาณแมวกรน (Ringing tone) เมื่อเรายกหูโทรศัพท์ขึ้น สัญญาณนี้จะเป็นตัวบอกให้ทราบว่า พร้อมที่จะโทรออกได้แล้ว เป็นสัญญาณ AC 400 เฮิร์ท 500 มิลลิโวลท์

- สัญญาณกระดิ่ง (Ringing tone) เป็นสัญญาณ เอซี ความถี่ประมาณ 25 เฮิร์ท แต่มีแรงดันสูงประมาณ 90 โวลท์

- ระดับแรงดัน ดีซี ในคู่สายขณะยังไม่ยกหูฟังขึ้นเป็น 48 โวลท์ ดีซี
- ระดับแรงดัน ดีซี ในคู่สายขณะผู้ส่งยกหูฟังขึ้นเป็น 5 โวลท์ ดีซี
- ระดับแรงดัน ดีซี ในคู่สายขณะที่ผู้รับยกหูฟังขึ้นเป็น -5 โวลท์ ดีซี

ความแตกต่างระหว่างโทรศัพท์ ระบบ พัลท์ กับระบบ คู่ความถี่ คือ วิธีการส่งและรับสัญญาณหมายเลข

ระบบ พัลท์ (Pluse)



รูปที่ 2.7 แสดงลักษณะสัญญาณในโทรศัพท์ระบบ พัลท์

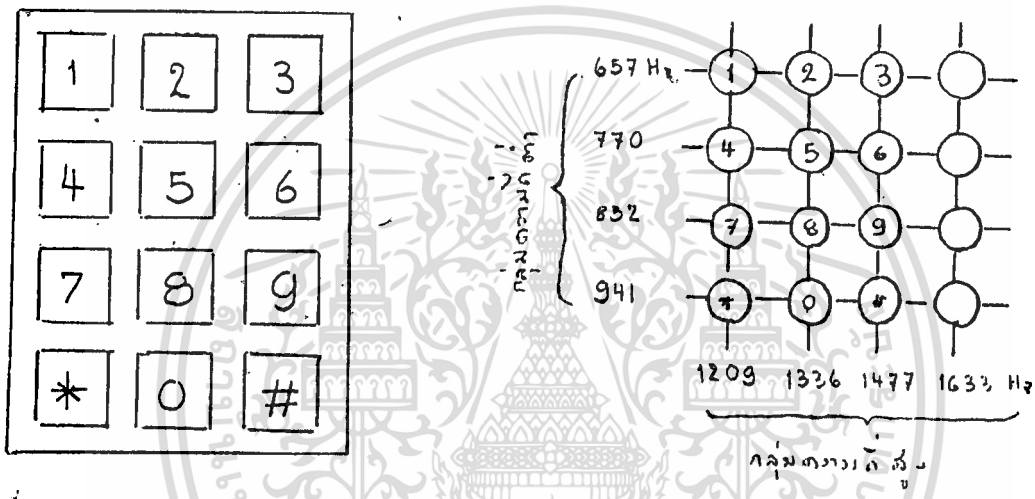
- ส่งออกมาต่อวินาที ในรูปนี้แสดงตัวอย่างการหมุนหมายเลข 3 ออกไป จะมีพัลส์ 3 ลูกถูกส่งออกมา ความถี่ของพัลส์มี 2 มาตรฐาน คือ 10 พัลส์ต่อวินาที และ 20 พัลส์ แต่ในโครงงานเราใช้แบบ 10 พัลส์/วินาที

1 พัลส์ใช้เวลา 0.1 วินาที หรือ 100 มิลลิวินาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
023216

- ช่วงเวลาสร้างความกว้างพัลส์ เป็น 100 x 2/3 = 66.66 มิลลิวินาที
- ช่วงเวลาระหว่างพัลส์ เป็น 100 x 1/3 = 33.33 มิลลิวินาที
- ช่วงเวลาระหว่างแต่ละเบอร์ เป็น 400 มิลลิวินาที

ระบบ คู่ความถี่ (DTMF)



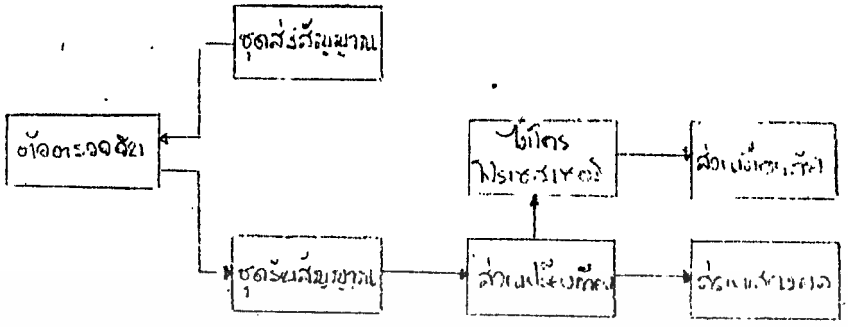
รูปที่ 2.8 แสดงตำแหน่งคีย์และความถี่ของแต่ละคีย์

ในระบบโทรศัพท์แบบนี้ จะมีความถี่ต่างกัน 8 ความถี่ แบ่งเป็นกลุ่มความถี่สูง 4 ความถี่ กลุ่มความถี่ต่ำ 4 ความถี่ ในการกดปุ่มใดปุ่มหนึ่งจะมีความถี่ถูกส่งออกมา 2 ความถี่พร้อมกัน (จากกลุ่มความถี่สูง 1 ความถี่ และจากกลุ่มความถี่ต่ำ 1 ความถี่) ส่วนเบอร์ที่เหลือที่ไม่ได้ใช้นั้นเป็นการเผื่อไว้สำหรับอนาคต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การออกแบบและการสร้าง



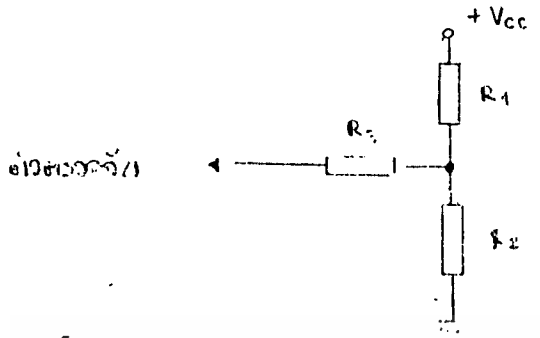
รูปที่ 3.1 รูปแสดง แผนผัง (BLOCK DIAGRAM) ของระบบแจ้งภัยอัตโนมัติ

จากรูป จะแบ่งการทำงานของระบบแจ้งภัยอัตโนมัตินี้เป็น 7 ส่วนด้วยกัน คือ ชุดส่งสัญญาณจะทำหน้าที่ส่งสัญญาณตรวจสอบผ่านตามสายมายัง ตัวตรวจจับ ซึ่งอาจเป็นสวิทช์แบบสภาวะปกติปิด หรือสวิทช์แบบสภาวะปกติเปิด ก็ได้ จากนั้นสัญญาณจะผ่านตัวตรวจจับไปยังส่วนรับสัญญาณ ซึ่งจะทำหน้าที่รับสัญญาณจากตัวตรวจจับทั้ง 8 ตัว ทั้งในสภาวะปกติและสภาวะเตือนภัย จากนั้นจะส่งสัญญาณที่ได้ไปให้ส่วนเปรียบเทียบสัญญาณ ซึ่งจะทำหน้าที่แยกให้ทราบว่าสัญญาณที่ได้รับมานี้ เป็นสัญญาณจากสภาวะปกติหรือสภาวะเกิดภัย ถ้าเป็นสภาวะปกติก็จะยังไม่มีเอาท์พุทออกจากส่วนนี้ แต่ถ้าตรวจทางว่าเกิดสภาวะผิดปกติที่จุดใด ก็จะมีเอาท์พุทส่งไปให้ส่วนแสดงผลแจ้งตำแหน่งของตัวตรวจจับที่เกิดภัย และส่งเอาท์พุทไปให้ส่วนไมโครโปรเซสเซอร์ทราบเพื่อทำการ แจ้งเตือน และขอความช่วยเหลือต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทำงานของส่วนต่าง ๆ

3.1 ส่วนส่งสัญญาณ



รูปที่ 3.2 แสดงส่วนส่งสัญญาณ

ทำหน้าที่ส่งแรงดันไฟตรง (DC Voltage) ตามสายไปยังตัวตรวจจับตามตำแหน่งต่าง ๆ แล้วกลับมายัง ส่วนรับสัญญาณ ซึ่งแรงดันไฟตรงนี้ที่สภาวะปกติของตัวตรวจจับจะถูกตั้งไว้ค่าหนึ่ง ถ้าเกิดความผิดปกติที่ตัวตรวจจับ หรือสายส่งสัญญาณแรงดันไฟตรงนี้จะเปลี่ยนแปลงไป ทำให้ส่วนรับสัญญาณและส่วนเปรียบเทียบสัญญาณรับรู้ได้

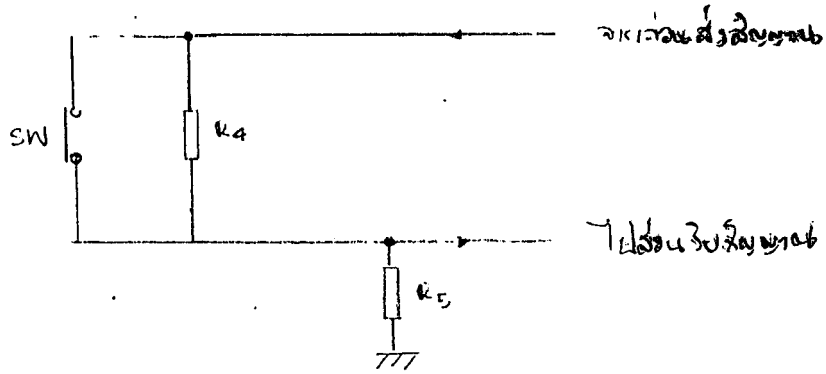
3.2 ส่วนตัวตรวจจับ

รูปที่ 3.3 แสดงส่วนตัวตรวจจับ

เป็นส่วนที่รับรู้ความผิดปกติ และทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของสัญญาณไปจากสภาวะปกติ ตัวตรวจจับมีหลายแบบดังที่กล่าวมาแล้ว แต่ในที่นี้จะกล่าวถึงสวิทช์แบบสภาวะปกติเปิด และสวิทช์แบบสภาวะปกติปิด ซึ่งมีหลักการคล้ายคลึงกับสวิทช์แบบอื่น ๆ

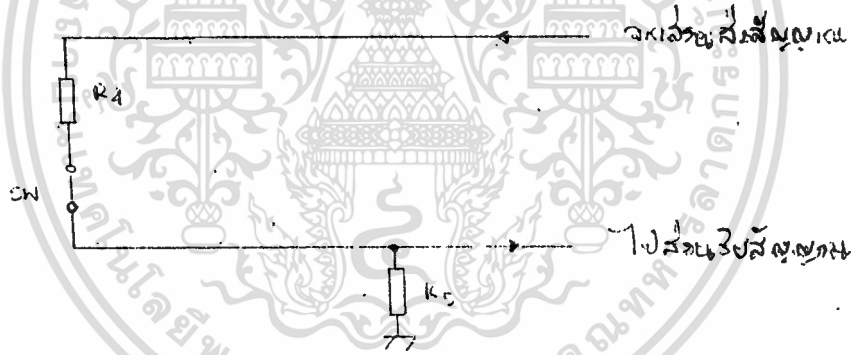
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สวิทช์แบบสภาวะปกติเปิด



ในสภาวะปกติเมื่อสวิทช์ยังไม่ถูกกด R4 และ R5 ต่อกันอยู่ในลักษณะของวงจร Voltage Divider ที่ R5 จะมีแรงดันไฟตรงตกคร่อมอยู่ค่าหนึ่ง ถ้าสวิทช์ถูกกดจะทำให้แรงดันไฟที่ตกคร่อม R5 มีค่าเพิ่มขึ้น ดังนั้นอุปกรณ์รับสัญญาณจะตรวจพบความเปลี่ยนแปลงนี้

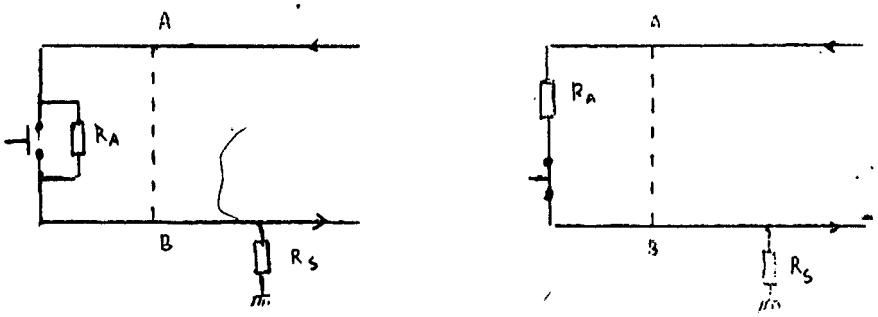
สวิทช์แบบสภาวะปกติปิด



ในสภาวะปกติที่สวิทช์ยังไม่ถูกกด จะมีแรงดันไฟตรงค่าหนึ่งตกคร่อม R5 ไว้แต่เมื่อ SW ถูกกด (ทำให้วงจรเปิด) จะทำให้แรงดันไฟตรงที่ตกคร่อม R5 เป็น 0 โวลท์ ทำให้ส่วนรับสัญญาณ และส่วนเปรียบเทียบสัญญาณตรวจพบความเปลี่ยนแปลงนี้ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

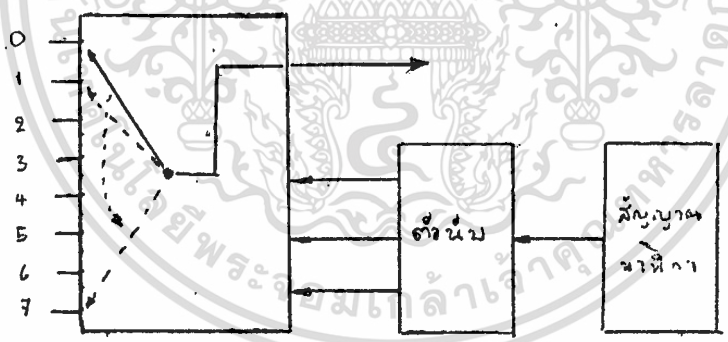
กรณีการตัดสายและการช็อตสายส่งสัญญาณ



ในกรณีของสวิทช์แบบสภาวะปกติเปิด ถ้าจุด A และ B ถูกช็อตจะทำให้ R5 มีแรงดันไฟตรงเพิ่มขึ้น ทำให้ส่วนเปรียบเทียบรับรู้การช็อตนี้ได้

ในกรณีของสวิทช์แบบสภาวะปกติปิด ถ้าที่จุด A และ B ถูกตัดสาย จะทำให้แรงดันไฟตรงที่ตกคร่อม R5 มีค่าเป็น 0 โวลท์ ส่วนเปรียบเทียบจะสามารถรับรู้การตัดสายนี้เช่นเดียวกัน

3.3 ส่วนรับสัญญาณ



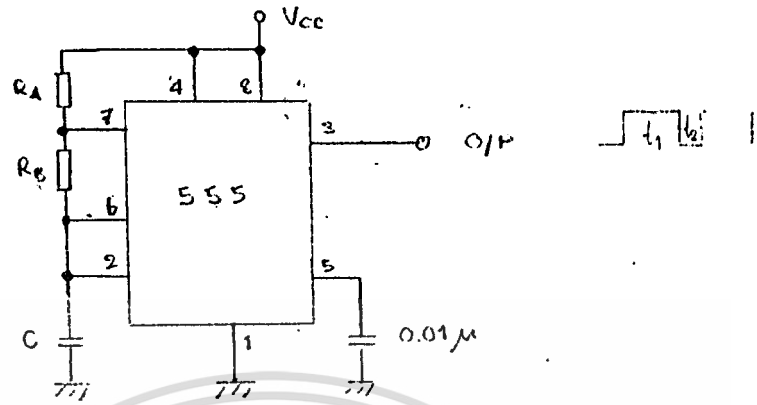
รูปที่ 3.4 แสดง ส่วนรับสัญญาณ

จากวงจรที่ออกแบบสามารถรับสัญญาณจากตัวตรวจจับได้ 8 จุด โดยใช้ IC อนาล็อกสวิทช์ (ANALOG SWITCH)ทำการเลือกรับสัญญาณจากตัวตรวจจับทีละจุดจาก 0 ไปถึง 7 ตามลำดับ แล้วจะวนกลับมาเริ่มต้นที่ 0 ใหม่ เป็นเช่นนี้เรื่อยไป ด้วยความถี่ที่พอเหมาะ การเลือกรับสัญญาณนี้จะถูกควบคุมด้วยวงจร นับฐานสอง (BINARY COUNTER) และความเร็วในการเลือกสัญญาณนี้ขึ้นอยู่กับความถี่ของสัญญาณนาฬิกาที่ป้อนให้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนสร้างสัญญาณนาฬิกา

เราใช้ IC 555 ต่อเป็นวงจรแบบ อะสเตเบอร์มัลติไวเบเตอร์ (Astable Multivibrator) ผลิตความถี่ประมาณ 240 Hz ดังรูป



การทำงานของระบบเป็นดังนี้ คือ เมื่อตัวเก็บประจุ C ได้รับประจุมาจากกระแสที่ไหลผ่าน Ra และ Rb จนค่าแรงดันตกคร่อมค่า C มีค่า 2/3 ของ Vcc แล้ว วงจรภายในจะทำให้ C คายประจุไปเรื่อย ๆ จนกระทั่งแรงดันตกคร่อมของ C เหลือเพียง 1/3 ของ Vcc โดยการคายประจุจะคายประจุผ่าน Rb เข้าไปยังวงจรภายในตัว IC แล้วเริ่มการเก็บประจุใหม่เช่นนี้เรื่อยไป นั่นคือการผลิตความถี่จะเกิดอยู่ในช่วงระหว่างช่วงแรงดันจาก 1/3 Vcc ไปยัง 2/3 Vcc เป็นผลให้แรงดันเอาท์พุทเกิดการสวิทช์อยู่ที่ระดับ 2 ระดับคือ Vcc และ GND

โดยปกติช่วงเวลาที่ตัวเก็บประจุรับประจุ หรือเอาท์พุทอยู่ในสภาวะ Vcc เราสามารถคำนวณช่วงเวลาได้จาก

$$t1 = 0.69 (Ra + Rb) C$$

ในทำนองเดียวกันช่วงเวลาในการคายประจุ สามารถคำนวณได้ดังนี้

$$t2 = 0.69 (Rb) C$$

ดังนั้นคาบเวลา 1 cycle หาได้จาก

$$T = t1 + t2 = 0.69 (Ra+Rb) C$$

นั่นคือ ความถี่ที่เราต้องการ จะมีค่า

$$f = 1/T = \frac{1.44}{(Ra + 2Rb)C}$$

จากการทดลองเราเลือกใช้ค่า Ra = 10 กิโลโอห์ม

Rb = 300 กิโลโอห์ม

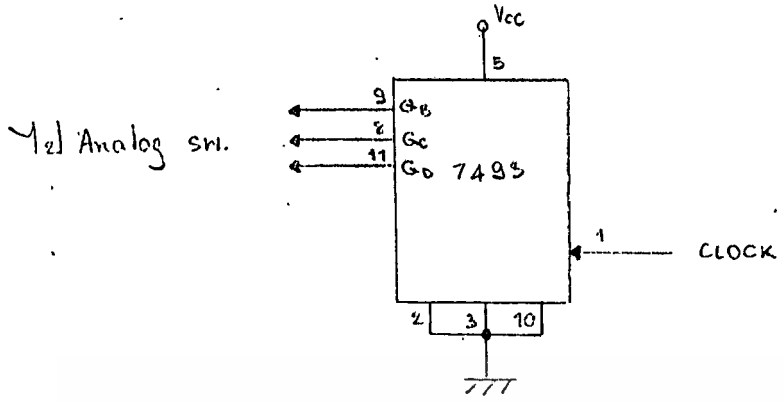
C = 0.01 ไมโครฟาร์ด

ความถี่ที่ผลิตได้มีค่าประมาณ 240 Hz

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วน วงจรนับ (Counter)

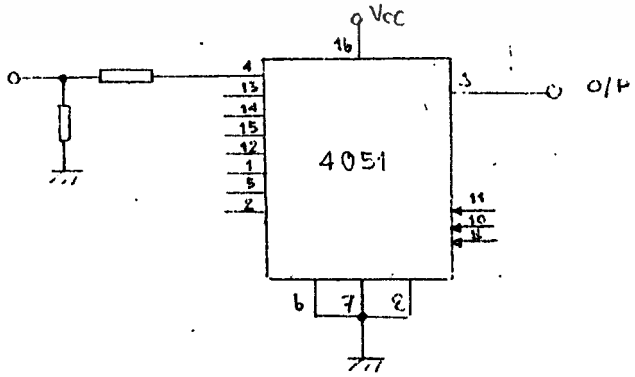
จากทดลองเราเลือกใช้ IC 7493 4 Bit Counter



IC 7493 นี้เมื่อรับสัญญาณ นาฬิกา มากระตุ้นจะทำให้มีเอาท์พุทออกมา 4 ค่าโดยถ้า นาฬิกา ลูกแรกเข้ามาเอาท์พุท Qd,Qc,Qb,Qa และมีค่า L L L L ตามลำดับ ถ้ามี นาฬิกา ลูกที่ 2 เข้ามา เอาท์พุทจะมีค่า L L L H ตามลำดับ เป็นเช่นนี้เรื่อยไปตราบเท่าที่ยังมี นาฬิกา เข้ามาที่อินพุทเรื่อย ๆ และค่าสุดท้ายของเอาท์พุทจะเป็น H H H H และเมื่อมี นาฬิกา ลูกถัดไป เอาท์พุทก็จะมีค่า L L L L แล้วเริ่มนับใหม่ แต่ในวงจรนี้ เราจะใช้เอาท์พุทเพียง 3 ตัว คือ Qd,Qc,Qb เท่านั้น

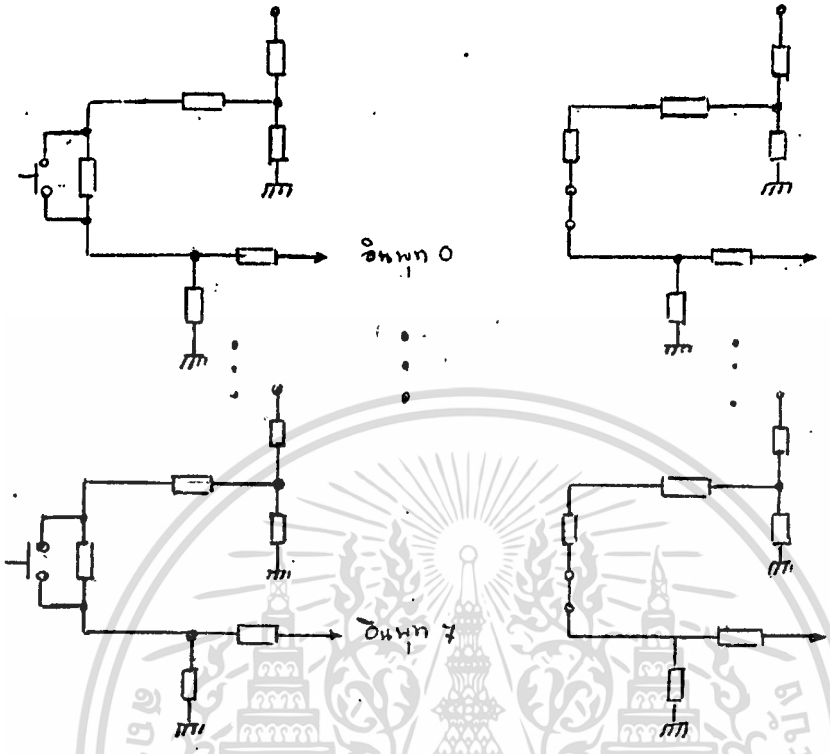
ส่วนของ Analog Switch

ทำหน้าที่กวาดรับข้อมูลจากตัวตรวจจับ ทั้ง 8 จุด ในการทดลองนี้ใช้ IC 4051 CMOS ANALOG MULTIPLEXERS/DEMULTIPLEXERS ซึ่งมีอินพุท 8 จุด เอาท์พุท 1 จุดในแบบ MULTIPLEXERS การกวาดรับข้อมูลอินพุท ควบคุมโดยส่วน BINARY COUNTER 3 bits



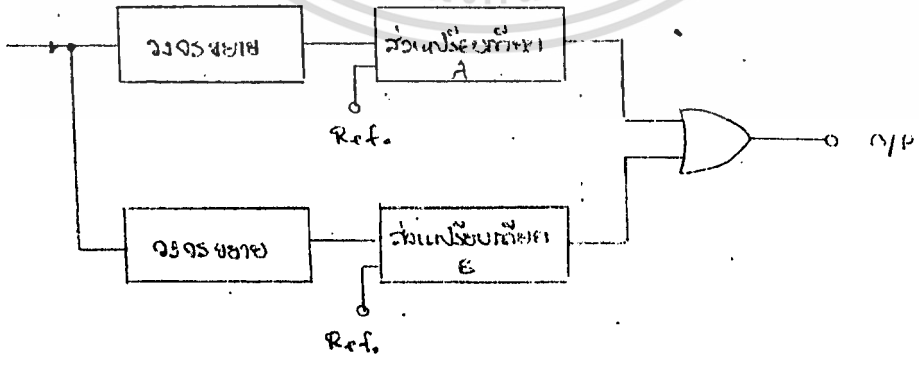
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จุดที่รับสัญญาณแต่ละจุดสามารถเลือกใช้สวิทซ์แบบ N.O.หรือสวิทซ์แบบ N.C.อย่างใดอย่างหนึ่ง การต่อตัวตรวจจับแต่ละอินพุท สามารถต่อดังนี้



3.4 ส่วนเปรียบเทียบสัญญาณ

สัญญาณที่ได้จากส่วนรับสัญญาณจะถูกนำมาขยาย เพื่อให้ได้ระดับของสัญญาณสูงขึ้นเป็นการป้องกันในกรณีที่สายมีความยาวมาก ๆ แรงดันตกคร่อมสายจะมีค่ามาก แล้วนำเอาสัญญาณที่ผ่านส่วนขยายนี้ไปเข้าวงจรเปรียบเทียบกับระดับแรงดันอ้างอิง

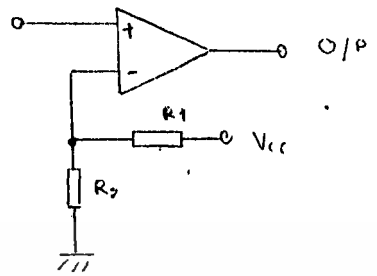


รูปที่ 3.5 แสดง BLOCK DIAGRAM ของส่วนเปรียบเทียบสัญญาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

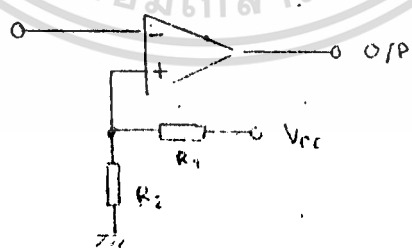
จาก BLOCK DIAGRAM จะเห็นว่าสัญญาณที่รับมาจากส่วนรับสัญญาณจะถูกยกออกเป็น 2 ทางไปยังส่วนขยาย และเปรียบเทียบกับสัญญาณ A และ B

<u>ส่วนเปรียบเทียบสัญญาณ A</u>



การทำงานของส่วนเปรียบเทียบสัญญาณ A จะตรวจสอบการทำงานของสวิทซ์แบบสภาวะปกติเปิด และการช็อตสายสัญญาณ ดังนั้นที่วงจรเปรียบเทียบจะตั้งแรงดันอ้างอิงไว้ค่าหนึ่งระดับแรงดันอ้างอิงจะสูงกว่า แรงดันอินพุทที่ขา NON-INVERTING เมื่อสวิทซ์แบบสภาวะปกติเปิดทำงาน หรือ สายถูกช็อต จะทำให้ระดับแรงดันอินพุทที่ขา NON -INVERTING จะสูงกว่าระดับแรงดันอ้างอิงที่ตั้งไว้ ดังนั้นเอาท์พุทของวงจรเปรียบเทียบจะทำงานโดยเปลี่ยนจากระดับ "0" เป็น "1"

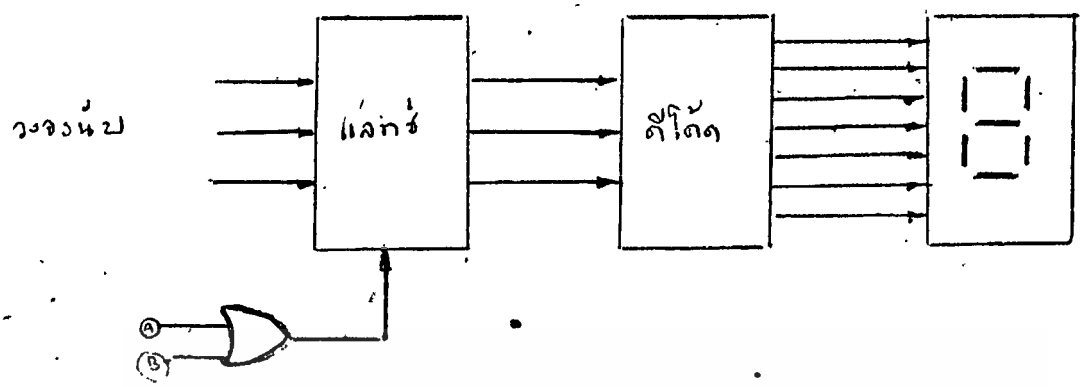
<u>ส่วนเปรียบเทียบสัญญาณ B</u> จะทำหน้าที่ตรวจสอบสวิทซ์แบบสภาวะปกติปิด และการติดสายสัญญาณ ดังนั้นวงจรเปรียบเทียบจะตั้งระดับแรงดันอ้างอิงไว้ที่ค่าหนึ่งให้ต่ำกว่าแรงดันอินพุท เมื่อสวิทซ์แบบสภาวะปกติปิดทำงาน หรือถูกตัดสายสัญญาณ จะทำให้แรงดันอินพุทที่ขา non-inverting มีค่าเป็น 0 โวลท์ คือ ต่ำกว่าแรงดันอ้างอิง เอาท์พุทของวงจรเปรียบเทียบนี้จะเปลี่ยนระดับจาก "0" เป็น "1"



ที่เอาท์พุทของวงจรเปรียบเทียบสัญญาณทั้ง 2 จะนำมาผ่าน OR GATE จึงทำให้ไม่ว่าส่วนเปรียบเทียบชุดในทำงานก็จะได้สัญญาณเอาท์พุทออกมาเป็น "1" จึงเป็นการป้องกันได้ทั้งกรณีการตัดสายสัญญาณหรือการช็อตสายสัญญาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 ส่วนแสดงผล



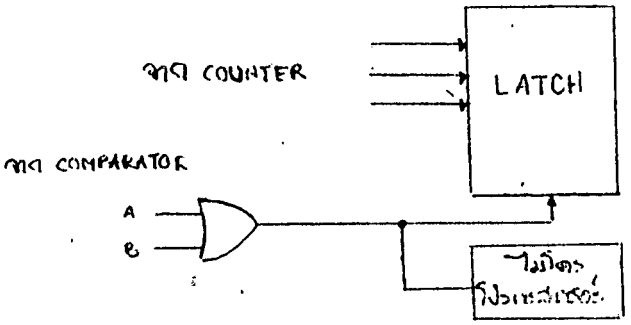
รูปที่ 3.6 แสดง BLOCK DIAGRAMของส่วนแสดงผล

ส่วนแสดงผลจะประกอบด้วยส่วน LATCH ข้อมูล ซึ่งใช้ IC 74377 D FLIP FLOP WITH LATCH และส่วน DECODER ซึ่งใช้ IC 7448 ซึ่งทำหน้าที่แปลงสัญญาณจากส่วน LATCH ให้เป็นรหัสที่ป้อนเข้าส่วน LED 7-SEGMENTS ส่วน LATCH ข้อมูลจะทำงานก็ต่อเมื่อมี CLOCK มากระตุ้น ซึ่ง CLOCK นี้มาจากเอาท์พุทของส่วนเปรียบเทียบสัญญาณ

ที่สภาวะปกติส่วนรับสัญญาณจะทำการตรวจสอบสัญญาณจากตัวตรวจจับแต่ละตัวตามแต่ค่าของ COUNTER ที่ป้อน ดังนั้น อินพุทของ LATCH จะมี COUNTER ป้อนให้อยู่ตลอดเวลาแต่ยังไม่ทำงานเนื่องจากไม่มี CLOCK มาป้อน แต่สมมุติเมื่อตัวตรวจจับที่ 3 เกิดทำงาน เมื่อค่า COUNTER เป็น 0 1 1 ส่วนรับสัญญาณจะได้แรงดันที่เปลี่ยนแปลงจากสภาวะปกติส่งไปให้ส่วนเปรียบเทียบแรงดัน เมื่อส่วนเปรียบเทียบแรงดันแล้วพบว่าเกิดสภาวะผิดปกติ จะให้เอาท์พุทเป็น 1 มาเข้าเป็น CLOCK ของส่วน LATCH พร้อม ๆ กับ COUNTER ที่ป้อนให้ LATCH ทำให้ส่วน LATCH ทำงานและป้อนเอาท์พุทแก่ส่วนอินพุทของส่วน DECODER ซึ่งจะแปลงอินพุทที่ได้เป็นรหัสที่แสดงเป็นตัวเลขบน LED 7-SEGMENTS ซึ่งในกรณีนี้จะแสดงเป็นเลข "3"

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

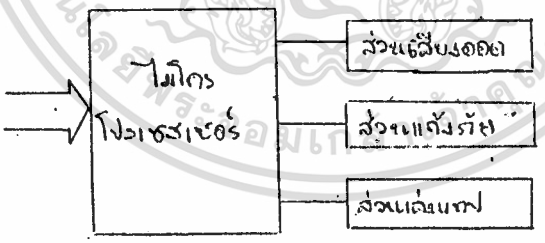
3.6 ส่วนไมโครโปรเซสเซอร์



รูปที่ 3.7 แสดง BLOCK DIAGRAM ส่วนไมโครโปรเซสเซอร์

ส่วนนี้จะใช้ SINGLE BOARD z-80 ในการทดลอง โดยเชื่อมต่อกับส่วนอินพุท/เอาท์พุท พอร์ท 8255 ทำหน้าที่ตรวจสอบสัญญาณจากเอาท์พุทของส่วนเปรียบเทียบสัญญาณ ถ้าตรวจพบว่า เอาท์พุทของส่วนเปรียบเทียบสัญญาณเปลี่ยนจาก "0" เป็น "1" ไมโครโปรเซสเซอร์สั่งให้ส่วน ALARM และส่วนขอความช่วยเหลือทำงานต่อไป

3.7 ส่วน ALARM และส่วนแจ้งภัย



รูปที่ 3.8 แสดว BLOCK DIAGRAM ส่วน ALARM และส่วนแจ้งภัย

เมื่อไมโครโปรเซสเซอร์รับเอาท์พุทตกส่วนเปรียบเทียบสัญญาณเมื่อพบการเปลี่ยนระดับ "0" เป็น "1" แล้วก็จะสั่งให้ส่วน ALARM ส่งเสียงเตือนภัยออกมา และจะทำการขอความช่วยเหลือโดยโทรศัพท์ไปยังเลขหมายที่เราได้ตั้งเอาไว้ อาจจะเป็นสถานีตำรวจ สถานีดับเพลิง หรือแม้กระทั่งที่ทำ

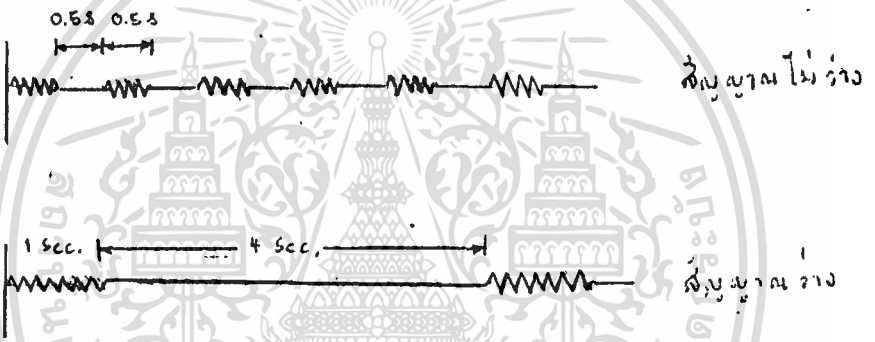
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

งานของท่านเอง โดยการแจ้งภัยทางโทรศัพท์นี้ได้ออกแบบไว้ทั้งแบบ พัลท์ และระบบ ดีทีเอ็มเอฟ (DTMF)

ในการจะโทรศัพท์ออกไปขอความช่วยเหลือ ก่อนอื่นจะต้องทำการเช็คสัญญาณต่าง ๆ ในคู่สายโทรศัพท์ เสียก่อน ซึ่งถ้าโทรออกไปแล้วมีทางฝ่ายรับยกหูโทรศัพท์ขึ้นฟัง จึงจะสามารถส่งเสียงขอความช่วยเหลือจาก เทปบันทึกเสียงออกไปได้

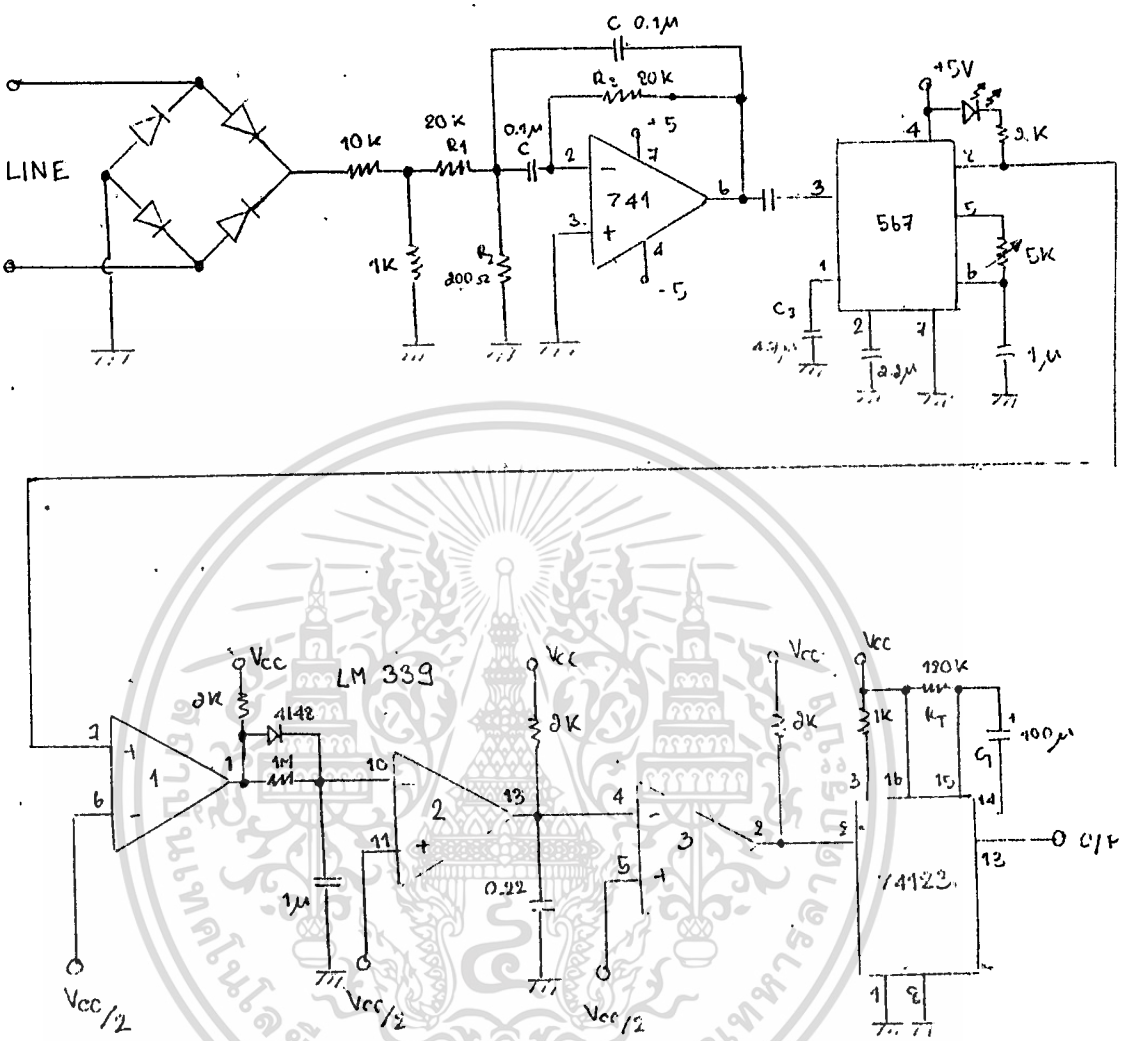
3.7.1 ส่วนเช็คสัญญาณ

ในระบบนี้จะเช็คสัญญาณ เมื่อโทรออกไปแล้วว่า โทรติดหรือไม่ติด นั่นคือสายว่างหรือไม่ว่าง ซึ่งสัญญาณนี้เป็น AC 360 Hz ดังเป็นจังหวะดังนี้



ซึ่งในการจับสัญญาณเหล่านี้ เราใช้ IC LM 567 TONE DECODER ต่อร่วมกับวงจรอื่น ๆ เพื่อความแม่นยำในการจับสัญญาณ ดังรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.9 แสดงวงจรของส่วนเช็คสัญญาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไอซี 1 คือ ออป-แอมป์ ซึ่งใช้เป็นวงจรแบนด์พาสฟิลเตอร์ ส่วนนี้มีไว้เพื่อกรองความถี่ที่ต้องการเข้ามาเท่านั้น ในที่นี้เราตั้งค่าความถี่กลางเอาไว้ประมาณ 360 เฮิร์ต คำนวนได้จากสมการ

$$fO = \frac{1}{2\pi C}\left[\frac{1}{R_3}\cdot\frac{R_1+R_2}{R_1R_2}\right]^{1/2}$$

ในการเลือกค่าความต้านทานต่าง ๆ สามารถเลือกได้จากสมการ

$$R1 = \frac{Q}{2\pi f_o GC}$$

$$R2 = \frac{Q}{2\pi f_o C\,(2Q^2-G_c)}$$

$$R3 = \frac{Q}{\pi f_o C}$$

$$G = \frac{R_3}{2R_1}$$

จากค่า fO = 360 เฮิร์ต เราเลือกค่า R1 = 20 กิโลโอห์ม
R2 = 200 โอห์ม
R3 = 80 กิโลโอห์ม
C1, C2 = 0.1 ไมโครฟาหรัด

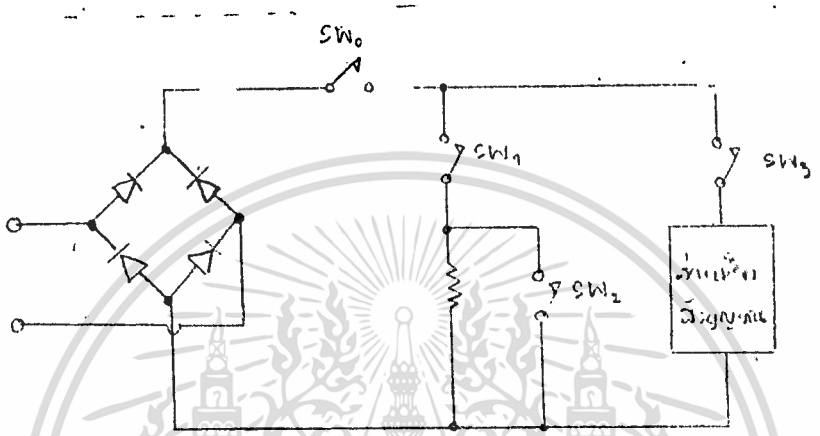
ไอซี 2 คือ LM 567 โทนดีโคดเดอร์ ซึ่งมีคุณสมบัติดังนี้ คือ เมื่อมีความถี่ตรงกับค่าความถี่ที่เราตั้งเอาไว้ เอาท์พุทของ 567 จะเป็นต่ำ แต่ถ้าความถี่ที่เข้ามาไม่ตรงกับค่าที่ตั้งเอาไว้ เอาท์พุทของ 567 จะเป็นสูง

ไอซี 3,4,5 คือ LM 339 คอมพาราเตอร์ ซึ่งถ้าเป็นสัญญาณไม่ว่างเข้ามาเอาท์พุทที่ขา 2 จะเป็นสูงตลอด แต่ถ้าเป็นสัญญาณว่างเข้ามาเอาท์พุทที่ขา 2 จะเป็นสูงบ้าง ต่ำบ้าง ทำให้ไอซี 6 โมโนสเตเบิลแบบทริกซ้ำทำงาน เอาท์พุทที่ขา 13 จะเป็นสูงตลอด และเมื่อมีผู้รับยกหูโทรศัพท์ขึ้น เอาท์พุทที่ขา 13 จะตกเป็นต่ำตลอด เช่นนี้เราจึงสามารถเช็คการยกหูของผู้รับได้ด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

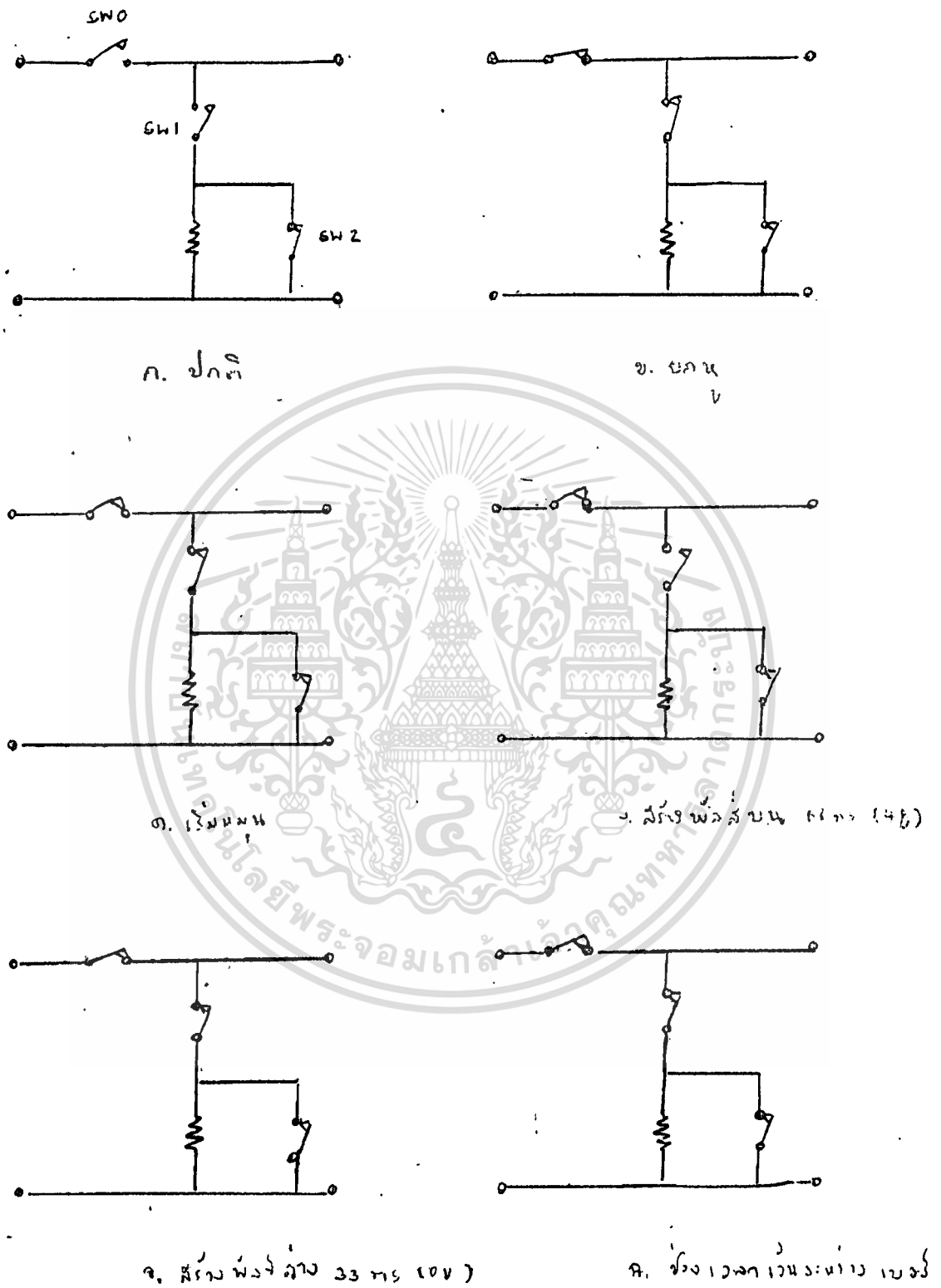
3.7.2 ส่วนโทรศัพท์

ในระบบโทรศัพท์ระบบพัลส์ เราได้สร้างวงจรเพื่อสำหรับการโทรออก เป็นดังนี้



รูปที่ 3.12 แสดงวงจรโทรศัพท์ระบบพัลส์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.13 แสดงตำแหน่งของสวิทช์ตามขั้นตอนของการหมุนหมายเลขโทรศัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ขั้นตอนที่ 1 คือ รูป ก. แสดงสภาวะที่ยังไม่ได้ใช้วงจรโทรศัพท์นี้ ดังนั้นโทรศัพท์จริงยังคงใช้งานได้ตามปกติ แรงดันในคู่สายเป็น 48 V

- ขั้นตอนที่ 2 คือ รูป ข. แสดงสภาวะการยกหูโทรศัพท์ของวงจรนี้ เป็นการเตรียมหมุนเบอร์โทรศัพท์ออก แรงดันในคู่สายเป็น 20

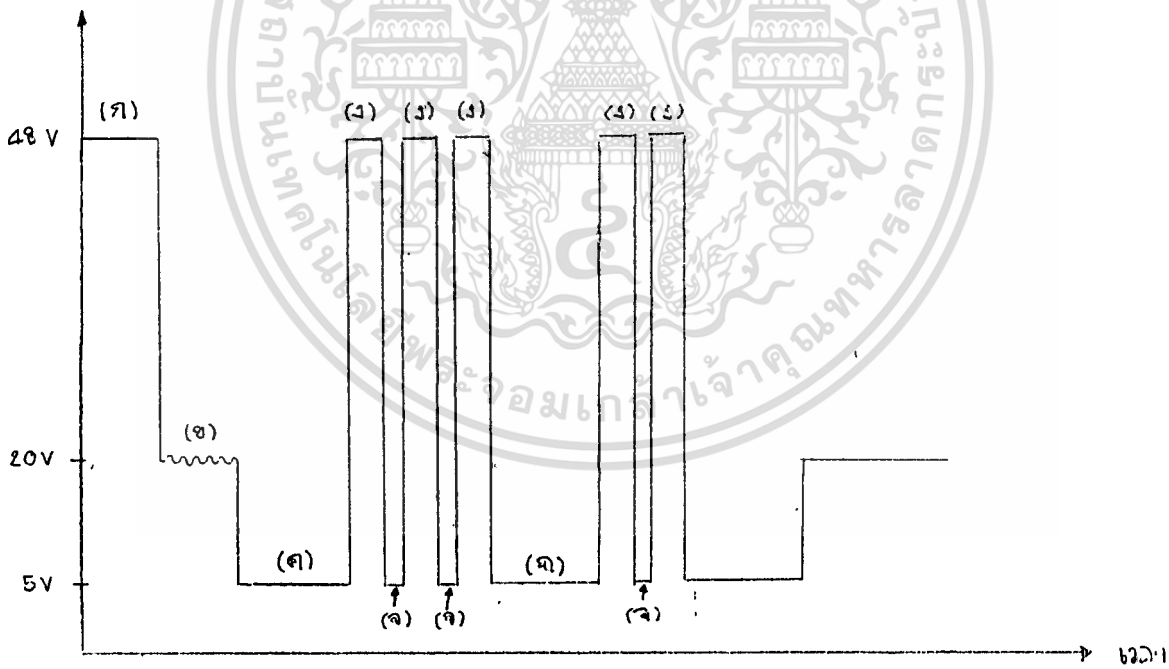
- ขั้นตอนที่ 3 คือ รูป ค. แสดงสภาวะการเริ่มหมุนเบอร์โทรศัพท์ แรงดันในคู่สายเป็น 0 โวลท์

- ขั้นตอนที่ 4 คือ รูป ง. แสดงสภาวะขณะหมุนเบอร์โทรศัพท์ เป็นช่วงสร้างพัลส์ขนาด 48. โวลท์ และมีความกว้างพัลส์ 66.66 มิลลิวินาที

- ขั้นตอนที่ 5 คือ รูป จ. แสดงสภาวะขณะหมุนเบอร์โทรศัพท์ แต่เป็นช่วงสร้างระยะห่างระหว่างพัลส์ มีระดับแรงดันเป็น 0 โวลท์ มีความกว้างเป็น 33.33 มิลลิ-วินาที

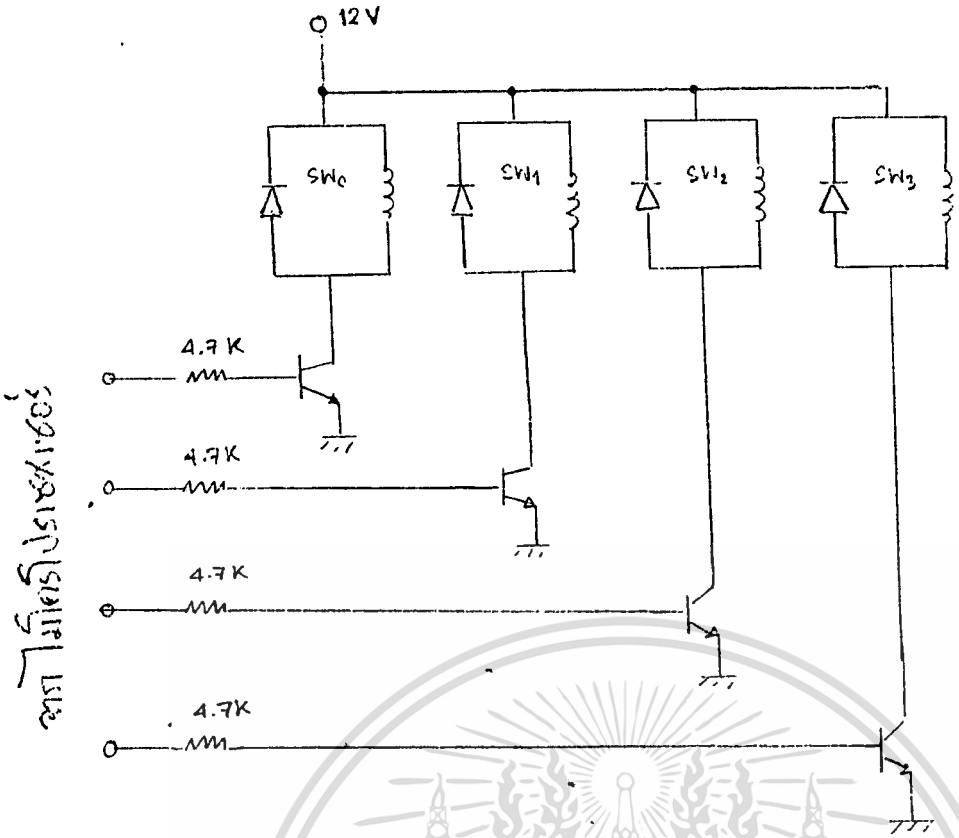
- ขั้นตอนที่ 6 คือ รูป ฉ. แสดงสภาวะช่วงเวลาระหว่างเบอร์แต่ละเบอร์ที่ทำการหมุน มีระดับแรงดัน 0 โวลท์ มีความ 400 มิลลิวินาที

ขั้นตอนของการหมุนเบอร์โทรศัพท์นี้ สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 3.14

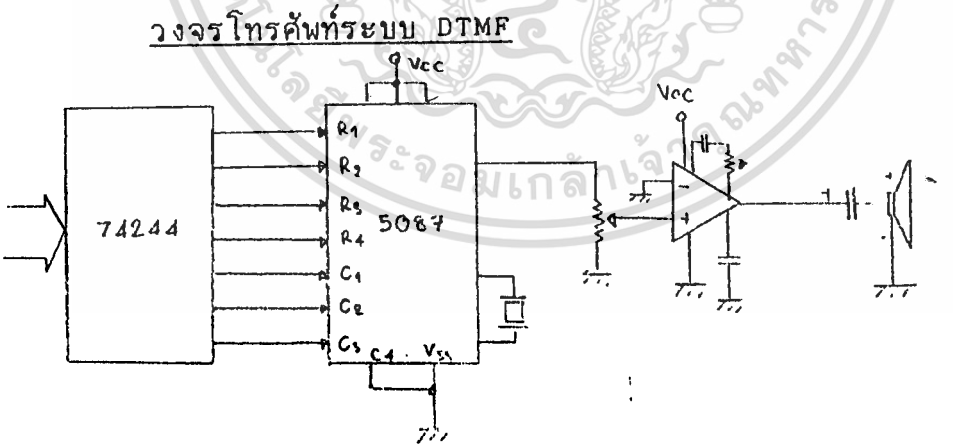


รูปที่ 3.14 แสดงขั้นตอนการหมุนเบอร์โทรศัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.15 แสดงการควบคุมสวิทช์รีเลย์ด้วย ไมโครโปรเซสเซอร์



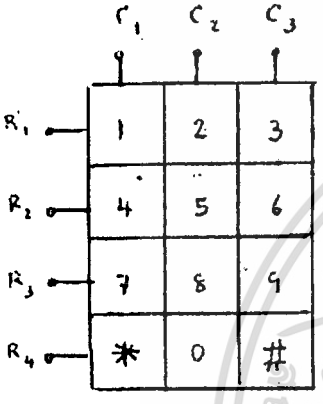
รูปที่ 3.16 แสดงวงจรสร้างความถี่ในระบบ DTMF

IC เบอร์ 5087 เป็น IC สร้างคู่ความถี่ในระบบ DTMF ซึ่งสามารถเลือกที่จะใช้อินพุท เป็นคีย์บอร์ด หรือ อินพุทจากไมโครโปรเซสเซอร์ได้ โดย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอาท์พุทของ IC เบอร์นี้จะไปผ่านส่วนขยายกำลัง LM 386 AUDIO AMP. เพื่อไปป้อนออกลำโพง

ในการที่ IC 5087 จะส่งเบอร์อะไรสักเบอร์ออกมา จะต้องมีการเซ็ต (SET) ที่แถวและหลักของอินพุทดังนี้ สมมุติต้องการส่งเบอร์ 1 ก็ให้แถวที่ 1 เป็น LOW แถวที่เหลือเป็น HIGH และหลักที่ 1 เป็น HIGH หลักที่เหลือเป็น LOW วิธีการส่งเบอร์อื่นก็ใช้หลักการเดียวกัน

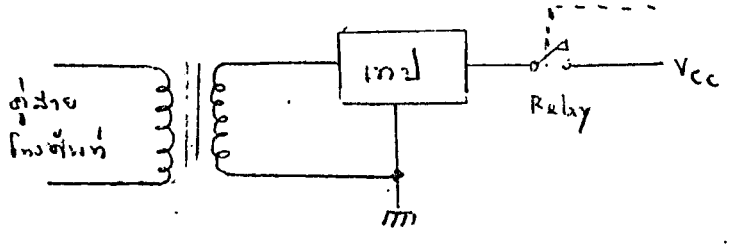


FREQ.	STANDARD DTMF	OUTPUT TONE	ERROR%
$f(R_1)$	697	701.3	0.062
$f(R_2)$	770	771.4	0.019
$f(R_3)$	852	858.2	0.061
$f(R_4)$	941	935.1	0.063

FREQ.	STANDARD DTMF	OUTPUT TONE	ERROR%
$f(C_1)$	1209	1215.2	0.052
$f(C_2)$	1336	1331.7	0.032
$f(C_3)$	1477	1471.9	0.035
$f(C_4)$	1633	1645	0.073

รูปที่ 3.17 แสดงคีย์บอร์ดโทรศัพท์และคู่ความถี่ของแต่ละเบอร์

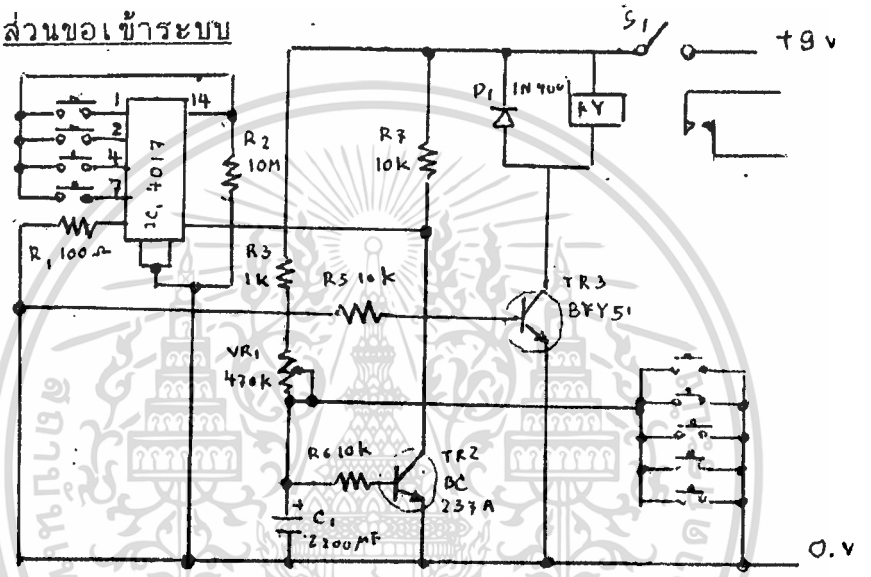
3.9.3 ส่วนเทปบันทึกเสียง



ส่วนนี้เราจะทำการอัดเสียงลงเทปไว้ก่อน แล้วจะควบคุมการเล่นกลับด้วยไมโครโปรเซสเซอร์โดย เมื่อต้องการจะให้เล่นเทป ไมโครโปรเซส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เซอร์จะสั่งตัดรีเลย์เข้ากับไฟเลี้ยง เทปก็จะทำงานได้ไปจนถึงช่วงเวลาหนึ่ง ที่ไมโครโปรเซสเซอร์จะสั่งให้ตัดรีเลย์ออกจากไฟเลี้ยง เทปก็จะไม่ทำงาน การเล่นเทปนี้เราจะเล่นผ่านหม้อแปลง LI 037 ออกไปยังคู่สายโทรศัพท์



ส่วนขอเข้าระบบนี้มีไว้เพื่อ ในขณะที่เปิดระบบให้ทำงานแล้ว เมื่อเจ้าของระบบต้องการจะเข้ามาในบ้าน จะต้องทำการหยุดระบบเสียก่อน โดยเราจะใช้อิเลคทรอนิคส์สวิทซ์ซึ่งตั้งหมายเลขไว้ 4 หมายเลข เมื่อกดหมายเลขถูกต้อง 4 ตัวตามลำดับ จะทำให้รีเลย์ตัดไฟเลี้ยงของระบบทั้งหมดระบบก็จะไม่ทำงาน

หมายเลขที่เราจะตั้งนี้จะใช้หมายเลขใดก็ได้ ส่วนหมายเลขที่เหลือจะเป็นคีย์สำหรับรีเซตระบบ สำหรับในที่นี้เราเลือกรหัสหมายเลข 0, 1, 2, 3 ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

ส่วนตัวส่งสัญญาณและตัวตรวจจับ

การทดลองในส่วนนี้ ใช้ตัวความต้านทางเป็นตัวส่งสัญญาณ และใช้ DIP SWITCH แทน สวิทช์ทั้งแบบสภาวะปกติเปิด และสภาวะปกติปิด ซึ่งใช้ผลเป็นที่พอใจ

ส่วนตัวรับสัญญาณ

ในการทดลองส่วนนี้ เราสามารถเลือกความเร็วในการกวาดรับสัญญาณในแต่ละจุดด้วยการปรับค่าความต้านทาง และค่าเก็บประจุที่ IC 555 ซึ่งเราเลือกค่าความถี่ที่ออกจาก 555 เป็น 240 Hz เพราะเป็นค่าที่เมื่อเกิดการเตือนภัยหลาย ๆ จุดพร้อมกันแล้วส่วนแสดงผลสามารถแสดงค่าตัวเลขตำแหน่งของตัวตรวจจับ ที่เปลี่ยนไปมา แล้วยังสามารถดูรู้เรื่อง ซึ่งถ้าให้ความเร็วในการกวาดรับมากเกินไป เวลาเกิดการเตือนภัยหลาย ๆ จุดพร้อมกัน อาจดูส่วนแสดงผลไม่รู้เรื่องก็ได้

ส่วนเปรียบเทียบสัญญาณ

เนื่องจากในการทดลองนี้ ไม่ได้ทดลองใช้สายสัญญาณที่มีความยาวมาก ๆ จึงได้ตั้งค่าอัตราขยายของ OP-AMP ไว้แค่นั้น แต่คิดว่าถ้าใช้สายสัญญาณยาว ๆ ก็เพิ่มอัตราขยายได้โดยไม่เป็นผลเสียต่อวงจร และในการทดลองครั้งแรกได้ใช้ส่วนขยายเป็นแบบ NON -INVERTING AMP แต่ปรากฏว่าให้เอาท์พุทออกมาไม่ดี มีสัญญาณรบกวนมาก จึงเปลี่ยนไปใช้ วงจรขยายแบบ INVERTING AMP. 2 ตัวต่ออนุกรมกัน ซึ่งจะให้รูปสัญญาณของเอาท์พุท ใกล้เคียงกับรูปสัญญาณของอินพุท

ส่วนเปรียบเทียบสัญญาณ เลือกใช้ IC COMPARATOR แทนที่ใช้ IC OP-AMP ธรรมดาเนื่องจากจะให้ความเที่ยงตรงของเอาท์พุทดีกว่า และเมื่อทำการตัดสายหรือช็อตสายสัญญาณ ส่วนนี้ก็สามารถทำงานได้อย่างถูกต้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนแสดงผล

ที่ตัว IC 7448 ซึ่งเป็นตัวแปลงรหัสที่ได้จาก IC 74377 D FLIP FLOP ให้เป็นรหัสที่สามารถป้อนเข้า LED 7 SEGMENTS ได้โดยตรงนั้น ถ้าไม่มีการเซ็ตสถานะเริ่มต้นให้ IC 7448 แล้ว เมื่อเปิดให้ระบบทำงาน ที่ 7 SEGMENTS อาจจะแสดงค่าเริ่มต้นอะไรก็ได้ค่าหนึ่งออกมา ทั้ง ๆ ที่ยังไม่มีการเตือนภัย ดังนั้นเมื่อเป็นการเซ็ตสถานะเริ่มต้นจึงตั้งขา 8 ซึ่งเป็นอินพุทของ D FLIP FLOP เป็น LOW และให้เอาท์พุทของ D FLIP FLOP นี้ผ่าน INVERTER ไปเข้าขา 4 ของ 7448

ส่วนโทรศัพท์

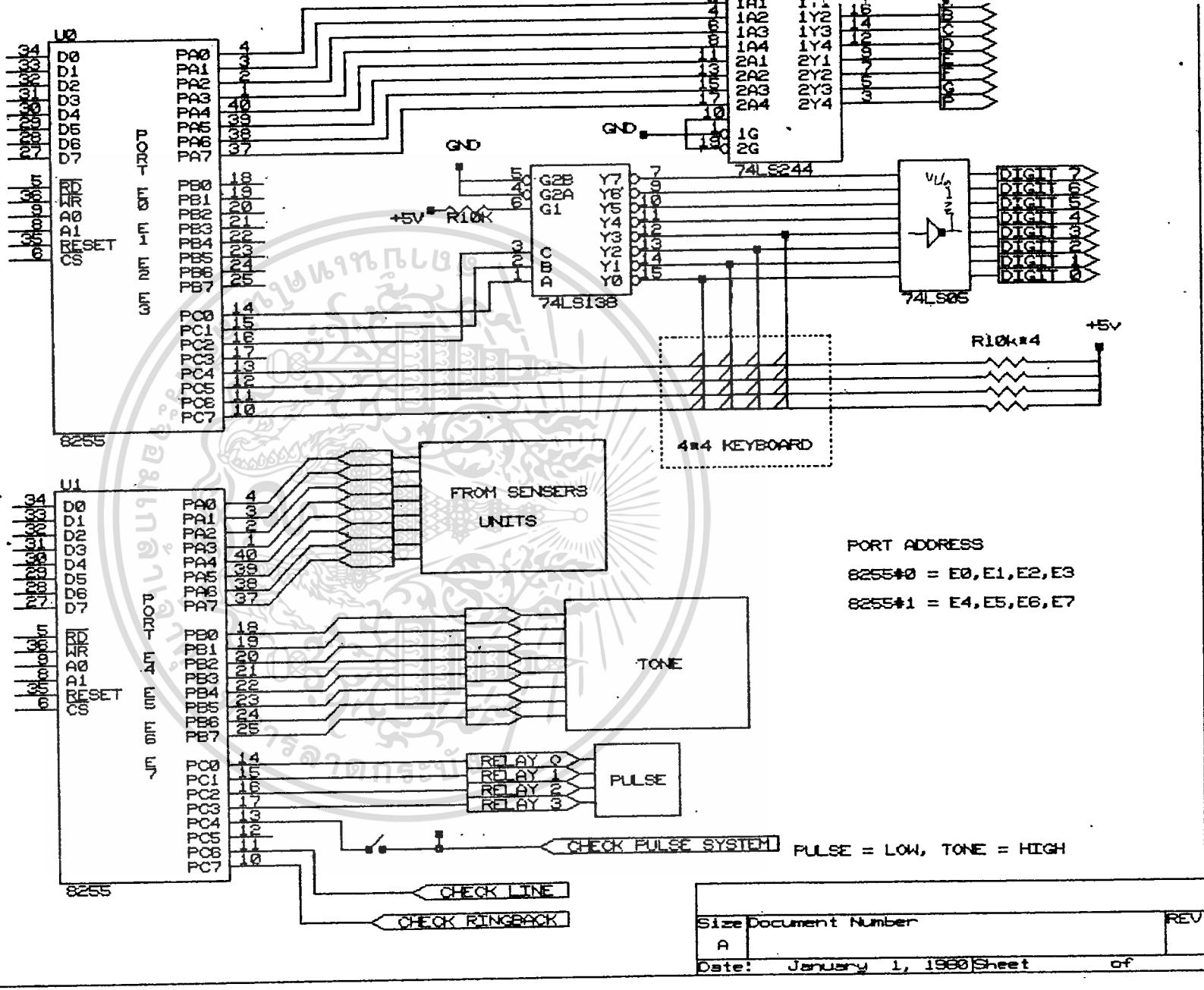
ในระบบพัลส์ ได้ทำการทดลองโทรสายภายในคณะ ให้ผลเป็นที่พอใจ คือ สามารถโทรได้ถูกเบอร์ ไม่ผิดพลาด

ในระบบ DTMF ไม่ได้ทดลองโทรออกผ่านคู่สายโทรศัพท์จริงเพียงแต่ให้แสดงผลการโทรออกผ่านลำโพง ซึ่งให้เสียงเหมือนการกดแป้นคีย์บอร์ดของโทรศัพท์จริง ดังนั้นจึงคิดว่า วงจรนี้น่าจะใช้ได้

ส่วนเช็คสัญญาณ

วงจรในส่วนนี้ ถ้าไม่ทำการต่อ BANDPASS FILTER และส่วน BUFFER แล้วจะทำความเสียหายให้แก่ IC LM 567 และอาจไม่ให้ผลที่เที่ยงตรง และยังอาจทำให้ชุมสายโทรศัพท์เสียได้ ในขั้นแรกของการทดลองได้นำเอาท์พุทที่ออกจาก LM 567 ไปให้โมโครโปรเซสเซอร์ทำการตรวจจับแยกความแตกต่างระหว่างสัญญาณว่าง และสัญญาณไม่ว่างแต่ปรากฏว่าไมโครโปรเซสเซอร์ตรวจจับได้ไม่แน่นอน จึงเพิ่มส่วน คอมพาราเตอร์ และ โมโนสเตเบิลเข้าไปเพื่อให้ได้เอาท์พุทที่ดีพอที่ไมโครโปรเซสเซอร์ตรวจจับได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้


U0
8255
PORT ADDRESS
825540 = E0,E1,E2,E3
825541 = E4,E5,E6,E7
74LS244
74LS138
74LS05
R10K
R10K*4
4*4 KEYBOARD
FROM SENSERS UNITS
TONE
PULSE
RELAY 0
RELAY 1
RELAY 2
RELAY 3
CHECK PULSE SYSTEM
CHECK LINE
CHECK RINGBACK
PULSE = LOW, TONE = HIGH
Size
A
Document Number
REV
Date: January 1, 1980
Sheet
of

บทที่ 5
สรุปและวิจารณ์

วงจรทั้งหมดที่ได้ออกแบบ และทดลองนั้น ได้ทำเพื่อสนองแนวความคิดของระบบแจ้งภัยอัตโนมัติ โดยสรุปได้เป็นข้อ ๆ ดังนี้

1. ส่วนตัวตรวจจับ ได้ใช้ตัวตรวจจับแบบสวิทช์ปิด-เปิด ธรรมดา ซึ่งมีหลักการทำงานคล้ายกับตัวตรวจจับแบบอื่น ๆ และผลการทดลองก็ให้ความน่าเชื่อถือสูง ถูกต้อง แม่นยำ สามารถเช็คการตัดสาย หรือการช็อตสายได้จริง แต่วงจรนี้มีข้อด้อยตรงที่ต้องมีการเดินสายสัญญาณ อาจทำให้เกะกะ

2. ส่วนโทรศัพท์ เนื่องจากขณะที่ทำการทดลองโครงงานนี้โทรศัพท์ไม่ค่อยมีให้ทดลอง จึงทำให้เกิดความล่าช้ามาก การทดลองในส่วน DTMF จึงมิได้โทรออกในคู่สายจริง และในส่วนเช็คสัญญาณว่าง หรือไม่ว่างนั้นควรใช้แบนด์พาสฟิลเตอร์ด้วย เพราะจะทำให้เอาท์พุทมีความแม่นยำดีกว่า

3. ส่วนไมโครโปรเซสเซอร์ ในการทดลองครั้งนี้ได้ใช้ซิงเกิลบอร์ด z 80 ซึ่งมีปัญหามากเนื่องจากเครื่องมักจะรวนบ่อย ๆ

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์เรื่องนี้สำเร็จได้ด้วยดี ก็ด้วยคำแนะนำต่างๆของอาจารย์ ขนิษฐา แซ่ตั้ง ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาของผู้ทำวิทยาพนธ์นี้ จึงขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ ขนิษฐา แซ่ตั้ง เป็นอย่างสูง และขอขอบคุณเพื่อน ๆ ทุกคนที่มีส่วนช่วยเหลือในการทำวิทยานิพนธ์นี้

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

1. ชูชัย, ดนัย, ทินกร, ธงชัย, ธานินทร์ "การใช้งาน Z-80", พิสิกส์เซนเตอร์การพิมพ์, 284 หน้า, ไม่ระบุปีการพิมพ์
2. คู่มือ/เทียบเบอร์, "ไอซี TTL",ซีเอ็ดยูเคชั่น, 400 หน้า, 2531
3. Rodnay Zaks, "Programming the Z-80", ZYBEX, 624 p., 1980
4. Handbook, "Linear Databook, National Semiconductor Inc., U.S.A., 1984
5. Microprocessor, " MPF-1 User's manual", Multitecth Industrial Corp., Taiwan R.O.C., 1981

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

National Semiconductor

LM567/LM567C Tone Decoder

General Description

The LM567 and LM567C are general purpose tone decoders designed to provide a saturated transistor switch to ground when an input signal is present within the passband. The circuit consists of an I and Q detector driven by a voltage controlled oscillator which determines the center frequency of the decoder. External components are used to independently set center frequency, bandwidth and output delay.

Features

- 20 to 1 frequency range with an external resistor
- Logic compatible output with 100 mA current sinking capability
- Bandwidth adjustable from 0 to 14%
- High rejection of out of band signals and noise
- Immunity to false signals
- Highly stable center frequency
- Center frequency adjustable from 0.01 Hz to 500 kHz

Applications

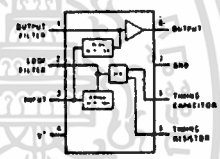
- Touch tone decoding
- Precision oscillator
- Frequency monitoring and control
- Wide band FSK demodulation
- Ultrasonic controls
- Carrier current remote controls
- Communications paging decoders

Schematic and Connection Diagrams

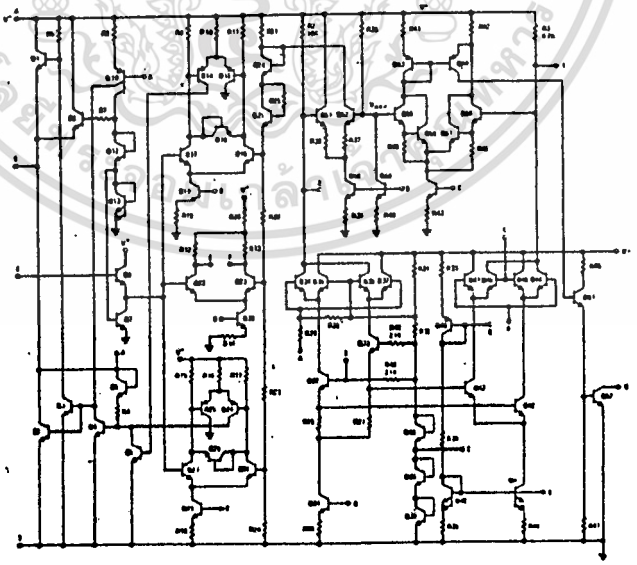
Metal Can Package

Order Number LM567H or LM567CH
See NS Package H08C

Dual-In-Line Package



Order Number LM567CN
See NS Package N08B



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Absolute Maximum Ratings

Supply Voltage Pin	10V
Power Dissipation (Note 1)	300 mW
V_8	15V
V_3	−10V
V_3	V_8 + 0.5V
Storage Temperature Range	−65°C to +150°C

Electrical Characteristics (AC Test Circuit, T_A = 25°C, V_C = 5V)

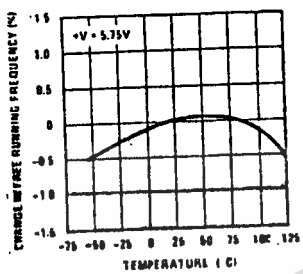
PARAMETERS	CONDITIONS	LM567			LM567C/LM567CN			UNITS
		MIN	TYP	MAX	MIN	TYP	MAX	
Power Supply Voltage Range		4.75	5.0	9.0	4.75	5.0	9.0	V
Power Supply Current	R_L = 20k							
Quiescent			8	8		7	10	mA
Power Supply Current	R_L = 20k							
Activated			11	13		12	15	mA
Input Resistance		18	20	22	15	20	25	kΩ
Smallest Detectable Input Voltage	I_L = 100 mA, $f_i = f_o$		20	25		20	25	mVrms
Largest No Output Input Voltage	I_C = 100 mA, $f_i = f_o$	10	15		10	15		mVrms
Largest Simultaneous Outband Signal to Inband Signal Ratio			6			6		dB
Minimum Input Signal to Wideband Noise Ratio	B_n = 140 kHz		−6			−6		dB
Largest Detection Bandwidth		12	14	16	10	14	18	% of f_o
Largest Detection Bandwidth Skew			1	2		2	3	% of f_o
Largest Detection Bandwidth Variation with Temperature			±0.1	0.25		±0.1	0.5	%/°C
Largest Detection Bandwidth Variation over Supply Voltage	4.75V – 6.75V		±1	±2		±1	±5	%V
Highest Center Frequency		100	500		100	500		kHz
Center Frequency Stability	$0 < T_A < 70$		35 ± 60			35 ± 60		ppm/°C
	$-55 < T_A < +125$		35 ± 140			35 ± 140		ppm/°C
Center Frequency Shift with Supply Voltage	4.75V – 6.75V		0.5	1.0		0.4	2.0	%/V
Fastest ON-OFF Cycling Rate			f_o/20			f_o/20		
Output Leakage Current	V_8 = 15V		0.01	25		0.01	25	μA
Output Saturation Voltage	e_i = 25 mV, I_8 = 30 mA		0.2	0.4		0.2	0.4	V
	e_i = 25 mV, I_8 = 100 mA		0.6	1.0		0.6	1.0	
Output Fall Time			30			30		ns
Output Rise Time			150			150		ns

Note 1: The maximum junction temperature of the LM567 is 150°C, while that of the LM567C and LM567CN is 100°C. For operating at elevated temperatures, devices in the TO-5 package must be derated based on a thermal resistance of 150°C/W, junction to ambient or 45°C/W, junction to case. For the DIP the device must be derated based on a thermal resistance of 187°C/W, junction to ambient.

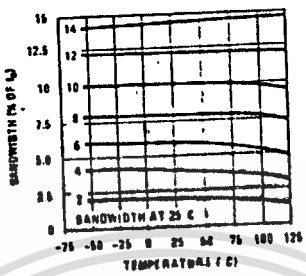
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Typical Performance Characteristics

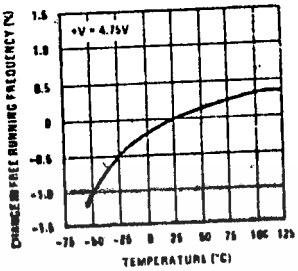
Typical Frequency Drift with Temperature (Mean and S.D.)



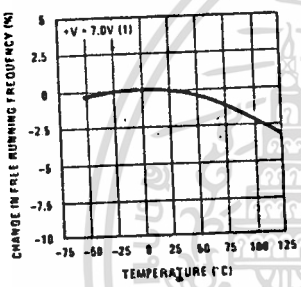
Typical Bandwidth Variation with Temperature



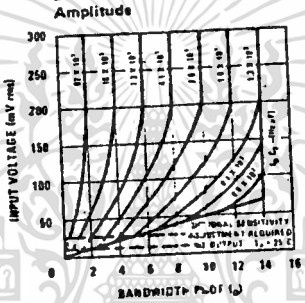
Typical Frequency Drift with (Mean and S.D.) Temperature



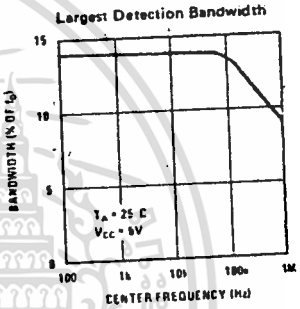
Typical Frequency Drift with Temperature (Mean and S.D.)



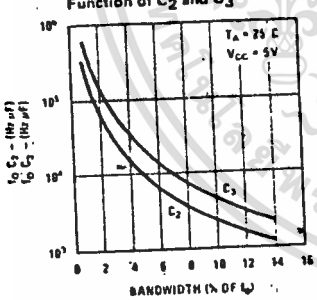
Bandwidth vs Input Signal Amplitude



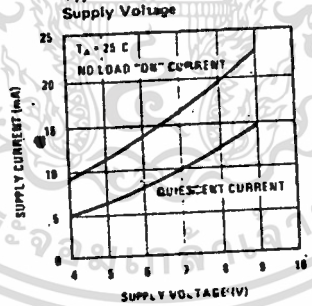
Largest Detection Bandwidth



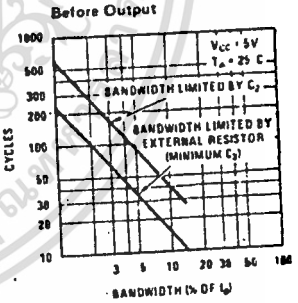
Detection Bandwidth as a Function of C_2 and C_3



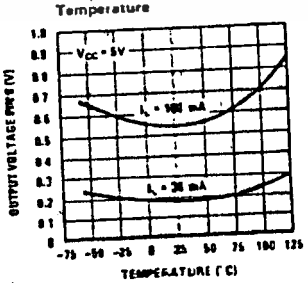
Typical Supply Current vs Supply Voltage



Greatest Number of Cycles Before Output



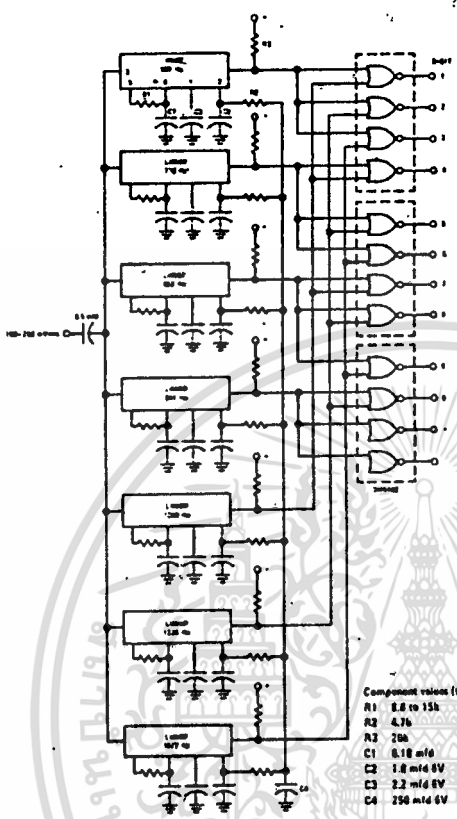
Typical Output Voltage vs Temperature



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

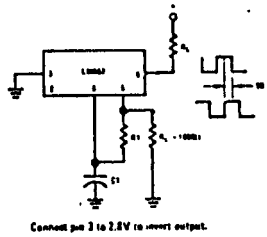
Typical Applications

Touch-Tone Decoder



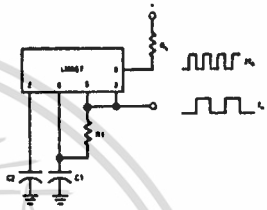
Component values (typ)
R1 8.8 to 15k
R2 4.7k
R3 20k
C1 0.1 μfd
C2 1.0 mfd 6V
C3 2.2 mfd 6V
C4 250 mfd 6V

Oscillator with Quadrature Output

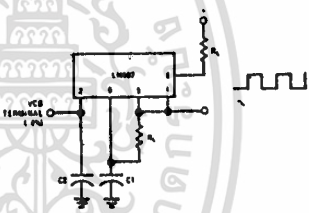


Connect pin 3 to 2.6V to invert output.

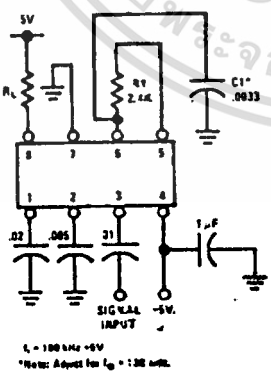
Oscillator with Double Frequency Output



Precision Oscillator Drive 100 mA Loads



AC Test Circuit



Applications Information

The center frequency of the tone decoder is equal to the free running frequency of the VCO. This is given by

$$f_o \cong \frac{1}{1.1R_1C_1}$$

The bandwidth of the filter may be found from the approximation

$$BW = 1070\sqrt{\frac{V_i}{f_o C_2}} \quad \text{in \% of } f_o$$

Where:

V_i = Input voltage (volts rms), $V_i \leq 200$ mV

C_2 = Capacitance at Pin 2 (μF)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SCL4051B, SCL4052B SCL4053B

CMOS ANALOG MULTIPLEXERS /DEMULTIPLEXERS

FEATURES

- Wide Range of Digital and Analog Signal Levels: Digital-3 to 15V, Analog-to $15V_{p-p}$
- Low ON-Resistance: 80Ω (typ.) over entire $15V_{p-p}$ Signal-Input Range for V_{DD}-V_{EE} = 15V
- High OFF-Resistance: Input Leakage ± 10pA (typ) @ V_{DD}-V_{EE} = 10V
- Logic-Level Conversion for Digital Addressing Signals of 3 to 15V (V_{DD}-V_{SS}= 3V to 15V) to Switch Analog Signals to $15V_{p-p}$ (V_{DD}-V_{EE} = 15V)
- Matched Switch Characteristics: ΔR_{ON} = 5Ω (typ.) for V_{DD}-V_{EE} = 18V
- Very Low Quiescent Power Dissipation under all Digital Control Input and Supply Conditions: 1μW typ. @ V_{DD}-V_{SS} = V_{DD}-V_{EE} = 10V
- Binary Address Decoding on Chip

DESCRIPTION

The SCL4051B, SCL4052B, and SCL4053B are Digitally-Controlled Analog Switches having low ON-impedance and very low OFF leakage current. Control of analog signals up to $15V_{p-p}$ can be achieved by digital signal amplitudes of 3 to 15V. For example, if V_{DD} = +5V, V_{SS} = 0V, and V_{EE} = -5V, analog signals from -5V to +5V can be controlled by digital inputs of 0 to 5V. The multiplexer circuits dissipate extremely low quiescent power over the full V_{DD} - V_{SS} and V_{DD} - V_{EE} supply-voltage ranges, independent of the logic state of the control signals. When a logic "1" is present at the Inhibit input terminal all channels are OFF.

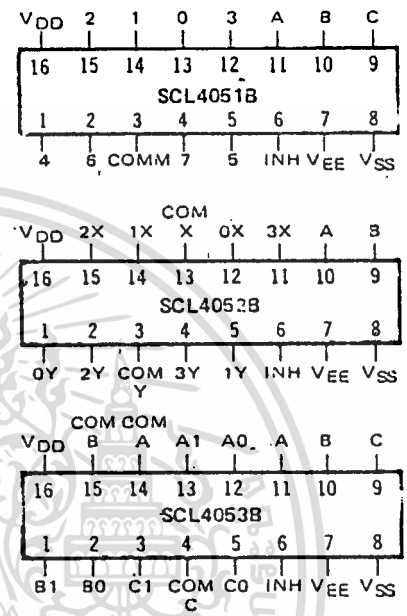
SCL4051B is a Single 8-Channel Multiplexer having three binary Control inputs, A, B, and C, and an Inhibit input. The three binary signals select 1 of 8 channels to be turned ON and connect the input to the output.

SCL4052B is a Differential 4-Channel Multiplexer having two binary Control inputs, A and B, and an Inhibit input. The two binary input signals select 1 of 4 pairs of channels to be turned on and connect the differential analog inputs to the differential outputs.

SCL4053B is a Triple 4-Channel Multiplexer having three separate digital Control inputs, A, B, and C and an Inhibit input. Each control input selects one of a pair of channels which are connected in a single-pole double-throw configuration.

When the devices are used as demultiplexers, the "CHANNEL IN/OUT" terminals are the outputs and the "COMMON OUT/IN" terminal(s) is (are) the input(s).

CONNECTION DIAGRAMS
(all packages)



Add suffix for package:

C	16-pin Cerdip
D	16-pin Ceramic
E	16-pin Epoxy
F	16-pin Flat
H	Chip

RECOMMENDED OPERATING CONDITIONS

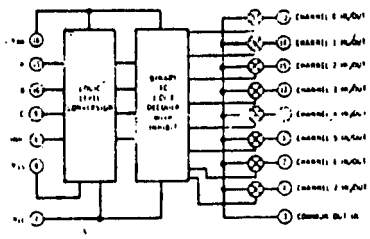
For maximum reliability:

DC Supply Voltage	V_{DD} - V_{SS}	3 to 15	Vdc
	V_{DD} - V_{EE}	3 to 15	Vdc
Operating Temperature	T_A		
C, D, F, H Device		-55 to +125	°C
E Device		-40 to +85	°C

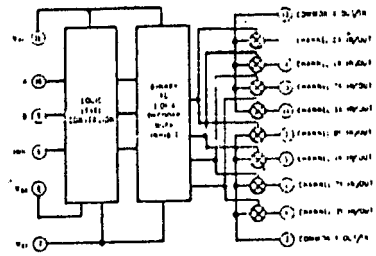
NOTE: There are no restrictions on the relative magnitudes of V_{SS} and V_{EE}, providing Absolute Maximum Ratings are observed.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

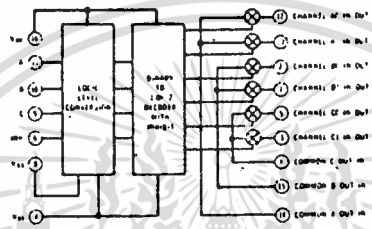
LOGIC DIAGRAMS



SCL4051B
Single 8-Channel Multiplexer



SCL4052B
Differential 4-Channel Multiplexer



SCL4053B
Triple 2-Channel Multiplexer

TRUTH TABLE

INPUT STATES				"ON" CHANNELS		
INHIBIT	C	B	A	4051	4052	4053
0	0	0	0	0	Ox, Oy	cx, bx, ax
0	0	0	1	1	1x, 1y	cx, bx, ay
0	0	1	0	2	2x, 2y	cx, by, ax
0	0	1	1	3	3x, 3y	cx, by, ay
0	1	0	0	4		cy, bx, ax
0	1	0	1	5		cy, bx, ay
0	1	1	0	6		cy, by, ax
0	1	1	1	7		cy, by, ay
1	*	*	*	NONE	NONE	NONE

* = Don't care

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ELECTRICAL CHARACTERISTICS

STATIC CHARACTERISTICS [1,3]

PARAMETER		CONDITIONS	V_{SS} (Vdc)	V_{DD} (Vdc)	V_{EE} (Vdc)	T_{LOW} [2] Min.	T_{LOW} [2] Max.	+25°C Min.	+25°C Typ.	+25°C Max.	T_{HIGH} [2] Min.	T_{HIGH} [2] Max.	Units
QUIESCENT DEVICE CURRENT	I_{DD}	$V_{IN}=V_{SS}$ or V_{DD} All valid input combinations	0	+5	0	–	5	–	0.05	5	–	150	μAdc
			0	+10	0	–	10	–	0.1	10	–	300	
				+5	-5								
			0	+15	0	–	20	–	0.2	20	–	600	
				+7.5	-7.5								
MINIMUM INPUT HIGH VOLTAGE (Control and Inhibit Inputs)	V_{IN}	$V_o=V_{EE}$ $V_{os}=V_{DD}$ $I_{os}=10\mu A$	0	5	0	–	3.5	–	2.75	3.5	–	3.5	Vdc
			0	10	0	–	7.0	–	5.5	7.0	–	7.0	
			0	15	0	–	11.0	–	8.25	11.0	–	11.0	
MAXIMUM INPUT LOW VOLTAGE (Control and Inhibit Inputs)	V_{IL}	$V_o=V_{EE}$ $V_{os}=V_{DD}$ $I_{os}=10\mu A$	0	5	0	1.5	–	1.5	2.25	–	1.5	–	Vdc
			0	10	0	3.0	–	3.0	4.5	–	3.0	–	
			0	15	0	4.0	–	4.0	6.75	–	4.0	–	
SWITCH INPUT/ OUTPUT LEAKAGE Any channel OFF	I_{OFF}	$V_{IN}=V_{SS}$ or V_{DD} $V_o=\pm7.5$Vdc	0	+7.5	-7.5	–	±100	–	±0.01	±100	–	±500	nAdc
All channels OFF	I_{OFF}	Inh = 7.5Vdc $V_o=\pm7.5$Vdc SCL4051B	0	±7.5	-7.5	–	±400	–	±0.08	±400	–	±1000	nAdc
		SCL4052B				–	±200	–	±0.04	±200	–	±1000	
		SCL4053B				–	±100	–	±0.02	±100	–	±1000	
ON-RESISTANCE C, D, F, H device	R_{ON}	$V_{IN}=V_{SS}$ or V_{DD} $V_{EE}\leq V_o\leq V_{DD}$ $R_L=10k\Omega$	-7.5	+7.5	-7.5	–	220	–	125	280	–	400	Ω
			-5	+5	-5	–	310	–	180	400	–	580	Ω
			0	+10	0								
			-2.5	+2.5	-2.5	–	2000	–	470	2500	–	3500	Ω
			0	+5	0								
E device	R_{ON}	$V_{IN}=V_{SS}$ or V_{DD} $V_{EE}\leq V_o\leq V_{DD}$ $R_L=10k\Omega$	-7.5	+7.5	-7.5	–	230	–	125	280	–	360	Ω
			0	+15	0								
			-5	+5	-5	–	330	–	180	400	–	520	Ω
			0	+10	0								
			-2.5	+2.5	-2.5	–	2100	–	470	2500	–	3200	Ω
			0	+5	0								
ON-RESISTANCE MATCH (Same Package)	ΔR_{ON}	$V_{IN}=V_{SS}$ or V_{DD} $V_{EE}\leq V_o\leq V_{DD}$ $R_L=10k\Omega$	-7.5	+7.5	-7.5	–	–	–	5	–	–	–	Ω
			0	+15	0								
			-5	+10	-5	–	–	–	10	–	–	–	Ω
			0	+10	0								
			-2.5	+2.5	-2.5	–	–	–	50	–	–	–	Ω
			0	+5	0								

NOTES: [1] Remaining Static Electrical Characteristics are listed under "SCL4000B Series Family Specifications"

[2] T_{LOW} = -55°C for C, D, F, H device.
= -40°C for E device.
T_{HIGH} = +125°C for C, D, F, H device.
= + 85°C for E device.

[3] These devices have been designed for balanced output drive current specifications. Consult Family Specifications.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

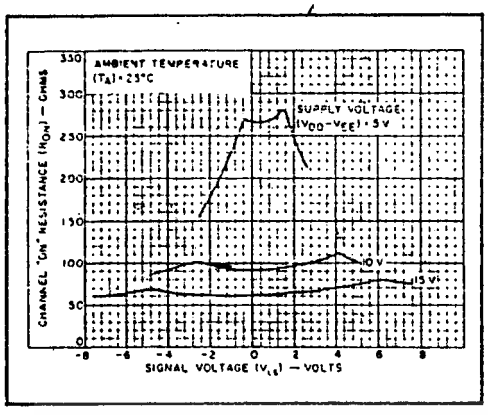
ELECTRICAL CHARACTERISTICS (Continued)

DYNAMIC CHARACTERISTICS (C_L = 50pF, T_A = 25°C)

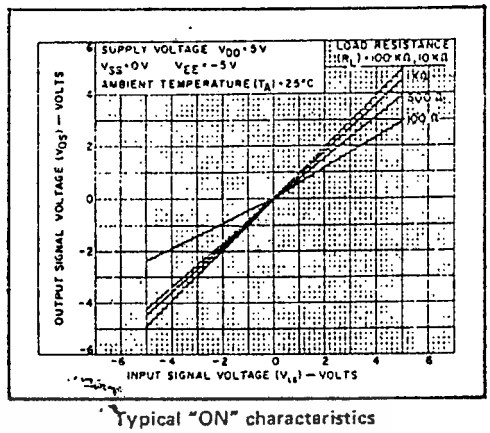
PARAMETER		CONDITIONS	V_{SS} (Vdc)	V_{DD} (Vdc)	V_{EE} (Vdc)	Min.	Typ.	Max.	Units
SIGNAL INPUTS (V_{is}) AND OUTPUTS (V_{os})									
PROPAGATION DELAY TIME Signal Input to Signal Output	t_{PLH} t_{PHL}	Inh = V_{SS} V_{IN} = V_{SS} or V_{DD} V_{is} = Square Wave R_L = 10kΩ	0 0 0	5 10 15	0 0 0	– – –	30 15 12.5	60 30 25	ns
BANDWIDTH (-3dB) (Sine Wave)	BW	Inh = V_{SS} R_L V_{IN} = V_{SS} 1kΩ or V_{DD} 10kΩ V_{is}=5V_{p-p} 100kΩ centered 1MΩ @ 0.0Vdc	0	+5	-5	– – – –	54 40 38 37	– – – –	MHz
INSERTION LOSS (= 20 $\log_{10} \frac{V_{os}}{V_{is}}$)		Inh = V_{SS} R_L V_{IN}=V_{SS} 1kΩ or V_{DD} 10kΩ V_{is}=5V_{p-p} 100kΩ centered 1MΩ @ 0.0Vdc	0	+5	-5	– – – –	2.3 0.2 0.1 0.05	– – – –	dB
SIGNAL DISTORTION (Sine Wave)		Inh = V_{SS} V_{IN} = V_{SS} or V_{DD} V_{is} = 5V_{p-p} centered @ 0.0Vdc f_{is} = 1.0kHz R_L = 10kΩ	-7.5 -5 -2.5	+7.5 +5 +2.5	-7.5 -5 -2.5	– – –	0.1 0.2 1.0	– – –	%
FEEDTHROUGH (-40dB)		Inh = V_{SS} R_L V_{IN}=V_{SS} 1kΩ or V_{DD} 10kΩ V_{is}=5V_{p-p} 100kΩ centered 1MΩ @0.0Vdc	0	+5	-5	– – – –	1250 140 18 2	– – – –	kHz
CROSSTALK (-40dB) Between two switches		Inh = V_{SS} V_{IN}= V_{SS} or V_{DD} V_{is}= 5V_{p-p} centered @ 0.0Vdc R_L = 1.0kΩ	0	+5	-5	–	1.0	–	MHz
CAPACITANCE Input	C_{is}	Inh = V_{DD}	0	+5	-5	–	5	–	pF
Common	C_{os}	SCL4051B SCL4052B SCL4053B	0	+5	-5	– – –	30 18 10	– – –	pF
Feedthrough	C_{ios}		0	+5	-5	–	0.2	–	pF
CONTROL INPUTS									
PROPAGATION DELAY TIME[1] Turn on	t_{PLH} t_{PHL}	Inh = V_{SS} V_{EE}≤V_{is}≤V_{DD} R_L = 10kΩ	0 0 0 0 -2.5 0	+7.5 +15 +5 +10 +2.5 +5	-7.5 0 -5 0 -2.5 0	– – – – – –	160 120 225 160 400 360	320 240 450 320 800 720	ns
INHIBIT INPUT									
PROPAGATION DELAY TIME Turn on	t_{PLH} t_{PHL}	V_{IN}=V_{SS} or V_{DD} V_{is} = V_{DD} R_L = 10kΩ	0 0 0 0 -2.5 0	+7.5 +15 +5 +10 +2.5 +5	-7.5 0 -5 0 -2.5 0	– – – – – –	160 120 200 160 400 360	320 240 400 320 800 720	ns
INHIBIT RECOVERY TIME[2]	t_{rel}	V_{IN}=V_{SS} or V_{DD} V_{EE} ≤ V_{is} ≤ V_{DD} R_L = 10kΩ	0 0 0 0 -2.5 0	+7.5 +15 +5 +10 +2.5 +5	-7.5 0 -5 0 -2.5 0	– – – – – –	150 80 200 100 300 225	300 160 400 200 600 450	ns

Notes: [1] Channel Overlap time – interval following change of control input during which two channels may be ON simultaneously.
[2] Interval following removal of Inhibit during which channel information is invalid.

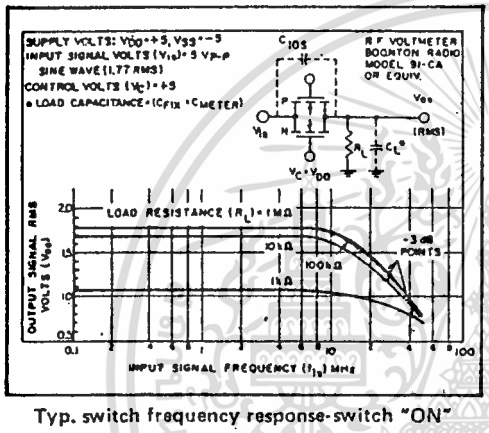
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



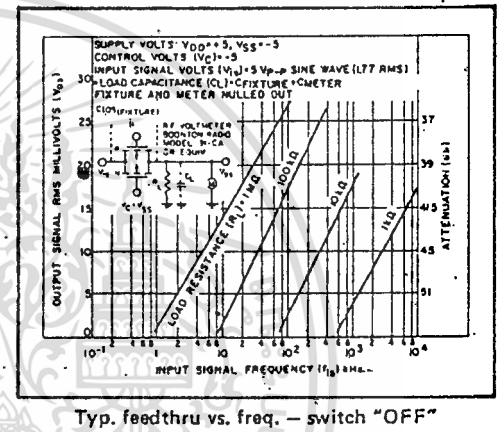
Typical Channel "ON" resistance vs. signal voltage



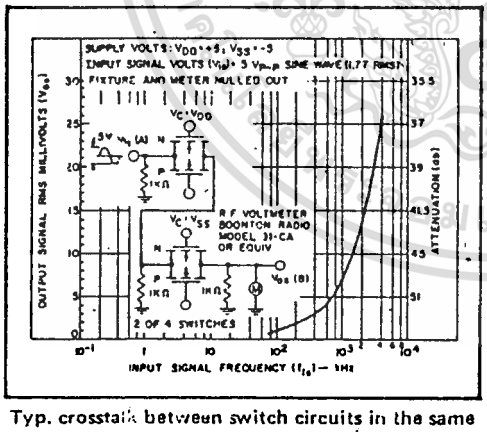
Typical "ON" characteristics



Typ. switch frequency response-switch "ON"

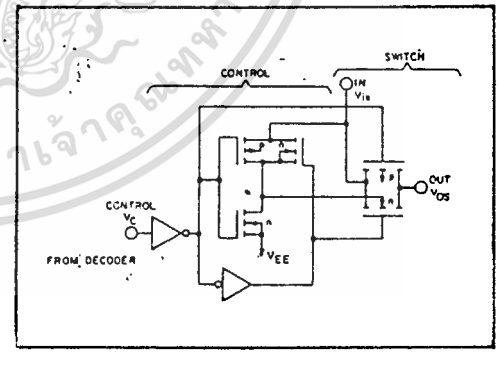


Typ. feedthru vs. freq. — switch "OFF"



Typ. crosstalk between switch circuits in the same package

SCHEMATIC DIAGRAM
OF ONE SWITCH



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

atures

- Wide-supply voltage range: 3.0 to 10.0 Volts
- Minimal standby power requirement
- Use of inexpensive television color-burst crystal (3.579545 MHz) to provide highly accurate and stable tones
- Electronic or microprocessor dialling interface capability
- Minimum external parts required
- Total Harmonic Distortion complies with industry standards
- On-chip auxiliary functions for switching
- Dual-tone and single-tone capability
- Single-tone or no tone selection by means of the multiple key entry pin
- Device power derived directly from the telephone lines or small batteries (e.g., 9 Volts) due to CMOS low power circuitry.
- PEP 3 processing available
- Designed to be interchangeable with Mostek MK5087

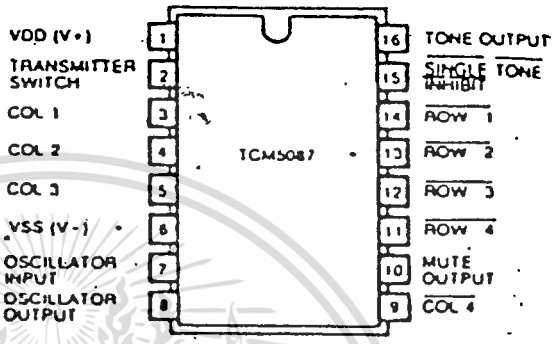


FIGURE 1 - PIN CONFIGURATION

al description

e TCM5087 is specifically designed for the dual-tone telephone dialling system. It is a monolithic integrated circuit using CMOS technology. In addition to wide supply voltage operation, the Tone Encoder provides regulated output, single contact static keyboard inputs, opposite polarity logic outputs as well as a single tone inhibit pin.

n inexpensive TV crystal is used to generate eight different audio sinusoidal frequencies. The tones suitable for dual-tone multi-frequency (DTMF) telephone dialling are digitally synthesized on the chip.

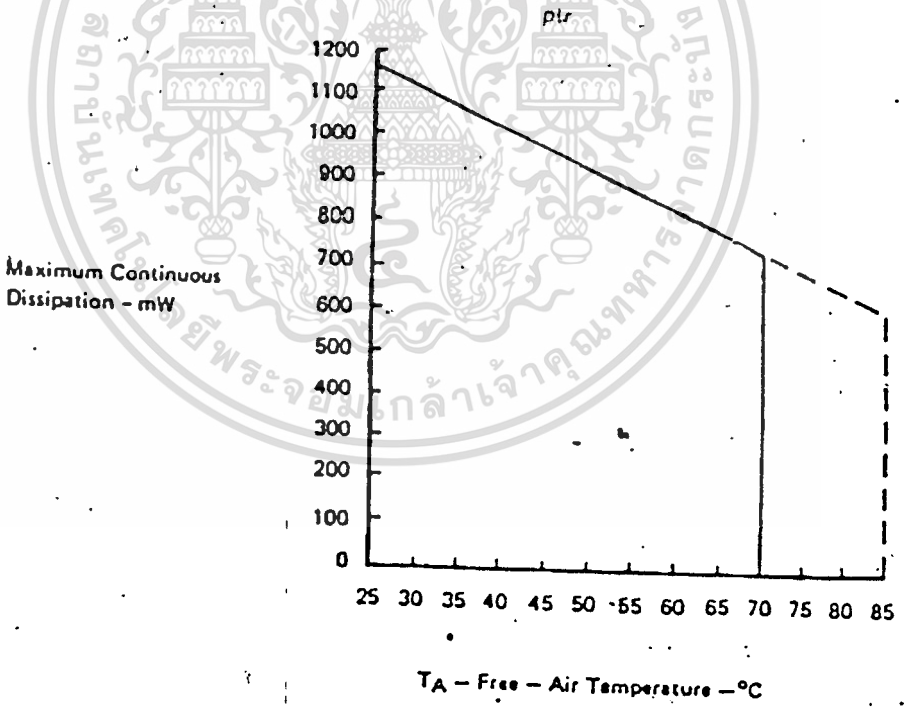
e conventional R-2R ladder network is used to provide on-chip digital to analog conversion. The current-voltage transformation for D-to-A converter is accomplished by the same operational amplifier which sums up the "low-group" and "high-group" signals. The waveforms generated in this manner have very low Total Harmonic Distortion. Moreover, the frequency stability of this Tone Encoder complies with standard DTMF specifications without need for any frequency adjustments.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

absolute maximum ratings[3]

Supply voltage V_{DD}	+10.5 V
Pin voltage relative to V_{DD}	+0.3 V
Pin voltage relative to V_{SS}	−0.3 V
Maximum package power capability	1150 mW at 25°C
Operating ambient temperature[2]	−40°C to +85°C
Storage ambient temperature	−65°C to +150°C

FIGURE 2 – DERATING CURVE[1]



NOTES :

1 Derating curve assumes the ambient environment is still air, that no heat sink is used, and that the junction tempe not exceed 150°C.

2 DC operation range −30°C < T_A < 70°C

3 Damage may result if the device is operated above absolute maximum ratings.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

MM5087 electrical characteristics from 0°C to +70°C unless otherwise noted

PARAMETER/CONDITIONS	SYMBOL	MIN.	TYP.	MAX.	UNITS	COMMENTS
Voltage Supply	V_{DD}	3.0		10.0	V	1
Operating current (in keyboard entry):						
V_{DD} = 2.7 V, pin 6	I_{OP}		1.0	2.0	mA	4, 6, 7
V_{DD} = 10.0 V, pin 6	I_{OP}		5.0	10.0	mA	4, 6, 7
Inputs:						
Columns = on = : input high or col.-to-row resistance		.7V_{DD}		V_{DD}	V	1
				1	kOhms	
Columns = off = : input low		0.0		.1V_{DD}	V	1
Rows = on = : input low or row-to-col. resistance		0.0		.3V_{DD}	V	1
				1	kOhms	
Rows = off = : input high		.9V_{DD}		V_{DD}	V	1
Single tone inhibit:						
inactive (input high)	V_{IH}	.7V_{DD}		V_{DD}	V	1
active (input low)	V_{IL}	0.0		.3V_{DD}	V	1
Output voltage:						
Row Tone (@ R_L = 1 kΩ		317	400	504	mV_{RMS}	1, 2, 3
Column Tone (@ R_L = 1 kΩ		396	500	630	mV_{RMS}	1, 2, 3
V_{DD} = 3.5 V to 10.0 V						
Tone output; external load-impedance:						
V_{DD} = 3.5 V_{DC}	R_L	620			Ohms	
V_{DD} = 10.0 V_{DC}	R_L	330			Ohms	
Output voltage Transmitter Switch (in no keyboard entry):						
V_{DD} = 3.0 V, I_{OHT} = -.15mA	V_{OHT}	1.5			V	
V_{DD} = 10.0 V, I_{OHT} = -.50 mA	V_{OHT}	8.5			V	
Transmitter Switch (in keyboard entry:						
V_{DD} = 10.0 V	I_{LEAKT}		1	10.0	μA	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TCM5087 electrical characteristics (cont'd)

PARAMETER/CONDITIONS	SYMBOL	MIN.	TYP.	MAX.	UNITS	COMMENTS
Mute output @ no keyboard entry V_{DD} 3.5 V, V_{OL} 0.5 V V_{DD} 10.0 V, V_{OL} 0.5 V	I_{OL} I_{OL}	.05 1.0	2.0 4.0		mA mA	
Mute output @ keyboard entry V_{DD} 3.5 V, V_{OH} 3.0 V V_{DD} 10.0 V, V_{OH} 9.5 V	I_{OH} I_{OH}	0.5 1.0	2.0 4.0		mA mA	
Standby current @ no keyboard entry V_{DD} = 3.5 V, pin 6 V_{DD} = 10.0 V, pin 6	I_{SB} I_{SB}		.25 .5	100 200	— μA μA	 4, 5 4, 5
Input resistance Single tone inhibit	R_{IN}	20		100	kOhms	2
Tone output @ no keyboard entry				−80	dBm	
Tone output rise time	t_{RISE}		3.0	5.0	msec	7, 9
Pre-emphasis		1.0	2.0	3.0	dB	
Output distortion V_{DD} = 4.0 V to 10.0 V				−20	dB	8,10

Comments :

1 Voltages referenced to V_{SS}

2 Ambient temperature T_A = 25°

3 True RMS measurements

4 All outputs unloaded

5 Current out of pin 6 @ no key depressed

6 Current out of pin 6 @ one key depressed

7 Crystal parameters are the following :
F=3.579545 MHz ±.02 %, R_S < 100 ohms, C_L=18 pF, C_M=0.02 pF, and L_M=96 mH

8 Any column plus any row ; R_L=600Ω for $V_{DD} \leq 4$ V, and R_L=320Ω for $V_{DD} > 4$ V.

9 Time required for a valid key stroke with no bounce to cause the wave to travel from minimum to 90 % of the final value of either frequency.

10 Distortion measurements are in terms of the total out-of-band power relative to the total column and row fundamental power.

11 Resistance connecting one or more rows to one or more columns.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

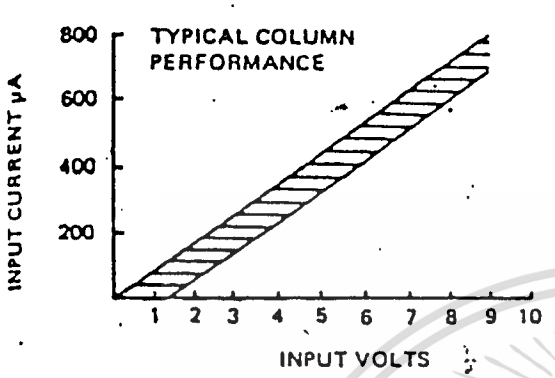


FIGURE 3A : TYPICAL INPUT OPERATING CONDITIONS FOR PINS 3, 4, 5, AND 9 WITH VOLTAGE REFERENCE V_{ss} (@ 25°C.

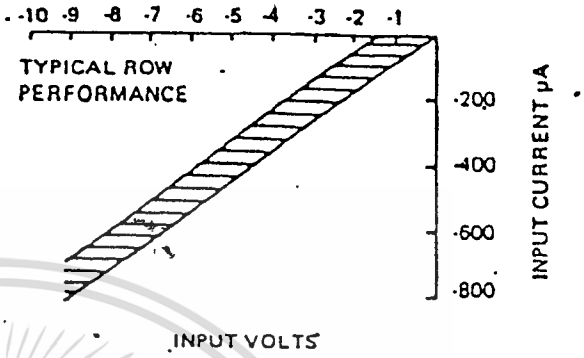


FIGURE 3B : TYPICAL INPUT OPERATING CONDITIONS FOR PINS 11, 12, 13, & 14 WITH VOLTAGE REFERENCE V_{DD} (@ 25°C.

design specification

Two voice frequency signals are linearly added to create the dual-tone signal. One voice frequency is selected from a " low-group " and the other from a " high-group " of frequencies. The " low-group " consists of four frequencies 697, 770, 852, and 941 Hertz. The " high-group " consists of four frequencies 1209, 1336, 1477 and 1633 Hertz. The number entry is accomplished by a keyboard arranged in a row, column format. In order to select one appropriate row and one appropriate column, a push button corresponding to a digit is pushed.

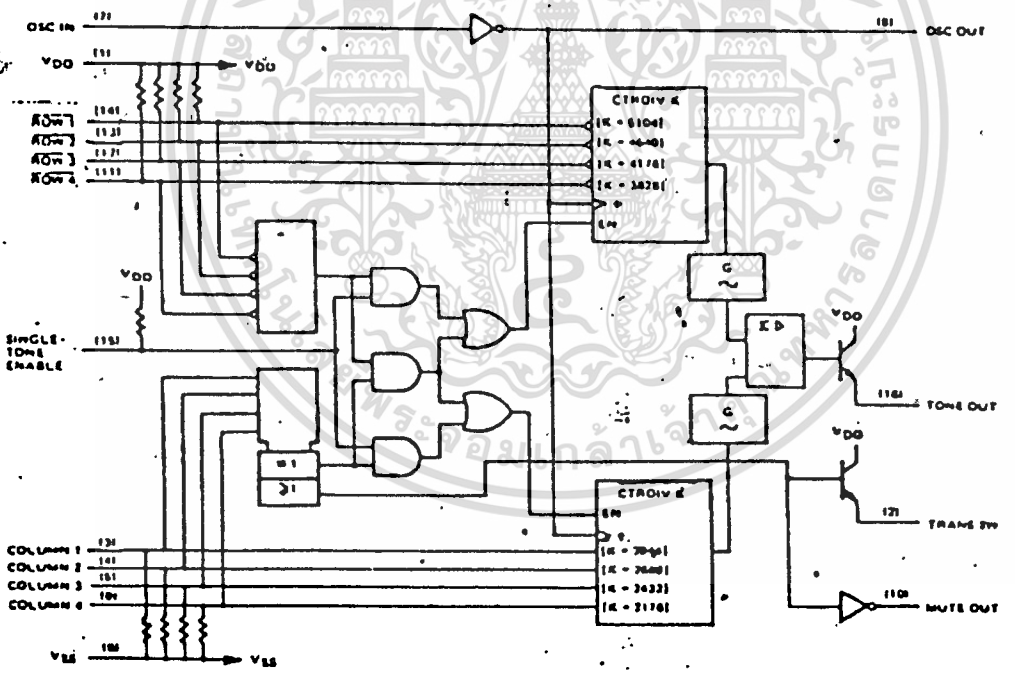
One of the " high-group " frequencies is selected by the active column input and one of the " low-group " frequencies is selected by the active row input. The highest " high-group " frequency of 1633 Hertz is not used in standard dual-tone implementation. The Total Harmonic and Intermodulation Distortions of the dual-tone should be less than 10 % at the telephone terminals. The frequency tolerance is ±1.0 %. TCM5087 Tone Encoder provides accuracy of less than .75 %. The " high-group " to " low group " signal amplitude ratio should be 2.0 ±1 dB. The above-mentioned specifications hold over the safe operating temperature range for either short long loop or long loop telephone applications.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

FREQ.	STANDARD DTMF	OUTPUT TONE	% ERROR
f_1 (R_1)	697	701.3	+0.62
f_2 (R_2)	770	771.4	+0.19
f_3 (R_3)	852	857.2	+0.61
f_4 (R_4)	941	935.1	-0.63

FREQ.	STANDARD DTMF	OUTPUT TONE	% ERROR
f_5 (C_1)	1209	1215.9	+0.57
f_6 (C_2)	1336	1331.7	-0.32
f_7 (C_3)	1477	1471.9	-0.35
f_8 (C_4)	1633	1645	+0.73

TABLE 1 - COMPARISON OF STANDARD VS ACTUAL TONES GENERATED BY TCM5087 USING F 3.579545 MHz ±0.02 CRYSTAL OSCILLATOR



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

oscillator

Oscillation is provided by means of an inexpensive TV crystal and an on-board inverter with sufficient loop-gain. The inverter's input and output are pin 7 and pin 8 respectively. The crystal frequency is 3.579545 MHz and it does not vary more than ±0.02 %. Any deviation of the crystal frequency would affect the tone output frequency.

transmitter switch

This switch is located at pin 2 which is connected to the emitter of an on-chip bipolar transistor. The collector of this transistor is at V_{DD} voltage. This transistor is turned on and pulls pin 2 up to the V_{DD} supply provided there is no keyboard input. The output goes open circuit with a keyboard entry. The state of the single tone inhibit input does not affect the output of the transmitter switch.

distortion considerations

The following formula is used to calculate the Total Harmonic Distortion of a single row or a single column.

$$THD = \frac{(\sqrt{V^2_{2I} + V^2_{3I} + V^2_{4I} + V^2_{5I} + \ldots + V^2_{nI}})}{V_F} \times 100\ \%$$

Where V_{2I} is the second harmonic of the fundamental frequency waveform and so on.

The dual-tone Total Harmonic Distortion is given by the following formula :

$$THD = \frac{(\sqrt{V^2_{2R} + V^2_{3R} + \ldots + V^2_{n} + V^2_{2C} + \ldots + V^2_{nC} + V^2_{IMD}})}{\sqrt{V^2_{FR} + V^2_{FC}}} \times 100\ \%$$

Where V_{FH} and V_{FC} are the row and column fundamental frequency waveforms, V_{2H} and V_{2C}, etc. are the corresponding harmonics.

V^2_{IMD} denotes the total intermodulation distortion.

$$V^2_{IMD} = (V_{H-C})^2 + (V_{H-C})^2 + \ldots + (V_{nH-mC})^2 + (V_{nH-mC})^2$$

A relatively simple method of distortion measurement uses a Spectrum Analyzer to relate the harmonics to the fundamental frquency waveform.

The Tone Encoder spectrum indicates the harmonics and intermodulation distortion at least 30 dB down relative to the column tone. Another method for distortion measurement of the dual-tone waveform is to compare the total power in the fundamental frequencies with the total power in the various harmonics plus intermodulation on a Sighal Analyzer. The TCM5087 provides an output distortion of −20 dB maximum.

Mereover, when the device is operated between 3 Volts and 3.5 Volts, some clipping occurs at the output waveform causing the distortion in this voltage range to exceed −20dB maximum.

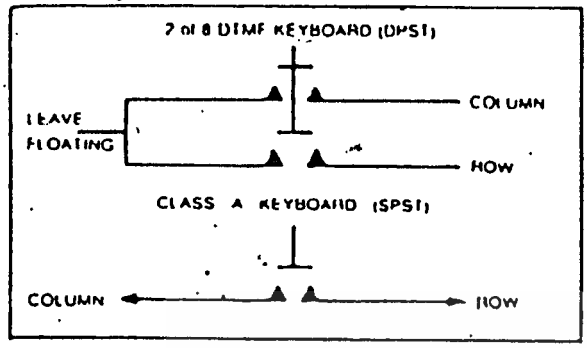


FIGURE 5 - KEYBOARD DIAGRAMS

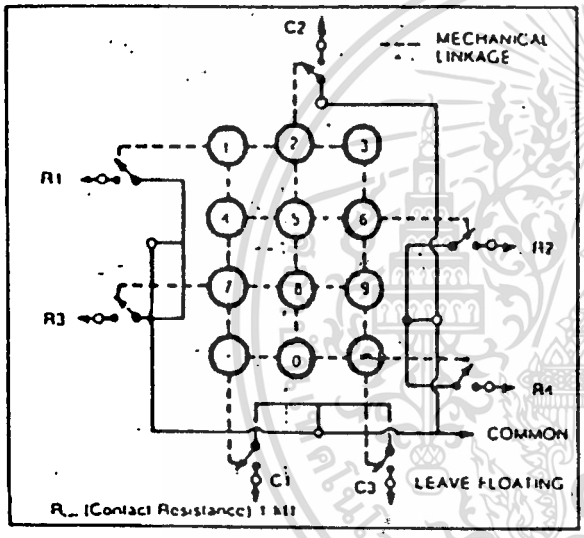


FIGURE 6 - PUSH BUTTON TELEPHONE KEYBOARD

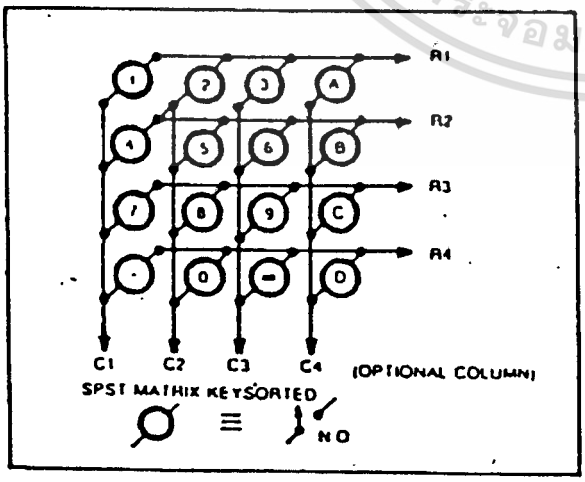


FIGURE 7 - SPST MATRIX KEYBOARD (2-of-8 ROW, COLUMN FORMAT)

keyboard Interface

The TCM5087 is compatible with class A single contact keyboard, 2-of-8 DTMF keyboard as well as electronic inputs. The keyboard diagrams are in figures 5, 6 and 7. Unlike dynamic or scanned inputs, TCM5087's static inputs do not generate any noise.

The normal keyboard operation for dual-tone generation is accomplished by pushing any single button. Single-tone is generated when one or more buttons are pushed in the same row or column. No tone is generated when diagonal buttons are pushed. Electronic inputs are shown in figure 8. A particular dual-tone is generated with input to the corresponding single row and column. A column tone is generated when the input to the corresponding single column is activated. No tone is generated when more than one column inputs are activated. The internal circuitry of the Tone Encoder does not recognize the activation of a single row. Thus, in order to obtain a single row tone, two columns and that particular row are activated.

Figure 9 indicates the internal components of the Encoder's inputs. R_{H1} and R_{C1} pull in opposite directions and keep their respective input sensing circuit turned off. When one or more row or column inputs are connected together, the - 1/2 level - is sensed by the input sensing circuits. As a result, a logic signal is delivered to the internal circuitry which in turn generates a suitable tone.

single tone Inhibit

Pin 15 is used to inhibit the generation of single tones. This pin is capable of pulling to V_{DD} supply voltage. The dual or the single tones are generated as described under keyboard interface when this pin is floating or connected to V_{DD} supply voltage.

When this pin is pulled down to V_{SS}, all chip functions remain unchanged except for the single tone operation which results in no tone at this voltage level.

C 0.303 MF

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

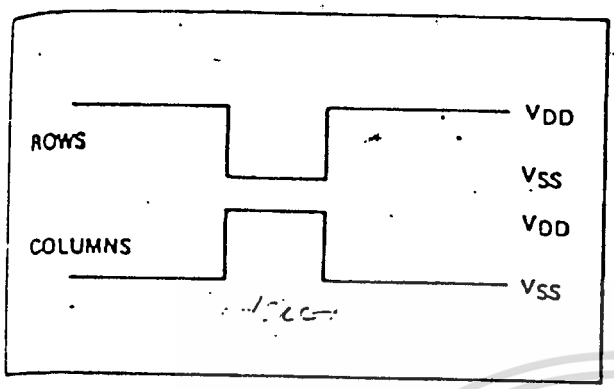


FIGURE 8 - ELECTRONIC INPUTS

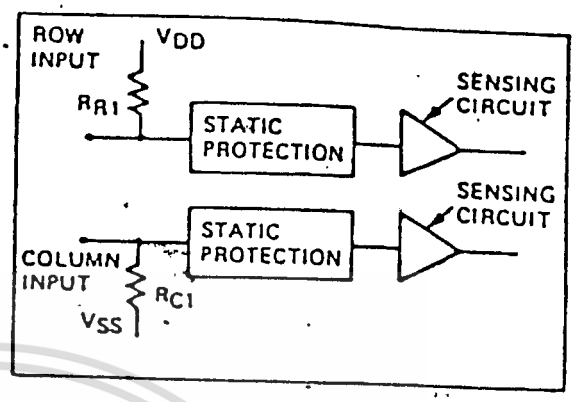


FIGURE 9 - ROW AND COLUMN INPUTS

mute output

Pin 10 is used to implement auxiliary switching functions needed to actuate upon keyboard input. This output consists of a CMOS gate which pulls to V_{DD} supply with keyboard entry. When there is no keyboard entry, the mute output pulls to V_{SS} voltage. The status of the single tone inhibit does not affect the mute output.

tone output

Pin 16 is internally connected to the emitter of an NPN transistor the collecter of which is connected to V_{DD} supply voltage. The base of this transistor is connected to the output on the on-chip Op Amp used to mix the column and row tones and facilitate output level regulation.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า.

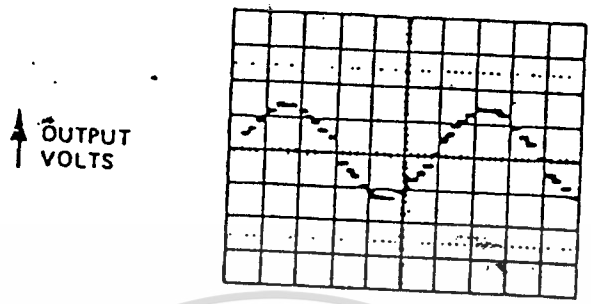


FIGURE 10 - ROW 3 OUTPUT (TYPICAL STAIRSTEP APPROXIMATION)
HORIZONTAL : .2 msec/div. VERTICAL : .5 V/div.

FIGURE 11 - COLUMN 2 OUTPUT (TYPICAL STAIRSTEP APPROXIMATION)
HORIZONTAL : .2 msec/div. VERTICAL : .5 V/div.

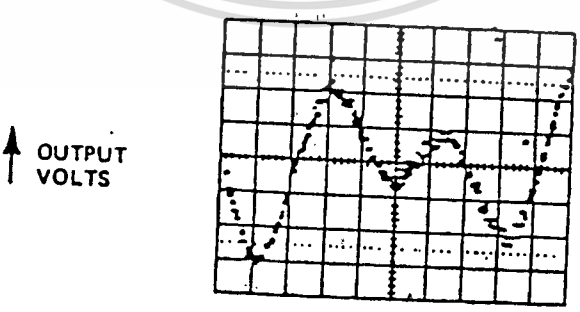
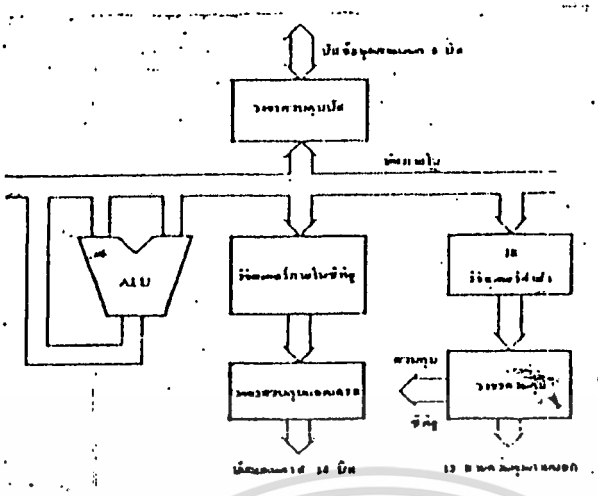
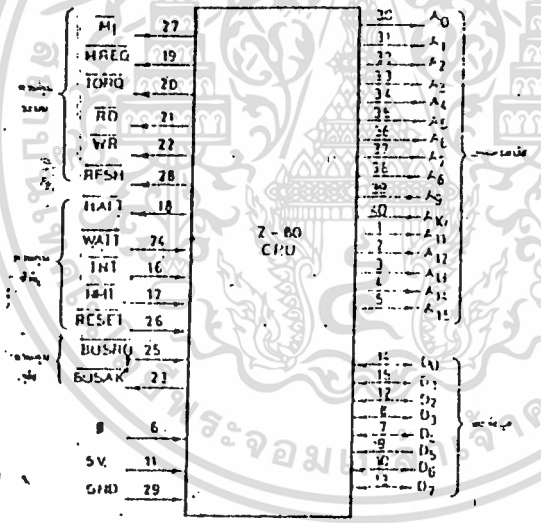


FIGURE 12 - ROW 3 and COLUMN 2 DUAL-TONE WAVEFORM AT PIN 16
HORIZONTAL : .2 msec/div. VERTICAL : .5 V/div.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า



รูปที่ บล็อกไดอแกรมของ ซีพียู Z-80



รูปที่ การจัดวางขาของไอซี ซีพียู Z-80

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5448 / 7448 BCD-to-Seven Segment Decoder / Driver

	Schottky TTL					High-Speed TTL					Low-Power Schottky TTL					Standard TTL					Low-Power TTL				
	Device Type	Package C	P	M	CF	Device Type	Package C	P	M	CF	Device Type	Package C	P	M	CF	Device Type	Package C	P	M	CF	Device Type	Package C	P	M	CF
T. I.											SN54LS48	J①			W①	SN5448	J①			W①					
											SN74LS48	J①	N①			SN7448	J①	N①							
FAIRCHILD																FM5448/FO8358	D①			F①					
																FO7448/FO8356	D①	P①		F①					
MOTOROLA																MC5448	L①								
																MC7448	L①	P①							
N.S.C.											DM54LS48		①												
											DM74LS48		①			DM7448		N①							
PHILIPS																N7448		①							
SIGNETICS																N7448		B①							
SIEMENS																FLH551		①							
FUJITSU																									
HITACHI											HD74LS48		P①												
MITSUBISHI																M53248		P①							
NEC																									
TOSHIBA																									

Electrical Characteristics / SN74LS48/SN74LS48

absolute maximum ratings over operating free-air temperature range

Supply voltage, V_{CC}	7V	Operating free-air temperature range	SN54LS	−55°C to 125°C
Input voltage	7V		SN74LS	0°C to 70°C
		Storage temperature range		−65°C to 150°C

recommended operating conditions

		SN54LS48 MIN	NOM	MAX	SN74LS48 MIN	NOM	MAX	UNIT
Supply voltage, V_{CC}		4.5	5	5.5	4.75	5	5.25	V
High-level output current, I_{OH}	a thru g			−100			−100	μA
	BI/RBO			−50			−50	
Low-level output current, I_{OL}	a thru g			2			6	mA
	BI/RBO			1.6			3.2	
Operating free-air temperature, T_A		−55		125	0		70	°C

electrical characteristics over recommended operating free-air temperature range

PARAMETER			TEST CONDITIONS †		MIN	TYP ‡	MAX	UNIT
V_{IH}	High-level input voltage				2			V
V_{IL}	Low-level input voltage						0.8	V
V_I	Input clamp voltage	All input except BI/RBO	V_{CC} = MIN, I_I = −18mA				−1.5	V
V_{OH}	High-level output voltage	a thru g	V_{CC} = MIN, V_{IH} = 2V, V_{IL} = 0.8V, I_{OH} = MAX		2.4	4.2		V
		BI/RBO						
I_O	Output current	a thru g	V_{CC} = MIN, V_O = 0.85V, Input conditions as for V_{OH}		−1.3	−2		mA
V_{OL}	Low-level output voltage	a thru g	V_{CC} = MIN, V_{IH} = 2V, V_{IL} = 0.8V	I_{OL} = 2mA		0.25	0.4	V
		BI/RBO		I_{OL} = 1.6mA		0.25	0.4	
I_I	Input current at maximum input voltage	Any input except BI/RBO	V_{CC} = MAX, V_I = 7V				0.1	mA
I_{IH}	High-level input current	Any input except BI/RBO	V_{CC} = MAX, V_I = 2.7V				20	μA
I_{IL}	Low-level input current	Any input except BI/RBO	V_{CC} = MAX, V_I = 0.4V				−0.4	mA
		BI/RBO					−1.2	
I_{OS}	Short-circuit output current	BI/RBO	V_{CC} = MAX		−0.3		−2	mA
I_{CC}	Supply current		V_{CC} MAX,	SN54LS48		25	38	mA
				SN74LS48		25	38	
t_{PHL}	From A input		V_{CC} = 5V, T_A = 25°C, C_L = 15pF	R_L = 4kΩ			100	ns
t_{PLH}	From A input						100	ns
t_{PHL}	From RBI input			R_L = 6kΩ			100	ns
t_{PLH}	From RBI input						100	ns

† For conditions shown as MIN or MAX, use the appropriate value specified under recommended operating conditions for the applicable type.

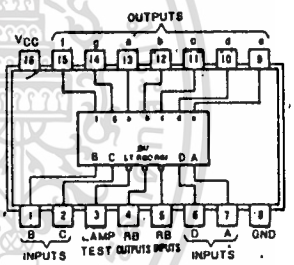
‡ All typical values are at V_{CC} = 5V, T_A = 25°C.

§ I_{CC} is measured with all outputs open and all inputs at 4.5 V.

t_{PLH} = propagation delay time, low-to-high-level output

t_{PHL} = propagation delay time, high-to-low-level output

Pin Assignment (Top View)



Positive logic : see function table

NOTES: 1. The blanking input (BI) must be open or held at a high logic level when output functions 0 through 15 are desired. The ripple-blanking input (RBI) must be open or high, if blanking of a decimal zero is not desired.

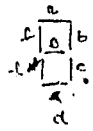
*2. When a low logic level is applied directly to the blanking input (BI), all segment outputs are low regardless of the level of any other input.

3. When ripple-blanking input (RBI) and inputs A, B, C, and D are at a low level with the lamp-test input high, all segment outputs go low and the ripple-blanking output (RBO) goes to a low level (response condition).

4. When the blanking input/ripple-blanking output (BI/RBO) is open or held high and a low is applied to the lamp-test input, all segment outputs are high.

BI/RBO is wire-AND logic serving as blanking input (BI) and/or ripple-blanking output (RBO).

CONTINUED ON NEXT PAGE



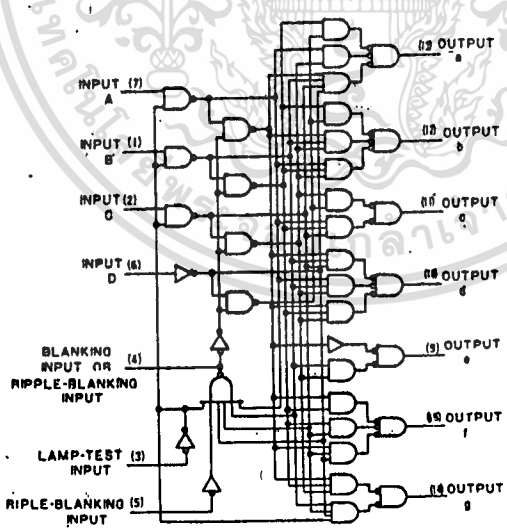
Function Table

'48, 'LS48 (see NOTES)

DECIMAL OR FUNCTION	INPUTS						BI/RBO[3]	OUTPUTS							NOTE
	LT	RBI	D	C	B	A		a	b	c	d	e	f	g	
0	H	H	L	L	L	L	H	H	H	H	H	H	H	L	1
1	H	X	L	L	L	H	H	L	H	H	L	L	L	L	1
2	H	X	L	L	H	L	H	H	H	L	H	H	L	H	
3	H	X	L	L	H	H	H	H	H	H	H	L	L	H	
4	H	X	L	H	L	L	H	L	H	H	L	L	H	H	
5	H	X	L	H	L	H	H	H	L	H	H	L	H	H	
6	H	X	L	H	H	L	H	L	L	H	H	H	H	H	
7	H	X	L	H	H	H	H	H	H	H	L	L	L	L	
8	H	X	H	L	L	L	H	H	H	H	H	H	H	H	
9	H	X	H	L	L	H	H	H	H	H	L	L	H	H	
10	H	X	H	L	H	L	H	L	L	L	H	H	L	H	
11	H	X	H	L	H	H	H	L	L	H	H	L	L	H	
12	H	X	H	H	L	L	H	L	H	L	L	L	H	H	
13	H	X	H	H	L	H	H	H	L	L	H	L	H	H	
14	H	X	H	H	H	L	H	L	L	L	H	H	H	H	
15	H	X	H	H	H	H	H	L	L	L	L	L	L	L	
BI	X	X	X	X	X	X	L	L	L	L	L	L	L	L	2
RBI	H	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	3
LT	L	X	X	X	X	X	H	H	H	H	H	H	H	H	4

H = high level, L = low level, X = irrelevant

Functional Block Diagram



'48, 'LS48 BCD-TO-SEVEN-SEGMENT DECODER/DRIVER

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

54377/74377 Octal D-Type Flip-Flop with Enable

	Schottky TTL					High-Speed TTL					Low-Power Schottky TTL					Standard TTL					Low-Power TTL				
	Device Type	Package				Device Type	Package				Device Type	Package				Device Type	Package				Device Type	Package			
		C	P	M	CF		C	P	M	CF		C	P	M	CF		C	P	M	CF		C	P	M	CF
T. I.											SN54LS377	J													
											SN74LS377	J		N											
FAIRCHILD																									
MOTOROLA																									
N. S. C.																									
PHILIPS																									
SIGNETICS																									
SIEMENS																									
FUJITSU																									
HITACHI																									
MITSUBISHI																									
NEC																									
TOSHIBA																									

Electrical Characteristics SN54LS377/SN74LS377

absolute maximum ratings over operating free-air temperature range

Supply voltage, V_{CC}	7 V	Operating free-air temperature range	SN54LS	55°C to	125°C
Input voltage	7 V		SN74LS	0°C to	70°C
		Storage temperature range		−65°C to	150°C

recommended operating conditions

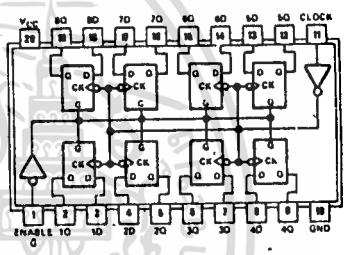
		MIN	NOM	MAX	UNIT
Supply voltage, V_{CC}		4.75	5	5.25	V
High-level output current, I_{OH}				−400	μA
Low-level output current, I_{OL}				8	mA
Clock frequency, f_{clock}		0		30	MHz
Width of clock or clear pulse, t_w		20			ns
Setup time, t_{setup}	Data input	20↑ ‡			ns
	Clear inactive state	25↑ ‡			
Data hold time, t_{hold}		5↑ ‡			ns
Operating free-air temperature, T_A		0		70	°C

electrical characteristics over recommended operating free-air temperature range

	PARAMETER ●	TEST CONDITIONS †	MIN	TYP ‡	MAX	UNIT
V_{IH}	High-level input voltage		2			V
V_{IL}	Low-level input voltage				0.8	V
V_I	Input clamp voltage	V_{CC} = MIN, I_I = −18mA			−1.5	V
V_{OH}	High-level output voltage	V_{CC} = MIN, V_{IH} = 2V, V_{IL} = 0.8V, I_{OH} = 400μA	2.7	3.5		V
V_{OL}	Low-level output voltage	V_{CC} = MIN, V_{IH} = 2V, V_{IL} = 0.8V, I_{OL} = 8mA		0.35	0.5	V
I_I	Input current at maximum input voltage	V_{CC} = MAX, V_I = 7V			0.1	mA
I_{IH}	High-level input current	V_{CC} = MAX, V_I = 2.7V			20	μA
I_{IL}	Low-level input current	V_{CC} = MAX, V_I = 0.4V			−0.4	mA
I_{OS}	Short-circuit output current ●	V_{CC} = MAX	−20		−100	mA
I_{CC}	Supply current	V_{CC} = MAX, See Note		17	28	mA
f_{max}	Maximum clock frequency	V_{CC} = 5V, T_A = 25°C, C_L = 15pF, R_L = 2kΩ	30	40		MHz
t_{PLH}	output from clock			17	27	ns
t_{PHL}	output from clock			18	27	ns

Pin Assignment (Top view)

SN54LS377 . . . J PACKAGE
SN74LS377 . . . J OR N PACKAGE
(TOP VIEW)



FUNCTION TABLE
(EACH FLIP-FLOP)

INPUTS			OUTPUTS	
$\overline{G}$	CLOCK	DATA	Q	$\overline{Q}$
H	X	X	Q_0	$\overline{Q}_0$
L	↓	H	H	L
L	↑	L	L	H
X	L	X	Q_0	$\overline{Q}_0$

‡ ↑ The arrow indicates that the rising edge of the clock pulse is used for reference.
† For conditions shown as MIN or MAX, use the appropriate value specified under recommended operating conditions.
‡ All typical values are at V_{CC} = 5V, T_A = 25°C.
● Not more than one output should be shorted at a time.
■ t_{PLH} = propagation delay time, low-to-high-level output.
t_{PHL} = propagation delay time, high-to-low-level output.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                ld a,88         ;
                out (e3),a      ;  set control
                out (e7),a      ;
main
    loop        ld ix,ready
                call scan
                cp oa
                jp z,run
                cp 0c
                jp z,sec
                cp 0d
                jp z,fire
                jr loop

*****************************************************

sec:
        loop1   ld ix,sec
                call scan
                cp ent
                jr nz,loop1
        loop2   ld ix,disbuf1
                call scan
                cp new
                jr z,new
                cp ent
                jpz,nextno
                jr loop2

        new     ld b,7
                ld de,teldat1
                ld hl,disbuf1+1
        loop3   ld ix,desbuf1
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                call scan
                cp 0a
                jr nc,loop3
                ld (de),a
                call hex7sg
                inc de
                djnz loop3
loop4           call scan
                cp 0f
                jr z,new
                cp 0e
                jr z,nextno.
                jr loop4

nextno.
loop5           ld ix,disbuf2
                call scan
                cp 0f
                jr z,new2
                cp ent
                jpz,main
                jr loop5
new2            ld b,7
                ld de,teldat2
                ld hl,desbuf2+1
                ld ix,disbuf2
                call scan
                cp 0a
                jr nc,loop6
                ld (de),a
                call hex7sg
                inc de
                djnz loop6
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                ld a,88         ;
                out (e3),a      ;  set control
                out (e7),a      ;
        main
           loop ld ix,ready
                call scan
                cp oa
                jp z,run
                cp 0b
                jp z,sec
                cp 0d
                jp z,fire
                jr loop

*****************************************************************

  sec:
          loop1 ld ix,sec
                call scan
                cp ent
                jr nz,loop1
          loop2 ld ix,disbuf1
                call scan
                cp new
                jr z,new
                cp ent
                jpz,nextno
                jr loop2

           new  ld b,7
                ld de,teldat1
                ld hl,disbuf1+1
         loop3  ld ix,desbuf1
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
loop7     call scan
          cp new
          jr z,new2
          cp ent
          j, z,main
          jr loop7
```

****

```
fire:
loop1     ld ix,fire
          call scan
          cp ent
          jr nz,loop1
loop2     ld ix,desbuf1
          call scan
          cp new
          jrz,new
          cp ent
          jp z,nextno
          jr loop2
new       ld b,7
          ld de,teldat3
          ld hl,disbuff3+1
loop3     ld ix,disbuf3
          call scan
          cp 0a
          jr nc,loop3
          ld (de),a
          call jex7sg
          inc de
          djnz loop3
loop4     call scan
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                cp of
                jr z,new
                cp 0e
                jr z,nestno.
                jr loop4

nestno:
loop        ld ix,disbuf4
                call scan
                cp 0f
                jr z,new2
                cp ent
                jp z,main
                jr loop5
new2        ld b,7
                ld de,teldat4
                ld hl,disbuf4+1
loop6       ld ix,disbuf4
                call scan
                cp 0a
                jr nc,loop6
                ld (de),a
                call jex7sg
                incde
                djnz loop6
loop7       call scan
                cp new
                jr z,new2
                cp int
                jp z,main
                jr loop7
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
**********************************************************************
                        func. run
**********************************************************************

sensor      ld c,portb
            in a,(c)
            cp 00h
            jr nz,tel-sec
            ld c,porta
            in a,(c)
            cp 00h
            jr nz,tel-fire
            jr sensor

tel-sec     call bell
            in a,(pchigh)
            cp 00
            jr z,pulse
            call tone
            call check
            call tape
            jp main

**********************************************************************

scan:                       ;scan display and keyboard
                            ;loop until a key is detected.
                            ;i/p = ix point to pattern
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                                ;o/p = a contain the code
                                ;of key pressed
            push    ix          ;save ix
            ld      hl,test
            bit     7,(hl)
            jr      z,scpre
            ld      ix,blank
scpre       ld      b,4
scnx        call    scan1
            jr      nc,scpre    ;if any key is pres
            ld b,c9 ,           ;reload the debounce con
            djnz    scnx
            res     7,(hl)      ;clear error flag
            pop     ix

scloop      call    scan1       ;loop until any key is detect
            jr      c,scloop



keymap      ld      hl;keytab
             add     a,l
             ld       l,a
             ld       a,(hl)
             ret
```

****

```
scan1:                          ;i/p = ix point to pattern
                                ;o/p = a contain position
                                ;code of the key pressed
                    scf
                    ex      af,af'
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                exx

                ld      c,00h           ;initial position code
                ld      e,00h           ;scan display from left to right
                ld      h,08h           ;set digit

kcol            ld      a,e
                out     (digit),a       ;activate one column
                ld      a,(ix)          ;load a pattern point by ix
                out     (seg7),a
                ld      b,coldey
                djnz    $               ;delay 1.5 ms per digit
                xor     a               ;deactivate all display segments
                out     (digit),a

                ld      a,e             ;scan keyboard from left to righ
                out     (digit),a
                ld      b,4             ;each column has 4 keys
                in      a,(kin)
                ld      d,a
                rl      d
                jr      c,nokey
                ld      a,c             ;key-in, get key position
                ex      af,af'

nokey           inc     c
                djnz    krow
                inc     ix
                inc     e
                dec     h
                jr      nz,kcol
                ld      de,-08h
                add     ix,de
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        exx
        ex      af,af'
        ret

*****************************************************************

hex7sg:
                push af
                call jex7
                ld (hl),a
                inc hl
                pop aj
                ret

hex7:
                push hl
                ld hl segtab
                and of
                add a,l
                ld l,a
                ld a,(hl)
                pop hl
                ret

*****************************************************************

keytab:         org 1700
                k0 defb  01
                k1 defb  04
                k2 defb  07
                k3 defb  00
                k4 defb  02
                k5 defb  05
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                k6 defb  08
                k7 defb  0a
                k8 defb  03
                k9 defb  06
                ka defb  09
                kb defb  0b
                kc defb  0c
                kd defb  0d
                ke defb  0e
                kf defb  0f
segtab:
                co defb  00
                f9 defb  01
                a4 defb  02
                bo defb  03
                99 defb  04
                92 defb  05
                82 defb  06
                f8 defb  07
                80 defb  08
                90 defb  09
                88 defb  0a
                83 defb  0b
                c6 defb  0c
                a1 defb  0d
                86 defb  0e
                8e defb  0f

blank           ff defb
                ff defb
                ff defb
                ff defb
                ff defb
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                    ff defb
                    ff defb
                    ff defb
ready               bf defb  -
                    bf defb  -
                    af defb  r
                    86 defb  e
                    88 defb  a
                    a1 defb  d
                    91 defb  y
                    bf defb  -

-----               bf defb  -
                    bf defb  -
                    bf defb  -
                    bf defb  -
                    bf defb  -
                    bf defb  -
                    bf defb  -
                    bf defb  -

*****************************************************
*                   pulse generate
*****************************************************

        ORG 1800H
                    ;SET PORT A = OUT PORT      (10H)
                    ;           B = IN PORT     (11H)
                    ;           C0-C3 = OUT PORT (12H)
                    ;           C4-C7 = IN PORT  (12H)
                          ;CONTROL PORT = 13H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                        ;
        LD C,12H        ;SET REG. C TO PORT C0-C3
                        ;
        LD A,02H        ;SET REG. A = 0010B
        OUT (12H),A     ;SET READY TO OPERATE
        CALL DELAY4     ;DELAY FOR 400 mS
        LD A,03H        ;SET REG. A = 0011B
        OUT (12H),A     ;SET HOLD LINE
        CALL DELAY4     ;DELAY FOR 400 mS
                        ;
;***************************************************
;*              DIAL PART                          *
;***************************************************
                        ;
        LD DE,1890H     ;SET DE TO THE BEGINING ADDRESS
                        ;OF TELEPHONE NUMBER
                        ;(FIRST DIGIT AT ADDRESS = 1890H)
        LD B,08H        ;SET B TO NUMBER OF TELEPHONE DIGIT
                        ;(8 DIGIT)
LOOP0:  LD A,(DE)       ;LOAD REG. A TO FIRST DIGIT
                        ;
LOOP1:  LD L,07H        ;SET L = 0111B
        OUT (C),L       ;SET UPPER PULSE 66.66 mS
        C ALL DELAY6    ;
        LD L,05H        ;SET L = 0101B
        OUT (C),L       ;SET LOWER PULSE 33.33 mS
        CALL DELAY3     ;
        DEC A           ;
        JP NZ,LOOP1     ;
                        ;
        INC DE          ;SET DE TO DE+1 (ADDRESS OF NEXT DIGI
        DEC B           ;SET NEXT DIGIT
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;*****************************************************
                        ;
    LD A,0BH            ;SET A TO 1011B
    OUT (C),A           ;SET READY
                        ;
                        ;
                        ;
;*****************************************************
;*          DELAY 400 mS                             *
;*****************************************************
                        ;
    ORG 1840H
DELAY4:  PUSH HL
    PUSH DE
    PUSHAF
    PUSH BC
    LD DE,0FFFH
LOOPA:  DEC DE
    LD A,E
    OR D
    JP NZ,LOOPA
    POP BC
    POP AF
    POP DE
    POP HL
    RET
                        ;
;*****************************************************
;*                    DELAY 66.66 mS                 *
;*****************************************************
                        ;
    ORG 1850H
DELAY6:  PUSH HL
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            PUSH DE
            PUSH AF
            PUSH BC
            LD DE,OFFFH
LOOPB:      DEC DE
            LD A,E
            OR D
            JP NZ,LOOPB
            POP BC
            POP AF
            POP DE
            POP HL
            RET
                        ;
;*************************************************
;*              DELAY 33.33 mS                   *
;*************************************************
                        ;
            ORG 1860H
DELAY3:     PUSH HL
              PUSH DE
              PUSH AF
              PUSH BC
              LD DE,OFFFH
LOOPC:      DEC DE
              LD A,E
              OR D
              JP NZ,LOOPC
              POP BC
              POP AF
              POP DE
              POP HL
              RET
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

        END         ;

*****************************************************
                check ring back
*****************************************************

check           ld h,09
        loop1:  ld de,AAAA
        loop2:  dec de
                in a,(e2)
                and 100000000 b
                rlc a
                jp nz,telagain
                ld a,e
                or d
                jr nc,loop2
                dec h
                jr nz,loop1

                call tape
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้